UNIVERSITAS INDONESIA

KAJIAN PERILAKU PELAT PAPAN PARTIKEL CACAH KOTAK ASEPTIK- PHENOL FORMALDEHIDA TERHADAP BEBAN TERPUSAT

SKRIPSI

RIKO FEBRINO

0806369581

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JUNI 2011

195/FT.EKS.01/SKRIP/07/2011

UNIVERSITAS INDONESIA

KAJIAN PERILAKU PELAT PAPAN PARTIKEL CACAH KOTAK ASEPTIK- PHENOL FORMALDEHIDA TERHADAP BEBAN TERPUSAT

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

RIKO FEBRINO

0806369581

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN STRUKTUR
DEPOK
JUNI 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan benar

Nama	: Riko Febrino
NPM	: 0806369581
Tanda Tangan	:
Tanggal	: 16 Juni 2011

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Riko Febrino

NPM : 0806369581

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Kajian Perilaku Pelat Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik-Phenol Formaldehida Terhadap Beban Terpusat.

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Heru Purnomo, DEA ( )

Penguji I : Ir. Syahril A. Rahim, M.Eng ( )

Penguji II : Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 16 Juni 2011

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademis Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Riko Febrino
NPM	: 0806369581
Program Studi	: Teknik Sipil
Departemen	: Teknik Sipil
Fakultas	: Teknik
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right)*** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Kajian Perilaku Pelat Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik-Phenol Formaldehida Terhadap Beban Terpusat

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 16 Juni 2011

Yang menyatakan,

(Riko Febrino)

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

ABSTRAK

Nama : Riko Febrino
Program Studi : TeknikSipil
Judul : Kajian Perilaku Pelat Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik-Phenol Formaldehida Terhadap Beban Terpusat.

Skripsi ini membahas aseptik kemasan minuman sebagai bahan utama papan partikel agar lebih bermanfaat dan mampu mengurangi volume sampah di kota besar. Papan partikel cacah aseptik-phenol formaldehida adalah hasil pengempaan panas cacah kotak aseptik dengan perekat organik. Untuk perekat digunakan phenol formaldehida. Menentukan komposisi papan partikel terbaik digunakan metode *trial and error*. Pengujian melingkupi uji kimia (emisi formaldehida), uji fisik, uji mekanik serta uji beban terpusat untuk mendapatkan pola retak. Papan partikel terbaik dari beberapa komposisi dengan acuan JIS A 5908 – 2003 dari sifat fisik maupun mekanik adalah papan dengan persentase perekat 10%, namun persentase optimal belum didapatkan. Dari uji kimia papan partikel ini aman untuk kesehatan. Sesuai dengan pola retak yang didapat maka papan partikel tidak mempunyai sifat getas ketika dibebani sehingga papan partikel mampu mendistribusikan beban dengan baik.

Kata kunci :
Papan partikel, aseptik, phenol formaldehida, beban terpusat, pola retak.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

ABSTRACT

Name : Riko Febrino
Study Program : Civil Engineering
Title : Study of The Behavior of Shredded Aseptic Containers-Phenol Formaldehyde Particleboard Subjected to a Concentrated Load

The focus of this study is to discuss the use of aseptic packaging as a main material for particleboard. It is destinated to make more useful and capable of reducing the volume of waste in big cities. Particleboard are formed mainly from aseptic by hot pressing with adhesives. Phenolformaldehyde is used as adhesive. Determination of the best particleboard composition is by conducting of trial and error method. Tests conducted formaldehyde emission tests, physical tests, mechanical tests and concentrared load to get the crack patterns of plate. The best particleboard with reference to JIS A 5908 – 2003 result of physical and mechanical property is particleboard with 10% percentage of adhesive, but the optimal percentage has not been obtained. Formaldehyde emission tests show that particleboard is peaceful for health. The crack patterns result of particleboard could explain that it was not brittle when it was loading and it distributed the load properly.

Keyword :
Particleboard, aseptic, phenol formaldehyde, concentrated load, crack patterns.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS iv
KATA PENGANTAR v
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xvii
DAFTAR DIAGRAM ALIR xx
DAFTAR GRAFIK xxi

BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan Penelitian 4
1.3 Batasan Penelitian 5
1.4 Hipotesa 5
1.5 Metodologi Penelitian 6
1.6. Sistematika Penulisan 6

BAB 2 LANDASAN TEORI 8
2.1 Papan Partikel 8
2.2 Papan Partikel Cacah Aseptik dengan Perekat Phenol Formaldehida 8
2.2.1 Sejarah Papan Partikel Komposit Cacah Aseptik 9
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Cacah Aseptik Pada Papan Partikel 9
2.2.3 Material Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik 9

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

2.3 Cacah Aseptik 10
2.3.1 Bahan-bahan Kemasan Aseptik 16
2.3.1.1 Karton 16
2.3.1.2 Alumunium 17
2.3.1.1 Plastik 17
2.3.2 Daur Ulang Plastik dan Alumunium 22
2.3.3 Daur Ulang Tetra Pak Aseptik 22
2.3.4 Sifat-sifat Cacah Kotak Aseptik 26
2.4 Phenol Formaldehid (Tipe P) 27
2.4.1 Jenis Bahan Phenol Formaldehida 29
2.4.2 Pembuatan Phenol Formaldehida 29
2.4.3 Syarat Emisi Formaldehida 33
2.4.4 Spesifikasi Phenol Formaldehida Adhesivev PA-302 34
2.5 Syarat-syarat Mutu Papan partikel 35
2.5.1 Macam Papan Partikel 35
2.5.2 Mutu Bahan Papan Partikel 38
2.5.3 Standar Acuan Mutu Papan Partikel 39
2.5.4 Syarat Lulus Uji 42
2.6 Penelitian Sebelumnya 42
2.7 Teori Umum Pelat 46
2.7.1 Pelat Satu Arah 46
2.7.2 Pelat Dua Arah 47
2.7.3 Beban Statis dan Struktur Terpusat 50
2.7.4 Momen, Gaya dan Tegangan Internal 51
2.7.5 Sifat-sifat Mekanik Material 51
2.7.6 Efek Pemusatan Tegangan, Retak dan Cacat 52
2.7.7 Macam-macam Pola Retak 53

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 55

3.1 Waktu dan Tempat Pengujian 57
3.2 Bahan dan Alat yang Digunakan 57
3.2.1 Persiapan Bahan Baku 57

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

3.2.2 Persiapan Bahan Perekat 58
3.2.3 Persiapan Alat 58
3.3 Cara Pembuatan Benda Uji Papan Partikel 59
3.4 Perancangan Campuran Papan Partikel 60
3.5 Kebutuhan Benda Uji 61
3.6 Uji Laboratorium 62
3.6.1 Uji Emisi Formaldehida 62
3.6.2 Uji Visual 63
3.6.3 Uji Mutu dan Penampilan 65
3.6.4 Uji Daya Serap/Kerapatan 66
3.6.5 Uji Kadar Air 67
3.6.6 Uji Daya Kerapatan 68
3.6.7 Uji Pengembangan Tebal Setelah direndam Air 69
3.6.8 Uji Keteguhan Tarik Tegak Lurus Permukaan 70
3.6.9 Uji Cabut Sekrup 71
3.6.10 Uji Modulus Elastisitas Arah Panjang 73
3.6.11 Uji Modulus Elastisitas Arah Lebar 75
3.6.12 Uji Kuat Lentur Arah Panjang 76
3.6.13 Uji Kuat Lentur Arah Lebar 77
3.6.14 Uji Beban Terpusat 78

BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN 83

4.1 Analisa Perancangan Campuran Papan Partikel 83
4.1.1 Perhitungan Benda Uji
Aseptik : Phenol Formaldehida = 70% : 30% 83
4.1.2 Perhitungan Benda Uji
Aseptik : Phenol Formaldehida = 65% : 35% 84
4.1.3 Perhitungan Benda Uji
Aseptik : Phenol Formaldehida = 60% : 40% 84
4.1.4 Perhitungan Benda Uji
Aseptik : Phenol Formaldehida = 60% : 40% (10mm) 85
4.1.5 Perhitungan Benda Uji

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Aseptik : Phenol Formaldehida = 90% : 10% 86
4.1.6 Perhitungan Benda Uji
Aseptik : Phenol Formaldehida = 80% : 20% 86
4.2 Analisa Pemotongan dan Kebutuhan Benda Uji 87
4.3 Analisa Pengaturan Tekanan dan Suhu 90
4.4 Massa Jenis Bahan 91
4.5 Analisa Emisi Formaldehida 92
4.6 Analisa Visual 93
4.7 Analisa Mutu dan Penampilan 94
4.8 Analisa Daya Serap 97
4.9 Analisa Kadar Air 101
4.10 Analisa Kerapatan 103
4.11 Analisa Pengembangan Tebal Setelah direndam Air 105
4.12 Analisa Keteguhan Tarik Tegak Lurus Permukaan 108
4.13 Analisa Cabut Sekrup 110
4.14 Analisa Modulus Elastisitas Arah Lebar dan Arah Panjang 112
4.15 Analisa Kuat Lentur Arah Lebar dan Arah Panjang 132
4.16 Analisa Beban Terpusat 135

BAB 5 PENUTUP 167
5.1 Kesimpulan 167
5.2 Saran 168

DAFTAR PUSTAKA 170
LAMPIRAN I FOTO-FOTO PENGUJIAN 173
LAMPIRAN II DATA MODULUS ELASTISITAS ARAH PANJANG 183
LAMPIRAN III DATA MODULUS ELASTISITAS ARAH LEBAR 211

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bahan Pembuat Kotak Aseptik	3
Gambar 1.2	Lapisan Kotak Aseptik	3
Gambar 2.1	Lapisan Kotak Aseptik	11
Gambar 2.2	Proses polimerisasi dari ethena ke poliethena	20
Gambar 2.3	Reaksi Methylolasi	30
Gambar 2.4	Reaksi Methylenasi	31
Gambar 2.5	Reaksi phenol dan formaldehida membentuk monomethylol phenol	31
Gambar 2.6	Formaldehida membentuk dimethylol phenol	32
Gambar 2.7	Proses kondensasi polimerisasi	32
Gambar 2.8	Penyaluran beban ke tumpuan untuk pelat satu arah	46
Gambar 2.9	Daerah potensial terjadi crack pada pelat satu arah	47
Gambar 2.10	Distribusi beban ke tumpuan untuk pelat dua arah dimana ly/lx = 1	48
Gambar 2.11	Distribusi beban ke tumpuan untuk pelat dua arah dimana ly>/lx = 1	48
Gambar 2.12	Daerah potensial terjadi crack pada pelat dua arah	48
Gambar 2.13	Tumpuan bebas	49
Gambar 2.14	Terjepit elastis	49
Gambar 2.15	Terjepit penuh	50
Gambar 2.16	Momen internal pada pelat satu arah	51
Gambar 2.17	Macam pola retak	53
Gambar 2.18	Macam pola retak	54
Gambar 3.1	Cacahan aseptik tetrapak	57
Gambar 3.2	Perekat Phenol Formaldehida	58
Gambar 3.3	Peralatan pembuatan dan pengujian papan partikel	59
Gambar 3.4	Pengujian panjang, lebar dan tebal papan partikel	64
Gambar 3.5	Pengukuran siku papan partikel	65
Gambar 3.6	Pengukuran contoh uji kerapatan	69

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Gambar 3.7	Contoh uji keteguhan tarik tegak lurus permukaan	71
Gambar 3.8	Contoh benda uji cabut sekrup	72
Gambar 3.9	Uji Cabut sekrup	72
Gambar 3.10	Uji kuat lentur kering dan modulus elastisitas lentur arah panjang	73
Gambar 3.11	Uji kuat lentur kering dan modulus elastisitas lentur arah lebar	76
Gambar 3.12	Frame perletakan sendi pada pelat yang terbuat dari frame pipa	80
Gambar 3.13	Potongan A-A perletakan sendi pada pelat	80
Gambar 3.14	Frame perletakan sendi pada pelat	81
Gambar 3.15	Mesin uji lentur dengan proving ring	81
Gambar 3.16	Contoh pola retak yang terjadi	83
Gambar 4.1	Pola pemotongan papan untuk uji emisi	87
Gambar 4.2	Pola pemotongan papan untuk uji fisik	88
Gambar 4.3	Pola pemotongan papan untuk uji fisik mekanik	89
Gambar 4.4	Dial mesin kempa 15 kg/cm^2 untuk 30cmx30cmx1,5cm	91
Gambar 4.5	Tumpuan sendi rol pada uji modulus elastisitas	112
Gambar 4.6	Tumpuan sendi rol akibat beban sendiri	113
Gambar 4.7	Penampang benda uji	113
Gambar 4.8	Bidang momen akibat beban P	114
Gambar 4.9	Bidang momen akibat beban merata	115
Gambar 4.10	Momen area akibat beban terpusat	116
Gambar 4.11	Momen area akibat beban merata	116
Gambar 4.12	Diagram tegangan	117
Gambar 4.13	Arah pembebanan arah panjang	121
Gambar 4.14	Arah pembebanan arah lebar	126
Gambar 4.15	Posisi pembebanan dan posisi dial gauge lendutan	137
Gambar 4.16	Pola distribusi retak sesuai nomor urut retak pada bagian atas papan benda uji 1	139
Gambar 4.17	Pola distribusi retak retak sesuai nomor urut retak pada	

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

bagian bawah benda uji 1 140
Gambar 4.18 Pertambahan retak pada bagian atas papan benda uji 1 akibat peningkatan beban 140
Gambar 4.19 Pertambahan retak pada bagian bawah papan benda uji 1 akibat peningkatan beban 141
Gambar 4.20 Dial beban saat beban maksimum pada benda uji 1 142
Gambar 4.21 Letak dial dan lendutan yang terjadi pada benda uji 1 142
Gambar 4.22 Deformasi yang terjadi akibat beban terpusat pada benda uji 1 142
Gambar 4.23 Pola distribusi retak sesuai nomor urut retak pada bagian atas papan benda uji 2 145
Gambar 4.24 Pola distribusi retak retak sesuai nomor urut retak pada bagian bawah benda uji 2 145
Gambar 4.25 Pertambahan retak pada bagian atas papan benda uji 2 akibat peningkatan beban 146
Gambar 4.26 Pertambahan retak pada bagian bawah papan benda uji 2 akibat peningkatan beban 146
Gambar 4.27 Posisi pembebanan terpusat 147
Gambar 4.28 Letak dial dan lendutan yang terjadi pada benda uji 2 147
Gambar 4.29 Deformasi yang terjadi akibat beban terpusat pada benda uji 2 147
Gambar 4.30 Material properti papan partikel 148
Gambar 4.31 Shell section data 149
Gambar 4.32 Pemodelan 3D SAP 2000 sendi-sendi (atas) jepit-jepit (bawah) 150
Gambar 4.33 Bidang momen (atas) dan tegangan (bawah) sendi-sendi 151
Gambar 4.34 Bidang momen (atas) dan tegangan (bawah) jepit-jepit 152
Gambar 4.35 Posisi pembebanan dan posisi dial gauge lendutan pada percobaan 2 155
Gambar 4.36 Pola distribusi retak sesuai nomor urut retak pada bagian atas papan benda uji 3 158

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Gambar 4.37 Pola distribusi retak retak sesuai nomor urut retak pada bagian bawah benda uji 3 158
Gambar 4.38 Pertambahan retak pada bagian atas papan benda uji 3 akibat peningkatan beban 159
Gambar 4.39 Pertambahan retak pada bagian bawah papan ..... benda uji 3 akibat peningkatan beban 159
Gambar 4.40 Dial beban saat beban maksimum pada benda uji 3 160
Gambar 4.41 Letak dial lendutan yang terjadi pada benda uji 3..... 160
Gambar 4.42 Deformasi yang terjadi akibat beban terpusat pada benda uji 3 160
Gambar 4.43 Pemodelan 3D SAP 2000 sendi-sendi (atas) jepit-jepit (bawah) 161
Gambar 4.44 Bidang momen (atas) dan tegangan (bawah) sendi-sendi.... 162
Gambar 4.45 Bidang momen (atas) dan tegangan (bawah) jepit-jepit 163

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Katalis Ti(O-n-C4H9)4-(C2H5)3Al	21
Tabel 2.2	Klasifikasi papan partikel berdasarkan jenis perekatnya	28
Tabel 2.3	Contoh polimer termoset	29
Tabel 2.4	Syarat emisi formaldehida	33
Tabel 2.5	Mutu penampilan papan partikel menurut JIS A 5908 – 2003	40
Tabel 2.6	Toleransi tebal papan partikel	40
Tabel 2.7	Syarat mekanis papan partikel berdasarkan JIS A 5908 – 2003	41
Tabel 2.8	Perbandingan kekuatan tekan kubus dari semen spesimen yang berbeda, pasir, air dan persentase komposisi irisan karton aseptik	43
Tabel 2.9	Perbandingan kekuatan tekan dari spesimen balok semen yang berbeda, pasir, air komposisi dan persentase irisan karton aseptik	43
Tabel 2.10	Perbandingan kekuatan lentur dari spesimen balok semen yang berbeda, pasir, air komposisi dan persentase irisan karton aseptik	44
Tabel 2.11	Hasil uji fisik Istambul University	45
Tabel 2.12.	Hasil uji mekanik Istambul University	45
Tabel 3.1	Kebutuhan benda uji berdasarkan pengetesannya	62
Tabel 4.1	Kebutuhan papan 30 cm x 30 cm	89
Tabel 4.2	Kebutuhan bahan aseptik dan perekat	90
Tabel 4.3	Hasil pengujian emisi formaldehida	92
Tabel 4.4	Hasil pengamatan visual	93
Tabel 4.5	Hasil ketidaksesuaian visual	93
Tabel 4.6	Hasil pengamatan mutu dan penampilan	95
Tabel 4.7	Hasil pengamatan mutu dan penampilan lanjutan	95
Tabel 4.8	Kode tipe benda uji untuk semua pengujian	97

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Tabel 4.9	Hasil perhitungan daya serap setelah 2 jam	97
Tabel 4.10	Deviasi hasil perhitungan daya serap setelah 2 jam	98
Tabel 4.11	Hasil perhitungan daya serap setelah 24 jam	98
Tabel 4.12	Deviasi hasil perhitungan daya serap setelah 24 jam	99
Tabel 4.13	Hasil perhitungan kadar air	101
Tabel 4.14	Deviasi hasil perhitungan kadar air	101
Tabel 4.15	Hasil perhitungan kerapatan	103
Tabel 4.16	Deviasi hasil perhitungan kerapatan	103
Tabel 4.17	Hasil perhitungan pengembangan tebal setelah 2 jam	105
Tabel 4.18	Deviasi hasil perhitungan pengembangan tebal setelah 2 jam	105
Tabel 4.19	Hasil perhitungan pengembangan tebal setelah 24 jam	106
Tabel 4.20	Deviasi hasil perhitungan pengembangan tebal setelah 24 jam	106
Tabel 4.21	Hasil perhitungan uji keteguhan tarik tegak lurus	108
Tabel 4.22	Deviasi hasil perhitungan uji keteguhan tarik tegak lurus	108
Tabel 4.23	Hasil perhitungan uji cabut sekrup	110
Tabel 4.24	Deviasi hasil perhitungan uji cabut sekrup	110
Tabel 4.25	Beban vs Lendutan	113
Tabel 4.26	Persamaan momen akibat beban P	114
Tabel 4.27	Total momen akibat beban P dan beban sendiri	115
Tabel 4.28	Fungsi Lendutan f(x)	118
Tabel 4.29	Tegangan vs regangan	119
Tabel 4.30	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode tangent	122
Tabel 4.31	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode secant	122
Tabel 4.32	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode actual	123
Tabel 4.33	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode offset	123

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Tabel 4.34	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode tangent	126
Tabel 4.35	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode secant	127
Tabel 4.36	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode actual	127
Tabel 4.37	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode offset	128
Tabel 4.38	Hasil perhitungan uji kuat lentur arah panjang	132
Tabel 4.39	Hasil perhitungan uji kuat lentur arah lebar	132
Tabel 4.40	Hasil uji beban terpusat benda uji 1	137
Tabel 4.41	Hasil uji beban terpusat benda uji 2	143
Tabel 4.42	Lendutan perhitungan SAP 2000 v14.0.0	151
Tabel 4.43	Hasil uji pembeban terpusat 37,5 mm dari tengah arah panjang	155
Tabel 4.44	Lendutan perhitungan SAP 2000 v14.0.0	162

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

DAFTAR DIAGRAM ALIR

Diagram Alir 2.1	Komposisi papan partikel cacah aseptik	10
Diagram Alir 2.2	Jenis kondisi pembebanan statis	50
Diagram Alir 3.1	Metode penelitian.....	56
Diagram Alir 3.2	Variasi campuran aseptik dengan phenol formaldehida	61

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1	Daur Ulang tetra pak	25
Grafik 2.2	Penggunaan air	26
Grafik 2.3	Tegangan-regangan untuk berbagai material	52
Grafik 3.1	Contoh grafik kuat tekan dimana mix design terbaik yang akan diambil	55
Grafik 3.2	Contoh grafik beban vs lendutan	74
Grafik 4.1	Perhitungan daya serap air	99
Grafik 4.2	Perhitungan kadar air	102
Grafik 4.3	Perhitungan kerapatan	104
Grafik 4.4	Perhitungan pengembangan tebal	107
Grafik 4.5	Perhitungan uji keteguhan tarik tegak lurus	109
Grafik 4.6	Perhitungan uji cabut sekrup	111
Grafik 4.7	Fungsi lendutan (fx)	118
Grafik 4.8	Beban vs Lendutan	119
Grafik 4.9	Tegangan vs Regangan	120
Grafik 4.10	Perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode tangent	124
Grafik 4.11	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode secant	124
Grafik 4.12	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode actual	125
Grafik 4.13	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode offset	125
Grafik 4.14	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode tangent	128
Grafik 4.15	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode secant	129
Grafik 4.16	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode actual	129

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Grafik 4.17	Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode offset	130
Grafik 4.18	Hasil perhitungan uji kuat lentur arah panjang	133
Grafik 4.19	Hasil perhitungan uji kuat lentur arah lebar	133
Grafik 4.20	Hasil uji beban terpusat	152
Grafik 4.21	Hasil uji beban terpusat 37,50 mm tengah bentang arah panjang	163

.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah sejak lama sudah menjadi persoalan kota, berbagai upaya pun telah dilakukan namun hingga kini persoalan sampah tidak juga reda, demikian pula yang terjadi di beberapa kota di Indonesia. Meningkatnya penghuni kota, pertambahan jumlah penduduk, tingkat aktivitas dan tingkat sosial ekonomi masyarakat menyebabkan meningkatnya jumlah timbulan sampah dari hari ke hari. Penanganan sampah dengan penerapan konsep 3R yaitu *(reduce, reuse,* dan *recycle)* mempunyai kontribusi yang signifikan terhadap pengurangan gas metan.

1. *Reduce* (mengurangi), yaitu mengurangi jumlah barang atau material yang digunakan. Semakin banyak penggunaan material, semakin banyak pula sampah yang ditimbulkan.
2. *Reuse* (menggunakan kembali), yaitu melaksanakan kegiatan memilih barang-barang yang bisa dipakai kembali, serta menghindari penggunaan barang-barang yang disposable (sekali pakai buang).
3. *Recycle* (mendaur ulang), yaitu sebisa mungkin barang-barang yg sudah tidak berguna lagi, bisa didaur ulang.

(Sumber : Indrawati, D., dan Widanarko, S. 2008).[17]

Salah satu penyumbang sampah terbesar adalah kemasan teh kotak yang berbahan aseptik atau bahan yang kedap bakteri yang terdiri dari lapisan plastik, kertas, dan alumunium. Bahan aseptik ini sukar untuk di daur ulang, bila ingin di daur ulang bahan pelapis aseptik harus dipisahkan dengan proses hydrapulping yang dimana proses itu membutuhkan biaya yang sangat besar sehingga kemasan aseptik jarang di daur ulang. Oleh karena itu untuk mengurangi jumlah sampah yang meningkat maka kotak kemasan aseptik ini harus dikurangi jumlahnya. Salah satu caranya yaitu dengan memanfaatkan sampah kotak kemasan aseptik sebagai bahan pengisi papan partikel dengan memanfaatkan kekuatan alumunium sebagai bahan cacah

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

pengisi papan partikel. Papan partikel tersebut dimaksudkan untuk digunakan sebagai genteng, dinding partisi, *plafond* atau pintu.

Untuk perekat pelat sendiri digunakan phenol formaldehida. Phenol formaldehida merupakan perekat yang sering digunakan dalam pembuatan papan partikel untuk jenis papan eksterior. Dari segi kekuatan baik bila menggunakan bahan perekat phenol formaldehida sesuai persyaratan Standar JIS A 5908 – 2003 tentang papan partikel[(19)]. Agar mendapatkan kekuatan yang baik maka untuk campuran atau *design*nya kami melakukannya dengan *trial and error* sehingga dapat diketahui komposisi papan partikel yang baik dan yang memenuhi syarat sesuai persyaratan Standar JIS A 5908 – 2003 tentang papan partikel[(19)].

Kotak aseptik dipasaran dikenal dengan merk dagangnya adalah Tetra Pak merupakan salah satu perusahaan yang pangsa pasarnya di Indonesia mencapai 95 % dari produk kemasan yang kita gunakan. Tetra Pak adalah suatu perusahaan pengepakan serta pemprosesan makanan yang berasal dari Swedia, ditemukan oleh Ruben Raising di Lund, Swedia. Inovasinya adalah dalam bidang pengolahan aseptik kemasan makanan yang cair atau minuman, bila dikombinasikan dengan pemprosesan temperatur ultra tinggi (UHT), memungkinkan makanan cair yang akan dikemas dan disimpan dalam bahan aseptik di bawah kondisi suhu kamar bisa tahan sampai satu tahun dan didistribusikan melalui jarak yang lebih jauh.[(10)]

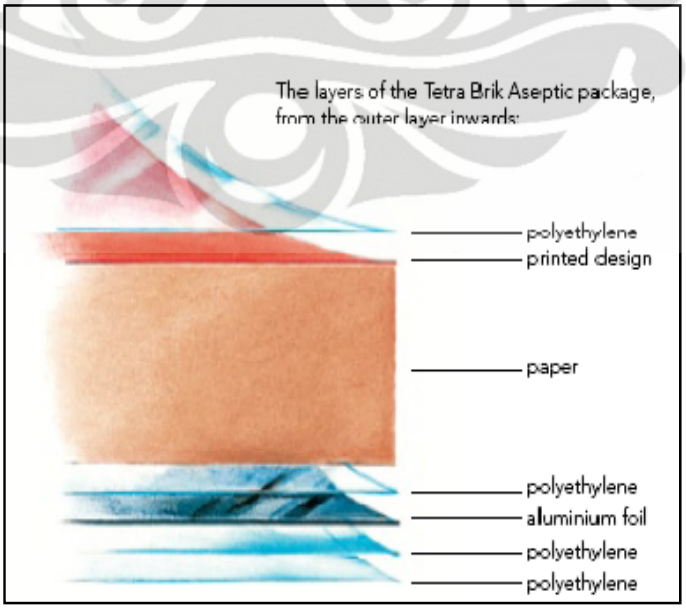
Kotak ini terdiri dari lapisan kertas, aluminium dan plastik yang tidak hanya anti bocor, namun juga bisa melindungi isi kemasan dari ancaman bakteri. Karena kelebihannya ini, banyak produk yang kemudian dikemas dengan menggunakan kemasan aseptik. Sehingga jumlah total kemasan aseptik yang digunakan di seluruh dunia setiap tahunnya bertambah. Semakin banyaknya konsumsi kemasan aseptik menambah jumlah sampah di perkotaan. Tetra Pak yang dipasaran terdiri dari beberapa jenis antara lain : Tetra Rex, Tetra Top, Tetra Fino *(in front)*, Tetra Gemina, Tetra Recart *(in front)*, Tetra Wedge *(in front)*, Tetra Prisma, Tetra Brik and Tetra Classic *(in front)*. Tetra Brik adalah jenis Tetra Pak yang digunakan sebagai kemasan kotak minuman. Kemasan aseptik merupakan hasil inovasi teknologi dan bahan berkualitas sesuai yang tampak pada Gambar 1.1. Karena itu

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

kami mecoba memanfaatkan sampah ini menjadi barang yang lebih bermanfaat untuk digunakan sebagai papan partikel.

Gambar 1.1. Bahan pembuat kotak aseptik[10]

Tetra Pak sendiri terdiri dari beberapa lapisan yaitu, Polietilen, kertas dan alumunium seperti yang terlihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Lapisan kotak aseptik[10]

materialnya terdiri dari polietilen, kertas cetak, karton dan aluminium foil. Polietilen berfungsi agar air atau benda cair tidak dapat keluar dari kemasan dan melindungi kertas cetak pada kemasan, aluminium foil berfungsi untuk melindungi minuman terkena cahaya dan oksigen dari luar kemasan sehingga minuman akan tahan lama dan karton merupakan bahan utama yang memberi bentuk pada kemasan itu sendiri.[10]

Untuk perekat dipakai phenol formaldahida, phenol formaldehida adalah senyawa kimia yang digunakan sebagai perekat papan partikel yang digunakan dengan cara *hot press* pada tekanan 10 kg/cm^2 dengan temperature 130-135°C. (PT. Pamolite , 2010).[26]

Phenol formaldehida banyak digunakan di industri sebagai perekat papan partikel. Jadi kami mencoba Phenol formaldehida dalam membuat papan partikel cacah kotak *aseptik*. Dengan menggunakan phenol formaldehida diharapkan didapat papan partikel yang baik dan memenuhi standar. Pemilihan phenol formaldehida sendiri didasarkan sesuai peraturan Standar JIS A 5908 – 2003 tentang papan partikel[19] dan mudah didapatkan di pasaran.

Setelah dibuat papan partikel sesuai dengan design *trial and error*, maka akan dilakukan tes beban tumbukan terpusat yang tujuannya untuk mengetahui kekuatan dari pelat komposit, pola retak dan sifat getas atau britel papan partikel, selain itu juga dilakukan pengetesan daya serap air dan modulus elastisitas dari pelat komposit. Untuk peraturan yang dipakai mengacu ke peraturan Standar JIS A 5908 – 2003 tentang papan partikel[19] sehingga dapat diketahui kelayakannya bila digunakan. Dari penelitian ini diharapkan dapat mengurangi limbah buangan kotak aseptik sehingga dapat menekan volume sampah yang dihasilkan akibat sampah kemasan teh kotak.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan ini diharapkan dapat memanfaatkan limbah aseptik menjadi barang yang bermanfaat bagi masyarakat, ekonomis, ramah lingkungan dan mengurangi jumlah buangan sampah perkotaan.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Tujuan dari penelitian ini :

- Mempelajari dan menganalisa papan partikel dengan menggunakan cacah kotak aseptik dan phenol formaldehida sebagai perekatnya.
- Mendapatkan disain campuran pelat komposit yang terbaik berdasarkan bentuk visual dan penampilan, kadar air, daya serap/kerapatan, pengembangan tebal, keteguhan cabut sekrup, kuat lentur, kuat tarik, modulus elastisitas dan daya dukung yang baik yang sesuai dengan peraturan JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003: *Particleboard* [19].
- Mengetahui karakteristik, daya dukung serta penyaluran beban papan partikel cacah kotak aseptik yang dibebani oleh beban terpusat dengan tumpuan empat sisi yang ditambah secara semi siklik.

1.3 Batasan Penelitian

Penelitian papan partikel cacah kotak aseptik yang dilakukan memiliki ruang lingkup sebagai berikut :

- Bahan utama pembuatan papan partikel adalah kotak aseptik yang digunakan sebagai kemasan minuman seperti Tetra Pak jenis Tetra Brik
- Phenol formaldehida sebagai perekat kotak aseptik. Dengan terlebih dahulu dilakukan pengujian emisi perekat terhadap aseptik oleh laboratorium terkait.
- Perhitungan *mix design* dengan metode *trial and error*.
- Pengujian yang dilakukan adalah uji fisik berupa uji bentuk visual dan penampilan, kadar air, daya serap/kerapatan, pengembangan tebal, serta uji mekanik berupa kuat lentur, kuat tarik tegak lurus, keteguhan cabut sekrup, modulus elastisitas dan uji beban terpusat.

1.4 Hipotesa

Dengan percobaan ini akan menghasilkan papan partikel yang aman terhadap kesehatan serta memiliki bentuk visual dan penampilan, kadar air, daya serap/kerapatan, pengembangan tebal, keteguhan cabut sekrup, kuat lentur, kuat tarik, modulus elastisitas dan daya dukung yang baik yang sesuai dengan peraturan Standar JIS A 5908 – 2003 tentang papan partikel[19]. Selain itu

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

mempunyai daya dukung yang baik terhadap beban terpusat yang ditambah secara semi siklik serta mampu menyalurkan beban terpusat tersebut kepada tumpuan sendi empat sisi dengan sempurna.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang akan digunakan berbentuk percobaan di laboratorium. Percobaan akan dilakukan dengan metode *trial and error* karena belum ada perhitungan *mix design* yang pasti. Benda uji adalah papan partikel cacah kotak *aseptik* dengan menggunakan perekat Phenol formaldehida dan menggunakan cat sebagai dekoratif sehingga terbentuk papan partikel.

Uraian kegiatan adalah berdasarkan :

- Pemahaman teoritis mengenail kotak aseptik dan perekat phenol formaldehida.
- Penentuan komposisi benda uji.
- Pengujian laboratorium.
- Pengumpulan data hasil laboratorium.
- Perumusan kesimpulan.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan penelitian, metodologi penelitian, hipotesa dan sistematika yang dilakukan dalam penulisan penelitian.

BAB 2 : LANDASAN TEORI

Berisi pengumpulan teori, referensi tentang, papan partikel cacah kotak aseptik yang mencakup pengertian papan partikel, material-material utama seperti kotak aseptik dan perekat phenol formaldehida. Selain itu, bab ini juga berisi tentang beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Tentang diagram alir metode penelitian yang akan dilakukan, yaitu bagaimana penulis melakukan rencana penelitian berdasarkan landasan teori yang sudah ada.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Diawali dengan menentukan standar pengujian yang akan digunakan, penyelidikan dan penelitian bahan papan partikel cacah kotak aseptik, menentukan jumlah sample, variasi *mix design* berdasarkan bentuk visual, mutu penampilan, kadar air, daya serap, kerapatan, pengembangan tebal, keteguhan cabut sekrup, kuat lentur, kuat tarik, modulus elastisitas dan daya dukung yang baik yang sesuai dengan peraturan Standar JIS A 5908 – 2003 tentang papan partikel[(19)]. Sampai pada tahap uji penyaluran beban papan partikel cacah kotak aseptik yang dibebani oleh beban terpusat dengan tumpuan empat sisi yang ditambah secara semi siklik.

BAB 4 : ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang data-data hasil pengujian serta hasil-hasil perhitungan pengolahan data pengujian emisi formaldehida, pengujian fisik berupa bentuk visual, mutu penampilan, kadar air, daya serap, kerapatan, pengembangan tebal maupun mekanik berupa pengembangan tebal, keteguhan cabut sekrup, kuat lentur, kuat tarik, modulus elastisitas serta pengujian pembebanan papan partikel terhadap beban terpusat semi siklik dengan empat perletakan sendi. Selain itu pada bab ini menyajikan pembahasan mengenai masing-masing pengujian apakah sesuai dengan Standar JIS A 5908 – 2003 tentang papan partikel[(19)] dan penyebab kesesuain maupun ketidaksesuaiannya

BAB 5 : PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan rangkuman dari hasil-hasil perhitungan dan pembahasan masing-masing pengujian. Selain itu bab ini berisi tentang saran-saran dan usulan untuk kesempurnaan penelitian berikutnya.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Papan Partikel

Papan partikel adalah suatu panel yang dibuat dari partikel kayu atau bahan lignosellulosa, direkat dengan bahan pengikat organik. Pada proses pembuatan papan partikel diperlukan panas, tekanan, kadar air dan katalisator tertentu. Papan partikel disebut pula *engineered food product*. Secara umum papan partikel digambarkan sebagai suatu produk lignosellulosa dengan menggunakan *thermosetting synthetic resin* sebagai pengikat (Majalah Ilmiah widya vol. 4 no. 21 Mar. 1987).[4]

Particle Boards are formed mainly from wood particle by hot pressing with adhesives (JIS (*Japanese Industrial Standard*) A 5908 – 2003: *Particleboard*) [19].

Papan partikel adalah hasil pengempaan panas campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik serta bahan lain. Sedangkan papan partikel biasa adalah panel kayu yang dibuat dari hasil perekatan partikel kayu (bagian kayu berukuran kecil). Papan partikel umumnya berbentuk datar dengan ukuran relatif panjang, relatif lebar, dan relatif tipis sehingga disebut Panel. Ada juga papan partikel yang tidak datar (papan partikel lengkung) dan mempunyai bentuk tertentu tergantung pada acuan (cetakan) yang dipakai. Pada umumnya papan partikel terdiri dari partikel kayu, bahan perekat, dan bahan-bahan untuk tujuan dekoratif (SNI 03-2105-2006).[6]

2.2 Papan Partikel Komposit Cacah Aseptik dengan Perekat Phenol Formaldehida

Papan partikel cacah kotak aseptik adalah hasil pengempaan panas dengan memanfaatkan limbahan cacahan kotak aseptik sebagai bahan pengisi atau pengganti kayu papan partikel dan Phenol Formaldehida sebagai bahan perekat. Tujuan dibuatnya papan partikel cacah kotak aseptik adalah sebagai unsur

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

dekoratif pada suatu kegiatan konstruksi, selain itu diharapkan mempunyai mutu kekuatan strukturil yang baik pula.

2.2.1 Sejarah Papan Partikel Komposit Cacah Aseptik

Kotak aseptik di Brazil sudah dimanfaatkan sebagai genteng karena kotak aseptik mempunyai sifat yang kedap air dan tahan terhadap cahaya matahari. Berdasarkan sifat gabungan polimer dan aluminium pada cacah aseptik memungkinkan untuk memproduksi papan komposit untuk bahan bangunan rumah murah. Plastik dan aluminium dari kotak aseptik juga dapat di daur ulang untuk membuat produk-produk komposit seperti genteng atau pot plastik, atau untuk menggantikan bahan bakar fosil untuk pembangkitan panas dan listrik.[10]

2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Cacah Kotak Aseptik Pada Papan Partikel

Kelebihan – kelebihan penggunaan cacah kotak aseptik pada papan partikel:

- Cacah kotak aseptik ramah lingkungan karena mampu mereduksi CO_2 akibat berkurangnya volume sampah.
- Cacah kotak aseptik relatif murah karena berbahan limbah buangan kemasan teh kotak yang jarang di daur ulang.
- Cacah kotak aseptik tahan terhadap cahaya matahari.
- Mudah untuk dibuat dan tahan terhadap rayap.

Kekurangan – kekurangan penggunaan cacah kotak aseptik pada papan partikel :

- Belum ada perhitungan mix design yang pasti antara perbandingan penggunaan Cacahan aseptik dengan Phenol Formaldehida
- Kekuatannya belum teruji karena belum ada percobaan yang di Indonesia yang menggunakan cacah kotak aseptik sebagai papan partikel.

2.2.3 Material Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik

Pemilihan material yang baik akan meningkatkan kualitas papan partikel, karena kualitas papan partikel yang diperoleh didominasi oleh kekeuatan eksisting

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

material dasar. Material – material yang digunakan dalam penelitian papan partikel adalah :

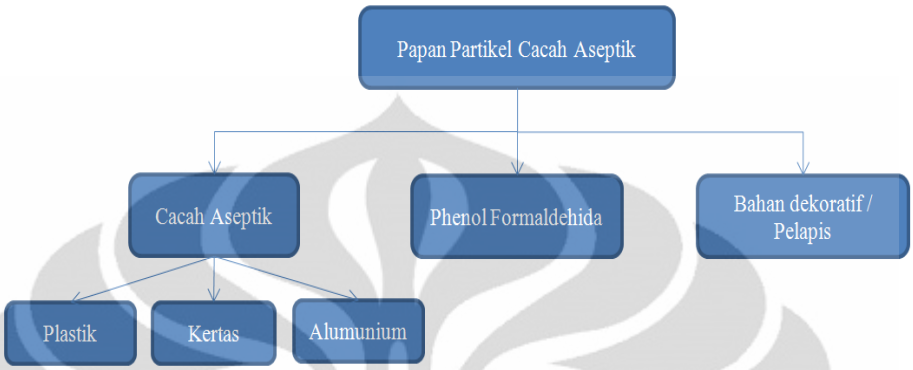


Diagram alir 2.1. Komposisi papan partikel cacah aseptik

- Cacah kotak aseptik
- Perekat Phenol formaldehida adhesive (perekat tipe P)
- Bahan – bahan dekoratif (cat, furnish, plastik dan sebagainya)

2.3 Cacah Aseptik

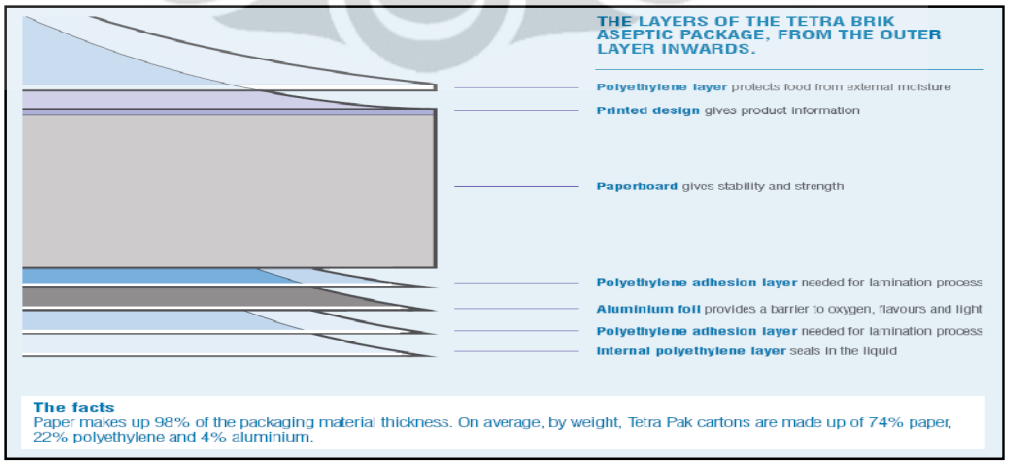
Cacah aseptik merupakan bagian dari kemasan minuman kotak yang terdiri polietilen, kertas dan aluminium. Minuman kotak aseptik di Indonesia sebagian besar di produksi oleh PT. Tetra Pak sebagai perusahaan kemasan minuman kotak. Kotak aseptik sendiri mempunyai ketahanan terhadap cahaya dan kedap air, karena itu cocok digunakan sebagai bahan pegisi papan partikel.

Tetra Pak adalah proses aseptik yang menjamin bahwa makanan dan bahan pengemas bebas dari bakteri berbahaya pada saat makanan dikemas dan merupakan sebuah teknologi kemasan makanan cair dan minuman kotak. Kemasan Tetra Pak tahan lama dan tahan dari cahaya serta terbuat dari karton khusus dengan kekuatan dan kekakuan yang baik. Komposisi bahan Tetra Pak terdiri dari laminasi kertas, polietilen dan aluminium foil, untuk tiap kemasan. Kombinasi bahan ini bervariasi sesuai masing-masing kategori produk yang dibuat. Bahan-bahan ini dapat dicetak menggunakan *flexography*, dan *Litography*

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

cetak benam. Kertas atau karton membuat paket kaku. Plastik menjadikan mereka ketat dan sebagai segel, dan aluminium foil menahan cahaya dan oksigen dari luar.(21)

Sistem kemasan aseptik Tetra Pak telah mengubah penanganan kemasan makanan cair. Distribusi dan penyimpanan tidak lagi memerlukan pendinginan, agar makanan menjadi tahan lama dalam waktu yang panjang. Kebutuhan kemasan aseptik dengan cepat meningkat dan hasilnya telah terbukti sangat baik dalam distribusi susu dan produk lainnya dan untuk membuat makan dan bahan pengemas bebas dari bakteri. Di dalam rantai produksi harus steril dan bukan hanya makanan dan bahan pengemas, tapi juga mencakup semua mesin yang terlibat dan lingkungan di mana pengisian berlangsung. Rol bahan kemasan makan disterilisasi dan dibentuk menjadi sebuah tabung. Tabung diisi dengan produk dan paket dibentuk dan tertutup di bawah permukaan cairan. Ini berarti bahwa tidak ada ruang udara dalam paket. Kemudian lapisan sangat tipis aluminium foil menjaga oksigen, bakteri, cahaya dan bau, dari luar tidak masuk ke dalam kemasan dan memastikan bahwa isi tetap dalam kondisi sempurna. Sekarang sedang di kembangan kemasan yang menggunakn bahan silikon oksida aluminium foil bukan sebagai penghalang oksigen bakteri dan cahaya tapi telah dikembangkan untuk memungkinkan paket atau kemasan menjadi microwave.Seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. kotak aseptik terdiri dari beberapa lapis yang dimana masing-masing lapisan mempunyai fungsi tersendiri. (16)



Gambar 2.1. Lapisan kotak aseptik.

Fungsi setiap bagian dari Tetra Pak :

1. Lapisan polietilen melindungi makanan dari uap air eksternal
2. *Paperboard* / karton memberikan stabilitas dan kekuatan
3. Aluminium foil memberikan penghalang untuk oksigen, bau dan cahaya dari luar
4. Polietilen adhesi lapisan diperlukan untuk proses laminasi
5. Lapisan polietilen internal sebagai segel dari isi kemasan atau cairan.
6. Polietilen adhesi lapisan diperlukan untuk proses laminasi
7. Kertas cetak memberikan informasi produk

Tetra Pak terdiri dari 74% kertas, 22% polietilen dan 4% aluminium (www.tetrapak.com).[10]

Peralatan pengolahan Tetra Pak terdiri dari alat pemisah, alat penukar panas, *homogenisers*, *evaporators*, sistem pengolahan aseptik dan aliran-peralatan. Penukar panas hampir semua pengolahan makanan melibatkan beberapa bentuk perlakuan panas atau pendingin. Jenis peralatan yang digunakan ditentukan oleh viskositas produk.[10]

Homogenisers

Homogeniser adalah proses yang digunakan untuk menguraikan lemak atau sari buah dalam produk dengan menggunakan tekanan tinggi. Hal ini sangat penting bagi industri susu dan memberikan jus buah yang lebih baik.

Evaporators

Penguapan adalah proses yang digunakan untuk konsentrasi produk melalui ekstraksi air mendidih. Manfaat ini untuk pengurangan ruang penyimpanan dan biaya transportasi. Perawatan thermal harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari produk kehilangan rasa. Sistem pengolahan aseptik dan kemasan cair menyediakan produk makanan yang lebih tahan lama tanpa perlu menggunakan bahan pengawet. Menentukan faktor produk meliputi konsistensi, tingkat keasaman dan kepekaan terhadap perlakuan panas.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Aliran peralatan

Komponen seperti pompa, katup, pipa dan flow meter untuk mengendalikan dan melakukan proses pengalir sangat penting dalam produksi juga diperlukan untuk pengawasan dan pemantauan dari seluruh sistem produksi dari konsumsi barang mentah, penyerahan produk dan siap dikemas dan setiap tahapan dalam sistem ini. Peralatan harus mudah dan aman untuk beroperasi. Sistem kontrol persediaan Tetra Pak terkomputerisasi seperti layanan, teknik pemrograman, perencanaan, pemeliharaan dan pembangunan. Tinggi tingkat keamanan, seluruh cairan bahan makanan rantai produksi, dapat dijamin untuk konsumen karena mereka dapat mengolah dan menggunakn peralatan otomatis dari pemasok yang sama. Sistem filtrasi membran pemisahan cairan tidak hanya mencakup sentrifugal teknologi konvensional. Berbagai macam peralatan pengolahan Tetra Pak termasuk mikro dan ultra-sistem filtrasi yang beroperasi pada tingkat molekuler digunakan untuk konsentrasi dan pemurnian bakteri susu untuk produksi keju.

PT Tetra Pak memproduksi berbagai jenis kemasan antara lain [(10)] :

a. Tetra Brik

Tetra Brik diperkenalkan pada tahun 1963. Dengan bentuk empat persegi panjang atau berbentuk persegi dan tersedia dengan jumlah yang besar dan tutup yang berbeda. Tetra Brik dikenal sebagai kemasan yang baik dan ekonomi. Dengan mesin pengisi yang diaplikasikan dengan konsep *Direct Injection* (DIMC) teknologi ini dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan untuk perlindungan produk dan cara yang ekonomis untuk bebagai produk mulai dari saus tomat, jus, susu, minuman, es krim, dan keju.

Tetra Brik Wide merupakan bagian dari proyek global yang disebut Tetra Wide. Tujuannya untuk mengimplementasikan generasi baru bahan kemasan yang menyediakan keamanan yang lebih kuat terhadap kebocoran. Bagian dalam kemasan yang terdiri dari segel yang kuat dan kemasan lebih erat disegel. Paket itu juga menjadi lebih kuat terhadap kerusakan luar. Bagian dalam material kemasan terdiri dari polimer jenis baru. Dalam hal lingkungan, bahan baru adalah perbaikan untuk jumlah plastik di bagian dalam dari karton sehingga dapat dikurangi.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Produk susu, jus dan saripati, es krim, keju, makanan kering, buah-buahan, sayuran dan makanan hewan peliharaan adalah contoh produk yang dapat diolah atau dikemas oleh Tetra Pak. Produk Tetra Pak dibagi ke beberapa kategori yang berbeda:

- Paket
- Pengolahan peralatan
- mesin pengisi
- Distribusi peralatan
- Produk Layanan

b. Tetra Brik Edge

Dengan tutup yang lebih besar dan rendah gaya pembukaan, Tetra Brik Edge mudah digunakan. Merupakan solusi kemasan untuk produk susu cair dingin, dirancang bagi konsumen dari segala usia, dari anak-anak sampai konsumen lanjut usia.

Tetra Brik Edge adalah *user friendly*, bahkan dengan tangan konsumen penyandang cacat, seperti arthritis atau cedera, merasa mudah untuk menggunakan, membuka dan menuang.

Tetra Brik Edge memerlukan gaya pembukaan yang rendah, yang dirancang agar mudah untuk membuka, menuangkan dan menutup kembali untuk semua orang. Diameter besar penutupan ini juga cocok untuk kelancaran menuangkan produk susu kental seperti susu dan minum yoghurt.

c. Tetra Aptiva

Tetra Aptiva adalah pertama di dunia aseptik, Tetra Aptiva Anuga adalah Tetra karton yang menggabungkan karton berbasis dengan lengan plastik dan tutup sekrup, untuk penyimpanan yang inovatif.

d. Gemina

Gemina adalah Tetra paket Aseptik keluarga. Jenis Tetra Pak dengan volume kemasan 1000 ml, dan mempunyai penampilan yang menarik dan ramping. Baik untuk jus dan produk susu cair.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

e. Tetra Recart

Tetra Recart adalah kemasan karton sistem yang revolusioner. Ini merupakan kemasan solusi alternatif untuk berbagai produk makanan yang secara tradisional telah dikemas dalam kaleng atau botol kaca. Ini untuk produk-produk seperti buah-buahan, sayuran dan makanan hewan.

f. Tetra Top

Tetra Top adalah solusi pengemasan dengan bahan karton lengan yang dimahkotai dengan suntikan polietilen dibagian atas. Tetra Top ini diluncurkan pada tahun 1986. Ini adalah paket persegi dengan sudut membulat dan memiliki sebuah polietilen tutup, yang injeksi dicetak dan disegel untuk paket dalam suatu proses tunggal. Perangkat pembukaan membuatnya mudah untuk dibuka, dituang dan ditutup kembali.

g. Tetra Rex

Tetra Rex adalah profil kemasan sebagai pilihan yang aman dan handal. Tetra Rex paket persegi panjang dengan permukaan yang lebar. Kemasan ini digunakan di seluruh dunia yang produknya disterilkan.

h. Tetra Prisma

Tetra Prisma mempunyai bentuk kemasan persegi delapan yang dibuat di sesuaikan dengan prinsip dari Tetra Brik Aseptik sistem. Paket ini diluncurkan pada tahun 1997. Paket memiliki penggemgam yang sangat baik.

i. Tetra Fino

Tetra Fino adalah dasar carton berbentuk paket, yang diperkenalkan tahun 1997. Ini kemasan gulungan untuk makanan.

j. Tetra Classic

Tetra Classic adalah nama paket tetrahedral. Kemasan pertama yang diluncurkan oleh Tetra Pak pada tahun 1952.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

k. Tetra Wedge

Tetra Wedge paket diperkenalkan pada tahun 1997. Bentuk inovatif produk memungkinkan untuk mudah dibedakan pada kemasan minuman.

2.3.1 Bahan – Bahan Kemasan Aseptik

Didalam kemasan tetrapak terdiri dari beberapa lapisan penyusun. Kemasan Tetra Pak terdiri dari karton, aluminium dan plastik. Rata-rata, dengan, aseptik Tetra Pak terdiri dari 74% kertas, 22% polietilen dan 4% aluminium.

2.3.1.1 Karton[16]

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari *pulp*. Serat yang digunakan biasanya adalah alami, dan mengandung selulosa dan hemiselulosa. Kertas dikenal sebagai media utama untuk menulis, mencetak serta melukis dan banyak kegunaan lain yang dapat dilakukan dengan kertas misalnya kertas pembersih *(tissue)* yang digunakan untuk hidangan, kebersihan ataupun toilet.

Karton adalah serat kayu, yang menyerap air. Di pabrik daur ulang, karton dan kertas bekas diproses menjadi bubur kertas. Karton dapat menyerap air dan bekerja bebas dari plastik dan aluminium. Pembuatan karton daur ulang di setiap negara dilakukan setelah digunakan. Tetra Pak memfasilitasi kerjasama dengan mitra lain di masing-masing negara. Meskipun demikian, peningkatan daur ulang karton selama enam tahun telah mencapai 64%. Pada tahun 2001, 13% dari karton Tetra Pak dibuat adalah daur ulang, dan pada tahun 2008 ini telah meningkat menjadi 18% (atau 25.6 Miliar karton). Untuk di Indonesia sendiri Tetra Pak belum mempunyai mitra yang benar-benar bisa mendaur ulang sampah karton dalam jumlah besar di karenakan oleh biaya daur ulang yang cukup mahal.

Selain minuman dan makanan cair, makanan kering, buah-buahan, sayuran dan makanan hewan peliharaan adalah beberapa dari sekian banyak produk makanan yang dikemas dalam karton. Karton dirancang untuk mempertahankan kualitas

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

makanan yang mereka lindungi, mengurangi limbah, dan mengurangi biaya distribusi.

2.3.1.2 Aluminium [16]

Aluminium adalah unsur kimia yang mempunyai simbol Al dan nomor atom 13. Merupakan logam lemah dalam unsur kimia. Aluminium dijumpai terutamanya dalam bijih bauksit dan terkenal kerana daya tahan pengoksidaannya (oleh sebab fenomena pempasifan) dan karena ringan. Aluminium digunakan dalam banyak industri untuk menghasilkan bermacam-macam keluaran kilang dan sangat penting dalam ekonomi dunia. Aluminium adalah tak bertoksik (dalam bentuk logam), dan tak bermagnet. tulen mempunyai kekuatan tegangan sebanyak 49 megapascal (MPa).

- AlH dihasilkan apabila aluminium dipanaskan pada suhu 1500 °C dalam persekitaran berhidrogen.
- Al_2O dihasilkan dengan memanaskan oksida biasanya, Al_2O_3, dengan silikon pada suhu 1800 °C dalam vakum.
- Al_2S boleh dihasilkan dengan memanaskan Al_2S_3 dengan rautan aluminium pada suhu 1300 °C dalam vakum. Ia dengan segeranya berkadar tak seimbang pada bahan pemula
- AlF, AlCl dan AlBr wujud dalam fasa bergas apabila trihalida dipanaskan dengan aluminium.

Aluminium dalam kotak aseptik penghalang untuk oksigen, bau dan cahaya dari luar sehingga minuman maupun makanan di dalam kemasannya dapat tahan lama.

2.3.1.3 Plastik[1]

Tetra Pak menggunakan etanol yang berasal dari tebu untuk memproduksi etilen, yang kemudian akan dikonversi menjadi polietilen, yang sering digunakan sebagai bahan plastik**.** Plastik adalah bahan yang mempunyai derajat kekristalan lebih rendah daripada serat, dan dapat dilunakkan atau dicetak pada suhu tinggi (suhu peralihan kacanya diatas suhu ruang), jika tidak banyak bersambung silang. Dan

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

plastik juga merupakan polimer bercabang atau liner yang dapat dilelehkan diatas panas penggunaannya.; rantai-panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau *monomer*. Plastik yang umum terdiri dari polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, chlorine atau belerang di rantai kimia. Rantai reaksi kimia adalah bagian dari rantai di jalur utama yang menghubungkan unit monomer menjadi kesatuan. Untuk mengeset properti plastik grup molekuler berlainan bergantung dari rantai reaksinya (biasanya digantung sebagai bagian dari monomer sebelum menyambungkan monomer bersama untuk membentuk rantai polimer). Plastik dapat dicetak (dan dicetak ulang) sesuai dengan bentuk yang diinginkan dan yang dibutuhkan dengan menggunakan proses *injection molding* dan ekstrusi.

Plastik dapat dikategorisasikan dengan banyak cara tapi paling umum dengan melihat polimernya seperti vinyl chloride, Polietilen, acrylic, silicone, urethane, dll. Pengembangan plastik berasal dari penggunaan material alami seperti permen karet sampai ke material alami yang dimodifikasi secara kimia seperti karet alam dan akhirnya ke molekul buatan-manusia seperti epoxy, polyvinyl chloride, Polietilen.

Plastik dapat digolongkan berdasarkan sifat fisikanya yaitu :

- Termoplastik. Merupakan jenis plastik yang bisa didaur-ulang/dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang. Contoh : polietilen (PE), polistiren (PS), ABS, polikarbonat (PC)
- Termoset. Merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur-ulang/dicetak lagi. Pemanasan ulang akan menyebabkan kerusakan molekul-molekulnya. Contoh: resin epoksi, bakelit, resin melamin, urea-formaldehida.

Plastik dapat digolongkan berdasarkan kinerja dan penggunaannya yaitu :

- Plastik komoditas
  - ✓ sifat mekanik tidak terlalu bagus
  - ✓ tidak tahan panas.
  - ✓ Contohnya: PE, PS, ABS, PMMA, SAN
  - ✓ Aplikasi: barang-barang elektronik, pembungkus makanan, botol minuman

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

- Plastik teknik
  - ✓ Tahan panas, temperatur operasi di atas 100 °C
  - ✓ Sifat mekanik bagus
  - ✓ Contohnya: PA, POM, PC, PBT
  - ✓ Aplikasi: komponen otomotif dan elektronik

- Plastik teknik khusus
  - ✓ Temperatur operasi di atas 150 °C
  - ✓ Sifat mekanik sangat bagus (kekuatan tarik di atas 500 Kgf/cm²)
  - ✓ Contohnya: PSF, PES, PAI, PAR
  - ✓ Aplikasi: komponen pesawat

Plastik dapat digolongkan berdasarkan berdasarkan jumlah rantai karbonnya yaitu :

- 1 ~ 4 Gas (LPG, LNG)
- 5 ~ 11 Cair (bensin)
- 9 ~ 16 Cairan dengan viskositas rendah
- 16 ~ 25 Cairan dengan viskositas tinggi (oli, gemuk)
- 25 ~ 30 Padat (parafin, lilin)
- 1000 ~ 3000 Plastik (polistiren, polietilen, dll)

Plastik dapat digolongkan berdasarkan berdasarkan sumbernya yaitu :

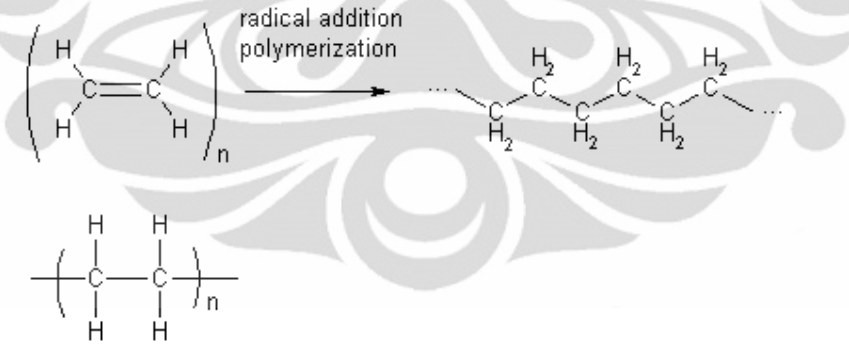
- Polimer alami : kayu, kulit binatang, kapas, karet alam, rambut
- Polimer sintetis:
  - ✓ Tidak terdapat secara alami: nylon, poliester, polipropilen, polistiren
  - ✓ Terdapat di alam tetapi dibuat oleh proses buatan: karet sintetis
  - ✓ Polimer alami yang dimodifikasi: seluloid, cellophane (bahan dasarnya dari selulosa tetapi telah mengalami modifikasi secara radikal sehingga kehilangan sifat-sifat kimia dan fisika asalnya)

Plastik dapat digolongkan berdasarkan berdasarkan proses manufakturnya yaitu :

- *Injection molding* : Bijih plastik (pellet) yang dilelehkan oleh sekrup di dalam tabung yang berpemanas diinjeksikan ke dalam cetakan.

- *Ekstrusi* : Bijih plastik (pellet) yang dilelehkan oleh sekrup di dalam tabung yang berpemanas secara kontinyu ditekan melalui sebuah orifice sehingga menghasilkan penampang yang kontinyu.
- *Thermoforming* : Lembaran plastik yang dipanaskan ditekan ke dalam suatu cetakan.
- *Blow molding* : Bijih plastik (pellet) yang dilelehkan oleh sekrup di dalam tabung yang berpemanas secara kontinyu diekstrusi membentuk pipa (parison) kemudian ditiup di dalam cetakan.

Polimer semikonduktif dan konduktif adalah polimer terkonjugasi yang menunjukkan perubahan ikatan tunggal dan ganda antara atom-atom karbon pada rantai utama polimer. Ikatan ganda diperoleh dari karbon yang memiliki empat elektron valensi, namun pada molekul terkonjugasi hanya memiliki tiga (kadang-kadang dua) atom lain. Elektron yang tersisa membentuk ikatan π, elektron yang terdelokalisasi pada seluruh molekul. Suatu zat dapat bersifat polimer konduktif jika mempunyai ikatan rangkap yang terkonjugasi. Contoh dari polimer terkonjugasi adalah plastik tradisonal (polyethylen), sedangkan polimer konduktif antara lain : polyacetilen, polpyrol, polytiopen, polyaniline dan lain - lain.



Gambar 2.2. Proses polimerisasi dari ethena ke poliethena

Polimer konduktif dapat dibuat dari *polyacetilen*. *Polyacetilen* merupakan polimer terkonjugasi sederhana yang mempunyai dua bentuk: yaitu bentuk cis dan trans *polyacetilen*.

Sedangkan pembuatan polyacetilen dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu

1. cara pemanasan

2. cara dopping.

Polyacetilen bentuk trans dibuat dengan kondisi temperatur yang berbeda.

Tabel 2.1. Katalis Ti(O-n-C4H9)4-(C2H5)3Al

Temperatur (^{o}C)	% trans
150	100
100	92,5
50	67,6
18	40,7
0	21,4
-18	4,6
-78	1,9

Temperatur yang menunjukan proses isomerisasi irreversibel dengan bentuk cis terjadi pada temperatur yang lebih tinggi pada 145^{o}C menghasilkan bentuk trans. Bentuk cis secara termodinamika kurang stabil dibandingkan dengan bentuk trans. Pada temperatur tinggi, dan secara spontan isomer cis dapat berubah menjadi trans.

Konduktifitas polyacetilen dapat ditingkatkan dengan proses halogenasi. Struktur *polyacetil*en dapat mengalami resonansi sehingga konduktifitasnya menjadi lebih besar. Adanya resonansi pada poliasetilen menyebabkan material dapat menghantarkan arus listrik.

Sekarang ini utamanya ada enam komoditas polimer yang banyak digunakan, mereka adalah *Polietilen, polypropylene, polyvinyl chloride, polietilen terephthalate, polystyrene, dan polycarbonate*. Mereka membentuk 98% dari seluruh polimer dan plastik yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Masing-masing dari polimer tersebut memiliki sifat degradasi dan ketahanan panas, cahaya, dan kimia.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

2.3.2. Daur Ulang Plastik dan Aluminium[11]

Aluminium dan polietilen di daur ulang dari proses pembuatan bubur kertas pada saat daur ulang karton. Aluminium dapat didaur ulang dalam berbagai cara. Di Italia polietilen dan aluminium digunakan untuk produksi bahan plastik baru, yang dikembangkan oleh perusahaan Leccepen. Ini adalah materi yang praktis dan tahan, yang disertakan dalam butiran dan siap untuk digunakan dalam beberapa aplikasi industri cetakan plastik.

Di Jerman polietilen dan aluminium digunakan sebagai katalis untuk pembakaran semen. Campuran polimer dan aluminium yang dimasukkan ke dalam *kiln* sebagai bentuk alternatif bahan bakar, biasanya menggantikan batubara.

Dari produk daur ulang menghasilkan produk aluminium baru yang lebih ekonomis. Plastik yang digunakan untuk menghasilkan uap dan energi untuk pabrik kertas. Sifat gabungan polimer dan aluminium memungkinkan untuk produksi papan komposit untuk bahan bangunan rumah murah.

Plastik dan aluminium juga dapat di daur ulang untuk membuat produk-produk komposit seperti genteng atau pot plastik, atau untuk menggantikan bahan bakar fosil untuk pembangkitan panas dan listrik.

2.3.3 Daur Ulang Tetra Pak Aseptik[12]

Daur ulang bergantung pada tindakan konsumen, kemampuan industri dan pemerintah yang memungkinkan daur ulang melalui kerangka regulasi. Proses daur ulang sebagian besar hanya mendaur ulang karton atau kertasnya saja.

Volume daur ulang pada 2008 mencapai hampir 28.000 ton dan tingkat daur ulang tumbuh dari hampir nol pada tahun 2004 menjadi sekitar 10% pada tahun 2008 seperti terlihat pada Grafik 2.1. Karton dikirimkan ke Shin-ei Paper Mfg Co, sebuah pabrik kertas, untuk daur ulang menjadi kertas saniter seperti jaringan.

Serat karton mempunyai kualitas tinggi karena karton kuat dan cukup bersih dari tinta. Hal ini membuat kemasan daur ulang cocok untuk beberapa penggunaan, terutama di bidang kemasan sekunder dan kertas tisu.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Cara yang paling umum digunakan untuk mendaur ulang karton minuman adalah melalui pemulihan serat kertas daur ulang di pabrik. Pabrik daur ulang kertas dan kardus mengambil dan memasukkan ke dalam tong besar yang berisi air, di mana tong tersebut diputar-putar. Proses memutar tersebut menggosok serat sehingga terpisah, membantu karton "larut" lebih cepat. Serat menyerap air dan menjadi bagian dari bubur besar dari serat yang berair. Setiap elemen non-kertas (seperti plastik) akan mengapung atau tenggelam dan dapat diambil, dan tergores atau diayak keluar. Proses ini biasanya membutuhkan sekitar 15-30 menit dan akan mengembalikan sebagian besar serat jumlah penggunaan air tampak pada Grafik 2.2. Tetapi proses ini cukup mahal dan di Indonesia masih kekurangan teknologi daur ulang seperti ini.

Kira-kira 111 miliar karton yang diproduksi Tetra Pak pada tahun 2004, karton Tetra Pak jelas memiliki dampak lingkungan dengan jumlah produksi yang begitu besar. Karena itu Tetra Pak fokus pada:

- Kehutanan
- Energi
- Daur ulang pasca-konsumen menggunakan kemasan.

Tetra Pak telah menetapkan tujuan global untuk meningkatkan rata-rata tingkat daur ulang karton Tetra Pak dari 13% pada tahun 2001 menjadi 25% pada tahun 2008. Meskipun tidak ada permintaan daur ulang di sebagian besar negara di luar Eropa, Tetra Pak telah menetapkan target ini untuk membuat kontribusi positif kepada masyarakat yang dilayani. Tingkat daur ulang Tetra Pak saat ini baru mencapai 16,2%. Dengan jumlah kemasan yang di produksi Tetra Pak bila dibandingan dengan jumlah daur ulang yang baru 16,2% ini menimbulkan masalah dalam lingkungan karena sebesar 83,8% sampah Tetra Pak tidak atau belum di daur ulang.

Cara daur ulang karton yaitu dengan memisahkan serat dari polietilen dan aluminium menggunakan air, proses ini dikenal sebagai repulping. Serat yang digunakan Tetra Pak dalam produk secara khusus dipilih untuk memberi kekuatan dan kekakuan maksimum. Ketika daur ulang, serat ini menyediakan bahan baku yang berharga untuk kertas baru dan produk papan. Diperkirakan 18 milyar

minuman karton dibuat oleh Tetra Pak yang didaur ulang ke dalam kertas oleh sekitar 100 pabrik kertas di seluruh dunia pada tahun 2004. Memang, laporan ini dicetak di atas kertas yang berisi minimal 80% minuman karton daur ulang, diproduksi di pabrik Hurum di Norwegia.

Daur ulang aluminium dan polietilen yaitu dengan mengekstraknya selama proses *repulping*. Sebagai contoh di Finlandia salah satu pabrik kertas menggunakan energi dari plastik melalui gasifikasi untuk menghasilkan uap yang digunakan baik untuk pengeringan kertas atau menghasilkan listrik. Hal ini memungkinkan daur ulang aluminium untuk kembali digunakan sebagai bahan baku untuk industri. Di Jerman, repulping residu yang digunakan dalam pembakaran semen di mana polietilen berfungsi sebagai bahan bakar energi tinggi. Aluminium daur ulang adalah seperti aluminium trioksida, yang merupakan unsur penting dalam semen. Sebuah teknologi telah dikembangkan bersama dengan para mitra di Brasil, untuk memisahkan plastik dan aluminium menjadi dua pecahan murni.

Tetra Pak karton memiliki nilai kalori tinggi, umumnya dalam kisaran 20-25 MJ / kg, dan karena itu cocok untuk pemulihan energi. Nilai kalori non-serat Polietilen dan aluminium adalah komponen yang tersedia setelah serat daur ulang proses ini biasanya sekitar 30 MJ / kg. Pengujian menunjukkan bahwa Tetra Pak karton dapat dibandingkan dengan bio-bahan bakar seperti keripik dan kulit kayu dalam hal emisi.

Pada tahun 2002 Tetra Pak menetapkan bahwa karton yang dijual di seluruh dunia harus didaur ulang. Pada tahun 2008 lebih dari 25 miliar dari karton yang didaur ulang Tetra Pak di seluruh dunia. Peningkatan jumlah karton yang didaur ulang telah lebih dari satu miliar karton setahun.

Salah satu perkembangan yang menarik adalah sebuah pabrik yang menggunakan teknologi plasma di Piracicaba, Brasil dan menggunakan pirolisis suhu rendah di Barcelona, Spanyol pada 2008/2009. Kedua teknologi memungkinkan *paraffinic* produksi minyak dan aluminium berkualitas tinggi. Teknologi baru ini melengkapi daur ulang yang ada di seluruh dunia mekanik, dan sebuah pabrik

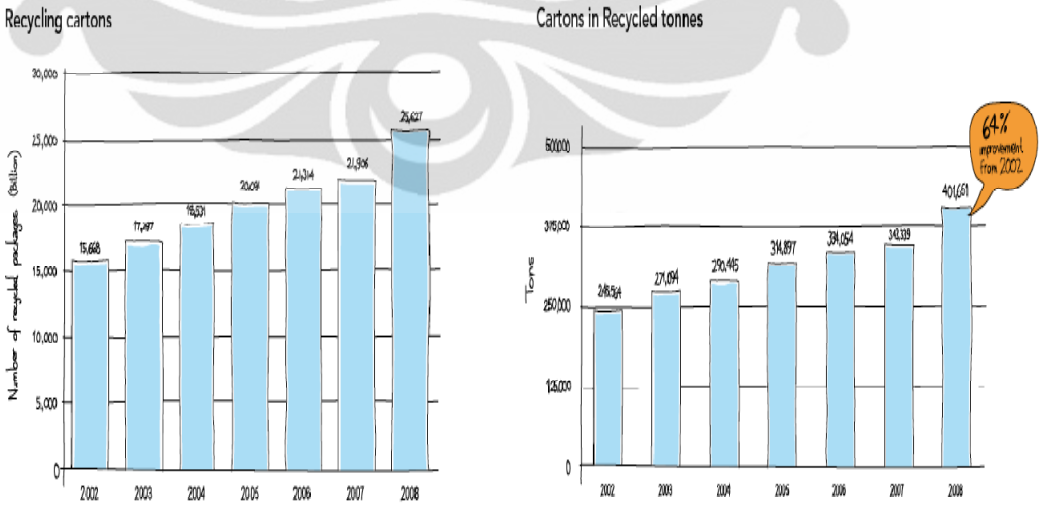
Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

gasifikasi yang dimulai di Finlandia pada tahun 2000 yang menghasilkan energi dan serbuk aluminium sekunder.

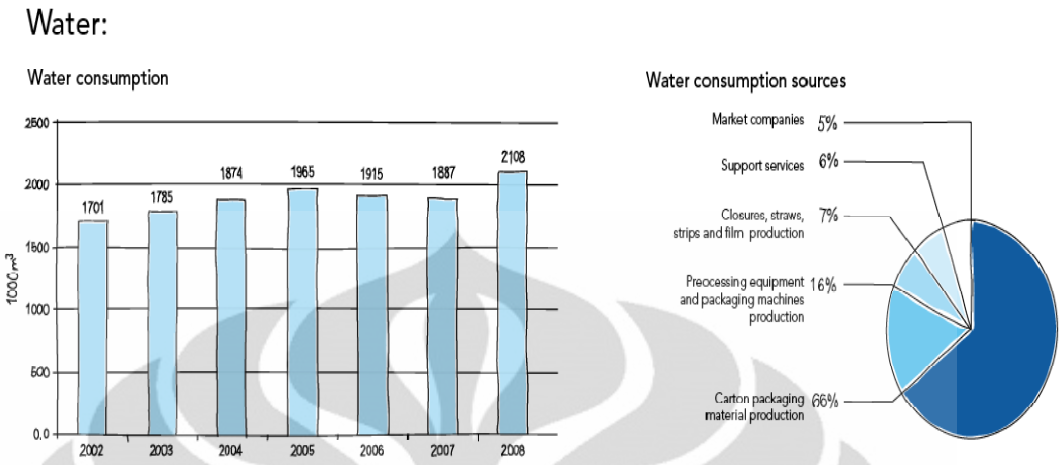
Pemilihan metode pengelolaan sampah terbaik dan teknologi sangat tergantung pada kondisi lokal (transportasi, sistem pengumpulan, pasar untuk bahan pulih, undang-undang, dll). Penanganan limbah pabrik Daur ulang adalah pilihan penanganan limbah dominan, dengan 95% dari sampah daur ulang. Limbah dikirim ke TPA dan insinerator tanpa energi.

Tetra Pak memiliki komitmen untuk menjalankan bisnisnya yang ramah lingkungan:

- Yang utama bahan kemasan Tetra Pak berasal dari hutan, yang alami dan sumber daya terbarukan. Tetra Pak akan memastikan bahwa hutan-hutan ini dikelola secara berkelanjutan.
- Pengunjung dapat belajar tentang Tetra Pak Iklim. Suatu program untuk mengurangi emisi CO_2 sebesar 10% pada tahun 2010, melalui efisiensi energi dan penggunaan energi hijau. Program ini telah memenuhi syarat untuk WWF.
- Tetra Pak akan menampilkan bagaimana karton yang didaur ulang di gunakan kembali. Tetra Pak bekerja sama dengan WWF kehutanan dan perubahan iklim.



Grafik 2.1 Daur Ulang Tetra Pak



Grafik 2.2. Penggunaan Air

Kotak aseptik ini masih sulit untuk didaur ulang, jadi kebanyakan daur ulang dilakukan untuk bagian kartonnya untuk digunakan kembali sedangkan bagian polyethylennya dibuang. Ada juga yang memanfaatkan aluminium dengan cara membakar kotak aseptik pada suhu tertentu sehingga yang tersisa hanya bagian *aluminium foil*nya saja. Tapi bila dilakukan daur ulang dengan cara itu menimbulkan pencemaran udara akibat proses pembakaran sehingga menghasilkan CO_2. Untuk proses daur ulang karton biayanya cukup mahal sehingga banyak kemasan aseptik yang tidak di daur ulang.

2.3.4 Sifat – Sifat Cacah Kotak Aseptik

Terdapat beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh cacah kotak aseptik agar dapat digunakan sebagai bahan pembentuk papan partikel :

a. Penyerapan air dalam cacah kotak aseptik

Karena kita tahu bahwa kotak aseptik merupakan kemasan minuman yang sangat kedap air jadi untuk penyerapan air ini tidak begitu bermasalah. Jadi bisa disimpulkan berdasarkan pengamatan awal bahwa cacah kotak aseptik memiliki daya penyerapan air yang sangat kecil atau boleh dikatakan kedap air.

b. Kadar air dalam cacah kotak aseptik atau keadaan air dalam agregat dapat dibedakan atas beberapa hal berikut :

1. Keadaan kering tungku atau kering oven, yaitu keadaan dimana cacah kotak aseptik benar-benar dalam keadaan kering atau tidak mengandung air. Keadaan ini menyebabkan dapat secara penuh menyerap air.
2. Kering udara, permukaan butir-butir dalam keadaan kering tetapi dalam butiran masih mengandung air. Pada kondisi ini aggregate masih dapat menyerap sedikit air.
3. Jenuh kering muka, (*saturated and surface-dry/SSD*). Pada keadaan ini permukaan permukaan aggregat kering (tidak ada air), tetapi butiran-butiran aggregat pada keadaan kering muka tidak menyerap air dan tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran papan partikel.
4. Basah, pada keadaan ini butir-butir aggregat mengandung banyak air, baik dalam butiran maupun pada permukaannya.

c. Ketahanan tehadap cuaca

Sifat ini merupakan petunjuk kemampuan cacah kotak aseptik untuk menahan perubahan volume yang berlebihan, yang diakibatkan oleh adanya perubahan pada kondisi lingkungan. Suatu cacah kotak aseptik dikatakan kekal jika dengan adanya perubahan tersebut tidak mengakibatkan memburuknya sifat papan partikel yang dibuat dari cacah kotak tersebut.

d. susunan besar ukuran cacah kotak

Gradasi cacah kotak sangat berpengaruh terhadap beberapa sifat papan partikel, antara lain :

- Terhadap pengadukan, pemadatan dan jumlah perekat papan partikel.
- Pada saat papan partikel sudah jadi adalah banyaknya rongga, sehingga akan berpengaruh juga terhadap kekuatan dan keawetan papan partikel. Dan juga tidak baik bagi penampilan secara visualnya

.

2.4 Phenol Formaldehida (tipe P)

Perekat sintetik komersial di Indonesia yang biasa digunakan untuk perekatan kayu terdiri atas perekat urea formaldehida, melamine formaldehida, phenol formaldehida, resorsinol formaldehida, cresol formaldehida. Jenis perekat komersial yang lain adalah perekat epoxsi, polyvinil asetat, perekat berbasis karet.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Setiap bahan perekat pada umumnya mempunyai keunggulan dan kelemahan masing-masing, termasuk di dalamnya faktor harga, maka banyak hasil penelitian terfokus pada modifikasi dengan tujuan mendapatkan bahan perekat yang mempunyai spesifikasi khusus dengan harga ekonomis. Sebagai contoh, produk modifikasi bahan perekat konvensional adalah melamin urea formaldehida (MUF), melamin urea phenol formaldehida (MUPF), tanin urea formaldehida (TUF), dan lignin sulfonat.

Berdasarkan JIS A 5908 – 2003 tentang papan partikel[19] untuk perekat papan partikel dibagi menjadi tiga tipe seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi papan partikel berdasarkan jenis perekatnya

Klasifikasi	Simbol	Jenis Perekat	Kagunaan Utama
Tipe U	U	Jenis Urea resin atau setara mutunya, Misal : urea formaldehida	Cocok untuk furniture dan lemari cabinet
Tipe M	M	Jenia Urea-melamine resin jenis kondensasi atau setara mutunya. Misal : urea-melamin formaldehida	Cocok untuk lantai, atap, dinding luar dan dalam, atau material lain yang sejenis
Tipe P	P	Jenis Phenolic resin atau setara mutunya Misal : fenol formaldehida	

Phenol formaldehida merupakan resin sintetis yang pertama kali digunakan secara komersial baik dalam industri plastik maupun cat *(surface coating)*. Phenol formaldehida dihasilkan dari reaksi polimerisasi antara phenol dan formaldehida. Salah satu aplikasi dari resin phenol formaldehida adalah untuk vernis. Vernis adalah bahan pelapis akhir yang tidak berwarna *(clear unpigmented coating)*. Istilah vernis digunakan untuk kelompok cairan jernih yang memiliki viskositas 2-3 poise, yang bila diaplikasikan akan membentuk lapisan film tipis yang kering dan bersifat *gloss (glossy film)*. Proses pengeringan pada vernis dapat melalui penguapan (evaporasi) dari *solvent*, oksidasi dengan udara, dan polimerisasi

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

sejumlah unsur yang terkandung dalam vernis. Hasil akhir dari vernis adalah lapisan film transparan yang memperlihatkan tekstur bahan yang dilapisi.[25]

Produk phenol formaldehida ada yang memberikan warna jernih kekuning-kuningan tetapi ada juga yang kecoklatan sampai kemerah-merahan .Didalam percobaan yang dilakukan ini, Kami menggunakan bahan perekat Phenol formaldehida kempa panas (PA-302) yang diperoleh dari pabrik perekat PT. Pamolite Adhesive Industry (PAI), Probolinggo, Jatim. Pemilihan perekat Phenol formaldehida didasarkan pada peraturan JIS A 5908 – 2003 tentang papan partikel[19].

2.4.1 Jenis Bahan Phenol Formaldehida[25]

Berdasarkan jenis bahannya formaldehida termasuk jenis polimer termoset. Termoset, yaitu polimer yang tidak mau mencair atau meleleh jika dipanaskan. Dibawah ini adalah table jenis dan kegunaan polimer termoset.

Tabel 2.3. Contoh polimer termoset

Tipe	Singkatan	Kegunaan Khas
Fenol-formaldehida	PF	Alat listrik dan elektronik, bagian mobil, perekat plywood, *utensil handle*
Urea-formaldehida	UF	Sama seperti polimer PF, juga bahan pelapis
Poliester tak jenuh	--	Konstruksi, bagian-bagian mobil, lambung kapal, asesoris kapal, saluran anti korosi, pipa, tangki dan lain-lain, peralatan bisnis.
Epoksi	--	Bahan pelapis protektif, perekat, aplikasi - aplikasi listrik dan elektronik, bahan lantai industri, bahan pengaspal jalan raya, bahan paduan (komposit)
Melamin-formaldehida	MF	Sama seperti polimer UF, bingkai dekoratif, tutup meja, perkakas makan.

Sumber: Stevens, 2001

2.4.2. Pembuatan Phenol Formaldehida[25]

Berdasarkan perbandingan mol reaktan dan jenis katalis yang digunakan, resin phenol formaldehida dibagi menjadi 2 jenis yaitu novolak dan resol. Resol merupakan hasil reaksi antara phenol dengan formaldehida ekses oleh adanya

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

katalis basa. Jenis katalis basa yang sering digunakan adalah natrium hidroksida dan ammonium hidroksida pada pH = 8-11. Produk phenol formaldehida yang dihasilkan dengan katalis natrium hidroksida akan mempunyai sifat larut dalam air dan apabila katalis yang digunakan ammonium hidroksida akan memberikan sifat tidak larut dalam air yang dikarenakan terbentuk *bis* dan *tris hydroksylbenzylamin*.

Novolak merupakan hasil reaksi antara phenol ekses dengan formaldehida oleh adanya katalis asam. Jenis katalis asam yang sering digunakan adalah asam sulfat, asam klorida, dan asam oksalat dengan konsentrasi rendah. Hasil reaksi akan membentuk produk yang termoplast dengan berat molekul 500 - 900. Agar novolak menjadi bersifat termoset maka membutuhkan pemanasan dan penambahan crosslinking agent.

Tahap reaksi dalam pembentukan novolak, meliputi :

a. Reaksi Adisi (Methylolasi)

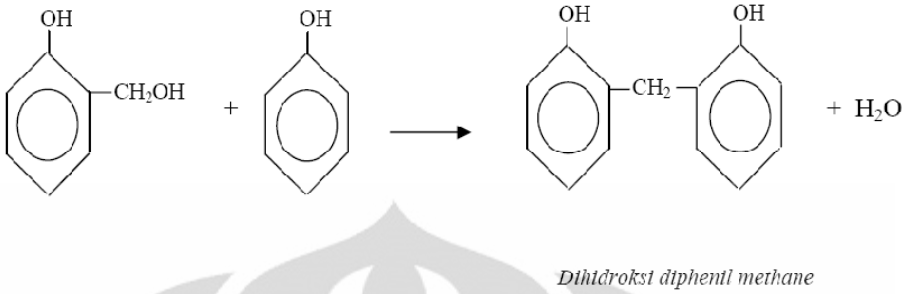
Pada tahap pertama, phenol dan formaldehida akan bereaksi membentuk monomethylol phenol seperti pada Gambar 2.3.

Gambar 2.3. Reaksi Methylolasi

b. Reaksi Kondensasi Polimerisasi (Methylenasi)

Pada tahap ini, gugus methylol akan bereaksi dengan phenol membentuk jembatan methylene dan air seperti pada Gambar 2.4.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

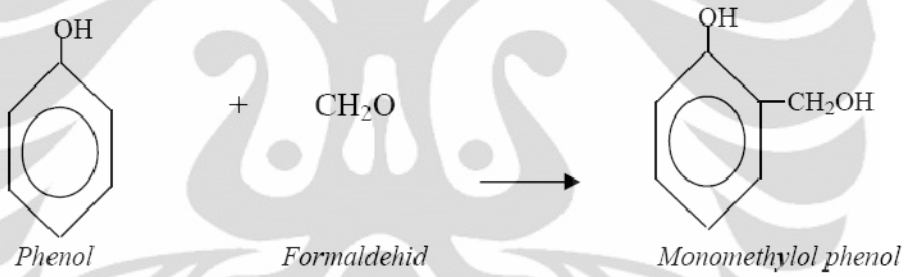


Gambar 2.4. Reaksi Methylenasi

Tahap reaksi pembentukan resol, meliputi :

a. Reaksi Adisi (Methylolasi)

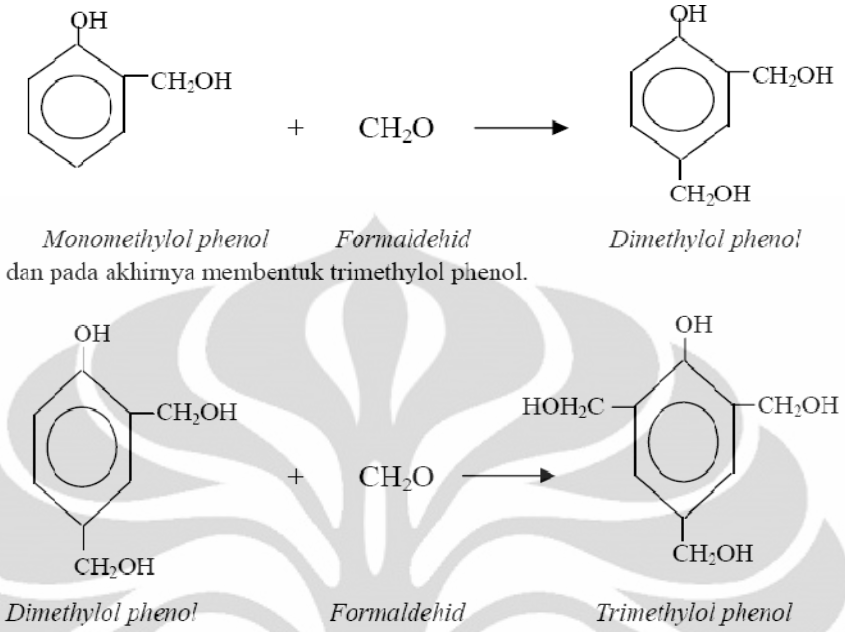
Pada tahap pertama, phenol dan formaldehida akan bereaksi secara adisi membentuk monomethylol phenol seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Reaksi phenol dan formaldehida membentuk monomethylol phenol

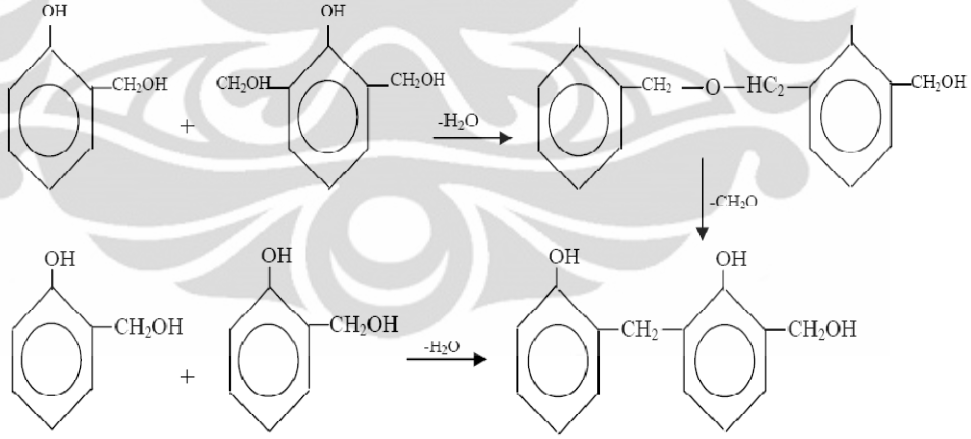
Pada monomethylol phenol ini masih ada 2 gugus reaktif yang dapat bereaksi lagi dengan formaldehida menjadi dimethylol phenol seperti pada Gambar 2.6.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011



Gambar 2.6. Formaldehida membentuk dimethylol phenol

b. Reaksi Kondensasi Polimerisasi.



Gambar 2.7. Proses kondensasi polimerisasi

Monomer dan dimer tersebut akan terus bereaksi dan berat molekul dari resin akan meningkat. Resol terbentuk pada suasana basa seperti pada gambar 2.7.

2.4.3 Syarat Emisi Formaldehida

Didalam JIS A 5908 – 2003[19] tentang papan partikel jumlah emisi Formaldehida diatur dan dibatasi karena menimbulkan kerugian bagi manusia .

Dalam sistem pernapasan manusia, gas formaldehida dapat menyebabkan gangguan serius. Sebagai contoh :

- Konsentrasi 0.01 ppm sudah dapat menyebabkan iritasi mata
- Konsentrasi 50-100 ppm mengakibatkan radang paru-paru
- Konsentrasi > 100 ppm dapat mengakibatkan kematian

Disamping itu belakangan ini formaldehida dikatagorikan sebagai senyawa karsinogenik (penyebab penyakit kanker). Oleh karena itu banyak negara-negara yang telah menetapkan batas konsentrasi formaldehida pada suatu produk.

Saat ini banyak negara-negara maju yang telah menetapkan batas konsentrasi emisi formaldehida pada produk-produk kayu. Untuk negara-negara Eropa mengklasifikasikan berdasarkan konsentrasinya dengan E1 dan E2. Sedangkan negara Jepang mengklasifikasikan mulai dari F* sampai F****.[9]

Tabel 2.4. di bawah ini merupakan standar emisi yang diperbolehkan dalam formaldehida

Tabel 2.4. Syarat emisi formaldehida

Klasifikasi	Simbol	Jumlah emisi formladehida	
		Rataan	Maksimum
F****	F****	0,3 mg/l atau lebih rendah	0,4 mg/l atau lebih rendah
F***	F***	0,5 mg/l atau lebih rendah	0,7 mg/l atau lebih rendah
F**	F**	1,5 mg/l atau lebih rendah	2,1 mg/l atau lebih rendah

Sumber : Standar JIS A 5908 : 2003

2.4.4 Spesifikasi Phenol Formaldehida Adhesive PA-302[26]

A. Aplikasi dari Produk :

Phenol Formaldehida Adhesive dimaksudkan untuk digunakan pada playwood Type WBP.

B. Specifications :

Appearance	:	Dark Red Liquid
pH (pH meter / 25°C)	:	10.0 – 13.6
Viscosity (Poise / 25°C)	:	1.5 – 3.0
Spesific Gravity (25°C)	:	1.180 – 1.200
Resin Content (% /105°C)	:	41.0 – 43.0
Cure Time (min /135°C)	:	6 -16
Water Solubility (x / 25°C)	:	More than 20

C. Filler dan Harderner :

Powder (HP – 1)

D. Pemakaian:

a. Formulasi :

PA – 302	:	220 – 250
Filler	:	75
Viscosity	:	18 – 23 poise

b. Moisture Content of Veneer

Core	:	6 – 10%
Frace / Back	:	6 – 10%

c. Glue Spread

Thiskneess of core (mm)	<1.5	1.5 – 2.0	2.0 – 2.8	2.8 -3.4	> 3.4
Glue Spread (gr/ft^2)	28 - 30	30 - 34	34 - 38	38 - 42	> 42

d. Standing Time	:	1 – 3 Hours

e. Cold Press

Time	:	20 – 30 menit
Pressure	:	10 kg/cm^2

Open Assembly Time	:	10 Minutes max
f. Hot Press		
Time	:	60 second / mm plywood
Pressure	:	10 kg/cm^2
Open Assembly Time	:	130 -135°C

E. Catatan:

Temperature Veneer	:	Max 40°C

Berdasarkan spesikasinya Phenol formaldehida diatas dapat berfungsi sebagai perekat (tipe P) yaitu sebagai perekat playwood Type WBP yang dapat digunakan sebagai bahan eksterior berbeda dengan urea formaldehida yang hanya dapat di gunakan untuk perekat material –material yang digunakan sebagai bahan interior.

Dari segi penggunaannya Phenol Formaldehida dapat berfungsi sebagai perekat bila dilakukan proses kempa panas 130 -135°C dan ditekan 10 kg/cm^2 selama 60 detik / mm plywood. Proses pemanasan berfungsi untuk mempercepat penguapan sehingga perekat Phenol Formaldehida Adhesive dapat berfungsi dengan baik sebagai perekat papan partikel dan mempunyai kekuatan yang baik sebagai perekat papan partikel.

2.5. Syarat-syarat Mutu Papan Partikel[30]

Beberapa faktor yang mempengaruhi mutu papan partikel adalah :

- Macam papan partikel
- Mutu bahan papan partikel
- Standard acuan mutu bahan partikel

2.5.1. Macam Papan Partikel[31]

1. Bentuk

Papan partikel umumnya berbentuk datar dengan ukuran relatif panjang, relatif lebar, dan relatif tipis sehingga disebut Panel. Ada papan partikel yang tidak datar

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

(papan partikel lengkung) dan mempunyai bentuk tertentu tergantung pada acuan (cetakan) yang dipakai seperti bentuk kotak radio.

2. Pengempaan

Cara pengempaan dapat secara mendatar atau secara ekstrusi. Cara mendatar ada yang kontinyu dan tidak kontinyu. Cara kontinyu berlangsung melalui ban baja yang menekan pada saat bergerak memutar. Cara tidak kontinyu pengempaan berlangsung pada lempeng yang bergerak vertikal dan banyaknya celah (rongga antara lempeng) dapat satu atau lebih.

Pada cara ekstrusi, pengempaan berlangsung kontinyu diantara dua lempeng yang statis. Penekanan dilakukan oleh semacam piston yang bergerak vertikal atau horizontal.

3. Kerapatan

Ada tiga kelompok kerapatan papan partikel, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Terdapat perbedaan batas antara setiap kelompok tersebut, tergantung pada standar yang digunakan.

4. Kekuatan (Sifat Mekanik)

Pada prinsipnya sama seperti kerapatan, pembagian berdasarkan kekuatanpun ada yang rendah, sedang, dan tinggi. Terdapat perbedaan batas antara setiap macam (tipe) tersebut, tergantung pada standar yang digunakan. Ada standar yang menambahkan persyaratan beberapa sifat fisik.

5. Macam Perekat

Macam perekat yang dipakai mempengaruhi ketahanan papan partikel terhadap pengaruh kelembaban, yang selanjutnya menentukan penggunaannya. Ada standar yang membedakan berdasarkan sifat perekatnya, yaitu interior dan eksterior. Ada standar yang memakai penggolongan berdasarkan macam perekat, yaitu Tipe U (urea formaldehida atau yang setara), Tipe M (melamin urea formaldehida atau yang setara) dan Tipe P (phenol formaldehida atau yang setara). Untuk yang memakai perekat urea formaldehida ada yang membedakan berdasarkan emisi formaldehida dari papan partikelnya, yaitu yang rendah dan yang tinggi atau yang rendah, sedang dan tinggi.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

6. Susunan Partikel

Pada saat membuat partikel dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu halus dan kasar. Pada saat membuat papan partikel kedua macam partikel tersebut dapat disusun tiga macam sehingga menghasilkan papan partikel yang berbeda yaitu papan partikel homogen (berlapis tunggal), papan partikel berlapis tiga dan papan partikel berlapis bertingkat.

7. Arah Partikel

Pada saat membuat hamparan, penaburan partikel (yang sudah dicampur dengan perekat) dapat dilakukan secara acak (arah serat partikel tidak diatur) atau arah serat diatur, misalnya sejajar atau bersilangan tegak lurus. Untuk yang disebutkan terakhir dipakai partikel yang relatif panjang, biasanya berbentuk untai (strand) sehingga disebut papan untai terarah (oriented strand board atau OSB).

8. Penggunaan

Berdasarkan penggunaan yang berhubungan dengan beban, papan partikel dibedakan menjadi papan partikel penggunaan umum dan papan partikel structural (memerlukan kekuatan yang lebih tinggi). Untuk membuat mebel, pengikat dinding dipakai papan partikel penggunaan umum. Untuk membuat komponen dinding, peti kemas dipakai papan partikel structural.

9. Pengolahan

Ada dua macam papan partikel berdasarkan tingkat pengolahannya, yaitu pengolahan primer dan pengolahan sekunder. Papan partikel pengolahan primer adalah papan partikel yang dibuat melalui proses pembuatan partikel, pembentukan hamparan dan pengempaan yang menghasilkan papan partikel.

Papan partikel pengolahan sekunder adalah pengolahan lanjutan dari papan partikel pengolahan primer misalnya dilapisi venir indah, dilapisi kertas aneka corak.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

2.5.2. Mutu Bahan Papan Partikel[30]

1. Berat jenis kayu

Perbandingan antara kerapatan atau berat jenis papan partikel dengan berat jenis kayu harus lebih dari satu, yaitu sekitar 1,3 agar mutu papan partikelnya baik. Pada keadaan tersebut proses pengempaan berjalan optimal sehingga kontak antar partikel baik.

2. Zat ekstraktif kayu

Kayu yang berminyak akan menghasilkan papan partikel yang kurang baik dibandingkan dengan papan partikel dari kayu yang tidak berminyak. Zat ekstraktif semacam itu akan mengganggu proses perekatan.

3. Jenis kayu

Jenis kayu (misalnya Meranti kuning) yang kalau dibuat papan partikel emisi formaldehidanya lebih tinggi dari jenis lain (misalnya meranti merah). Masih diperdebatkan apakah karena pengaruh warna atau pengaruh zat ekstraktif atau pengaruh keduanya.

4. Campuran jenis kayu

Keteguhan lentur papan partikel dari campuran jenis kayu ada diantara keteguhan lentur papan partikel dari jenis tunggalnya, karena itu papan partikel structural lebih baik dibuat dari satu jenis kayu daripada dari campuran jenis kayu.

5. Ukuran partikel

Papan partikel yang dibuat dari tatal akan lebih baik daripada yang dibuat dari serbuk karena ukuran tatal lebih besar daripada serbuk. Karena itu, papan partikel struktural dibuat dari partikel yang relatif panjang dan relatif lebar.

6. Kulit kayu

Makin banyak kulit kayu dalam partikel kayu sifat papan partikelnya makin kurang baik karena kulit kayu akan mengganggu proses perekatan antar partikel. Banyaknya kulit kayu maksimum sekitar 10%.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

7. Perekat

Macam partikel yang dipakai mempengaruhi sifat papan partikel. Penggunaan perekat eksterior akan menghasilkan papan partikel eksterior sedangkan pemakaian perekat interior akan menghasilkan papan partikel interior. Walaupun demikian, masih mungkin terjadi penyimpangan, misalnya karena ada perbedaan dalam komposisi perekat dan terdapat banyak sifat papan partikel. Sebagai contoh, penggunaan perekat urea formaldehida yang kadar formaldehidanya tinggi akan menghasilkan papan partikel yang keteguhan lentur dan keteguhan rekat internalnya lebih baik tetapi emisi formaldehidanya lebih jelek.

8. Pengolahan

Proses produksi papan partikel berlangsung secara otomatis. Walaupun demikian, masih mungkin terjadi penyimpangan yang dapat mengurangi mutu papan partikel. Sebagai contoh, kadar air hamparan (campuran partikel dengan perekat) yang optimum adalah 10% - 14%, bila terlalu tinggi keteguhan lentur dan keteguhan rekat internal papan partikel akan menurun.

2.5.3. Standar Acuan Mutu Papan Partikel

Mutu papan partikel meliputi cacat, ukuran, sifat fisik, sifat mekanik, dan sifat kimia. Dalam standar papan partikel yang dikeluarkan oleh beberapa negara masih mungkin terjadi perbedaan dalam hal kriteria, cara pengujian, dan persyaratannya. Walaupun demikian, secara garis besarnya sama.

1. Cacat

Pada Standar Indonesia Tahun 1983 tidak ada pembagian mutu papan partikel berdasarkan cacat, tetapi pada standar tahun 1996 ada 4 mutu penampilan papan partikel menurut cacat, yaitu : A, B, C, dan D. Cacat yang dinilai adalah partikel kasar di permukaan, noda serbuk, noda minyak, goresan, noda perekat, rusak tepi dan keropos. Tabel 2.5. menunjukan mutu penampilan papan partikel berdasarkan Menurut JIS A 5908 – 2003[(19)].

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Tabel 2.5. Mutu penampilan papan partikel menurut JIS A 5908 – 2003[19]

No.	Jenis Cacat	A	B	C	D
1	Partikel kasar di permukaan panel	Maksimum 10 buah, tidak berkelompok	Maksimum 15 buah, tidak berkelompok	Maksimum 20 buah, tidak berkelompok	Maksimal 50 buah, tidak berkelompok
2	Noda serbuk	Maksimum diameter 0,5 cm, 1 buah	Maksimum diameter 2,0 cm, 1 buah	Maksimum diameter 4,0 cm, 2 buah	Maksimum diameter 6,0 cm, 5 buah
3	Noda minyak	Tidak ada	Tidak ada	Maksimum diameter 1 cm, 1 buah	Maksimum diameter 2 cm, 2 buah
4	Noda perekat	Maksimum diameter 1,0 cm, 1 buah	Maksimum diameter 1,0 cm, 2 buah	Maksimum diameter 2,0 cm, 2 buah	Maksimum diameter 4 cm, 4 buah
5	Rusak tepi	Tidak ada	Tidak ada	Maksimum lebar 5,0 mm, panjang maks 100 mm	Maksimum lebar 10,0 mm, panjang maksimum 200 mm

2. Ukuran[19])

Penilaian panjang, lebar, tebal dan siku terdapat pada semua standar papan partikel. Menurut JIS A 5908 – 2003[19]. Toleransi panjang dan lebar ± 3 mm ; kesikuan ± 2 mm. Sedangkan untuk ketebalan lihat Tabel 2.6.

Tabel 2.6. toleransi tebal papan partikel

No	Macam papan partikel	Tebal (mm)	Toleransi tebal (mm)		
			Tidak diamplas	Diamplas	Dekoratif
1.	Papan partikel biasa	< 15 ≥ 15	± 1,0	± 0,3	-
2.	Papan partikel berlapis venir	< 20 ≥ 20	± 1,2 ± 1,5	± 0,3 ± 0,3	-
3.	Papan partikel dekoratif	< 18 ≥ 18	- -	- -	± 0,5 ± 0,6

3. Sifat Fisik[19]

- Kerapatan papan partikel menurut Standar JIS A 5908 – 2003 adalah 0,40-0,90 g/cm^3.
- Kadar air papan partikel yang diperkenankan 5% - 13%. (Sumber : JIS A 5908 – 2003)
- Pengembangan tebal papan partikel menurut Standar JIS A 5908 – 2003 adalah maksimum 12%.

4. Sifat Mekanik[19]

Berdasarkan Standar JIS A 5908 – 2003[19] sebagai berikut :

Tabel 2.7. Syarat mekanik papan partikel berdasarkan JIS A 5908 – 2003[19]

Klasifikasi		Kuat Lentur		Modulus Elastisitas		Cabut Sekrup	Kuat Tarik Tegak Lurus
		Arah Panjang	Arah Lebar	Arah Panjang	Arah Lebar		
Papan Partikel Biasa dan Papan partikel Dekoratif	Tipe 18	≥18MPa	≥18MPa	≥3000MPa	≥3000MPa	≥500N	≥0,3MPa
	Tipe 13	≥13MPa	≥13MPa	≥2500MPa	≥2500MPa	≥ 400N	≥0,2MPa
	Tipe 8	≥8MPa	≥8MPa	≥2000MPa	≥2000MPa	≥300N	≥0,15MPa
Papan Partikel Biasa Struktural	Tipe 24-10	≥24MPa	≥10MPa	≥4000MPa	≥1300MPa	≥500N	≥0,3MPa
	Tipe 17,5-10,5	≥17,5MPa	≥10,5MPa	≥3000MPa	≥2000MPa	≥500N	≥0,3MPa
Papan Partikel Berlapis Veneer	Tipe 30-15	≥30MPa	≥15MPa	≥4000MPa	≥2800Mpa	≥500N	≥0,3MPa

5. Sifat Kimia

Emisi (lepasan) formaldehida dapat dianggap sebagai sifat kimia dan papan partikel. Pada Standar Indonesia tahun 1983, belum disebutkan mengenai emisi formaldehida dari papan partikel. Pada Standar Indonesia tahun 1996, disebutkan bahwa bila diperlukan dapat dilakukan penggolongan berdasarkan emisi formaldehida. Pada Standar Indonesia tahun 1999 mengenai emisi formaldehida

pada panel kayu terdapat pengujian dan persyaratan emisi formaldehida pada papan partikel.

2.5.4. Syarat Lulus Uji[30]

a. Contoh papan partikel

Contoh uji dinyatakan lulus uji bila memenuhi persyaratan sifat fisik dan mekaniknya.

b. Partai papan partikel

Partai papan partikel dinyatakan lulus uji apabila memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1) Apabila 90% atau lebih dari jumlah contoh lulus uji maka partai tersebut dinyatakan lulus uji.
2) Apabila 70% – 90% dari jumlah contoh lulus uji, maka dilakukan uji ulang dengan jumlah contoh 2 kali contoh pertama. Apabila 90% atau lebih dari hasil uji ulang lulus uji, maka partai tersebut dinyatakan lulus uji.
3) Apabila kurang dari 70% dari jumlah lulus uji maka partai tersebut dinyatakan tolak uji.

2.6. Penelitian Sebelumnya

Papan partikel cacah kotak aseptik merupakan papan partikel jenis baru karena sebelumnya belum ada penelitiannya di dunia konstruksi Indonesia khususnya. Namun telah ada penelitian yang meneliti cacah kotak aseptik sebagai campuran dalam mortar. Ada pun hasilnya adalah *"*Sifat Mekanik Mortar Yang Mengandung Cacah Aseptik*"* oleh Heru Purnomo (2009). [28]

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak penggunan robekan kotak aseptik (kotak aseptik dengan dimensi 12x4,8x3,8) yang dirobek dengan ukuran 3 cm, lebar 0,3 cm dan 0,05 cm tebal dan 1,5 cm, lebar 0,3 cm dan 0,05 cm tebal terhadap sifat mekanik adukan semen atau mortar.

Adapun benda ujinya berbentuk spesimen kubus memiliki geometri dari 5x5x5 cm^3 sedangkan balok spesimen 17,5 cm, 5 cm lebar dan 5 cm. Dua volume

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

pecahan (2 dan 20 persen) dan nol persen aseptik wadah parut diaplikasikan untuk campuran. Adapun campuran mortar yang di gunakan adalah Empat rasio berbeda semen, pasir dan air berdasarkan berat yang bekerja dalam studi ini, yang 1:1:0.3, 1:1:0.5, 1:3:0.5 dan 1:4:0.5 dimana pasir kering permukaan jenuh kondisi dan penyerapan air karton aseptik tidak diperhitungkan dalam rasio tersebut.

Hasil penelitian yang sudah dilakukan adalah:

1. Dari tiga tes yang dilakukan penyerapan air non-robek karton aseptik adalah 16%, 17,3% dan 19,9% yang memberikan rata-rata 17,7% penyerapan air. Adapun hasil kuat tekan yang didapat adalah sebagai berikut :

Tabel 2.8. Perbandingan kekuatan dari spesimen yang mengandung dua geometri yang berbeda dari karton aseptik Sumber : Heru P, 2009.[28]

Ukuran Aseptik (cm^3)	Persentase Cacah Aseptik (%)	Komposisi Semen:Pasir:Air	Rata-rata Kuat Lentur (MPa)	Rata-rata Kuat Tekan dan Deviasi Standar (MPa)
1.5 x 0.3 x 0.05	2	1:1:0.5	6.12	15.98 ± 2.52
3 x 0.3 x 0.05	2	1:1:0.5	6.75	17.12 ± 1.77

2. Kekuatan tekan kubus adukan semen yang mengandung 3 iris berbeda persentase sebagai wadah aseptik fungsi proporsi semen, pasir dan air disajikan pada Tabel 2.9. dibawah ini.

Tabel 2.9. Perbandingan kekuatan tekan kubus dari semen spesimen yang berbeda, pasir, air dan persentase komposisi irisan karton aseptik Sumber : Heru P, 2009.[28]

Komposisi Semen:Pasir:Air	Persentase Cacah Aseptik (%)	Rata-rata Kuat Tekan dan Deviasi Standar (MPa)	Penurunan Kuat Tekan (%)
1:1:0.3	0	53.05 ± 9.74	0
	(2)	(23.06 ± 2.71)	(56.53)
1:1:0.5	0	31.05 ± 2.96	0
	2	17.12 ± 1.77	44.86
	20	8.40 ± 1.58	72.94
1:3:0.5	0	13.66 ± 1.53	0

Komposisi Semen:Pasir:Air	Persentase Cacah Aseptik (%)	Rata-rata Kuat Tekan dan Deviasi Standar (MPa)	Penurunan Kuat Tekan (%)
	20	6.76 ± 3.10	50.51
1:4:0.5	0	9.05 ± 1.99	0
	2	6.56 ± 1.16	27.51
	20	4.16 ± 0.54	54.03

3. kekuatan lentur dari spesimen balok semen dari penelitian ini dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 2.10 Perbandingan kekuatan lentur dari spesimen balok semen yang berbeda, pasir, air komposisi dan persentase irisan karton aseptik.[28]

Komposisi Semen:Pasir:Air	Persentase Cacah Aseptik (%)	Kuat Lentur (MPa)	Penurunan Kuat Lentur (%)
1:1:0.3	0	7.74	0
	(2)	(7.74)	0
1:1:0.5	0	6.12	0
	(2)	(6.12)	0
	2	6.75	-10.30
1:3:0.5	20	5.06	-
1:4:0.5	0	5.39	0
	2	5.09	5.56
	20	4.70	12.80

Kesimpulan

Penyelidikan menunjukkan bahwa penurunan kekuatan tekan kubus lebih sensitif untuk kombinasi rasio rendah semen dan pasir untuk persentase tinggi irisan aseptik. Temuan lain dari studi ini menunjukkan bahwa kekuatan lentur balok kecil tidak terlalu sensitif terhadap keberadaan wadah plastik robek. Jadi kotak aseptik cukup memberi pengaruh terhadap kuat lentur mortar. [2]

Selain itu fakultas kehutanan Istambul University pada tahun 2008 telah melakukan penelitian penggunaan aseptik pada papan partikel, bedanya mereka menggunakan polietilen pada aseptik itu sendiri yang terdiri dari 10% sampai 20% sebagai bahan perekatnya dengan cara mengempa papan aseptik pada suhu leleh polietilen yaitu 180^{o} C.

Perlakuan yang dilakukanpun dibedakan menjadi 5 perlakuan. Perlakuan dibedakan menurut lapisan luar / venir pada papan aseptik tersebut serta tanpa lapisan sebagai pembanding. Perlakuan yang dilakuakan sebagai berikut :

Tabel 2.11 Hasil uji fisik Istambul University

Jenis Particle Board	Kerapatan (gr/cm^3)	Daya Serap %	Pengembangan Tebal %
PB Aseptik with UF Covered	0,96	6,3	1,3
PB Aseptik with PF Covered	0,95	6,5	1,7
PB Aseptik with MUF Covered	0,97	3,8	1,4
PB Aseptik with PU Covered	0,96	5,8	1,2
Without Covered	1,05	3,8	1

Tabel 2.12 Hasil uji mekanik Istambul University

Jenis Particle Board	MOR ⊥ (N/mm^2)	MOR // (N/mm^2)	MOE ⊥ (N/mm^2)	MOE // (N/mm^2)
PB Aseptik with UF Covered	42,10	19,20	5142,00	1562,30
PB Aseptik with PF Covered	43,80	20,60	6588,20	1741,90
PB Aseptik with MUF Covered	43,10	19,90	6089,00	1622,20
PB Aseptik with PU Covered	45,50	22,80	7249,60	2014,30
Without Covered	21,30	18,60	1945,80	1361,50

Kesimpulan

Aseptik bisa dijadikan sebagai bahan alternatif pembuatan papan partikel dengan kekuataan tinggi, bebas emisi dan biaya produksi yang rendah.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

2.7. Teori Umum Plat[24]

Pelat adalah struktur planar kaku secara kaku yang secara khas terbuat dari material monolit yang tingginya kecil dibandingkan dengan dimensi-dimensi lainnya. Beban yang umum bekerja pada plat mempunyai sifat banyak arah dan tersebar.

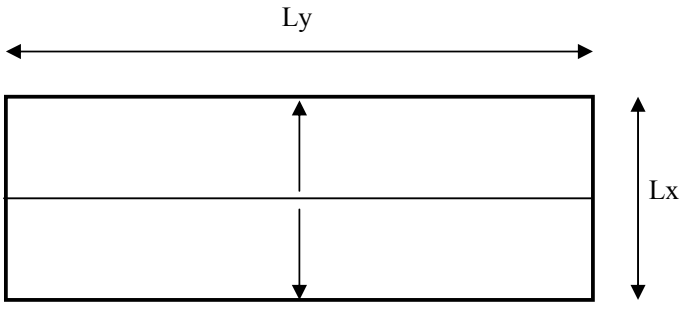
Pelat adalah Struktur Horizontal yang menerima beban vertical yang kemudian disalurkan pada tumpuan sisi-sisinya atau langsung disalurkan ke tumpuan ujung-ujungnya. Pada pelat persegi berdasarkan jenisnya dibedakan menjadi 2 yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah.

2.7.1. Pelat Satu Arah[24]

Pelat satu arah adalah plat yang tertumpu di salah satu sisinya atau kedua sisi berhadapan.

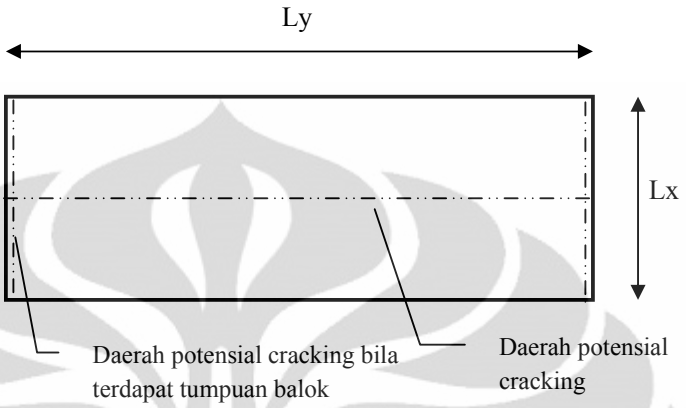
1. Pelat dengan satu tumpuan (plat overstek)
   - Pelat beton penahan sinar matahari di atas jendela.
   - Pelat pondasi *(footplat)*.
   - Pelat tangga layang (khusus).
2. Pelat dengan dua dukungan
   - Pelat tertumpu bebas di dua sisinya seperti pelat penutup selokan
   - Pelat terjepit elastis/penuh di dua sisinya (misal plat tangga).
   - Gabungan dari 2 sistem dukungan di atas (terjepit di satu sisi dan bebas di sisi satunya) seperti plat dengan bordes yang menumpu atas dinding.

Penyaluran beban pada pelat satu arah umumnya seperti Gambar 2.8. dibawah dimana Ly>Lx.



Gambar 2.8. Penyaluran beban ke tumpuan untuk pelat satu arah

Momen lentur yang disebabkan suatu beban bila melewati kapasitas nominal pelat maka akan menyebabkan terjadi defleksi yang mengakibatkan *crack* (retak) pada permukaan pelat.



Gambar 2.9. Daerah potensial terjadi crack pada pelat satu arah

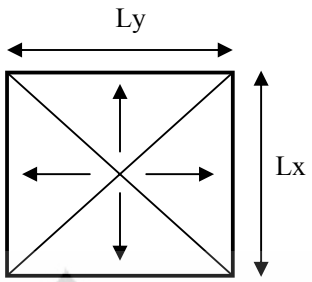
2.4.2. Pelat Dua Arah[24]

Pelat 2 arah bisa dibedakan menjadi beberapa macam, seperti :

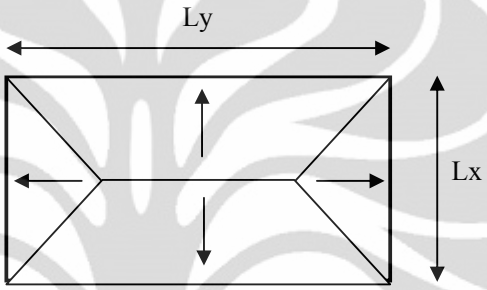
1. Pelat yang menumpu di empat sisinya.
   - Tertumpu kaku di empat sisinya.
   - Tertumpu bebas di empat sisinya.
   - Keempat sisi tertumpu kaku dan babas (2-2 berhadapan, 2-2 tidak berhadapan, 1-3 dan 3-1).
2. Plat yang tertumpu di tiga sisinya.
   - Tertumpu kaku di tiga sisinya.
   - Tertumpu bebas di tiga sisinya.
   - Ketiga sisi tertumpu kaku dan bebas (2-1 dan 1-2).
3. Pelat yang tertumpu di 2 sisinya tapi tidak berhadapan.

Penyaluran beban pada pelat satu arah umumnya seperti Gambar 2.10. dan Gambar 2.11.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

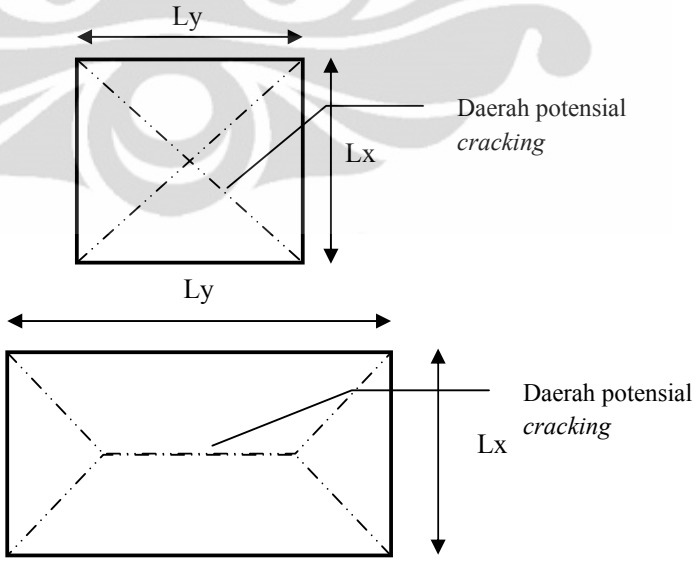


Gambar 2.10. Distribusi beban ke tumpuan untuk pelat dua arah dimana ly/lx = 1



Gambar 2.11. distribusi beban ke tumpuan untuk pelat dua arah dimana ly>lx

Momen lentur yang disebabkan suatu beban bila melewati kapasitas nominal pelat maka akan menyebabkan terjadi defleksi yang mengakibatkan *crack* (retak) pada permukaan pelat.

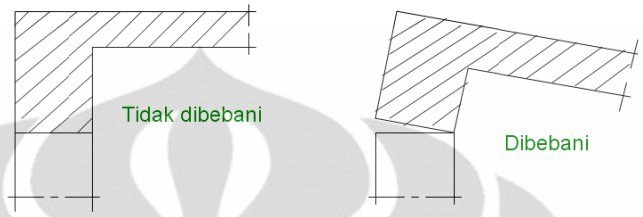


Gambar 2.12. Daerah potensial terjadi crack pada pelat dua arah

Macam-macam tumpuan pelat.[29]

1. Tertumpu Bebas

Bila dibebani pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan :

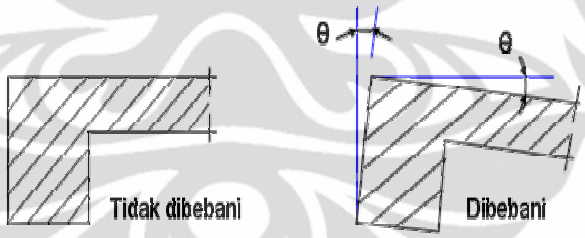


Gambar 2.13. Tumpuan bebas

Contoh terjadi apabila pelat lantai ditumpu pada tembok atau dinding pasangan batu bata.

2. Terjepit Elastis

Bila tumpuan tepi tidak cukup kuat untuk mencegah rotasi akibat momen pelat, maka pelat terjepit sebagian.

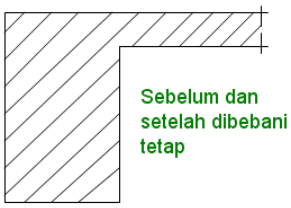


Gambar 2.14. Terjepit elastis

Contoh terjadi apabila pelat ditumpu pada beberapa tumpuan, misalnya pada suatu deretan kolom pada sepanjang tepinya

3. Terjepit Penuh

Bila tumpuan mencegah pelat lantai berotasi, dan relatif sangat kaku thd momen.



Gambar 2.15. Terjepit penuh

Contoh terjadi apabila pelat menyatu /monolit dengan tumpuan yang relatif sangat besar dimensinya.

2.7.3. Beban Statis dan Struktur Terpusat[29]

Beban statis adalah beban yang bekerja secara terus-menerus pada struktur dan yang diasosiasikan dengan gaya-gaya ini juga secara perlahan-lahan timbul, dan juga mempunyai karakter *steady-states*. Deformasi ini akan mencapai puncaknya apabila gaya statis maksimum. Beban-beban statis seperti tampak pada Diagram alir.2.3.

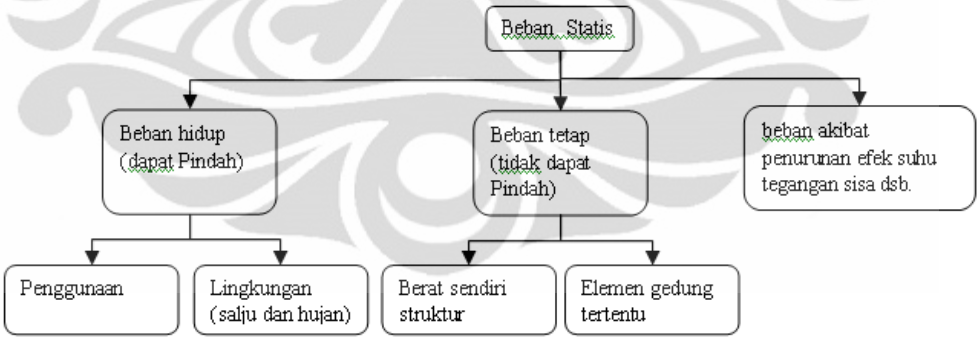


Diagram alir 2.2. Jenis kondisi pembebanan statis

Dalam mendisain berbagai jenis struktur ada hal-hal sama yang mungkin akan timbul. Salah satu dari hal-hal tersebut adalah mengenai pemilihan struktur terpusat atau struktur terdistribusi. Yang dimaksud struktur terpusat disini adalah struktur yang menggunakan elemen struktur yang sangat besar, tetapi sedikit,

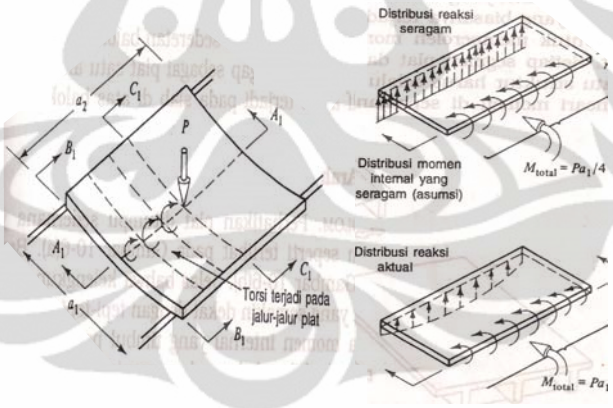
sedangkan struktur terdistribusi adalah struktur yang menggunakan elemen struktur lebih kecil tetapi relatif lebih banyak.

2.7.4. Momen, Gaya dan Tegangan Internal[29]

Momen dan gaya internal timbul di dalam struktur adalah sebagai akibat adanya sistem gaya eksternal yang bekerja pada struktur dan berlaku bersama-sama secara umum mempertahankan keseimbangan partikel atau elemen dari suatu struktur. Dua jenis umum dari gaya dan momen adalah :

1. gaya dan momen yang timbul pada titik hubung antara bagian-bagian elemn dari strukrtur yang lebih besar.
2. gaya serta momen yang timbul di dalam searat aktual titik atau elemen struktural.

Pada Gambar 2.16 diperlihatkan digram momen akibat beban eksternal dan berat struktur sendiri pada pelat satu arah.



Gambar 2.16 Momen internal pada pelat satu arah

2.7.5. Sifat Mekanik Material[29]

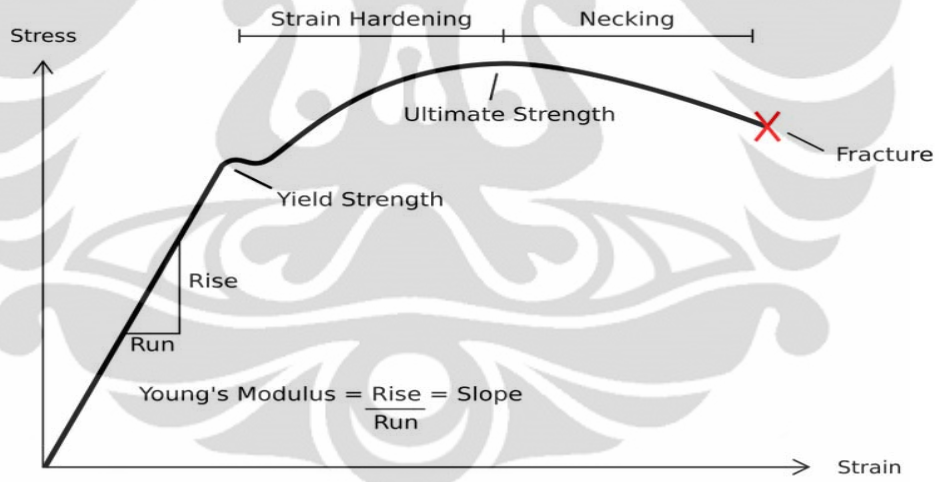
- Deformasi

Adanya beban pada elemen struktur selalu menyebabkan terjadinya perubahan dimensional pada elemen struktur tersebut. Struktur tersebut mengalami perubahan ukuran atau bentuk atau kedua-duanya. Apabila elemen struktur yang

dibebani beban masih dapat kembali pada keadaan semula maka terjadi deformasi elastis (sama dengan perilaku pegas). Deformasi elastis bergantung pada taraf tegangan yang terjadi pada elemen struktur. Apabila akibat beban bertambah terus terjadi perubahan permanen (tidak kembali lagi) maka terjadi deformasi plastis.

- Kekuatan

Didefinisikan sebagai kapasitas pikul beban material. Banyak material dapat terus memikul beban tambahan bahkan setelah limit proporsional material terlampaui hingga mencapai titik kritis atau titik leleh yeng terjadi apabila terjadi deformasi tanpa adanya penambahan tegangan sama sekali. Selain itu terjadi deformasi yang sangat cepat dan pengurangan luas penampang yang disebut *takik (notch)* dan akhirnya putus sesuai dengan Grafik 2.3.



Grafik 2.3. Tegangan-regangan

2.7.6. Efek Pemusatan Tegangan, Retak dan Cacat[29]

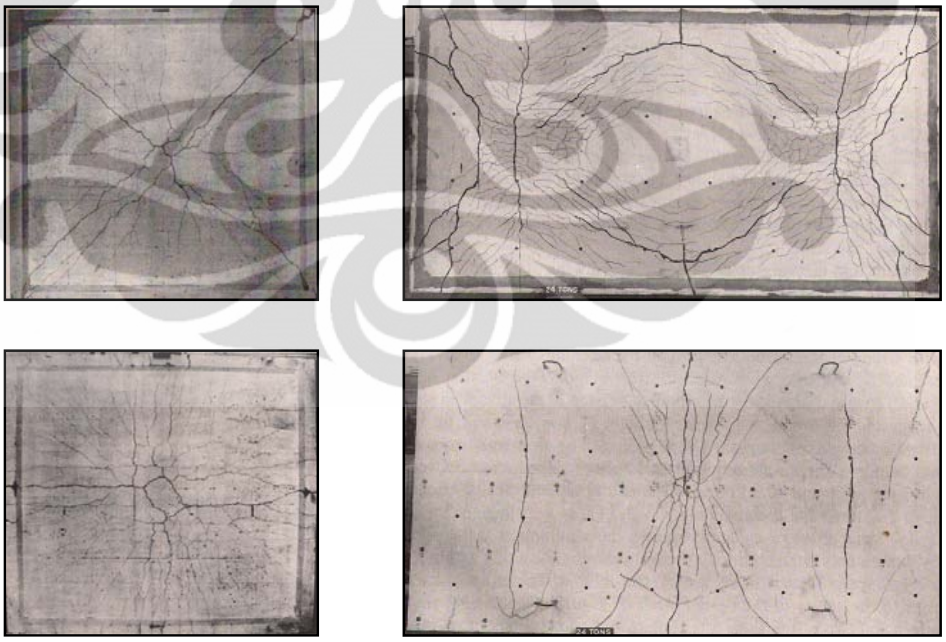
Pada banyak struktur sangat mungkin terjadi retak mikro maupun cacat-cacat lainnya. Pada titik-titik demikian sering timbul tegangan yang sangat tinggi pada daerah luasan yang kecil. Inilah yang disebut pemusatan (kosentrasi) tegangan. Apabila yang digunakan adalah material getas, maka pada titik-titik di mana

terjadi pemusatan tegangan, terjadi retak yang menjalar terus hingga dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada elemen struktur tersebut. Apabila material daktil yang digunakan, maka material akan berderfomasi sedikit-sedikit secara lokal saja sehingga memungkinkan terjadinya redistribusi tegangan. Dengan demikian retak yang terjadi pada material daktil akan menjalar lebih lambat dibandingan dengan pada material getas, karena itulah retak minor biasanya terdapat pada elemen struktur.

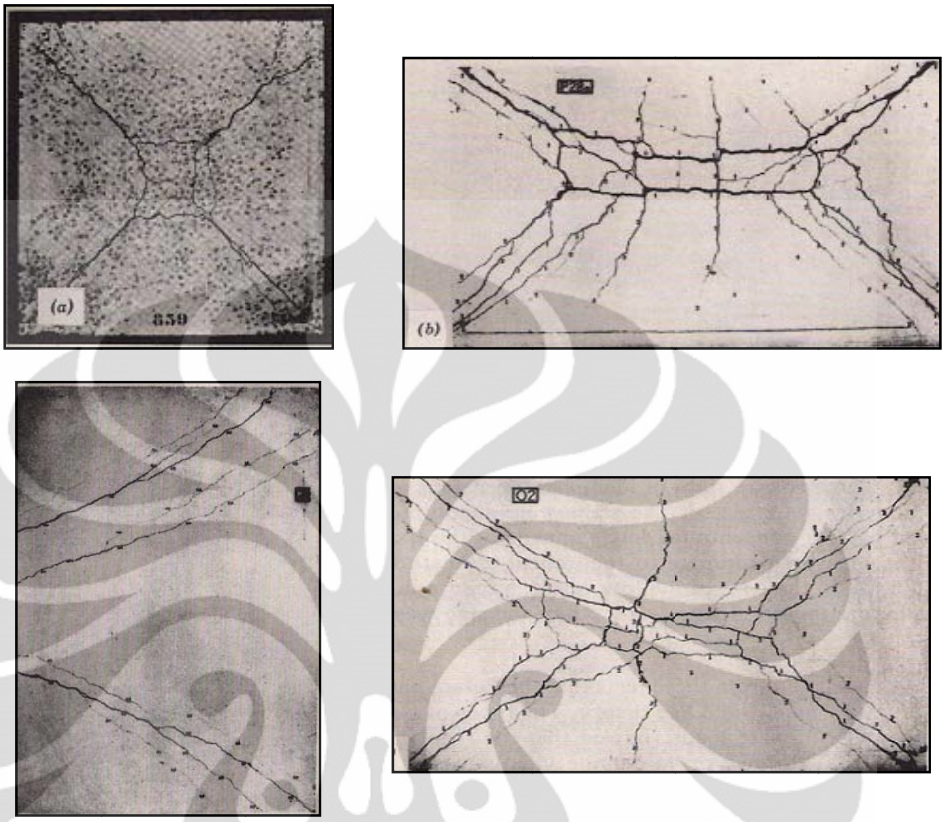
2.7.7. Macam-macam Pola Retak[23]

Berdasarkan penyaluran beban atau distribusi suatu beban yang berlebih dari kapasitasnya terhadap suatu pelat menyebabkan terjadi suatu pola retak yang berbeda-beda.

Hal ini kurang lebih bergantung pada posisi letak beban, sifat mekanik bahan pelat, tumpuan pelat dan rasio perbandingan panjang dan lebar bentang.



Gambar 2.17. Macam pola retak
Sumber : Park R. And Gamble W.L. Reinforced Concrete Slab, 1980



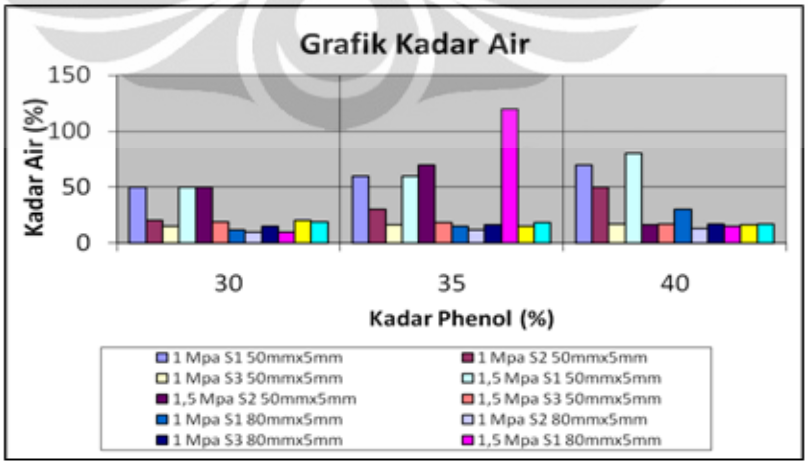
Gambar 2.18. Macam pola retak
Sumber : Park R. And Gamble W.L. Reinforced Concrete Slab, 1980

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian di laboratorium sesuai dengan standar yang berlaku yaitu berdasarkan JIS *(Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003: Particleboard* [(19)].

Metode penelitian yang digunakan adalah mencari mix design yang paling tepat antara Cacah Kotak Aseptik dan Phenol Formaldehida sebagai pembentuk benda uji papan partikel *secara trial and error* sehingga menghasilkan bentuk visual dan penampilan, kadar air, kerapatan, daya serap air, pengembangan tebal, kuat lentur, kuat tekan, kuat tarik, modulus elastisitas dan daya dukung yang baik yang diambil berdasarkan grafik trial and error dari benda uji untuk masing-masing ukuran cacah aseptik. Perekat yang digunakan adalah Phenol Formaldehida Adhesive PA-302 yang diproduksi PT. Pamolite Adhesive Industry, Indonesia yang mempunyai spesifikasi sesuai yang tertera pada landasan. Tahap selanjutnya adalah tahap pengujian pelat papan komposit cacah kotak Aseptik – Phenol Formaldehida terhadap beban terpusat untk mendapatkan pola retak yang menggambarkan penyebaran/distribusi beban serta mengetahui daya dukung papan partikel tersebut .



Grafik 3.1 Contoh grafik pengujian dimana mix design terbaik yang akan diambil

Diagram alir 3.1. Metode penelitian

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

3.1. Waktu dan tempat pengujian

Pembuatan benda uji bertempat di Laboratorium Biokomposit, pengujian sifat mekanik dilakukan di Laboratorium Kayu Solid dan Laboratorium Keteknikan Kayu, Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, pengujian sifat fisik dan uji beban terpusat dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan pengujian emisi formaldehida dilakukan di PT. Mutu Agung Lestari (MAL) Depok. Penelitian dilakukan Desember 2010 – Mei 2011.

3.2 Bahan dan Alat yang digunakan

3.2.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan yang digunakan dalam pembuatan papan partikel ini adalah limbah cacahan kotak aseptik. Sebelum limbah cacah kotak aseptik digunakan sebagai bahan adonan papan partikel, terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran bekas minuman. Setelah itu cacah kotak aseptik dikeringkan dan dipotong memakai pemotong dokumen (*shredder)* dan digunting sesuai dengan ukuran cacahan aseptik. Ukuran cacahan aseptik yang digunakan ada dua jenis yaitu ± 50mm x 5mm dan ± 80mm x 5mm.

Gambar 3.1. Cacahan aseptik Tetra pak

3.2.2 Persiapan Bahan Perekat

Bahan pengikat atau perekat berupa Phenol Formaldehida Adhesive PA-302 yang diproduksi PT. Pamolite Adhesive Industry, Indonesia yang mempunyai spesifikasi sesuai yang tertera pada landasan teori yang ditimbang sesuai kebutuhan percobaan.

Gambar 3.2. Perekat phenol formaldehida

3.2.3. Persiapan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian papan partikel ini adalah :

1. *screen*
2. *rotary blender*
3. cetakan ukuran 30x30 cm
4. *stick* besi
5. *aluminium foil*
6. gergaji mesin
7. milimeter sekrup
8. oven
9. timbangan
10. baskom
11. Mesin *Universal Testing* merek Instron
12. seng ukuran 40x40 cm

13. *Spraygun*, dan mesin kempa panas
14. Mesin Kuat Tekan
15. *Shredder*
16. Untuk Uji Emisi berupa : desikator, penjepit kawat, gelas piala 1000 ml, labu volumetrik, labu ukur, gelas piala 100 ml, pipet, erlenmeyer asah 100 ml, cawan, spektrofotometer, penangas air (PT. MAL Depok)

Keterangan :
Kiri - kanan (atas) : timbangan, *rotary blender*, cetakan ukuran 30x30 cm, baskom, kaliper, milimeter sekrup
Kiri – kanan (bawah) : *screen*, *spraygun*, *stick besi*, oven, UTM merk Instron, dan mesin kempa panas

Gambar 3.3. Peralatan pembuatan dan pengujian papan partikel

3.3. Cara Pembuatan Benda Uji Papan Partikel

Tahapan pembuatan papan partikel adalah sebagai berikut :

1. Persiapan partikel

   menyiapkan bahan yang akan digunakan, kemudian masukkan cacahan kotak aseptik yang berukuran ± 50mm x 5mm atau ± 80mm x 5mm.
2. Penimbangan cacahan kotak aseptik dan perekat phenol formaldehida sesuai kebutuhan papan.
3. Pencampuran aseptik, dan phenol formaldehida/*blending*

   Partikel dimasukkan ke dalam *rotary blender*. Kemudian disemprotkan perekat phenol formaldehida menggunakan *spraygun* sambil terus di *blending*

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

4. Pembentukan Lembaran (*mat forming*)

   Pembentukan lembaran papan menggunakan metode *discontinuous* yaitu pembentukan lembaran papan satu demi satu. Pencetak lembaran yang digunakan berukuran 30 cm x 30 cm dengan alas dan penutup seng .

5. Pengempaan panas/*Hot pressing*

   Lembaran papan partikel dikempa panas dengan tekanan spesifik 10 kgf/cm^2 dan 15 kgf/cm^2 pada suhu 140^oC selama 15 menit.

6. Pengkondisian (*Conditioning*)

   Pengkondisian lembaran yang telah dikempa dilakukan selama 1 hari. Pengkondisian ini bertujuan untuk melepaskan tegangan sisa yang ada pada papan setelah dikempa panas. Lembaran ditata membentuk tumpukan dengan menyelipkan *sticker* diantara papan.

7. Pelapisan glassir pada salah satu variasi benda uji sebagai lapisan kedap air.

3.4 Perancangan Campuran Papan Partikel (Mix design)

Karena belum ada standar atau penelitian sebelumnya pada komposit antara aseptik dan phenol formaldehida maka metode yang digunakan untuk perancangan papan partikel adalah *trial and error*. Persentase antara aseptik dan phenol formaldehida yang digunakan terlihat pada Grafik 3.2. yang terarsir sedangkan yang non arsir diteliti oleh periset lain. Untuk menjaga agar komposisi masing-masing benda uji sama maka perhitungan persentase dihitung berdasarkan perbandingan berat masing-masing benda uji yang sudah di targetkan nilai kerapatannya yaitu 0,8 gr/cm^3 dan di kempa seseuai dengan tekanan dan suhu masing-masing benda uji.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Diagram alir 3.2. Variasi campuran aseptik dengan phenol formaldehida

3.5 Kebutuhan Benda Uji

Ukuran contoh uji mengacu pada standar JIS A 5908 : 2003[19]. Dengan masing-masing pengetesan hanya dibutuhkan 1 buah benda uji saja, sebagai nilai pembanding maka benda uji yang disiapkan adalah 3 buah benda uji dimana 1 benda uji adalah cadangan. Seperti ditampilkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1. Kebutuhan benda uji berdasarkan pengetesannya

Pengujian	Ukuran (mm)	Banyak Benda Uji Aseptik 50mm x 5mm (Dilapisi Glassir & Non Glassir)						Total
		Tekanan 15 kg/cm^2					Olimpyc	
		Phenol (%)	Phenol (%)	Phenol (%)	Phenol (%)	Phenol (%)		
		30	35	40	10	20		
Emisi	150x50x10	-	-	10	-	10	-	20
Uji Visual dan Mutu Penampilan	100x100x15	6	6	6	3	3	3	24
Kerapatan	100x100x15	6	6	6	3	3	3	24
Kadar Air	100x100x15	6	6	6	3	3	3	24
Daya Serap Air	50x50x15	6	6	6	3	3	3	24
Pengembangan Tebal	50x50x15	6	6	6	3	3	3	24
Keteguhan Cabut Sekrup	100x50x15	6	6	6	3	3	3	24
Kuat Lentur Arah Lebar	185x50x15	6	6	6	3	3	3	24
Modulus Elastisitas Arah Lebar	185x50x15	6	6	6	3	3	3	24
Kuat Lentur Arah Panjang	185x50x15	6	6	6	3	3	3	24
Modulus Elastisitas Arah Panjang	185x50x15	6	6	6	3	3	3	24
Keteguhan Tarik Tegak Lurus	50x50x15	6	6	6	3	3	3	24
Pola Retak Akibat Beban Terpusat	300x200x15							3

3.6 Pengujian Laboratorium

3.6.1 Uji Emisi Formaldehida

- Tujuan

1. Mengetahui Kadar Emisi Formaldehida pada benda uji (mg/l).
2. Menggolongkan Kategori formaldehida menurut Tabel 2.3.
3. Mengetahui tingkat bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh emisi formaldehida

- Prosedur

Percobaan mengacu pada standar JIS A 1460 : 2001[(18)]

1. Persiapan Contoh Uji
   - Menyiapkan contoh uji 10 buah ukuran 5x15 cm utk 1 perlakuan. Pengujian dilakukan terhadap 4 macam perlakuan. Jumlah contoh uji yang dibuat sebanyak 40 buah contoh uji

- Contoh uji dibiarkan dalam ruangan dg suhu 200C±20C hingga mencapai berat konstan

2. Pengumpulan emisi formaldehida
   - Mengkondisikan ruangan pada suhu 200C±20C sebelum dilakukan pengujian. contoh uji disusun menggunakan penjepit kawat agar terpisah satu dengan yang lainnya
   - Mengisi cawan dengan air suling sebanyak 300 ml, kemudian memasukkannya ke dalam desikator gelas
   - Contoh uji yang sudah dijepit dengan penjepit kawat diletakkan di atas cawan yang berisi air suling dalam desikator, lalu menutup desikator tersebut dan membiarkan selama 24 jam
   - Selanjutnya air suling akan menyerap formaldehida yang menguap dari contoh uji dan disebut sebagai larutan contoh
3. Penetapan jumlah emisi formaldehida dalam contoh uji
   - Setelah proses pengumpulan formaldehida selesai, air suling yang telah menangkap emisi formaldehida dari contoh uji kita keluarkan dari desikator. Memipet 25 ml air suling dari cawan lalu memasukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 ml bertutup. Menambahkan 25 ml larutan asetil aseton amonium asetat, dan mengaduk campuran tersebut hingga benar-benar tercampur.
   - Sebelum mengukur absorbansi contoh uji, kita ukur terlebih dahulu absorbansi larutan blanko, kemudian mengukur absorbansi contoh uji.

- Analisa Data

Mendapatkan kadar emisi formaldehida dan dapat menggolongkan formaldehida sesuai standar JIS A 5908 : 2003[(18)] serta mengetahui tingkat pengaruhnya terhadap kesehatan.

3.6.2 Uji Visual

- Tujuan

Pengamatan terhadap pengukuran panjang, lebar, tebal dan kesikuan.

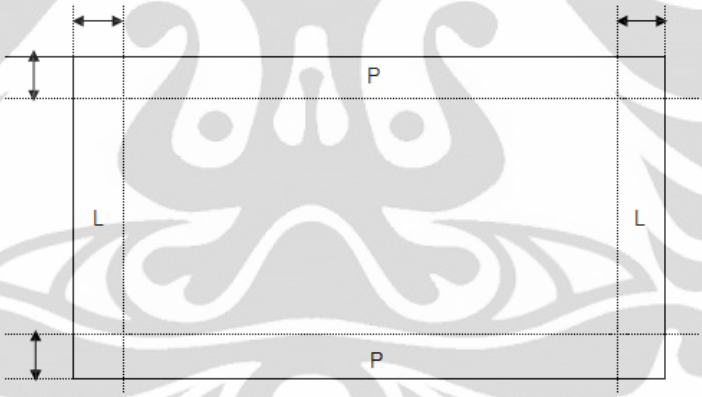
Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

- Persiapan

Siapkan benda uji ukuran 100mm x 100mm x 15mm sebanyak 3 buah

- Prosedur

1. Panjang diukur pada kedua sisi lebarnya, 100 mm dari tepi dengan ketelitian minimum 1 mm (Gambar 3.4).
2. Lebar diukur pada kedua sisi panjangnya, 100 mm dari tepi dengan ketelitian minimum 1 mm (Gambar 3.4).
3. Tebal diukur pada keempat sudutnya, minimum 20 mm dari sudutnya dengan ketelitian minimum 0,05 mm (Gambar 3.4).
4. Kesikuan diukur pada keempat sudutnya dengan mengukur penyimpangan dari alat penyiku panjang 1000 mm dengan ketelitian minimum 0,5 mm (Gambar 3.5).



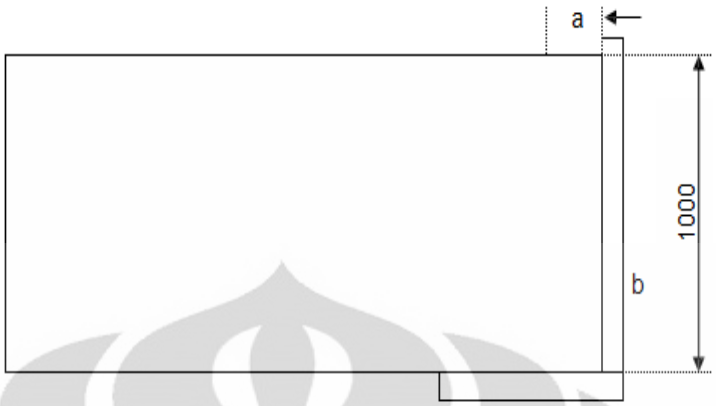
Gambar 3.4. Pengujian panjang, lebar dan tebal papan partikel

Keterangan gambar :

P adalah tempat pengukuran panjang papan partikel

L adalah tempat pengukuran lebar papan partikel

O adalah tempat pengukuran tebal papan partikel



Gambar 3.5. Pengukuran siku papan partikel

Keterangan gambar :

a. adalah penyimpangan dari garis siku (mm)

b. adalah alat penyiku

- Analisa Data

1. Panjang merupakan hasil rata-rata dari dua kali pengukuran panjang.
2. Lebar merupakan hasil rata-rata dari dua kali pengukuran lebar.
3. Tebal merupakan hasil rata-rata dari empat kali pengukuran tebal
4. Kesikuan merupakan hasil rata-rata dari empat kali pengukuran siku.

3.6.3 Uji Mutu Penampilan

- Tujuan

Pengamatan adanya cacat yang mempengaruhi mutu penampilan

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. Meteran
2. Kaca pembesar
3. Jangka sorong

- Persiapan

Siapkan benda uji ukuran 100mm x 100mm x 15mm sebanyak 3 buah

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

- Prosedur

1. Pengujian meliputi: macam cacat, ukuran dan penyebaran cacat sesuai dengan jenis papan partikel yang diuji.
2. Pengujian untuk papan partikel biasa mengacu pada Tabel 2.4
3. Setiap cacat yang terdapat pada papan partikel dinilai dan ditetapkan mutunya sesuai dengan persyaratan.

- Analisa Data

1. Mutu penampilan adalah mutu terendah berdasarkan cacat terberat.
2. Apabila terdapat mutu di bawah yang ditetapkan dalam standar maka papan partikel tersebut ditolak uji.

3.6.4. Uji Daya Serap Air

- Tujuan

Mengetahui jumlah air yang dapat masuk dari papan partikel melalui pemanasan dalam oven.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. timbangan,
2. oven,
3. desikator dan
4. jangka sorong

- Persiapan

Siapkan benda uji ukuran 50mm x 50mm x 15mm sebanyak 3 buah

- Prosedur

Contoh uji ditimbang berat awalnya dan berat akhirnya setelah direndam dalam air selama 2 jam dan 24

- Analisa Data

$$Kadar\ Air = \frac{Ba - Bk}{Bk}\ x\ 100\%$$

Dimana :

Ba adalah berat awal (gram).

Bk adalah berat kering mutlak (gram).

3.6.5. Uji Kadar Air

- Tujuan

Mengetahui jumlah air yang dapat dikeluarkan dari papan partikel melalui pemanasan dalam oven.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. timbangan,
2. oven,
3. desikator dan
4. jangka sorong

- Persiapan

Siapkan benda uji ukuran 100mm x 100mm x 15mm sebanyak 3 buah

- Prosedur

1. Contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat awal dengan ketelitian hingga 0,1 gram.
2. Contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C ± 2°C;
3. Masukkan contoh uji ke dalam desikator, kemudian ditimbang.
4. Kegiatan ini diulang dengan selang 6 jam sampai beratnya tetap (berat kering mutlak), yaitu bila perbedaan beratnya maksimum 0,1%.

- Analisa Data

$$Kadar\ Air = \frac{Ba - Bk}{Bk}\ x\ 100\%$$

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Dimana :

Ba adalah berat awal (gram).

Bk adalah berat kering mutlak (gram).

3.6.6 Uji Kerapatan

- Tujuan

Mengetahui hubungan antara berat dengan isi papan partikel. Semakin kecil nilai hubungan antara berat dengan isi papan partikel maka semakin tinggi daya tahan lembaran partisi terhadap penetrasi cairan.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. jangka sorong dan
2. timbangan.

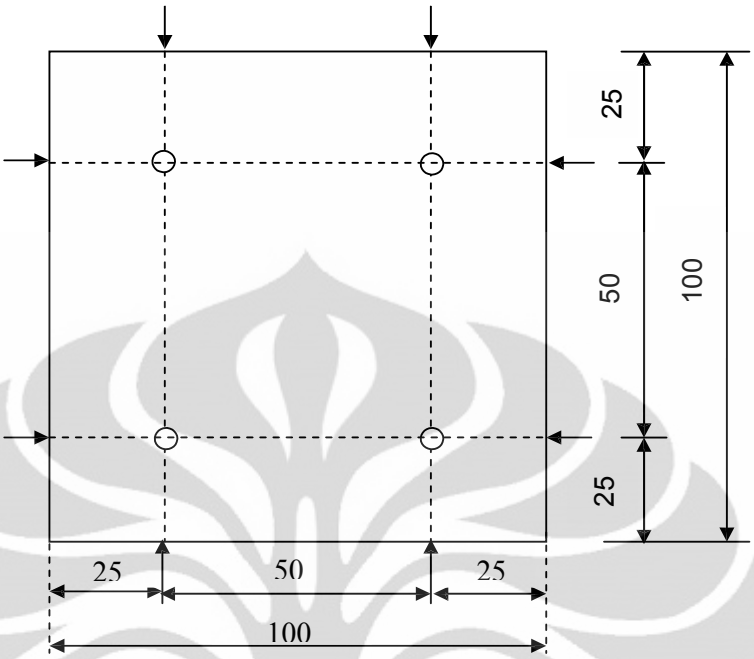
- Persiapan

Siapkan benda uji ukuran 100mm x 100mm x 15mm sebanyak 3 buah

- Prosedur.

1. Benda uji diukur panjangnya pada kedua sisi lebarnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian 0,1 mm (Gambar 3.6.).
2. Benda uji diukur lebarnya pada kedua sisi panjangnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian 0,1 mm (Gambar 3.6.).
3. Benda uji diukur tebalnya pada keempat sudutnya, 25 mm dari sudutnya (pada titik persilangan pengukuran panjang dan lebar) dengan ketelitian 0,05 mm (Gambar 3.6.).
4. Benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,1 g.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011



Gambar 3.6. Pengukuran contoh uji kerapatan

Keterangan gambar:

O adalah tempat pengukuran tebal papan partikel (mm).

- Analisa Data

$$Kerapa\tan = \frac{B}{I}(g/cm^3)$$

Dimana :

B adalah berat (gram)

I adalah isi (cm^3) = panjang (cm) x lebar (cm) x tebal (cm)

ketelitian hingga 0,01 g/cm^3.

3.6.7 Uji pengembangan tebal setelah direndam air

- Tujuan

Penambahan tebal papan partikel akibat perendaman dalam air.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. jangka sorong dan
2. penangas.

- Persiapan

Siapkan benda uji ukuran 50mm x 50mm x 15mm sebanyak 3 buah

- Prosedur

1. Contoh uji diukur tebalnya pada bagian pusatnya dengan ketelitian 0,05 mm (Gambar 3.4.);
2. Contoh uji direndam dalam air pada suhu 25°C ± 1°C secara mendatar, sekitar 3 cm dari permukaan air selama ± 24 jam;
3. Contoh uji kemudian diangkat, diseka dengan kain dan diukur tebalnya (Gambar 3.4.).

- Analisa Data

$$Pengembangan\,Tebal\,(\%) = \frac{T2 - T1}{T1} x100\%$$

Dimana :

T2 adalah tebal setelah direndam air (mm).

T1 adalah tebal sebelum direndam air (mm).

3.6.8 Keteguhan Tarik Tegak Lurus Permukaan

- Tujuan

Mengetahui Kemampuan papan partikel untuk menahan beban tarik tegak lurus permukaan.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. *Universal Testing Machine* merek *Instron*
2. Jangka Sorong

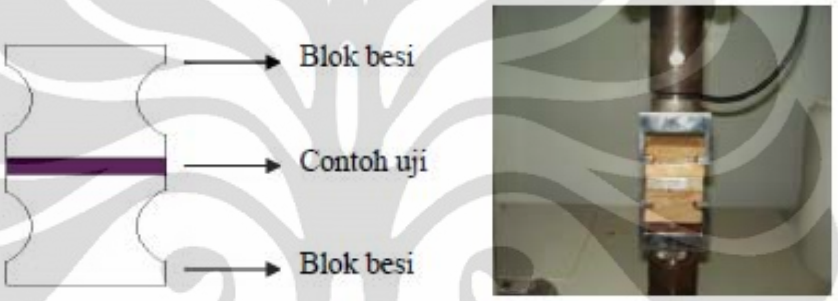
Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

- Persiapan

Siapkan benda uji 50mm x 50mm x 15mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

1. Contoh uji direkatkan pada dua buah blok besi menggunakan perekat epoxi dan dibiarkan mengering selama 24 jam seperti terlihat pada Gambar 3.8.
2. Kemudian kedua blok besi ditarik tegak lurus permukaan contoh uji sampai beban maksimum



Gambar 3.7. Contoh uji keteguhan tarik tegak lurus permukaan

- Analisa Data

Keteguhan tarik tegak lurus permukaan dapat dihitung dengan rumus :

$$Keteguhan\ Tarik \perp Permukaan = \frac{B}{P.L}(kgf / cm^2)$$

B adalah beban maksimum (kgf)

P adalah panjang (cm)

L adalah lebar (cm)

3.6.9 Uji Cabut Sekrup

- Tujuan

Mengetahui Kemampuan papan partikel untuk menahan beban tarik tegak lurus permukaan.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

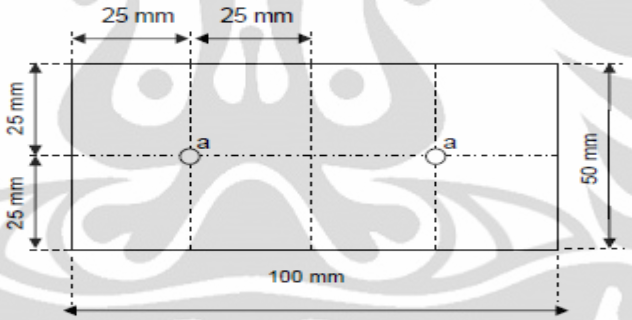
1. *Universal Testing Machine* merek *Instron*
2. sekrup panjang nominal 16 mm, diameter nominal 2,7 mm serta panjang ulir sekitar 11 mm

- Persiapan

Siapkan benda uji 100mm x 50mm x 15mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

1. Sekrup dipasang pada sebelah kiri dan kanan contoh uji tepat pada bagian pusatnya. Disarankan membuat lubang pendahuluan sedalam sekitar 3 mm dengan bor berdiameter 2 mm.
2. Sekrup ditarik pada arah vertikal dengan kecepatan sekitar 2 mm/menit dan dicatat beban maksimumnya.



Gambar 3.8. Contoh benda uji cabut sekrup

Gambar 3.9. Uji Cabut sekrup

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

- Analisa Data

Keteguhan cabut sekrup merupakan nilai rata-rata dari dua pengujian dengan satuan kgf.

3.6.10 Uji Modulus Elastisitas Arah Panjang

- Tujuan

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

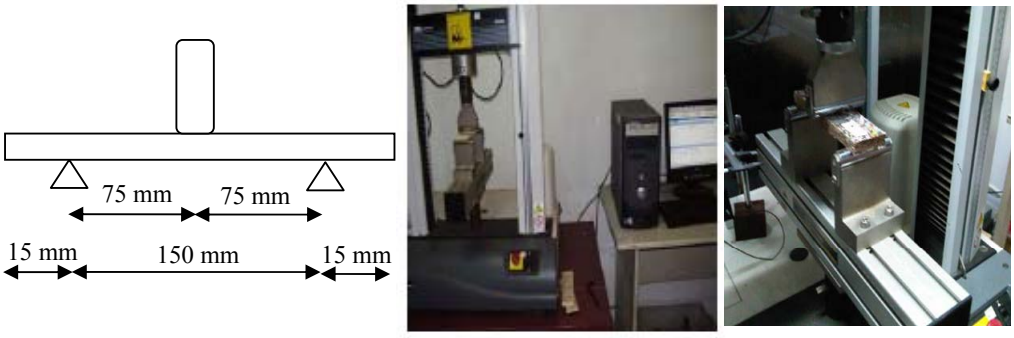
1. *Universal Testing Machine* merek *Instron*,
2. meteran dan
3. jangka sorong.

- Persiapan

Siapkan benda uji 180mm x 50mm x 15mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

Pengujian dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* merek *Instron*. Contoh uji dalam kondisi kering udara dibentangkan dengan jarak sangga 15 cm dengan posisi tebal yang yang dibebani, seperti pada Gambar 3.10. Kemudian pembebanan dilakukan di tengah-tengah jarak sangga seperti terlihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Uji kuat lentur kering dan modulus elastisitas lentur arah panjang

- Analisa Data

Menurut ASTM C-580-02[3] ada beberapa metode untuk menghitung nilai modulus elastisitas material, yaitu :

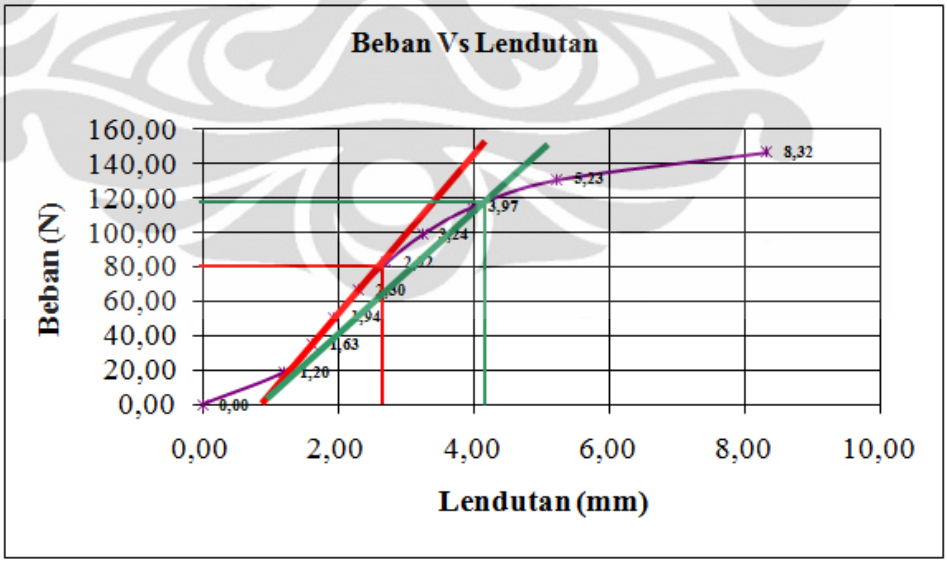
1. Metode Tangent

Pada metode secant, M adalah kemiringan linier atau perbandingan beban/lendutan dimana lendutannya merupakan selisih dari nilai lendutan akibat garis linier pada digram beban vs lendutan sedangkan bebannya merupakan selisih nilai beban akibat garis linier yang dibentuk.

2. Metode Secant

Pada metode secant, M adalah kemiringan linier atau perbandingan beban/lendutan dimana lendutannya merupakan 50 % dari lendutan akibat beban maksimum dan bebannya merupakan nilai beban akibat 50 % lendutan tersebut.

Baik metode Tangent maupun Secant Modulus Elastisitas dihitung menggunakan rumus :



Grafik 3.2 Contoh grafik beban vs lendutan

$$MOE = \frac{ML^3}{4BD^3}$$

Dimana:

L adalah jarak sangga (cm).

B adalah lebar (cm).

D adalah tebal (cm).

M adalah kemiringan garis linier (ΔP/ ΔY)

Ada beberapa metode lain untuk menghitung nilai modulus elastisitas material berdasarkan buku Mechanics of Materials oleh Hibbeler[8], yaitu :

1. Metode Actual

Pada metode actual nilai modulus elastisitas merupakan hasil interpolasi nilai tegangan ketika 50 % dari nilai regangan maksimum .

2. Metode Offset

Pada metode offset nilai modulus elastisitas merupakan perbandingan 60% nilai tegangan maksimum dibagi 60% nilai regangan maksimum.

Untuk metode actual digunakan pada material beton, sedangkan untuk metode offset digunakan pada material baja. Penggunaan kedua metode ini dalam menghitung modulus elastisitas hanya sebagai *tentative*, atau hanya sebagai pembanding.

3.6.11 Uji Modulus Elastisitas Arah Lebar

- Tujuan

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. *Universal Testing Machine* merek *Instron*,
2. Meteran dan

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

3. Jangka sorong.

- Persiapan

Siapkan benda uji 180mm x 50mm x 15mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

Pengujian dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* merek *Instron*. Contoh uji dalam kondisi kering udara dibentangkan dengan jarak sangga 16,5 cm dengan posisi tinggi yang yang dibebani, seperti pada Gambar 3.11. Kemudian pembebanan dilakukan di tengah-tengah jarak sangga seperti terlihat pada Gambar 3.11. Benda uji dalam posisi sisi lebar yang dibebani.

Gambar 3.11. Uji kuat lentur kering dan modulus elastisitas lentur arah lebar

- Analisa Data

Perhitungannya sama dengan modulus elastisitas arah panjang.

3.6.12 Uji Kuat Lentur Arah Panjang

- Tujuan

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. *Universal Testing Machine* merek *Instron*.,
2. meteran dan
3. jangka sorong.

- Persiapan

Siapkan benda uji 180mm x 50mm x 15mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

Pengujian dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* merek *Instron*. Contoh uji dalam kondisi kering udara dibentangkan dengan jarak sangga 15 cm. Kemudian pembebanan dilakukan di tengah-tengah jarak sangga seperti terlihat pada Gambar 3.10. Benda uji dalam posisi sisi tebal yang dibebani.

- Analisa Data

$$Kuat\ Lentur\ (kgf/cm^2) = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Dimana:
P adalah beban maksimum (kgf).
L adalah jarak sangga (cm).
b adalah lebar (cm).
h adalah tebal (cm).

Untuk papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif nilai pada arah lebar yang dipakai. Sedangkan untuk papan partikel berlapis venir dan papan partikel biasa struktural, nilai pada arah panjang dan lebar dipakai.

3.6.13 Uji Kuat Lentur Arah Lebar

- Tujuan

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. *Universal Testing Machine* merek *Instron*.,
2. meteran dan
3. jangka sorong.

- Persiapan

Siapkan benda uji 180mm x 50mm x 15mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

Pengujian dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* merek *Instron*. Contoh uji dalam kondisi kering udara dibentangkan dengan jarak sangga 15 cm. Kemudian pembebanan dilakukan di tengah-tengah jarak sangga seperti terlihat pada Gambar 3.1. Benda uji dalam posisi sisi lebar yang dibebani.

- Analisa Data

$$Kuat\ Lentur\ \ (kgf/cm^2) = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Dimana:

P adalah beban maksimum (kgf).

L adalah jarak sangga (cm).

b adalah lebar (cm).

h adalah tebal (cm).

3.6.11. Uji Beban Terpusat

- Tujuan

Untuk mengetahui arah pola retak pada pelat komposit cacah aseptik dan phenol formaldehid akibat dibebani beban terpusat secara bertahap dan konstan.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. Spidol warna
2. Alat perekam (kamera)
3. Satu buah dial gauge ketelitian 0,01 mm

4. Satu buah waterpass
5. Mesin uji lentur yang dilengkapi dengan proving ring kapasitas 5000 kgf

- Persiapan

Siapkan benda uji 400 mm x 200mm x 15 mm sebanyak 2 buah.

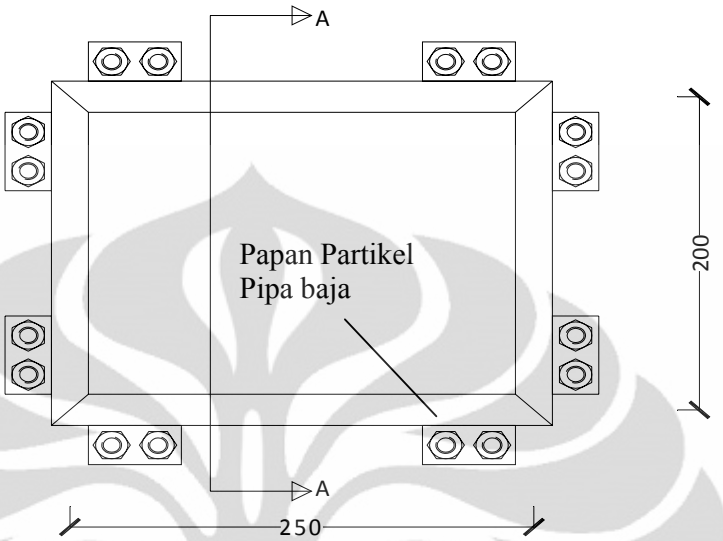
- Prosedur

1. Ambil benda uji yang akan di uji pola retaknya dan berikan empat tumpuan pada benda uji. Frame tumpuannya berupa sendi di empat sisi papan yang terbuat dari pipa besi diameter 20 cm yang dijepit dengan sekrup seperti terlihat pada Gambar 3.11.
2. Tempatkan benda uji dan frame perletakannya pada mesin uji lalu atur agar permukaan benda uji tepat berada ditengah bawah proving ring.
3. gunakan waterpass guna memastikan frame perletakan rata.
4. Turunkan beban secara secara semi siklik kemudian catat beban dan lendutan yang terjadi.
5. Setelah itu amati apakah terdapat retak pada benda uji. Bila terdapat retak warnai dengan spidol pola retaknya dan rekam dengan kamera.
6. Lakukan langkah 3 dan 4 sampai pelat komposit *collapse*/runtuh.
7. Ulangi langkah 1 sampai 5 dengan mengganti posisi beban terpusat pada seperempat bentang.

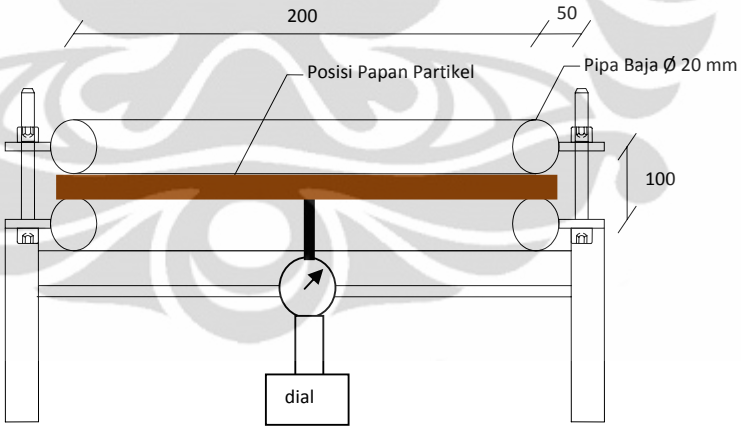
- Analisa Data

Setelah mendapati pola retak akibat beban maksimum bandingkan hasil pola retak, apakah sesuai dengan kaidah teori pelat satu arah *(one way slab)* atau pelat dua arah *(two way slab)*. Dari pola retak yang terjadi dapat kita simpulkan sifat material komposit cacah aseptik dengan phenol formaldehid akibat beban terpusat serta dayang dukung maksimum pelat papan partikel dan pola penyebaran bebannya.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011



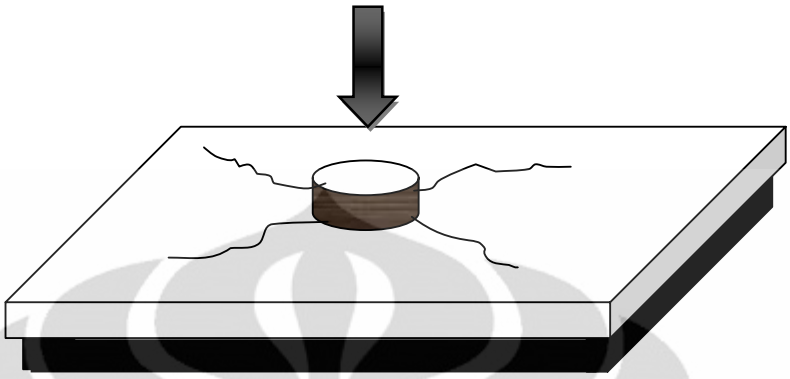
Gambar 3.12. Frame perletakan sendi pada pelat yang terbuat dari frame pipa



Gambar 3.13. Potongan A-A perletakan sendi pada pelat

Gambar 3.14. Frame perletakan sendi pada pelat

Gambar 3.15. Mesin uji lentur dengan proving ring



Gambar 3.16. Contoh pola retak yang terjadi

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Perancangan Campuran Papan Partikel

Komposisi masing-masing benda uji dihitung berdasarkan persentase berat masing-masing cacah aseptik dan phenol formaldehida.

4.1.1. Perhitungan Benda Uji Aseptik : Phenol Formaldehida = 70% : 30%

Berdasarkan JIS A 5908 : 2003[19] kerapatan yang diijinkan 0,40 - 0,90 gr/cm^3.

Diambil terget kerapatan	= 0,80 gr/cm^3
Dimensi papan partikel	= 30 cm x 30 cm x 1,5 cm
Maka :	
Volume Papan	= 1350 cm^3
Total bahan yang dibutuhkan	= 1350 cm^3 x 0,8 gr/cm^3
	= 1080 gr
Phenol Formaldehida yang dibutuhkan	= 1080 gr x 30%
	= 324 gr
Phenol Formaldehida yang tercecer	= 324 gr x 5% (asumsi)
	= 16,2 gr
Total Phenol Formaldehida	= 324 gr + 16,2 gr
	= 340,20 gr
Cacah aseptik yang dibutuhkan	= 1080 gr x 70%
	= 756 gr
Cacah aseptik yang tercecer	= 756 gr x 5%
	= 37,8 gr
Total Cacah aseptik	= 756 gr + 37,8 gr
	= 793,80 gr

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

4.1.2. Perhitungan Benda Uji Aseptik : Phenol Formaldehida = 65% : 35%

Berdasarkan JIS A 5908 : 2003[19] kerapatan yang diijinkan 0,40 - 0,90 gr/cm^3.

Diambil terget kerapatan	= 0,80 gr/cm^3
Dimensi papan partikel	= 30 cm x 30 cm x 1,5 cm
Maka :	
Volume Papan	= 1350 cm^3
Total bahan yang dibutuhkan	= 1350 cm^3 x 0,8 gr/cm^3
	= 1080 gr
Phenol Formaldehida yang dibutuhkan	= 1080 gr x 35%
	= 378 gr
Phenol Formaldehida yang tercecer	= 378 gr x 5% (asumsi)
	= 18,9 gr
Total Phenol Formaldehida	= 378 gr + 18,9 gr
	= 396,90 gr
Cacah aseptik yang dibutuhkan	= 1080 gr x 65%
	= 702 gr
Cacah aseptik yang tercecer	= 702 gr x 5%
	= 35,1 gr
Total Cacah aseptik	= 702 gr + 35,1 gr
	= 737,10 gr

4.1.3. Perhitungan Benda Uji Aseptik : Phenol Formaldehida = 60% : 40%

Berdasarkan JIS A 5908 : 2003[19] kerapatan yang diijinkan 0,40 - 0,90 gr/cm^3.

Diambil terget kerapatan	= 0,80 gr/cm^3
Dimensi papan partikel	= 30 cm x 30 cm x 1,5 cm
Maka :	
Volume Papan	= 1350 cm^3
Total bahan yang dibutuhkan	= 1350 cm^3 x 0,8 gr/cm^3
	= 1080 gr
Phenol Formaldehida yang dibutuhkan	= 1080 gr x 40%
	= 432 gr

Phenol Formaldehida yang tercecer	= 432 gr x 5% (asumsi)
	= 21,6 gr
Total Phenol Formaldehida	= 432 gr + 21,6 gr
	= 453,60 gr
Cacah aseptik yang dibutuhkan	= 1080 gr x 60%
	= 648 gr
Cacah aseptik yang tercecer	= 648 gr x 5%
	= 32,4 gr
Total Cacah aseptik	= 648 gr + 32,4 gr
	= 680,40 gr

4.1.4. Perhitungan Benda Uji Aseptik : Phenol Formaldehida = 60% : 40% (10 mm)

Berdasarkan JIS A 5908 : 2003[19] kerapatan yang diijinkan 0,40 - 0,90 gr/cm^3.

Diambil terget kerapatan	= 0,80 gr/cm^3
Dimensi papan partikel	= 30 cm x 30 cm x 1 cm
Maka :	
Volume Papan	= 900 cm^3
Total bahan yang dibutuhkan	= 900 cm^3 x 0,8 gr/cm^3
	= 720 gr
Phenol Formaldehida yang dibutuhkan	= 720 gr x 40%
	= 288 gr
Phenol Formaldehida yang tercecer	= 432 gr x 5% (asumsi)
	= 14,4 gr
Total Phenol Formaldehida	= 288 gr + 14,4 gr
	= 302,4 gr
Cacah aseptik yang dibutuhkan	= 720 gr x 60%
	= 432 gr
Cacah aseptik yang tercecer	= 432 gr x 5%
	= 21,6 gr
Total Cacah aseptik	= 432 gr + 21,6 gr
	= 453,6 gr

4.1.5. Perhitungan Benda Uji Aseptik : Phenol Formaldehida = 90% : 10%

Berdasarkan JIS A 5908 : 2003[19] kerapatan yang diijinkan 0,40 - 0,90 gr/cm^3.

Diambil terget kerapatan	= 0,80 gr/cm^3
Dimensi papan partikel	= 30 cm x 30 cm x 1 cm
Maka :	
Volume Papan	= 900 cm^3
Total bahan yang dibutuhkan	= 900 cm^3 x 0,8 gr/cm^3
	= 720 gr
Phenol Formaldehida yang dibutuhkan	= 720 gr x 10%
	= 72 gr
Phenol Formaldehida yang tercecer	= 72 gr x 5% (asumsi)
	= 3,6 gr
Total Phenol Formaldehida	= 72 gr + 3,6 gr
	= 75,60 gr
Cacah aseptik yang dibutuhkan	= 720 gr x 90%
	= 648 gr
Cacah aseptik yang tercecer	= 648 gr x 5%
	= 32,4 gr
Total Cacah aseptik	= 648 gr + 32,4 gr
	= 680,40 gr

4.1.6. Perhitungan Benda Uji Aseptik : Phenol Formaldehida = 80% : 20%

Berdasarkan JIS A 5908 : 2003[19] kerapatan yang diijinkan 0,40 - 0,90 gr/cm^3.

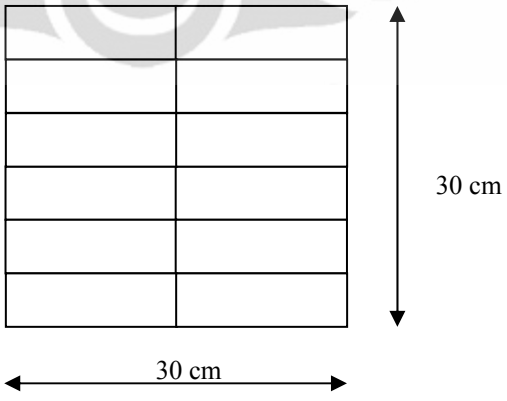
Diambil terget kerapatan	= 0,80 gr/cm^3
Dimensi papan partikel	= 30 cm x 30 cm x 1 cm
Maka :	
Volume Papan	= 900 cm^3
Total bahan yang dibutuhkan	= 900 cm^3 x 0,8 gr/cm^3
	= 720 gr
Phenol Formaldehida yang dibutuhkan	= 720 gr x 20%
	= 144 gr

Phenol Formaldehida yang tercecer	= 144 gr x 5% (asumsi)
	= 3,6 gr
Total Phenol Formaldehida	= 144 gr + 7,2 gr
	= 151,20 gr
Cacah aseptik yang dibutuhkan	= 720 gr x 80%
	= 576 gr
Cacah aseptik yang tercecer	= 576 gr x 5%
	= 28,8 gr
Total Cacah aseptik	= 576 gr + 28,8 gr
	= 604,80 gr

4.2. Analisa Pemotongan dan Kebutuhan Benda Uji

Agar jumlah benda uji yang dihasilkan dapat secara optimal maka perlu dilakukan perencanaan pemotongan. Benda uji yang dihasilkan pada laboratorium bio-komposit adalah ukuran 30 cm x 30 cm x 1,5 cm untuk persentase aseptik 60%, 65%,70% dan ukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm untuk persentase aseptik 80%, 90%. Perencanaan pemotongan benda uji adalah sebagai berikut :

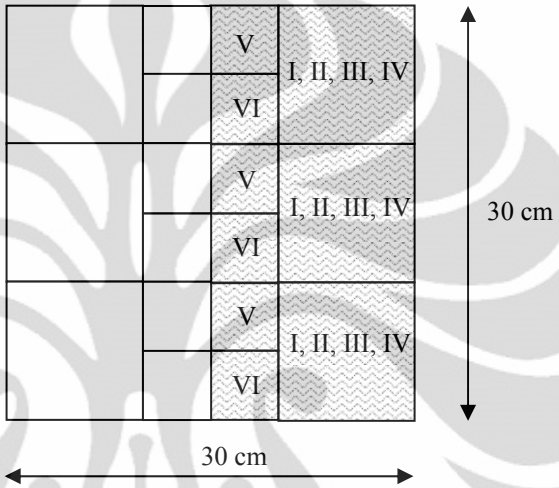
Khusus untuk pengujian emisi formaldehida hanya dilakukan pada persentase phenol formaldehida terbesar, yaitu 40% karena lebih berpotensi mempunyai emisi yang lebih besar ketimbang yang lain. Pemotongan benda ujinya seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.1. sebagai berikut :



Gambar 4.1. Pola pemotongan papan untuk uji emisi

Papan dipotong ukuran 5 cm x 15 cm, didapat 12 benda uji. Benda uji yang wajibkan adalah 10 buah dan buah sisanya sebagai cadangan. Jadi papan 30 cm x 30 cm yang dibtuhkan cukup 1 papan.

Untuk uji fisik masing-masing komposisi dengan tekanan kempa dan suhu *hot pressing* yang sama bisa dilakukan pemotongan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.2. berikut :



Gambar 4.2. Pola pemotongan papan untuk uji fisik

Keterangan :

I, II, III, IV = Benda uji visual, uji mutu penampilan, uji kerapatan dan uji kadar air (10 cm x 10 cm)

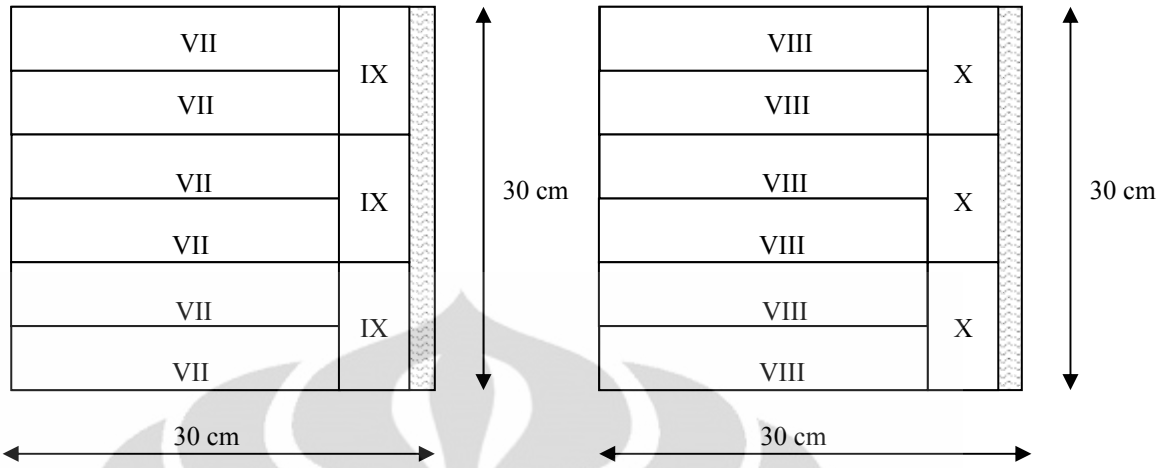
V = Benda uji daya serap air dan uji pengembangan tebal (5 cm x 5 cm)

VI = Benda uji keteguhan tarik tegak lurus

Bagian yang non arsir adalah benda uji yang tidak dilapisi sedangkan bagian benda uji yang di arsir adalah benda uji yang dilapisi glassir / waterproofing.

Untuk uji mekanik masing-masing komposisi dengan tekanan kempa dan suhu hot pressing yang sama bisa dilakukan pemotongan sebagai berikut :

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011



Gambar 4.3. Pola pemotongan papan untuk uji fisik mekanik

Keterangan :

VII = Benda uji MOE dan MOR (5 cm x 18 cm)

VIII = Benda uji MOE dan MOR dilapisi glassir (5 cm x 18 cm)

IX = Benda uji keteguhan cabut sekrup (5 cm x 10 cm)

X = Benda uji keteguhan cabut sekrup dilapisi glassir (5 cm x 10 cm)

Kebutuhan papan 30 cm x 30 cm seperti diatas adalah sbb :

Tabel 4.1. Kebutuhan papan 30 cm x 30 cm

	Tekanan Hidrolik	% Phenol	% Aseptik	Keb. Papan 30 cm x 30 cm (buah)	Keterangan
Aseptik 50mm x 5mm	15 kg/cm^2	30%	70%	3	
		35%	65%	3	
		40%	60%	3	
	15 kg/cm^2	10%	90%	2	tebal = 1 cm
	15 kg/cm^2	20%	80%	2	tebal = 1 cm
5mm x 5mm	25 kg/cm^2	20%	80%	1	Uji Emisi ; tebal = 1 cm
	25 kg/cm^2	40%	60%	1	Uji Emisi ; tebal = 1 cm
			Total	15	

Tabel 4.2. Kebutuhan bahan aseptik dan perekat

	Tekanan Hidrolik	(gr) Phenol	(gr) Aseptik	Kebutuhan Total		Keterangan
				(gr) Phenol	(gr) Aseptik	
Aseptik 50mm x 5mm	15 kg/cm^2	340,20	739,80	1.021	2.219	
		369,90	737,10	1.110	2.211	
		453,60	680,40	1.361	2.041	
	15 kg/cm^2	75,60	680,40	151	1.361	tebal = 1 cm
	15 kg/cm^2	151,20	604,80	302	1.210	tebal = 1 cm
5mm x 5mm	25 kg/cm^2	151,20	604,80	151	605	1 buah u/ uji emisi
	25 kg/cm^2	302,40	453,50	302	454	1 buah u/ uji emisi
			Total	4.398	10.101	

4.3. Analisa Pengaturan Tekanan dan Suhu

Suhu pengempaan pada perlakuan semua papan adalah sama yaitu 140^o C. Pada tekanan kempa mesin hidrolik harus di setting tekanan kempa yang kita inginkan. Dial pada mesin kempa tidak menunjukan nilai tekanan, tetapi harus dikalibrasi dengan koefisien alat.

Perhitungan dial untuk papan 30 cm x 30 cm x 1,5 cm tekanan 15 kg/cm^2 sebagai berikut :

Volume papan = 1350 cm^3

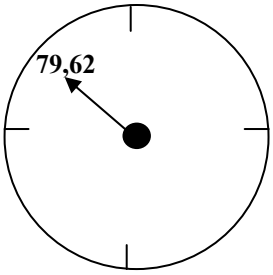
Tekanan = 15 kg/cm^2

Luas Piston = 254,34 cm^2

Dial = (1350 cm^3 x 15 kg/cm^2) / 254,34 cm^2

= 79,62 kg/cm

Berikut Gambar 4.4. berikut menampilkan jarum dial pada alat hidrolik kempa papan partikel untuk tekanan 15 kg/cm^2.



Gambar 4.4. dial mesin kempa 15 kg/cm^2 untuk 30cm x 30cm x 1,5cm

Perhitungan dial untuk papan 30 cm x 30 cm x 1 cm tekanan 15 kg/cm^2 sebagai berikut :

Volume papan = 900 cm^3
Tekanan = 15 kg/cm^2
Luas Piston = 254,34 cm^2
Dial = (900 cm^3 x 15 kg/cm^2) / 254,34 cm^2
= 53,08 kg/cm

Perhitungan dial untuk papan 30 cm x 30 cm x 1 cm tekanan 25 kg/cm^2 (untuk uji emisi) sebagai berikut :

Volume papan = 900 cm^3
Tekanan = 25 kg/cm^2
Luas Piston = 254,34 cm^2
Dial = (900 cm^3 x 25 kg/cm^2) / 254,34 cm^2
= 88,46 kg/cm

4.4. Massa Jenis Bahan

Dilakukan perhitungan massa jenis masing-masing bahan yang terdiri dari cacah aseptik dan phenol formaldehida.

Cacak aseptik

sifat : padat
dimensi : 10 cm x 10 cm x 0,05 cm
volume : 5 cm^3
massa : 3,10 gram
massa jenis (massa/volume) : 0,62 gram/cm^3

Phenol Formaldehida

sifat : cair

volume : 250 cm^3

massa : 275 gram

massa jenis (massa/volume) : 1,10 gram/cm^3

4.5. Analisa Uji Emisi Formaldehida

Pengujian emisi formaldehida dilakukan oleh PT. Mutu Agung Lestari (MAL) Depok dengan hasil data sebagai berikut :

Tabel 4.3. hasil pengujian emisi formaldehida

Emisi Formaldehida		
Standar JIS A 5908 : 2004		Hasil Pengujian
Klasifikasi dan Simbol	Rataan	
F****	0,3 mg/l atau lebih rendah	phenol 20% = 0,12 mg/l phenol 40% = 0,07 mg/l
F***	0,5 mg/l atau lebih rendah	-
F**	1,5 mg/l atau lebih rendah	-

Uji emisi kadar formaldehida bertujuan untuk mengetahui kadar emisi buang formaldehida terhadap lingkungan, seperti yang telah diketahui bahwa formaldehida termasuk bahan yang berbahaya dalam jumlah yang banyak. Pengujian dilakukan pada persentase phenol formaldehida terbesar yaitu 40% karena kadarnya yang besar berpotensi menyebabkan emisi yang besar pula. Selain itu dilakukan pengujian pada persentase 20% untuk mengetahui perbandingannya. Hasil pengujian yang dilakukan oleh PT. Mutu Agung Lestari, Depok pada tabel 4.3. menunjukkan emisi phenol formaldehida masing-masing untuk benda uji dengan phenol formaldehida 20% dan 40% adalah 0,12 mg/l dan 0,07 mg/l atau masuk klasifikasi F****. Ini adalah kelas atau klasifikasi yang paling rendah, sehingga papan sangat layak digunakan dan tidak membahayakan pada kesehatan. Emisi yang dihasilkan benda uji dengan persentase phenol

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

formaldehida 20% sedikit lebih besar ketimbang dengan benda uji dengan persentase phenol formaldehida 40%. Masing-masing benda uji dibuat dengan ukuran cacah, ketebalan papan, suhu dan tekanan pengempan yang sama. yang membedakan yaitu benda uji dengan persentase phenol formaldehida 20% dilakukan pengempaan selama 10 menit sedangkan benda uji dengan persentase phenol formaldehida 40% dikempa selama 15 menit sehingga kemungkinan mempunyai efek ke hasil uji emisinya karena lebih lama pengempaannya sehingga persentase formaldehida yang bereaksi pun lebih kecil.

4.6. Analisa Uji Visual

Pengamatan terhadap pengukuran panjang, lebar, tebal dan kesikuan disajikan dalam Tabel 4.4. serta hasil ketidaksesuian visual pada Tabel 4.5. berikut:

Tabel 4.4. Hasil pengamatan visual

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Dimensi Rata-rata			
			p (mm)	l (mm)	t (mm)	Kesikuan (mm)
Aseptik 50mm x 5mm	15 kg/cm^2	30%	96,58	97,23	12,90	0,71
		35%	100,80	98,17	12,92	0,83
		40%	98,02	98,15	13,42	1,92
	15 kg/cm^2	10%	98,45	99,05	9,29	0,67
		20%	96,17	96,68	9,83	0,83
Partikel kayu	Partikel kayu	Partikel kayu	98,08	96,62	12,00	0,25

Tabel 4.5. Hasil ketidaksesuaian visual

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Ketidaksesuaian			
			p (mm)	l (mm)	t (mm)	Kesikuan (mm)
Aseptik 50mm x 5mm	15 kg/cm^2	30%	3,42	2,77	2,10	0,71
		35%	0,80	1,83	2,08	0,83
		40%	1,98	1,85	1,58	1,92
	15 kg/cm^2	10%	1,55	0,95	0,71	0,67
		20%	3,83	3,32	0,17	0,83
Partikel kayu	Partikel kayu	Partikel kayu	-	-	-	0,25

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Berdasarkan Tabel 4.4. pengukuran panjang berdasarkan hasil rata-rata 2 kali pergukuran pada kedua sisi panjang benda uji menggunakan jangka sorong, untuk pengukuran lebar sama halnya dengan pengukuran panjang, untuk pengukuran tebal berdasarkan hasil rata-rata 4 kali pengukuran pada ke empat sisi benda uji. Untuk kesikuan sama halnya dengan pengukuran tebal. Toleransi panjang dan lebar adalah ± 3 mm, untuk ketebalan target 15 mm toleransi yang diberikan adalah ± 1 mm sedangkan untuk kesikuan adalah ± 2 mm.

Untuk panjang dan lebar rata-rata memenuhi standar toleransi dengan perbedaan terbesar pada benda uji persentase phenol 30% non glassir yaitu 3,42 mm pada panjang dan 2,77 mm pada lebar. Untuk ketebalan umumnya pada percobaan non glassir dengan target ketebalan 15 mm tidak memenuhi toleransi, hal ini kemungkinan disebabkan suhu yang tinggi pada hot pressing (140^{o}C) dan massa jenis phenol yang hampir sama dengan air yang memungkinkan terjadinya penguapan sehingga persentase yang dihasilkan menurun dan target ketebalan yang ditentukan tidak tercapai. Untuk papan partikel partikel kayu tidak diketahui target yang akan dicapainya sehingga tidak diketahui nilai ketidaksesuaiannya.

Untuk kesikuan yang terlihat dari Tabel 4.5. semua benda uji memenuhi toleransi, untuk persentase aseptik yang lebih besar cenderung memiliki tingkat kesikuan yang tinggi. Pada pengukuran kesikuan dipengaruhi saat proses pemotongan dimana papan karena papan dengan persentase aseptik lebih besar cenderung lebih siku saat pemotongan. Dari beberapa pengukuran dimensi ini untuk panjang dan lebar sangat dipengaruhi pada proses penggambaran papan dan pemotongannya. Sedangkan untuk pengukuran tebal sangat dipengaruhi oleh proses penentuan persentase phenol formaldehida dan aseptik serta proses *hot pressing*.

4.7. Analisa Uji Mutu dan Penampilan

Pengamatan terhadap mutu dan penampilan serta adanya cacat yang mempengaruhi mutu penampilan disajikan pada Tabel 4.6. dan Tabel 4.7. berikut :

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Tabel 4.6. Hasil pengamatan mutu dan penampilan

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Visual	Partikel Kasar Permukaan Panel	Noda Serbuk
Aseptik 50mm x 5mm	15 kg/cm^2	30%	ada rongga tidak terisi perekat sebagian kecil	< 10 buah	tidak ada
		35%	agak lapuk beberapa bagian	< 10 buah	tidak ada
		40%	agak keropos	< 20 buah	tidak ada
		10%	Agak rapat	< 10 buah	tidak ada
		20%	Agak rapat	< 10 buah	tidak ada
Partikel kayu	Partikel kayu	Partikel kayu	Rapat	tidak ada	tidak ada

Tabel 4.7. Hasil pengamatan mutu dan penampilan lanjutan

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Noda Minyak	Noda Perekat	Rusak Tepi	Mutu
Aseptik 50mm x 5mm	15 kg/cm^2	30%	tidak ada	Diameter 1-2 cm 2 buah	l < 3 mm p < 100 mm	C
		35%	tidak ada	Diameter 1-2 cm 2 buah	l < 5 mm p < 100 mm	D
		40%	tidak ada	Diameter 1-2 cm 2 buah	l < 6 mm p < 200 mm	D
		10%	tidak ada	tidak ada	tidak ada	B
		20%	tidak ada	tidak ada	tidak ada	B
Partikel kayu	Partikel kayu	Partikel kayu	tidak ada	tidak ada	tidak ada	A

Dari Tabel 4.6 dan Tabel 4.7. di atas papan partikel komposisi cacah aseptik dengan phenol formaldehida tidak ditemukan noda-noda serbuk dan minyak, karena papan ini tidak menggunakan bahan yang mengandung serbuk dan minyak.

Secara visual ada sedikit rongga-rongga diakibatkan agregat aseptik tidak terisi oleh bahan perekat phenol formaldehida hal ini dimungkinkan akibat proses mixing atau pencampuran yang kurang merata, dari data yang tampak bahwa semakin besar persentase perekat phenol formaldehida sebakin banyak pula rongga dan keropos yang ditemukan kemungkinan karena banyaknya ruang kosong disebabkan pebandingan berat aseptik yang semakin sedikit persentasenya bila persentase perekatnya yang ditambah, mengingat massa jenis phenol formaldehida yang hampir sama dengan air dan suhu pengepressan adalah 140^{o}C sehingga ketika cairan perekat phenol formaldehida cepat keras sebelum sempat tertekan ke segala arah secara merata dan mengisi rongga-rongga yang kosong. Sedangkan pada persentase perekat phenol formaldehida 10% cenderung lebih rapat dan terisi karena sedikitnya ruang perekat yang harus diisi, sama halnya dengan persentase perekat phenol formaldehida 20% walau tidak sebaik persentase phenol formaldehida 10%.

Sedangkan untuk noda perekat sudah jelas bahwa semakin banyak persentase perekatnya makin besar pula keberadaan noda perekatnya, umumnya noda perekat karena pengumpalan phenol formaldehida di satu titik akibat kurang ratanya penyebaran perekat saat proses *hot pressing*. Sama halnya dengan partikel kasar, partikel kasar disebabkan akibat noda perekat dan dan rongga-rongga yang ada. Untuk rusak bagian tepi hal ini disebabkan bagian keropos dibagian tepi sehingga ditemukan beberapa cacat pada bagian tepi, umumnya semakin besar persentase phenol formaldehida, semakin besar pula rusak bagian tepinya.

Pada produk partikel kayu tidak diketemukan cacat, diakibatkan pembuatnya melalui proses industri yang sudah di screening dan melalui proses *quality control* yang ketat.

Berdasarkan syarat umum dan syarat khusus JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003 : *Particleboard*[19] dari penilaian visual, partikel kasar pada permukaan, noda serbuk, noda minyak dan rusak pada bagian tepi maka ditarik kesimpulan bahwa papan partikel dengan kandungan phenol formaldehida 10% dan 20% di kategorikan pada mutu B, sedangkan pada papan partikel dengan kandungan phenol formaldehida 30% dikategorikan pada mutu C sedangkan

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

untuk papan partikel dengan kandungan phenol formaldehida 35% dan 40% dikategorikan pada mutu D. Untuk produk partikel kayu dikategorikan mutu A karena sudah mengalami proses industrilisasi dengan *quality control* yang ketat.

4.8. Analisa Uji Daya Serap Air

Keterangan kode tipe variasi benda uji pada semua tabel setiap pengujian diperlihatkan pada Tabel 4.8. berikut :

Tabel 4.8. Kode tipe benda uji untuk semua pengujian

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Tipe
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm^2	30%	1
		35%	2
		40%	3
Aseptik 50mm x 5mm Dilapisi Glassir	15 kg/cm^2	30%	4
		35%	5
		40%	6
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm^2	10%	7
		20%	8
Partikel kayu	Partikel kayu	Partikel kayu	9

Hasil pengujian daya serap air disajikan dalam Tabel 4.9. dan Tabel 4.11. serta deviasi yang terjadi pada Tabel 4.10. dan Tabel 4.12. berikut :

Tabel 4.9. Hasil perhitungan daya serap setelah 2 jam

Tipe	Benda Uji 1			Benda Uji 2			Benda Uji 3		
	Ba (gr)	Bk (gr)	Daya Serap %	Ba (gr)	Bk (gr)	Daya Serap %	Ba (gr)	Bk (gr)	Daya Serap %
1	20,05	31,09	55,06	18,40	28,40	54,35	20,45	31,75	55,26
2	19,65	29,04	47,79	23,32	34,42	47,60	24,41	36,10	47,89
3	18,07	25,12	39,01	17,43	24,35	39,70	20,02	27,81	38,91
4	26,89	38,38	42,73	26,97	38,52	42,83	26,98	38,44	42,48
5	27,87	36,88	32,33	30,62	40,36	31,81	22,72	29,94	31,78
6	20,17	25,12	24,54	19,65	24,35	23,92	22,41	27,81	24,10

Tipe	Benda Uji 1			Benda Uji 2			Benda Uji 3		
	Ba (gr)	Bk (gr)	Daya Serap %	Ba (gr)	Bk (gr)	Daya Serap %	Ba (gr)	Bk (gr)	Daya Serap %
7	16,96	21,79	28,48	15,87	20,45	28,86	17,13	22,08	28,90
8	17,43	21,89	25,59	17,22	21,58	25,32	18,96	23,85	25,79
9	24,03	31,74	32,08	21,84	28,94	32,51	22,27	29,54	32,64

Tabel 4.10. Deviasi hasil perhitungan daya serap setelah 2 jam

Tipe	Daya Serap (%)			Rata-rata X (%)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (%)	X+SD (%)	X-SD (%)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
1	55,06	54,35	55,26	54,89	0,391	55,28	54,50
2	47,79	47,60	47,89	47,76	0,121	47,88	47,64
3	39,01	39,70	38,91	39,21	0,351	39,56	38,86
4	42,73	42,83	42,48	42,68	0,147	42,82	42,53
5	32,33	31,81	31,78	31,97	0,252	32,22	31,72
6	24,54	23,92	24,10	24,19	0,262	24,45	23,92
7	28,48	28,86	28,90	28,74	0,189	28,93	28,56
8	25,59	25,32	25,79	25,57	0,193	25,76	25,37
9	32,08	32,51	32,64	32,41	0,238	32,65	32,17

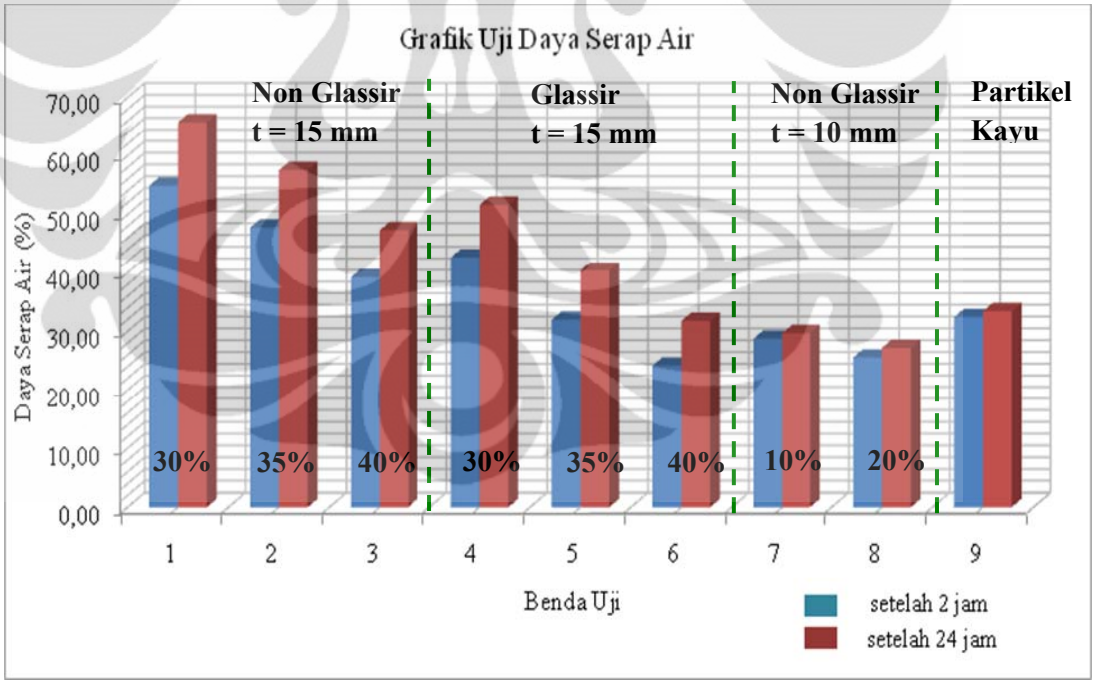
Tabel 4.11. Hasil perhitungan daya serap setelah 24 jam

Tipe	Benda Uji 1			Benda Uji 2			Benda Uji 3		
	Ba (gr)	Bk (gr)	Daya Serap %	Ba (gr)	Bk (gr)	Daya Serap %	Ba (gr)	Bk (gr)	Daya Serap %
1	20,05	33,28	65,99	18,40	30,52	65,87	20,45	33,84	65,48
2	19,65	31,00	57,76	23,32	36,78	57,72	24,41	38,33	57,03
3	18,07	26,64	47,43	17,43	25,69	47,39	20,02	29,46	47,15
4	26,89	40,76	51,58	26,27	39,87	51,77	25,08	38,01	51,56
5	27,87	39,24	40,80	30,62	42,95	40,27	22,72	31,84	40,14
6	20,17	26,54	31,58	19,65	26,00	32,32	22,41	29,46	31,46
7	16,96	22,02	29,83	15,87	20,55	29,49	17,13	22,23	29,77
8	17,43	22,16	27,14	17,22	21,87	27,00	18,96	24,17	27,48
9	24,03	32,02	33,25	21,84	29,15	33,47	22,27	29,74	33,54

Tabel 4.12. Deviasi hasil perhitungan daya serap setelah 24 jam

Tipe	Daya serap (%)			Rata-rata X (%)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (%)	X+SD (%)	X-SD (%)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
1	65,99	65,87	65,48	65,78	0,218	65,99	65,56
2	57,76	57,72	57,03	57,50	0,337	57,84	57,16
3	47,43	47,39	47,15	47,32	0,121	47,44	47,20
4	51,58	51,77	51,56	51,64	0,096	51,73	51,54
5	40,80	40,27	40,14	40,40	0,284	40,69	40,12
6	31,58	32,32	31,46	31,79	0,378	32,16	31,41
7	29,83	29,49	29,77	29,70	0,150	29,85	29,55
8	27,14	27,00	27,48	27,21	0,200	27,41	27,01
9	33,25	33,47	33,54	33,42	0,125	33,55	33,30

Grafik 4.1. Hasil perhitungan daya serap air



Pada JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003: *Particleboard*[19] tidak ada syarat nominal daya serap papan partikel. Nilai daya serap ini hanya sebagai informasi yang menggambarkan tentang bagaimana kemampuan papan untuk menyerap air. Dari Grafik 4.1. daya serap baik setelah proses perendaman 2 jam maupun 24 jam di atas didapat suatu pola sifat papan partikel, yaitu semakin besar

kandungan aseptik suatu papan maka semakin besar juga daya serap air papan tersebut dan semakin besar pula lonjakan daya serapa yang terjadi dari hasil rendam 2 jam menuju 24 jam. Hal ini diduga akibat partikel kertas pada aseptik yang mudah menyerap air sehingga kadar air yang dihasilkan pun cukup besar. Faktor glassir berupa water proofing cukup memberi andil terhadap pengurangan daya serap air, ini terbukti dengan persentase daya serap air benda uji dengan persentase phenol 30%, 35%, dan 40% non glassir jauh lebih kecil ketimbang benda uji dengan persentase phenol 30%, 35%, dan 40% glassir. Sedangkan daya serap papan dengan persentase phenol 10% juga jauh lebih rendah ketimbang papan dengan persentase phenol 30% padahal seharusnya papan dengan persentase aseptik lebih banyak mempunyai daya serap air yang tinggi, hal ini wajar terjadi karena kedua papan mempunyai perbedaan ketebalan, papan dengan persentase 10% mempunyai ketebalan 10 mm sedangkan papan dengan persentase phenol 30% mempunyai ketebalan 15 mm. Pada perhitungan komposisi di awal, papan partikel dengan persentase phenol formaldehida 10% mempunyai massa aseptik total 680,40 gram atau lebih rendah daripada papan partikel dengan persentase phenol formaldehida 30% yang memiliki massa aseptik total 793,80 gram sehingga persentase kertas yang dimiliki oleh papan partikel dengan persentase phenol formaldehida 10% ketebalan 15 mm lebih tinggi pula. Tinggi persentase kertas ini yang menyebabkan papan partikel dengan persentase phenol formaldehida 30% dengan ketebalan 15 mm lebih tinggi dibanding papan patikel dengan persentase phenol formaldehida 10% dengan ketebalan 10mm. Pada papan partikel kayu pun besar ketimbang papan partikel aseptik-phenol formaldehida dengan persentase phenol 10% dan 20%, kemungkinan akibat persentase serbuk kayu pada papan yang jauh lebih mudah menyerap air dan air yang diserap sulit menguap akibat tertahan lapisan veneer papan.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

4.9. Analisa Uji Kadar Air

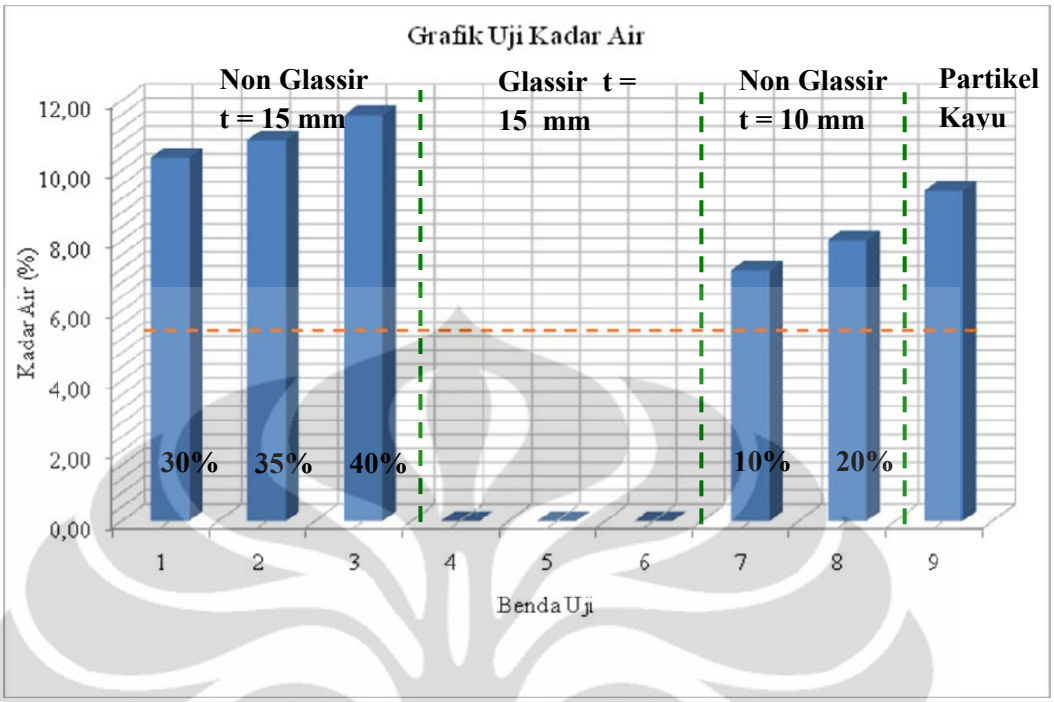
Hasil pengujian kadar air disajikan dalam Tabel 4.13. serta deviasi yang terjadi pada Tabel 4.14. berikut :

Tabel 4.13. Hasil perhitungan kadar air

Tipe	Benda Uji 1			Benda Uji 2			Benda Uji 3		
	Ba (gr)	Bk (gr)	Kadar Air %	Ba (gr)	Bk (gr)	Kadar Air %	Ba (gr)	Bk (gr)	Kadar Air %
1	82,72	74,86	10,50	86,77	78,62	10,37	85,42	77,47	10,26
2	86,91	77,8	11,71	90,93	82,16	10,67	85,88	77,90	10,24
3	81,91	72,85	12,44	88,09	78,61	12,06	84,99	77,07	10,28
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	70,68	65,98	7,12	77,54	72,36	7,16	73,94	68,98	7,19
8	59,06	54,71	7,95	71,13	65,86	8,00	72,71	67,27	8,09
9	91,95	84,02	9,44	90,85	83,01	9,44	91,10	83,25	9,43

Tabel 4.14. Deviasi hasil perhitungan kadar air

Tipe	Kadar Air (%)			Rata-rata X (%)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (%)	X+SD (%)	X-SD (%)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
1	10,50	10,37	10,26	10,38	0,097	10,47	10,28
2	11,71	10,67	10,24	10,88	0,615	11,49	10,26
3	12,44	12,06	10,28	11,59	0,942	12,53	10,65
4	-	-	-	-	-	0,00	0,00
5	-	-	-	-	-	0,00	0,00
6	-	-	-	-	-	0,00	0,00
7	7,12	7,16	7,19	7,16	0,027	7,18	7,13
8	7,95	8,00	8,09	8,01	0,056	8,07	7,96
9	9,44	9,44	9,43	9,44	0,006	9,44	9,43



Grafik 4.2. Hasil perhitungan kadar air

Berdasarkan syarat umum dan syarat khusus JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003 : *Particleboard*[19] kadar air yang diijinkan adalah 5% - 13 %. Kandungan kadar air yang berada di dalam semua benda uji adalah memenuhi persyaratan. Untuk benda uji dengan glassir tidak dilakukan percobaan karena semua benda uji non glassir memenuhi persyaratan, karena benda uji dengan glassir akan memiliki kerapatan yang lebih tinggi akibat penambahan massa glassir pada benda uji. Dilihat dari pola Grafik 4.2. kadar air yang dihasilkan bahwa semakin besar persentase perekat phenol formaldehidanya maka semakin besar kadar airnya. kemungkinan fenomena ini di akibatkan akibat cacat rongga pada papan yang dihasilkan oleh papan dengan persentase perekat yang besar, sehingga rongga-rongga ini terisi oleh lembab udara kamar, sehingga kadar air yang dihasilkannya cukup besar. Selain itu perekat phenol formaldehida yang bersifat cair dengan massa jenis 1,1 gram/cm^3 hampir mendekati air yang memberikan kontribusi menambah kadar air pada papan partikel. Untuk papan partikel kayu sendiri kadar airnya memenuhi syarat tetapi masih diatas papan partikel dengan persentase perekat phenol formaldehida 10% dan 20%.

4.10. Analisa Uji Kerapatan

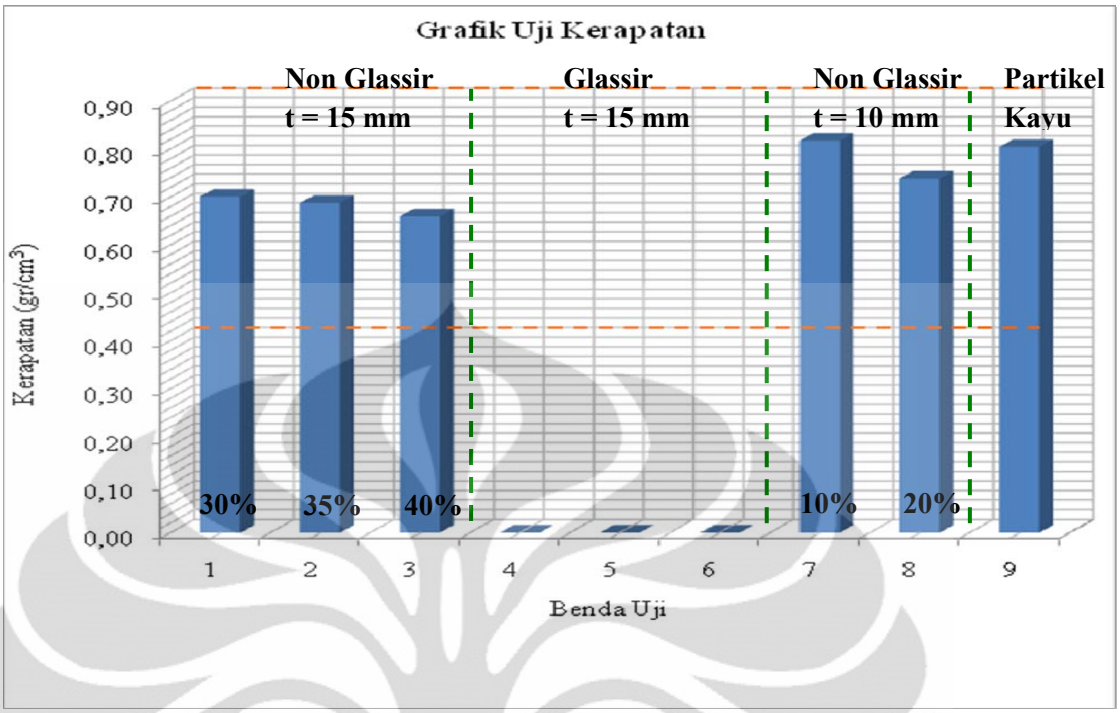
Hasil pengujian kerapatan serta deviasi yang terjadi disajikan dalam Tabel 4.15. dan 4.16. berikut :

Tabel 4.15. Hasil perhitungan kerapatan

Tipe	Benda Uji 1			Benda Uji 2			Benda Uji 3		
	V (cm^3)	B (gr)	Kerapatan (gr/cm^3)	V (cm^3)	B (gr)	Kerapatan (gr/cm^3)	V (cm^3)	B (gr)	Kerapatan (gr/cm^3)
1	119,68	82,72	0,69	119,99	86,77	0,72	123,76	85,42	0,69
2	126,91	86,91	0,68	133,88	90,93	0,68	122,79	85,88	0,70
3	133,21	81,91	0,61	134,63	88,09	0,65	119,64	84,99	0,71
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	88,086	70,68	0,80	88,308	77,54	0,88	95,546	73,94	0,77
8	81,232	59,06	0,73	101,45	71,13	0,70	92,195	72,71	0,79
9	111,19	91,95	0,83	116,72	90,85	0,78	113,24	91,5	0,81

Tabel 4.16. Deviasi hasil perhitungan kerapatan

Tipe	Kerapatan (gr/cm^3)			Rata-rata X (gr/cm^3)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (%)	X+SD (gr/cm^3)	X-SD (gr/cm^3)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
1	0,69	0,72	0,69	0,70	0,015	0,72	0,69
2	0,68	0,68	0,70	0,69	0,009	0,70	0,68
3	0,61	0,65	0,71	0,66	0,039	0,70	0,62
4	-	-	-	-	-	-	0,00
5	-	-	-	-	-	-	0,00
6	-	-	-	-	-	-	0,00
7	0,80	0,88	0,77	0,82	0,044	0,86	0,77
8	0,73	0,70	0,79	0,74	0,037	0,78	0,70
9	0,83	0,78	0,81	0,80	0,020	0,82	0,78



Grafik 4.3. Hasil perhitungan kerapatan

Berdasarkan syarat umum dan syarat khusus JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003 : *Particleboard*[19] kerapatan yang diijinkan adalah 0,4 gr/cm^3 - 0,9 gr/cm^3. Dari semua benda uji yang ada adalah memenuhi syarat. Dari Grafik 4.3. di atas dapat dilihat pola bahwa semakin besar persentase aseptik maka semakin besar kerapatan yang didapat. Bila dilihat pada nilai massa jenis masing-masing phenol formaldehida memiliki massa jenis yang lebih besar ketimbang massa jenis aseptik. Phenol formaldehida dengan massa jenis (1,1 gram/cm^3) dan aseptik dengan massa jenis (0,62 gram/cm^3). Hal ini dimungkinkan karena massa jenis aseptik berfifat padat sehingga pada proses pengempaan panas massa aseptik lebih stabil ketimbang phenol formaldehida yang bersifat cair sehingga berpotensi menguap pada proses pengempaan panas sehingga terjadi penurunan massa. Sehingga benda uji dengan persentase aseptik yang lebih banyak memiliki nilai kerapatan yang tinggi. Dari semua nilai kerapatan pada masing-masing benda uji rata-rata dibawah target perencanaan pembuatan benda uji, yaitu 0,8 gram/cm^3, dikarenakan sebagian massa phenol formaldehida yang bersifat cair menguap sehingga terjadi penurunan massa yang berdampak pada turunya nilai kerapatan. Hanya benda uji dengan persentase phenol 10% yang sesuai dengan target. Untuk

papan partikel kayu juga memenuhi syarat ketentuan dengan nilai kerapatan yang cukup tinggi, dikarenakan proses industrilisasi yang ketat pada pengawasan mutu, selain itu papan partikel kayu dilapisi venir yang berkontribusi pada massa dan kekuatan papan.

4.11. Analisa Uji Pengembangan Tebal

Hasil pengujian pengembangan tebal disajikan dalam Tabel 4.17. dan Tabel 4.19. serta deviasi yang terjadi pada Tabel 4.18. dan Tabel 4.20 berikut :

Tabel 4.17. Hasil perhitungan pengembangan tebal setelah 2 jam

Tipe	Benda Uji 1			Benda Uji 2			Benda Uji 3		
	T_2 (mm)	T_1 (mm)	Tebal %	T_2 (mm)	T_1 (mm)	Tebal %	T_2 (mm)	T_1 (mm)	Tebal %
1	14,11	12,80	10,23	14,39	13,00	10,69	14,46	13,00	11,23
2	14,15	13,34	6,07	14,95	14,00	6,79	15,90	14,93	6,53
3	14,70	14,03	4,78	14,10	13,50	4,44	14,50	13,90	4,32
4	17,09	16,40	4,19	17,18	16,50	4,14	16,99	16,25	4,54
5	17,60	16,95	3,83	18,75	18,13	3,45	13,33	12,93	3,05
6	14,59	14,08	3,62	14,10	13,64	3,37	14,50	14,07	3,09
7	9,55	9,00	6,11	9,78	9,18	6,54	10,00	9,37	6,72
8	9,58	9,08	5,51	9,55	9,08	5,23	9,85	9,30	5,97
9	13,00	12,08	7,66	13,05	12,10	7,85	13,05	12,08	8,07

Tabel 4.18. Deviasi hasil perhitungan pengembangan tebal setelah 2 jam

Tipe	Pengembangan (%)			Rata-rata X (%)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (%)	X+SD (%)	X-SD (%)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
1	10,23	10,69	11,23	10,72	0,407	11,13	10,31
2	6,07	6,79	6,53	6,46	0,295	6,76	6,17
3	4,78	4,44	4,32	4,51	0,193	4,71	4,32
4	4,19	4,14	4,54	4,29	0,178	4,47	4,11
5	3,83	3,45	3,05	3,45	0,318	3,76	3,13
6	3,62	3,37	3,09	3,36	0,217	3,58	3,15
7	6,11	6,54	6,72	6,46	0,257	6,71	6,20
8	5,51	5,23	5,97	5,57	0,304	5,88	5,27
9	7,66	7,85	8,07	7,86	0,169	8,03	7,69

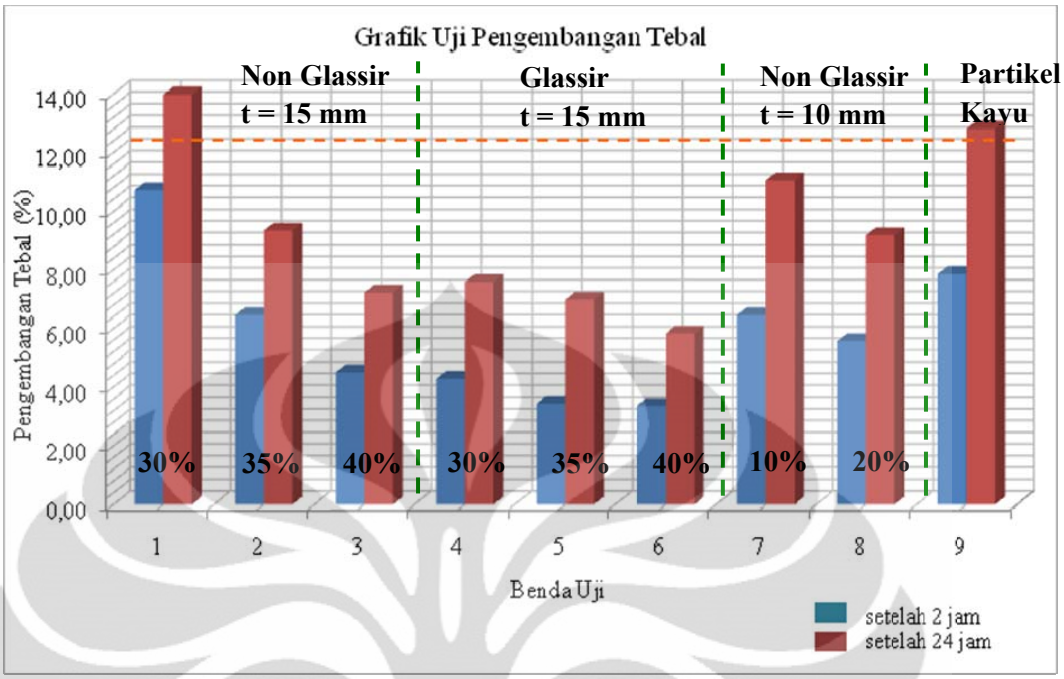
Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Tabel 4.19. Hasil perhitungan pengembangan tebal setelah 24 jam

Tipe	Benda Uji 1			Benda Uji 2			Benda Uji 3		
	T_2 (mm)	T_1 (mm)	Tebal %	T_2 (mm)	T_1 (mm)	Tebal %	T_2 (mm)	T_1 (mm)	Tebal %
1	14,6	12,80	14,06	14,81	13,00	13,92	14,82	13,00	13,96
2	14,51	13,34	8,77	15,42	14,00	10,11	16,29	14,93	9,15
3	15,05	14,03	7,27	14,53	13,50	7,59	14,85	13,90	6,83
4	17,60	16,40	7,29	17,82	16,50	7,97	17,47	16,25	7,52
5	18,12	16,95	6,87	19,45	18,13	7,28	13,81	12,93	6,81
6	14,86	14,08	5,54	14,46	13,64	6,01	14,90	14,07	5,94
7	9,99	9,00	11,00	10,20	9,18	11,17	10,40	9,37	10,99
8	9,89	9,08	8,93	9,91	9,08	9,15	10,18	9,30	9,47
9	13,59	12,08	12,51	13,65	12,10	12,81	13,66	12,08	13,13

Tabel 4.20. Deviasi hasil perhitungan pengembangan tebal setelah 24 jam

Tipe	Pengembangan (%)			Rata-rata X (%)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (%)	X+SD (%)	X-SD (%)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
1	14,06	13,92	13,96	13,98	0,059	14,04	13,92
2	8,77	10,11	9,15	9,34	0,563	9,90	8,78
3	7,27	7,59	6,83	7,23	0,311	7,54	6,92
4	7,29	7,97	7,52	7,59	0,283	7,88	7,31
5	6,87	7,28	6,81	6,99	0,211	7,20	6,78
6	5,54	6,01	5,94	5,83	0,206	6,04	5,62
7	11,00	11,17	10,99	11,05	0,083	11,14	10,97
8	8,93	9,15	9,47	9,18	0,222	9,40	8,96
9	12,51	12,81	13,13	12,81	0,254	13,07	12,56



Grafik 4.4. Hasil perhitungan pengembangan tebal

Berdasarkan syarat dan ketentuan (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003: *Particleboard*[19] pengembangan tebal yang dijinkan adalah tidak lebih dari 12% dari tebal awal. Dari Grafik 4.4. daya serap baik setelah proses perendaman 2 jam maupun 24 jam di atas didapat suatu pola sifat papan partikel, yaitu semakin besar kandungan aseptik suatu papan maka semakin besar juga pengembanan papan tersebut dan hal ini diduga akibat partikel kertas pada aseptik yang mudah menyerap air sehingga kadar air yang dihasilkan pun cukup besar. Faktor glassir berupa water proofing cukup memberi andil terhadap pengurangan pengembangan ketebalan setelah direndam air, ini terbukti dengan persentase daya serap air benda uji dengan persentase phenol 30%, 35%, dan 40% non glassir jauh lebih kecil ketimbang benda uji dengan persentase phenol 30%, 35%, dan 40% glassir. Dari Grafik 4.4. diketahui benda uji dengan persentase phenol 30% non glassir dan papan partikel kayu tidak memenuhi syarat JIS. Pada papan partikel kayu diduga serbuk kayu sangat sensitif terhadap air, sehingga mudah menyerap air dan mengalami pengembangan tebal sedangkan pada papan partikel 10% dan 20% mempunyai persentase pengembangan tebal yang lebih besar dan lonjakan pengembangan yang besar dari perendaman 2 jam menuju 24 jam ketimbang

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

persentase phenol 35% dan 40%. dilihat dari data range deviasi semua benda uji ini hampir sama, tapi perlu diketahui tebal benda uji dengan persentase phenol 10% dan 20% adalah 10 mm sedangkan pada benda uji persentase phenol 35% dan 40% adalah 15 mm, sehingga benda uji dengan ketebalan 10 mm lebih mudah di tembus oleh air.

4.12. Analisa Keteguhan Tarik Tegak Lurus Permukaan

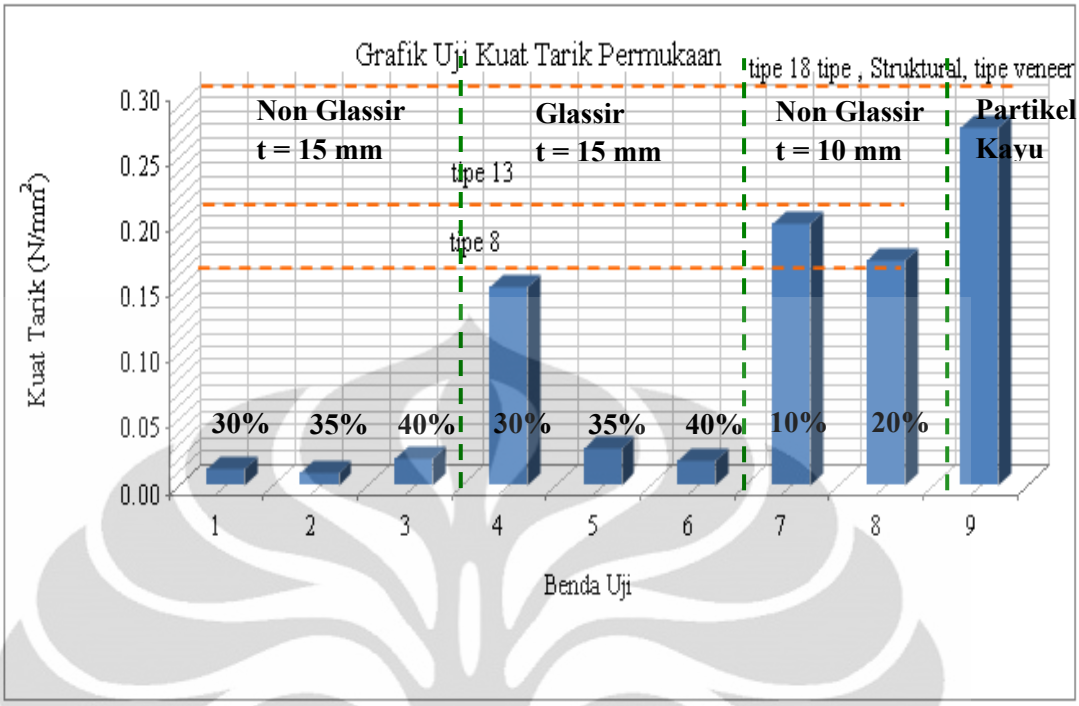
Hasil pengujian uji keteguhan tarik tegak lurus permukaan serta deviasi yang terjadi disajikan dalam Tabel 4.21. dan Tabel 4.22. berikut :

Tabel 4.21. Hasil perhitungan uji keteguhan tarik tegak lurus

Tipe	Benda Uji 1				Benda Uji 2				Benda Uji 3			
	p (mm)	l (mm)	B (N)	Kuat Tarik (N/mm^2)	p (mm)	l (mm)	B (N)	Kuat Tarik (N/mm^2)	p (mm)	l (mm)	B (N)	Kuat Tarik (N/mm^2)
1	43.20	48.70	35.04	0.02	47.10	48.30	25.06	0.01	48.00	48.75	26.20	0.011
2	50.70	49.25	22.32	0.01	50.25	48.65	25.84	0.01	47.55	46.40	19.82	0.009
3	50.60	47.15	48.39	0.02	47.00	47.90	43.17	0.02	46.45	46.65	46.55	0.021
4	49.50	47.10	369.33	0.16	48.50	49.90	343.01	0.14	48.90	46.90	351.17	0.153
5	47.10	45.50	63.71	0.03	46.50	48.80	66.49	0.03	47.60	49.00	62.50	0.027
6	48.40	46.95	39.80	0.02	49.65	46.50	47.78	0.02	49.25	48.00	42.18	0.018
7	47.60	49.00	476.79	0.20	47.00	47.00	456.83	0.21	48.50	48.00	441.96	0.190
8	47.50	48.00	389.87	0.17	48.00	47.50	392.35	0.17	47.00	47.50	387.28	0.173
9	49.00	51.00	873.18	0.35	49.50	50.10	522.20	0.21	49.20	50.20	639.94	0.259

Tabel 4.22. Deviasi hasil perhitungan uji keteguhan tarik tegak lurus

Tipe	Kuat Tarik Tegak Lurus (N/mm^2)			Rata-rata	Standar Deviasi	X+SD (N/mm^2)	X-SD (N/mm^2)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	X (N/mm^2)	$SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (N/mm^2)		
1	0.02	0.01	0.01	0.01	0.003	0.02	0.01
2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01
3	0.02	0.02	0.02	0.02	0.001	0.02	0.02
4	0.16	0.14	0.15	0.15	0.007	0.16	0.14
5	0.03	0.03	0.03	0.03	0.001	0.03	0.03
6	0.02	0.02	0.02	0.02	0.001	0.02	0.02
7	0.20	0.21	0.19	0.20	0.007	0.21	0.19
8	0.17	0.17	0.17	0.17	0.001	0.17	0.17
9	0.35	0.21	0.26	0.27	0.058	0.33	0.22



Grafik 4.5. Hasil perhitungan perhitungan uji Kuat Tarik Tegak Lurus

Berdasarkan syarat umum dan syarat khusus JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003 : *Particleboard*[19] keteguhan cabut sekrup adalah tipe 18 : minimum 0,3 MPa ; tipe 13 : minimum 0,2 MPa ; tipe 8 : minimum 0,15 MPa untuk papan biasa struktural dan berlapis veneer minimum harus mencapai 0,3 MPa . Dari Grafik 4.5. benda uji yang memenuhi syarat adalah hanya papan dengan persentase phenol formaldehida 10% non glassir dengan papan dengan persentase phenol formaldehida 20%, keduanya masuk kategori papan biasa tipe 8. Hasil yang rendah pada papan partikel aseptik-phenol formaldehida menggambarkan bahwa bahan aseptik khususnya bagian terluar yaitu plastik kurang bereaksi atau rekat dengan perekat phenol formaldehida, terbukti dengan nilai kuat tariknya yang bernilai kecil. Papan partikel dengan ketebalan 15 mm memiliki nilai kuat tarik tegak lurus jauh lebih kecil ketimbang papan dengan ketebalan 10 mm, hal ini disebabkan proses kempa dengan suhu sama dan tekanan yang sama pada papan dengan ketebalan 10 mm lebih merata sampai ke sumbu utama papan ketimbang papan dengan ketebalan 15 mm. Sehingga proses perekatan papan partikel dengan ketebalan 10 mm lebih rekat dan matang dibanding papan partikel dengan ketebalan 15 mm. Dilihat dari pola Grafik 4.5. yang dihasilkan bahwa semakin besar persentase aseptiknya maka semakin besar nilai kuat tariknya.

Untuk papan partikel kayu harus memenuhi kategori papan berlapis veneer dengan minimum 0,3 MPa papan tipe 30-15, tetapi kuat tarik tegak lurus yang dihasilkan masih dibawah standar papan berlapis veneer, bila dikategorikan papan biasa dekoratif maka papan partikel kayu berlapis veneer hanya kategori papan biasa tipe 13.

4.13. Analisa Uji Cabut Sekrup

Hasil pengujian uji cabut sekrup serta deviasi yang terjadi disajikan dalam Tabel 4.23. dan Tabel 4.24. berikut :

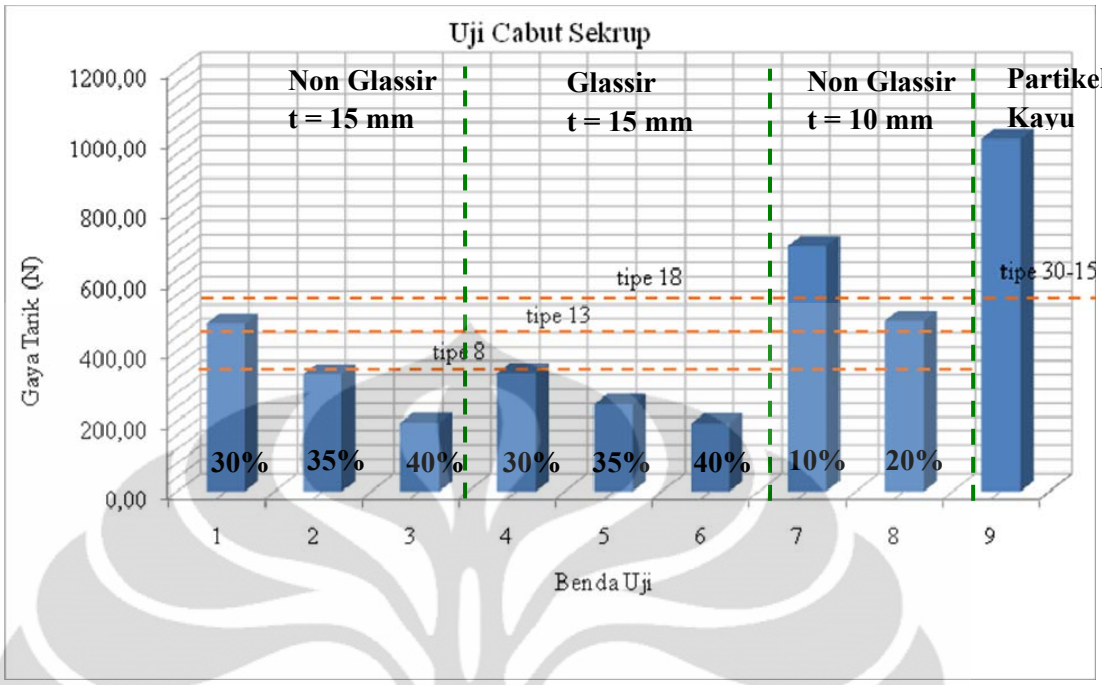
Tabel 4.23. Hasil perhitungan uji cabut sekrup

Tipe	Benda Uji 1			Benda Uji 2			Benda Uji 3		
	B1 (Kgf)	B2 (Kgf)	B rata-rata (kgf)	B1 (Kgf)	B2 (Kgf)	B rata-rata (kgf)	B1 (Kgf)	B2 (Kgf)	B rata-rata (kgf)
1	60,11	36,35	48,23	49,49	67,27	58,38	26,67	52,49	39,58
2	40,73	41,09	40,91	21,37	22,97	22,17	35,29	42,76	39,02
3	14,82	20,68	17,75	17,19	19,10	18,15	19,20	28,63	23,92
4	43,31	27,91	35,61	30,21	15,41	22,81	66,76	22,27	44,52
5	32,57	38,03	35,30	7,74	19,50	13,62	20,31	34,46	27,39
6	15,30	18,56	24,50	13,01	20,56	16,79	15,90	20,20	18,05
7	99,64	85,01	92,33	62,11	60,70	61,41	68,14	22,27	45,21
8	49,80	34,78	42,29	66,28	57,76	62,02	36,66	51,76	44,21
9	92,23	106,44	99,34	129,5	103,17	106,44	101,63	101,3	101,48

Tabel 4.24. Deviasi hasil perhitungan uji cabut sekrup

Tipe	Kuat Cabut Sekrup (N)			Rata-rata X (N)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (N)	X+SD (N)	X-SD (N)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
1	472,65	572,12	387,84	477,54	75,310	552,85	402,23
2	400,92	217,25	382,42	333,53	82,566	416,09	250,96
3	173,99	177,83	234,37	195,39	27,603	223,00	167,79
4	348,97	223,58	436,25	336,27	87,287	423,55	248,98
5	345,93	133,50	268,37	249,27	87,769	337,04	161,50
6	240,10	164,49	176,89	193,83	33,109	226,94	160,72
7	904,81	601,79	588,98	698,52	145,957	844,48	552,57
8	414,40	607,77	433,27	485,15	87,049	572,19	398,10
9	973,52	1043,16	994,50	1003,73	29,167	1032,90	974,56

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011



Grafik 4.6. Hasil perhitungan cabut sekrup

Berdasarkan syarat umum dan syarat khusus JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003 : *Particleboard*[19] keteguhan cabut sekrup adalah tipe 18 : minimum 500 N ; tipe 13 : minimum 400 N ; tipe 8 : minimum 300 N. Untuk tipe papan struktural dan berlapis vener minimum memiliki nilai keteguhan cabut sekrup sebesar 500 N.

Dari Grafik 4.6. Benda uji yang memenuhi syarat adalah papan dengan persentase phenol formaldehida 30% baik glassir mapun non glassir dan papan dengan persentase phenol 35% non glassir. Untuk papan dengan persentase phenol 20% non glassir masuk kategori papan biasa tipe 13. Untuk papan partikel dengan persentase phenol 10% mempunyai keteguhan cabut sekrup lebih dari 500 N masuk kategori tipe 18 untuk papan partikel biasa atau bahkan bisa masuk kategori papan partikel struktural. Dilihat dari pola grafik yang dihasilkan bahwa semakin besar persentase aseptiknya maka semakin besar nilai kuat cabut sekrupnya terlihat bahwa papan dengan persentase phenol formaldehida 10% mempunyai nilai kuat cabut sekrup terbesar diikuti dengan papan dengan persentase phenol formaldehida 20% walaupun kedua benda uji ini mempunyai ketebalan 10 mm beda dengan papan lain dengan ketebalan 15 mm kemungkinan akibat pembuatan papan dengan suhu dan waktu kempa yang sama sehingga

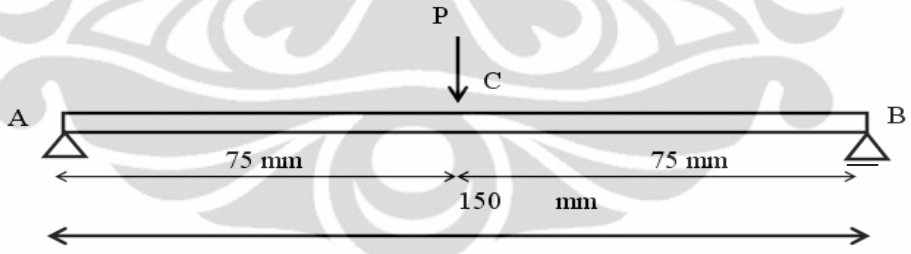
papan dengan ketebalan rendah jauh lebih matang perekatannya sehingga rekat antar aseptik pun jauh lebih kuat. Ternyata aseptik sangat berpengaruh dalam memberikan perlawanan kepada sekrup. Sebaliknya pada semakin besarnya persentase phenol formaldehida dan cenderung papan yang dilapisi glassir tidak memberikan kontribusi pada keteguhan cabut sekrup. Hal ini terbukti dari tidak adanya benda uji mendapatkan pertambahan nilai keteguhan yang signifikan . Untuk papan partikel partikel kayu memenuhi kategori papan berlapis venir dengan minimum 500 N papan tipe 30-15, karena kemungkinan dilalui dengan *screening quality control* yang ketat dan proses industrilisasi yang baik.

4.14. Uji Modulus Elastisitas Arah Lebar dan Arah Panjang

Contoh perhitungan kuat lentur dan modulus elastisitas untuk benda uji cacah aseptik (5mm x 50mm) : phenol formaldehida = 65 : 35, dengan tekanan pembuatan sebesar 15 kg/cm^2 dan tanpa dilapisi glassir sebgai berikut :

1. Akibat Beban P

Posisi beban terpusat tepat pada tengah bentang dengan perletakan sendi rol sesuai pada Gambar 4.5. berikut :



Gambar 4.5. Tumpuan sendi rol akibat beban P

Kemudian dari alat *universal testing machine* di dapat data beban vs lendutan seperti pada Tabel 4.25.

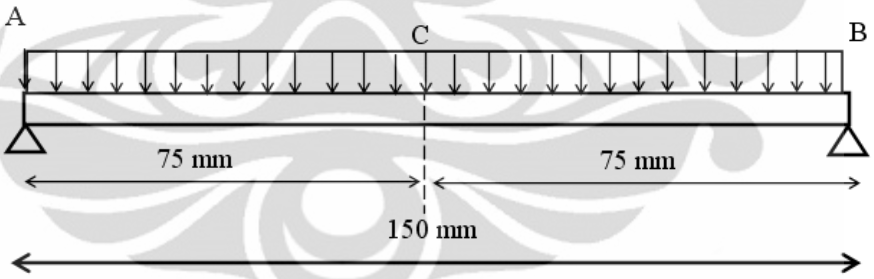
Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Tabel 4.25. beban vs lendutan

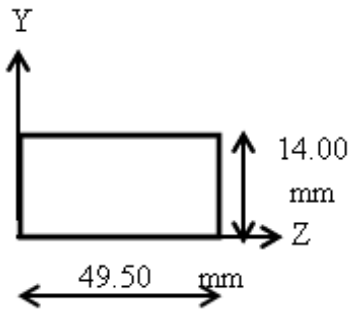
NO	Phenol	Beban (N)	ΔL (mm)
1	35%	0.00	0.00
2	35%	18.90	1.20
3	35%	34.90	1.63
4	35%	50.90	1.94
5	35%	66.90	2.30
6	35%	82.90	2.72
7	35%	98.90	3.24
8	35%	114.90	3.97
9	35%	130.90	5.23
10	35%	146.90	8.32

2. Akibat Beban Sendiri

Beikut pada Gambar 4.6. model pembebanan akibat beban sendiri serta properti penampang benda uji pada Gambar 4.7.



Gambar 4.6. Tumpuan sendi rol akibat beban sendiri



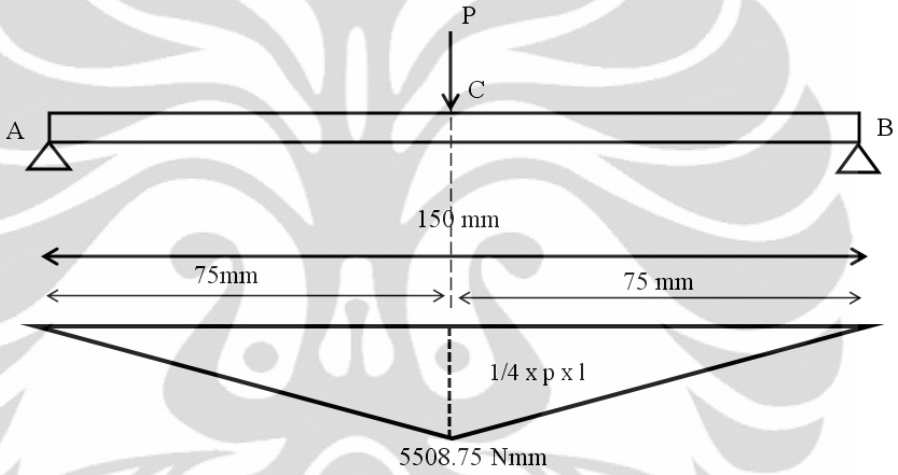
Gambar 4.7. Penampang benda uji

Properti Penampang

Iy =	1/12 x B x H^3	Iy =	11319	mm^4
A =	B x H	A =	693	mm^2

3. Momen dan Diagram Momen Akibat Beban P

Pada Gambar 4.8. dibawah ini di tampilkan bidang momen akibat beban P. Serta persamaan dan nilai momen yang disajikan pada Tabel 4.26.



Gambar 4.8. Bidang momen akibat beban P

Reaksi Perletakan

VA =	P/2		VB =	P/2	
VA =	73.45	N	VB =	73.45	N

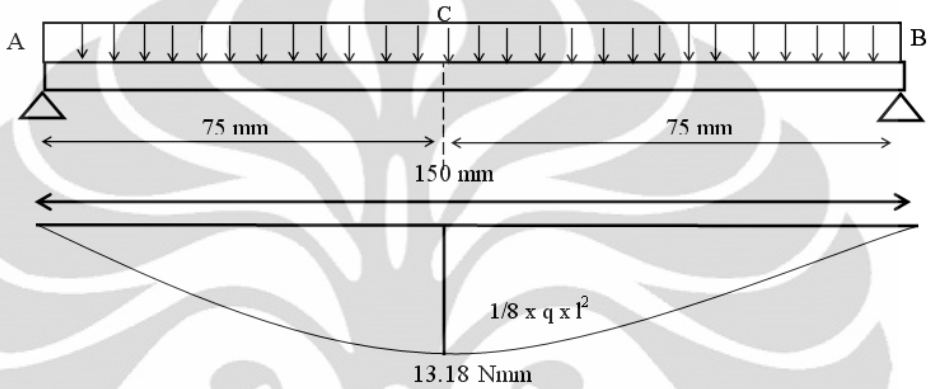
Tabel 4.26. Persamaan momen akibat beban P

No	Interval	P (N)	Persamaan Momen	x (mm)		Momen (Nmm)	
1	A < x < C	149.90	73.45x	0	75	0	5508.75
2	B < x < C	149.90	73.45x	0	75	0	5508.75

4. Momen dan Diagram Momen Akibat Beban Sendiri

Pada Gambar 4.9. berikut di tampilkan bidang momen akibat beban sendiri.

g =	0.69	gr/cm^3
q =	0.047	N/cm'
	0.005	N/mm'
L =	150	mm



Gambar 4.9. Bidang momen akibat beban merata

Reaksi Perletakan

VA =	qL/2		VB =	qL/2	
VA =	0.351	N	VB =	0.351	N

5. Total Momen

Tabel 4.27. berikut menampil kan total momen akibat beban P dan beban sendiri.

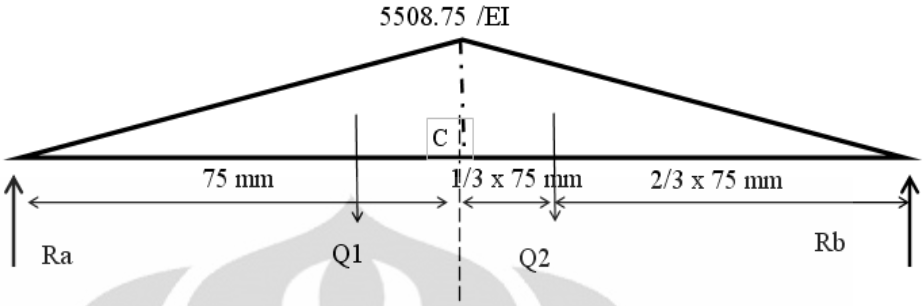
Tabel 4.27. Total momen akibat beban P dan beban sendiri

No	Interval	x (mm)		Momen (Nmm)	
1	A < x < C	0	75	0	5521.93
2	B < x < C	0	75	0	5521.93

6. Lendutan Di Titik C Akibat Beban P

Momen Area akibat beban P terlihat pada Gambar 4.10.

Bidang Momen Menjadi Beban/EI



Gambar 4.10. Momen area akibat beban terpusat

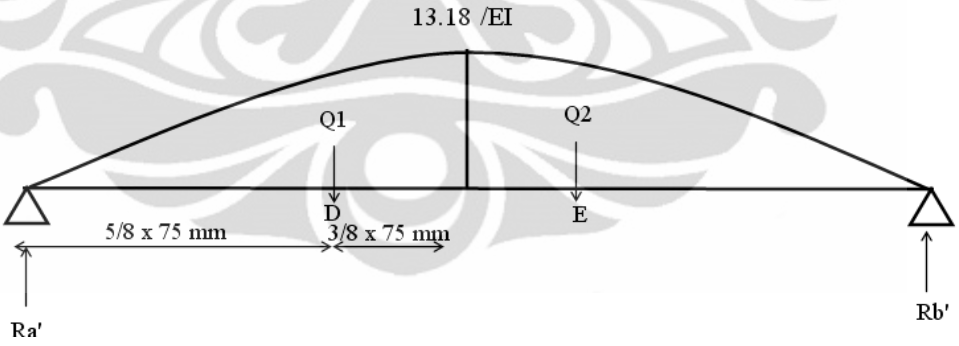
Q1 =	206578.125	/EI	Ra =	206578.125	/EI
Q2 =	206578.125	/EI	Rb =	206578.125	/EI

$\Delta C = MC = (Ra \times 75 - (Q1 \times 1/3 \times 75)$

$\Delta C = MC = \frac{10328906.25}{EI}$

7. Lendutan Di Titik C Akibat Beban Sendiri

Momen Area akibat beban P terlihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Momen area akibat beban sendiri

Q1 =	2/3 x Mc x 0,5L		
Q2 =	2/3 x Mc x 0,5L		
Q1 =	658.98	Ra' =	658.98
Q2 =	658.98	Rb' =	658.98

$\Delta C = MC = (Ra' \times 75) - (Q1 \times 3/8 \times 75)$

$\Delta C = MC = \frac{30889.60}{EI}$

8. Total Lendutan Di Titik C

$\Delta C = MC = (M_{akibat\ P} + M_{akibat\ BS})/EI$

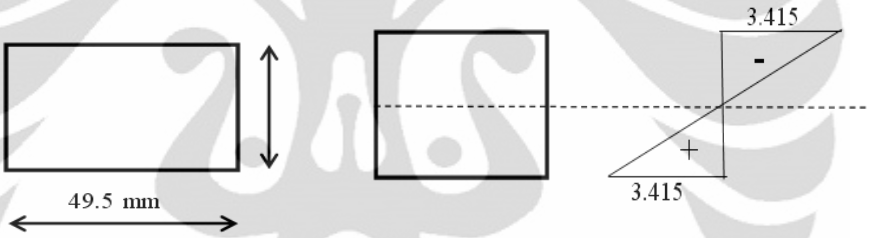
$\Delta C = MC = \frac{10359795.85}{EI}$

Didapat :

ΔC =	8.32	mm
E =	110.01	N/mm^2

9. Tegangan Akibat Momen Lentur / Kuat Lentur

Khusus untuk kuat lentur tegangan hanya diambil ketika P maksimum. Diagram tegangan seperti terlihat pada Gambar 4.12 berikut :



Gambar 4.12. Diagram tegangan

Tegangan Lentur = $\boxed{\frac{M.y}{I}}$

Sehingga :

Teg. Max = $\frac{11146,229 \times (13,2/2)}{I}$

Teg. Max =	7.83	MPa
Teg. Min =	7.83	MPa

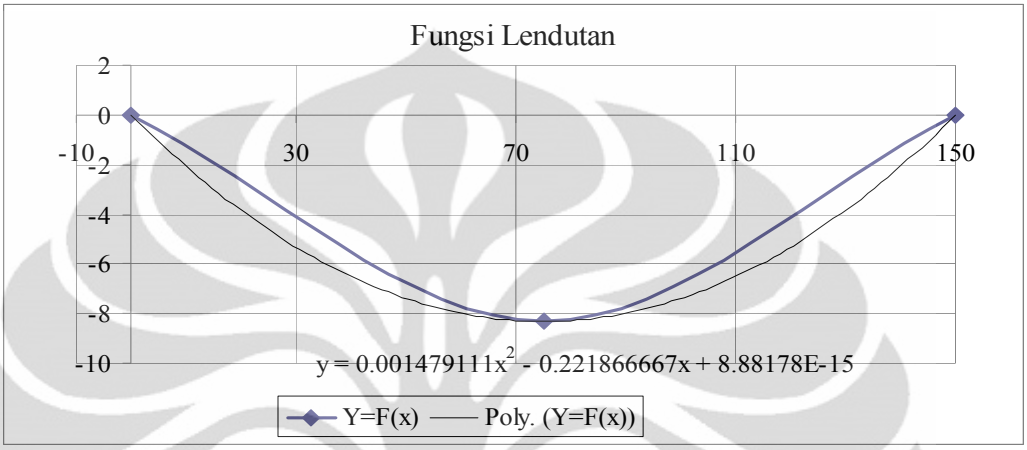
10. Regangan

Hubungan Kurva Elastis Maka :

$\boxed{\frac{1}{\rho} = -\frac{\varepsilon}{Y}}$ Dimana : $\boxed{\frac{1}{\rho} = \frac{d^2\upsilon/dx^2}{\left[1+(d\upsilon/dx)^2\right]^{3/2}}}$

Tabel 4.28. Fungsi lendutan f(x)

X	Y	X	Y
0	0	0	0
1/2 L	8.32	75	-8.32
L	0	150	0



Grafik 4.7. Fungsi lendutan f(x)

Tabel 4.28 dan Grafik 4.7 di atas menampilkan fungsi lendutan f (x) atau kelengkungan akibat beban P.

Dengan Persamaan Lendutan[8]

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2\upsilon/dx^2}{\left[1+(d\upsilon/dx)^2\right]^{3/2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{d^2\upsilon/dx^2}{\left[1+(d\upsilon/dx)^2\right]^{3/2}} = \frac{M}{E.I}$$

$$\frac{M}{EI} = \frac{5521.93}{1245167.8}$$

$1/\rho = 4.435E\text{-}03$ mm

$\varepsilon = 0.0310428$ mm

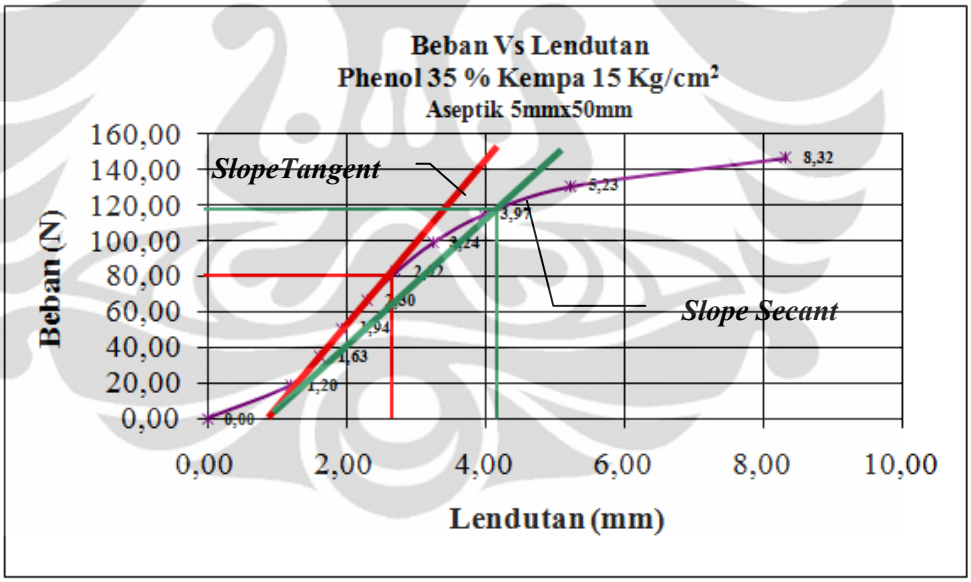
11. Digram Regangan dan Tegangan

Langkah di atas dilakukan pada semua beban P yang ada dan ditampilkan dalam sebuah tabel, sehingga dari digram beban vs lendutan bisa di konversi menjadi diagram regangan vs tegangan seperti yang disajikan pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29. Tegangan vs regangan

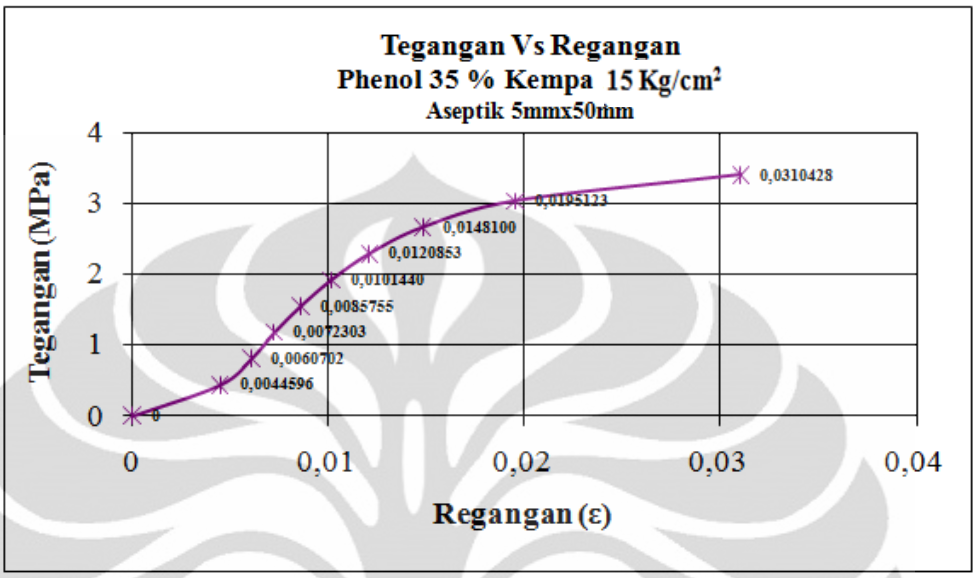
Tegangan (MPa)		Regangan (ε)	
P	P+BS	P	P + BS
0	0.00815063	0	0
0.438	0.446	0.00448000	0.0044596
0.809	0.818	0.00608533	0.0060702
1.180	1.189	0.00724267	0.0072303
1.551	1.560	0.00858667	0.0085755
1.923	1.931	0.01015467	0.0101440
2.294	2.302	0.01209600	0.0120853
2.665	2.673	0.01482133	0.0148100
3.036	3.044	0.01952533	0.0195123
3.407	3.415	0.03106133	0.0310428

Dari Tabel 2.29. diatas di dapat grafik beban vs lendutan seperti Grafik 4.8. dibawah ini :



Grafik 4.8. Beban vs lendutan

Dari Tabel 2.29. diatas di dapat grafik tegangan vs regangan seperti Grafik 4.9. dibawah ini :



Grafik 4.9. Tegangan vs Regangan

Diagram beban vs lendutan yang dihasilkan pada uji modulus elastisitas ternyata sama dengan digram tegangan vs regangan yang didapat melalui hasil perhitungan.

12. Menentukan Nilai Modulus Elastisitas

Untuk metode Tangent dan Secant menggunakan rumus yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya :

$$MOE = \frac{ML^3}{4BD^3}$$

Dimana:

L adalah jarak sangga (cm).

B adalah lebar (cm).

D adalah tebal (cm).

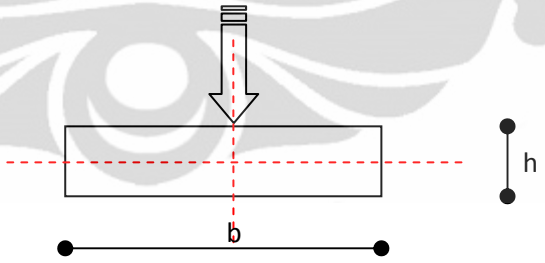
M adalah kemiringan garis linier (ΔP/ ΔY)

Dari 4 metode diatas di dapat nilai regangan sebagai berikut :

NO	L (mm)	Slope		M2 (N/mm)	B (mm)	D (mm)	Modulus (MPa)			
		Beban (N)	Lendutan (mm)				Sec	Tan	Act	Off
1	150	118.0	3.36	35	49.5	14.0	218	268	177	110
2	150	82.9	1.92	43	49.5	14.0				
3	0.6 x 3.415 = 2.0490			0.6 x 0.0310428 = 0.0186						

Regangan	Tegangan (MPa)
0.0148	180.47
0.0155	176.77
0.0195	156.00

Dari 4 metode diatas di dapat data-data Modulus Elastisitas arah panjang seperti Gambar 4.13. sebagai berikut :



Gambar 4.13. Arah pembebanan arah panjang

Berikut disajikan hasil pengujian modulus elastisitas berurutan dari metode tangent, secant, actual dan offset pada Tabel 4.30, Tabel 4.31, Tabel 4.32, dan Tabel 4.33.

Tabel 4.30. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode tangent

Tipe	Modulus of Elastiscity (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ MPa	X+SD MPa	X-SD MPa
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
	Tangent	Tangent	Tangent				
1	888	637	111	545.27	323.89	869.16	221.38
2	268	479	122	289.95	146.49	436.44	143.47
3	80	71	265	138.65	89.16	227.81	49.50
4	492	393	164	349.63	137.40	487.03	212.23
5	402	249	141	264.10	107.33	371.44	156.77
6	110	90	81	93.72	12.21	105.93	81.51
7	619	791	576	662.25	92.98	755.23	569.27
8	368	362	552	427.17	88.05	515.22	339.12
9	3131	2986	2984	3033.71	68.82	3102.53	2964.90

Tabel 4.31. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode Secant

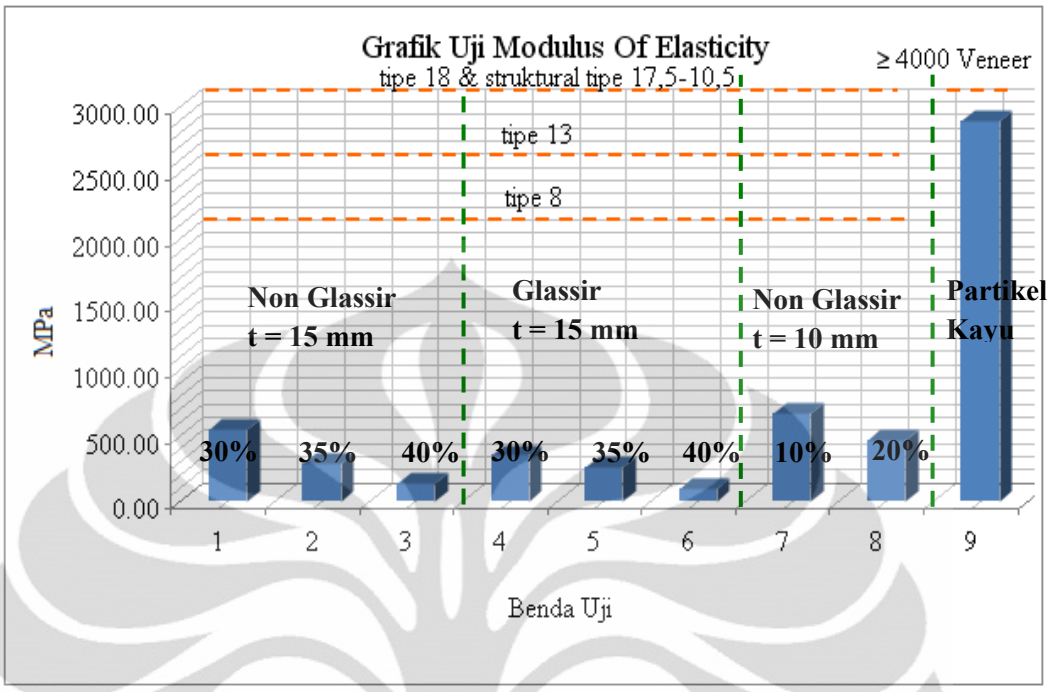
Kond,	Modulus of Elastiscity (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ MPa	X+SD MPa	X-SD MPa
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
	Secant	Secant	Secant				
1	888	637	85	536.53	335.71	872.23	200.82
2	218	471	117	268.98	148.86	417.84	120.12
3	80	71	262	137.69	88.10	225.79	49.59
4	490	390	142	340.86	146.37	487.24	194.49
5	395	247	129	256.89	108.87	365.76	148.01
6	84	79	81	81.31	1.76	83.07	79.55
7	562	683	456	567.29	92.64	659.93	474.66
8	354	347	455	385.61	49.43	435.05	336.18
9	2971	2936	2825	2910.85	62.25	2973.10	2848.60

Tabel 4.32. hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode actual

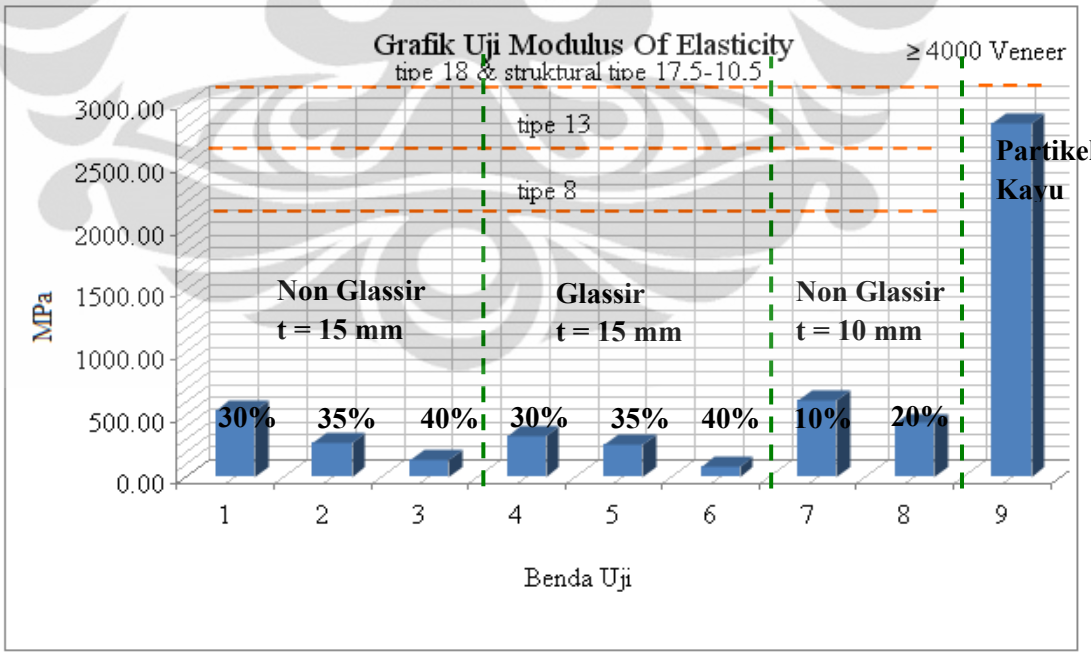
Tipe	Modulus of Elastiscity (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ MPa	X+SD MPa	X-SD MPa
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
	Actual	Actual	Actual				
1	354	237	70	220.24	116.68	336.93	103.56
2	177	307	95	193.11	87.21	280.33	105.90
3	62	67	172	100.11	50.54	150.65	49.58
4	316	171	106	197.78	87.44	285.22	110.34
5	259	141	106	168.90	65.48	234.38	103.42
6	63	70	81	71.44	7.29	78.73	64.15
7	435	487	352	424.71	55.35	480.06	369.36
8	243	250	375	289.49	60.53	350.02	228.96
9	1069	1429	1228	1241.95	147.29	1389.24	1094.66

Tabel 4.33. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode offset

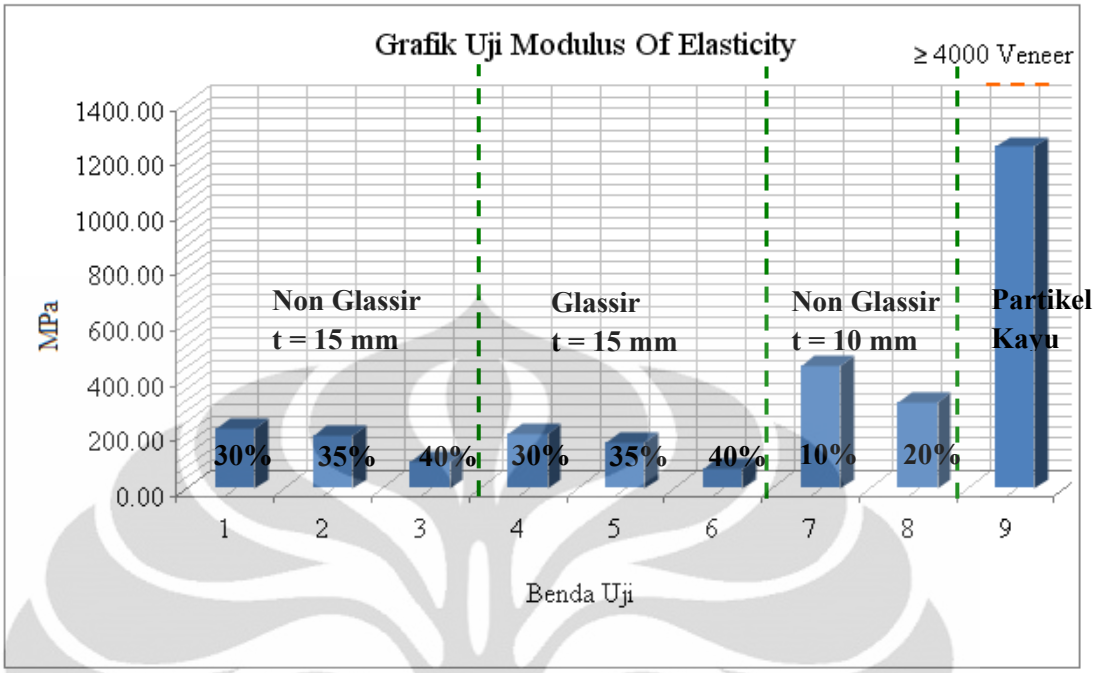
Tipe	Modulus of Elastiscity (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ MPa	X+SD MPa	X-SD MPa
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
	Actual	Actual	Actual				
1	452	289	40	260.37	169.48	429.85	90.90
2	110	246	60	138.83	78.56	217.39	60.26
3	55	60	133	82.71	35.76	118.48	46.95
4	259	249	62	190.01	90.46	280.48	99.55
5	185	104	75	121.22	46.55	167.77	74.67
6	41	44	81	55.18	18.16	73.34	37.03
7	134	342	237	237.59	85.09	322.68	152.50
8	186	179	237	200.93	25.95	226.87	174.98
9	1786	1871	1637	1764.69	96.81	1861.50	1667.87



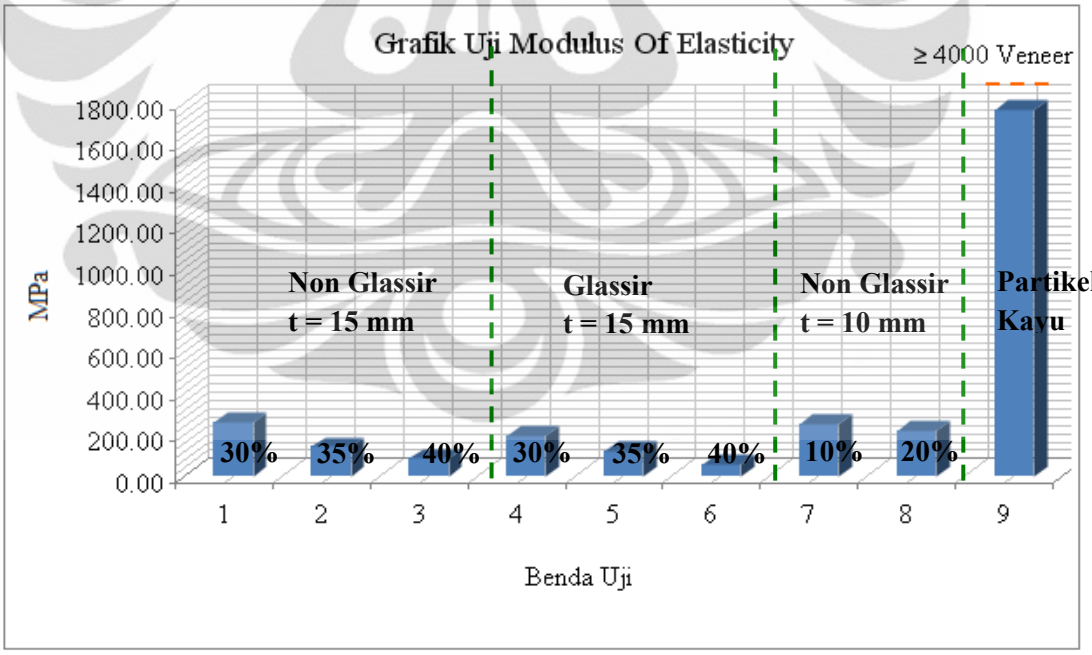
Grafik 4.10. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode tangent



Grafik 4.11. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode secant

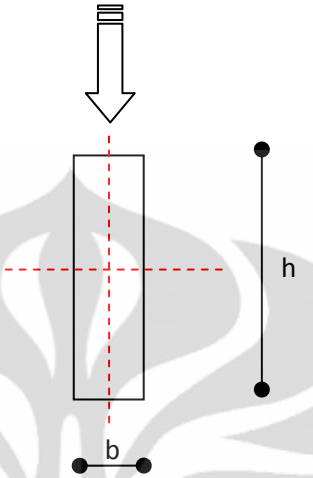


Grafik 4.12. hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode actual



Grafik 4.13. hasil perhitungan modulus elastisitas arah panjang metode offset

Sedangkan dari 4 metode di dapat data-data Modulus Elastisitas arah lebar seperti Gambar 4.14. sebagai berikut :



Gambar 4.14. Arah pembebanan arah lebar

Berikut disajikan hasil pengujian modulus elastisitas berurutan dari metode tangent, secant, actual dan offset pada Tabel 4.34, Tabel 4.35, Tabel 4.36, dan Tabel 4.37.

Tabel 4.34. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode tangent

Tipe	Modulus of Elasticity (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (MPa)	X+SD (MPa)	X-SD (MPa)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
	Tangent	Tangent	Tangent				
1	180	183	191	184.52	4.99	189.51	179.53
2	54	184	152	129.87	55.36	185.23	74.51
3	96	33	75	68.17	26.02	94.19	42.15
4	122	249	87	152.67	69.64	222.31	83.03
5	156	118	110	128.19	20.27	148.47	107.92
6	40	86	72	65.82	19.28	85.10	46.54
7	298	347	402	349.07	42.70	391.77	306.37
8	143	377	179	233.20	103.05	336.25	130.14
9	725	846	862	810.83	61.01	871.84	749.83

Tabel 4.35. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode secant

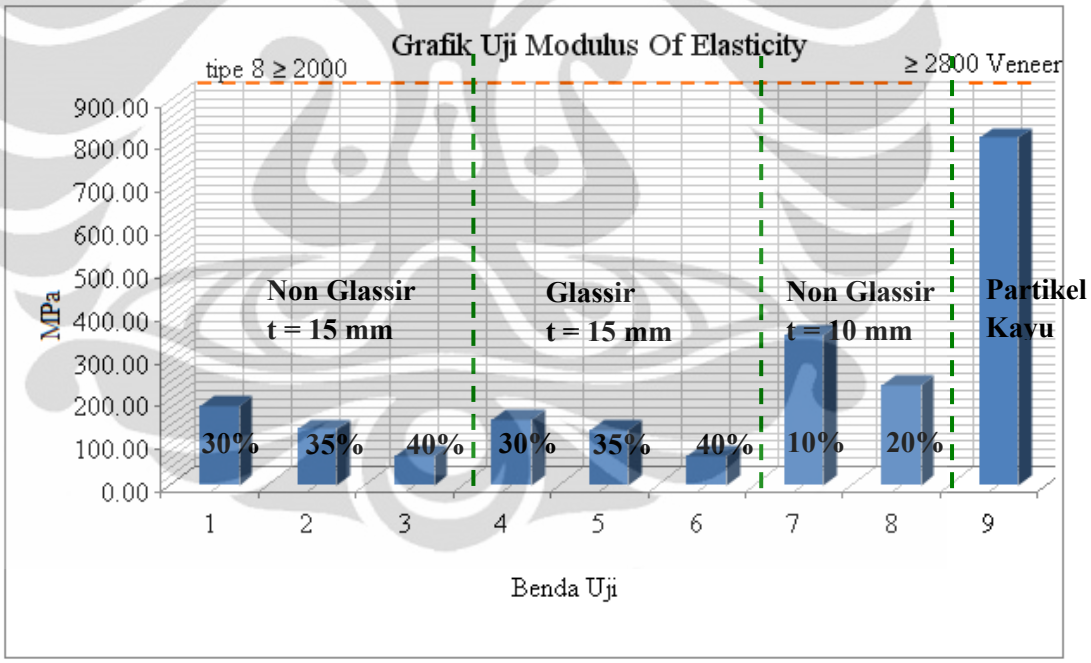
Tipe	Modulus of Elasticity (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (MPa)	X+SD (MPa)	X-SD (MPa)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
	Secant	Secant	Secant				
1	180	183	184	182.28	1.78	184.06	180.51
2	32	184	142	119.43	64.28	183.70	55.15
3	89	31	75	65.27	24.95	90.22	40.32
4	119	231	83	144.44	63.07	207.51	81.38
5	151	118	89	119.30	25.19	144.49	94.11
6	36	82	72	63.65	19.84	83.50	43.81
7	224	236	184	214.90	22.32	237.23	192.58
8	132	293	169	198.16	68.72	266.87	129.44
9	649	784	763	732.08	59.08	791.16	673.00

Tabel 4.36. hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode actual

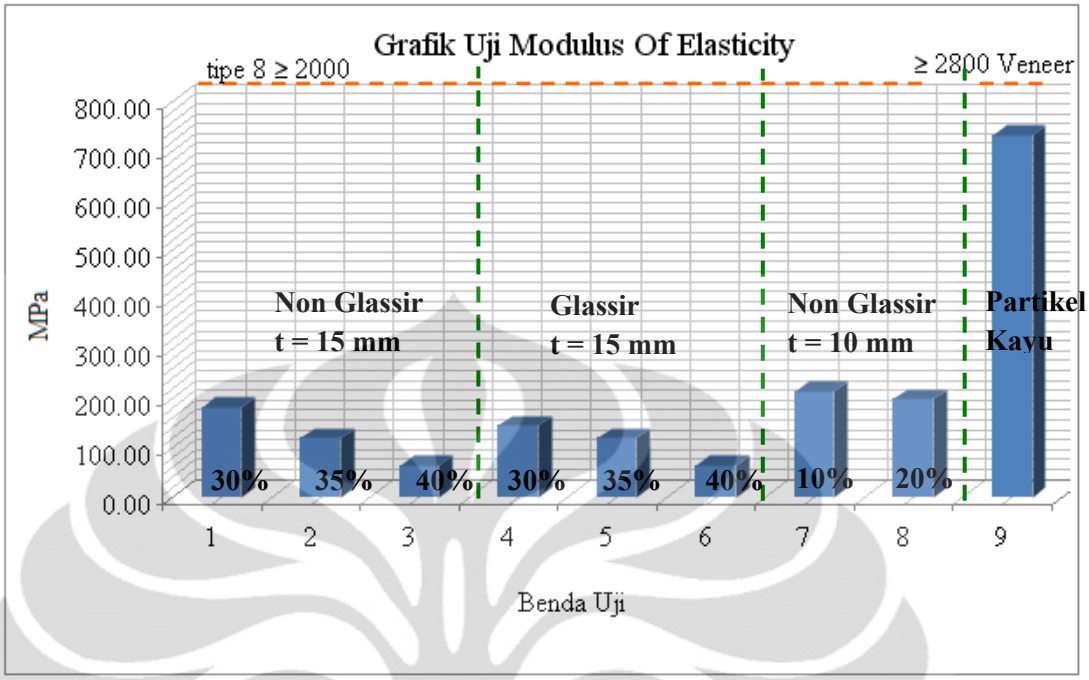
Tipe	Modulus of Elasticity (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (MPa)	X+SD (MPa)	X-SD (MPa)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
	Actual	Actual	Actual				
1	117	105	100	107.60	7.35	114.94	100.25
2	31	90	86	69.02	26.60	95.62	42.42
3	50	27	46	40.97	9.98	50.95	30.99
4	53	98	54	68.09	21.07	89.16	47.03
5	58	36	59	50.90	10.57	61.47	40.34
6	30	29	40	32.93	4.72	37.65	28.22
7	143	157	151	150.00	5.70	155.70	144.30
8	107	170	94	123.80	33.03	156.83	90.77
9	244	199	220	221.08	18.47	239.56	202.61

Tabel 4.37. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode offset

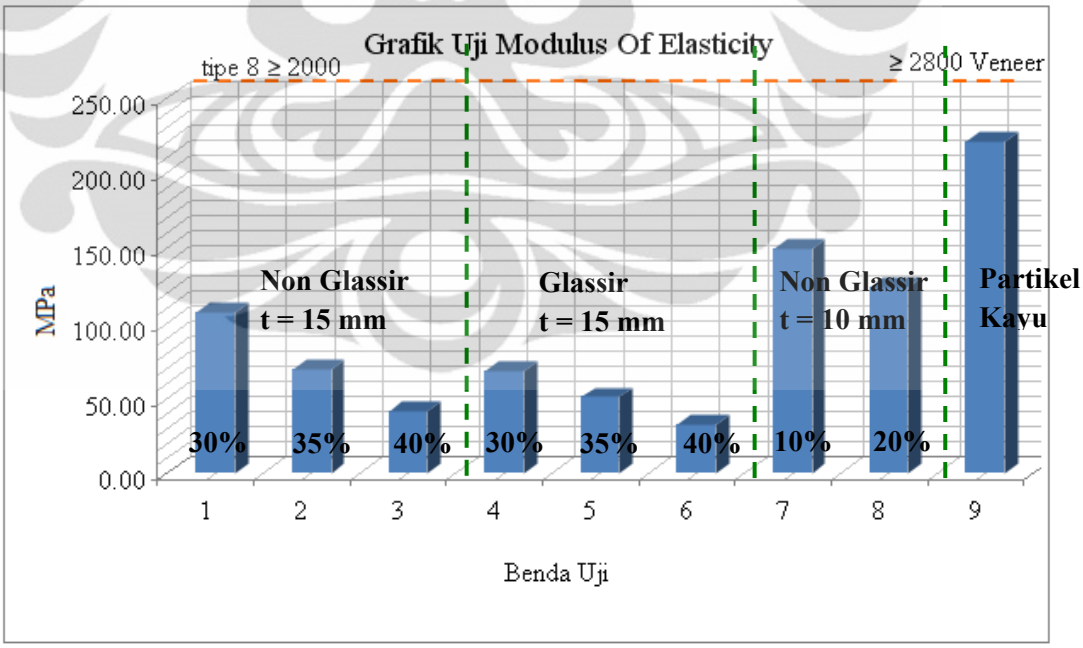
Tipe	Modulus of Elasticity (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$	X+SD	X-SD
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
	Offset	Offset	Offset				
1	90	93	76	86.46	7.47	93.93	78.99
2	16	70	79	54.64	27.87	82.52	26.77
3	35	17	37	29.59	8.99	38.58	20.60
4	73	72	50	65.09	10.73	75.82	54.37
5	73	58	37	56.00	14.84	70.85	41.16
6	19	39	37	31.63	9.20	40.83	22.44
7	224	99	73	132.30	66.04	198.35	66.26
8	71	106	83	86.78	14.70	101.47	72.08
9	397	433	434	421.18	17.34	438.53	403.84



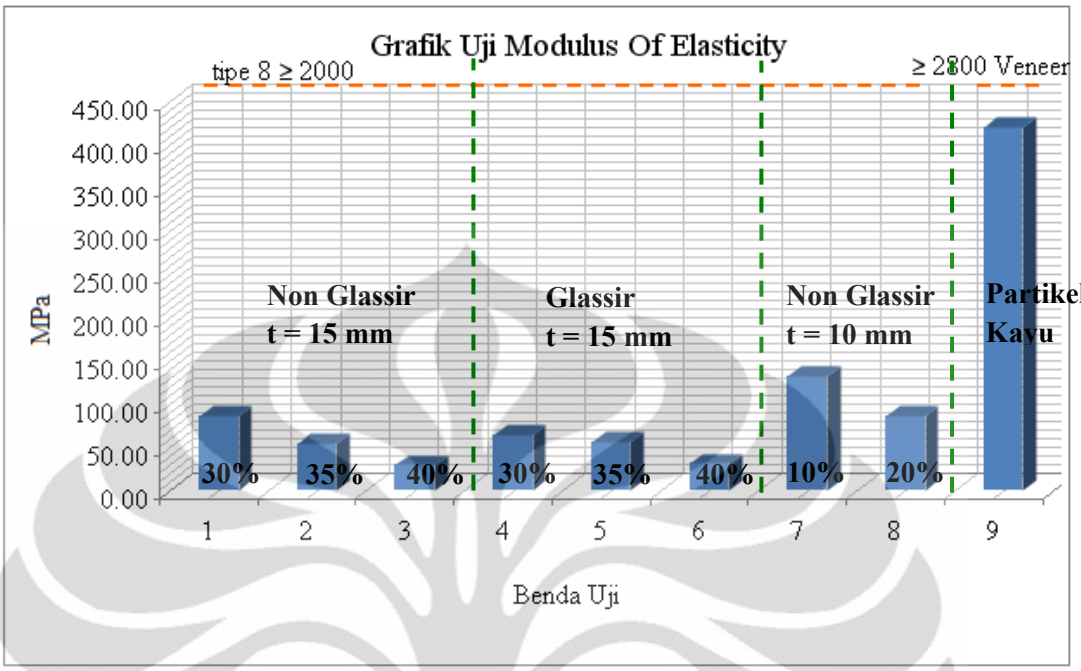
Grafik 4.14.Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode tangent



Grafik 4.15. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode secant



Grafik 4.16. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode actual



Grafik 4.17. Hasil perhitungan modulus elastisitas arah lebar metode offset

Dari Grafik 4.10. sampai dengan Grafik 4.17. modulus elastisitas yang dihasilkan baik pada pembebanan arah panjang maupun arah lebar dapat dilihat pola bahwa semakin besar persentase aseptik maka semakin besar kerapatan yang didapat. Baik hasil dari metode tangent, secant, actual, maupun offset semua menunjukkan pola yang sama. Hal ini menunjukkan persentase aseptik sangat mempengaruhi terhadap nilai modulus benda uji dibanding persentase perekat phenol formaldehida sehingga benda uji dengan persentase aseptik yang lebih banyak mempunyai nilai modulus elastisitas yang lebih baik ketimbang benda uji yang lebih sedikit persentase aseptiknya. Keberadaan glassir sebagai lapis terluar juga tidak memberi kontribusi yang berarti, terbukti dengan nilai benda uji yang dilapisi glassir cenderung sama bahkan ada yang lebih kecil. Pada benda uji non glassir dengan persentase phenol 30% pada pengujian arah panjang sedikit lebih besar dari benda uji dengan persentase phenol 20%. Dua benda uji ini menglami perlakuan yang sama, yaitu proses *hot pressing* selama 15 menit dengan suhu 140^{o} C, tetapi yang perlu di ingat adalah kedua benda uji ini memilki perbedaan tebal yaitu masing-masing 15 mm dengan 10 mm sehingga korelasi hubungan nilai keduanya belum bisa jadi bahan acuan. Walaupun demikian nilai modulus

yang dihasilkan dari papan partikel masih dari standar papan biasa tipe 18 yang menurut JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003: Particleboard harus memenuhi nilai 3000 MPa baik dalam arah panjang maupun arah lebar. Bahkan untuk mencapai papan biasa tipe 8 dengan nilai minimum harus memenuhi 2000 MPa dalam arah panjang maupun arah lebar masih jauh untuk menjangkaunya. Apalagi untuk mencapai papan partikel struktural yang harus mencapai nilai modulus elastisitas minimum 3000 MPa dalam arah panjang dan minimum 1300 dalam arah lebar. Sama halnya dengan papan partikel partikel kayu, nilai modulus elastisitas yang dihasilkan memang jauh cukup besar ketimbang papan partikel aseptik, tetapi perlu diingat papan partikel partikel kayu adalah papan yang berlapis veneer yang cukup kuat untuk melindungi bagian dasar papannya. Standar mininum yang harus dijangkau untuk kategori papan berlapis veneer adalah sebesar 4000 MPa dalam arah panjang dan minimum sebesar 2800 MPa dalam arah lebar. Sedangkan nilai modulus elastisitas papan partikel kayu masih jau dari standar yang ditentukan. Bila papan partikel dikategorikan papan non veneer, maka papan partikel ini hanya masuk kelas kategori papan partikel biasa tipe 13 dalam arah panjang, sedangkan dalam arah lebar tidak memenuhi standar sama sekali. Untuk nilai deviasi bisa dilihat cukup besar sehingga keragaman pada satu komposisi papan cukup tinggi. Satu benda uji nilainya cukup mencolok dari 2 benda uji lainnya hal ini kemungkinan akibat 1 benda uji diambil pada bagian tepi papan, dimana bagian tepi papan cukup agak teropos karena kurang menerima suhu pengempaan yang tidak cukup merata seperti yang didapatkan pada bagian tengah papan. Bila dibandingkan arah panjang dan arah lebar, maka bisa dilihat modulus elastisitas arah panjang jauh lebih besar ketimbang arah lebar. Hal ini kemungkinan pada arah panjang aseptik mmbentuk satu kesatuan menyerupai rajutan, sehingga lebih kuat karena saling mengikat, beda halnya pada posisi arah lebar aseptik cenderung saling bergesekan, yaitu antara bagian terluar aseptik yaitu lapisan plastik dengan plastik atau plastik dengna phenol formaldehida yang mempunyai traksi yang rendah apalagi dari analisa kuat tarik tegak lurus bahwa phenol formaldehida kurang baik mengikatnya dengan bahan yang terbuat dari plastik.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

4.15. Analisa Uji Kuat Lentur Arah Panjang dan Arah Lebar

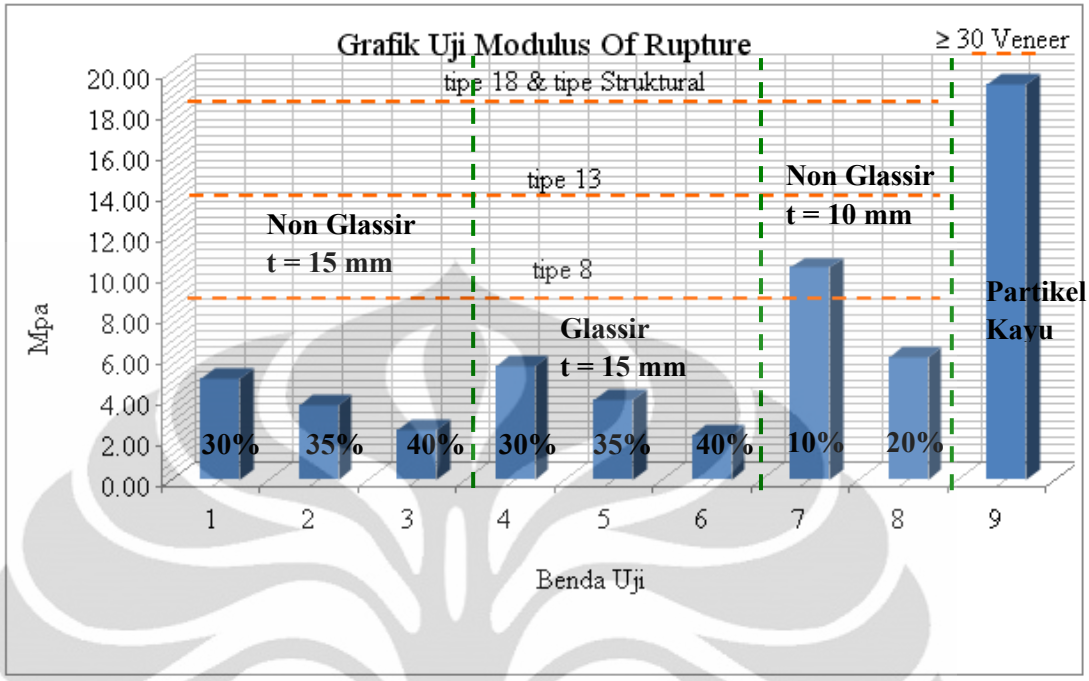
Berikut ditampilkan hasil pengujian uji kuat lentur arah panjang pada Tabel 4.38 dan dalam arah lebar pada Tabel 4.39. dibawah ini :

Tabel 4.38. Hasil perhitungan uji kuat lentur arah panjang

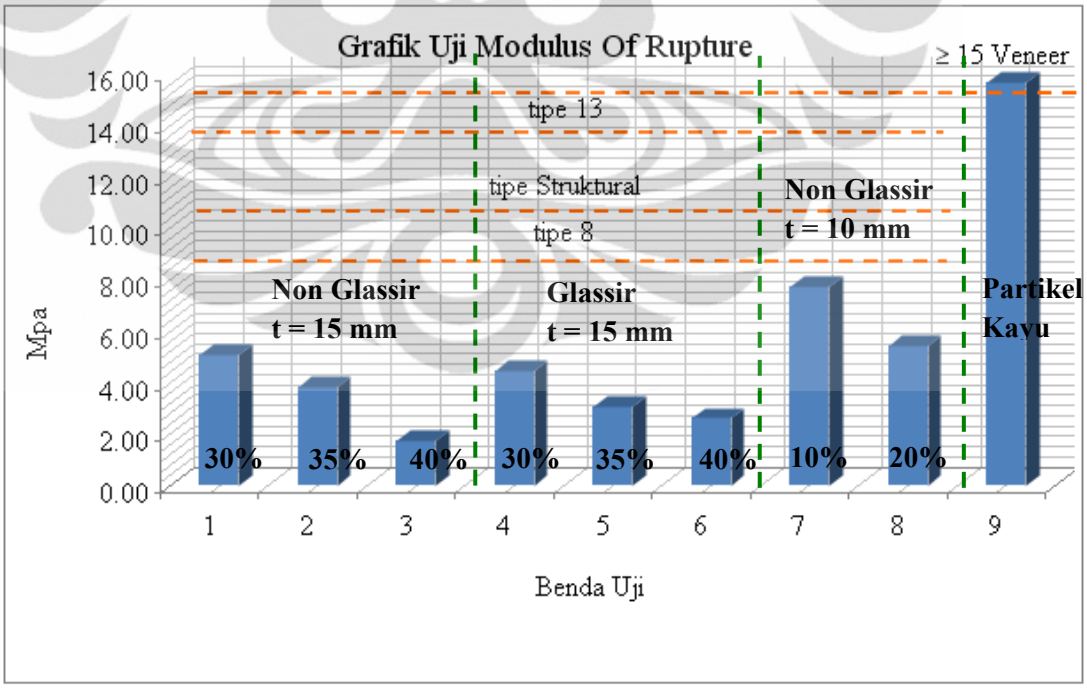
Tipe	Modulus of Rupture (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (MPa)	X+SD (MPa)	X-SD (MPa)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
1	7.83	5.43	1.55	4.94	2.590	7.53	2.35
2	3.41	5.74	1.87	3.67	1.589	5.26	2.08
3	1.83	2.33	3.16	2.44	0.548	2.99	1.89
4	8.69	5.07	2.98	5.58	2.360	7.94	3.22
5	5.45	3.85	2.49	3.93	1.209	5.14	2.72
6	2.12	2.35	2.09	2.19	0.118	2.31	2.07
7	10.70	11.01	9.46	10.39	0.671	11.06	9.72
8	6.02	4.27	7.66	5.98	1.385	7.37	4.60
9	20.57	19.94	17.65	19.39	1.254	20.64	18.13

Tabel 4.39. Hasil perhitungan uji kuat lentur arah lebar

Tipe	Modulus of Rupture (MPa)			Rata-rata X (MPa)	Standar Deviasi $SD=\sqrt{(\sum(xi-X)^2/N)}$ (MPa)	X+SD (MPa)	X-SD (MPa)
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3				
1	5.21	5.79	4.24	5.08	0.641	5.72	4.44
2	3.07	4.35	4.00	3.81	0.538	4.35	3.27
3	2.07	1.58	1.61	1.75	0.223	1.97	1.53
4	4.10	5.38	3.89	4.46	0.661	5.12	3.79
5	3.07	3.24	2.79	3.03	0.189	3.22	2.84
6	2.33	3.04	2.43	2.60	0.316	2.92	2.28
7	6.35	10.80	6.03	7.73	2.178	9.91	5.55
8	5.82	6.67	3.80	5.43	1.204	6.63	4.23
9	16.58	14.88	15.50	15.65	0.704	16.36	14.95



Grafik 4.18. Hasil perhitungan uji kuat lentur arah panjang



Grafik 4.19. Hasil perhitungan uji kuat lentur arah lebar

Dari Grafik 4.18 dan Grafik 4.19 uji kuat lentur yang dihasilkan baik pada pembebanan arah panjang maupun arah lebar dapat dilihat pola bahwa semakin besar persentase aseptik maka semakin besar nilai modulus elatisitasnya. Hal ini menunjukkan kuantitas aseptik sangat mempengaruhi terhadap nilai uji kuat lentur benda uji dibanding persentase perekat phenol forldehida sehingga benda uji dengan persentase aseptik yang lebih banyak mempunyai nilai uji kuat lentur yang lebih baik ketimbang benda uji yang lebih sedikit persentase aseptiknya. Keberadaan glassir sebagai lapis terluar juga tidak memberi kontribusi yang berarti, terbukti dengan nilai uji kuat lentur benda uji yang dilapisi glassir cenderung sama. Nilai uji kuat lentur yang dihasilkan dari papan partikel masih dari standar papan biasa paling rendah tipe 8 yang menurut JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003: Particleboard harus memenuhi nilai 8 MPa baik dalam arah panjang maupun arah lebar. Dari semua benda uji yang ada yang memenuhi papan bias tipe 8 hanya papan dengan persentase phenol 10%, itu pun nilainya memenuhi hanya dalah arah panjang sedangkan untuk arah lebar masih kurang sedikit agar memenuhi. Apalagi untuk mencapai papan partikel struktural yang harus mencapai nilai uji kuat lentur minimum 17,5 MPa dalam arah panjang dan minimum 10 dalam arah lebar. Sama halnya dengan papan partikel partikel kayu, nilai uji kuat lentur yang dihasilkan memang jauh cukup besar ketimbang papan partikel aseptik, papan partikel partikel kayu adalah papan yang berlapis veneer. Standar mininum yang harus dijangkau untuk kategori papan berlapis veneer adalah sebesar 30 MPa dalam arah panjang dan minimum sebesar15 MPa dalam arah lebar. Untuk papan partikel kayu uji kuat lentur yang memenuhi hanya nilai uji kuat lentur arah plebar saja. Bila papan partikel partikel kayu dikategorikan papan non veneer, maka papan partikel ini bisa masuk kelas kategori papan partikel partikel struktural. Sama halnya dengan uji modulus elastisitas untuk nilai deviasi bisa dilihat cukup besar sehingga keragaman pada satu komposisi papan cukup tinggi. Satu benda uji nilainya cukup mencolok dari 2 benda uji lainnya hal ini kemungkinan akibat 1 benda uji diambil pada bagian tepi papan, dimana bagian tepi papan cukup agak teropos karena kurang menerima suhu pengempaan yang tidak cukup merata seperti yang didapatkan pada bagian tengah papan. Bila dibandingkan arah panjang dan arah lebar, maka bisa dilihat

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

uji kuat lentur arah panjang jauh lebih besar ketimbang arah lebar. Hal ini kemungkinan pada arah panjang aseptik membentuk satu kesatuan menyerupai rajutan, sehingga lebih kuat karena saling mengikat, beda halnya pada posisi arah lebar aseptik cenderung saling bergesekan, yaitu antara bagian terluar aseptik yaitu lapisan plastik dengan plastik atau plastik dengan phenol formaldehida yang mempunyai traksi yang rendah apalagi dari analisa kuat tarik tegak lurus bahwa phenol formaldehida kurang baik mengikatnya dengan bahan yang terbuat dari plastik.

1.16. Analisa Beban Terpusat

Benda uji yang digunakan dalam uji pola retak adalah benda uji yang terbaik hasil pengujiannya dari semua variasi benda uji dari periset lain yang ada seperti yang ditampilkan oleh Diagram alir 3.2. terutama hasil pengujian mekaniknya. Dari semua variasi benda uji papan partikel ditarik beberapa kesimpulan berikut :

1. Makin banyak persentase aseptik pada papan partikel maka makin tinggi hasil pengujiannya baik dalam pengujian fisik maupun pengujian mekanik, namun persentase optimal belum didapatkan.
2. Pemberian *glassir* atau *waterproof* pada benda uji hanya berpengaruh pada pengujian fisiknya saja tetapi tidak memberikan kontribusi sama sekali pada sifat mekanik.
3. Semakin besar tekanan pengempaan pada pembuatan benda uji maka semakin tinggi hasil pengujiannya baik dalam pengujian fisik maupun pengujian mekanik, namun tekanan kempa optimal belum didapatkan.
4. Umumnya papan partikel dengan panjang cacah aseptik 80 mm x 5 mm lebih baik secara mekanik ketimbang papan partikel dengan panjang cacah aseptik 50 mm x 5 mm. Sedangkan secara fisik khususnya pada visual dan mutu penampilan berlaku sebaliknya karena papan partikel dengan panjang cacah aseptik 50 mm x 5 mm lebih mudah dipotong, lebih siku dan lebih sedikit cacat yang terjadi.
5. Maka dari 4 butir di atas papan yang terbaik dari segi pengujian fisiknya adalah papan partikel dengan persentase phenol formaldehida 30% dilapisi glassir dengan panjang cacah aseptik 80 mm x 5 mm dengan tekanan

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

pengempaan saat pembuatan yaitu 15 kg/cm^2. Sedangkan papan yang terbaik dari segi pengujian mekaniknya adalah papan partikel dengan persentase phenol formaldehida 30% non glassir dengan panjang cacah aseptik 80 mm x 5 mm dengan tekanan pengempaan saat pembuatan yaitu 15 kg/cm^2.

6. Setelah benda uji pada butir 5 dibandingkan dengan papan partikel pembandingnya yaitu papan partikel dengan persentase phenol 10% dan 20% dengan cacah aseptik 50 mm x 5 mm non glassir dengan kempa 15 kg/cm^2. dan ketebalan ternyata papan partikel pada butir 5 masih kalah baik, sehingga yang digunakan adalah papan dengan hasil pengujiannya paling baik yaitu papan partikel dengan persentase phenol 10% dengan cacah aseptik 50 mm x 5 mm non glassir dengan tekanan kempa 15 kg/cm^2.

Beban terpusat yang digunakan berbentuk lingkaran dengan diameter 5 cm sedangkan bentang bersih papan dari ke empat sisi perletakkan adalah 20 cm x 25 cm sehingga luas masing-masing sebagai berikut :

luas permukaan beban = ¼ x 3,14 x (5 cm)^2
= 19,63 cm^2

luas papan partikel = 20 cm x 25 cm
= 500 cm^2

maka luas permukaan beban = (19,63 / 500) x 100%
= 3,93 % dari luas total papan partikel

Asumsi kapasitas beban yang mampu dipikul oleh setelah dilakukan coba-coba adalah sebesar 1471,50 N. Sehingga kenaikkan beban semi siklik yang ditinjau adalah tiap kenaikkan dan penurunan 25% dari kapasitas papan yaitu :

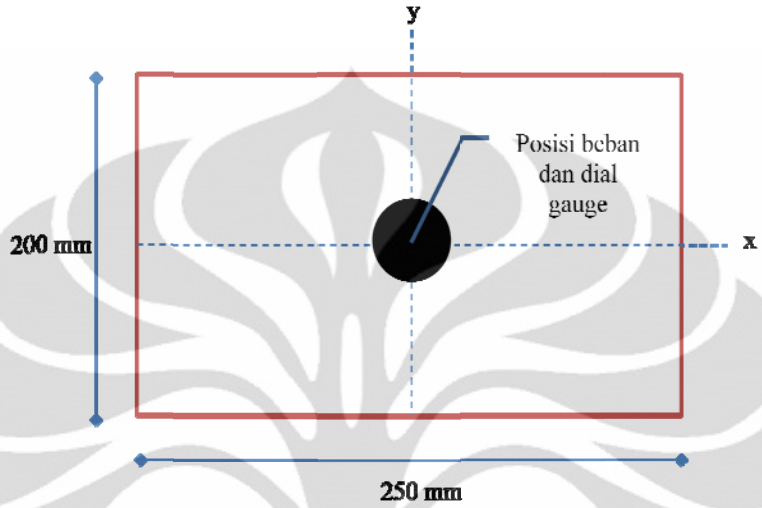
kenaikkan beban semi siklik = 1471,5 N x 25%
= 367,88 N

Sedangkan dial proving ring beban yang digunakan adalah dial dengan ketelitian 0,01 mm dimana menurut hasil kalibrasi 1 divisi dial mewakili beban sebesar 23,10 kgf atau 226,61 N. Untuk mempermudah pembacaan dial makan setiap kenaikkan maupun penurunan dial proving ring sebesar 37,50 kgf dinaikkan menjadi 46,20 kgf atau 453,22 N setara dengan 2 divisi dial proving ring.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

Percobaan I → Benda Uji 1

Posisi beban dan dial gauge untuk mengecek lendutan tepat di tengah papan, baik dari arah panjang maupun dari arah lebar papan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15. Posisi pembebanan dan posisi dial gauge lendutan

Dari hasil pengujian di dapat :

massa papan = 564 gram

volume papan = 732,78 cm^3

massa jenis = 0,76967 gram/cm^3 atau 769,67 kg/m^3

Hasil beban dengan lendutan yang dihasilkan masing-masing beban baik ketika penaikkan beban maupun penurunan beban semi siklik seperti yang ditampilkan pada Tabel. 4.40.

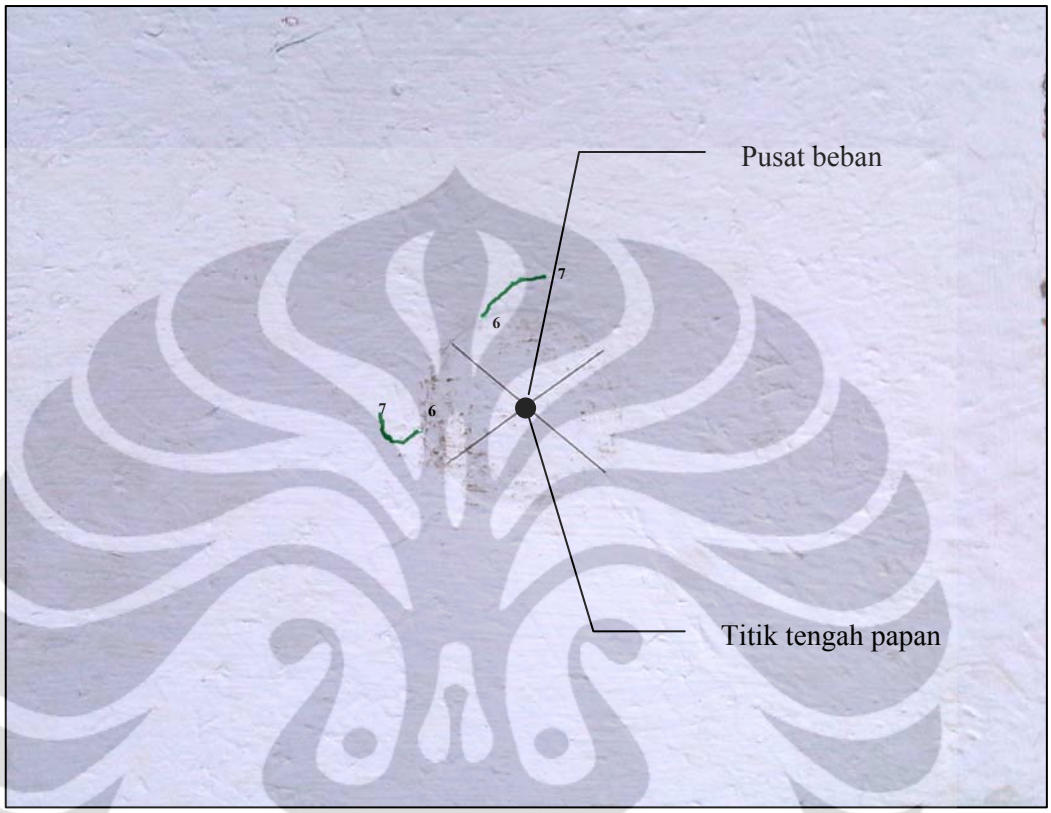
Tabel 4.40. Hasil uji beban terpusat benda uji 1

Dial (Divisi)	Kalibrasi Per Divisi (N)	Beban (N)	Lendutan Tengah Bentang (mm)	Nomor Urut Retak
0	226,61	0	0,00	
2	226,61	453,22	2,39	
0	226,61	0	0,50	
2	226,61	453,22	2,77	
4	226,61	906,44	6,58	0 - 1

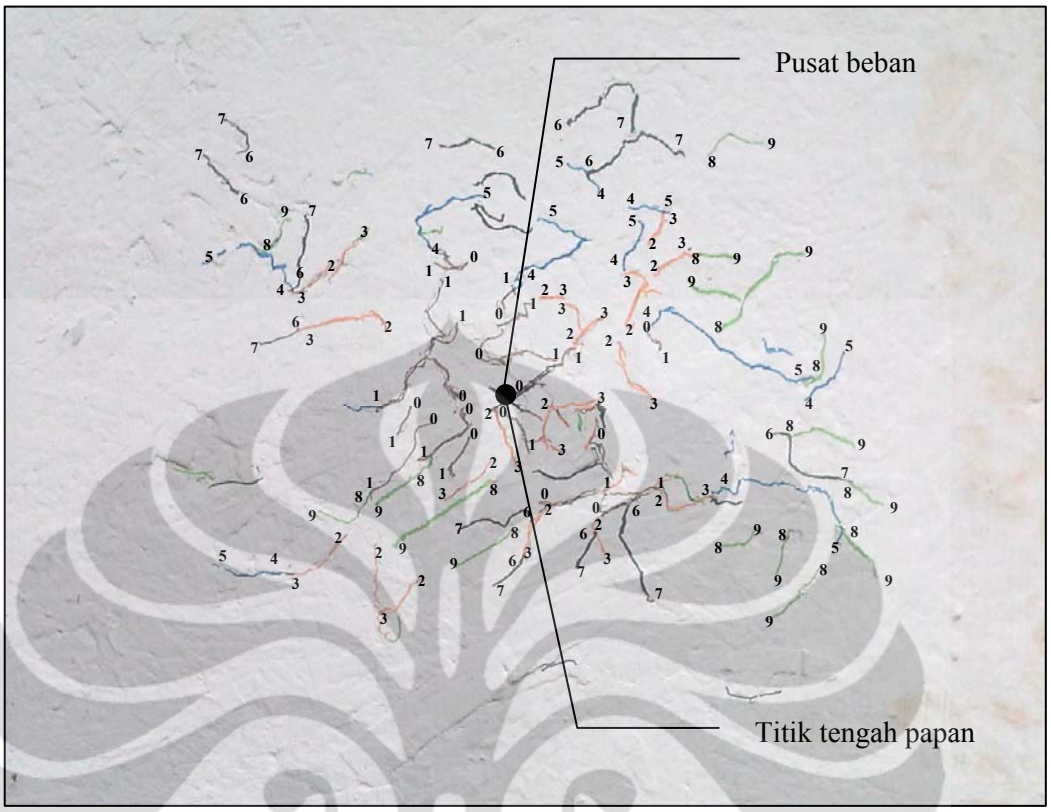
Dial (Divisi)	Kalibrasi Per Divisi (N)	Beban (N)	Lendutan Tengah Bentang (mm)	Nomor Urut Retak
0	226,61	0	1,80	
2	226,61	453,22	4,54	
4	226,61	906,44	6,86	
6	226,61	1359,66	10,23	2 - 3
4	226,61	906,44	9,79	
2	226,61	453,22	8,55	
4	226,61	906,44	8,74	
6	226,61	1359,66	10,64	
8	226,61	1812,88	13,19	4 - 5
6	226,61	1359,66	13,03	
4	226,61	906,44	12,18	
2	226,61	453,22	10,86	
0	226,61	0	5,90	
2	226,61	453,22	8,20	
4	226,61	906,44	10,13	
6	226,61	1359,66	11,96	
8	226,61	1812,88	13,79	
10	226,61	2266,1	16,06	6 - 7
8	226,61	1812,88	15,98	
6	226,61	1359,66	15,42	
4	226,61	906,44	14,49	
2	226,61	453,22	13,40	
0	226,61	0	8,80	
2	226,61	453,22	10,74	
8	226,61	1812,88	15,29	
10	226,61	2266,1	16,75	
11	226,61	2492,71	18,02	8 - 9
10	226,61	2266,1	17,90	
8	226,61	1812,88	17,70	
6	226,61	1359,66	16,14	
4	226,61	906,44	15,45	
2	226,61	453,22	14,56	
0	226,61	0	10,10	
11	**226,61**	**2492,71**	**18,02**	←Maks

Dari pengujian laboratorium didapat penyebaran pola retak pada papan partikel ketika dibebani gaya sebesar 906,44 N. Gambar 4.16. dan Gambar 4.17.

memperlihatkan pola penyebaran retak akibat distribusi beban pada papan partikel setelah dibebani beban maksimum yaitu 2492,71 N.



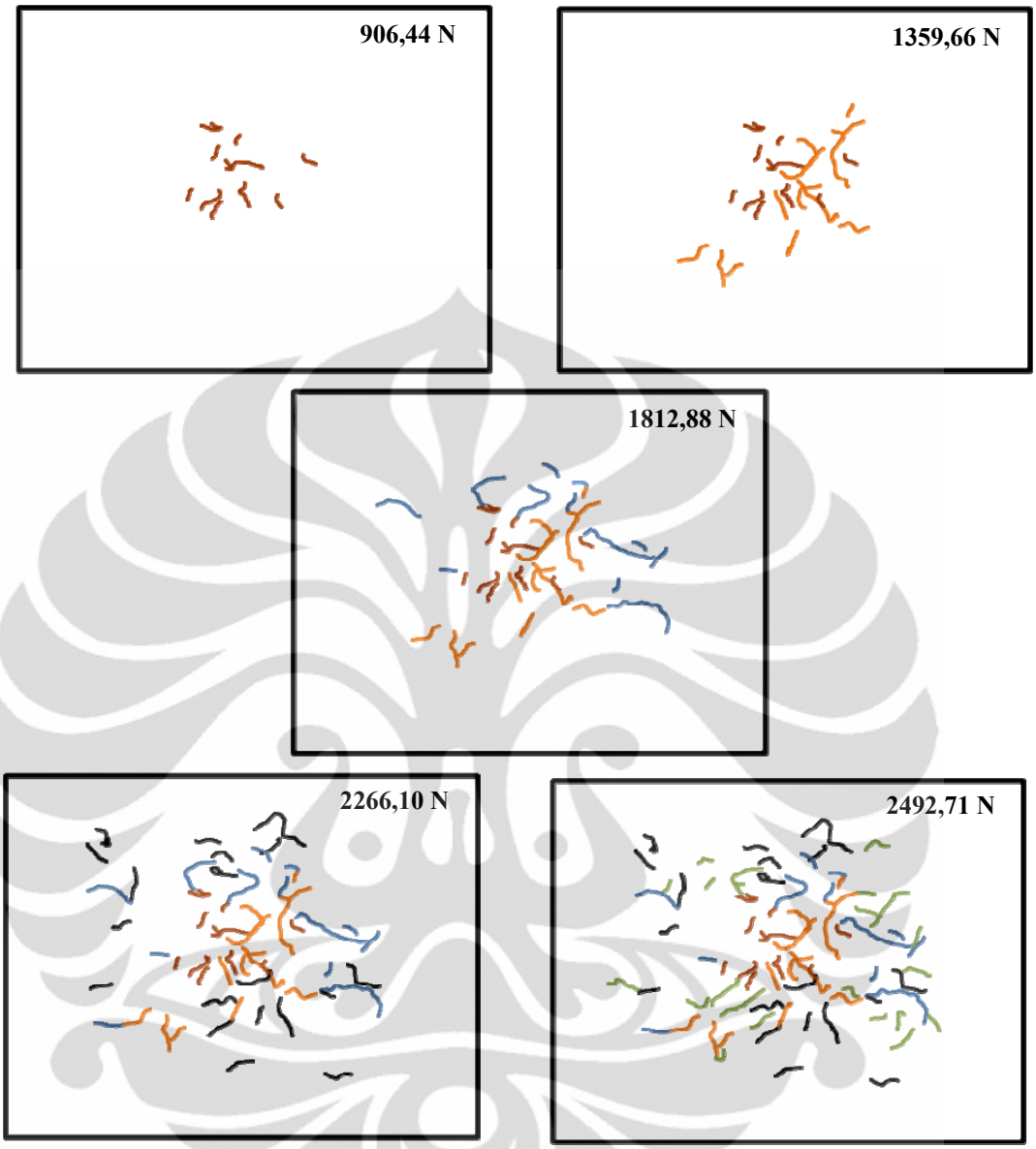
Gambar 4.16. Pola distribusi retak sesuai nomor urut retak pada bagian atas papan benda uji 1



Gambar 4.17. Pola distribusi retak sesuai nomor urut retak pada bagian bawah papan benda uji 1

Pada Gambar 4.18. dan Gambar 4.19. berikut memperlihatkan simulasi pertambahan retak yang terjadi setiap penambahan beban. Warna pada gambar tidak merepresentasikan urutan retak, hanya mensimulasikan pertambahan retak akibat masing-masing beban.

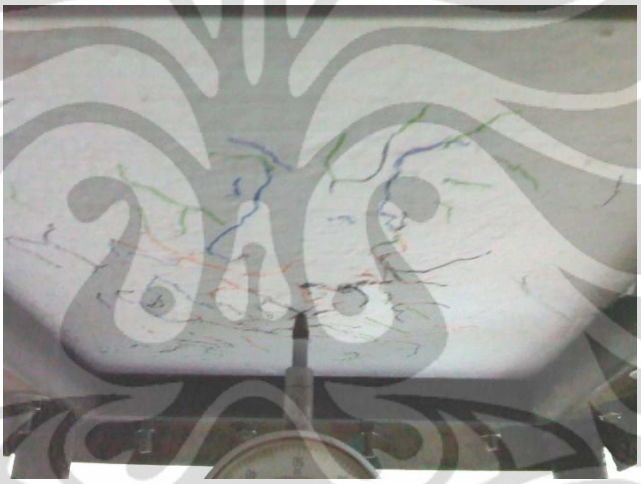
Gambar 4.18. Pertambahan retak pada bagian atas papan benda uji 1 akibat peningkatan beban



Gambar 4.19. Pertambahan retak pada bagian bawah papan benda uji 1 akibat peningkatan beban

Pada Gambar 4.20. diperlihatkan dial beban pada proving ring menunjukkan beban maksimum sebesar 11 divisi atau setara dengan 2492,71 N. Gambar 4.21. tampak lendutan dan posisi dial gauge lendutan pada bagian tengah bentang. Sedangkan Gambar 4.22. tampak lendutan sebesar 18,02 mm akibat beban terpusat.

Gambar 4.20. Dial beban saat beban maksimum pada benda uji 1



Gambar 4.21. Letak dial dan lendutan yang terjadi pada benda uji 1

Gambar 4.22. Deformasi yang terjadi akibat beban terpusat pada benda uji 1

Percobaan I → Benda Uji 2

Posisi beban dan dial gauge untuk mengecek lendutan tepat di tengah papan, baik dari arah panjang maupun dari arah lebar papan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.5 di atas.

Dari hasil pengujian di dapat :

massa papan = 542 gram

volume papan = 732,78 cm^3

massa jenis = 0,73965 gram/cm^3 atau 739,65 kg/m^3

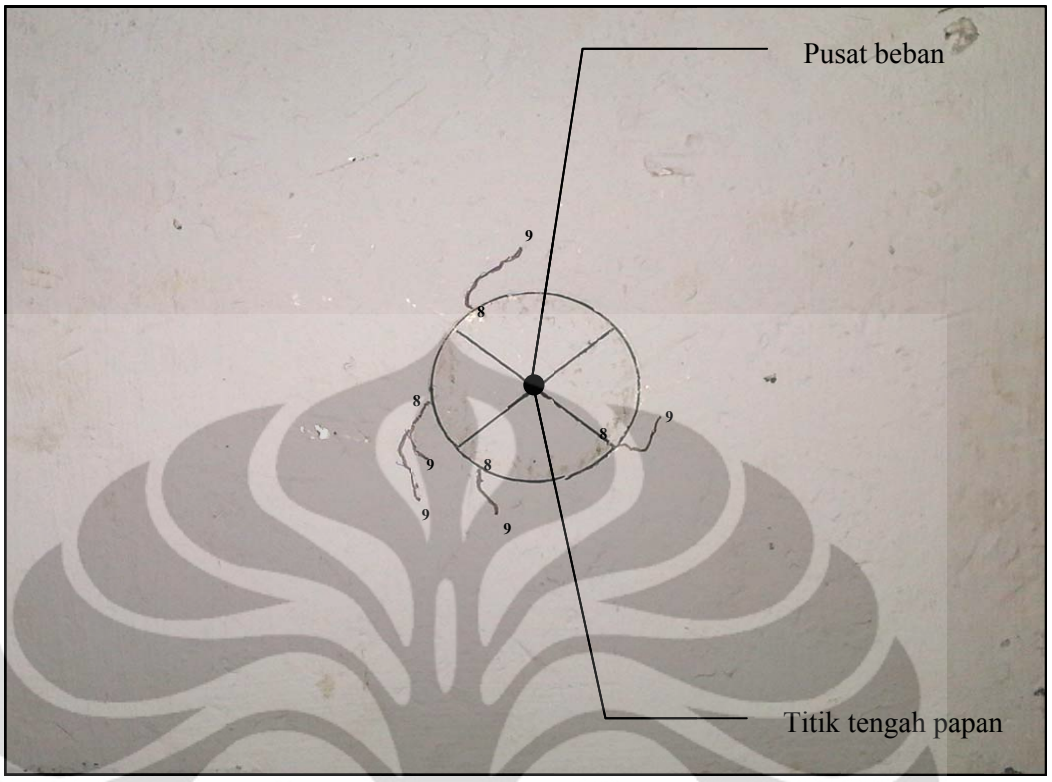
Hasil beban dengan lendutan yang dihasilkan masing-masing beban baik ketika penaikkan beban maupun penurunan beban semi siklik seperti yang ditampilkan pada Tabel. 4.41.

Tabel 4.41. Hasil uji beban terpusat benda uji 2

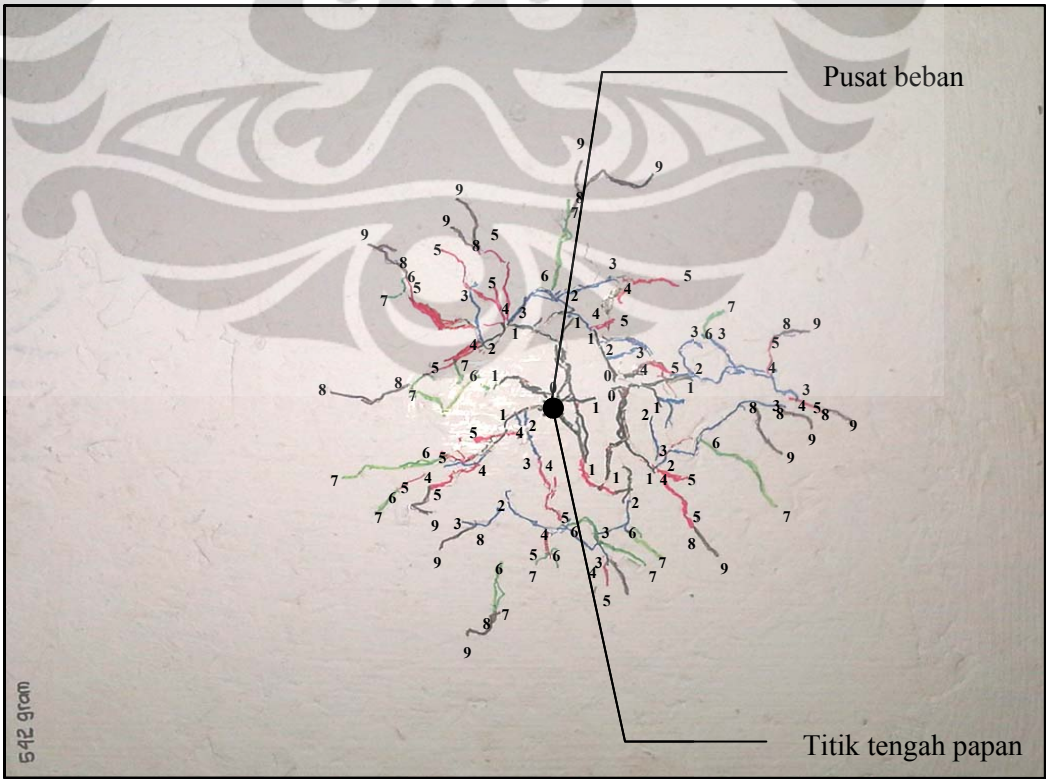
Dial (Divisi)	Kalibrasi Per Divisi (N)	Beban (N)	Lendutan Tengah Bentang (mm)	Nomor Urut Retak
0	226,61	0	0,00	
2	226,61	453,22	2,65	
0	226,61	0	0,30	
2	226,61	453,22	2,80	
4	226,61	906,44	6,12	0 - 1
2	226,61	453,22	5,20	
0	226,61	0	1,35	
2	226,61	453,22	3,98	
4	226,61	906,44	6,71	
6	226,61	1359,66	9,94	2 - 3
4	226,61	906,44	9,10	
2	226,61	453,22	7,55	
0	226,61	0	2,60	
2	226,61	453,22	5,48	
4	226,61	906,44	7,99	
6	226,61	1359,66	10,33	
8	226,61	1812,88	13,20	4 - 5
6	226,61	1359,66	12,52	
4	226,61	906,44	11,32	
2	226,61	453,22	9,92	

Dial (Divisi)	Kalibrasi Per Divisi (N)	Beban (N)	Lendutan Tengah Bentang (mm)	Nomor Urut Retak
0	226,61	0	4,25	
2	226,61	453,22	6,91	
4	226,61	906,44	9,39	
6	226,61	1359,66	11,43	
8	226,61	1812,88	13,54	
10	226,61	2266,1	16,34	6 - 7
8	226,61	1812,88	16,05	
6	226,61	1359,66	15,28	
4	226,61	906,44	14,21	
2	226,61	453,22	12,56	
0	226,61	0	6,40	
2	226,61	453,22	8,92	
4	226,61	906,44	11,42	
6	226,61	1359,66	13,21	
8	226,61	1812,88	15,15	
10	226,61	2266,1	17,95	
11	226,61	2492,71	18,90	8 - 9
10	226,61	2266,1	18,80	
8	226,61	1812,88	18,38	
6	226,61	1359,66	17,65	
4	226,61	906,44	16,58	
2	226,61	453,22	14,88	
0	226,61	0	9,40	
11	**226,61**	**2492,71**	**18,90**	←Maks

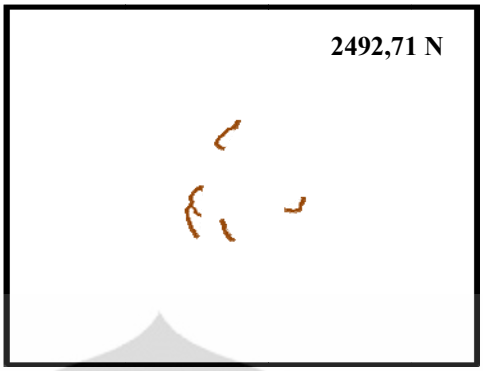
Dari pengujian laboratorium sama halnya dengan benda uji 1, pada benda uji 2 penyebaran pola terjadi ketika dibebani gaya sebesar 906,44 N. Pada Gambar 4.23. dan Gambar 4.24. memperlihatkan pola penyebaran retak akibat distribusi beban pada papan partikel setelah dibebani beban maksimum yaitu 2492,71 N. Serta Gambar 4.25. dan Gambar 4.26. memperlihatkan simulasi pertambahan retak yang terjadi setiap penambahan beban. Warna pada gambar tidak merepresentasikan urutan retak, hanya mensimulasikan pertambahan retak akibat masing-masing beban. Pada Gambar 4.27. diperlihatkan posisi beban terpusat pada tengah bentang. Gambar 4.28. tampak lendutan dan posisi dial gauge lendutan pada bagian tengah bentang pada benda uji 2. Sedangkan Gambar 4.29. tampak lendutan sebesar 18,02 mm akibat beban terpusat pada benda uji 2.



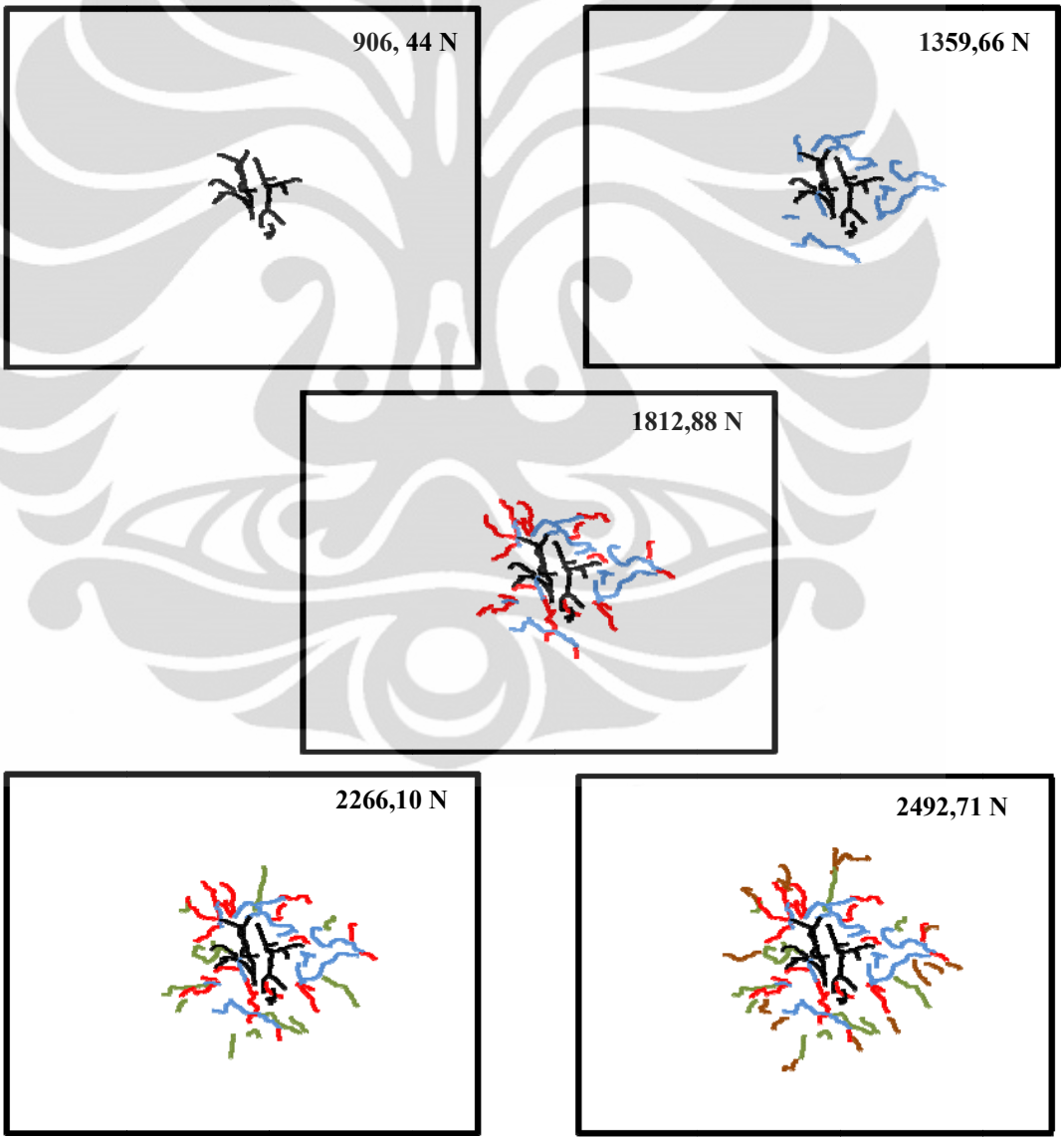
Gambar 4.23. Pola distribusi retak sesuai nomor urut retak pada bagian atas papan benda uji 2



Gambar 4.24. Pola distribusi retak sesuai nomor urut retak pada bagian bawah papan benda uji 2

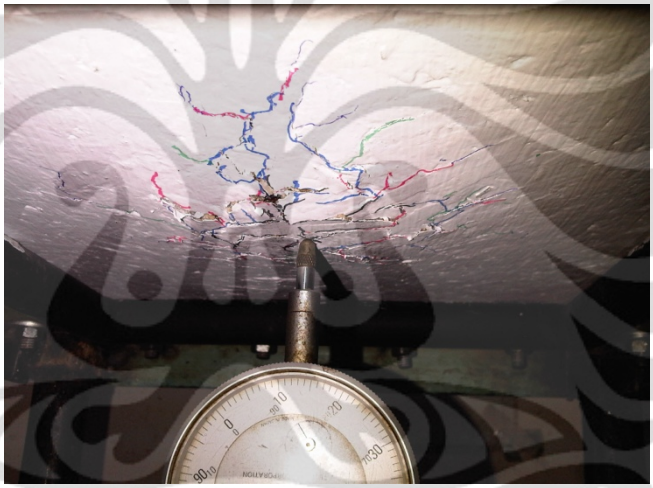


Gambar 4.25. Pertambahan retak pada bagian atas papan benda uji 2 akibat peningkatan beban



Gambar 4.26. Pertambahan retak pada bagian bawah papan benda uji 2 akibat peningkatan beban

Gambar 4.27. Posisi pembebanan terpusat



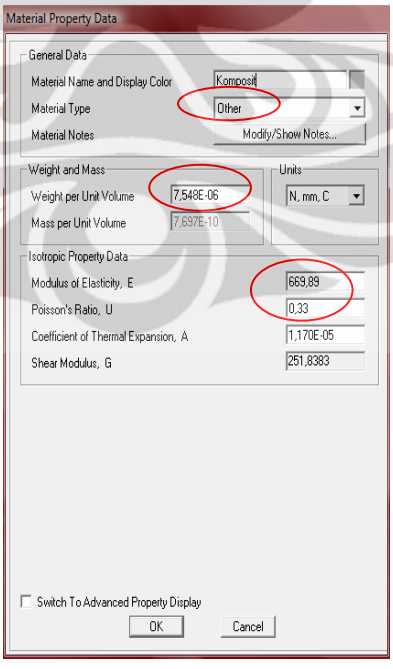
Gambar 4.28. Letak dial dan lendutan yang terjadi pada benda uji 2

Gambar 4.29. Deformasi yang terjadi akibat beban terpusat pada benda uji 2

Perhitungan Analitis

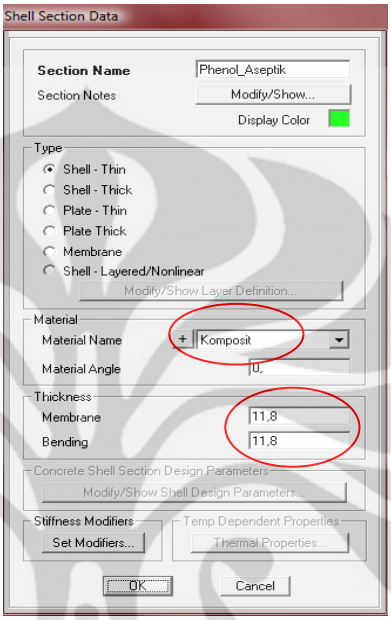
Untuk perhitungan papan secara analitis menggunakan bantuan software struktur SAP 2000 v14.0.0. Linear Dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Membuka aplikasi SAP 2000 kemudian pilih menu blank kemudian tentukan satuannya kgf, m, c.
2. Tentukan 4 koordinat awal papan dengan memilih toolbar ***draw → draw special joint***, lalu masukkan koordinal (x,y) → (0,0) ; (250,0) ; (0,200) ; (250,200). Lalu klik ***OK.***
3. Input data-data material papan partikel berupa data berat jenis, modulus elastisitas dan poisson ratio. Untuk angka poisson ratio digunakan angka poisson ratio alumunium yaitu 0,33. Dikarenakan tidak dilakukan percobaan untuk mendapatkan angka poisson papan partikel selain itu papan partikel ini terdapat lapisan alumuniumnya. Untuk menu pada SAP 2000 pilih ***define → material → add new material***, untuk material tipe isikan other. Kemudian input data yang dibutuhkan seperti pada Gambar 4.10. Lalu klik ***OK.***



Gambar 4.30. Material properti papan partikel

4. Tentukan area section papan partikel yaitu dengan menginput data tebal papan dan material papan yang telah ditentukan pada butir 3. ***Define → section properties → area section → add new section shell*** seperti pada Gambar 4.11. lalu klik ***OK.***



Gambar 4.31. Shell section data

5. Gambarkan model gambar papan pada 4 koordinat yang telah dibuat sebelumnya dengan melalui menu toolbars ***draw → draw rectangular area element,*** kemudian ganti section sesuai yang telah dibuat pada butir 4.

6. Kemudian klik area shell kemudian bagi papan sesuai kebutuhan pada menu ***edit → edit area → divide area.*** Cek list ***divide area into this number of object***. Isikan masing-masing 20 pada arah 1 ke 2 (arah X) maupun arah 1 ke 3 (arahY). Lalu klik ***OK.***

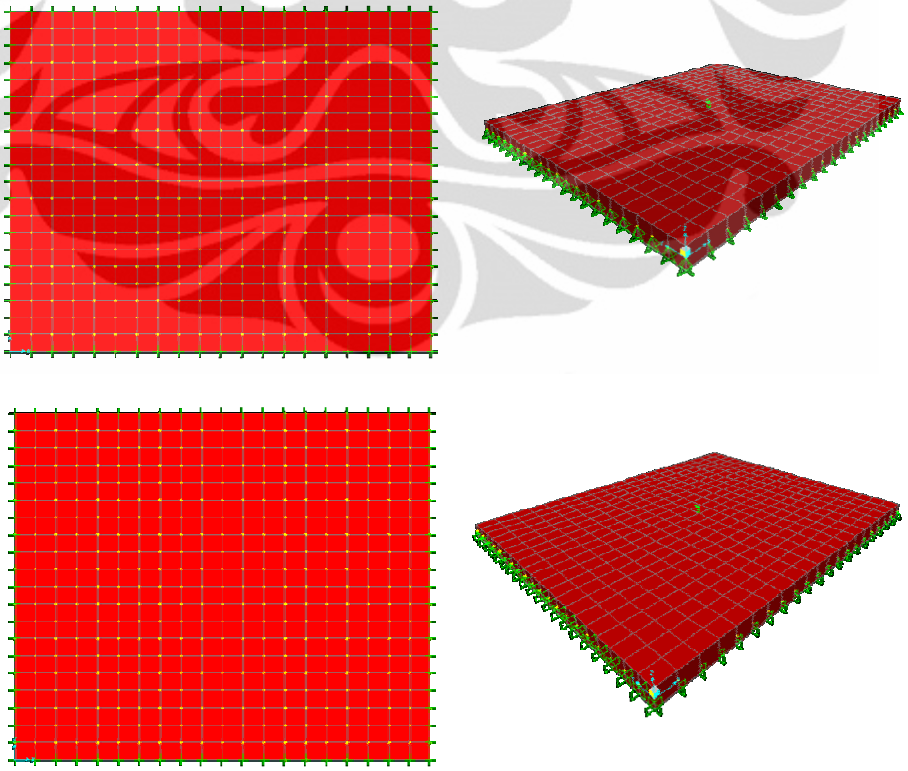
7. Setelah itu klik semua join pada pinggir papan berikan perletakan sendi-sendi dengan melakukan perintah ***assign → joint → Restraints → OK***, pilih sendi.

8. Klik join pada tengah papan kemudian berikan beban mati *"dead"* sebesar 1 divisi atau 46,20 kgf dengan melakukan perintah ***assign → joint load → force,*** isikan -46, 20 pada force global z. Lalu klik ***OK.***

9. Pastikan faktor pengali beban sendiri dan beban mati sebesar 1, dengan perintah ***define → load pattern***, kemudian isikan ***self weight multiplier*** 1

kemudian klik Ok. Lalu lakukan ***define → load case → dead → modify show load case***. Pastikan ***dead scale factor*** adalah 1. Lalu klik ***OK.***

10. Lakukan perhitungan dengan melakukan ***analyze → run analysis***, klik *case modal* menjadi "*don't run*" dan pastikan *case dead* "run" lalu klik "*run now*".
11. Cek lendutan atau U3 yang terjadi dengan memeriksa joint paling tengah. Lalu catat hasil lendutannya.
12. Periksa pula bidang momen arah x (M11) dan momen arah y (M22) pada pelat dengan perintah ***display → show forces/stresses → shell → resultant forces*** pilih M11 atau M22. Lalu klik ***OK.***
13. Kemudian periksa tegangan arah x (S11) dan tegangan arah y (S22) pada pelat dengan perintah ***display → show forces/stresses → shell → shell stresses*** pilih S11 atau S22. Lalu klik ***OK.***
14. Ulangi langkah 1 s.d. 12 tetapi khusus untuk butir 7 ganti perletakkannya dengan jepit-jepit.

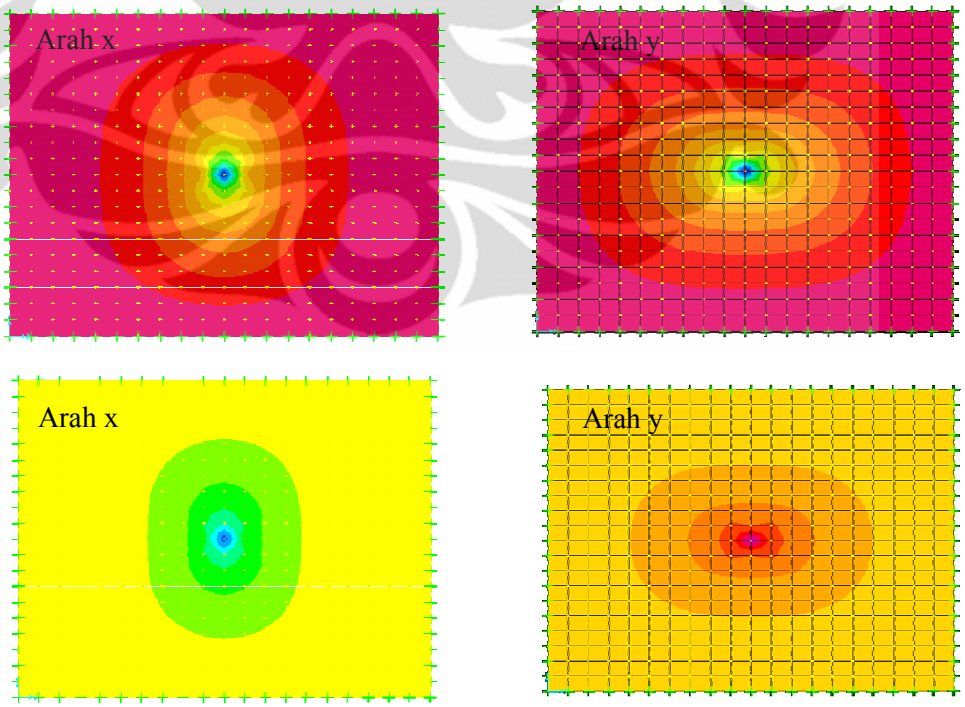


Gambar 4.32. Pemodelan 3D SAP 2000 sendi-sendi (atas) jepit-jepit (bawah)

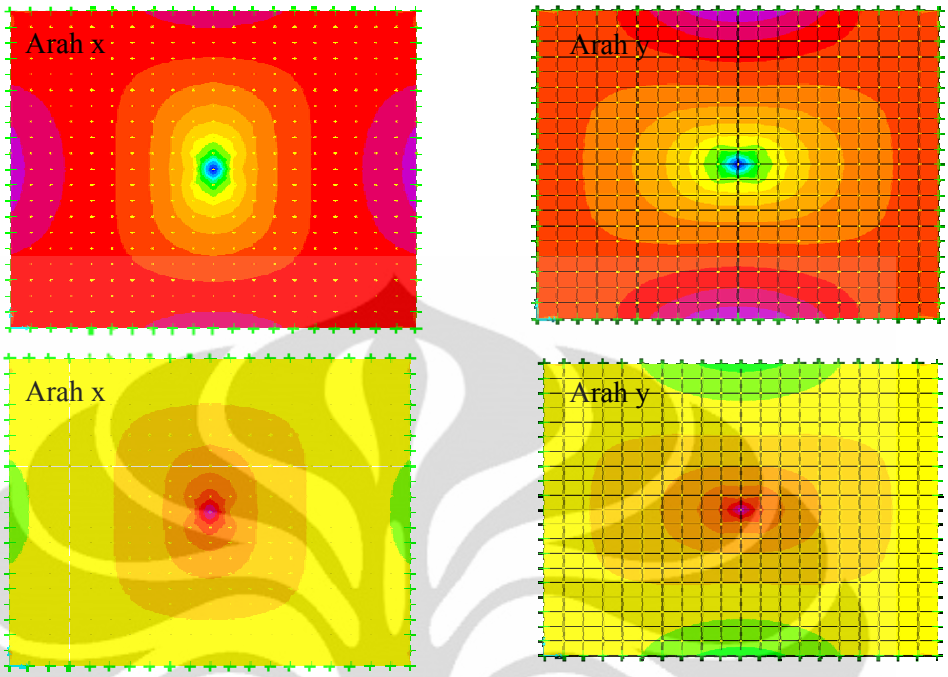
Dari hasil perhitungan SAP 2000 v14.0.0 didapat hasil lendutan akibat perletakan sendi-sendi dan jepit-jepit seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.42 serta diagram momen dan tegangan akibat perletakan akibat beban maksimum pada perletakan sendi-sendi dan jepit-jepit pada Gambar 4.26 dan Gambar 4.27 dibawah ini.

Tabel 4.42. Lendutan perhitungan SAP 2000 v14.0.0

Dial Divisi	Sendi-Sendi		Jepit-Jepit	
	Beban (N)	Lendutan (mm)	Beban (N)	Lendutan (mm)
0	0	0,01	0	0,00
2	453,22	2,48	453,22	1,18
4	906,44	4,95	906,44	2,36
6	1359,66	7,42	1359,66	3,54
8	1812,88	9,88	1812,88	4,72
10	2266,1	12,35	2266,1	5,89
11	2492,71	13,59	2492,71	6,48

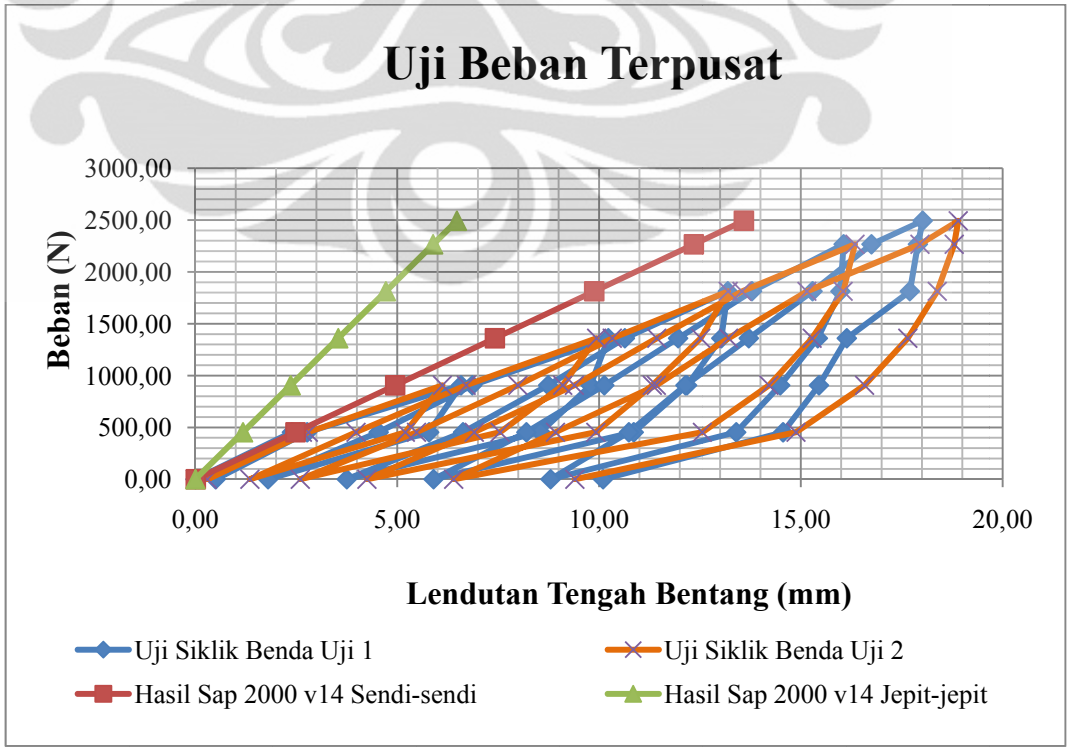


Gambar 4.33. Bidang momen (atas) dan tegangan (bawah) sendi-sendi



Gambar 4.34. Bidang momen (atas) dan tegangan (bawah) jepit-jepit

Bila dibuat grafik dari hasil beban semi siklik pada uji laboratorium dengan hasil beban analitis dari perhitungan SAP 2000 v14.0.0 linear maka di dapat seperti Grafik 4.20 berikut :



Grafik 4.20. Hasil uji beban terpusat

Analisa Percobaan I

Pada benda uji 1 hasil uji beban terpusat Tabel 4.40 didapatkan kapasitas beban maksimum beban terpusat yang mampu dipikul oleh papan partikel dengan empat perletakan menggunakan frame pipa baja diameter 20 mm adalah 2492,71 N dengan lendutan sebesar 18,02 mm. Pada Tabel 4.41 benda uji 2 mempunyai kapasitas maksimum beban terpusat yang sama dengan benda uji 1 yaitu 2492,71 N hanya benda uji 2 mempunyai lendutan sedikit lebih besar yaitu 18,90 mm atau beda 0,88 mm dengan benda uji 1. Dimana retak pertama pada kedua benda uji muncul pada saat dibebani beban sebesar 906,44 N. Bila dilihat dari pola penyebaran retak benda uji 1 pada Gambar 4.16, Gambar 4.17, Gambar 4.18, dan Gambar 4.19 maupun benda uji 2 pada Gambar 4.23, Gambar 4.24, Gambar 4.25, dan Gambar 4.26 yang terjadi di dapat beberapa kesimpulan yaitu awal retak muncul area sekitar beban terpusat yang kemudian menjalar menjauhi beban ketika papan partikel mengalami penurunan daya dukung akibat dibebani terus menerus maka akan ditandai oleh terjadinya retak-retak halus atau retak mikro. Akibat terjadinya retak praktis tebal efektif papan partikel pun berkurang di daerah sekitar retak karena sudah tidak dapat menahan beban yang ada maka retak tersebut akan menjalar menuju tempat lain yang belum terjadi retak, yang masih memiliki kemampuan untuk menahan beban sebagai bentuk pendistribusian beban. Semakin besar beban yang dipikul oleh papan partikel semakin besar retak yang dihasilkan oleh area di sekitar beban terpusat serta semakin jauh penjalaran retak papan partikel tersebut. Dari pola retak yang terjadi dapat kita ketahui pendistribusian beban yang terjadi pada papan partikel. Dari pola retak pada gambar yang terjadi dapat kita ketahui pendistribusian beban yang terjadi pada papan partikel.

Dilihat dari Gambar 4.16 dan Gambar 4.17 pada benda uji 1 serta pada Gambar 4.25 dan Gambar 4.26 pada benda uji 2 bagian bawah papan yang mengalami regangan tarik akibat pembebanan lebih cenderung mudah terjadi retak ketimbang bagian atas papan yang mengalami regangan tekan. Bagian tarik atau bawah papan partikel telah mengalami retak pada saat papan dibebani beban sebesar 906,44 N sedangkan bagian tekan atau bagian atas papan mengalami retak pada

saat 2492,71 N. Pada papan partikel yang mengalami regangan tekan agak sulit untuk melihat retak yang terjadi karena hanya berupa retak mikro yang sulit dilihat kasat mata.

Pada hasil analitis menggunakan sofware SAP 2000 v14.0.0 dibedakan menjadi 2 jenis perletakkan, yaitu perletakkan sendi-sendi dan jepit-jepit. Bila dilihat dari hasil Grafik 4.20 maka perletakkan frame pipa baja diameter 20 mm dengan 4 sisi adalah perletakkan sendi.

Pada benda uji 1 nilai analitis ketika papan partikel dalam fase plastis yang dihasilkan perletakkan sendi-sendi dari output SAP 2000 lebih mendekati hasil laboratorium dengan perbedaan [(2,48 mm – 2,39 mm) / 2,48 mm] x 100% = 3,63% ketimbang nilai analitis akibat perletakkan jepit-jepit dengan perbedaan [(2,39 mm – 1,18 mm) / 2,39 mm] x 100% = 50,63 %.

Pada benda uji 2 nilai analitis ketika papan partikel dalam fase plastis yang dihasilkan perletakkan sendi-sendi dari output SAP 2000 lebih mendekati hasil laboratorium dengan perbedaan [(2,65 mm – 2,48 mm) / 2,65 mm] x 100% = 6,42% ketimbang nilai analitis akibat perletakkan jepit-jepit dengan perbedaan [(2,65 mm – 1,18 mm) / 2,65 mm] x 100% = 55,47 %.

SAP 2000 v14.0.0 yang digunakan merupakan versi linear sehingga hanya dapat grafik beban versus lendutan yang dihasilkan hanya berbentuk linear. Atau yang hanya dapat menampilkan sifat bahan pada batas elastis tidak sampai batas plastis. Bila dibandingkan Grafik 4.20 hasil perhitungan analitis dengan perletakkan sendi-sendi dengan hasil uji beban terpusat semi siklik laboratorium terlihat bahwa batas elastis papan partikel hanya sampai saat papan partikel dibebani 453,22 N untuk kedua benda uji karena pada saat beban tersebut kedua grafik saling berhimpit. Ketika beban diatas 453,22 N sudah terjadi deformasi permanen pada papan atau lendutan tidak kembali pada posisi sebelumnya sehingga papan sudah mengalami fase inelastis.

Dilihat dari bidang momen dan diagram tegangan baik arah x maupun arah y output SAP 2000 v14.0.0 pada Gambar 4.33 dan Gambar 4.34 bisa ditarik kesimpulan bahwa area sekitar beban terpusat mengalami momen dan konsentrasi tegangan yang paling besar ketimbang area lain. Dimana semakin jauh dari beban

terpusat maka momen dan tegangan yang dihasilkan semakin kecil. Area sekitar perletakan adalah adalah area yang paling rendah momen dan konsentrasi tegangannya. Dari hasil ini wajar dengan pola retak yang dihasilkan pada uji semi siklik laboratorium karena area papan partikel yang terdekat dengan beban mengalami momen dan tegangan yang paling besar maka area tersebut yang paling pertama mengalami keausan dan mulai terjadi retak. Dibandingkan area papan yang jauh dari beban, ketika beban ditambah atau ditingkatkan maka luasan besaran momen dan tegangan yang terjadi pun makin meluas, sehingga retak yang terjadi pun semakin menjalar menjauh walaupun besar retaknya tidak sebesar retak yang terjadi pada area sekitar beban, karena momen dan tegangan yang lebih kecil ketimbang momen dan tegangan di area dekat beban.

Percobaan II

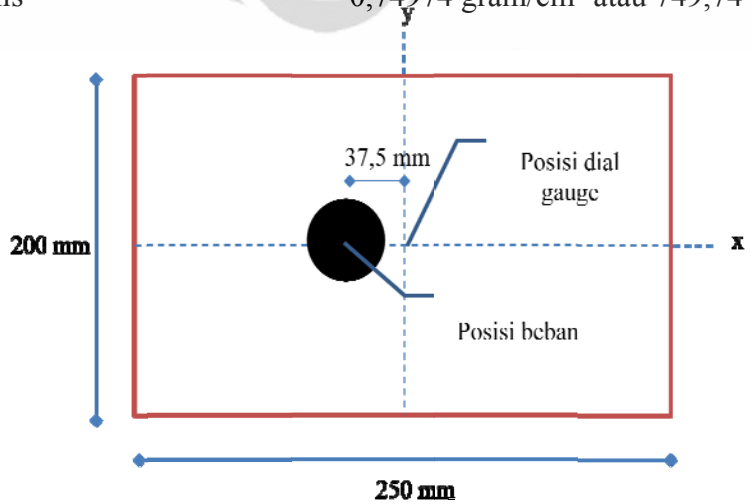
Awalnya pembebanan direncanakan pada seperempat bentang arah panjang atau 62,50 mm dari tengah bentang arah panjang, namun karena keterbatasan dalam pergeseran frame perletakkan dengan alat kuat lentur maka posisi beban adalah 37,50 mm dari tengah bentang arah panjang. Untuk dial gauge untuk mengecek lendutan berada tepat di tengah papan, baik dari arah panjang maupun dari arah lebar papan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.35.

Dari hasil pengujian di dapat :

massa papan = 535 gram

volume papan = 714,15 cm^3

massa jenis = 0,74974 gram/cm^3 atau 749,74 kg/m^3



Gambar 4.35. Posisi pembebanan dan posisi dial gauge lendutan pada pecobaan 2

Hasil beban dengan lendutan yang dihasilkan masing-masing beban baik ketika penaikkan beban maupun penurunan beban semi siklik seperti yang ditampilkan pada Tabel. 4.43.

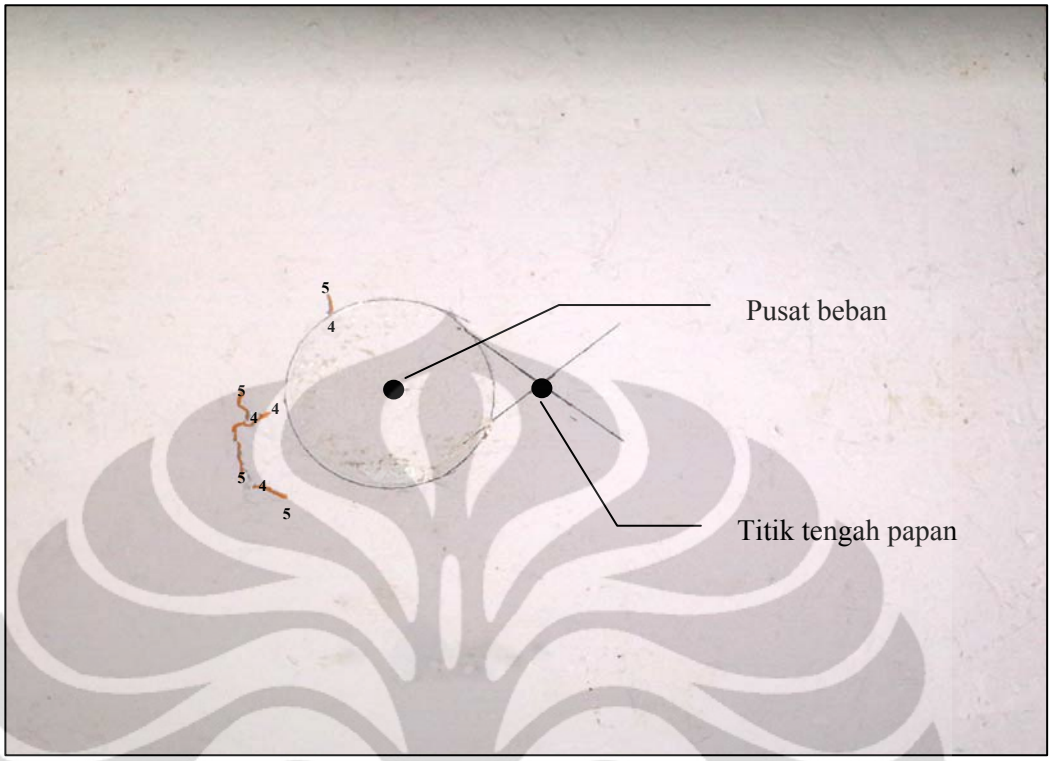
Tabel 4.43. Hasil uji pembeban terpusat 37,5 mm dari tengah arah panjang

Dial (Divisi)	Kalibrasi Per Divisi (N)	Beban (N)	Lendutan Tengah Bentang (mm)	Nomor Urut Retak
0	226,61	0	0,00	
2	226,61	453,22	1,96	
0	226,61	0	0,31	
2	226,61	453,22	2,35	
4	226,61	906,44	5,12	
2	226,61	453,22	4,40	
0	226,61	0	1,05	
2	226,61	453,22	3,22	
4	226,61	906,44	5,49	
6	226,61	1359,66	8,31	0 - 1
4	226,61	906,44	7,94	
2	226,61	453,22	6,56	
0	226,61	0	2,50	
2	226,61	453,22	4,85	
4	226,61	906,44	6,81	
6	226,61	1359,66	8,72	
8	226,61	1812,88	11,06	2 - 3
6	226,61	1359,66	10,80	
4	226,61	906,44	10,04	
2	226,61	453,22	8,95	
0	226,61	0	4,00	
2	226,61	453,22	6,26	
4	226,61	906,44	8,15	
6	226,61	1359,66	9,97	
8	226,61	1812,88	11,61	
10	226,61	2266,1	13,80	4 - 5
8	226,61	1812,88	13,60	
6	226,61	1359,66	12,99	
4	226,61	906,44	12,04	
2	226,61	453,22	11,74	
0	226,61	0	5,80	
2	226,61	453,22	7,72	

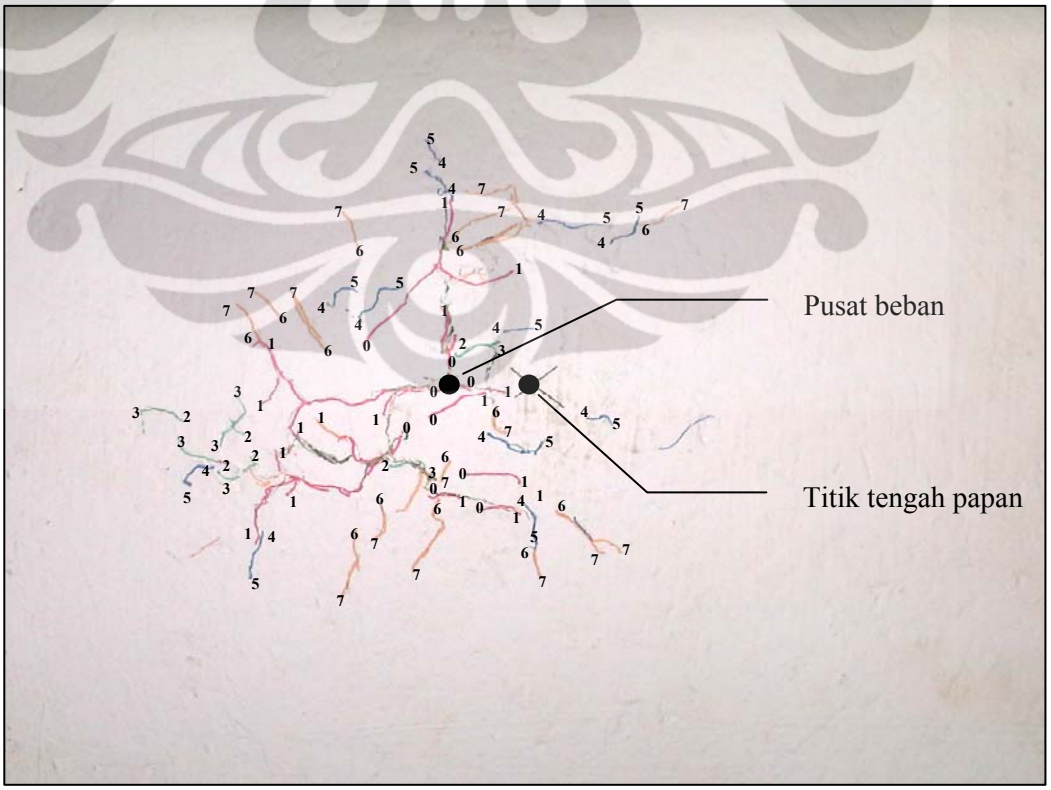
Dial (Divisi)	Kalibrasi Per Divisi (N)	Beban (N)	Lendutan Tengah Bentang (mm)	Nomor Urut Retak
10	226,61	2266,1	14,62	
11	226,61	2492,71	16,17	6 - 7
10	226,61	2266,1	16,00	
8	226,61	1812,88	15,89	
6	226,61	1359,66	15,45	
4	226,61	906,44	14,72	
2	226,61	453,22	13,74	
0	226,61	0	8,60	
11	**226,61**	**2492,71**	**16,17**	← Maks

Dari Grafik 4.43 pengujian laboratorium didapat penyebaran pola retak pada papan partikel ketika dibebani gaya sebesar 1359,66 N. Gambar 4.36. dan Gambar 4.37. memperlihatkan pola penyebaran retak akibat distribusi beban pada papan partikel setelah dibebani beban maksimum yaitu 2492,71 N. Serta Gambar 4.38. dan Gambar 4.39. memperlihatkan simulasi pertambahan retak yang terjadi setiap penambahan beban. Warna pada gambar tidak merepresentasikan urutan retak, hanya mensimulasikan pertambahan retak akibat masing-masing beban. Pada Gambar 4.40. diperlihatkan dial beban pada proving ring menunjukkan beban maksimum sebesar 11 divisi atau setara dengan 2492,71 N. Gambar 4.41. tampak lendutan dan posisi dial gauge lendutan pada bagian tengah bentang pada benda uji 2. Sedangkan Gambar 4.42. tampak lendutan sebesar 16,17 mm akibat beban terpusat pada benda uji 2.

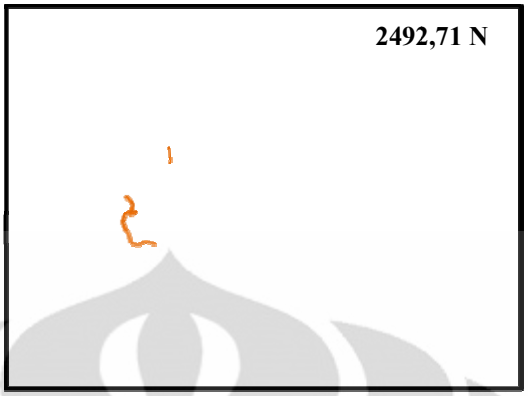
Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011



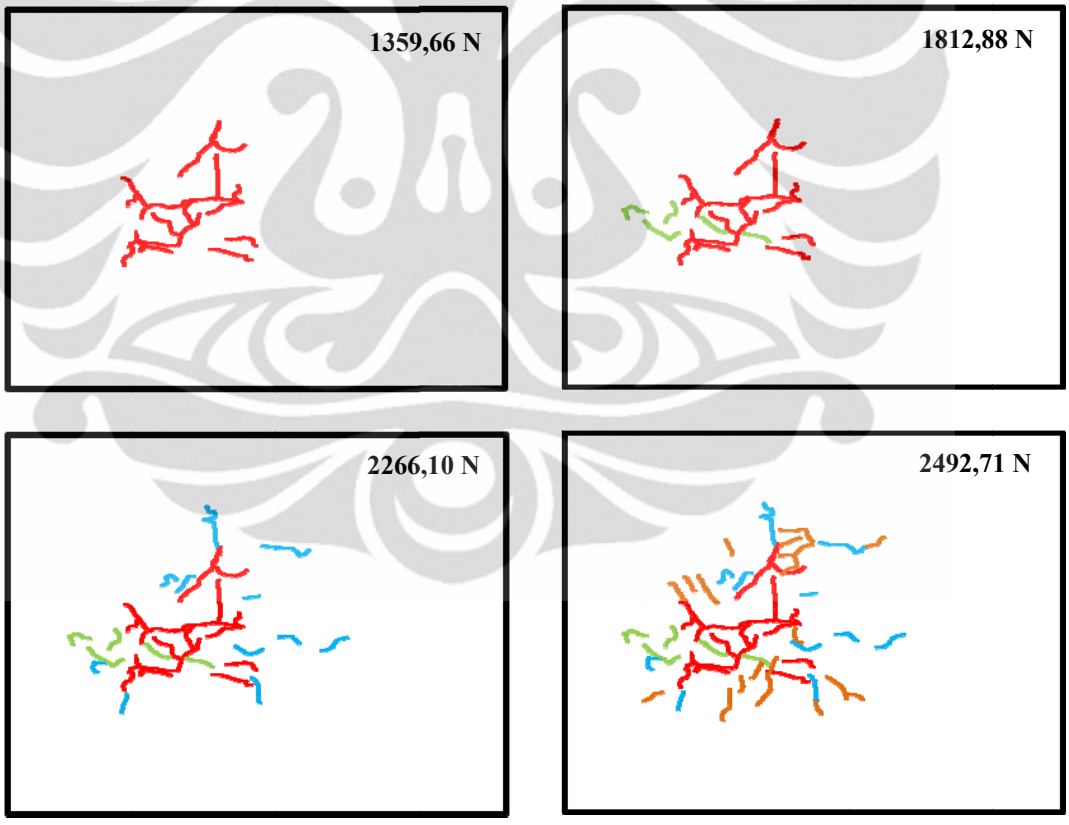
Gambar 4.36. Pola distribusi retak sesuai nomor urut retak pada bagian atas papan benda uji 3



Gambar 4.37. Pola distribusi retak retak sesuai nomor urut retak pada bagian bawah benda uji 3



Gambar 4.38. Pertambahan retak pada bagian atas papan akibat peningkatan beban benda uji 3



Gambar 4.39. Pertambahan retak pada bagian bawah papan akibat peningkatan beban benda uji 3

Gambar 4.40. Dial beban saat beban maksimum pada benda uji 3

Gambar 4.41. Letak dial lendutan yang terjadi pada benda uji 3

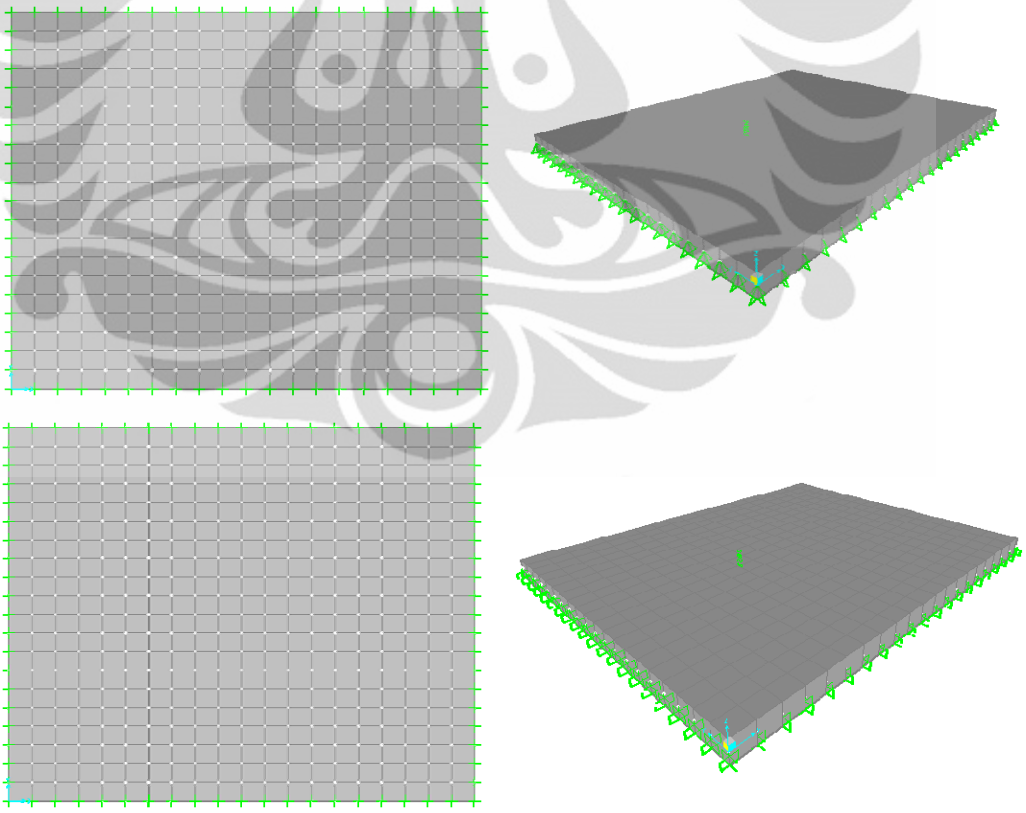
Gambar 4.42. Deformasi yang terjadi akibat beban terpusat pada benda uji 3

Untuk perhitungan papan secara analitis menggunakan bantuan software struktur SAP 2000 v14.0.0. hampir sama dengan langkah-langkah yang dilakukan pada percobaan pertama. Yang membedakan hanya input-input data material dan section papan serta posisi beban terpusat. Langkah yang harus disesuaikan yaitu butir 3, 4 dan 8.

Pada butir 3 jelas berat jenis papannya saja yang berbeda. Berat jenis papan yang digunakan adalah seperti perhitungan di atas yaitu 0,74974 gram/cm^3 atau 749,74 kg/m^3. Sedangkan untuk nilai modulus elastisitas adalah sama 68309768 kgf/m^2 sesuai dengan nilai rata-rata pengujian modulus elastisitas.

Pada butir 4 yang perlu di input adalah ketebalan papan, yaitu papan pada percobaan ini memiliki ketebalan 11,50 mm.

Pada butir 8 posisi beban terpusat dilokasikan pada posisi 37,50 mm dari tengah bentang papan arah panjang.

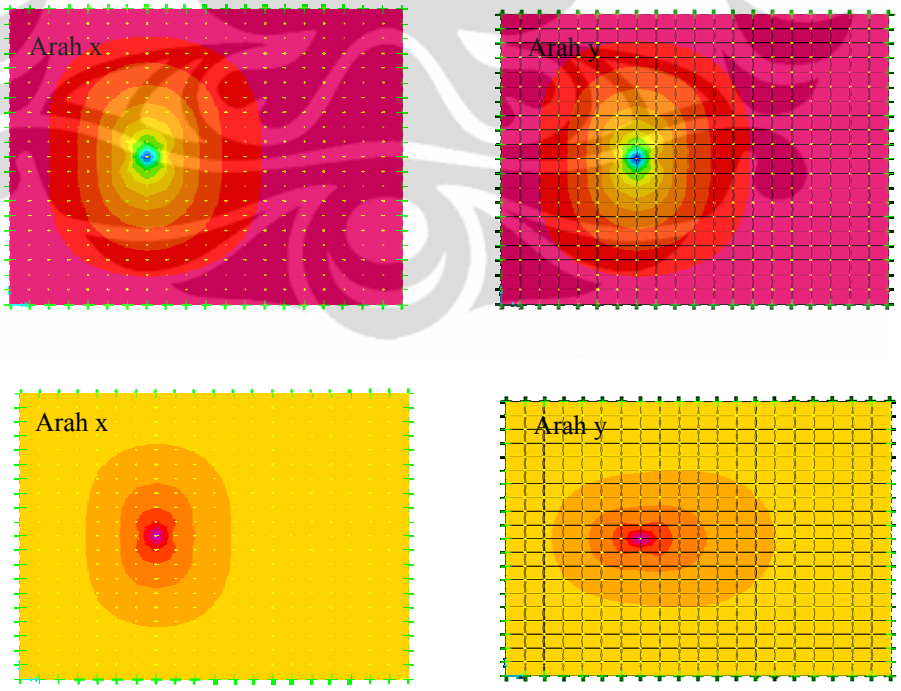


Gambar 4.43. Pemodelan 3D SAP 2000 sendi-sendi (atas) jepit-jepit (bawah)

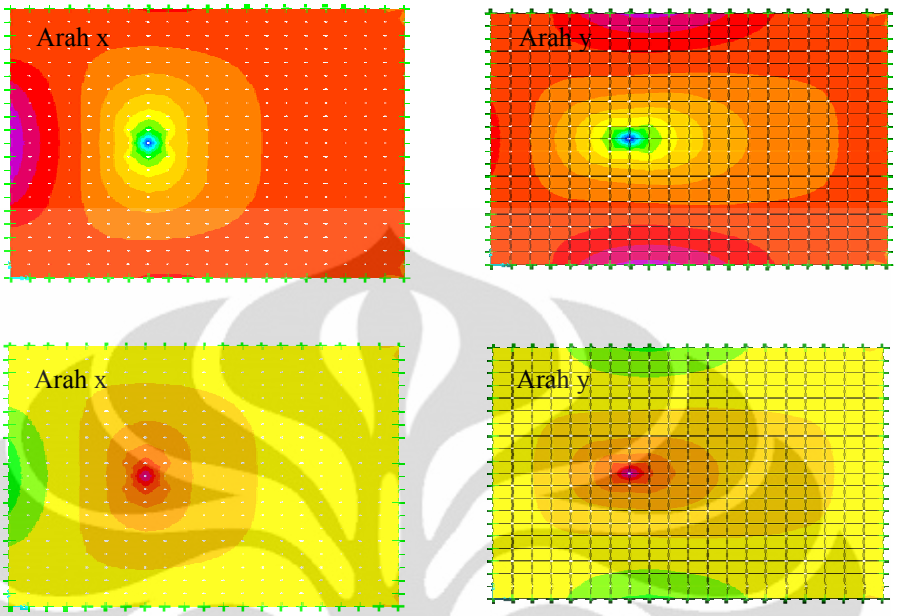
Dari hasil perhitungan SAP 2000 v14.0.0 didapat hasil lendutan akibat perletakan sendi-sendi dan jepit-jepit seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.43 serta diagram momen dan tegangan akibat perletakan akibat beban maksimum pada perletakan sendi-sendi dan jepit-jepit pada Gambar 4.37 dan Gambar 4.38 dibawah ini.

Tabel 4.43. Lendutan perhitungan SAP 2000 v14.0.0

Dial Divisi	Sendi-Sendi		Jepit-Jepit	
	Beban (N)	Lendutan (mm)	Beban (N)	Lendutan (mm)
0	0	0,01	0	0,00
2	453,22	2,15	453,22	0,87
4	906,44	4,28	906,44	1,74
6	1359,66	6,42	1359,66	2,61
8	1812,88	8,56	1812,88	3,47
10	2266,1	10,69	2266,1	4,34
11	2492,71	11,76	2492,71	4,78

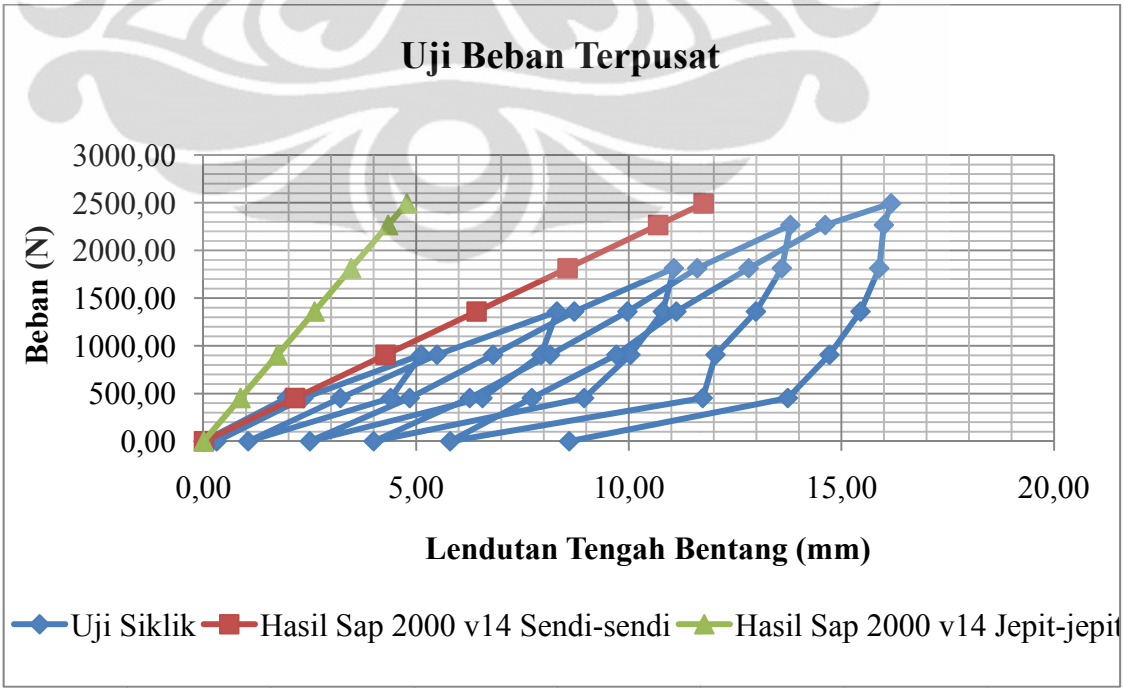


Gambar 4.44. Bidang momen (atas) dan tegangan (bawah) sendi-sendi



Gambar 4.45. Bidang momen (atas) dan tegangan (bawah) jepit-jepit

Bila dibuat grafik dari hasil beban semi siklik pada uji laboratorium dengan hasil beban analitis dari perhitungan SAP 2000 v14.0.0 linear maka di dapat seperti garfik 4.21 dibawah ini :



Grafik 4.21. Hasil uji beban terpusat 37,50 mm tengah bentang arah panjang

Analisa Percobaan II

Pada Tabel 4.42. Pada uji beban terpusat 37,50 mm dari tengah bentang arah panjang didapatkan kapasitas beban maksimum yang mampu dipikul oleh papan partikel dengan empat perletakan menggunakan frame pipa baja diameter 20 mm adalah 2492,71 kgf dengan lendutan sebesar 16,17 mm. Beban maksimum yang mampu dipikul sama dengan papan percobaan I dengan beban pada tengah bentang, tetapi lendutanya lebih kecil yaitu 16,17 mm. Ini sangat jelas karena lendutan yang ditinjau adalah pada tengah bentang sedangkan beban tidak tepat ditengah bentangm sehingga lendutannya lebih kecil. Selain itu berat jenis papan pada percobaan ini lebih kecil dibanding papan percobaan I, sehingga mempengaruhi kekuatannya ketimbang dengan papan I. Lagi pula jarak 37,50 mm dari tengah bentang arah panjang relatif kecil.

Retak pertama bisa dilihat pada Gambar 4.36, Gambar 4.37, Gambar 4.38 dan Gambar 4.39 muncul pada saat dibebani beban sebesar 1359,66 N. Beban yang lebih besar dibanding dari beban pada percobaan I, dikarenakan posisi beban tidak tepat di tengah bentang sehingga lebih lambat terjadi retak. Bila dilihat dari pola penyebaran retak pada Gambar 4.37. dan Gambar 4.38 yang terjadi di dapat beberapa kesimpulan yaitu awal retak muncul area sekitar beban terpusat yang kemudian menjalar menjauhi beban ketika papan partikel mengalami penurunan daya dukung akibat dibebani terus menerus maka akan ditandai oleh terjadinya retak-retak halus atau retak mikro. Akibat terjadinya retak praktis tebal efektif papan partikel pun berkurang di daerah sekitar retak, karena sudah tidak dapat menahan beban yang ada maka retak tersebut akan menjalar menuju tempat lain yang belum terjadi retak, yang masih memiliki kemampuan untuk menahan beban sebagai bentuk pendistribusian beban. Semakin besar beban yang dipikul oleh papan partikel semakin besar retak yang dihasilkan oleh area di sekitar beban terpusat serta semakin jauh penjalaran retak papan partikel tersebut. Dari pola retak yang terjadi dapat kita ketahui pendistribusian beban yang terjadi pada papan partikel.

Bagian bawah papan yang mengalami tarik akibat pembebanan lebih cenderung mudah terjadi retak ketimbang bagian atas papan yang mengalami tekan, ini bisa

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

dilihat pada Gambar 4.36 dan Gambar 4.37. Bagian regangan tarik atau bawah papan partikel telah mengalami retak pada saat papan dibebani beban sebesar 1359,66 N sedangkan bagian regangan tekan atau bagian atas papan mengalami retak pada saat 2492,71 N sama dengan percobaan I. Pada papan partikel yang mengalami regangan tekan agak sulit untuk melihat retak yang terjadi karena hanya berupa retak mikro yang sulit dilihat kasat mata.

Pada percobaan 2 nilai analitis ketika papan partikel dalam fase plastis yang dihasilkan perletakkan sendi-sendi dari output SAP 2000 lebih mendekati hasil laboratorium dengan perbedaan [(2,15 mm – 1,96 mm) / 2,15 mm] x 100% = 8,84% ketimbang nilai analitis akibat perletakkan jepit-jepit dengan perbedaan [(1,96 mm – 0,87 mm) / 1,96 mm] x 100% = 55,61 %.

SAP 2000 v14.0.0 yang digunakan merupakan versi linear sehingga hanya dapat grafik beban versus lendutan yang dihasilkan hanya berbentuk linear atau yang hanya dapat menampilkan sifat bahan pada batas elastis tidak sampai batas plastis. Bila dibandingkan Grafik 4.21. hasil perhitungan analitis dengan perletakkan sendi-sendi dengan hasil uji beban terpusat semi siklik laboratorium terlihat bahwa batas elastis papan partikel hanya sampai saat papan partikel dibebani 453,22 N karena pada saat beban tersebut kedua Grafik saling berhimpit. Ketika beban diatas 453,22 N sudah terjadi deformasi permanen pada papan sehingga papan sudah mengalami fase inelastis.

Dilihat dari bidang momen dan diagram konsentrasi tegangan pada Gambar 4.44 dan 4.45 baik arah x maupun arah y output SAP 2000 v14.0.0 bisa ditarik kesimpulan bahwa area sekitar beban terpusat mengalami momen dan tegangan yang paling besar ketimbang area lain. Dimana semakin jauh dari beban terpusat maka momen dan konsentrasi tegangan yang dihasilkan semakin kecil. Area sekitar perletakan adalah adalah area yang paling rendah momen dan konsentrasi tegangannya. Dari hasil ini wajar dengan pola retak yang dihasilkan pada uji semi siklik laboratorium karena area papan partikel yang terdekat dengan beban mengalami momen dan konsentrasi tegangan yang paling besar maka area tersebut yang paling pertama mengalami keausan dan mulai terjadi retak. Dibandingkan area papan yang jauh dari beban. Ketika beban ditambah atau

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

ditingkatkan maka luasan besaran momen dan tegangan yang terjadi pun makin meluas, sehingga retak yang terjadi pun semakin menjalar menjauh walaupun besar retaknya tidak sebesar retak yang terjadi pada area sekitar beban, karena momen dan tegangan yang lebih kecil ketimbang momen dan tegangan di area dekat beban.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh pengujian didapat hasil terbaik dari sifat kimia, fisik, dan mekanik adalah papan partikel dengan persentase 10% phenol formaldehida dengan ketebalan 10 mm dan tekanan kempa 15 kg/cm^2. Namun berdasarkan hipotesa yang tertulis pada subbab 1.4 persentase optimal sesuai JIS A 5908-3003 belum didapatkan, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Dari semua pengujian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Perekat phenol formaldehida mempunyai berat jenis lebih besar dari cacah kotak aseptik, yaitu 1,1 gr/cm^3 bersifat cair sedangkan berat jenis aseptik adalah 0,62 gr/cm^3 bersifat cair.
- Emisi perekat phenol formaldehida yaitu 0,12 dan 0,07 masih dalam baku mutu kategori bintang 4 atau paling rendah sehingga aman dan tidak berbahaya terhadap kesehatan.
- Semakin banyak persentase phenol formaldehida semakin banyak cacat noda yang dihasilkan, sehingga dari segi visual, mutu dan penampilan jelas papan dengan persentase phenol formaldehida yang rendah yang lebih baik yaitu dengan persentase 10%.
- Makin banyak persentase aseptik pada papan partikel maka makin tinggi hasil pengujiannya baik dalam pengujian fisik (kecuali pengujian daya serap dan pengujian pengembangan tebal berlaku sebaliknya) maupun pengujian mekanik.
- Pemberian glassir atau *waterproof* pada benda uji hanya berpengaruh pada pengujian fisiknya saja tetapi tidak memberikan kontribusi yang baik pada pengujian mekanik.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

- Papan partikel kayu di pasaran tidak memenuhi standar papan berlapis veneer, yaitu pada uji pengembangan tebal, uji kuat tarik, uji modulus elasitisitas arah panjang maupun lebar, dan uji kuat lentur arah panjang.
- Papan partikel terbaik dengan persentase phenol formaldehida 10% masuk kategori 8 papan biasa untuk uji tarik, kategori papan strukturil untuk uji cabut sekrup, dan masuk kategori papan biasa tipe 8 untuk uji kuat lentur arah panjang.
- Ketika papan partikel mengalami penurunan daya dukung akibat dibebani terus menerus maka akan ditandai oleh terjadinya retak-retak halus atau retak mikro. Kemudian menjalar menuju tempat lain yang belum terjadi retak, yang masih memiliki kemampuan untuk menahan beban sebagai bentuk pendistribusian beban.
- Perambatan retak akibat beban terpusat pada papan partikel dimulai dari area sekitar beban yang mempunyai konsentrasi tegangan cukup tinggi lalu merambat menjauhi area beban yang mempunyai konsentrasi tegangan yang lebih lendah, dimana semakin besar beban yang di tahan oleh papan partikel maka makin panjang perambatan retak yang terjadi.
- Bagian papan partikel yang mengalami regangan tarik lebih sensitif terhadap terjadinya retak dibanding bagian yang mengalami regangan tekan.
- Pada kondisi elastis nilai perhitungan analitis saat papan partikel elastis perletakan sendi-sendi dari output SAP 2000 lebih mendekati hasil laboratorium ketimbang menggunakan perletakan jepit-jepit.

5.2. Saran

Untuk kesempurnaan pada penelitian berikutnya maka terdapat beberapa saran sebagai berikut :

- Perlu dilakukan penelitiaan lebih lanjut dampak ketebalan papan terhadap sifat fisik dan mekanik benda uji, walaupun pada penelitian dilakukan pada kondisi yang sama serta terdapat perbedaan ketebalan yaitu ketebalan 10 mm dan 15 mm tetapi masing-masing benda uji memiliki komposisi yang berbeda

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

sehingga tidak dapat dibandingkan secara langsung dampak akibat perbedaan ketebalan terhadap sifat fisik dan mekaniknya.

- Pada penelitiaan ini benda uji dibuat pada suhu dan waktu pengempaan yang sama yaitu pada suhu 140^o dalam waktu 15 menit. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian pengaruh perbedaan suhu dan lamanya pada proses pengempaan saat pembuatan benda uji terhadap sifat fisik dan mekanik untuk mendapatkan hasil yang optimal.
- Bagian plastik pada aseptik umumnya meleleh tidak sempurna pada proses pengempaan pada suhu 140^o C sehingga secara tidak langsung plastik ini menjadi menambah beban bahan perekat sekitar 22% dari volume aseptik sehingga untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengurangan persentase bahan perekat phenol formaldehida dengan variasi perekat sebesar kurang dari 10% serta dilakukan penambahan suhu kempa hingga 180^o C agar plastik (polietilen) pada aseptik dapat meleleh dengan sempurna.
- Hasil pengujian kuat tarik tegak lurus sangat jauh dari harapan, hal ini mengilustrasikan bahwa daya ikat bahan perekat phenol formaldehida dengan lapisan terluar aseptik yaitu plastik (polietilen) sangat rendah, sehingga perlu dilakukan perbandingan terhadap penggunaan bahan perekat, seperti dengan memvariasikan perekat benda uji dengan urea formaldehida, asosianat atau dengan bijih plastik yang cenderung lebih bereaksi dengan lapisan plastik.
- Untuk menambah kekuatan mekanik papan partikel aseptik serta melindungi bahan dasar papan partikel perlu dilakukan pelapisan veneer seperti papan pabrikasi industri, atau menggunakan bahan alternatif yang lebih murah seperti menggunakan anyaman bambu, rajutan karung goni dan lainnya.
- Untuk proses dokumentasi pada uji beban terpusat alangkah baiknya melakukan perekaman menggunakan video agar proses terjadinya retak dapat di amati dengan baik.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahvenainen, Raija. (2003). *Modern Plastics Handbook*. Author.
2. Ayrilmis, N., Candan, Z., & Hiziroglu, S. (2008). *Physical And Mechanical Properties of Cardboard Panels Made From Used Beverage Carton With Veneer Overlay*. Istanbul : Istanbul University.
3. ASTM C-580-02 : *Standard Test Method for Flexural Strength and Modulus Elasticity of chemical Resistant Mortar, Grouts, Monolithic Surfacing, and Polymer Concrete.*
4. Author. (1987, Maret). volumr 4 nomor 21. Papan Partikel. Widya Majalah Ilmiah.
5. Badan Standardisasi Nasional. (2006). *SNI 01-7206-2006 : Uji Emisi Formaldehida Panel Kayu Medote Analisis Gas*. Author.
6. Badan Standardisasi Nasional. (2006). *SNI 03-2105-2006 : Papan Partikel*. Author.
7. Haroen, W.K., Santosa, L., & Supratman, M. (2006). *Pemanfaatan Limbah Padat Berserat Industri Kertas Sebagai Bahan Pembuat Partisi*. Bandung : IKM
8. Hibbeler, R.C. (2003). *Mechanics of Materials (5th ed.)*. New Jersey : Prentice-Hall.
9. http:// www.mutucertification.com
10. http:// www.tetra pak.com " development in brief"2008.
11. http:// www.tetra pak.com "Recycling and recovery" 2008.
12. http:// www.tetra pak.com "Recycling technologies" 2008.
13. http:// www.tetra pak.com"Environmental and Social Report" 2005.
14. http:// www.wikipedia.com. Aluminium. (2010, Januari).
15. http://www.scribd.com/doc/27183089/Elastisitas-Bahan-Konstruksi

16. http://www.wikipedia.com. Kertas. (2010, Januari).

17. Indrawati, D., & Widanarko, S. (2008). *Sistem Pengelolaan Sampah*. Universitas Indonesia : Depok.

18. JIS (Japanese Industrial Standard) A 1460 : 2001. (2001). *Formaldehyde Emission Test*. Author.

19. JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908 – 2003. (2003). *Particleboards.* Author

20. Juliea, R.S. *Studi Alternatif Perencanaan Alat Uji Rangkak Pada Beton Berdasarkan ASTM C512-02*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.

21. Kliwon, S., Iskandar M.I., & Sutigno, P. (1988). *Pengaruh Jenis kayu dan komposisi Perekat Tahan Cuaca Terhadap Sifat Papan Partikel Dua Jenis Kayu Hutan.* Author.

22. Koroh, D.N. (2008). *Kualitas Papan Partikel Beremisi Formaldehida Rendah Dari Limbah Kenaf*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

23. Park R. And Gamble W.L. (1980). *Reinforced Concrete Slab*. Copyright John wiley and Sons, Inc.

24. Pramono, Handi. (2007). *Plat dan Rangka Beton Bertulang dengan SAP 2000 versi 9*. Yogyakarta : Andi.

25. Prasetyaningrum, A. & Rokhati, N,. (2008). *Pembuatan Resin Phenol Formadehid Terhadap Aplikasinya Sebagai Vernis*. Semarang : Universitas Diponegoro.

26. PT. Pamolite Adhesive Industry. (2010). *Technical Data*. Jakarta : Author.

27. Purnomo, Heru. (2000). *Dynamic Respon of Fiber Reinforced Mortar Thin Plates Under Impact Loading*. Depok : Universitas Indonesia.

28. Purnomo, Heru. (2009). *Mechanical Properties of Mortar Containing Shredded Aseptic Containers.* Universitas Indonesia : Depok.

29. Schodek, D.L. (1992). *Structure (2nd ed.)*. New Jersey : Prentice-Hall.

Kajian perilaku ..., Riko Febrino, FT UI, 2011

30. Sutigno, P. (1994). *Mutu produk papan partikel*. Bogor.

31. Sutigno, P. (1994). *Teknologi papan partikel datar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan*. Bogor.

LAMPIRAN 1
FOTO-FOTO PENGUJIAN

Foto Pembuatan Benda Uji

	Foto cacah kotak aseptik
	Perekat phenol formaldehida
	Proses pencampuran aseptik - perekat phenol formaldehida dengan cara menyemprotkan phenol formaldehida menggunakan spraygun yang dialiri tekanan udara dari kompressor ke *rotary blender* yang berisikan aseptik

Foto Pembuatan Benda Uji

	Memasukkan aseptik yang sudah tercampur dengan phenol formaldehida pada cetakan papan ukuran 30 cm x 30 cm, serta diratakan volume setiap sudut cetakan sama.
	Cetakan dilepas dan adonan aseptik-phenol formaldehida siap di kempa.
	Proses pengempaan dengan suhu 140° selama 15 menit

Foto Pembuatan Benda Uji

	Benda uji hasil pengempaan setelah diberi label dan siap di potong.
	Benda uji setelah dipotong
	Benda uji 10 cm x 10 cm untuk uji kerapatan.

Foto Pengujian

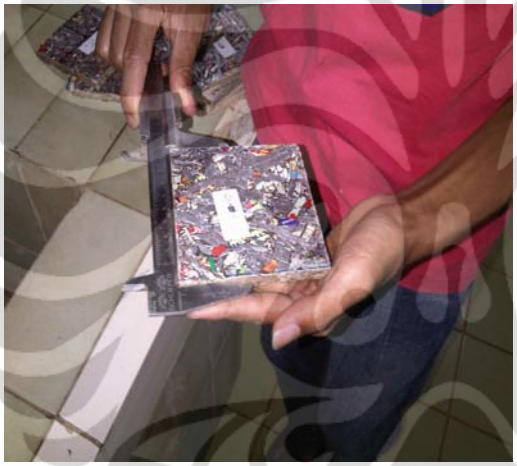
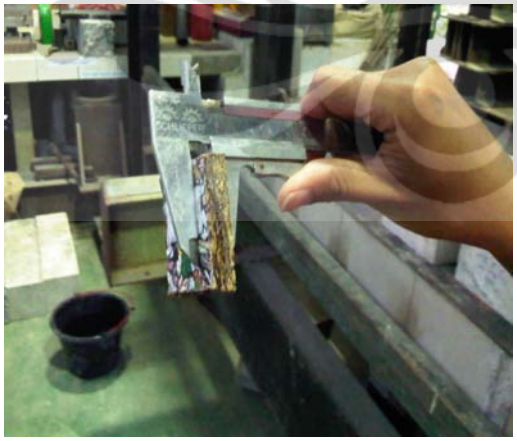
	Proses pemberian glassir
	Melihat visual dan pengukuran dimensi benda uji berupa panjang, lebar, tebal dan kesikuan
	Melihat visual dan pengukuran dimensi benda uji berupa panjang, lebar, tebal dan kesikuan

Foto Pengujian

	Proses perendaman 2 jam dan 24 jam
	Prose penimbangan
	Proses pengeringan dalam oven pada suhu 103°C ± 2°C;

Foto Pengujian

	Alat UTM merk Instron dengan sistem komputerisai.
	Pengujian kuat tarik tegak lurus / internal bond menggunakan alat UTM merk Instron
	Pengujian keteguhan cabut sekrup menggunakan alat UTM merk Instron

Foto Pengujian

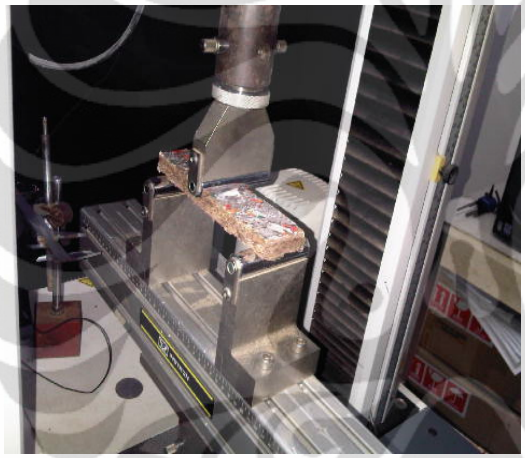
	Benda uji modulus elastisitas dan uji kuat lentur, non glassie dan glassir.
	Pengujian modulus elastisitas dan kuat lentur arah panjang menggunakan alat UTM merk Instron
	Pengujian modulus elastisitas dan kuat lentur arah lebar menggunakan alat UTM merk Instron

Foto Pengujian

	Proses pengecekkan kerataan arah panjang frame perletakan sendi-sendi sebelum dilakukan prose pembebanan.
	Proses pembebanan oleh proving ring.
	Pengecekkan retak dan pembacaan dial gauge lendutan.

Foto Pengujian

	Dial proving ring menunjukkan beban maksimum.
	Dial gauge lendutan saat mencapai beban maksimum.
	Pengujian modulus elastisitas dan kuat lentur arah lebar menggunakan alat UTM merk Instron

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOLI 30% NON GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Non Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	32.90	1.62	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	16.45	16.45	1233.75
3			50x5 mm	65.90	2.00	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	32.95	32.95	2471.25
4			50x5 mm	98.90	2.30	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	49.45	49.45	3708.75
5		1A	50x5 mm	131.90	2.60	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	65.95	65.95	4946.25
6			50x5 mm	164.90	2.89	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	82.45	82.45	6183.75
7			50x5 mm	197.90	3.20	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	98.95	98.95	7421.25
8			50x5 mm	230.90	3.57	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	115.45	115.45	8658.75
9			50x5 mm	263.90	4.01	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	131.95	131.95	9896.25
10			50x5 mm	296.90	4.92	49.00	13.20	9391.54	6.60	646.8	75	148.45	148.45	11133.75

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.00443705	0.333	0.333	12.479	12.48
2	700.00	32.90					1246.23
3	700.00	65.90					2483.73
4	700.00	98.90					3721.23
5	700.00	131.90					4958.73
6	700.00	164.90					6196.23
7	700.00	197.90					7433.73
8	700.00	230.90					8671.23
9	700.00	263.90					9908.73
10	700.00	296.90					11146.23

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	623.96	0	623.96
46265.625		46265.625	
92671.875		92671.875	
139078.125		139078.125	
185484.375		185484.375	
231890.625		231890.625	
278296.875		278296.875	
324703.125		324703.125	
371109.375		371109.375	
417515.625		417515.625	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

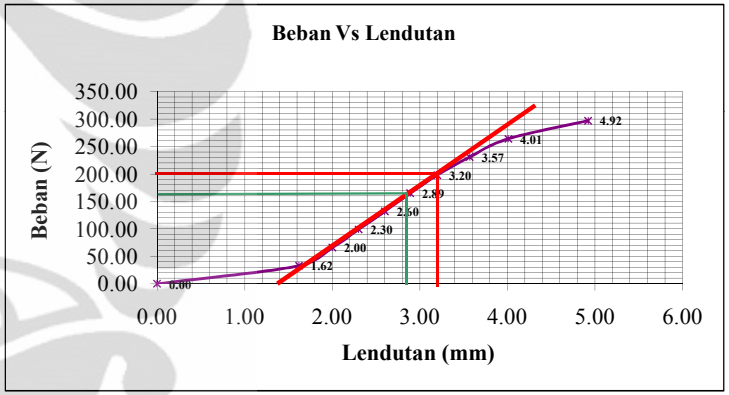
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	624.0	0.0E+00	2.925E+04	0	0	0	0.0087699	0	0
2	46265.625	46889.6	2.3E+06	2.343E+06	152.047	154.0	0.867	0.876	0.00570240	0.0056882
3	92671.875	93295.8	4.6E+06	4.663E+06	246.69	248.2	1.737	1.745	0.00704000	0.0070312
4	139078.125	139702.1	7.0E+06	6.983E+06	321.932	323.3	2.606	2.615	0.00809600	0.0080892
5	185484.375	186108.3	9.3E+06	9.303E+06	379.811	381.0	3.476	3.485	0.00915200	0.0091462
6	231890.625	232514.6	1.2E+07	1.162E+07	427.188	428.3	4.346	4.354	0.01017280	0.0101677
7	278296.875	278920.8	1.4E+07	1.394E+07	463.01	464.0	5.215	5.224	0.01126400	0.0112593
8	324703.125	325327.1	1.6E+07	1.626E+07	484.23	485.1	6.085	6.094	0.01256640	0.0125619
9	371109.375	371733.3	1.9E+07	1.858E+07	492.709	493.5	6.955	6.963	0.01411520	0.0141108
10	417515.625	418139.6	20875781.25	2.091E+07	451.795	452.4	7.824	7.833	0.01731840	0.0173136

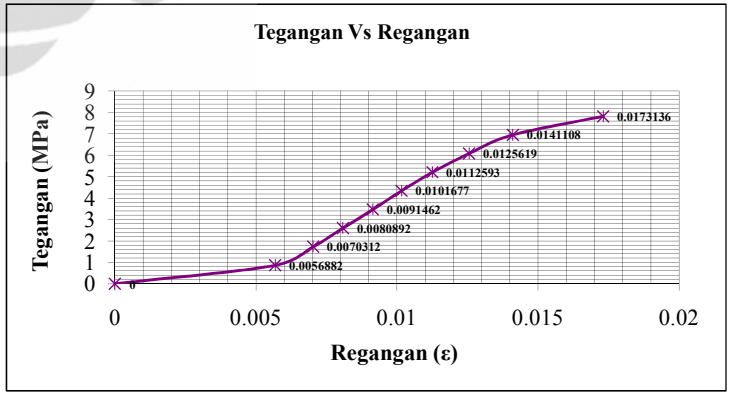
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	Slope		M2 (N/mm)	B	D	Modulus (Mpa)			
		Beban (N)	Lendutan(mm)				Secant	Tangent	Actual	Offset
1	150	113.90	0.96	119	49.00	13.20	888	888	354	452
2	150	164.90	1.39	119	49.00	13.20				
3	4.6999			0.0104						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0081	323.2862
0.0087	354.2796
0.0091	381.0087





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 PHENOL 35% NON GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Non Glazir	2A	50x5 mm	0.00	0.00	49.50	14.00	11319	7	693	75	0	0	0
2			50x5 mm	18.90	1.20	49.50	14.00	11319	7	693	75	9.45	9.45	708.75
3			50x5 mm	34.90	1.63	49.50	14.00	11319	7	693	75	17.45	17.45	1308.75
4			50x5 mm	50.90	1.94	49.50	14.00	11319	7	693	75	25.45	25.45	1908.75
5			50x5 mm	66.90	2.30	49.50	14.00	11319	7	693	75	33.45	33.45	2508.75
6			50x5 mm	82.90	2.72	49.50	14.00	11319	7	693	75	41.45	41.45	3108.75
7			50x5 mm	98.90	3.24	49.50	14.00	11319	7	693	75	49.45	49.45	3708.75
8			50x5 mm	114.90	3.97	49.50	14.00	11319	7	693	75	57.45	57.45	4308.75
9			50x5 mm	130.90	5.23	49.50	14.00	11319	7	693	75	65.45	65.45	4908.75
10			50x5 mm	146.90	8.32	49.50	14.00	11319	7	693	75	73.45	73.45	5508.75

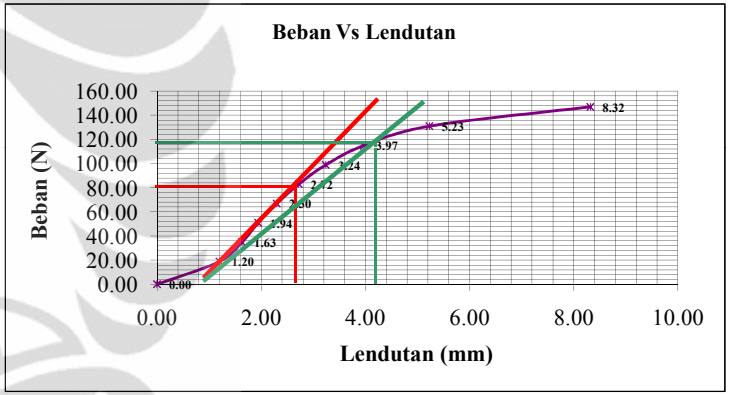
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004686	0.351	0.351	13.180	13.18
2	690.00	18.90					721.93
3	690.00	34.90					1321.93
4	690.00	50.90					1921.93
5	690.00	66.90					2521.93
6	690.00	82.90					3121.93
7	690.00	98.90					3721.93
8	690.00	114.90					4321.93
9	690.00	130.90					4921.93
10	690.00	146.90					5521.93

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	658.98	0	658.98
26578.125		26578.125	
49078.125		49078.125	
71578.125		71578.125	
94078.125		94078.125	
116578.125		116578.125	
139078.125		139078.125	
161578.125		161578.125	
184078.125		184078.125	
206578.125		206578.125	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

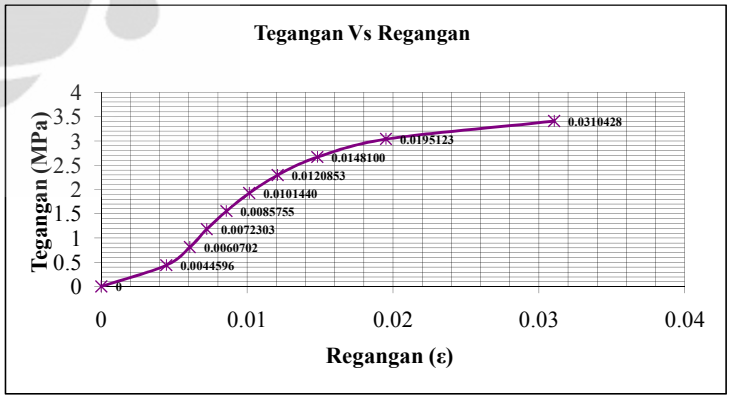
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		Tegangan (Mpa)		Regangan (ε)	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	624.0	0.0E+00	3.089E+04	0	0	0	0.0081506	0	0
2	26578.125	27202.1	1.3E+06	1.360E+06	97.8374	100.1	0.438	0.446	0.00448000	0.0044596
3	49078.125	49702.1	2.5E+06	2.485E+06	133.003	134.7	0.809	0.818	0.00608533	0.0060702
4	71578.125	72202.1	3.6E+06	3.610E+06	162.982	164.4	1.180	1.189	0.00724267	0.0072303
5	94078.125	94702.1	4.7E+06	4.735E+06	180.685	181.9	1.551	1.560	0.00858667	0.0085755
6	116578.125	117202.1	5.8E+06	5.860E+06	189.326	190.3	1.923	1.931	0.01015467	0.0101440
7	139078.125	139702.1	7.0E+06	6.985E+06	189.62	190.5	2.294	2.302	0.01209600	0.0120853
8	161578.125	162202.1	8.1E+06	8.110E+06	179.785	180.5	2.665	2.673	0.01482133	0.0148100
9	184078.125	184702.1	9.2E+06	9.235E+06	155.476	156.0	3.036	3.044	0.01952533	0.0195123
10	206578.125	207202.1	10328906.25	10359795.85	109.679	110.0	3.407	3.415	0.03106133	0.0310428

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	118.000	3.360	35	49.50	14.00	218	268	177	110
2	150	82.900	1.920	43	49.50	14.00				
3	2.0490			0.0186						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0148	180.4726
0.0155	176.7700
0.0195	155.9975



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 PHENOL 40% NON GLAZIR TEKANAN 15 Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Non Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	48	15	12144	7.25	693.1	75	0	0	0
2			50x5 mm	9.50	1.57	48	15	12144	7.25	693.1	75	4.75	4.75	356.25
3			50x5 mm	18.50	2.30	48	15	12144	7.25	693.1	75	9.25	9.25	693.75
4			50x5 mm	27.50	2.95	48	15	12144	7.25	693.1	75	13.75	13.75	1031.25
5			50x5 mm	36.50	3.58	48	15	12144	7.25	693.1	75	18.25	18.25	1368.75
6		3A	50x5 mm	45.50	4.30	48	15	12144	7.25	693.1	75	22.75	22.75	1706.25
7			50x5 mm	54.50	5.10	48	15	12144	7.25	693.1	75	27.25	27.25	2043.75
8			50x5 mm	63.50	6.05	48	15	12144	7.25	693.1	75	31.75	31.75	2381.25
9			50x5 mm	72.50	7.21	48	15	12144	7.25	693.1	75	36.25	36.25	2718.75
10			50x5 mm	81.50	8.68	48	15	12144	7.25	693.1	75	40.75	40.75	3056.25

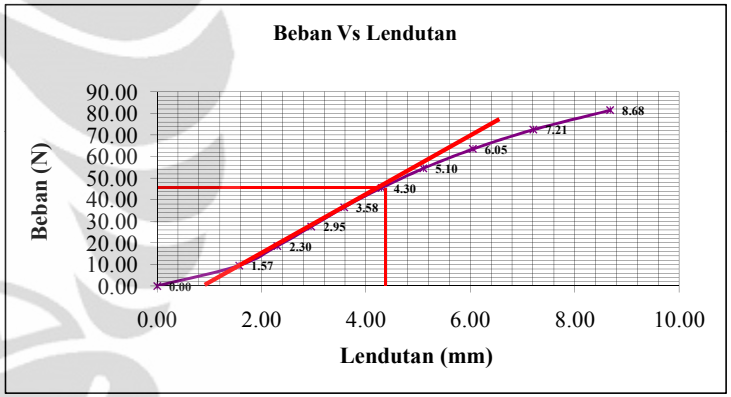
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.004483	0.336	0.336	12.608	12.61
2	660.00	9.50					368.86
3	660.00	18.50					706.36
4	660.00	27.50					1043.86
5	660.00	36.50					1381.36
6	660.00	45.50					1718.86
7	660.00	54.50					2056.36
8	660.00	63.50					2393.86
9	660.00	72.50					2731.36
10	660.00	81.50					3068.86

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

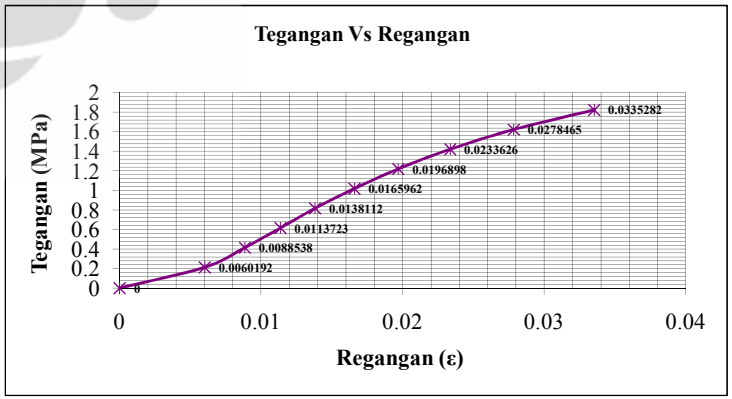
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	630.42	0	630.42
13359.375		13359.375	
26015.625		26015.625	
38671.875		38671.875	
51328.125		51328.125	
63984.375		63984.375	
76640.625		76640.625	
89296.875		89296.875	
101953.125		101953.125	
114609.375		114609.375	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	624.0	0.0E+00	2.955E+04	0	0	0	0.0075274	0	0
2	13359.375	13983.3	6.7E+05	6.975E+05	35.0353	36.6	0.213	0.220	0.00607067	0.0060192
3	26015.625	26639.6	1.3E+06	1.330E+06	46.5721	47.6	0.414	0.422	0.00889333	0.0088538
4	38671.875	39295.8	1.9E+06	1.963E+06	53.975	54.8	0.616	0.623	0.01140667	0.0113723
5	51328.125	51952.1	2.6E+06	2.596E+06	59.0326	59.7	0.817	0.825	0.01384267	0.0138112
6	63984.375	64608.3	3.2E+06	3.229E+06	61.2667	61.8	1.019	1.026	0.01662667	0.0165962
7	76640.625	77264.6	3.8E+06	3.862E+06	61.87	62.4	1.220	1.228	0.01972000	0.0196898
8	89296.875	89920.8	4.5E+06	4.494E+06	60.7715	61.2	1.422	1.429	0.02339333	0.0233626
9	101953.125	102577.1	5.1E+06	5.127E+06	58.2217	58.6	1.623	1.631	0.02787867	0.0278465
10	114609.375	115233.3	5.7E+06	5.760E+06	54.365	54.6	1.825	1.832	0.03356267	0.0335282



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	46.1	3.34	14	47.80	14.50	80	80	62	55
2	150	45.50	3.30	14	47.80	14.50				
3	1.0993			0.0201						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0166	61.8327
0.0168	61.8608
0.0197	62.3511

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOLI 30% NON GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Non Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	9.88	1.00	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	4.94	4.94	370.41
3			50x5 mm	17.25	1.50	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	8.62	8.62	646.87
4			50x5 mm	34.21	2.00	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	17.11	17.11	1282.90
5		1B	50x5 mm	64.68	2.50	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	32.34	32.34	2425.45
6			50x5 mm	106.21	3.00	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	53.10	53.10	3982.76
7			50x5 mm	140.69	3.50	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	70.34	70.34	5275.81
8			50x5 mm	166.05	4.00	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	83.02	83.02	6226.85
9			50x5 mm	186.54	4.50	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	93.27	93.27	6995.34
10			50x5 mm	199.61	5.43	49.00	13.00	8971	6.5	637	75	99.80	99.80	7485.36

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.00436982	0.328	0.328	12.290	12.29
2	700.00	9.88					382.70
3	700.00	17.25					659.16
4	700.00	34.21					1295.19
5	700.00	64.68					2437.74
6	700.00	106.21					3995.05
7	700.00	140.69					5288.10
8	700.00	166.05					6239.14
9	700.00	186.54					7007.63
10	700.00	199.61					7497.65

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	614.51	0	614.51
13890.32859		13890.32859	
24257.71491		24257.71491	
48108.66244		48108.66244	
90954.41709		90954.41709	
149353.4287		149353.4287	
197842.9359		197842.9359	
233506.9229		233506.9229	
262325.4047		262325.4047	
280700.8135		280700.8135	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

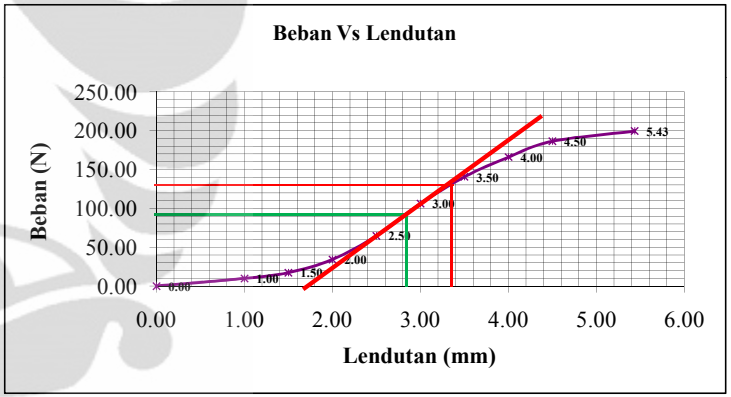
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	614.5	0.0E+00	2.880E+04	0	0	0	0.0089048	0	0
2	13890.32859	14504.8	6.9E+05	7.233E+05	77.4076	80.6	0.268	0.277	0.00346710	0.0034395
3	24257.71491	24872.2	1.2E+06	1.242E+06	90.1255	92.3	0.469	0.478	0.00520043	0.0051763
4	48108.66244	48723.2	2.4E+06	2.434E+06	134.062	135.7	0.930	0.938	0.00693355	0.0069171
5	90954.41709	91568.9	4.5E+06	4.577E+06	202.767	204.1	1.757	1.766	0.00866689	0.0086560
6	149353.4287	149967.9	7.5E+06	7.496E+06	277.466	278.5	2.886	2.895	0.01040022	0.0103922
7	197842.9359	198457.4	9.9E+06	9.921E+06	315.04	316.0	3.823	3.831	0.01213377	0.0121267
8	233506.9229	234121.4	1.2E+07	1.170E+07	325.355	326.2	4.512	4.521	0.01386688	0.0138601
9	262325.4047	262939.9	1.3E+07	1.315E+07	324.898	325.6	5.068	5.077	0.01560021	0.0155934
10	280700.8135	281315.3	1.4E+07	1.406E+07	287.928	288.5	5.424	5.432	0.01883635	0.0188286

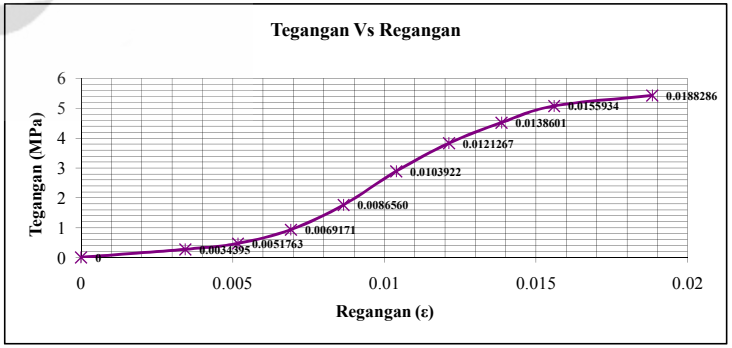
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	82.61	1.02	81	49	13	637	637	237	289
2	150	130.00	1.60	81	49	13				
3	3.2595			0.0113						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.00866	204.05163
0.00941	236.58435
0.01039	278.53637





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 PHENOL 35% NON GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Non Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	20.00	1.20	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	10.00	10.00	750.00
3			50x5 mm	55.00	1.80	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	27.50	27.50	2062.50
4			50x5 mm	99.00	2.40	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	49.50	49.50	3712.50
5		2B	50x5 mm	143.06	3.02	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	71.53	71.53	5364.65
6			50x5 mm	174.57	3.60	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	87.29	87.29	6546.49
7			50x5 mm	200.53	4.20	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	100.26	100.26	7519.84
8			50x5 mm	220.19	4.80	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	110.09	110.09	8257.10
9			50x5 mm	234.84	5.40	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	117.42	117.42	8806.68
10			50x5 mm	242.37	6.33	50.00	13.80	10950	6.9	690	75	121.18	121.18	9088.73

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004666	0.350	0.350	13.123	13.12
2	690.00	20.00					763.12
3	690.00	55.00					2075.62
4	690.00	99.00					3725.62
5	690.00	143.06					5377.77
6	690.00	174.57					6559.61
7	690.00	200.53					7532.97
8	690.00	220.19					8270.22
9	690.00	234.84					8819.80
10	690.00	242.37					9101.85

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	656.13	0	656.13
28125		28125	
77343.75		77343.75	
139218.75		139218.75	
201174.374		201174.374	
245493.3994		245493.3994	
281994.1425		281994.1425	
309641.0802		309641.0802	
330250.3883		330250.3883	
340827.2359		340827.2359	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

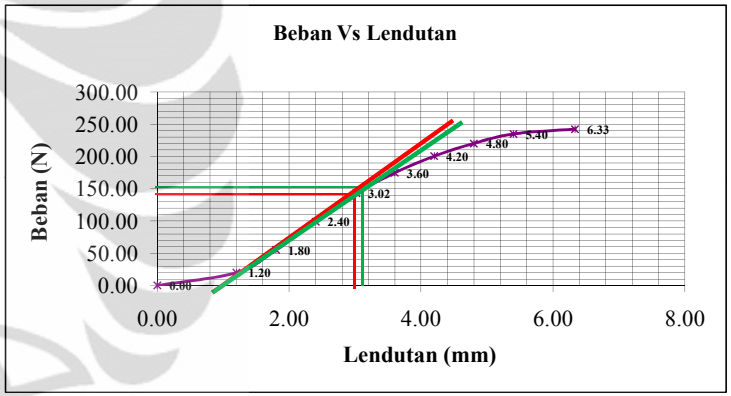
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	614.5	0.0E+00	3.076E+04	0	0	0	0.0082688	0	0
2	28125	28739.5	1.4E+06	1.437E+06	107.006	109.3	0.473	0.481	0.00441646	0.0043976
3	77343.75	77958.3	3.9E+06	3.898E+06	196.199	197.8	1.300	1.308	0.00662400	0.0066135
4	139218.75	139833.3	7.0E+06	6.992E+06	264.841	266.0	2.339	2.348	0.00883292	0.0088251
5	201174.374	201788.9	1.0E+07	1.009E+07	304.493	305.4	3.380	3.389	0.01110164	0.0110949
6	245493.3994	246107.9	1.2E+07	1.231E+07	311.362	312.1	4.125	4.133	0.01324846	0.0132418
7	281994.1425	282608.6	1.4E+07	1.413E+07	306.57	307.2	4.738	4.747	0.01545600	0.0154493
8	309641.0802	310255.6	1.5E+07	1.551E+07	294.552	295.1	5.203	5.211	0.01766400	0.0176570
9	330250.3883	330864.9	1.7E+07	1.654E+07	279.237	279.8	5.549	5.558	0.01987292	0.0198655
10	340827.2359	341441.7	1.7E+07	1.707E+07	245.719	246.2	5.727	5.735	0.02330705	0.0232987

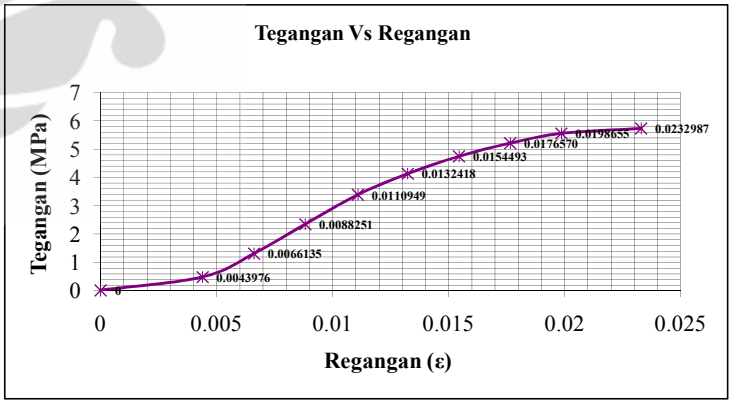
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	151.70	2.07	73	50	14	471	479	307	246
2	150	143.06	1.92	75	50	14				
3	3.4412			0.0140						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0111	305.4240
0.0116	307.1591
0.0132	312.1426





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 PHENOL 40% NON GLAZIR TEKANAN 15 Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Non Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	9.80	1.50	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	4.90	4.90	367.50
3			50x5 mm	23.62	3.00	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	11.81	11.81	885.68
4			50x5 mm	41.00	5.00	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	20.50	20.50	1537.50
5			50x5 mm	63.99	7.50	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	32.00	32.00	2399.78
6		3B	50x5 mm	70.66	8.80	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	35.33	35.33	2649.68
7			50x5 mm	75.46	10.00	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	37.73	37.73	2829.75
8			50x5 mm	80.73	12.18	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	40.37	40.37	3027.39
9			50x5 mm	82.78	13.52	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	41.39	41.39	3104.23
10			50x5 mm	85.09	15.10	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	42.54	42.54	3190.77

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.004067	0.305	0.305	11.439	11.44
2	660.00	9.80					378.94
3	660.00	23.62					897.11
4	660.00	41.00					1548.94
5	660.00	63.99					2411.21
6	660.00	70.66					2661.11
7	660.00	75.46					2841.19
8	660.00	80.73					3038.83
9	660.00	82.78					3115.67
10	660.00	85.09					3202.20

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	571.93	0	571.93
13781.25		13781.25	
33212.8125		33212.8125	
57656.25		57656.25	
89991.5625		89991.5625	
99362.8125		99362.8125	
106115.625		106115.625	
113527.3053		113527.3053	
116408.689		116408.689	
119653.7186		119653.7186	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

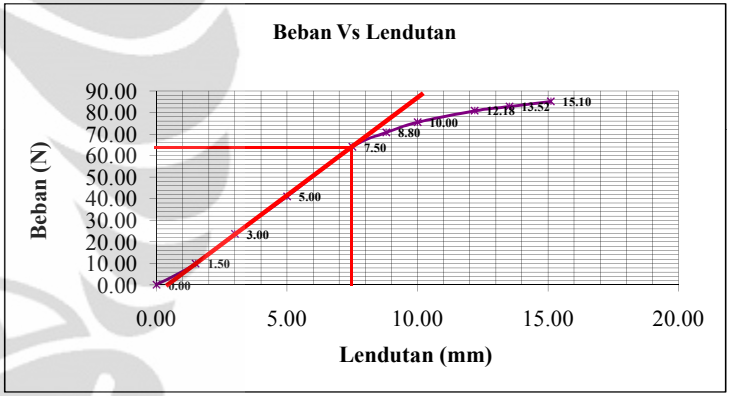
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	614.5	0.0E+00	2.681E+04	0	0	0	0.0083319	0	0
2	13781.25	14395.8	6.9E+05	7.159E+05	51.085	53.1	0.268	0.276	0.00524000	0.0052008
3	33212.8125	33827.3	1.7E+06	1.687E+06	61.5574	62.6	0.645	0.653	0.01048000	0.0104467
4	57656.25	58270.8	2.9E+06	2.910E+06	64.1169	64.7	1.120	1.128	0.01746667	0.0174345
5	89991.5625	90606.1	4.5E+06	4.526E+06	66.717	67.1	1.748	1.756	0.02620000	0.0261690
6	99362.8125	99977.3	5.0E+06	4.995E+06	62.7823	63.1	1.930	1.938	0.03074133	0.0307083
7	106115.625	106730.1	5.3E+06	5.333E+06	59.00	59.3	2.061	2.070	0.03493333	0.0348982
8	113527.3053	114141.8	5.7E+06	5.703E+06	51.8121	52.1	2.205	2.213	0.04256037	0.0425204
9	116408.689	117023.2	5.8E+06	5.847E+06	47.8861	48.1	2.261	2.269	0.04721851	0.0471752
10	119653.7186	120268.2	6.0E+06	6.009E+06	44.0597	44.3	2.324	2.332	0.05274977	0.0527027

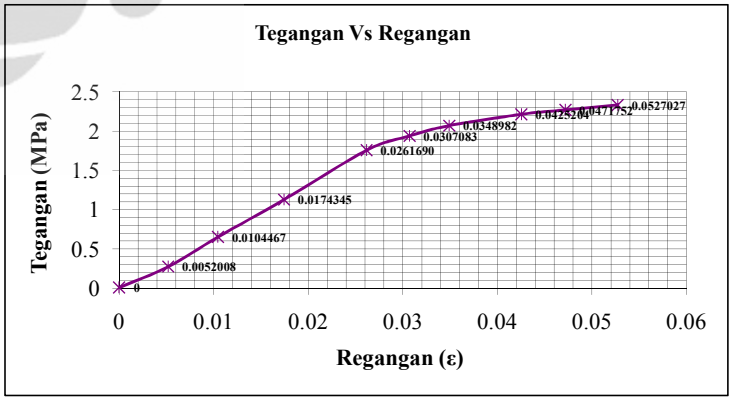
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTU

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	64.00	7.05	9	48	13	71	71	67	44
2	150	63.99	7.00	9	48	13				
3		1.3995			0.0316					

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02617	67.1
0.02635	67.0
0.03071	63.1





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOLI 30% NON GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Non Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	14.00	2.00	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	7.00	7.00	525.00
3			50x5 mm	28.00	3.12	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	14.00	14.00	1050.00
4			50x5 mm	44.20	4.22	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	22.10	22.10	1657.43
5		1C	50x5 mm	48.95	5.02	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	24.47	24.47	1835.52
6			50x5 mm	50.89	6.00	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	25.45	25.45	1908.38
7			50x5 mm	53.13	7.12	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	26.57	26.57	1992.47
8			50x5 mm	54.66	8.02	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	27.33	27.33	2049.68
9			50x5 mm	55.68	9.05	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	27.84	27.84	2087.91
10			50x5 mm	57.74	10.95	48.50	13.20	9296	6.6	640.2	75	28.87	28.87	2165.37

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.00439177	0.329	0.329	12.352	12.35
2	700.00	14.00					537.35
3	700.00	28.00					1062.35
4	700.00	44.20					1669.78
5	700.00	48.95					1847.87
6	700.00	50.89					1920.73
7	700.00	53.13					2004.82
8	700.00	54.66					2062.03
9	700.00	55.68					2100.26
10	700.00	57.74					2177.72

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	617.59	0	617.59
19687.5		19687.5	
39375		39375	
62153.4375		62153.4375	
68831.90016		68831.90016	
71564.11566		71564.11566	
74717.66531		74717.66531	
76862.84091		76862.84091	
78296.73863		78296.73863	
81201.34378		81201.34378	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

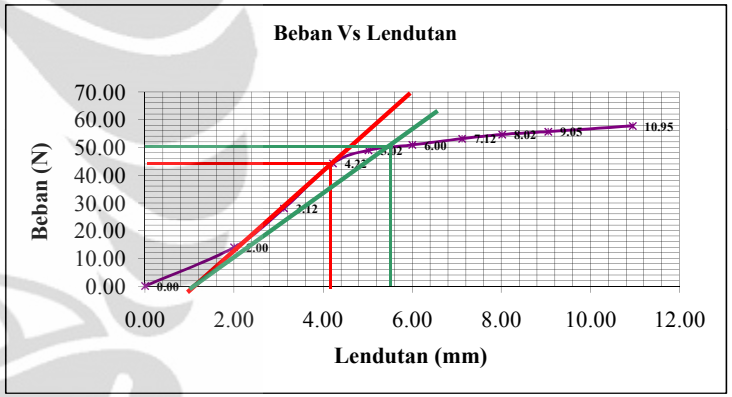
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	617.6	0.0E+00	2.895E+04	0	0	0	0.0087699	0	0
2	19687.5	20305.1	9.8E+05	1.013E+06	52.9478	54.5	0.373	0.382	0.00704000	0.0069998
3	39375	39992.6	2.0E+06	1.998E+06	67.9581	69.0	0.746	0.754	0.01097008	0.0109383
4	62153.4375	62771.0	3.1E+06	3.137E+06	79.2844	80.0	1.177	1.186	0.01484252	0.0148151
5	68831.90016	69449.5	3.4E+06	3.471E+06	73.8025	74.4	1.303	1.312	0.01765830	0.0176288
6	71564.11566	72181.7	3.6E+06	3.607E+06	64.1552	64.7	1.355	1.364	0.02112000	0.0210861
7	74717.66531	75335.3	3.7E+06	3.765E+06	56.47	56.9	1.415	1.423	0.02505030	0.0250118
8	76862.84091	77480.4	3.8E+06	3.872E+06	51.5726	52.0	1.455	1.464	0.02821808	0.0281759
9	78296.73863	78914.3	3.9E+06	3.944E+06	46.5363	46.9	1.482	1.491	0.03185534	0.0318086
10	81201.34378	81818.9	4.1E+06	4.089E+06	39.888	40.2	1.537	1.546	0.03854356	0.0384890

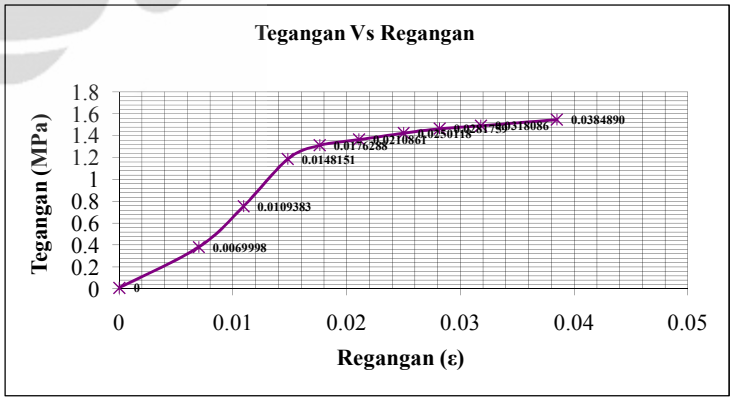
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	50.00	4.47	11	49	13	85	111	70	40
2	150	44.20	3.02	15	49	13				
3	0.9277			0.0231						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.01763	74.4
0.01924	69.9
0.02109	64.7





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 PHENOL 35% NON GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Non Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	18.00	1.60	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	9.00	9.00	675.00
3			50x5 mm	33.00	2.40	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	16.50	16.50	1237.50
4			50x5 mm	47.76	3.20	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	23.88	23.88	1790.93
5		2C	50x5 mm	60.50	4.00	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	30.25	30.25	2268.65
6			50x5 mm	68.52	4.80	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	34.26	34.26	2569.32
7			50x5 mm	74.21	5.60	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	37.10	37.10	2782.78
8			50x5 mm	76.50	6.40	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	38.25	38.25	2868.77
9			50x5 mm	76.81	7.20	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	38.40	38.40	2880.37
10			50x5 mm	79.07	8.37	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	39.53	39.53	2965.01

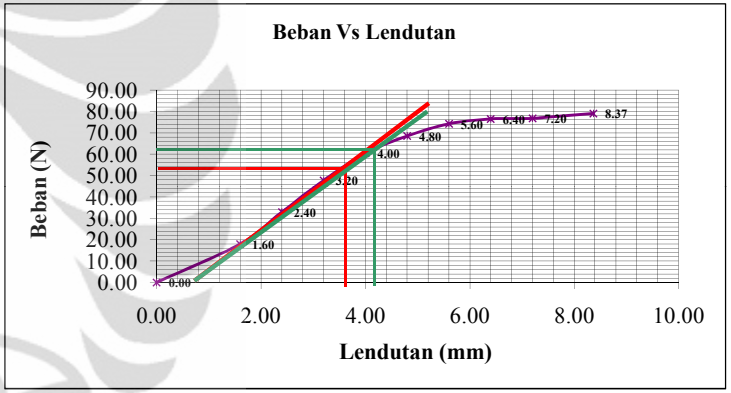
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004653	0.349	0.349	13.085	13.09
2	690.00	18.00					688.09
3	690.00	33.00					1250.59
4	690.00	47.76					1804.01
5	690.00	60.50					2281.74
6	690.00	68.52					2582.40
7	690.00	74.21					2795.87
8	690.00	76.50					2881.85
9	690.00	76.81					2893.45
10	690.00	79.07					2978.10

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

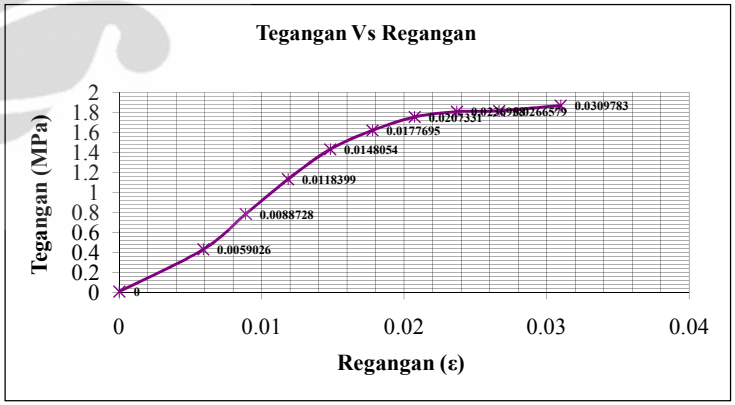
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	654.27	0	654.27
25312.5		25312.5	
46406.25		46406.25	
67159.78481		67159.78481	
85074.48141		85074.48141	
96349.44572		96349.44572	
104354.2434		104354.2434	
107578.8354		107578.8354	
108013.8406		108013.8406	
111188.0208		111188.0208	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	617.6	0.0E+00	3.067E+04	0	0	0	0.0082093	0	0
2	25312.5	25930.1	1.3E+06	1.296E+06	71.403	73.1	0.423	0.432	0.00593067	0.0059026
3	46406.25	47023.8	2.3E+06	2.351E+06	87.2704	88.4	0.776	0.785	0.00889600	0.0088728
4	67159.78481	67777.4	3.4E+06	3.389E+06	94.7242	95.6	1.124	1.132	0.01186133	0.0118399
5	85074.48141	85692.1	4.3E+06	4.284E+06	95.9933	96.7	1.423	1.431	0.01482667	0.0148054
6	96349.44572	96967.0	4.8E+06	4.848E+06	90.5961	91.2	1.612	1.620	0.01779200	0.0177695
7	104354.2434	104971.8	5.2E+06	5.248E+06	84.11	84.6	1.746	1.754	0.02075733	0.0207331
8	107578.8354	108196.4	5.4E+06	5.410E+06	75.8662	76.3	1.800	1.808	0.02372267	0.0236958
9	108013.8406	108631.4	5.4E+06	5.431E+06	67.7093	68.1	1.807	1.815	0.02668800	0.0266579
10	111188.0208	111805.6	5.6E+06	5.590E+06	59.9804	60.3	1.860	1.868	0.03101229	0.0309783



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	62.62	3.38	19	50	14	117	122	95	60
2	150	54.00	2.80	19	50	14				
3	1.1210			0.0186						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.01481	96.7
0.01549	95.4
0.01777	91.2

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 PHENOL 40% NON GLAZIR TEKANAN 15 Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Non Glazir	3C	50x5 mm	0.00	0.00	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	0	0	0
2			50x5 mm	10.03	1.18	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	5.0143905	5.0143905	376.0792875
3			50x5 mm	22.43	1.80	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	11.2168301	11.2168301	841.2622575
4			50x5 mm	39.35	2.40	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	19.6748622	19.6748622	1475.614665
5			50x5 mm	59.94	3.00	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	29.9722808	29.9722808	2247.92106
6			50x5 mm	81.85	3.60	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	40.9238445	40.9238445	3069.288338
7			50x5 mm	98.29	4.20	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	49.1465051	49.1465051	3685.987883
8			50x5 mm	109.60	4.80	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	54.8017029	54.8017029	4110.127718
9			50x5 mm	112.62	5.42	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	56.3096877	56.3096877	4223.226578
10			50x5 mm	115.45	6.80	48.00	13.10	8992	6.55	628.8	75	57.7238865	57.7238865	4329.291488

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.004067	0.305	0.305	11.439	11.44
2	660.00	10.03					387.52
3	660.00	22.43					852.70
4	660.00	39.35					1487.05
5	660.00	59.94					2259.36
6	660.00	81.85					3080.73
7	660.00	98.29					3697.43
8	660.00	109.60					4121.57
9	660.00	112.62					4234.67
10	660.00	115.45					4340.73

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	571.93	0	571.93
14102.97328		14102.97328	
31547.33466		31547.33466	
55335.54994		55335.54994	
84297.03975		84297.03975	
115098.3127		115098.3127	
138224.5456		138224.5456	
154129.7894		154129.7894	
158370.9967		158370.9967	
162348.4308		162348.4308	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

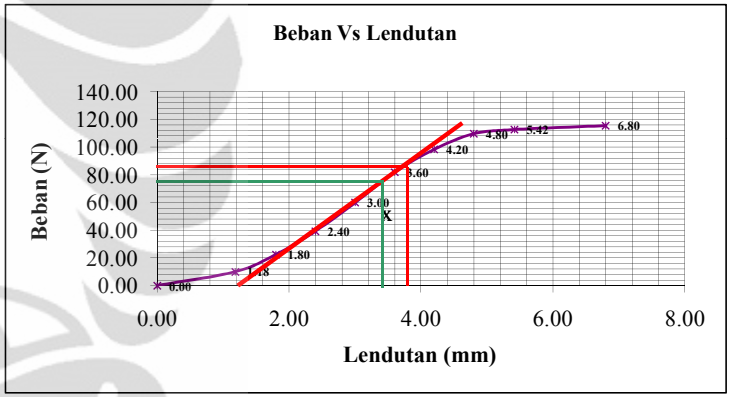
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	617.6	0.0E+00	2.681E+04	0	0	0	0.0083319	0	0
2	14102.97328	14720.6	7.1E+05	7.320E+05	66.2686	68.8	0.274	0.282	0.00413370	0.0041034
3	31547.33466	32164.9	1.6E+06	1.604E+06	97.4409	99.1	0.613	0.621	0.00628865	0.0062676
4	55335.54994	55953.1	2.8E+06	2.794E+06	128.2	129.4	1.075	1.083	0.00838400	0.0083679
5	84297.03975	84914.6	4.2E+06	4.242E+06	156.232	157.2	1.637	1.646	0.01048044	0.0104672
6	115098.3127	115715.9	5.8E+06	5.782E+06	177.769	178.6	2.236	2.244	0.01257622	0.0125646
7	138224.5456	138842.1	6.9E+06	6.938E+06	182.99	183.7	2.685	2.693	0.01467200	0.0146607
8	154129.7894	154747.4	7.7E+06	7.733E+06	178.538	179.2	2.994	3.002	0.01676844	0.0167568
9	158370.9967	158988.6	7.9E+06	7.945E+06	162.563	163.1	3.076	3.085	0.01892295	0.0189102
10	162348.4308	162966.0	8.1E+06	8.144E+06	132.747	133.2	3.153	3.162	0.02375532	0.0237397

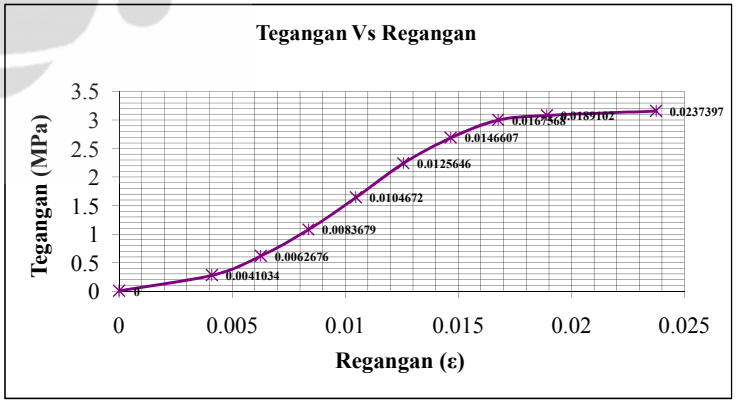
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	73.77	2.20	34	48	13	262	265	172	133
2	150	88.00	2.60	34	48	13				
3	1.8971			0.0142						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0105	157.2
0.0119	171.5
0.0126	178.6





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOLI 30% GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Glazir	4A	50x5 mm	0.00	0.00	50.00	14.00	11433	7	700	75	0	0	0
2			50x5 mm	42.30	2.00	50.00	14.00	11433	7	700	75	21.15	21.15	1586.25
3			50x5 mm	84.30	2.75	50.00	14.00	11433	7	700	75	42.15	42.15	3161.25
4			50x5 mm	126.30	3.26	50.00	14.00	11433	7	700	75	63.15	63.15	4736.25
5			50x5 mm	168.30	3.72	50.00	14.00	11433	7	700	75	84.15	84.15	6311.25
6			50x5 mm	210.30	4.23	50.00	14.00	11433	7	700	75	105.15	105.15	7886.25
7			50x5 mm	252.30	4.78	50.00	14.00	11433	7	700	75	126.15	126.15	9461.25
8			50x5 mm	294.30	5.48	50.00	14.00	11433	7	700	75	147.15	147.15	11036.25
9			50x5 mm	336.30	6.43	50.00	14.00	11433	7	700	75	168.15	168.15	12611.25
10			50x5 mm	378.30	9.00	50.00	14.00	11433	7	700	75	189.15	189.15	14186.25

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.004802	0.360	0.360	13.506	13.51
2	700.00	42.30					1599.76
3	700.00	84.30					3174.76
4	700.00	126.30					4749.76
5	700.00	168.30					6324.76
6	700.00	210.30					7899.76
7	700.00	252.30					9474.76
8	700.00	294.30					11049.76
9	700.00	336.30					12624.76
10	700.00	378.30					14199.76

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	675.28	0	675.28
59484.375		59484.375	
118546.875		118546.875	
177609.375		177609.375	
236671.875		236671.875	
295734.375		295734.375	
354796.875		354796.875	
413859.375		413859.375	
472921.875		472921.875	
531984.375		531984.375	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

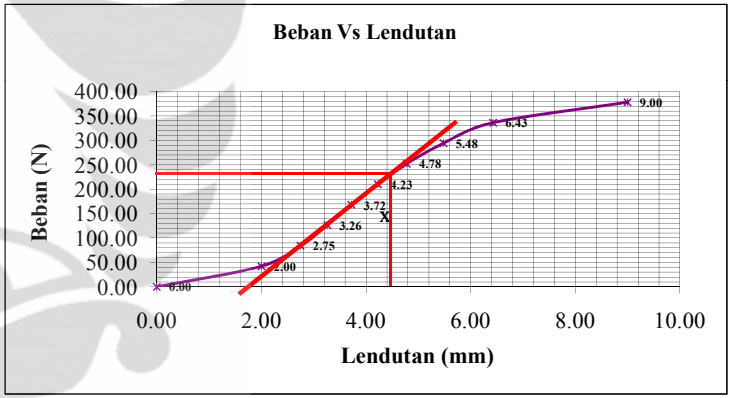
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	675.3	0.0E+00	3.165E+04	0	0	0	0.0082688	0	0
2	59484.375	60159.7	3.0E+06	3.006E+06	130.068	131.5	0.971	0.979	0.00746667	0.0074509
3	118546.875	119222.2	5.9E+06	5.959E+06	188.519	189.5	1.935	1.944	0.01026667	0.0102558
4	177609.375	178284.7	8.9E+06	8.912E+06	238.257	239.1	2.900	2.908	0.01217067	0.0121620
5	236671.875	237347.2	1.2E+07	1.187E+07	278.228	279.0	3.864	3.872	0.01388800	0.0138806
6	295734.375	296409.7	1.5E+07	1.482E+07	305.744	306.4	4.828	4.837	0.01579200	0.0157853
7	354796.875	355472.2	1.8E+07	1.777E+07	324.60	325.2	5.793	5.801	0.01784533	0.0178390
8	413859.375	414534.7	2.1E+07	2.072E+07	330.27	330.8	6.757	6.765	0.02045867	0.0204524
9	472921.875	473597.2	2.4E+07	2.368E+07	321.644	322.1	7.721	7.729	0.02400533	0.0239989
10	531984.375	532659.7	2.7E+07	2.663E+07	258.496	258.8	8.685	8.694	0.03360000	0.0335920

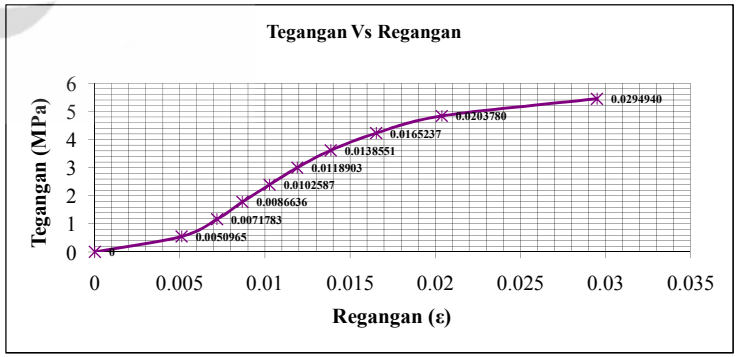
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	231.20	2.90	80	50	14	490	490	316	259
2	150	231.20	2.90	80	50	14				
3	5.2162			0.0202						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.01579	306.4
0.01680	315.6
0.01784	325.2





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 PHENOL 35% GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Glazir	5A	50x5 mm	0.00	0.00	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	23.40	1.38	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	11.70	11.70	877.50
3			50x5 mm	49.40	1.94	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	24.70	24.70	1852.50
4			50x5 mm	75.40	2.34	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	37.70	37.70	2827.50
5			50x5 mm	101.40	2.77	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	50.70	50.70	3802.50
6			50x5 mm	127.40	3.21	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	63.70	63.70	4777.50
7			50x5 mm	153.40	3.74	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	76.70	76.70	5752.50
8			50x5 mm	179.40	4.46	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	89.70	89.70	6727.50
9			50x5 mm	205.40	5.50	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	102.70	102.70	7702.50
10			50x5 mm	231.40	7.96	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	115.70	115.70	8677.50

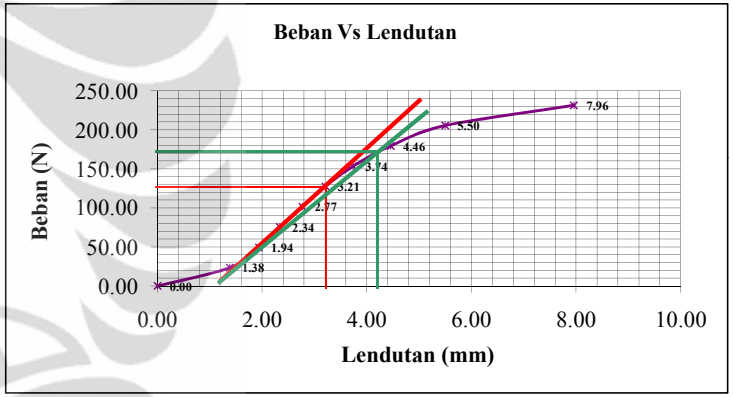
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004653	0.349	0.349	13.085	13.09
2	690.00	23.40					890.59
3	690.00	49.40					1865.59
4	690.00	75.40					2840.59
5	690.00	101.40					3815.59
6	690.00	127.40					4790.59
7	690.00	153.40					5765.59
8	690.00	179.40					6740.59
9	690.00	205.40					7715.59
10	690.00	231.40					8690.59

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

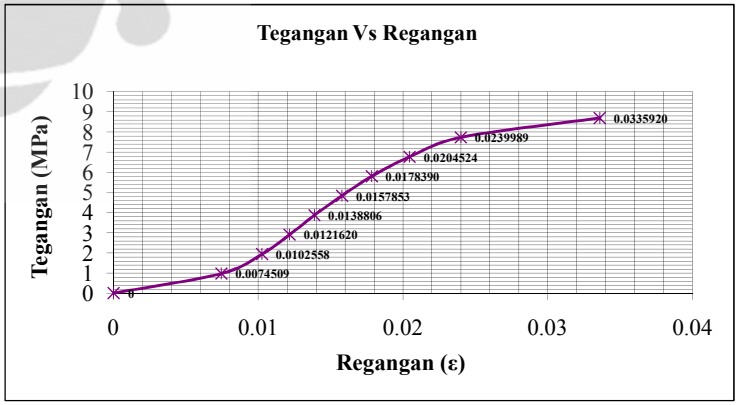
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	654.27	0	654.27
32906.25		32906.25	
69468.75		69468.75	
106031.25		106031.25	
142593.75		142593.75	
179156.25		179156.25	
215718.75		215718.75	
252281.25		252281.25	
288843.75		288843.75	
325406.25		325406.25	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	675.3	0.0E+00	3.067E+04	0	0	0	0.0082093	0	0
2	32906.25	33581.5	1.6E+06	1.676E+06	107.622	109.6	0.551	0.559	0.00511520	0.0050965
3	69468.75	70144.0	3.5E+06	3.504E+06	161.618	163.0	1.162	1.170	0.00719093	0.0071783
4	106031.25	106706.5	5.3E+06	5.332E+06	204.512	205.7	1.774	1.782	0.00867360	0.0086636
5	142593.75	143269.0	7.1E+06	7.160E+06	232.339	233.3	2.386	2.394	0.01026747	0.0102587
6	179156.25	179831.5	9.0E+06	8.988E+06	251.9	252.8	2.997	3.005	0.01189840	0.0118903
7	215718.75	216394.0	1.1E+07	1.082E+07	260.33	261.1	3.609	3.617	0.01386293	0.0138551
8	252281.25	252956.5	1.3E+07	1.264E+07	255.301	255.9	4.221	4.229	0.01653173	0.0165237
9	288843.75	289519.0	1.4E+07	1.447E+07	237.029	237.5	4.832	4.840	0.02038667	0.0203780
10	325406.25	326081.5	1.6E+07	1.630E+07	184.508	184.9	5.444	5.452	0.02950507	0.0294940



'ERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUA

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	172.97	2.78	62	50	14	395	402	259	185
2	150	127.40	2.01	63	50	14				
3	3.2713			0.0177						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0139	261.1
0.0147	259.3
0.0165	255.9

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 PHENOL 40% GLAZIR TEKANAN 15 Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	49	15	13753	7.5	733.5	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	11.50	1.81	49	15	13753	7.5	733.5	75	5.75	5.75	431.25
3			50x5 mm	23.00	2.53	49	15	13753	7.5	733.5	75	11.50	11.50	862.50
4			50x5 mm	34.50	3.11	49	15	13753	7.5	733.5	75	17.25	17.25	1293.75
5			50x5 mm	46.00	3.72	49	15	13753	7.5	733.5	75	23.00	23.00	1725.00
6		6A	50x5 mm	57.50	4.44	49	15	13753	7.5	733.5	75	28.75	28.75	2156.25
7			50x5 mm	69.00	5.37	49	15	13753	7.5	733.5	75	34.50	34.50	2587.50
8			50x5 mm	80.50	6.61	49	15	13753	7.5	733.5	75	40.25	40.25	3018.75
9			50x5 mm	92.00	8.35	49	15	13753	7.5	733.5	75	46.00	46.00	3450.00
10			50x5 mm	103.50	12.90	49	15	13753	7.5	733.5	75	51.75	51.75	3881.25

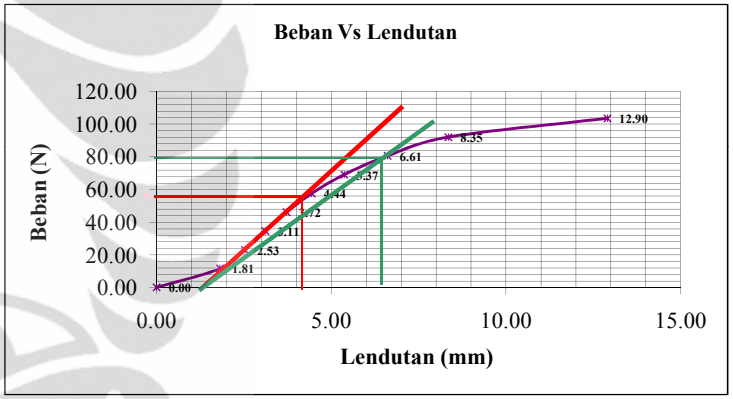
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.004744	0.356	0.356	13.343	13.34
2	660.00	11.50					444.59
3	660.00	23.00					875.84
4	660.00	34.50					1307.09
5	660.00	46.00					1738.34
6	660.00	57.50					2169.59
7	660.00	69.00					2600.84
8	660.00	80.50					3032.09
9	660.00	92.00					3463.34
10	660.00	103.50					3894.59

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

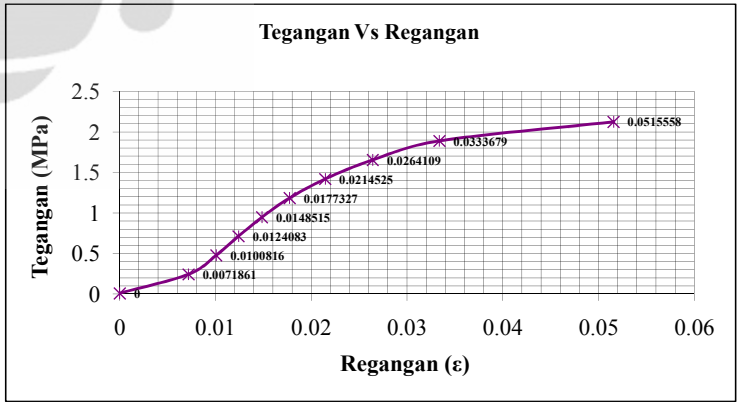
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	667.16	0	667.16
16171.875		16171.875	
32343.75		32343.75	
48515.625		48515.625	
64687.5		64687.5	
80859.375		80859.375	
97031.25		97031.25	
113203.125		113203.125	
129375		129375	
145546.875		145546.875	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	675.3	0.0E+00	3.127E+04	0	0	0	0.0072765	0	0
2	16171.875	16847.2	8.1E+05	8.399E+05	32.4826	33.7	0.235	0.242	0.00724000	0.0071861
3	32343.75	33019.0	1.6E+06	1.648E+06	46.477	47.4	0.470	0.478	0.01012000	0.0100816
4	48515.625	49190.9	2.4E+06	2.457E+06	56.7139	57.4	0.706	0.713	0.01244000	0.0124083
5	64687.5	65362.8	3.2E+06	3.266E+06	63.2188	63.8	0.941	0.948	0.01488000	0.0148515
6	80859.375	81534.7	4.0E+06	4.074E+06	66.2088	66.7	1.176	1.183	0.01776000	0.0177327
7	97031.25	97706.5	4.9E+06	4.883E+06	65.69	66.1	1.411	1.418	0.02148000	0.0214525
8	113203.125	113878.4	5.7E+06	5.691E+06	62.2624	62.6	1.646	1.653	0.02644000	0.0264109
9	129375	130050.3	6.5E+06	6.500E+06	56.3291	56.6	1.881	1.889	0.03340000	0.0333679
10	145546.875	146222.2	7.3E+06	7.309E+06	41.0187	41.2	2.117	2.124	0.05160000	0.0515558



'ERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUA

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	79.37	4.85	16	49	15	84	110	63	41
2	150	56.00	2.60	22	49	15				
3	1.2743			0.0309						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02145	66.1
0.02578	63.1
0.02641	62.6

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOLI 30% GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	8.10	1.00	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	4.05	4.05	303.62
3			50x5 mm	15.55	1.52	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	7.77	7.77	583.10
4			50x5 mm	34.94	2.00	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	17.47	17.47	1310.34
5		4B	50x5 mm	65.43	2.52	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	32.71	32.71	2453.44
6			50x5 mm	99.32	3.00	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	49.66	49.66	3724.62
7			50x5 mm	135.29	3.52	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	67.64	67.64	5073.25
8			50x5 mm	169.27	4.02	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	84.63	84.63	6347.53
9			50x5 mm	197.91	4.52	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	98.96	98.96	7421.65
10			50x5 mm	224.75	5.38	49.50	14.20	11811	7.1	702.9	75	112.37	112.37	8427.98

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.004821894	0.362	0.362	13.562	13.56
2	700.00	8.10					317.18
3	700.00	15.55					596.67
4	700.00	34.94					1323.90
5	700.00	65.43					2467.00
6	700.00	99.32					3738.18
7	700.00	135.29					5086.81
8	700.00	169.27					6361.09
9	700.00	197.91					7435.21
10	700.00	224.75					8441.54

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	678.08	0	678.08
11385.83447		11385.83447	
21866.40619		21866.40619	
49137.83241		49137.83241	
92003.99709		92003.99709	
139673.2444		139673.2444	
190246.7109		190246.7109	
238032.4787		238032.4787	
278311.9717		278311.9717	
316049.0996		316049.0996	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

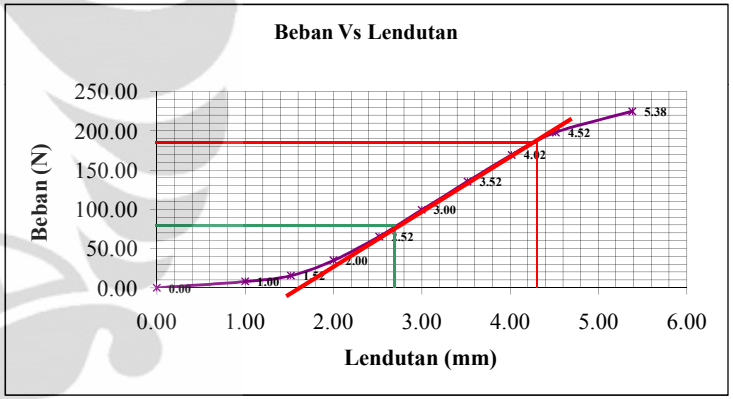
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	678.1	0.0E+00	3.178E+04	0	0	0	0.0081523	0	0
2	11385.83447	12063.9	5.7E+05	6.011E+05	48.1938	50.9	0.183	0.191	0.00378714	0.0037471
3	21866.40619	22544.5	1.1E+06	1.125E+06	61.0326	62.8	0.351	0.359	0.00574319	0.0057107
4	49137.83241	49815.9	2.5E+06	2.489E+06	104.002	105.3	0.788	0.796	0.00757381	0.0075545
5	92003.99709	92682.1	4.6E+06	4.632E+06	154.756	155.8	1.475	1.483	0.00953009	0.0095170
6	139673.2444	140351.3	7.0E+06	7.015E+06	197.086	198.0	2.239	2.247	0.01136047	0.0113502
7	190246.7109	190924.8	9.5E+06	9.544E+06	229.02	229.8	3.050	3.058	0.01331629	0.0133074
8	238032.4787	238710.6	1.2E+07	1.193E+07	250.87	251.5	3.816	3.824	0.01520985	0.0152018
9	278311.9717	278990.1	1.4E+07	1.395E+07	260.844	261.4	4.461	4.470	0.01710366	0.0170959
10	316049.0996	316727.2	1.6E+07	1.583E+07	248.537	249.0	5.066	5.074	0.02038458	0.0203764

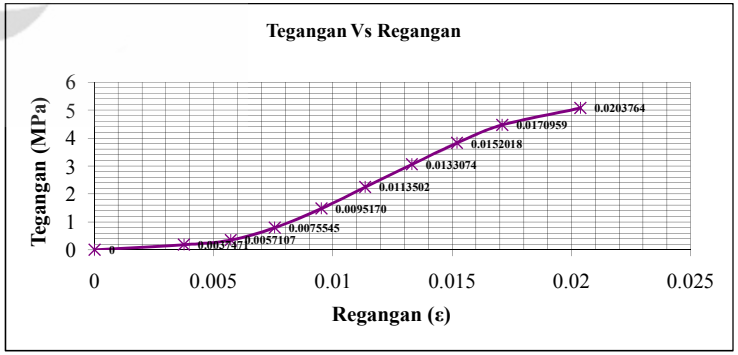
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	78.11	1.19	66	50	14	390	393	171	249
2	150	185.00	2.80	66	50	14				
3	3.0447			0.0122						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.00952	155.8
0.01019	171.3
0.01135	198.0





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 PHENOL 35% GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	4.26	1.00	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	2.13	2.13	159.86
3			50x5 mm	13.65	2.00	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	6.83	6.83	511.95
4			50x5 mm	32.34	3.00	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	16.17	16.17	1212.76
5			50x5 mm	67.62	4.00	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	33.81	33.81	2535.75
6		5B	50x5 mm	102.00	5.00	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	51.00	51.00	3825.04
7			50x5 mm	124.60	6.00	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	62.30	62.30	4672.59
8			50x5 mm	139.67	7.00	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	69.83	69.83	5237.61
9			50x5 mm	148.07	8.00	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	74.03	74.03	5552.48
10			50x5 mm	155.75	10.30	50.00	13.50	10252	6.75	675	75	77.87	77.87	5840.62

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004564	0.342	0.342	12.837	12.84
2	690.00	4.26					172.70
3	690.00	13.65					524.79
4	690.00	32.34					1225.60
5	690.00	67.62					2548.59
6	690.00	102.00					3837.88
7	690.00	124.60					4685.43
8	690.00	139.67					5250.45
9	690.00	148.07					5565.31
10	690.00	155.75					5853.46

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	641.86	0	641.86
5994.761063		5994.761063	
19198.21838		19198.21838	
45478.60734		45478.60734	
95090.625		95090.625	
143439.1225		143439.1225	
175222.0614		175222.0614	
196410.3474		196410.3474	
208217.833		208217.833	
219023.1737		219023.1737	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

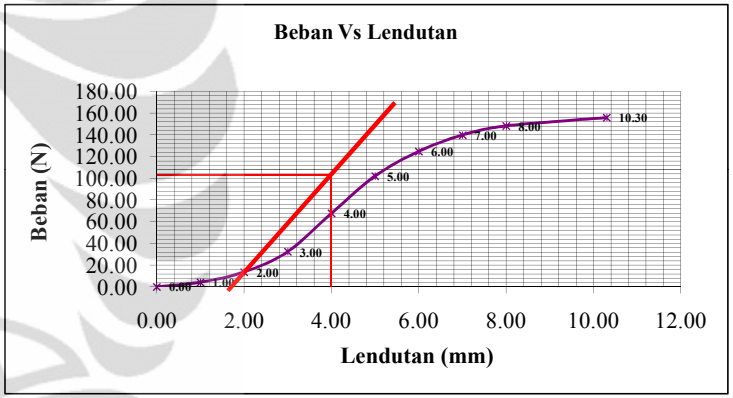
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	678.1	0.0E+00	3.009E+04	0	0	0	0.0084525	0	0
2	5994.761063	6672.8	3.0E+05	3.298E+05	29.2383	32.2	0.105	0.114	0.00360000	0.0035343
3	19198.21838	19876.3	9.6E+05	9.900E+05	46.8178	48.3	0.337	0.346	0.00720000	0.0071562
4	45478.60734	46156.7	2.3E+06	2.304E+06	73.9377	74.9	0.799	0.807	0.01080000	0.0107718
5	95090.625	95768.7	4.8E+06	4.785E+06	115.947	116.7	1.670	1.678	0.01440000	0.0143819
6	143439.1225	144117.2	7.2E+06	7.202E+06	139.919	140.5	2.519	2.527	0.01800000	0.0179850
7	175222.0614	175900.1	8.8E+06	8.791E+06	142.44	142.9	3.077	3.085	0.02160000	0.0215852
8	196410.3474	197088.4	9.8E+06	9.851E+06	136.85	137.3	3.449	3.457	0.02520000	0.0251846
9	208217.833	208895.9	1.0E+07	1.044E+07	126.943	127.3	3.656	3.664	0.02880000	0.0287834
10	219023.1737	219701.3	1.1E+07	1.098E+07	103.713	104.0	3.846	3.854	0.03708000	0.0370597

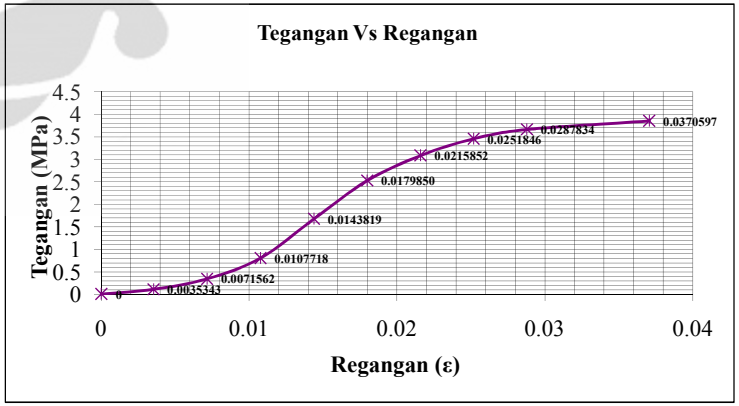
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTU

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	106.23	2.95	36	50	14	247	247	141	104
2	150	106.23	2.95	36	50	14				
3	2.3125			0.0222						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.01798	140.5
0.01853	140.9
0.02159	142.9





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 PHENOL 40% GLAZIR TEKANAN 15 Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	10.49	1.40	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	5.25	5.25	393.45
3			50x5 mm	39.12	2.80	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	19.56	19.56	1466.93
4			50x5 mm	66.59	4.20	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	33.30	33.30	2497.17
5			50x5 mm	81.59	5.40	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	40.80	40.80	3059.80
6		6B	50x5 mm	93.01	6.80	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	46.51	46.51	3487.95
7			50x5 mm	102.17	8.20	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	51.08	51.08	3831.30
8			50x5 mm	107.76	9.60	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	53.88	53.88	4041.14
9			50x5 mm	112.07	11.00	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	56.03	56.03	4202.48
10			50x5 mm	114.78	13.53	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	57.39	57.39	4304.20

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.004744	0.356	0.356	13.343	13.34
2	660.00	10.49					406.79
3	660.00	39.12					1480.28
4	660.00	66.59					2510.51
5	660.00	81.59					3073.14
6	660.00	93.01					3501.30
7	660.00	102.17					3844.65
8	660.00	107.76					4054.48
9	660.00	112.07					4215.82
10	660.00	114.78					4317.54

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	667.16	0	667.16
14754.27516		14754.27516	
55010.03681		55010.03681	
93643.80047		93643.80047	
114742.4119		114742.4119	
130798.2296		130798.2296	
143673.8586		143673.8586	
151542.6491		151542.6491	
157592.8384		157592.8384	
161407.5297		161407.5297	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

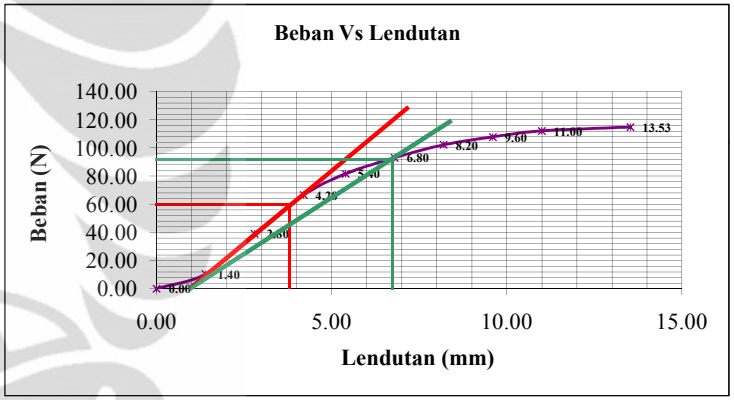
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	678.1	0.0E+00	3.127E+04	0	0	0	0.0072765	0	0
2	14754.27516	15432.4	7.4E+05	7.690E+05	38.3192	39.9	0.215	0.222	0.00559925	0.0055537
3	55010.03681	55688.1	2.8E+06	2.782E+06	71.4301	72.2	0.800	0.807	0.01119925	0.0111741
4	93643.80047	94321.9	4.7E+06	4.713E+06	81.0621	81.6	1.362	1.369	0.01679925	0.0167770
5	114742.4119	115420.5	5.7E+06	5.768E+06	77.2527	77.7	1.669	1.676	0.02159925	0.0215758
6	130798.2296	131476.3	6.5E+06	6.571E+06	69.9303	70.3	1.902	1.909	0.02719975	0.0271739
7	143673.8586	144351.9	7.2E+06	7.215E+06	63.70	64.0	2.089	2.097	0.03279925	0.0327708
8	151542.6491	152220.7	7.6E+06	7.608E+06	57.3895	57.6	2.204	2.211	0.03840000	0.0383684
9	157592.8384	158270.9	7.9E+06	7.911E+06	52.0861	52.3	2.292	2.299	0.04399900	0.0439642
10	161407.5297	162085.6	8.1E+06	8.102E+06	43.3605	43.5	2.347	2.354	0.05413250	0.0540907

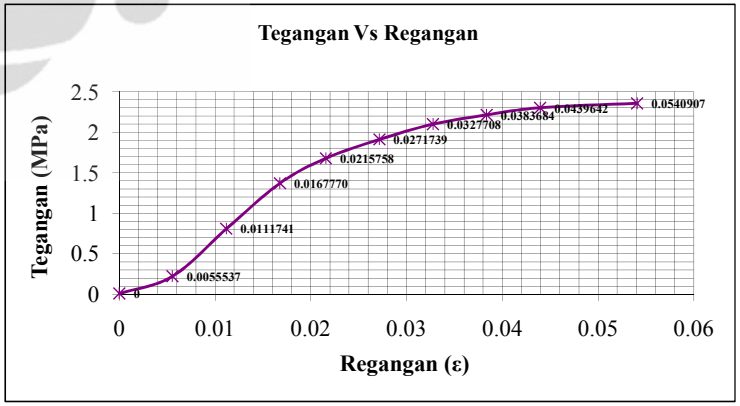
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTU

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	92.71	5.97	16	49	15	79	90	70	44
2	150	60.00	3.40	18	49	15				
3	1.4127			0.0325						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02158	77.7
0.02705	70.4
0.02717	70.3





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOLI 30% GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	12.33	1.30	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	6.17	6.17	462.50
3			50x5 mm	28.80	2.60	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	14.40	14.40	1079.85
4			50x5 mm	66.06	4.10	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	33.03	33.03	2477.43
5		4C	50x5 mm	98.79	5.50	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	49.40	49.40	3704.69
6			50x5 mm	115.04	6.80	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	57.52	57.52	4313.85
7			50x5 mm	122.90	8.10	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	61.45	61.45	4608.82
8			50x5 mm	126.00	9.40	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	63.00	63.00	4725.00
9			50x5 mm	127.70	11.70	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	63.85	63.85	4788.75
10			50x5 mm	128.67	12.75	49.00	14.10	11446	7.05	690.9	75	64.33	64.33	4824.99

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.004739574	0.355	0.355	13.330	13.33
2	700.00	12.33					475.83
3	700.00	28.80					1093.18
4	700.00	66.06					2490.76
5	700.00	98.79					3718.02
6	700.00	115.04					4327.18
7	700.00	122.90					4622.15
8	700.00	126.00					4738.33
9	700.00	127.70					4802.08
10	700.00	128.67					4838.32

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	666.50	0	666.50
17343.59288		17343.59288	
40494.43913		40494.43913	
92903.55441		92903.55441	
138925.8458		138925.8458	
161769.4116		161769.4116	
172830.9043		172830.9043	
177187.5		177187.5	
179578.125		179578.125	
180936.9667		180936.9667	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

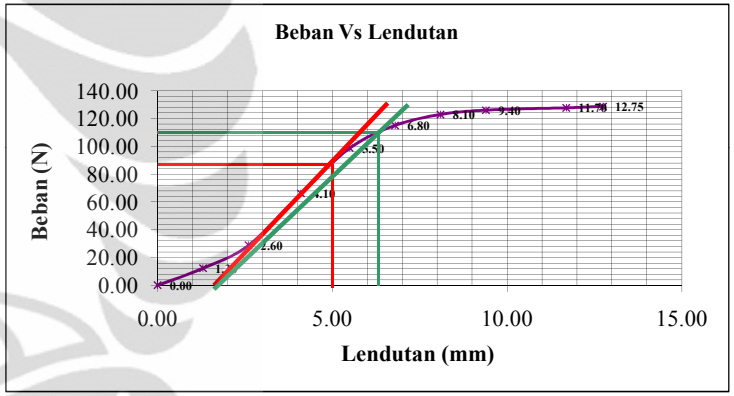
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	666.5	0.0E+00	3.124E+04	0	0	0	0.0082101	0	0
2	17343.59288	18010.1	8.7E+05	8.984E+05	58.2765	60.4	0.285	0.293	0.00488800	0.0048540
3	40494.43913	41160.9	2.0E+06	2.056E+06	68.033	69.1	0.665	0.673	0.00977600	0.0097463
4	92903.55441	93570.1	4.6E+06	4.676E+06	98.9797	99.6	1.526	1.534	0.01541600	0.0153954
5	138925.8458	139592.3	6.9E+06	6.978E+06	110.332	110.8	2.282	2.290	0.02068070	0.0206622
6	161769.4116	162435.9	8.1E+06	8.120E+06	103.917	104.3	2.657	2.665	0.02556800	0.0255483
7	172830.9043	173497.4	8.6E+06	8.673E+06	93.20	93.5	2.839	2.847	0.03045600	0.0304341
8	177187.5	177854.0	8.9E+06	8.891E+06	82.3385	82.6	2.910	2.918	0.03534400	0.0353192
9	179578.125	180244.6	9.0E+06	9.010E+06	67.0448	67.3	2.949	2.958	0.04399200	0.0439615
10	180936.9667	181603.5	9.0E+06	9.078E+06	61.9881	62.2	2.972	2.980	0.04794071	0.0479077

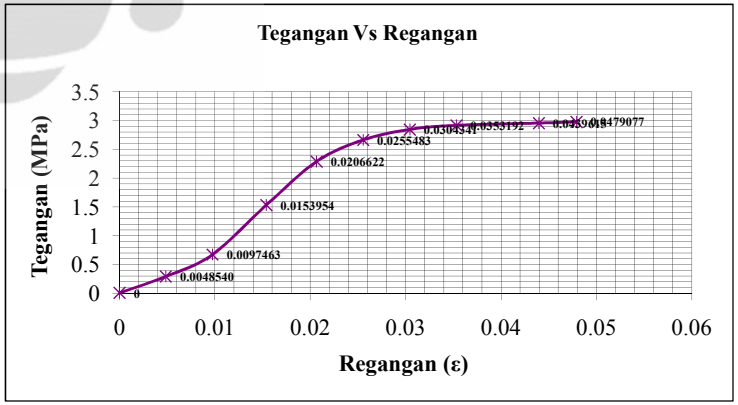
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	108.00	6.38	17	49	14	104	164	106	62
2	150	88.00	3.30	27	49	14				
3	1.7880			0.0287						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02066	110.8
0.02395	106.4
0.02555	104.3





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 PHENOL 35% GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	0	0	0
2			50x5 mm	8.72	0.90	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	4.361	4.361	327.075
3			50x5 mm	23.91	1.80	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	11.956	11.956	896.7
4			50x5 mm	42.39	2.70	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	21.197	21.197	1589.775
5		5C	50x5 mm	62.03	3.60	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	31.017	31.017	2326.275
6			50x5 mm	75.07	4.50	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	37.534	37.534	2815.05
7			50x5 mm	85.85	5.40	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	42.924	42.924	3219.3
8			50x5 mm	94.37	6.30	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	47.187	47.187	3539.025
9			50x5 mm	100.16	7.20	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	50.078	50.078	3755.85
10			50x5 mm	105.64	9.00	49.50	13.90	11078	6.95	688.05	75	52.822	52.822	3961.65

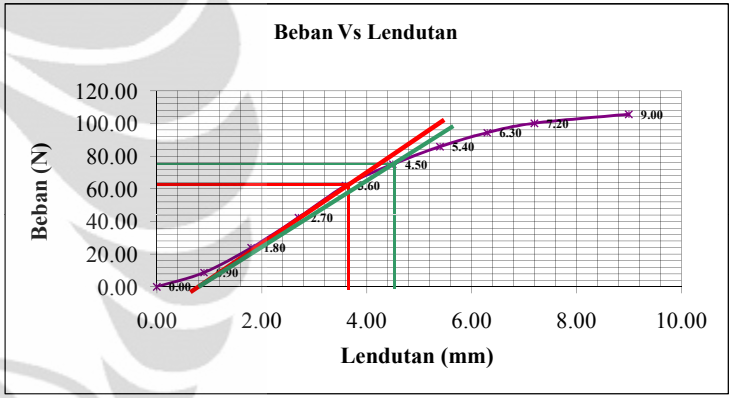
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004653	0.349	0.349	13.085	13.09
2	690.00	8.72					340.16
3	690.00	23.91					909.79
4	690.00	42.39					1602.86
5	690.00	62.03					2339.36
6	690.00	75.07					2828.14
7	690.00	85.85					3232.39
8	690.00	94.37					3552.11
9	690.00	100.16					3768.94
10	690.00	105.64					3974.74

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

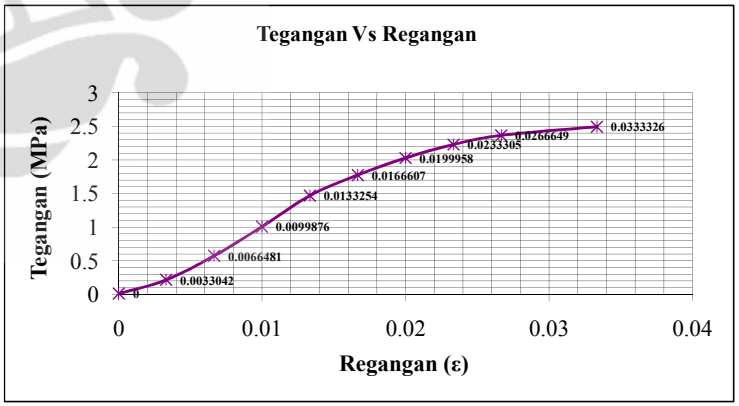
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	654.27	0	654.27
12265.3125		12265.3125	
33626.25		33626.25	
59616.5625		59616.5625	
87235.3125		87235.3125	
105564.375		105564.375	
120723.75		120723.75	
132713.4375		132713.4375	
140844.375		140844.375	
148561.875		148561.875	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	666.5	0.0E+00	3.067E+04	0	0	0	0.0082093	0	0
2	12265.3125	12931.8	6.1E+05	6.439E+05	61.5089	64.6	0.205	0.213	0.00333600	0.0033042
3	33626.25	34292.8	1.7E+06	1.712E+06	84.3155	85.9	0.563	0.571	0.00667200	0.0066481
4	59616.5625	60283.1	3.0E+06	3.011E+06	99.6563	100.7	0.997	1.006	0.01000800	0.0099876
5	87235.3125	87901.8	4.4E+06	4.392E+06	109.368	110.1	1.459	1.468	0.01334400	0.0133254
6	105564.375	106230.9	5.3E+06	5.309E+06	105.878	106.5	1.766	1.774	0.01668000	0.0166607
7	120723.75	121390.3	6.0E+06	6.067E+06	100.90	101.4	2.020	2.028	0.02001600	0.0199958
8	132713.4375	133379.9	6.6E+06	6.666E+06	95.0771	95.5	2.220	2.228	0.02335200	0.0233305
9	140844.375	141510.9	7.0E+06	7.073E+06	88.2894	88.7	2.356	2.364	0.02668800	0.0266649
10	148561.875	149228.4	7.4E+06	7.459E+06	74.5018	74.8	2.485	2.494	0.03336000	0.0333326



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTU

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	76.00	3.70	21	50	14	130	141	106	75
2	150	62.03	2.80	22	50	14				
3	1.4962			0.0200						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.01666	106.5
0.01667	106.5
0.02000	101.4

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 PHENOL 40% GLAZIR TEKANAN 15 Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Glazir		50x5 mm	0.00	0.00	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	5.70	1.30	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	2.85	2.85	213.93
3			50x5 mm	19.58	2.60	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	9.79	9.79	734.32
4			50x5 mm	41.99	3.90	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	21.00	21.00	1574.71
5			50x5 mm	64.86	5.20	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	32.43	32.43	2432.09
6		6C	50x5 mm	81.67	6.50	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	40.83	40.83	3062.55
7			50x5 mm	92.33	7.80	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	46.16	46.16	3462.23
8			50x5 mm	98.01	9.10	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	49.00	49.00	3675.26
9			50x5 mm	100.00	10.40	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	50.00	50.00	3749.96
10			50x5 mm	101.70	13.40	48.90	15.00	13753	7.5	733.5	75	50.85	50.85	3813.67

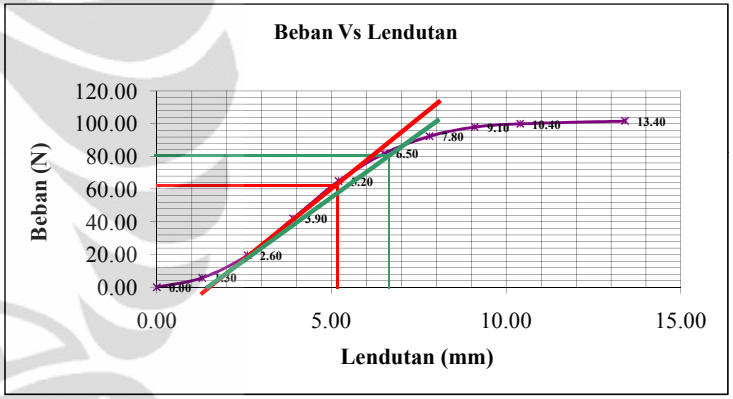
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.004744	0.356	0.356	13.343	13.34
2	660.00	5.70					227.27
3	660.00	19.58					747.66
4	660.00	41.99					1588.05
5	660.00	64.86					2445.43
6	660.00	81.67					3075.89
7	660.00	92.33					3475.57
8	660.00	98.01					3688.60
9	660.00	100.00					3763.31
10	660.00	101.70					3827.02

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	667.16	0	667.16
8022.189656		8022.189656	
27537.00469		27537.00469	
59051.47106		59051.47106	
91203.30647		91203.30647	
114845.5645		114845.5645	
129833.5283		129833.5283	
137822.202		137822.202	
140623.6683		140623.6683	
143012.7169		143012.7169	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

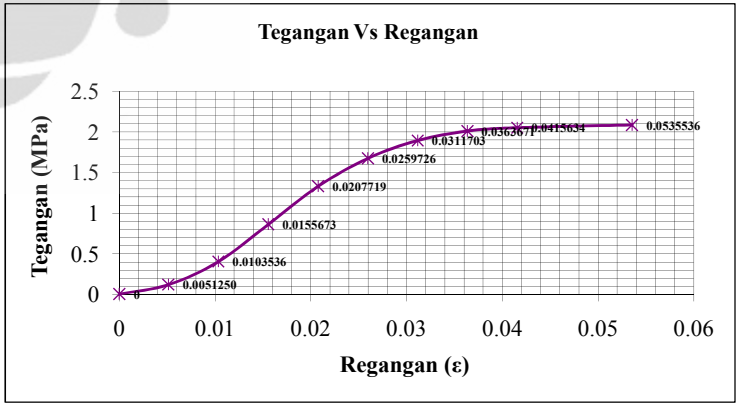
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	666.5	0.0E+00	3.127E+04	0	0	0	0.0072765	0	0
2	8022.189656	8688.7	4.0E+05	4.324E+05	22.4335	24.2	0.117	0.124	0.00520025	0.0051250
3	27537.00469	28203.5	1.4E+06	1.408E+06	38.5055	39.4	0.400	0.408	0.01039975	0.0103536
4	59051.47106	59718.0	3.0E+06	2.984E+06	55.0471	55.6	0.859	0.866	0.01560000	0.0155673
5	91203.30647	91869.8	4.6E+06	4.591E+06	63.7633	64.2	1.326	1.334	0.02080025	0.0207719
6	114845.5645	115512.1	5.7E+06	5.774E+06	64.2328	64.6	1.670	1.677	0.02600075	0.0259726
7	129833.5283	130500.0	6.5E+06	6.523E+06	60.51	60.8	1.888	1.895	0.03120025	0.0311703
8	137822.202	138488.7	6.9E+06	6.922E+06	55.0613	55.3	2.004	2.012	0.03640000	0.0363671
9	140623.6683	141290.2	7.0E+06	7.062E+06	49.1576	49.4	2.045	2.052	0.04160025	0.0415634
10	143012.7169	143679.2	7.2E+06	7.182E+06	38.8004	39.0	2.080	2.087	0.05360026	0.0535536

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTU

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	83.8	5.30	16	49	15	81	87	64	39
2	150	64.86	3.80	17	49	15				
3	1.2522			0.0321						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02597	64.6
0.02678	64.0
0.03117	60.8



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 10% NON GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	10% Phenol	LEGEND	90% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON Glazir	7A	50x5 mm	0.00	0.00	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	23.00	2.08	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	11.50	11.50	862.50
3			50x5 mm	46.00	3.02	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	23.00	23.00	1725.00
4			50x5 mm	69.00	3.78	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	34.50	34.50	2587.50
5			50x5 mm	92.00	4.52	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	46.00	46.00	3450.00
6			50x5 mm	115.00	5.37	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	57.50	57.50	4312.50
7			50x5 mm	138.00	6.28	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	69.00	69.00	5175.00
8			50x5 mm	161.00	7.72	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	80.50	80.50	6037.50
9			50x5 mm	184.00	9.62	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	92.00	92.00	6900.00
10			50x5 mm	207.77	14.03	48.50	9.50	3465	4.75	460.75	75	103.89	103.89	7791.38

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 1 UNTUK PCC TIPE 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	890.00	0.00	0.004018662	0.301	0.301	11.302	11.30
2	890.00	23.00					873.80
3	890.00	46.00					1736.30
4	890.00	69.00					2598.80
5	890.00	92.00					3461.30
6	890.00	115.00					4323.80
7	890.00	138.00					5186.30
8	890.00	161.00					6048.80
9	890.00	184.00					6911.30
10	890.00	207.77					7802.68

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	565.12	0	565.12
32343.75		32343.75	
64687.5		64687.5	
97031.25		97031.25	
129375		129375	
161718.75		161718.75	
194062.5		194062.5	
226406.25		226406.25	
258750		258750	
292176.5625		292176.5625	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

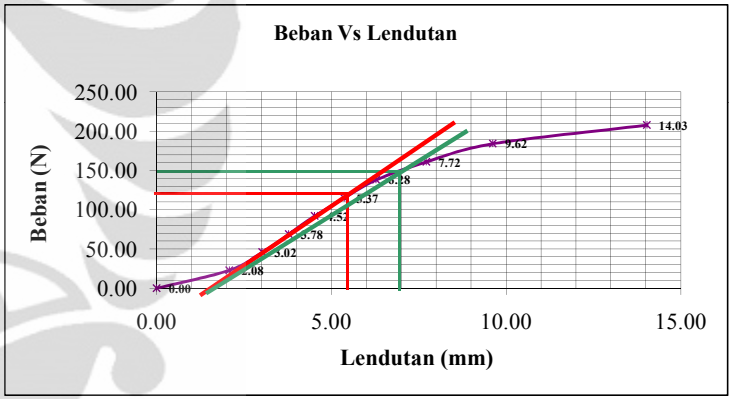
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	565.1	0.0E+00	2.649E+04	0	0	0	0.015493	0	0
2	32343.75	32908.9	1.6E+06	1.644E+06	224.37	228.0	1.182	1.198	0.00526933	0.0052523
3	64687.5	65252.6	3.2E+06	3.261E+06	309.067	311.6	2.365	2.380	0.00765067	0.0076382
4	97031.25	97596.4	4.9E+06	4.878E+06	370.389	372.4	3.547	3.562	0.00957600	0.0095656
5	129375	129940.1	6.5E+06	6.495E+06	413.001	414.7	4.729	4.745	0.01145067	0.0114413
6	161718.75	162283.9	8.1E+06	8.112E+06	434.535	436.0	5.911	5.927	0.01360400	0.0135951
7	194062.5	194627.6	9.7E+06	9.730E+06	445.88	447.1	7.094	7.109	0.01590933	0.0159007
8	226406.25	226971.4	1.1E+07	1.135E+07	423.165	424.2	8.276	8.291	0.01955733	0.0195482
9	258750	259315.1	1.3E+07	1.296E+07	388.1	388.9	9.458	9.474	0.02437067	0.0243607
10	292176.5625	292741.7	1.5E+07	1.464E+07	300.487	301.0	10.680	10.696	0.03554267	0.0355298

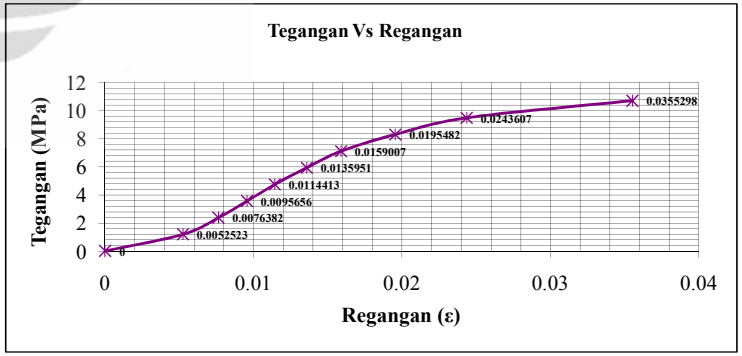
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	150.10	5.22	29	48.50	9.50	584	622	435	301
2	150	115.50	3.77	31	48.50	9.50				
3	6.4174			0.0213						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0159	447.1
0.0178	435.4
0.0195	424.2





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 10% NON GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	10% Phenol	LEGEND	90% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON Glazir	7B	50x5 mm	0.00	0.00	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	0	0	0
2			50x5 mm	24.00	2.15	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	12	12	900
3			50x5 mm	48.00	2.97	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	24	24	1800
4			50x5 mm	72.00	3.57	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	36	36	2700
5			50x5 mm	96.00	4.21	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	48	48	3600
6			50x5 mm	120.00	4.95	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	60	60	4500
7			50x5 mm	144.00	5.83	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	72	72	5400
8			50x5 mm	168.00	7.00	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	84	84	6300
9			50x5 mm	192.00	8.63	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	96	96	7200
10			50x5 mm	216.15	12.57	48.00	9.60	3539	4.8	460.8	75	108.075	108.075	8105.625

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

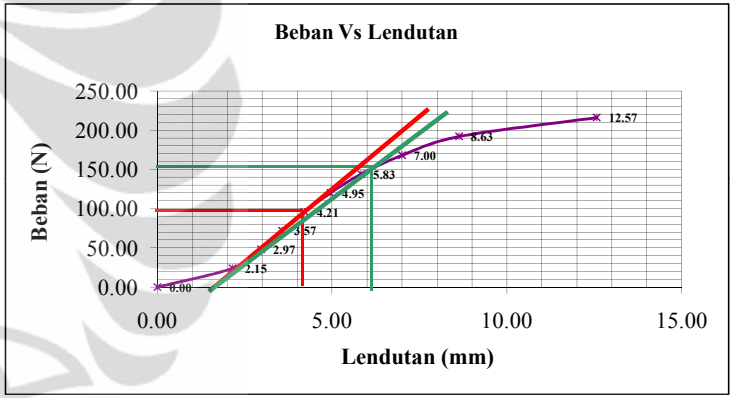
BENDA UJI 1 UNTUK PCC TIPE 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	900.00	0.00	0.004064	0.305	0.305	11.431	11.43
2	900.00	24.00					911.43
3	900.00	48.00					1811.43
4	900.00	72.00					2711.43
5	900.00	96.00					3611.43
6	900.00	120.00					4511.43
7	900.00	144.00					5411.43
8	900.00	168.00					6311.43
9	900.00	192.00					7211.43
10	900.00	216.15					8117.06

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

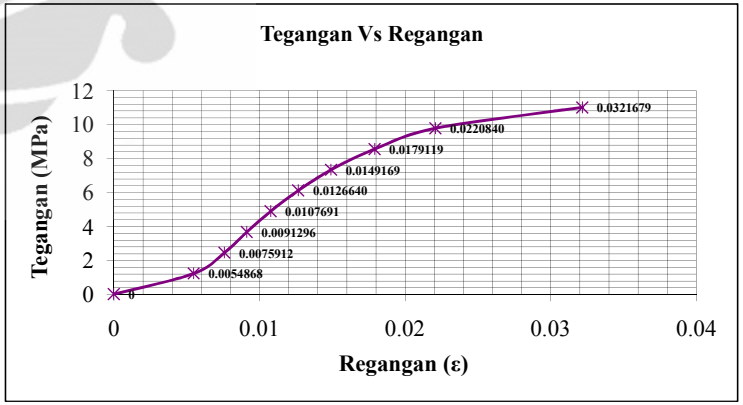
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	571.54	0	571.54
33750		33750	
67500		67500	
101250		101250	
135000		135000	
168750		168750	
202500		202500	
236250		236250	
270000		270000	
303960.9375		303960.9375	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	565.1	0.0E+00	2.679E+04	0	0	0	0.0155039	0	0
2	33750	34315.1	1.7E+06	1.714E+06	221.785	225.3	1.221	1.236	0.00550400	0.0054868
3	67500	68065.1	3.4E+06	3.402E+06	321.102	323.7	2.441	2.457	0.00760320	0.0075912
4	101250	101815.1	5.1E+06	5.089E+06	400.703	402.8	3.662	3.678	0.00913920	0.0091296
5	135000	135565.1	6.8E+06	6.777E+06	453.052	454.9	4.883	4.898	0.01077760	0.0107691
6	168750	169315.1	8.4E+06	8.464E+06	481.654	483.2	6.104	6.119	0.01267200	0.0126640
7	202500	203065.1	1.0E+07	1.015E+07	490.74	492.0	7.324	7.340	0.01492480	0.0149169
8	236250	236815.1	1.2E+07	1.184E+07	476.837	477.9	8.545	8.560	0.01792000	0.0179119
9	270000	270565.1	1.4E+07	1.353E+07	442.027	442.9	9.766	9.781	0.02209280	0.0220840
10	303960.9375	304526.1	1.5E+07	1.522E+07	341.648	342.3	10.994	11.009	0.03217920	0.0321679



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	154.2	4.29	36	48.00	9.60	715	769	487	342
2	150	93.30	2.41	39	48.00	9.60				
3	6.6057			0.0193						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0149	492.0
0.0161	486.5
0.0179	477.9

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 10% NON GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	10% Phenol	LEGEND	90% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON Glazir	7C	50x5 mm	0.00	0.00	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	0	0	0
2			50x5 mm	20.00	2.14	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	10	10	750
3			50x5 mm	38.00	2.86	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	19	19	1425
4			50x5 mm	56.00	3.54	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	28	28	2100
5			50x5 mm	74.00	4.28	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	37	37	2775
6			50x5 mm	92.00	5.12	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	46	46	3450
7			50x5 mm	110.00	6.12	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	55	55	4125
8			50x5 mm	128.00	7.35	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	64	64	4800
9			50x5 mm	146.00	9.11	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	73	73	5475
10			50x5 mm	164.47	13.90	46.30	9.20	3004	4.6	425.96	75	82.235	82.235	6167.625

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

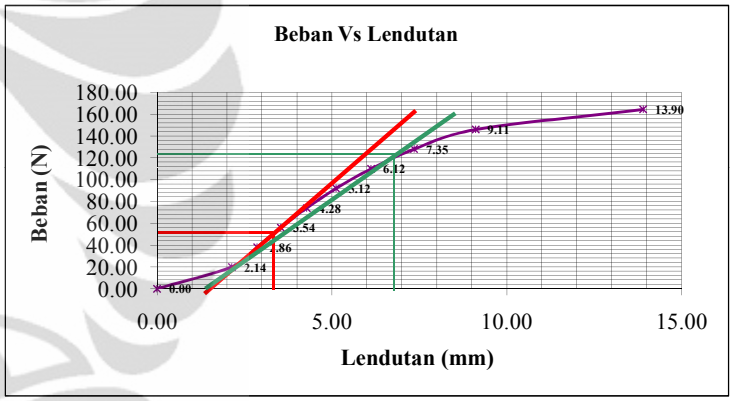
BENDA UJI 1 UNTUK PCC TIPE 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	726.00	0.00	0.003031	0.227	0.227	8.524	8.52
2	726.00	20.00					758.52
3	726.00	38.00					1433.52
4	726.00	56.00					2108.52
5	726.00	74.00					2783.52
6	726.00	92.00					3458.52
7	726.00	110.00					4133.52
8	726.00	128.00					4808.52
9	726.00	146.00					5483.52
10	726.00	164.47					6176.15

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

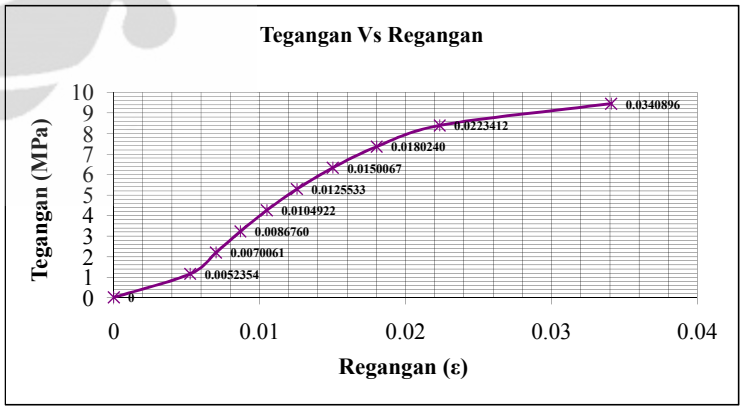
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	426.18	0	426.18
28125		28125	
53437.5		53437.5	
78750		78750	
104062.5		104062.5	
129375		129375	
154687.5		154687.5	
180000		180000	
205312.5		205312.5	
231285.9375		231285.9375	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	565.1	0.0E+00	1.998E+04	0	0	0	0.0130502	0	0
2	28125	28690.1	1.4E+06	1.426E+06	218.719	221.8	1.148	1.161	0.00525013	0.0052354
3	53437.5	54002.6	2.7E+06	2.692E+06	310.947	313.3	2.182	2.195	0.00701653	0.0070061
4	78750	79315.1	3.9E+06	3.957E+06	370.215	372.1	3.215	3.228	0.00868480	0.0086760
5	104062.5	104627.6	5.2E+06	5.223E+06	404.629	406.2	4.249	4.262	0.01050027	0.0104922
6	129375	129940.1	6.5E+06	6.489E+06	420.521	421.8	5.282	5.295	0.01256107	0.0125533
7	154687.5	155252.6	7.7E+06	7.754E+06	420.64	421.7	6.316	6.329	0.01501440	0.0150067
8	180000	180565.1	9.0E+06	9.020E+06	407.56	408.5	7.349	7.362	0.01803200	0.0180240
9	205312.5	205877.6	1.0E+07	1.029E+07	375.063	375.8	8.383	8.396	0.02234987	0.0223412
10	231285.9375	231851.1	1.2E+07	1.158E+07	276.912	277.4	9.443	9.456	0.03410133	0.0340896



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	122.3	5.25	23	46.30	9.20	545	619	413	277
2	150	51.30	1.94	26	46.30	9.20				
3	5.6737			0.0205						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0150	421.7
0.0170	412.8
0.0180	408.5

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 20% NON GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	20% Phenol	LEGEND	80% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON Glazir	8A	50x5 mm	0.00	0.00	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	11.00	1.46	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	5.50	5.50	412.50
3			50x5 mm	24.00	2.65	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	12.00	12.00	900.00
4			50x5 mm	37.00	3.21	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	18.50	18.50	1387.50
5			50x5 mm	50.00	3.77	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	25.00	25.00	1875.00
6			50x5 mm	63.00	4.38	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	31.50	31.50	2362.50
7			50x5 mm	76.00	5.08	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	38.00	38.00	2850.00
8			50x5 mm	89.00	5.94	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	44.50	44.50	3337.50
9			50x5 mm	102.00	7.20	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	51.00	51.00	3825.00
10			50x5 mm	115.68	10.11	49.00	9.40	3392	4.7	460.6	75	57.84	57.84	4338.00

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 1 UNTUK PCC TIPE 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	617.00	0.00	0.002785064	0.209	0.209	7.833	7.83
2	617.00	11.00					420.33
3	617.00	24.00					907.83
4	617.00	37.00					1395.33
5	617.00	50.00					1882.83
6	617.00	63.00					2370.33
7	617.00	76.00					2857.83
8	617.00	89.00					3345.33
9	617.00	102.00					3832.83
10	617.00	115.68					4345.83

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	391.65	0	391.65
15468.75		15468.75	
33750		33750	
52031.25		52031.25	
70312.5		70312.5	
88593.75		88593.75	
106875		106875	
125156.25		125156.25	
143437.5		143437.5	
162675		162675	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

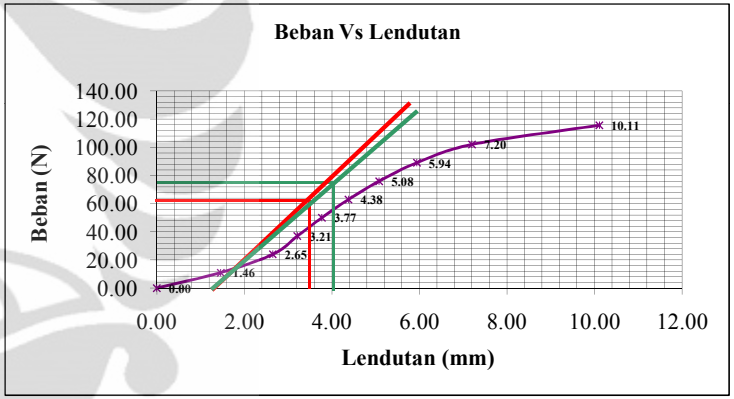
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	391.6	0.0E+00	1.836E+04	0	0	0	0.0108549	0	0
2	15468.75	15860.4	7.7E+05	7.918E+05	156.197	159.9	0.572	0.582	0.00365973	0.0036428
3	33750	34141.6	1.7E+06	1.706E+06	187.758	189.8	1.247	1.258	0.00664267	0.0066284
4	52031.25	52422.9	2.6E+06	2.620E+06	238.963	240.6	1.923	1.934	0.00804640	0.0080351
5	70312.5	70704.1	3.5E+06	3.534E+06	274.956	276.4	2.598	2.609	0.00945013	0.0094403
6	88593.75	88985.4	4.4E+06	4.448E+06	298.195	299.4	3.274	3.285	0.01097920	0.0109701
7	106875	107266.6	5.3E+06	5.362E+06	310.16	311.2	3.950	3.960	0.01273387	0.0127251
8	125156.25	125547.9	6.3E+06	6.276E+06	310.626	311.5	4.625	4.636	0.01488960	0.0148809
9	143437.5	143829.1	7.2E+06	7.190E+06	293.699	294.5	5.301	5.312	0.01804800	0.0180388
10	162675	163066.6	8.1E+06	8.152E+06	237.215	237.7	6.012	6.022	0.02534240	0.0253310

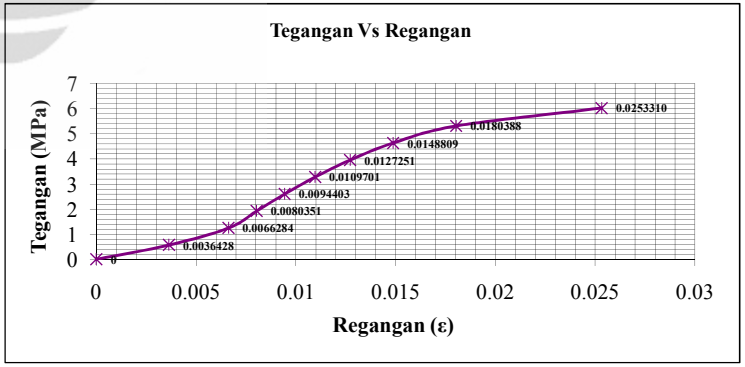
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	75.4	3.26	23	49.00	9.40	480	481	311	238
2	150	65.00	2.80	23	49.00	9.40				
3	3.6135			0.0152						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.01097	299.4
0.01267	310.8
0.01273	311.2





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 20% NON GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	20% Phenol	LEGEND	80% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON Glazir	8B	50x5 mm	0.00	0.00	47	9	2855	4.5	423	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	8.00	1.40	47	9	2855	4.5	423	75	4.00	4.00	300.00
3			50x5 mm	16.00	2.38	47	9	2855	4.5	423	75	8.00	8.00	600.00
4			50x5 mm	24.00	3.00	47	9	2855	4.5	423	75	12.00	12.00	900.00
5			50x5 mm	32.00	3.55	47	9	2855	4.5	423	75	16.00	16.00	1200.00
6			50x5 mm	40.00	4.12	47	9	2855	4.5	423	75	20.00	20.00	1500.00
7			50x5 mm	48.00	4.75	47	9	2855	4.5	423	75	24.00	24.00	1800.00
8			50x5 mm	56.00	5.58	47	9	2855	4.5	423	75	28.00	28.00	2100.00
9			50x5 mm	64.00	6.92	47	9	2855	4.5	423	75	32.00	32.00	2400.00
10			50x5 mm	71.94	9.93	47	9	2855	4.5	423	75	35.97	35.97	2697.75

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 1 UNTUK PCC TIPE 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	871.00	0.00	0.003611	0.271	0.271	10.155	10.15
2	871.00	8.00					310.15
3	871.00	16.00					610.15
4	871.00	24.00					910.15
5	871.00	32.00					1210.15
6	871.00	40.00					1510.15
7	871.00	48.00					1810.15
8	871.00	56.00					2110.15
9	871.00	64.00					2410.15
10	871.00	71.94					2707.90

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	507.75	0	507.75
11250		11250	
22500		22500	
33750		33750	
45000		45000	
56250		56250	
67500		67500	
78750		78750	
90000		90000	
101165.625		101165.625	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

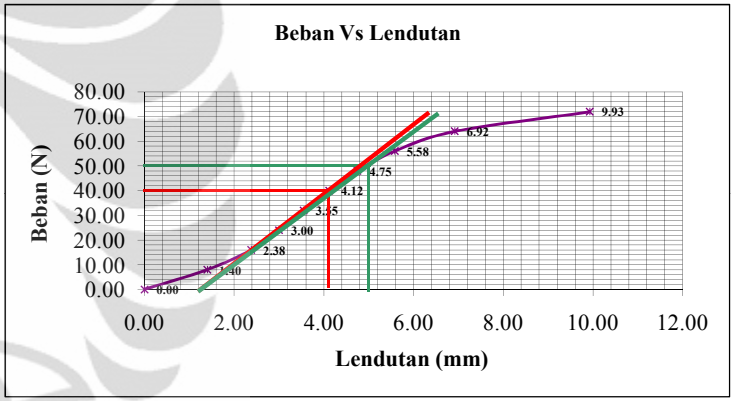
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	391.6	0.0E+00	2.380E+04	0	0	0	0.0160046	0	0
2	11250	11641.6	5.6E+05	5.863E+05	140.718	146.7	0.473	0.489	0.00336000	0.0033327
3	22500	22891.6	1.1E+06	1.149E+06	165.551	169.1	0.946	0.962	0.00571200	0.0056883
4	33750	34141.6	1.7E+06	1.711E+06	197.006	199.8	1.418	1.434	0.00720000	0.0071800
5	45000	45391.6	2.3E+06	2.274E+06	221.978	224.3	1.891	1.907	0.00852000	0.0085022
6	56250	56641.6	2.8E+06	2.836E+06	239.084	241.1	2.364	2.380	0.00988800	0.0098714
7	67500	67891.6	3.4E+06	3.399E+06	248.85	250.6	2.837	2.853	0.01140000	0.0113840
8	78750	79141.6	3.9E+06	3.961E+06	247.14	248.6	3.310	3.326	0.01339200	0.0133759
9	90000	90391.6	4.5E+06	4.524E+06	227.752	229.0	3.783	3.799	0.01660800	0.0165905
10	101165.625	101557.3	5.1E+06	5.082E+06	178.406	179.2	4.252	4.268	0.02383200	0.0238097

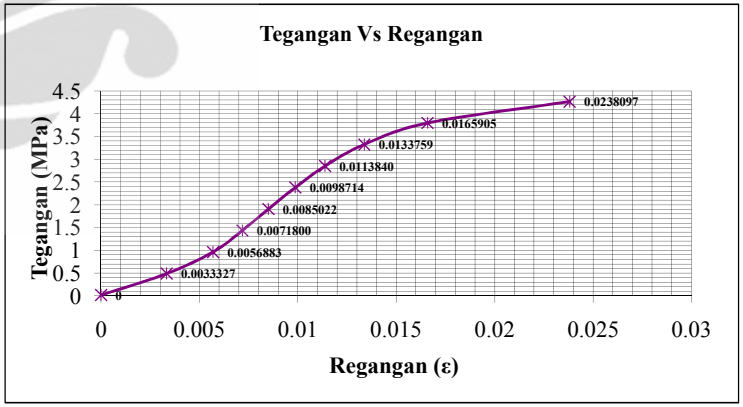
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTU

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	50.3	3.47	15	47	9	357	358	250	179
2	150	39.50	2.72	15	47	9				
3	2.5607			0.0143						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0114	250.6
0.0119	250.1
0.0134	248.6





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 20% NON GLAZIR TEKANAN 15Kg/cm2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	20% Phenol	LEGEND	80% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON Glazir	8C	50x5 mm	0.00	0.00	48	9	2916	4.5	432	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	20.00	2.00	48	9	2916	4.5	432	75	10.00	10.00	750.00
3			50x5 mm	34.00	2.67	48	9	2916	4.5	432	75	17.00	17.00	1275.00
4			50x5 mm	48.00	3.30	48	9	2916	4.5	432	75	24.00	24.00	1800.00
5			50x5 mm	62.00	3.91	48	9	2916	4.5	432	75	31.00	31.00	2325.00
6			50x5 mm	76.00	4.62	48	9	2916	4.5	432	75	38.00	38.00	2850.00
7			50x5 mm	90.00	5.50	48	9	2916	4.5	432	75	45.00	45.00	3375.00
8			50x5 mm	104.00	6.70	48	9	2916	4.5	432	75	52.00	52.00	3900.00
9			50x5 mm	118.00	8.42	48	9	2916	4.5	432	75	59.00	59.00	4425.00
10			50x5 mm	132.07	13.45	48	9	2916	4.5	432	75	66.04	66.04	4952.63

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 1 UNTUK PCC TIPE 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	890.00	0.00	0.003768	0.283	0.283	10.597	10.60
2	890.00	20.00					760.60
3	890.00	34.00					1285.60
4	890.00	48.00					1810.60
5	890.00	62.00					2335.60
6	890.00	76.00					2860.60
7	890.00	90.00					3385.60
8	890.00	104.00					3910.60
9	890.00	118.00					4435.60
10	890.00	132.07					4963.22

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	529.86	0	529.86
28125		28125	
47812.5		47812.5	
67500		67500	
87187.5		87187.5	
106875		106875	
126562.5		126562.5	
146250		146250	
165937.5		165937.5	
185723.4375		185723.4375	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

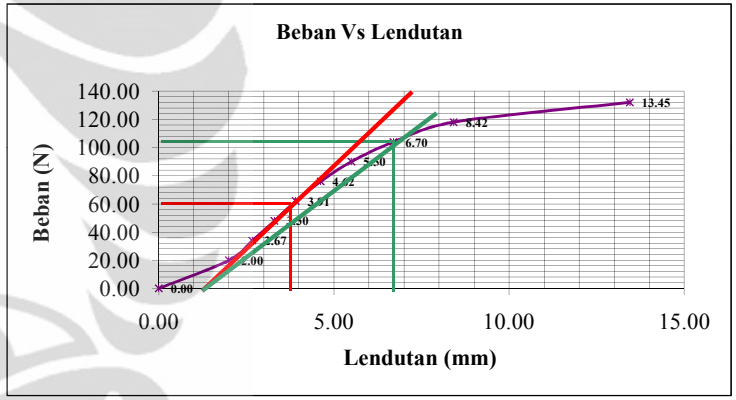
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	391.6	0.0E+00	2.484E+04	0	0	0	0.0163538	0	0
2	28125	28516.6	1.4E+06	1.431E+06	241.127	245.4	1.157	1.174	0.00480000	0.0047833
3	47812.5	48204.1	2.4E+06	2.415E+06	307.053	310.2	1.968	1.984	0.00640800	0.0063948
4	67500	67891.6	3.4E+06	3.400E+06	350.73	353.3	2.778	2.794	0.00792000	0.0079084
5	87187.5	87579.1	4.4E+06	4.384E+06	382.349	384.5	3.588	3.604	0.00938400	0.0093734
6	106875	107266.6	5.3E+06	5.369E+06	396.658	398.5	4.398	4.415	0.01108800	0.0110777
7	126562.5	126954.1	6.3E+06	6.353E+06	394.57	396.1	5.208	5.225	0.01320000	0.0131897
8	146250	146641.6	7.3E+06	7.337E+06	374.286	375.6	6.019	6.035	0.01608000	0.0160691
9	165937.5	166329.1	8.3E+06	8.322E+06	337.921	338.9	6.829	6.845	0.02020800	0.0201959
10	185723.4375	186115.1	9.3E+06	9.311E+06	236.77	237.4	7.643	7.659	0.03228000	0.0322628

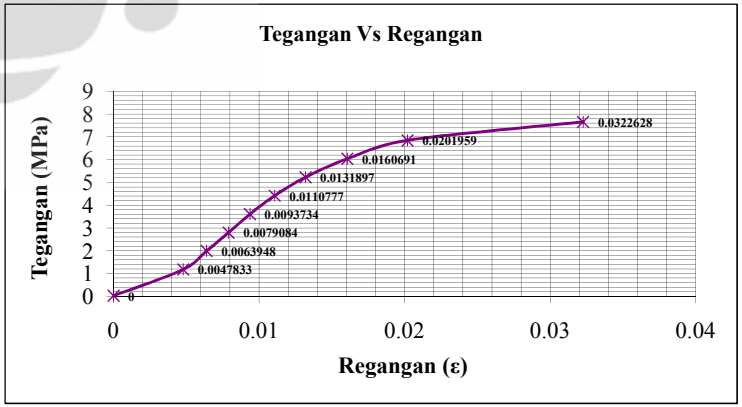
'ERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUA

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	104.4	5.53	19	48	9	455	544	375	237
2	150	61.10	2.71	23	48	9				
3	4.5956			0.0194						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.01607	375.6
0.01613	375.0
0.02020	338.9





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 Papan Partikel Kayu

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
					C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Papan Partikel Kayu			0.00	0.00	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	0	0	0
2				73.00	1.41	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	36.5	36.5	2737.5
3				145.00	1.64	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	72.5	72.5	5437.5
4				217.00	1.87	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	108.5	108.5	8137.5
5				289.00	2.11	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	144.5	144.5	10837.5
6				361.00	2.35	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	180.5	180.5	13537.5
7				433.00	2.59	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	216.5	216.5	16237.5
8				505.00	2.87	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	252.5	252.5	18937.5
9				577.00	3.17	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	288.5	288.5	21637.5
10				648.68	3.60	49.30	12.00	7099	6	591.6	75	324.34	324.34	24325.5

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 1

NO	DENSITY (Kg/m3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	804.00	0.00	0.004661335	0.350	0.350	13.110	13.11
2	804.00	73.00					2750.61
3	804.00	145.00					5450.61
4	804.00	217.00					8150.61
5	804.00	289.00					10850.61
6	804.00	361.00					13550.61
7	804.00	433.00					16250.61
8	804.00	505.00					18950.61
9	804.00	577.00					21650.61
10	804.00	648.68					24338.61

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	655.50	0	655.50
102656.25		102656.25	
203906.25		203906.25	
305156.25		305156.25	
406406.25		406406.25	
507656.25		507656.25	
608906.25		608906.25	
710156.25		710156.25	
811406.25		811406.25	
912206.25		912206.25	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

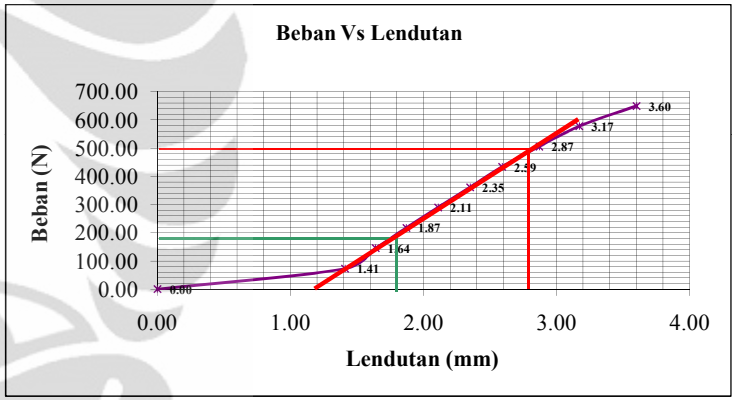
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	655.5	0.0E+00	3.073E+04	0	0	0	0.01108013	0	0
2	102656.25	103311.8	5.1E+06	5.164E+06	512.775	515.8	2.314	2.325	0.00451200	0.0045066
3	203906.25	204561.8	1.0E+07	1.023E+07	875.6837	878.3	4.596	4.607	0.00524800	0.0052448
4	305156.25	305811.8	1.5E+07	1.529E+07	1149.321	1151.6	6.878	6.889	0.00598400	0.0059816
5	406406.25	407061.8	2.0E+07	2.035E+07	1356.558	1358.6	9.159	9.171	0.00675200	0.0067500
6	507656.25	508311.8	2.5E+07	2.541E+07	1521.467	1523.3	11.441	11.453	0.00752000	0.0075182
7	608906.25	609561.8	3.0E+07	3.048E+07	1655.81	1657.5	13.723	13.734	0.00828800	0.0082863
8	710156.25	710811.8	3.6E+07	3.554E+07	1742.74	1744.2	16.005	16.016	0.00918400	0.0091824
9	811406.25	812061.8	4.1E+07	4.060E+07	1802.767	1804.1	18.287	18.298	0.01014400	0.0101425
10	912206.25	912861.8	4.6E+07	4.564E+07	1784.642	1785.8	20.559	20.570	0.01152000	0.0115184

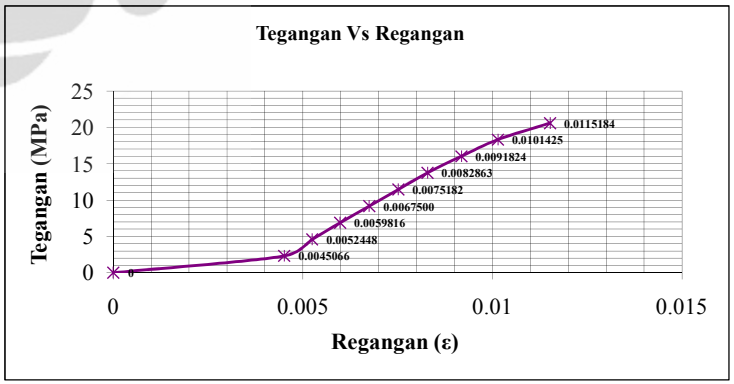
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	195.01	0.70	279	49.30	12.00	2759	2899	1069	1786
2	150	482.90	1.65	293	49.30	12.00				
3	12.3421			0.0069						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0052	878.3
0.0058	1069.1
0.0060	1151.6





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 Papan Partikel Kayu

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
					C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Papan Partikel Kayu			0.00	0.00	50.00	12.00	7200	6	600	75	0	0	0
2				70.00	1.10	50.00	12.00	7200	6	600	75	35	35	2625
3				141.00	1.32	50.00	12.00	7200	6	600	75	70.5	70.5	5287.5
4				212.00	1.56	50.00	12.00	7200	6	600	75	106	106	7950
5				283.00	1.79	50.00	12.00	7200	6	600	75	141.5	141.5	10612.5
6				354.00	2.03	50.00	12.00	7200	6	600	75	177	177	13275
7				425.00	2.29	50.00	12.00	7200	6	600	75	212.5	212.5	15937.5
8				496.00	2.57	50.00	12.00	7200	6	600	75	248	248	18600
9				567.00	2.89	50.00	12.00	7200	6	600	75	283.5	283.5	21262.5
10				637.64	3.33	50.00	12.00	7200	6	600	75	318.82	318.82	23911.5

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 2

NO	DENSITY (Kg/m3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	804.00	0.00	0.004728	0.355	0.355	13.296	13.30
2	804.00	70.00					2638.30
3	804.00	141.00					5300.80
4	804.00	212.00					7963.30
5	804.00	283.00					10625.80
6	804.00	354.00					13288.30
7	804.00	425.00					15950.80
8	804.00	496.00					18613.30
9	804.00	567.00					21275.80
10	804.00	637.64					23924.80

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	664.81	0	664.81
98437.5		98437.5	
198281.25		198281.25	
298125		298125	
397968.75		397968.75	
497812.5		497812.5	
597656.25		597656.25	
697500		697500	
797343.75		797343.75	
896681.25		896681.25	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

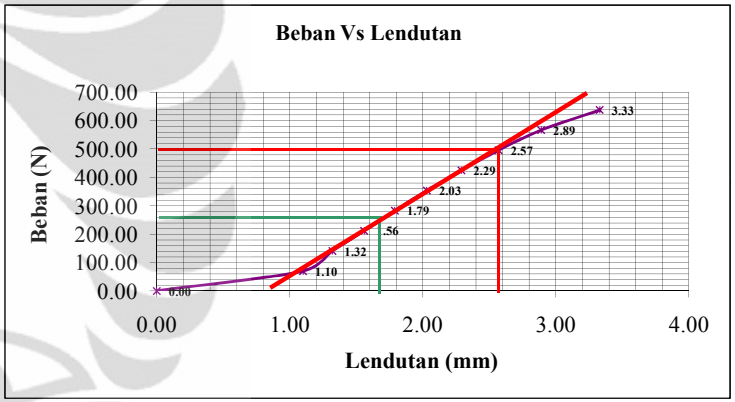
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	655.5	0.0E+00	3.116E+04	0	0	0	0.01108013	0	0
2	98437.5	99093.0	4.9E+06	4.953E+06	621.4489	625.4	2.188	2.199	0.00352000	0.0035156
3	198281.25	198936.8	9.9E+06	9.945E+06	1043.146	1046.4	4.406	4.417	0.00422400	0.0042214
4	298125	298780.5	1.5E+07	1.494E+07	1327.123	1329.9	6.625	6.636	0.00499200	0.0049899
5	397968.75	398624.3	2.0E+07	1.993E+07	1543.951	1546.4	8.844	8.855	0.00572800	0.0057262
6	497812.5	498468.0	2.5E+07	2.492E+07	1702.971	1705.1	11.063	11.074	0.00649600	0.0064944
7	597656.25	598311.8	3.0E+07	2.991E+07	1812.40	1814.3	13.281	13.292	0.00732800	0.0073265
8	697500	698155.5	3.5E+07	3.491E+07	1884.728	1886.4	15.500	15.511	0.00822400	0.0082225
9	797343.75	797999.3	4.0E+07	3.990E+07	1915.955	1917.5	17.719	17.730	0.00924800	0.0092466
10	896681.25	897336.8	4.5E+07	4.487E+07	1869.956	1871.3	19.926	19.937	0.01065600	0.0106545

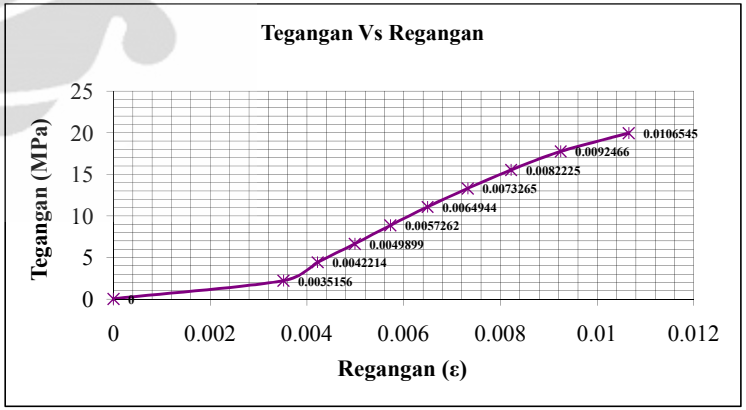
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	246.14	0.87	283	50	12	2763	2773	1429	1871
2	150	502.60	1.77	284	50	12				
3	11.9624			0.0064						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0050	1329.9
0.0053	1429.1
0.0057	1546.4





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 Papan Partikel Kayu

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
					C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Papan Partikel Kayu			0.00	0.00	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	0	0	0
2				67.00	1.24	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	33.5	33.5	2512.5
3				128.00	1.43	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	64	64	4800
4				189.00	1.62	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	94.5	94.5	7087.5
5				250.00	1.82	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	125	125	9375
6				311.00	2.01	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	155.5	155.5	11662.5
7				372.00	2.22	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	186	186	13950
8				433.00	2.44	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	216.5	216.5	16237.5
9				494.00	2.68	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	247	247	18525
10				555.42	3.37	49.20	12.00	7085	6	590.4	75	277.71	277.71	20828.25

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 3

NO	DENSITY (Kg/m3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	804.00	0.00	0.004652	0.349	0.349	13.083	13.08
2	804.00	67.00					2525.58
3	804.00	128.00					4813.08
4	804.00	189.00					7100.58
5	804.00	250.00					9388.08
6	804.00	311.00					11675.58
7	804.00	372.00					13963.08
8	804.00	433.00					16250.58
9	804.00	494.00					18538.08
10	804.00	555.42					20841.33

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	654.17	0	654.17
94218.75		94218.75	
180000		180000	
265781.25		265781.25	
351562.5		351562.5	
437343.75		437343.75	
523125		523125	
608906.25		608906.25	
694687.5		694687.5	
781059.375		781059.375	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

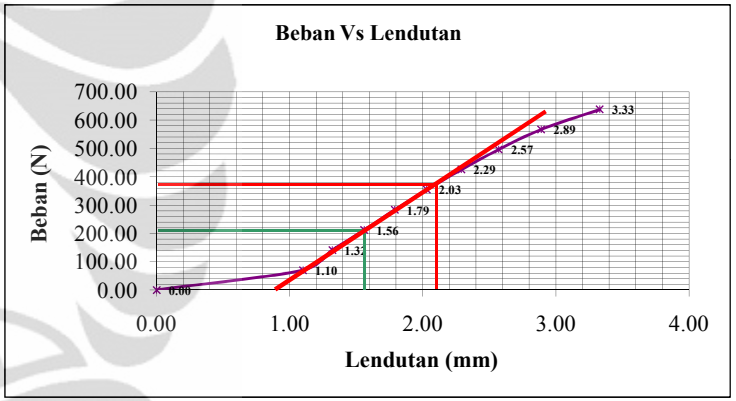
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	655.5	0.0E+00	3.066E+04	0	0	0	0.01108013	0	0
2	94218.75	94874.3	4.7E+06	4.742E+06	536.2386	539.7	2.128	2.139	0.00396800	0.0039629
3	180000	180655.5	9.0E+06	9.031E+06	888.3393	891.4	4.065	4.076	0.00457600	0.0045729
4	265781.25	266436.8	1.3E+07	1.332E+07	1157.848	1160.5	6.002	6.013	0.00518400	0.0051816
5	351562.5	352218.0	1.8E+07	1.761E+07	1363.244	1365.6	7.940	7.951	0.00582400	0.0058220
6	437343.75	437999.3	2.2E+07	2.190E+07	1535.569	1537.7	9.877	9.888	0.00643200	0.0064302
7	523125	523780.5	2.6E+07	2.619E+07	1663.01	1665.0	11.814	11.825	0.00710400	0.0071023
8	608906.25	609561.8	3.0E+07	3.048E+07	1761.177	1763.0	13.751	13.762	0.00780800	0.0078064
9	694687.5	695343.0	3.5E+07	3.477E+07	1829.351	1831.0	15.689	15.700	0.00857600	0.0085745
10	781059.375	781714.9	3.9E+07	3.908E+07	1635.673	1637.0	17.639	17.650	0.01078400	0.0107823

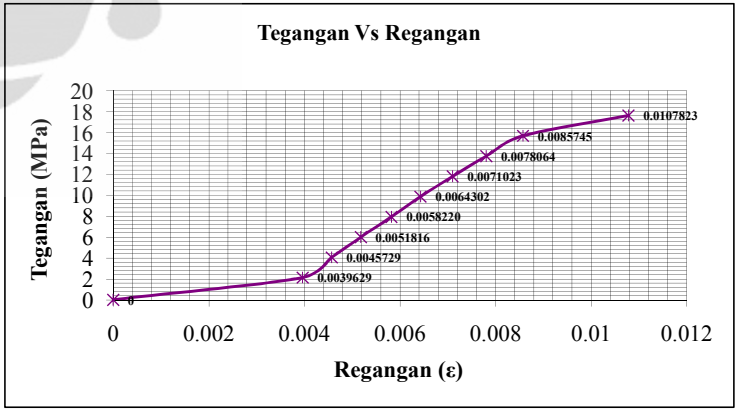
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	209.00	0.70	301	49	12	2984	2997	1228	1637
2	150	371.50	1.23	302	49	12				
3	10.5901			0.0065						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.00518	1160.5
0.00539	1227.6
0.00582	1365.6





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 30% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm²

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GLASSIR	1A	50x5 mm	0.00	0.00	14.20	50.00	147917	25	710	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	64.85	0.87	14.20	50.00	147917	25	710	75	32.43	32.43	2432.06
3			50x5 mm	234.27	1.40	14.20	50.00	147917	25	710	75	117.14	117.14	8785.26
4			50x5 mm	406.51	1.82	14.20	50.00	147917	25	710	75	203.26	203.26	15244.30
5			50x5 mm	534.44	2.17	14.20	50.00	147917	25	710	75	267.22	267.22	20041.40
6			50x5 mm	674.05	2.62	14.20	50.00	147917	25	710	75	337.02	337.02	25276.76
7			50x5 mm	751.23	3.02	14.20	50.00	147917	25	710	75	375.62	375.62	28171.14
8			50x5 mm	802.89	3.48	14.20	50.00	147917	25	710	75	401.44	401.44	30108.32
9			50x5 mm	816.48	3.92	14.20	50.00	147917	25	710	75	408.24	408.24	30618.16
10			50x5 mm	822.02	4.35	14.20	50.00	147917	25	710	75	411.01	411.01	30825.78

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m³)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.00487060	0.365	0.365	13.699	13.70
2	700.00	64.85					2445.76
3	700.00	234.27					8798.96
4	700.00	406.51					15258.00
5	700.00	534.44					20055.10
6	700.00	674.05					25290.46
7	700.00	751.23					28184.84
8	700.00	802.89					30122.01
9	700.00	816.48					30631.86
10	700.00	822.02					30839.48

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	684.93	0	684.93
91202.12128		91202.12128	
329447.2584		329447.2584	
571661.2302		571661.2302	
751552.6823		751552.6823	
947878.4543		947878.4543	
1056417.898		1056417.898	
1129061.857		1129061.857	
1148181.095		1148181.095	
1155966.688		1155966.688	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

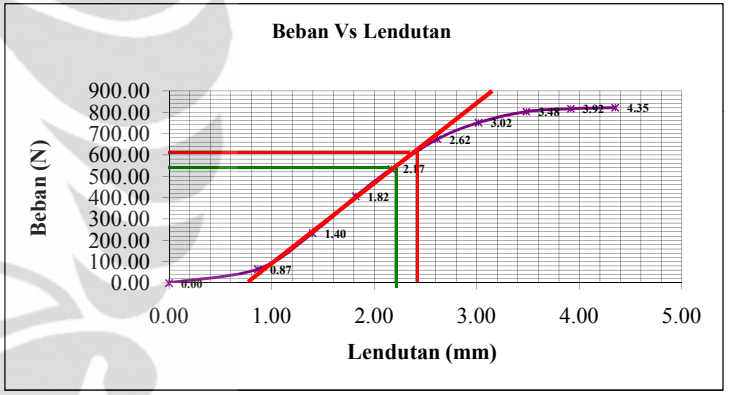
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	684.9	0.0E+00	3.211E+04	0	0	0	0.0023153	0	0
2	91202.12128	91887.0	4.6E+06	4.592E+06	35.5735	35.8	0.411	0.413	0.01155500	0.0115388
3	329447.2584	330132.2	1.6E+07	1.650E+07	79.5446	79.7	1.485	1.487	0.01866667	0.0186594
4	571661.2302	572346.2	2.9E+07	2.862E+07	106.175	106.3	2.577	2.579	0.02426667	0.0242612
5	751552.6823	752237.6	3.8E+07	3.761E+07	117.258	117.4	3.387	3.390	0.02888751	0.0288826
6	947878.4543	948563.4	4.7E+07	4.743E+07	122.454	122.5	4.272	4.274	0.03488751	0.0348828
7	1056417.898	1057102.8	5.3E+07	5.285E+07	118.38	118.4	4.761	4.764	0.04022167	0.0402168
8	1129061.857	1129746.8	5.6E+07	5.649E+07	109.574	109.6	5.089	5.091	0.04644084	0.0464356
9	1148181.095	1148866.0	5.7E+07	5.744E+07	99.0949	99.2	5.175	5.177	0.05222167	0.0522158
10	1155966.688	1156651.6	57798334.42	5.783E+07	89.8274	89.9	5.210	5.212	0.05800000	0.0579936

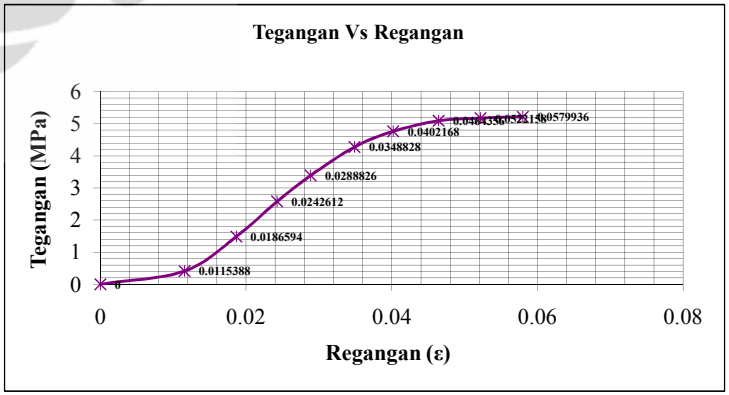
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	520.00	1.38	378	14.20	50.00	180	180	117	90
2	150	604.24	1.60	378	14.20	50.00				
3	3.1274			0.0348						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02888	117.4
0.02900	117.5
0.03488	122.5





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 30% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GLASSIR	1B	50x5 mm	0.00	0.00	14.30	50.00	148958	25	715	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	8.69	0.52	14.30	50.00	148958	25	715	75	4.34	4.34	325.82
3			50x5 mm	49.75	1.03	14.30	50.00	148958	25	715	75	24.87	24.87	1865.61
4			50x5 mm	214.63	1.55	14.30	50.00	148958	25	715	75	107.32	107.32	8048.70
5			50x5 mm	428.22	2.07	14.30	50.00	148958	25	715	75	214.11	214.11	16058.20
6			50x5 mm	618.35	2.58	14.30	50.00	148958	25	715	75	309.18	309.18	23188.14
7			50x5 mm	750.59	3.10	14.30	50.00	148958	25	715	75	375.29	375.29	28147.10
8			50x5 mm	840.92	3.62	14.30	50.00	148958	25	715	75	420.46	420.46	31534.62
9			50x5 mm	891.71	4.13	14.30	50.00	148958	25	715	75	445.86	445.86	33439.24
10			50x5 mm	919.61	4.65	14.30	50.00	148958	25	715	75	459.81	459.81	34485.54

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.004905	0.368	0.368	13.795	13.80
2	700.00	8.69					339.62
3	700.00	49.75					1879.41
4	700.00	214.63					8062.49
5	700.00	428.22					16071.99
6	700.00	618.35					23201.93
7	700.00	750.59					28160.90
8	700.00	840.92					31548.42
9	700.00	891.71					33453.03
10	700.00	919.61					34499.33

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	689.75	0	689.75
12218.42869		12218.42869	
69960.41916		69960.41916	
301826.1192		301826.1192	
602182.4406		602182.4406	
869555.1592		869555.1592	
1055516.301		1055516.301	
1182548.322		1182548.322	
1253971.359		1253971.359	
1293207.639		1293207.639	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

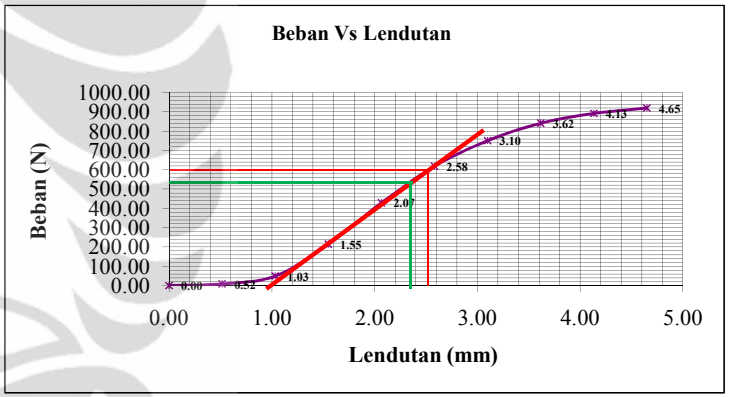
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	684.9	0.0E+00	3.233E+04	0	0	0	0.0023153	0	0
2	12218.42869	12903.4	6.1E+05	6.433E+05	7.93862	8.4	0.055	0.057	0.00688833	0.0068191
3	69960.41916	70645.3	3.5E+06	3.530E+06	22.7261	22.9	0.313	0.315	0.01377751	0.0137523
4	301826.1192	302511.0	1.5E+07	1.512E+07	65.368	65.5	1.351	1.353	0.02066500	0.0206562
5	602182.4406	602867.4	3.0E+07	3.014E+07	97.8163	97.9	2.695	2.697	0.02755249	0.0275466
6	869555.1592	870240.1	4.3E+07	4.351E+07	112.981	113.1	3.892	3.894	0.03444584	0.0344407
7	1055516.301	1056201.2	5.3E+07	5.281E+07	114.30	114.4	4.724	4.726	0.04133084	0.0413258
8	1182548.322	1183233.2	5.9E+07	5.916E+07	109.754	109.8	5.293	5.295	0.04822167	0.0482164
9	1253971.359	1254656.3	6.3E+07	6.273E+07	101.838	101.9	5.612	5.614	0.05510916	0.0551035
10	1293207.639	1293892.6	6.5E+07	6.469E+07	93.3538	93.4	5.788	5.790	0.06199833	0.0619921

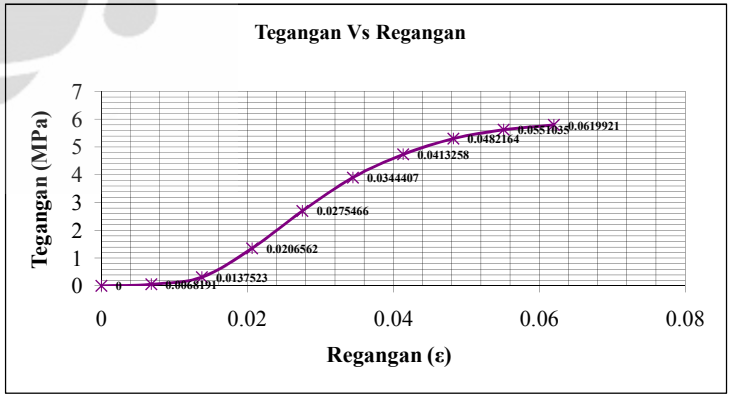
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	515.00	1.32	389	14.30	50.00	183	183	105	93
2	150	600.00	1.55	387	14.30	50.00				
3	3.4741			0.0372						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02755	97.9
0.03100	105.5
0.03444	113.1





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 30% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GLASSIR	1C	50x5 mm	0.00	0.00	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	6.75	0.48	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	3.37	3.37	253.04
3			50x5 mm	20.00	0.97	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	10.00	10.00	750.00
4			50x5 mm	153.01	1.45	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	76.51	76.51	5737.95
5			50x5 mm	337.76	1.93	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	168.88	168.88	12666.19
6			50x5 mm	470.59	2.35	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	235.30	235.30	17647.22
7			50x5 mm	572.07	2.90	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	286.04	286.04	21452.79
8			50x5 mm	615.73	3.38	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	307.87	307.87	23089.90
9			50x5 mm	624.39	3.87	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	312.20	312.20	23414.72
10			50x5 mm	628.59	4.35	14.50	48.00	133632	24.00	696.00	75.00	314.29	314.29	23572.00

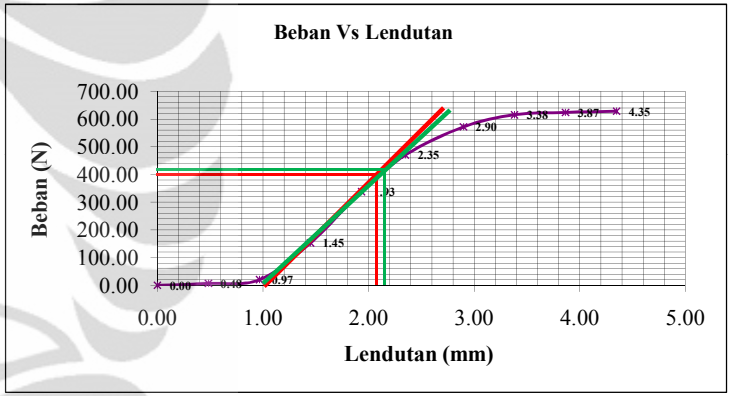
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.004775	0.358	0.358	13.428	13.43
2	700.00	6.75					266.47
3	700.00	20.00					763.43
4	700.00	153.01					5751.38
5	700.00	337.76					12679.62
6	700.00	470.59					17660.65
7	700.00	572.07					21466.22
8	700.00	615.73					23103.33
9	700.00	624.39					23428.15
10	700.00	628.59					23585.43

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

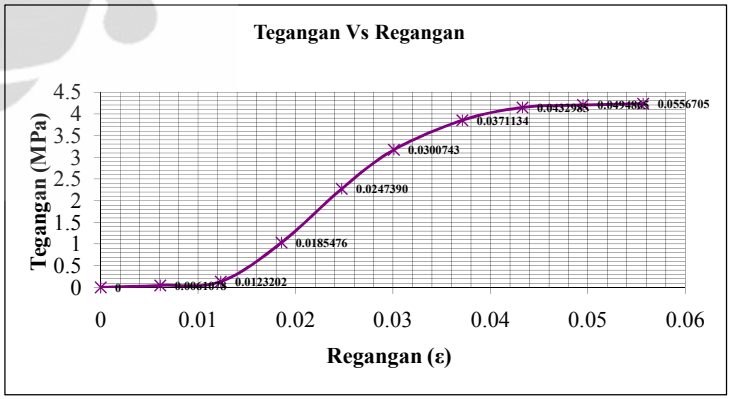
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	671.42	0	671.42
9489.121031		9489.121031	
28125		28125	
215173.2023		215173.2023	
474982.0268		474982.0268	
661770.7464		661770.7464	
804479.7797		804479.7797	
865871.3346		865871.3346	
878052.0578		878052.0578	
883949.978		883949.978	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	684.9	0.0E+00	3.147E+04	0	0	0	0.0024117	0	0
2	9489.121031	10174.0	4.7E+05	5.059E+05	7.34802	7.8	0.045	0.048	0.00618479	0.0061078
3	28125	28809.9	1.4E+06	1.438E+06	10.8852	11.1	0.135	0.137	0.01237440	0.0123202
4	215173.2023	215858.1	1.1E+07	1.079E+07	55.5287	55.7	1.031	1.033	0.01855840	0.0185476
5	474982.0268	475667.0	2.4E+07	2.378E+07	91.9282	92.1	2.275	2.277	0.02474560	0.0247390
6	661770.7464	662455.7	3.3E+07	3.312E+07	105.366	105.5	3.169	3.172	0.03008000	0.0300743
7	804479.7797	805164.7	4.0E+07	4.026E+07	103.80	103.9	3.853	3.855	0.03711921	0.0371134
8	865871.3346	866556.3	4.3E+07	4.333E+07	95.7606	95.8	4.147	4.149	0.04330479	0.0432985
9	878052.0578	878737.0	4.4E+07	4.393E+07	84.9651	85.0	4.205	4.208	0.04949361	0.0494865
10	883949.978	884634.9	4.4E+07	4.423E+07	76.0345	76.1	4.233	4.236	0.05567840	0.0556705



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	410.00	1.17	349	14.50	48.00	184	191	100	76
2	150	400.00	1.10	364	14.50	48.00				
3	2.5415			0.0334						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02474	92.050
0.02784	99.836
0.03007	105.466

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 35% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm²

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GLASSIR	2A	50x5 mm	0.00	0.00	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	40.00	0.70	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	20.00	20.00	1500.00
3			50x5 mm	277.81	3.40	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	138.91	138.91	10418.02
4			50x5 mm	344.47	4.00	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	172.24	172.24	12917.63
5			50x5 mm	392.00	4.71	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	196.00	196.00	14700.00
6			50x5 mm	395.92	5.66	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	197.96	197.96	14847.00
7			50x5 mm	398.08	9.36	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	199.04	199.04	14927.85
8			50x5 mm	410.52	13.50	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	205.26	205.26	15394.58
9			50x5 mm	410.99	14.00	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	205.49	205.49	15412.06
10			50x5 mm	417.25	15.28	13.00	48.50	123591	24.25	630.5	75	208.62	208.62	15646.74

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m³)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.00426344	0.320	0.320	11.991	11.99
2	690.00	40.00					1511.99
3	690.00	277.81					10430.01
4	690.00	344.47					12929.62
5	690.00	392.00					14711.99
6	690.00	395.92					14858.99
7	690.00	398.08					14939.84
8	690.00	410.52					15406.57
9	690.00	410.99					15424.05
10	690.00	417.25					15658.73

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	599.55	0	599.55
56250		56250	
390675.6847		390675.6847	
484410.9375		484410.9375	
551250		551250	
556762.5		556762.5	
559794.375		559794.375	
577296.5625		577296.5625	
577952.3846		577952.3846	
586752.6085		586752.6085	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

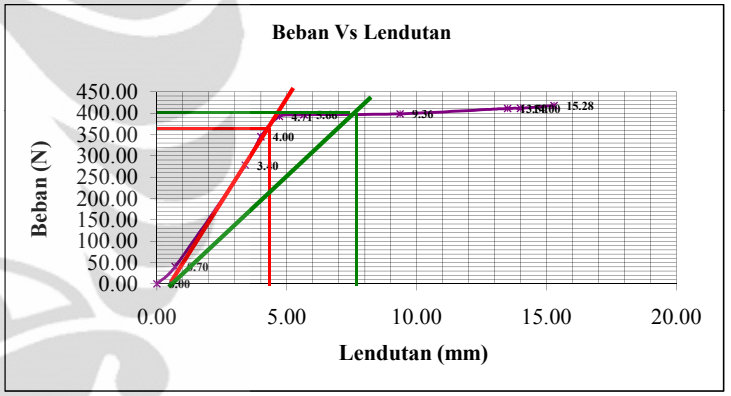
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	599.5	0.0E+00	2.810E+04	0	0	0	0.0023528	0	0
2	56250	56849.5	2.8E+06	2.841E+06	32.5122	32.8	0.294	0.297	0.00905252	0.0090346
3	390675.6847	391275.2	2.0E+07	1.956E+07	46.4849	46.6	2.044	2.046	0.04397415	0.0439615
4	484410.9375	485010.5	2.4E+07	2.425E+07	48.9933	49.1	2.535	2.537	0.05173333	0.0517213
5	551250	551849.5	2.8E+07	2.759E+07	47.349	47.4	2.884	2.887	0.06091600	0.0609036
6	556762.5	557362.0	2.8E+07	2.787E+07	39.7957	39.8	2.913	2.916	0.07320267	0.0731879
7	559794.375	560393.9	2.8E+07	2.802E+07	24.20	24.2	2.929	2.931	0.12105600	0.1210317
8	577296.5625	577896.1	2.9E+07	2.889E+07	17.3001	17.3	3.021	3.023	0.17460000	0.1745660
9	577952.3846	578551.9	2.9E+07	2.893E+07	16.7012	16.7	3.024	3.026	0.18106667	0.1810315
10	586752.6085	587352.2	29337630.43	2.937E+07	15.5317	15.5	3.070	3.072	0.19766417	0.1976263

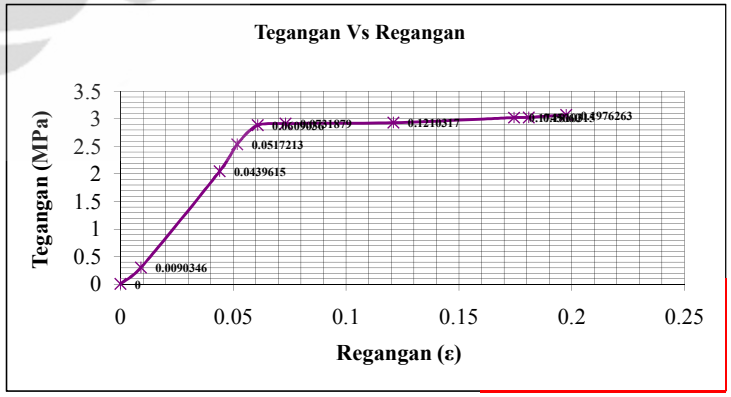
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	400.00	7.14	56	13.00	48.50	32	54	31	16
2	150	368.24	3.90	94	13.00	48.50				
3	1.8435			0.1186						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0732	39.8
0.0988	31.5
0.1210	24.2





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 35% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GLASSIR	2B	50x5 mm	0.00	0.00	12.60	50.00	131250	25	630	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	8.36	0.52	12.60	50.00	131250	25	630	75	4.18	4.18	313.56
3			50x5 mm	20.87	1.20	12.60	50.00	131250	25	630	75	10.44	10.44	782.78
4			50x5 mm	118.63	1.55	12.60	50.00	131250	25	630	75	59.31	59.31	4448.49
5			50x5 mm	307.26	2.07	12.60	50.00	131250	25	630	75	153.63	153.63	11522.40
6			50x5 mm	484.80	2.60	12.60	50.00	131250	25	630	75	242.40	242.40	18180.09
7			50x5 mm	577.32	3.10	12.60	50.00	131250	25	630	75	288.66	288.66	21649.41
8			50x5 mm	597.14	3.63	12.60	50.00	131250	25	630	75	298.57	298.57	22392.62
9			50x5 mm	598.55	4.15	12.60	50.00	131250	25	630	75	299.27	299.27	22445.48
10			50x5 mm	608.09	4.67	12.60	50.00	131250	25	630	75	304.04	304.04	22803.21

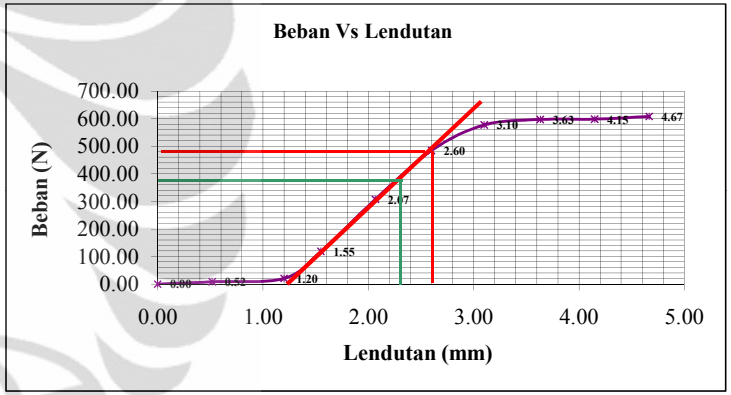
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004260	0.320	0.320	11.981	11.98
2	690.00	8.36					325.54
3	690.00	20.87					794.76
4	690.00	118.63					4460.47
5	690.00	307.26					11534.38
6	690.00	484.80					18192.08
7	690.00	577.32					21661.39
8	690.00	597.14					22404.60
9	690.00	598.55					22457.46
10	690.00	608.09					22815.19

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

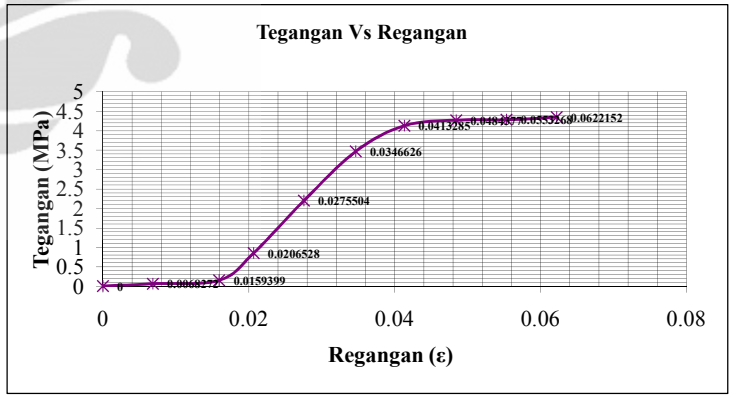
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	599.07	0	599.07
11758.41056		11758.41056	
29354.0625		29354.0625	
166818.4068		166818.4068	
432089.8706		432089.8706	
681753.5176		681753.5176	
811852.6933		811852.6933	
839723.3145		839723.3145	
841705.4166		841705.4166	
855120.1956		855120.1956	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	599.5	0.0E+00	2.808E+04	0	0	0	0.0022822	0	0
2	11758.41056	12358.0	5.9E+05	6.160E+05	8.6684	9.1	0.060	0.062	0.00689000	0.0068272
3	29354.0625	29953.6	1.5E+06	1.496E+06	9.31875	9.5	0.149	0.151	0.01600000	0.0159399
4	166818.4068	167418.0	8.3E+06	8.369E+06	40.9999	41.1	0.847	0.850	0.02066667	0.0206528
5	432089.8706	432689.4	2.2E+07	2.163E+07	79.6423	79.7	2.195	2.197	0.02755751	0.0275504
6	681753.5176	682353.1	3.4E+07	3.412E+07	99.8858	100.0	3.463	3.465	0.03466833	0.0346626
7	811852.6933	812452.2	4.1E+07	4.062E+07	99.76	99.8	4.124	4.126	0.04133417	0.0413285
8	839723.3145	840322.9	4.2E+07	4.201E+07	88.0449	88.1	4.265	4.268	0.04844416	0.0484377
9	841705.4166	842305.0	4.2E+07	4.211E+07	77.2638	77.3	4.275	4.278	0.05533416	0.0553268
10	855120.1956	855719.7	4.3E+07	4.278E+07	69.8045	69.9	4.343	4.346	0.06222333	0.0622152



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	390.00	1.13	344	12.60	50.00	184	184	90	70
2	150	480.00	1.40	343	12.60	50.00				
3	2.6074			0.0373						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0276	79.7
0.0311	89.9
0.0347	100.0

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 35% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GLASSIR	2C	50x5 mm	0.00	0.00	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	7.46	0.45	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	3.73	3.73	279.89
3			50x5 mm	29.40	0.80	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	14.70	14.70	1102.50
4			50x5 mm	135.61	1.33	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	67.80	67.80	5085.20
5			50x5 mm	263.72	1.78	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	131.86	131.86	9889.47
6			50x5 mm	384.50	2.22	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	192.25	192.25	14418.76
7			50x5 mm	464.69	2.67	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	232.34	232.34	17425.85
8			50x5 mm	521.92	3.10	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	260.96	260.96	19572.15
9			50x5 mm	565.64	3.50	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	282.82	282.82	21211.48
10			50x5 mm	589.18	4.00	14.50	47.80	131969	23.90	693.10	75.00	294.59	294.59	22094.26

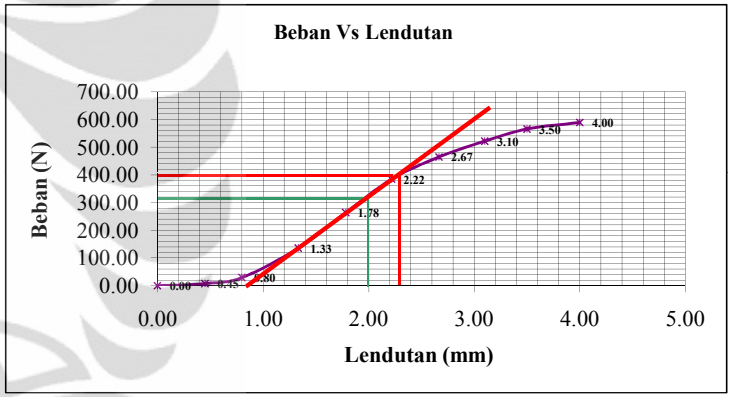
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004687	0.352	0.352	13.181	13.18
2	690.00	7.46					293.07
3	690.00	29.40					1115.68
4	690.00	135.61					5098.39
5	690.00	263.72					9902.65
6	690.00	384.50					14431.94
7	690.00	464.69					17439.04
8	690.00	521.92					19585.33
9	690.00	565.64					21224.66
10	690.00	589.18					22107.44

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	659.07	0	659.07
10495.92403		10495.92403	
41343.75		41343.75	
190695.1666		190695.1666	
370855.0361		370855.0361	
540703.5677		540703.5677	
653469.5278		653469.5278	
733955.542		733955.542	
795430.5837		795430.5837	
828534.7311		828534.7311	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

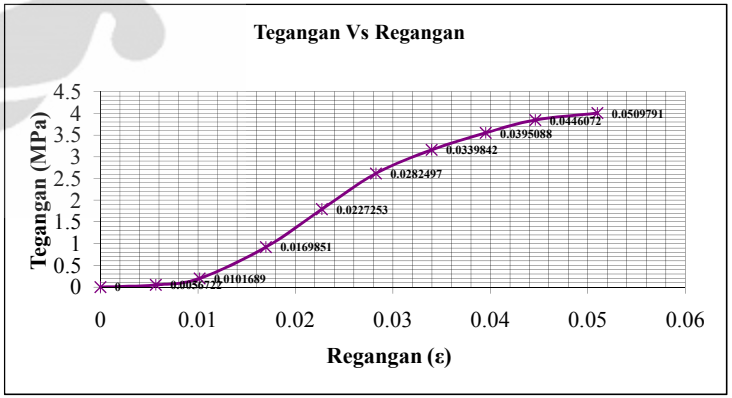
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	599.5	0.0E+00	3.089E+04	0	0	0	0.0023872	0	0
2	10495.92403	11095.5	5.2E+05	5.557E+05	8.83706	9.4	0.051	0.053	0.00573600	0.0056722
3	41343.75	41943.3	2.1E+06	2.098E+06	19.5772	19.9	0.200	0.202	0.01019893	0.0101689
4	190695.1666	191294.7	9.5E+06	9.566E+06	54.186	54.4	0.921	0.923	0.01699609	0.0169851
5	370855.0361	371454.6	1.9E+07	1.857E+07	78.7854	78.9	1.791	1.793	0.02273289	0.0227253
6	540703.5677	541303.1	2.7E+07	2.707E+07	92.4149	92.5	2.611	2.614	0.02825617	0.0282497
7	653469.5278	654069.1	3.3E+07	3.270E+07	92.85	92.9	3.156	3.158	0.03399058	0.0339842
8	733955.542	734555.1	3.7E+07	3.673E+07	89.7013	89.8	3.545	3.547	0.03951547	0.0395088
9	795430.5837	796030.1	4.0E+07	3.980E+07	86.1046	86.2	3.841	3.844	0.04461412	0.0446072
10	828534.7311	829134.3	4.1E+07	4.146E+07	78.4784	78.5	4.001	4.004	0.05098667	0.0509791

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	320.00	1.20	267	14.50	47.80	142	152	86	79
2	150	400.00	1.40	286	14.50	47.80				
3	2.4022			0.0306						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0227	78.9
0.0255	85.7
0.0282	92.5



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 40% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GLASSIR	3A	50x5 mm	0.00	0.00	12.50	48.00	115200	24	600	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	6.71	0.52	12.50	48.00	115200	24	600	75	3.36	3.36	251.75
3			50x5 mm	19.60	1.02	12.50	48.00	115200	24	600	75	9.80	9.80	735.00
4			50x5 mm	85.17	1.57	12.50	48.00	115200	24	600	75	42.58	42.58	3193.74
5			50x5 mm	164.87	2.05	12.50	48.00	115200	24	600	75	82.44	82.44	6182.68
6			50x5 mm	212.78	2.57	12.50	48.00	115200	24	600	75	106.39	106.39	7979.41
7			50x5 mm	236.00	3.02	12.50	48.00	115200	24	600	75	118.00	118.00	8849.92
8			50x5 mm	254.80	3.60	12.50	48.00	115200	24	600	75	127.40	127.40	9554.92
9			50x5 mm	261.09	4.10	12.50	48.00	115200	24	600	75	130.55	130.55	9790.95
10			50x5 mm	264.16	4.63	12.50	48.00	115200	24	600	75	132.08	132.08	9906.10

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 1 UNTUK PCC TIPE 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.00388080	0.291	0.291	10.915	10.91
2	660.00	6.71					262.66
3	660.00	19.60					745.91
4	660.00	85.17					3204.65
5	660.00	164.87					6193.60
6	660.00	212.78					7990.32
7	660.00	236.00					8860.83
8	660.00	254.80					9565.84
9	660.00	261.09					9801.87
10	660.00	264.16					9917.02

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	545.74	0	545.74
9440.500781		9440.500781	
27562.5		27562.5	
119765.1538		119765.1538	
231850.6372		231850.6372	
299227.8023		299227.8023	
331871.9178		331871.9178	
358309.6059		358309.6059	
367160.7791		367160.7791	
371478.7755		371478.7755	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

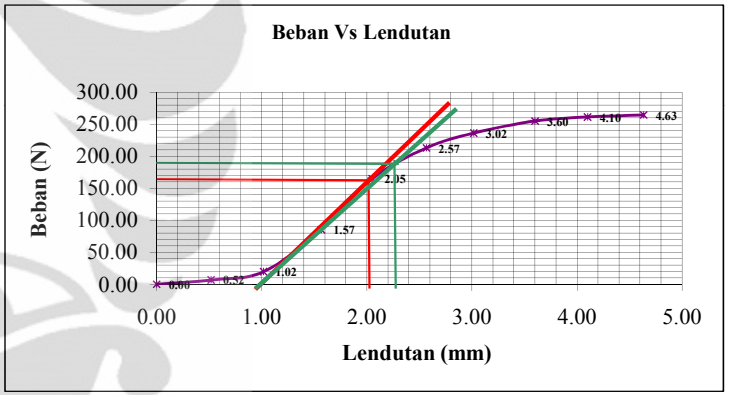
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	545.7	0.0E+00	2.558E+04	0	0	0	0.0022739	0	0
2	9440.500781	9986.2	4.7E+05	4.976E+05	7.92828	8.4	0.052	0.055	0.00661521	0.0065472
3	27562.5	28108.2	1.4E+06	1.404E+06	11.7651	12.0	0.153	0.155	0.01301519	0.0129678
4	119765.1538	120310.9	6.0E+06	6.014E+06	33.1779	33.3	0.665	0.668	0.02005440	0.0200373
5	231850.6372	232396.4	1.2E+07	1.162E+07	49.0861	49.2	1.288	1.290	0.02624081	0.0262293
6	299227.8023	299773.5	1.5E+07	1.499E+07	50.5983	50.7	1.662	1.665	0.03285440	0.0328432
7	331871.9178	332417.7	1.7E+07	1.662E+07	47.75	47.8	1.844	1.846	0.03861521	0.0386033
8	358309.6059	358855.3	1.8E+07	1.794E+07	43.1967	43.3	1.991	1.993	0.04608241	0.0460693
9	367160.7791	367706.5	1.8E+07	1.838E+07	38.8648	38.9	2.040	2.042	0.05248401	0.0524694
10	371478.7755	372024.5	18573938.78	1.860E+07	34.797	34.8	2.064	2.066	0.05930880	0.0592925

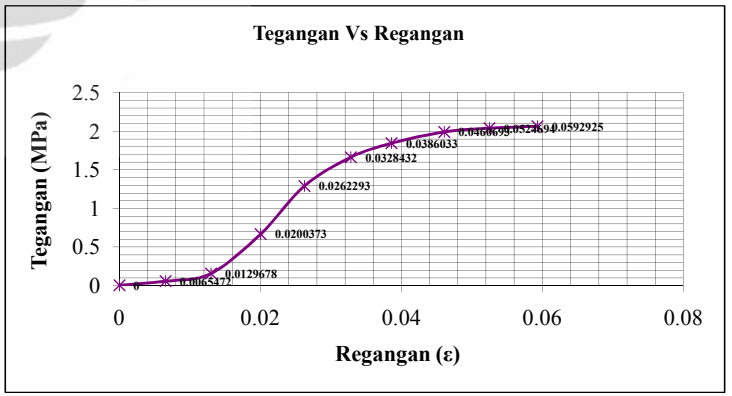
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	192.96	1.32	147	12.50	48.00	89	96	50	35
2	150	165.00	1.05	157	12.50	48.00				
3	1.2396			0.0356						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0262	49.2
0.0296	50.0
0.0328	50.7





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 40% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GLASSIR	3B	50x5 mm	0.00	0.00	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	15.20	0.80	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	7.60	7.60	569.82
3			50x5 mm	58.80	1.62	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	29.40	29.40	2205.00
4			50x5 mm	107.50	2.42	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	53.75	53.75	4031.44
5			50x5 mm	146.80	3.23	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	73.40	73.40	5505.11
6			50x5 mm	176.46	4.03	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	88.23	88.23	6617.36
7			50x5 mm	183.84	4.83	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	91.92	91.92	6894.02
8			50x5 mm	192.08	5.65	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	96.04	96.04	7203.00
9			50x5 mm	199.10	6.47	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	99.55	99.55	7466.33
10			50x5 mm	202.95	7.27	12.60	48.00	116122	24	604.8	75	101.47	101.47	7610.49

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

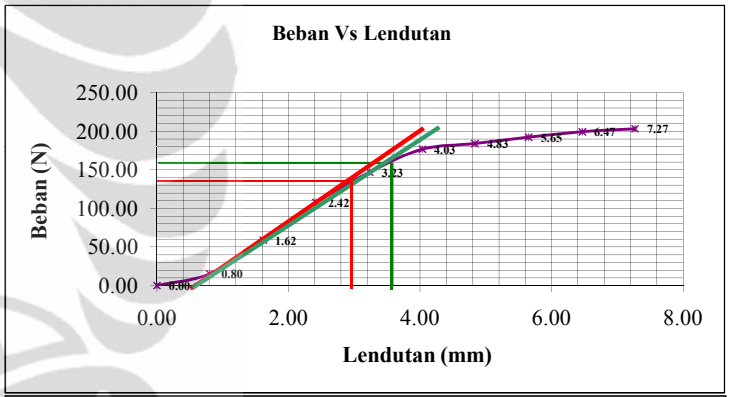
BENDA UJI 1 UNTUK PCC TIPE 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.003912	0.293	0.293	11.002	11.00
2	660.00	15.20					580.83
3	660.00	58.80					2216.00
4	660.00	107.50					4042.44
5	660.00	146.80					5516.11
6	660.00	176.46					6628.36
7	660.00	183.84					6905.02
8	660.00	192.08					7214.00
9	660.00	199.10					7477.33
10	660.00	202.95					7621.49

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

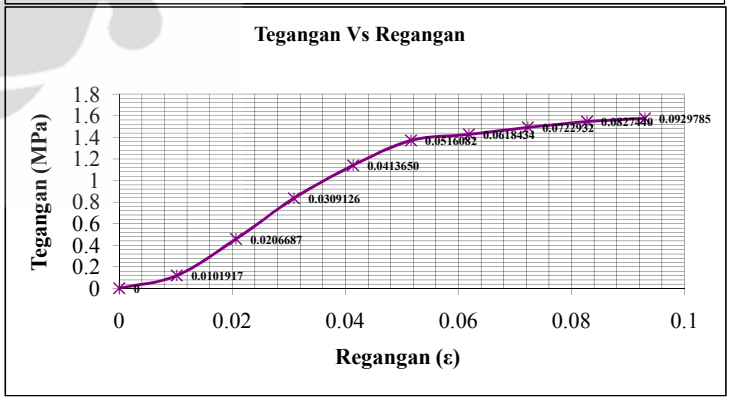
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	550.10	0	550.10
21368.37938		21368.37938	
82687.5		82687.5	
151178.8793		151178.8793	
206441.678		206441.678	
248150.8792		248150.8792	
258525.7625		258525.7625	
270112.5		270112.5	
279987.2342		279987.2342	
285393.2465		285393.2465	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	545.7	0.0E+00	2.579E+04	0	0	0	0.0022739	0	0
2	21368.37938	21914.1	1.1E+06	1.094E+06	11.5011	11.8	0.118	0.120	0.01024000	0.0101917
3	82687.5	83233.2	4.1E+06	4.160E+06	22.0219	22.2	0.456	0.458	0.02069440	0.0206687
4	151178.8793	151724.6	7.6E+06	7.585E+06	26.9357	27.0	0.833	0.835	0.03093359	0.0309126
5	206441.678	206987.4	1.0E+07	1.035E+07	27.4926	27.6	1.138	1.140	0.04138560	0.0413650
6	248150.8792	248696.6	1.2E+07	1.243E+07	26.4901	26.5	1.368	1.370	0.05162961	0.0516082
7	258525.7625	259071.5	1.3E+07	1.295E+07	23.03	23.1	1.425	1.427	0.06186799	0.0618434
8	270112.5	270658.2	1.4E+07	1.353E+07	20.5849	20.6	1.489	1.491	0.07232081	0.0722932
9	279987.2342	280533.0	1.4E+07	1.403E+07	18.6427	18.7	1.543	1.545	0.08277440	0.0827440
10	285393.2465	285939.0	1.4E+07	1.430E+07	16.9111	16.9	1.573	1.575	0.09301201	0.0929785



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	160.00	3.13	51	12.60	48.00	31	33	27	17
2	150	135.00	2.45	55	12.60	48.00				
3	0.9451			0.0558						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.04136	27.6
0.04649	27.1
0.05161	26.5

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 40% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GLASSIR	3C	50x5 mm	0.00	0.00	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	7.14	0.70	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	3.57	3.57	267.77
3			50x5 mm	23.12	1.00	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	11.56	11.56	866.96
4			50x5 mm	75.20	1.40	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	37.60	37.60	2820.11
5			50x5 mm	124.38	1.75	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	62.19	62.19	4664.24
6			50x5 mm	152.37	2.00	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	76.18	76.18	5713.86
7			50x5 mm	186.62	2.43	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	93.31	93.31	6998.44
8			50x5 mm	202.55	2.78	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	101.27	101.27	7595.46
9			50x5 mm	208.92	3.13	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	104.46	104.46	7834.51
10			50x5 mm	213.69	3.48	13.50	47.00	116801	23.50	634.50	75.00	106.84	106.84	8013.19

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

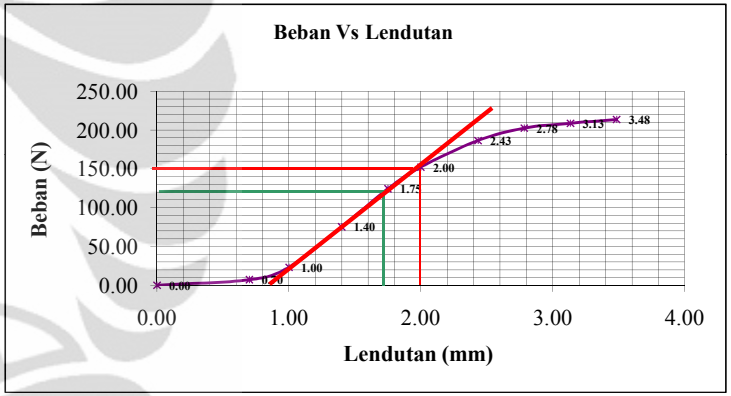
BENDA UJI 1 UNTUK PCC TIPE 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.004104	0.308	0.308	11.542	11.54
2	660.00	7.14					279.32
3	660.00	23.12					878.50
4	660.00	75.20					2831.65
5	660.00	124.38					4675.78
6	660.00	152.37					5725.40
7	660.00	186.62					7009.98
8	660.00	202.55					7607.01
9	660.00	208.92					7846.05
10	660.00	213.69					8024.74

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

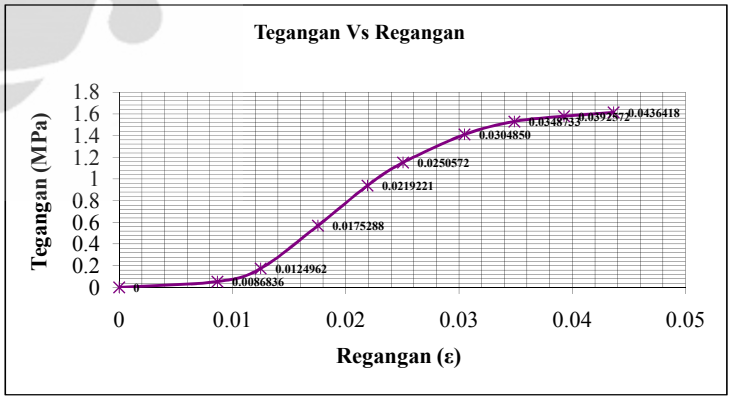
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	577.12	0	577.12
10041.48731		10041.48731	
32510.85075		32510.85075	
105754.1428		105754.1428	
174908.9928		174908.9928	
214269.7036		214269.7036	
262441.3739		262441.3739	
284829.869		284829.869	
293794.1724		293794.1724	
300494.7953		300494.7953	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	545.7	0.0E+00	2.705E+04	0	0	0	0.0023223	0	0
2	10041.48731	10587.2	5.0E+05	5.291E+05	6.14079	6.5	0.054	0.056	0.00877333	0.0086836
3	32510.85075	33056.6	1.6E+06	1.653E+06	13.9129	14.1	0.174	0.177	0.01253724	0.0124962
4	105754.1428	106299.9	5.3E+06	5.315E+06	32.3365	32.5	0.567	0.570	0.01754667	0.0175288
5	174908.9928	175454.7	8.7E+06	8.773E+06	42.7811	42.9	0.938	0.941	0.02193568	0.0219221
6	214269.7036	214815.4	1.1E+07	1.074E+07	45.8564	46.0	1.150	1.152	0.02506980	0.0250572
7	262441.3739	262987.1	1.3E+07	1.315E+07	46.17	46.3	1.408	1.410	0.03049751	0.0304850
8	284829.869	285375.6	1.4E+07	1.427E+07	43.8044	43.9	1.528	1.531	0.03488653	0.0348733
9	293794.1724	294339.9	1.5E+07	1.472E+07	40.1379	40.2	1.576	1.579	0.03927163	0.0392572
10	300494.7953	301040.5	1.5E+07	1.505E+07	36.9291	37.0	1.612	1.615	0.04365752	0.0436418



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	118.00	0.94	125	13.50	47.00	75	75	46	37
2	150	150.00	1.20	125	13.50	47.00				
3	0.9687			0.0262						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0175	42.9
0.0218	45.9
0.0219	46.0

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 30% GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	GLASSIR		50x5 mm	0.00	0.00	13.00	48.00	119808	24	624	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	11.70	0.87	13.00	48.00	119808	24	624	75	5.85	5.85	438.83
3			50x5 mm	49.00	1.32	13.00	48.00	119808	24	624	75	24.50	24.50	1837.50
4			50x5 mm	107.80	1.75	13.00	48.00	119808	24	624	75	53.90	53.90	4042.50
5			50x5 mm	196.00	2.18	13.00	48.00	119808	24	624	75	98.00	98.00	7350.00
6		4A	50x5 mm	290.66	2.62	13.00	48.00	119808	24	624	75	145.33	145.33	10899.57
7			50x5 mm	380.61	3.00	13.00	48.00	119808	24	624	75	190.31	190.31	14272.93
8			50x5 mm	459.42	3.42	13.00	48.00	119808	24	624	75	229.71	229.71	17228.22
9			50x5 mm	520.07	3.90	13.00	48.00	119808	24	624	75	260.03	260.03	19502.61
10			50x5 mm	545.04	4.37	13.00	48.00	119808	24	624	75	272.52	272.52	20439.06

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.00428064	0.321	0.321	12.039	12.04
2	700.00	11.70					450.87
3	700.00	49.00					1849.54
4	700.00	107.80					4054.54
5	700.00	196.00					7362.04
6	700.00	290.66					10911.60
7	700.00	380.61					14284.97
8	700.00	459.42					17240.25
9	700.00	520.07					19514.65
10	700.00	545.04					20451.10

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	601.97	0	601.97
16456.05281		16456.05281	
68906.25		68906.25	
151593.75		151593.75	
275625		275625	
408733.7113		408733.7113	
535234.7267		535234.7267	
646058.0818		646058.0818	
731347.909		731347.909	
766464.9044		766464.9044	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

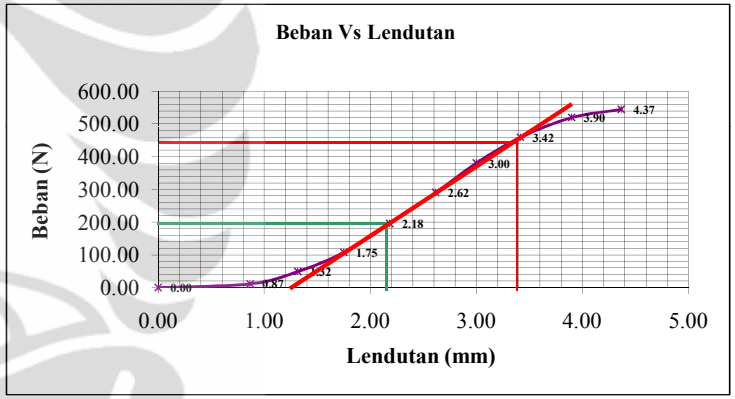
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	602.0	0.0E+00	2.822E+04	0	0	0	0.0024117	0	0
2	16456.05281	17058.0	8.2E+05	8.510E+05	7.92462	8.2	0.088	0.090	0.01109280	0.0110192
3	68906.25	69508.2	3.4E+06	3.474E+06	21.8424	22.0	0.368	0.371	0.01685201	0.0168246
4	151593.75	152195.7	7.6E+06	7.608E+06	36.1516	36.3	0.810	0.812	0.02240000	0.0223834
5	275625	276227.0	1.4E+07	1.381E+07	52.688	52.8	1.472	1.475	0.02794479	0.0279334
6	408733.7113	409335.7	2.0E+07	2.046E+07	65.1903	65.3	2.183	2.186	0.03349280	0.0334836
7	535234.7267	535836.7	2.7E+07	2.679E+07	74.46	74.5	2.859	2.862	0.03840000	0.0383919
8	646058.0818	646660.0	3.2E+07	3.233E+07	78.9148	79.0	3.451	3.454	0.04373280	0.0437252
9	731347.909	731949.9	3.7E+07	3.660E+07	78.2607	78.3	3.907	3.909	0.04992000	0.0499123
10	766464.9044	767066.9	38323245.22	3.835E+07	73.2549	73.3	4.094	4.097	0.05589201	0.0558838

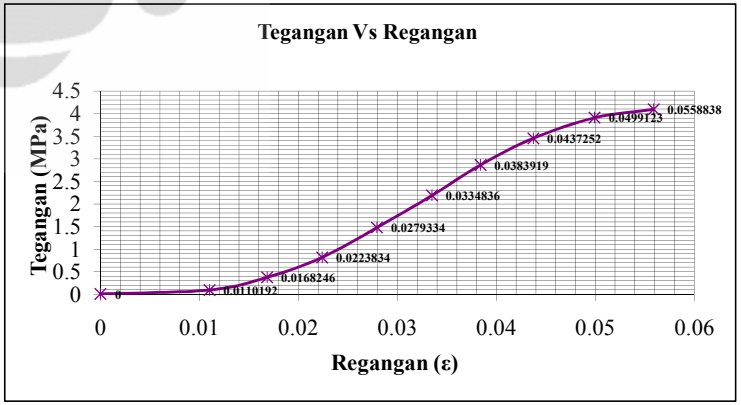
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	200.00	0.98	203	13.00	48.00	119	122	53	73
2	150	459.42	2.22	207	13.00	48.00				
3	2.4581			0.0335						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02793	52.79590
0.02794	52.81505
0.03348	65.28034





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 30% GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	GLASSIR	4B	50x5 mm	0.00	0.00	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	3.95	0.68	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	1.98	1.98	148.31
3			50x5 mm	10.22	1.30	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	5.11	5.11	383.38
4			50x5 mm	110.46	1.90	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	55.23	55.23	4142.16
5			50x5 mm	383.60	2.50	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	191.80	191.80	14384.89
6			50x5 mm	584.10	3.18	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	292.05	292.05	21903.87
7			50x5 mm	652.48	3.87	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	326.24	326.24	24467.91
8			50x5 mm	688.82	4.55	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	344.41	344.41	25830.89
9			50x5 mm	717.60	5.20	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	358.80	358.80	26909.82
10			50x5 mm	725.74	5.78	12.90	48.50	122640	24.25	625.65	75	362.87	362.87	27215.28

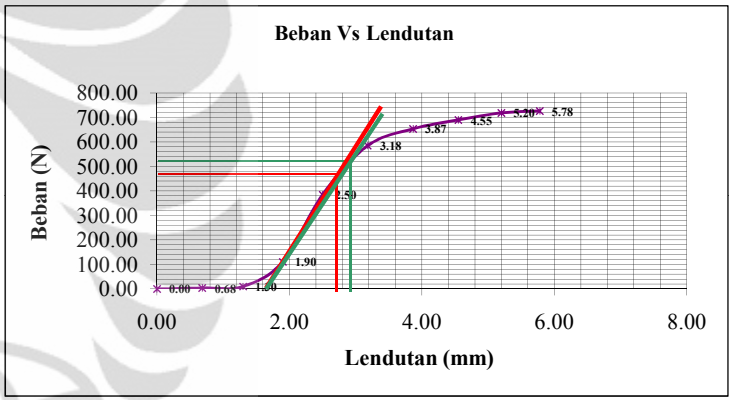
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.004292	0.322	0.322	12.071	12.07
2	700.00	3.95					160.38
3	700.00	10.22					395.45
4	700.00	110.46					4154.23
5	700.00	383.60					14396.96
6	700.00	584.10					21915.94
7	700.00	652.48					24479.98
8	700.00	688.82					25842.97
9	700.00	717.60					26921.89
10	700.00	725.74					27227.35

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	603.56	0	603.56
5561.56125		5561.56125	
14376.86184		14376.86184	
155330.9356		155330.9356	
539433.3912		539433.3912	
821395.2305		821395.2305	
917546.6121		917546.6121	
968658.5258		968658.5258	
1009118.346		1009118.346	
1020573.101		1020573.101	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

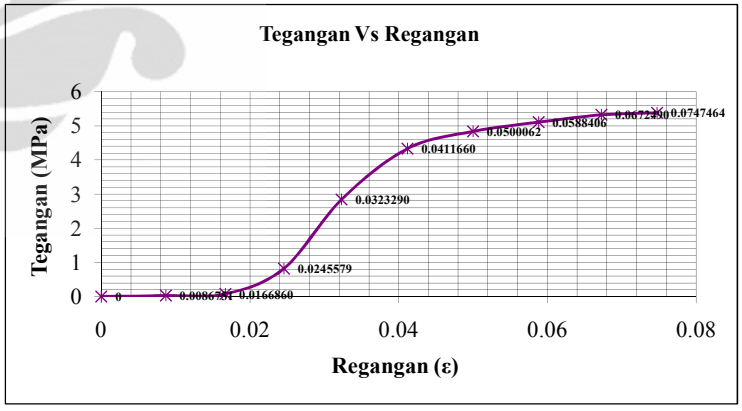
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	602.0	0.0E+00	2.829E+04	0	0	0	0.0023869	0	0
2	5561.56125	6163.5	2.8E+05	3.064E+05	3.31798	3.7	0.029	0.032	0.00883832	0.0086751
3	14376.86184	14978.8	7.2E+05	7.471E+05	4.50876	4.7	0.076	0.078	0.01681333	0.0166860
4	155330.9356	155932.9	7.8E+06	7.795E+06	33.3271	33.4	0.819	0.821	0.02457575	0.0245579
5	539433.3912	540035.4	2.7E+07	2.700E+07	87.9633	88.1	2.844	2.847	0.03233576	0.0323290
6	821395.2305	821997.2	4.1E+07	4.110E+07	105.196	105.3	4.331	4.333	0.04117165	0.0411660
7	917546.6121	918148.6	4.6E+07	4.591E+07	96.74	96.8	4.838	4.840	0.05001240	0.0500062
8	968658.5258	969260.5	4.8E+07	4.846E+07	86.794	86.8	5.108	5.110	0.05884748	0.0588406
9	1009118.346	1009720.3	5.0E+07	5.048E+07	79.1142	79.2	5.321	5.323	0.06725657	0.0672490
10	1020573.101	1021175.1	5.1E+07	5.106E+07	71.9868	72.0	5.381	5.384	0.07475467	0.0747464

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	520.00	1.29	403	12.90	48.50	231	249	98	72
2	150	478.00	1.10	435	12.90	48.50				
3	3.2302			0.0448						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.03233	88.05556
0.03737	97.88098
0.04117	105.26882



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 30% GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	30% Phenol	LEGEND	70% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	GLASSIR		50x5 mm	0.00	0.00	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	10.10	0.68	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	5.05	5.05	378.90
3			50x5 mm	32.03	1.30	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	16.02	16.02	1201.25
4			50x5 mm	107.26	1.90	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	53.63	53.63	4022.25
5			50x5 mm	211.74	2.50	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	105.87	105.87	7940.39
6		4C	50x5 mm	323.77	3.18	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	161.89	161.89	12141.40
7			50x5 mm	416.21	3.82	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	208.10	208.10	15607.80
8			50x5 mm	490.00	4.42	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	245.00	245.00	18375.00
9			50x5 mm	533.54	5.10	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	266.77	266.77	20007.83
10			50x5 mm	557.07	6.08	14.00	48.00	129024	24.00	672.00	75.00	278.54	278.54	20890.20

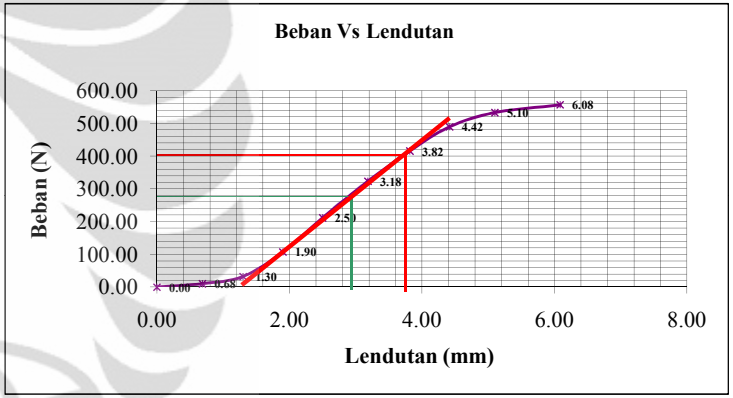
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	700.00	0.00	0.004610	0.346	0.346	12.965	12.97
2	700.00	10.10					391.86
3	700.00	32.03					1214.22
4	700.00	107.26					4035.22
5	700.00	211.74					7953.36
6	700.00	323.77					12154.37
7	700.00	416.21					15620.77
8	700.00	490.00					18387.97
9	700.00	533.54					20020.79
10	700.00	557.07					20903.17

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

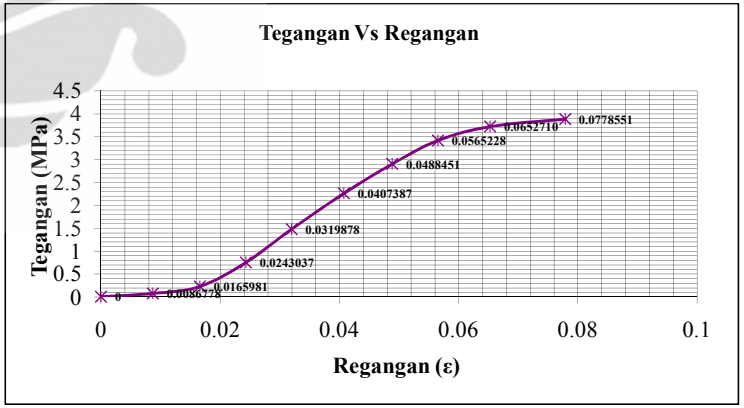
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	648.27	0	648.27
14208.67547		14208.67547	
45046.97859		45046.97859	
150834.5547		150834.5547	
297764.7711		297764.7711	
455302.4982		455302.4982	
585292.6505		585292.6505	
689062.5		689062.5	
750293.5033		750293.5033	
783382.5051		783382.5051	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	602.0	0.0E+00	3.039E+04	0	0	0	0.0024117	0	0
2	14208.67547	14810.6	7.1E+05	7.408E+05	8.05517	8.4	0.070	0.073	0.00874961	0.0086778
3	45046.97859	45648.9	2.3E+06	2.283E+06	13.4264	13.6	0.223	0.226	0.01664241	0.0165981
4	150834.5547	151436.5	7.5E+06	7.572E+06	30.7602	30.9	0.748	0.751	0.02432320	0.0243037
5	297764.7711	298366.7	1.5E+07	1.492E+07	46.1553	46.2	1.477	1.479	0.03200081	0.0319878
6	455302.4982	455904.5	2.3E+07	2.280E+07	55.4225	55.5	2.258	2.261	0.04074959	0.0407387
7	585292.6505	585894.6	2.9E+07	2.930E+07	59.43	59.5	2.903	2.906	0.04885521	0.0488451
8	689062.5	689664.5	3.4E+07	3.448E+07	60.4599	60.5	3.418	3.420	0.05653280	0.0565228
9	750293.5033	750895.5	3.8E+07	3.755E+07	57.0098	57.1	3.722	3.724	0.06528161	0.0652710
10	783382.5051	783984.5	3.9E+07	3.920E+07	49.9032	49.9	3.886	3.888	0.07786720	0.0778551



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	280.00	1.84	152	14.00	48.00	83	87	54	50
2	150	416.21	2.60	160	14.00	48.00				
3	2.3329			0.0467						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0320	46.2
0.0389	53.6
0.0407	55.5

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 35% GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	GLASSIR	5A	50x5 mm	0.00	0.00	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	9.93	0.65	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	4.97	4.97	372.47
3			50x5 mm	29.40	0.97	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	14.70	14.70	1102.50
4			50x5 mm	74.50	1.28	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	37.25	37.25	2793.68
5			50x5 mm	160.01	1.60	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	80.01	80.01	6000.48
6			50x5 mm	254.45	1.92	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	127.23	127.23	9542.03
7			50x5 mm	325.14	2.23	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	162.57	162.57	12192.87
8			50x5 mm	371.57	2.57	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	185.79	185.79	13934.00
9			50x5 mm	394.92	2.88	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	197.46	197.46	14809.55
10			50x5 mm	408.83	3.22	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	204.42	204.42	15331.24

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.00414173	0.311	0.311	11.649	11.65
2	690.00	9.93					384.12
3	690.00	29.40					1114.15
4	690.00	74.50					2805.33
5	690.00	160.01					6012.13
6	690.00	254.45					9553.68
7	690.00	325.14					12204.52
8	690.00	371.57					13945.65
9	690.00	394.92					14821.20
10	690.00	408.83					15342.89

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	582.43	0	582.43
13967.71031		13967.71031	
41343.75		41343.75	
104763.0229		104763.0229	
225018.1828		225018.1828	
357826.0632		357826.0632	
457232.5485		457232.5485	
522524.8862		522524.8862	
555358.1906		555358.1906	
574921.3778		574921.3778	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

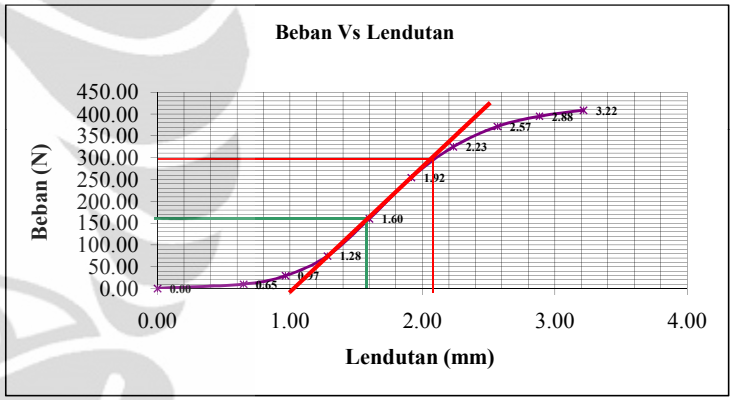
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	582.4	0.0E+00	2.730E+04	0	0	0	0.0023288	0	0
2	13967.71031	14550.1	7.0E+05	7.257E+05	8.76897	9.1	0.074	0.077	0.00849170	0.0084278
3	41343.75	41926.2	2.1E+06	2.094E+06	17.4492	17.7	0.220	0.223	0.01263139	0.0125985
4	104763.0229	105345.5	5.2E+06	5.265E+06	33.3081	33.5	0.559	0.561	0.01676780	0.0167504
5	225018.1828	225600.6	1.1E+07	1.128E+07	57.3765	57.5	1.200	1.202	0.02090748	0.0208974
6	357826.0632	358408.5	1.8E+07	1.792E+07	76.1657	76.3	1.908	1.910	0.02504553	0.0250379
7	457232.5485	457815.0	2.3E+07	2.289E+07	83.53	83.6	2.438	2.440	0.02918277	0.0291758
8	522524.8862	523107.3	2.6E+07	2.615E+07	83.0651	83.2	2.786	2.788	0.03353560	0.0335286
9	555358.1906	555940.6	2.8E+07	2.780E+07	78.5824	78.7	2.961	2.963	0.03767610	0.0376687
10	574921.3778	575503.8	28746068.89	2.877E+07	72.921	73.0	3.065	3.067	0.04203138	0.0420234

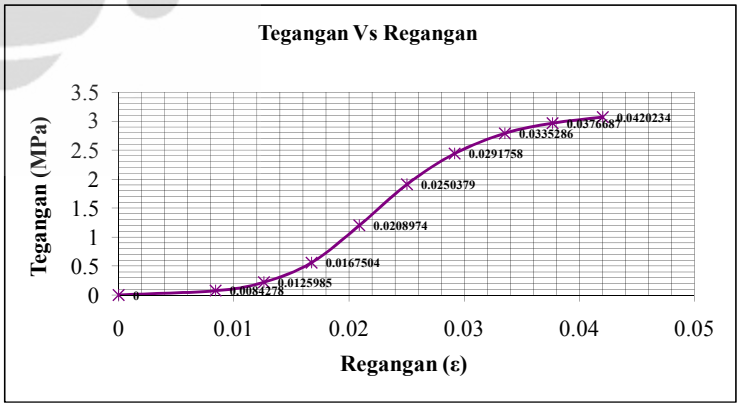
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	160.00	0.61	263	12.50	49.00	151	156	58	73
2	150	300.00	1.10	273	12.50	49.00				
3	1.8404			0.0252						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0209	57.5
0.0210	58.0
0.0250	76.3





BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 35% GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm²

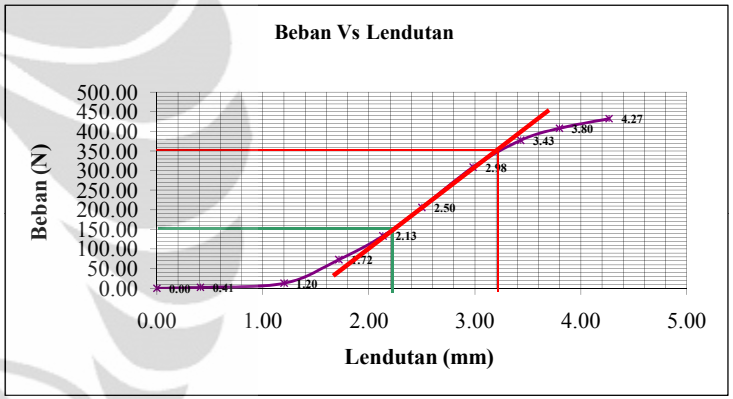
NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	GLASSIR		50x5 mm	0.00	0.00	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	2.25	0.41	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	1.13	1.13	84.53
3			50x5 mm	12.67	1.20	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	6.33	6.33	475.05
4			50x5 mm	73.03	1.72	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	36.51	36.51	2738.45
5		5B	50x5 mm	133.23	2.13	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	66.61	66.61	4995.99
6			50x5 mm	205.86	2.50	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	102.93	102.93	7719.62
7			50x5 mm	308.80	2.98	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	154.40	154.40	11580.17
8			50x5 mm	377.42	3.43	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	188.71	188.71	14153.37
9			50x5 mm	408.02	3.80	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	204.01	204.01	15300.58
10			50x5 mm	432.35	4.27	12.50	49.00	122551	24.5	612.5	75	216.17	216.17	16213.06

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m³)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004142	0.311	0.311	11.649	11.65
2	690.00	2.25					96.17
3	690.00	12.67					486.69
4	690.00	73.03					2750.10
5	690.00	133.23					5007.64
6	690.00	205.86					7731.27
7	690.00	308.80					11591.82
8	690.00	377.42					14165.02
9	690.00	408.02					15312.23
10	690.00	432.35					16224.71

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	582.43	0	582.43
3169.6875		3169.6875	
17814.23634		17814.23634	
102692.0318		102692.0318	
187349.5063		187349.5063	
289485.7954		289485.7954	
434256.4898		434256.4898	
530751.2451		530751.2451	
573771.8011		573771.8011	
607989.625		607989.625	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

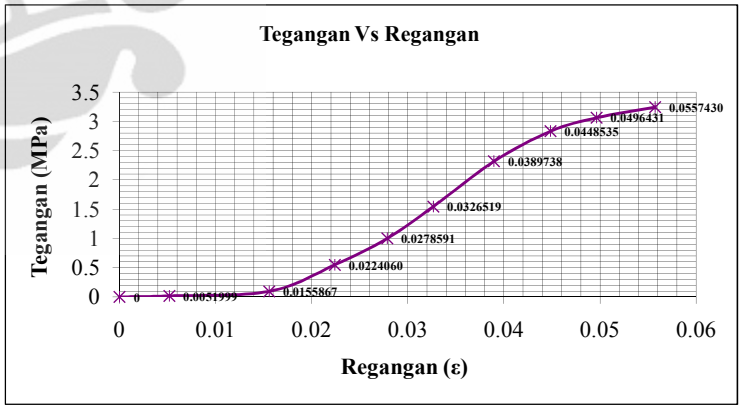
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	582.4	0.0E+00	2.730E+04	0	0	0	0.0023288	0	0
2	3169.6875	3752.1	1.6E+05	1.858E+05	3.15417	3.7	0.017	0.019	0.00535733	0.0051999
3	17814.23634	18396.7	8.9E+05	9.180E+05	6.05674	6.2	0.095	0.097	0.01568000	0.0155867
4	102692.0318	103274.5	5.1E+06	5.162E+06	24.4079	24.5	0.547	0.550	0.02242974	0.0224060
5	187349.5063	187931.9	9.4E+06	9.395E+06	35.8304	35.9	0.999	1.001	0.02787528	0.0278591
6	289485.7954	290068.2	1.4E+07	1.450E+07	47.2469	47.3	1.543	1.546	0.03266421	0.0326519
7	434256.4898	434838.9	2.2E+07	2.174E+07	59.39	59.5	2.315	2.317	0.03898359	0.0389738
8	530751.2451	531333.7	2.7E+07	2.656E+07	63.07	63.1	2.829	2.832	0.04486277	0.0448535
9	573771.8011	574354.2	2.9E+07	2.872E+07	61.605	61.7	3.059	3.061	0.04965251	0.0496431
10	607989.625	608572.1	3.0E+07	3.043E+07	58.1361	58.2	3.241	3.244	0.05575302	0.0557430

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	130.00	0.63	205	12.50	49.00	118	118	36	58
2	150	350.00	1.70	206	12.50	49.00				
3		1.9462			0.0334					

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02786	35.9
0.02787	36.0
0.03265	47.3



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 35% GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	35% Phenol	LEGEND	65% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	GLASSIR		50x5 mm	0.00	0.00	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	8.16	0.80	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	4.08	4.08	305.87
3			50x5 mm	25.55	1.27	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	12.78	12.78	958.14
4			50x5 mm	104.60	1.70	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	52.30	52.30	3922.37
5			50x5 mm	185.82	2.13	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	92.91	92.91	6968.23
6		5C	50x5 mm	251.07	2.55	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	125.53	125.53	9415.09
7			50x5 mm	310.79	3.40	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	155.40	155.40	11654.80
8			50x5 mm	338.80	4.60	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	169.40	169.40	12704.85
9			50x5 mm	349.68	5.50	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	174.84	174.84	13112.91
10			50x5 mm	361.00	6.10	13.50	46.50	113113	23.25	627.75	75.00	180.50	180.50	13537.52

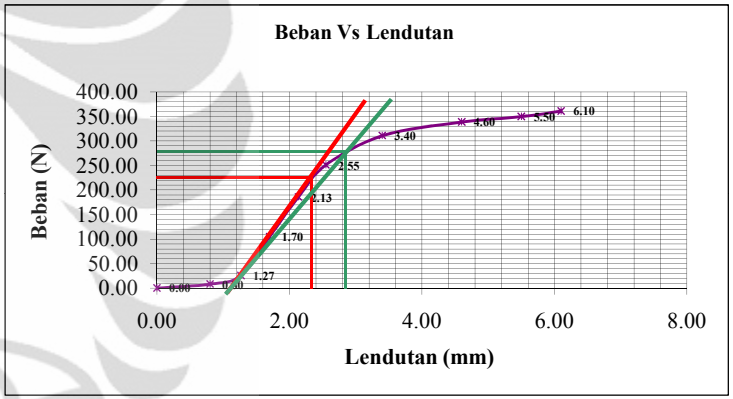
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	690.00	0.00	0.004245	0.318	0.318	11.939	11.94
2	690.00	8.16					317.81
3	690.00	25.55					970.08
4	690.00	104.60					3934.30
5	690.00	185.82					6980.17
6	690.00	251.07					9427.03
7	690.00	310.79					11666.74
8	690.00	338.80					12716.79
9	690.00	349.68					13124.85
10	690.00	361.00					13549.46

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

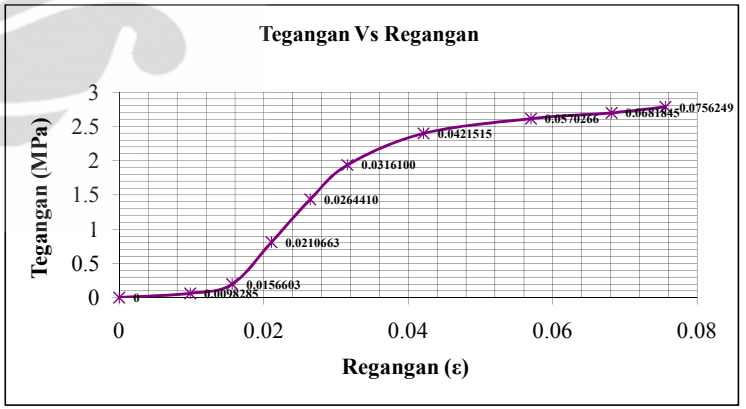
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	596.93	0	596.93
11470.23084		11470.23084	
35930.37853		35930.37853	
147088.7283		147088.7283	
261308.6241		261308.6241	
353065.9368		353065.9368	
437055.0207		437055.0207	
476431.7453		476431.7453	
491734.087		491734.087	
507656.8882		507656.8882	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	582.4	0.0E+00	2.798E+04	0	0	0	0.002454	0	0
2	11470.23084	12052.7	5.7E+05	6.015E+05	6.33733	6.6	0.063	0.065	0.00992078	0.0098285
3	35930.37853	36512.8	1.8E+06	1.825E+06	12.5374	12.7	0.197	0.199	0.01570848	0.0156603
4	147088.7283	147671.2	7.4E+06	7.382E+06	38.2421	38.4	0.806	0.809	0.02108232	0.0210663
5	261308.6241	261891.1	1.3E+07	1.309E+07	54.1465	54.3	1.432	1.435	0.02645230	0.0264410
6	353065.9368	353648.4	1.8E+07	1.768E+07	61.2032	61.3	1.935	1.938	0.03162000	0.0316100
7	437055.0207	437637.5	2.2E+07	2.188E+07	56.82	56.9	2.396	2.398	0.04216232	0.0421515
8	476431.7453	477014.2	2.4E+07	2.385E+07	45.7827	45.8	2.611	2.614	0.05704000	0.0570266
9	491734.087	492316.5	2.5E+07	2.461E+07	39.5208	39.6	2.695	2.698	0.06820000	0.0681845
10	507656.8882	508239.3	2.5E+07	2.541E+07	36.7867	36.8	2.783	2.785	0.07564154	0.0756249



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	280.00	1.95	144	13.50	46.50	89	110	59	37
2	150	230.00	1.30	177	13.50	46.50				
3	1.6710			0.0454						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.03161	61.3
0.03781	58.7
0.04215	56.9

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 40% GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	GLASSIR	6A	50x5 mm	0.00	0.00	13.80	50.00	143750	25	690	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	28.91	0.97	13.80	50.00	143750	25	690	75	14.45	14.45	1083.95
3			50x5 mm	116.34	2.20	13.80	50.00	143750	25	690	75	58.17	58.17	4362.69
4			50x5 mm	168.13	2.80	13.80	50.00	143750	25	690	75	84.06	84.06	6304.79
5			50x5 mm	238.06	3.73	13.80	50.00	143750	25	690	75	119.03	119.03	8927.20
6			50x5 mm	286.89	4.67	13.80	50.00	143750	25	690	75	143.45	143.45	10758.39
7			50x5 mm	312.78	6.00	13.80	50.00	143750	25	690	75	156.39	156.39	11729.38
8			50x5 mm	331.39	7.48	13.80	50.00	143750	25	690	75	165.70	165.70	12427.16
9			50x5 mm	343.00	8.40	13.80	50.00	143750	25	690	75	171.50	171.50	12862.50
10			50x5 mm	356.23	9.35	13.80	50.00	143750	25	690	75	178.11	178.11	13358.48

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.00446292	0.335	0.335	12.552	12.55
2	660.00	28.91					1096.50
3	660.00	116.34					4375.24
4	660.00	168.13					6317.34
5	660.00	238.06					8939.75
6	660.00	286.89					10770.94
7	660.00	312.78					11741.93
8	660.00	331.39					12439.71
9	660.00	343.00					12875.05
10	660.00	356.23					13371.03

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	627.60	0	627.60
40648.16897		40648.16897	
163600.9673		163600.9673	
236429.5264		236429.5264	
334769.9217		334769.9217	
403439.6441		403439.6441	
439851.8152		439851.8152	
466018.5777		466018.5777	
482343.75		482343.75	
500943.049		500943.049	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

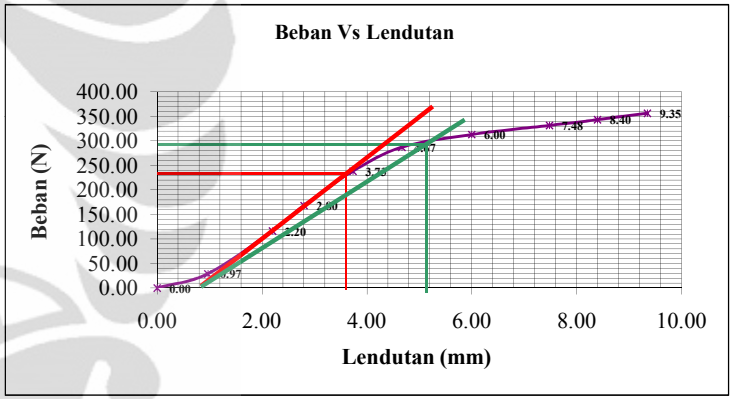
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	627.6	0.0E+00	2.942E+04	0	0	0	0.002183	0	0
2	40648.16897	41275.8	2.0E+06	2.062E+06	14.6248	14.8	0.189	0.191	0.01289000	0.0128532
3	163600.9673	164228.6	8.2E+06	8.209E+06	25.8658	26.0	0.759	0.761	0.02933333	0.0293123
4	236429.5264	237057.1	1.2E+07	1.185E+07	29.3701	29.4	1.096	1.099	0.03733333	0.0373148
5	334769.9217	335397.5	1.7E+07	1.677E+07	31.1889	31.2	1.553	1.555	0.04977916	0.0497617
6	403439.6441	404067.2	2.0E+07	2.020E+07	30.0699	30.1	1.871	1.873	0.06222251	0.0622044
7	439851.8152	440479.4	2.2E+07	2.202E+07	25.50	25.5	2.040	2.042	0.08000000	0.0799786
8	466018.5777	466646.2	2.3E+07	2.333E+07	21.6603	21.7	2.161	2.163	0.09977917	0.0997540
9	482343.75	482971.3	2.4E+07	2.415E+07	19.9727	20.0	2.237	2.239	0.11200084	0.1119735
10	500943.049	501570.6	25047152.45	2.508E+07	18.635	18.7	2.323	2.325	0.12466916	0.1246399

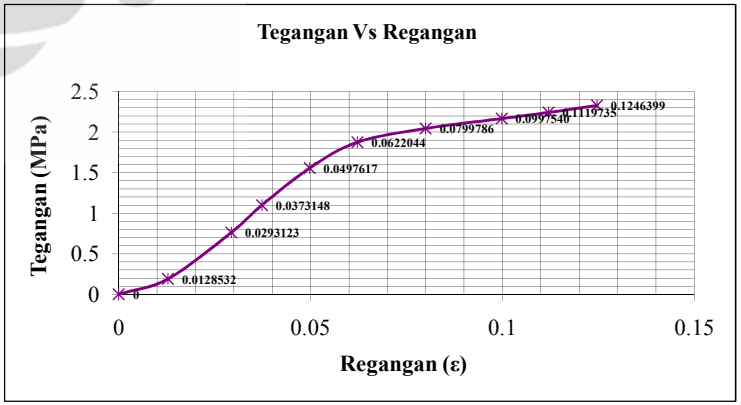
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	286.89	3.88	74	13.80	50.00	36	40	30	19
2	150	238.06	2.93	81	13.80	50.00				
3	1.3952			0.0748						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.06220	30.1
0.06232	30.1
0.07998	25.5





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 40% GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	GLASSIR	6B	50x5 mm	0.00	0.00	13.70	50.00	142708	25	685	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	2.36	0.60	13.70	50.00	142708	25	685	75	1.18	1.18	88.43
3			50x5 mm	12.23	1.77	13.70	50.00	142708	25	685	75	6.12	6.12	458.64
4			50x5 mm	69.60	2.33	13.70	50.00	142708	25	685	75	34.80	34.80	2609.83
5			50x5 mm	172.93	2.93	13.70	50.00	142708	25	685	75	86.46	86.46	6484.75
6			50x5 mm	280.88	3.50	13.70	50.00	142708	25	685	75	140.44	140.44	10533.16
7			50x5 mm	372.71	4.10	13.70	50.00	142708	25	685	75	186.36	186.36	13976.76
8			50x5 mm	429.54	4.68	13.70	50.00	142708	25	685	75	214.77	214.77	16107.69
9			50x5 mm	456.30	5.27	13.70	50.00	142708	25	685	75	228.15	228.15	17111.19
10			50x5 mm	462.83	5.87	13.70	50.00	142708	25	685	75	231.41	231.41	17356.02

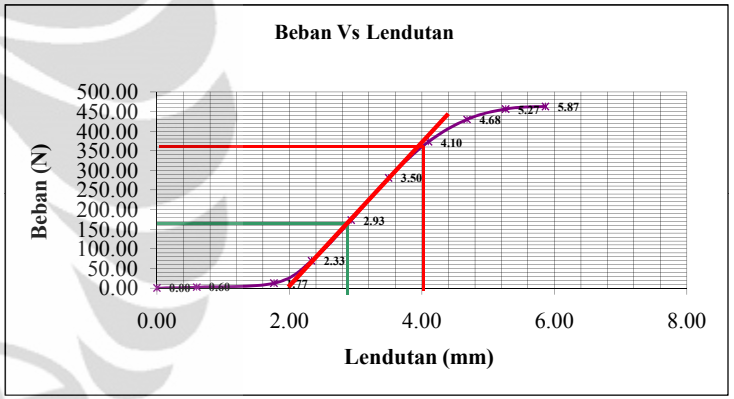
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.004431	0.332	0.332	12.461	12.46
2	660.00	2.36					100.89
3	660.00	12.23					471.10
4	660.00	69.60					2622.29
5	660.00	172.93					6497.21
6	660.00	280.88					10545.63
7	660.00	372.71					13989.22
8	660.00	429.54					16120.15
9	660.00	456.30					17123.65
10	660.00	462.83					17368.48

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

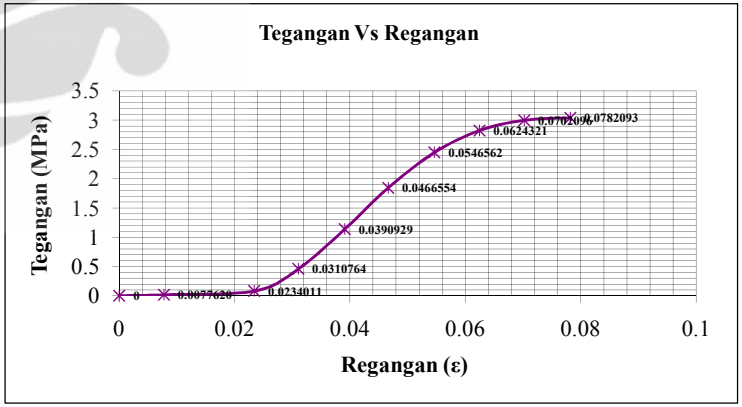
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	623.05	0	623.05
3316.113281		3316.113281	
17199.05513		17199.05513	
97868.74584		97868.74584	
243177.9702		243177.9702	
394993.681		394993.681	
524128.4724		524128.4724	
604038.3615		604038.3615	
641669.5806		641669.5806	
650850.6355		650850.6355	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	627.6	0.0E+00	2.921E+04	0	0	0	0.002183	0	0
2	3316.113281	3943.7	1.7E+05	1.950E+05	1.93601	2.3	0.015	0.018	0.00800167	0.0077620
3	17199.05513	17826.7	8.6E+05	8.892E+05	3.41087	3.5	0.080	0.083	0.02355584	0.0234011
4	97868.74584	98496.3	4.9E+06	4.923E+06	14.6946	14.8	0.457	0.459	0.03111333	0.0310764
5	243177.9702	243805.6	1.2E+07	1.219E+07	29.0454	29.1	1.136	1.138	0.03911167	0.0390929
6	394993.681	395621.3	2.0E+07	1.978E+07	39.5384	39.6	1.845	1.847	0.04666917	0.0466554
7	524128.4724	524756.1	2.6E+07	2.624E+07	44.79	44.8	2.448	2.451	0.05466833	0.0546562
8	604038.3615	604666.0	3.0E+07	3.023E+07	45.1889	45.2	2.822	2.824	0.06244416	0.0624321
9	641669.5806	642297.2	3.2E+07	3.211E+07	42.687	42.7	2.998	3.000	0.07022240	0.0702096
10	650850.6355	651478.2	3.3E+07	3.257E+07	38.8691	38.9	3.040	3.043	0.07822333	0.0782093



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	172.93	1.03	167	13.70	50.00	82	86	29	39
2	150	365.00	2.10	174	13.70	50.00				
3	1.8256			0.0469						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.03909	29.12
0.03910	29.13
0.04666	39.60

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 40% GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	40% Phenol	LEGEND	60% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	GLASSIR	6C	50x5 mm	0.00	0.00	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	8.06	0.98	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	4.03	4.03	302.22
3			50x5 mm	42.24	1.47	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	21.12	21.12	1584.15
4			50x5 mm	126.86	1.97	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	63.43	63.43	4757.27
5			50x5 mm	211.01	2.45	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	105.51	105.51	7912.99
6			50x5 mm	274.40	2.95	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	137.20	137.20	10290.00
7			50x5 mm	317.31	3.43	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	158.65	158.65	11899.08
8			50x5 mm	357.76	3.92	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	178.88	178.88	13415.95
9			50x5 mm	383.59	4.42	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	191.79	191.79	14384.59
10			50x5 mm	398.60	4.90	14.90	49.80	153353	24.90	742.02	75.00	199.30	199.30	14947.52

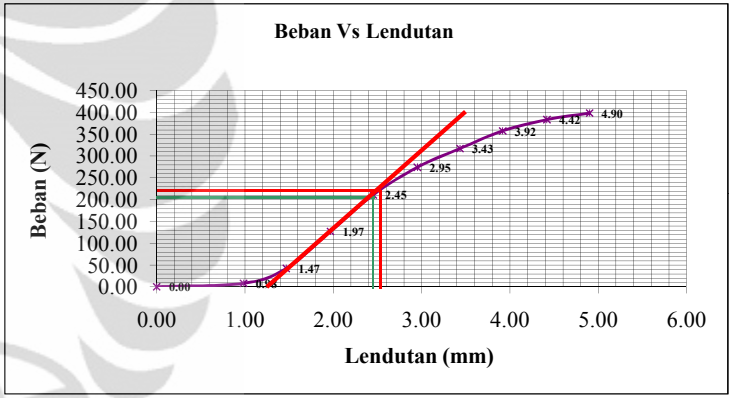
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	660.00	0.00	0.004799	0.360	0.360	13.498	13.50
2	660.00	8.06					315.72
3	660.00	42.24					1597.65
4	660.00	126.86					4770.77
5	660.00	211.01					7926.49
6	660.00	274.40					10303.50
7	660.00	317.31					11912.58
8	660.00	357.76					13429.45
9	660.00	383.59					14398.09
10	660.00	398.60					14961.02

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

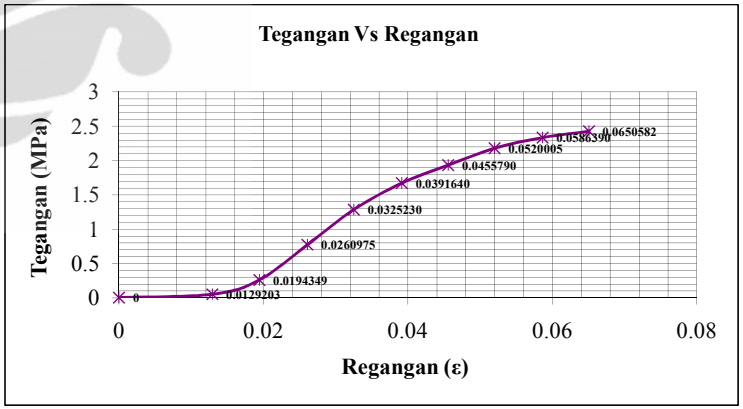
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	674.91	0	674.91
11333.34169		11333.34169	
59405.66297		59405.66297	
178397.5646		178397.5646	
296737.0757		296737.0757	
385875		385875	
446215.6519		446215.6519	
503098.0093		503098.0093	
539422.2973		539422.2973	
560532.044		560532.044	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	627.6	0.0E+00	3.164E+04	0	0	0	0.0021917	0	0
2	11333.34169	11960.9	5.7E+05	5.983E+05	3.75788	4.0	0.049	0.051	0.01305840	0.0129203
3	59405.66297	60033.3	3.0E+06	3.002E+06	13.207	13.3	0.257	0.259	0.01947596	0.0194349
4	178397.5646	179025.2	8.9E+06	8.952E+06	29.5773	29.7	0.772	0.775	0.02611596	0.0260975
5	296737.0757	297364.7	1.5E+07	1.487E+07	39.4886	39.6	1.285	1.287	0.03253682	0.0325230
6	385875	386502.6	1.9E+07	1.933E+07	42.6474	42.7	1.671	1.673	0.03917682	0.0391640
7	446215.6519	446843.3	2.2E+07	2.234E+07	42.38	42.4	1.932	1.934	0.04559190	0.0455790
8	503098.0093	503725.6	2.5E+07	2.519E+07	41.8804	41.9	2.178	2.181	0.05201360	0.0520005
9	539422.2973	540049.9	2.7E+07	2.700E+07	39.8213	39.9	2.336	2.338	0.05865278	0.0586390
10	560532.044	561159.6	2.8E+07	2.806E+07	37.2972	37.3	2.427	2.429	0.06507284	0.0650582



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	205.00	1.30	158	14.90	49.80	72	72	40	37
2	150	225.00	1.43	157	14.90	49.80				
3	1.4575			0.0390						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.03916	42.72
0.03253	39.58
0.03252	39.57

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 10% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm²

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	10% Phenol	LEGEND	90% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GASSIR	7A	50x5 mm	0.00	0.00	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	0.00	0.00	0.00
2			50x5 mm	66.00	1.00	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	33.00	33.00	2475.00
3			50x5 mm	132.50	1.31	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	66.25	66.25	4968.75
4			50x5 mm	199.00	1.49	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	99.50	99.50	7462.50
5			50x5 mm	265.50	1.68	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	132.75	132.75	9956.25
6			50x5 mm	332.00	1.93	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	166.00	166.00	12450.00
7			50x5 mm	398.50	2.23	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	199.25	199.25	14943.75
8			50x5 mm	465.00	2.68	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	232.50	232.50	17437.50
9			50x5 mm	531.50	3.50	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	265.75	265.75	19931.25
10			50x5 mm	597.91	5.48	9.20	48.00	84787	24	441.6	75	298.96	298.96	22421.64

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m³)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	890.00	0.00	0.003851635	0.289	0.289	10.833	10.83
2	890.00	66.00					2485.83
3	890.00	132.50					4979.58
4	890.00	199.00					7473.33
5	890.00	265.50					9967.08
6	890.00	332.00					12460.83
7	890.00	398.50					14954.58
8	890.00	465.00					17448.33
9	890.00	531.50					19942.08
10	890.00	597.91					22432.47

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	541.64	0	541.64
92812.5		92812.5	
186328.125		186328.125	
279843.75		279843.75	
373359.375		373359.375	
466875		466875	
560390.625		560390.625	
653906.25		653906.25	
747421.875		747421.875	
840811.5		840811.5	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

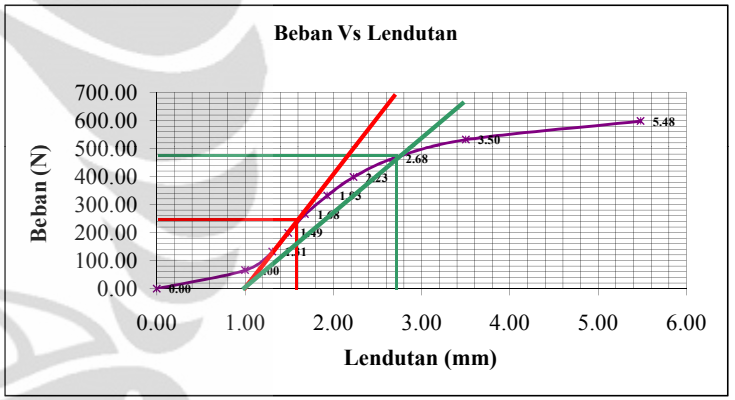
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	541.6	0.0E+00	2.539E+04	0	0	0	0.0030663	0	0
2	92812.5	93354.1	4.6E+06	4.666E+06	54.7326	55.0	0.701	0.704	0.01280000	0.0127861
3	186328.125	186869.8	9.3E+06	9.342E+06	83.8778	84.1	1.406	1.410	0.01676800	0.0167589
4	279843.75	280385.4	1.4E+07	1.402E+07	110.756	111.0	2.112	2.115	0.01907200	0.0190651
5	373359.375	373901.0	1.9E+07	1.869E+07	131.056	131.2	2.818	2.821	0.02150400	0.0214982
6	466875	467416.6	2.3E+07	2.337E+07	142.654	142.8	3.524	3.527	0.02470400	0.0246986
7	560390.625	560932.3	2.8E+07	2.804E+07	148.19	148.3	4.230	4.233	0.02854400	0.0285388
8	653906.25	654447.9	3.3E+07	3.272E+07	143.887	144.0	4.936	4.939	0.03430400	0.0342987
9	747421.875	747963.5	3.7E+07	3.740E+07	125.932	126.0	5.642	5.645	0.04480000	0.0447939
10	840811.5	841353.1	4.2E+07	4.207E+07	90.4811	90.5	6.347	6.350	0.07014400	0.0701355

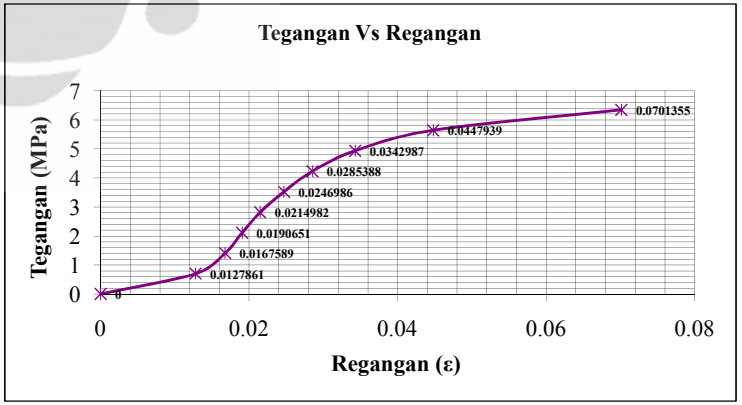
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	471.00	1.74	271	9.20	48.00	224	298	143	91
2	150	251.50	0.70	359	9.20	48.00				
3	3.8099			0.0421						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0343	144.0
0.0351	142.7
0.0448	126.0





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 10% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm²

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	10% Phenol	LEGEND	90% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GASSIR		50x5 mm	0.00	0.00	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	0	0	0
2			50x5 mm	122.50	1.30	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	61.25	61.25	4593.75
3			50x5 mm	245.50	1.81	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	122.75	122.75	9206.25
4			50x5 mm	368.50	2.05	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	184.25	184.25	13818.75
5		7B	50x5 mm	491.50	2.34	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	245.75	245.75	18431.25
6			50x5 mm	614.50	2.70	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	307.25	307.25	23043.75
7			50x5 mm	737.50	3.24	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	368.75	368.75	27656.25
8			50x5 mm	860.50	4.07	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	430.25	430.25	32268.75
9			50x5 mm	983.50	5.22	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	491.75	491.75	36881.25
10			50x5 mm	1106.41	8.33	9.60	49.00	94119	24.5	470.4	75	553.2037	553.20	41490.28
												0	0	

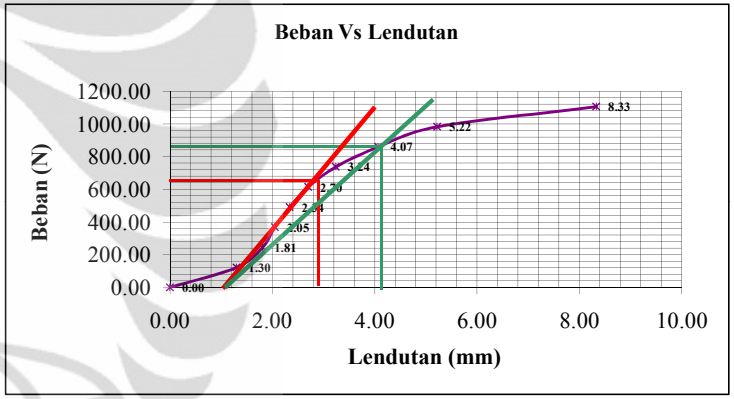
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m³)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	900.00	0.00	0.004149	0.311	0.311	11.669	11.67
2	900.00	122.50					4605.42
3	900.00	245.50					9217.92
4	900.00	368.50					13830.42
5	900.00	491.50					18442.92
6	900.00	614.50					23055.42
7	900.00	737.50					27667.92
8	900.00	860.50					32280.42
9	900.00	983.50					36892.92
10	900.00	1106.41					41501.95

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

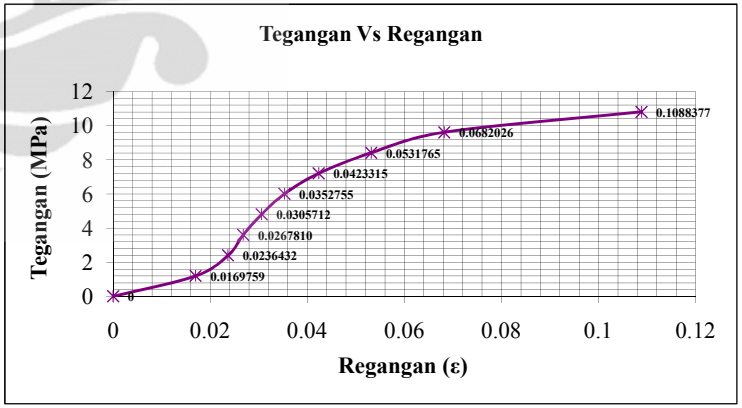
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	583.44	0	583.44
172265.625		172265.625	
345234.375		345234.375	
518203.125		518203.125	
691171.875		691171.875	
864140.625		864140.625	
1037109.375		1037109.375	
1210078.125		1210078.125	
1383046.875		1383046.875	
1555885.406		1555885.406	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	541.6	0.0E+00	2.735E+04	0	0	0	0.0030375	0	0
2	172265.625	172807.3	8.6E+06	8.641E+06	70.3958	70.6	1.196	1.199	0.01698667	0.0169759
3	345234.375	345776.0	1.7E+07	1.729E+07	101.327	101.5	2.396	2.399	0.02365067	0.0236432
4	518203.125	518744.8	2.6E+07	2.594E+07	134.288	134.4	3.597	3.600	0.02678667	0.0267810
5	691171.875	691713.5	3.5E+07	3.459E+07	156.914	157.0	4.798	4.801	0.03057600	0.0305712
6	864140.625	864682.3	4.3E+07	4.323E+07	170.025	170.1	5.998	6.002	0.03528000	0.0352755
7	1037109.375	1037651.0	5.2E+07	5.188E+07	170.05	170.1	7.199	7.202	0.04233600	0.0423315
8	1210078.125	1210619.8	6.1E+07	6.053E+07	157.947	158.0	8.400	8.403	0.05318133	0.0531765
9	1383046.875	1383588.5	6.9E+07	6.918E+07	140.753	140.8	9.600	9.604	0.06820800	0.0682026
10	1555885.406	1556427.0	7.8E+07	7.782E+07	99.2257	99.3	10.800	10.803	0.10884533	0.1088377



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTU

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	874.12	2.77	316	9.60	49.00	236	347	157	99
2	150	649.90	1.40	464	9.60	49.00				
3	6.4820			0.0653						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.053	158.0
0.0544	156.6
0.068	140.8

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 10% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm²

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	10% Phenol	LEGEND	90% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GASSIR		50x5 mm	0.00	0.00	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	0	0	0
2			50x5 mm	60.00	0.80	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	30	30	2250
3			50x5 mm	117.00	1.12	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	58.5	58.5	4387.5
4			50x5 mm	174.00	1.24	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	87	87	6525
5			50x5 mm	231.00	1.39	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	115.5	115.5	8662.5
6		7C	50x5 mm	288.00	1.57	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	144	144	10800
7			50x5 mm	345.00	1.78	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	172.5	172.5	12937.5
8			50x5 mm	402.00	2.07	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	201	201	15075
9			50x5 mm	459.00	2.60	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	229.5	229.5	17212.5
10			50x5 mm	515.89	6.72	9.10	46.00	73813	23	418.6	75	257.94705	257.94705	19346.02875
												0	0	

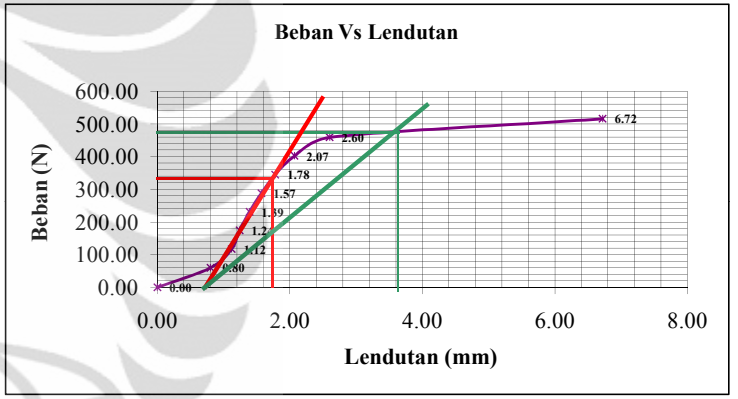
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

NO	DENSITY (Kg/m³)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	726.00	0.00	0.002978	0.223	0.223	8.376	8.38
2	726.00	60.00					2258.38
3	726.00	117.00					4395.88
4	726.00	174.00					6533.38
5	726.00	231.00					8670.88
6	726.00	288.00					10808.38
7	726.00	345.00					12945.88
8	726.00	402.00					15083.38
9	726.00	459.00					17220.88
10	726.00	515.89					19354.41

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

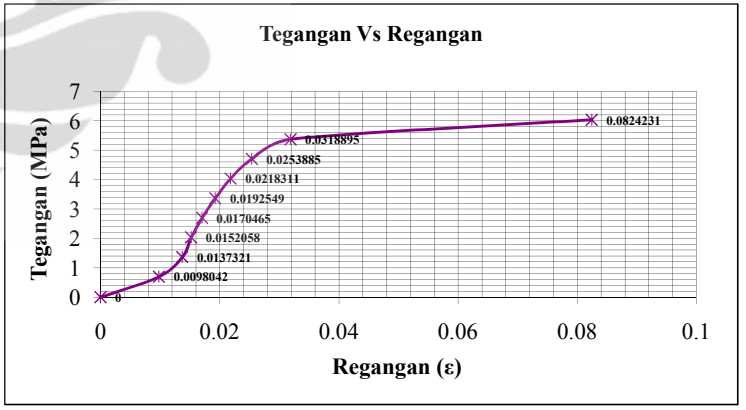
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	418.82	0	418.82
84375		84375	
164531.25		164531.25	
244687.5		244687.5	
324843.75		324843.75	
405000		405000	
485156.25		485156.25	
565312.5		565312.5	
645468.75		645468.75	
725476.0781		725476.0781	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	541.6	0.0E+00	1.963E+04	0	0	0	0.00261	0	0
2	84375	84916.6	4.2E+06	4.238E+06	71.4431	71.8	0.701	0.704	0.00981333	0.0098042
3	164531.25	165072.9	8.2E+06	8.246E+06	99.51	99.7	1.367	1.370	0.01373867	0.0137321
4	244687.5	245229.1	1.2E+07	1.225E+07	133.668	133.9	2.033	2.036	0.01521067	0.0152058
5	324843.75	325385.4	1.6E+07	1.626E+07	158.306	158.5	2.699	2.702	0.01705067	0.0170465
6	405000	405541.6	2.0E+07	2.027E+07	174.74	174.9	3.365	3.368	0.01925867	0.0192549
7	485156.25	485697.9	2.4E+07	2.428E+07	184.63	184.8	4.031	4.034	0.02183467	0.0218311
8	565312.5	565854.1	2.8E+07	2.829E+07	184.993	185.1	4.697	4.700	0.02539200	0.0253885
9	645468.75	646010.4	3.2E+07	3.229E+07	168.166	168.3	5.363	5.366	0.03189333	0.0318895
10	725476.0781	726017.7	3.6E+07	3.629E+07	73.1291	73.2	6.028	6.031	0.08243200	0.0824231



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTU

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	485.00	2.51	193	9.10	46.00	184	402	151	73
2	150	338.00	0.80	423	9.10	46.00				
3	3.6185			0.0495						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.032	168.3
0.041	150.7
0.082	73.2

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 UNTUK PHENOL 20% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	20% Phenol	LEGEND	80% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GASSIR	8A	50x5 mm	0.00	0.00	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	0	0	0
2			50x5 mm	64.00	0.92	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	32	32	2400
3			50x5 mm	127.50	1.23	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	63.75	63.75	4781.25
4			50x5 mm	191.00	1.55	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	95.5	95.5	7162.5
5			50x5 mm	254.50	1.93	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	127.25	127.25	9543.75
6			50x5 mm	318.00	2.39	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	159	159	11925
7			50x5 mm	381.50	2.76	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	190.75	190.75	14306.25
8			50x5 mm	445.00	3.28	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	222.5	222.5	16687.5
9			50x5 mm	508.50	4.05	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	254.25	254.25	19068.75
10			50x5 mm	572.08	6.35	9.40	48.50	89366	24.25	455.9	75	286.0418	286.0418	21453.135

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 1 20% Non Glazir

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	617.00	0.00	0.002756645	0.207	0.207	7.753	7.75
2	617.00	64.00					2407.75
3	617.00	127.50					4789.00
4	617.00	191.00					7170.25
5	617.00	254.50					9551.50
6	617.00	318.00					11932.75
7	617.00	381.50					14314.00
8	617.00	445.00					16695.25
9	617.00	508.50					19076.50
10	617.00	572.08					21460.89

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	387.65	0	387.65
90000		90000	
179296.875		179296.875	
268593.75		268593.75	
357890.625		357890.625	
447187.5		447187.5	
536484.375		536484.375	
625781.25		625781.25	
715078.125		715078.125	
804492.5625		804492.5625	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

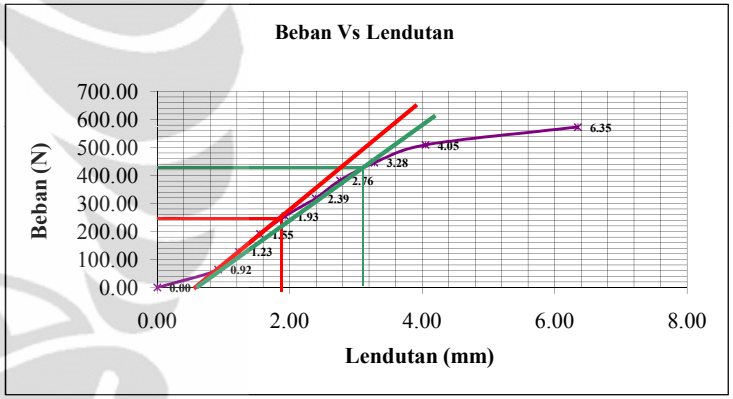
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	387.7	0.0E+00	1.817E+04	0	0	0	0.0021038	0	0
2	90000	90387.7	4.5E+06	4.518E+06	54.7335	55.0	0.651	0.653	0.01189867	0.0118891
3	179296.875	179684.5	9.0E+06	8.983E+06	81.5579	81.7	1.297	1.300	0.01590800	0.0159016
4	268593.75	268981.4	1.3E+07	1.345E+07	96.9533	97.1	1.944	1.946	0.02004667	0.0200412
5	357890.625	358278.3	1.8E+07	1.791E+07	103.751	103.9	2.590	2.592	0.02496133	0.0249563
6	447187.5	447575.2	2.2E+07	2.238E+07	104.686	104.8	3.236	3.238	0.03091067	0.0309056
7	536484.375	536872.0	2.7E+07	2.684E+07	108.75	108.8	3.882	3.884	0.03569600	0.0356912
8	625781.25	626168.9	3.1E+07	3.131E+07	106.745	106.8	4.528	4.530	0.04242133	0.0424164
9	715078.125	715465.8	3.6E+07	3.577E+07	98.7863	98.8	5.174	5.177	0.05238000	0.0523747
10	804492.5625	804880.2	4.0E+07	4.024E+07	70.8837	70.9	5.821	5.824	0.08212667	0.0821192

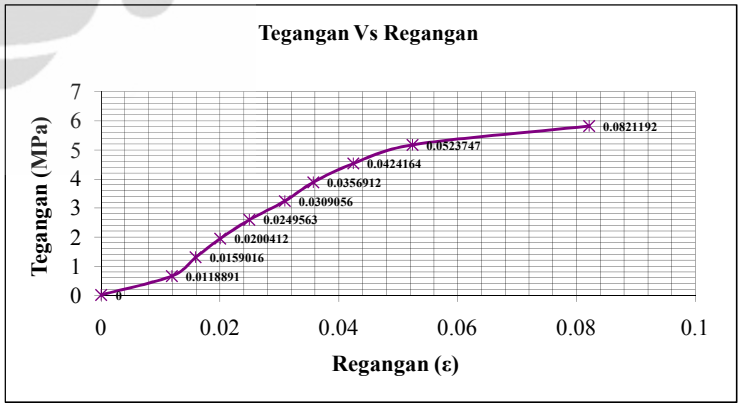
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	432.79	2.58	168	9.40	48.50	132	143	107	71
2	150	242.00	1.33	182	9.40	48.50				
3	3.4941			0.0493						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0357	108.8279
0.0411	107.2146
0.0424	106.8068





PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 UNTUK PHENOL 20% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm^2

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	20% Phenol	LEGEND	80% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GASSIR	8B	50x5 mm	0.00	0.00	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	0	0	0
2			50x5 mm	75.50	0.80	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	37.75	37.75	2831.25
3			50x5 mm	150.50	1.23	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	75.25	75.25	5643.75
4			50x5 mm	225.50	1.39	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	112.75	112.75	8456.25
5			50x5 mm	300.50	1.53	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	150.25	150.25	11268.75
6			50x5 mm	375.50	1.73	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	187.75	187.75	14081.25
7			50x5 mm	450.50	1.98	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	225.25	225.25	16893.75
8			50x5 mm	525.50	2.30	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	262.75	262.75	19706.25
9			50x5 mm	600.50	2.90	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	300.25	300.25	22518.75
10			50x5 mm	675.77	4.80	9.50	49.00	93139	24.5	465.5	75	337.88375	337.88375	25341.28125
												0	0	

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

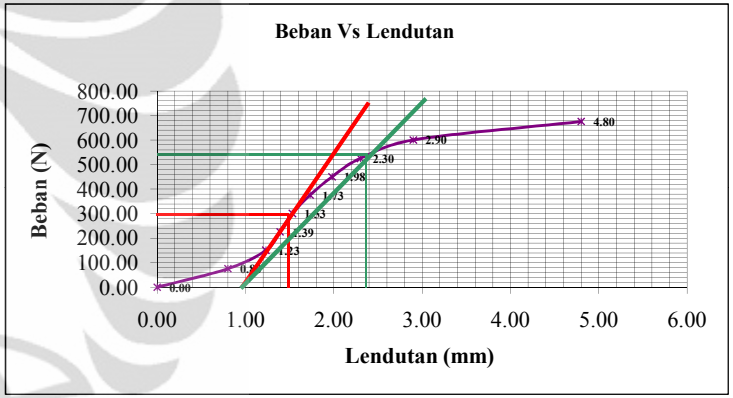
BENDA UJI 2 20% Non Glazir

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	871.00	0.00	0.003973	0.298	0.298	11.175	11.18
2	871.00	75.50					2842.43
3	871.00	150.50					5654.93
4	871.00	225.50					8467.43
5	871.00	300.50					11279.93
6	871.00	375.50					14092.43
7	871.00	450.50					16904.93
8	871.00	525.50					19717.43
9	871.00	600.50					22529.93
10	871.00	675.77					25352.46

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

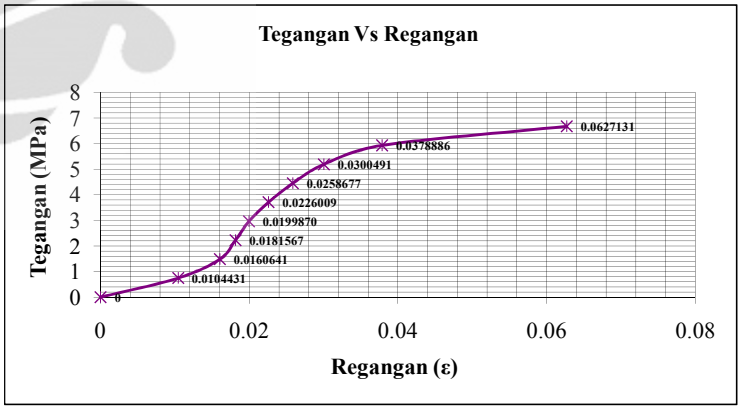
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	558.76	0	558.76
106171.875		106171.875	
211640.625		211640.625	
317109.375		317109.375	
422578.125		422578.125	
528046.875		528046.875	
633515.625		633515.625	
738984.375		738984.375	
844453.125		844453.125	
950298.0469		950298.0469	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	387.7	0.0E+00	2.619E+04	0	0	0	0.0029396	0	0
2	106171.875	106559.5	5.3E+06	5.335E+06	71.2457	71.6	0.745	0.748	0.01045333	0.0104431
3	211640.625	212028.3	1.1E+07	1.061E+07	92.3705	92.6	1.485	1.488	0.01607200	0.0160641
4	317109.375	317497.0	1.6E+07	1.588E+07	122.471	122.7	2.224	2.227	0.01816267	0.0181567
5	422578.125	422965.8	2.1E+07	2.116E+07	148.271	148.5	2.964	2.967	0.01999200	0.0199870
6	528046.875	528434.5	2.6E+07	2.643E+07	163.857	164.0	3.704	3.707	0.02260533	0.0226009
7	633515.625	633903.3	3.2E+07	3.170E+07	171.76	171.9	4.444	4.447	0.02587200	0.0258677
8	738984.375	739372.0	3.7E+07	3.698E+07	172.483	172.6	5.184	5.187	0.03005333	0.0300491
9	844453.125	844840.8	4.2E+07	4.225E+07	156.321	156.4	5.924	5.926	0.03789333	0.0378886
10	950298.0469	950685.7	4.8E+07	4.754E+07	106.282	106.3	6.666	6.669	0.06272000	0.0627131



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	543.3	1.40	388	9.50	49.00	293	377	170	106
2	150	315.00	0.63	500	9.50	49.00				
3	4.0014			0.0376						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.030	172.6
0.0314	169.9
0.038	156.4

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 UNTUK PHENOL 20% NON GLASSIR TEKANAN 15 Kg/cm²

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
	20% Phenol	LEGEND	80% Aseptik		C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	NON GASSIR	8C	50x5 mm	0.00	0.00	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	0	0	0
2			50x5 mm	39.50	1.00	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	19.75	19.75	1481.25
3			50x5 mm	76.50	1.25	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	38.25	38.25	2868.75
4			50x5 mm	113.50	1.45	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	56.75	56.75	4256.25
5			50x5 mm	150.50	1.62	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	75.25	75.25	5643.75
6			50x5 mm	187.50	1.81	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	93.75	93.75	7031.25
7			50x5 mm	224.50	2.01	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	112.25	112.25	8418.75
8			50x5 mm	261.50	2.26	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	130.75	130.75	9806.25
9			50x5 mm	298.50	2.57	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	149.25	149.25	11193.75
10			50x5 mm	335.47	3.65	9.00	47.00	77867	23.5	423	75	167.73545	167.73545	12580.15875
												0	0	

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 3 20% Non Glazir

NO	DENSITY (Kg/m³)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	890.00	0.00	0.003689	0.277	0.277	10.376	10.38
2	890.00	39.50					1491.63
3	890.00	76.50					2879.13
4	890.00	113.50					4266.63
5	890.00	150.50					5654.13
6	890.00	187.50					7041.63
7	890.00	224.50					8429.13
8	890.00	261.50					9816.63
9	890.00	298.50					11204.13
10	890.00	335.47					12590.54

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	518.82	0	518.82
55546.875		55546.875	
107578.125		107578.125	
159609.375		159609.375	
211640.625		211640.625	
263671.875		263671.875	
315703.125		315703.125	
367734.375		367734.375	
419765.625		419765.625	
471755.9531		471755.9531	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

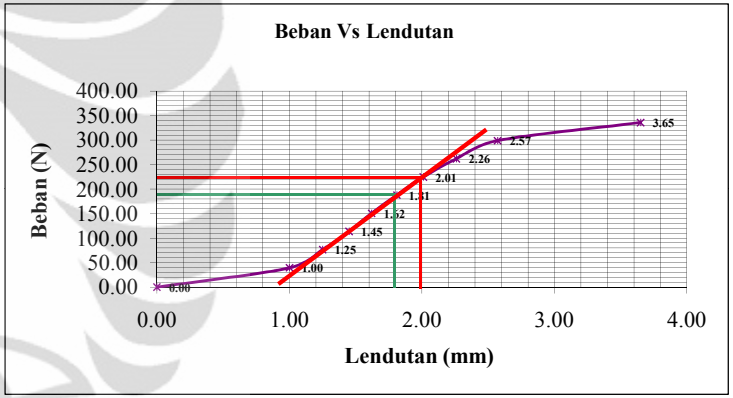
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	387.7	0.0E+00	2.432E+04	0	0	0	0.0031316	0	0
2	55546.875	55934.5	2.8E+06	2.802E+06	35.6677	36.0	0.447	0.450	0.01253333	0.0125116
3	107578.125	107965.8	5.4E+06	5.403E+06	55.2623	55.5	0.866	0.869	0.01566667	0.0156526
4	159609.375	159997.0	8.0E+06	8.005E+06	70.6815	70.9	1.285	1.288	0.01817333	0.0181623
5	211640.625	212028.3	1.1E+07	1.061E+07	83.8879	84.1	1.703	1.706	0.02030400	0.0202947
6	263671.875	264059.5	1.3E+07	1.321E+07	93.5407	93.7	2.122	2.125	0.02268533	0.0226770
7	315703.125	316090.8	1.6E+07	1.581E+07	100.86	101.0	2.541	2.544	0.02519200	0.0251842
8	367734.375	368122.0	1.8E+07	1.841E+07	104.482	104.6	2.959	2.963	0.02832533	0.0283179
9	419765.625	420153.3	2.1E+07	2.101E+07	104.879	105.0	3.378	3.381	0.03221067	0.0322032
10	471755.9531	472143.6	2.4E+07	2.361E+07	82.9927	83.1	3.797	3.800	0.04574667	0.0457372

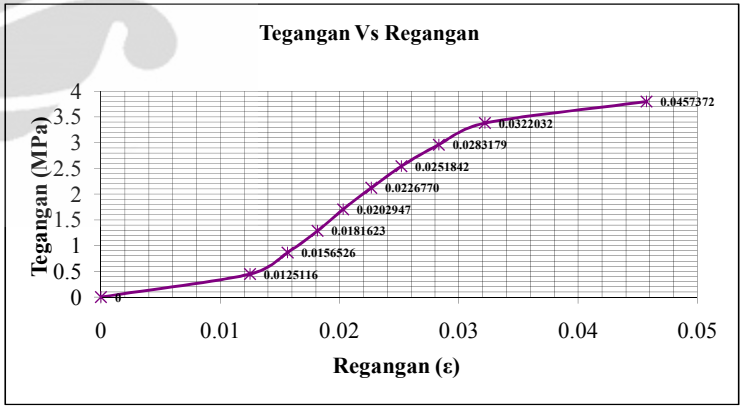
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	192.2	1.03	187	9.00	47.00	169	179	94	83
2	150	220.00	1.11	198	9.00	47.00				
3	2.2799			0.0274						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.02268	93.7
0.02287	94.3
0.02518	101.0





PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 1 PAPAN PARTIKEL KAYU

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
					C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Papan Partikel Kayu			0.00	0.00	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	0	0	0
2				237.00	1.10	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	118.5	118.5	8887.5
3				476.00	1.44	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	238	238	17850
4				715.00	1.63	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	357.5	357.5	26812.5
5				954.00	1.82	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	477	477	35775
6				1193.00	2.02	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	596.5	596.5	44737.5
7				1432.00	2.25	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	716	716	53700
8				1671.00	2.49	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	835.5	835.5	62662.5
9				1910.00	2.74	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	955	955	71625
10				2149.26	3.18	12.00	49.30	119823	24.65	591.6	75	1074.62815	1074.62815	80597.11125

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

BENDA UJI 1

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	804.00	0.00	0.004661335	0.350	0.350	13.110	13.11
2	804.00	237.00					8900.61
3	804.00	476.00					17863.11
4	804.00	715.00					26825.61
5	804.00	954.00					35788.11
6	804.00	1193.00					44750.61
7	804.00	1432.00					53713.11
8	804.00	1671.00					62675.61
9	804.00	1910.00					71638.11
10	804.00	2149.26					80610.22

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	655.50	0	655.50
333281.25		333281.25	
669375		669375	
1005468.75		1005468.75	
1341562.5		1341562.5	
1677656.25		1677656.25	
2013750		2013750	
2349843.75		2349843.75	
2685937.5		2685937.5	
3022391.672		3022391.672	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

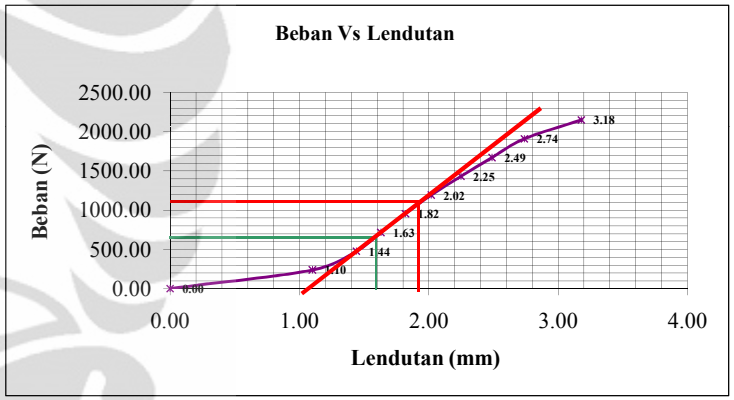
NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	655.5	0.0E+00	3.073E+04	0	0	0	0.002697	0	0
2	333281.25	333936.8	1.7E+07	1.669E+07	126.429	126.7	1.828	1.831	0.01446133	0.0144560
3	669375	670030.5	3.3E+07	3.350E+07	193.971	194.1	3.672	3.675	0.01893120	0.0189277
4	1005468.75	1006124.3	5.0E+07	5.030E+07	257.401	257.6	5.516	5.519	0.02142907	0.0214264
5	1341562.5	1342218.0	6.7E+07	6.711E+07	307.588	307.7	7.360	7.362	0.02392693	0.0239247
6	1677656.25	1678311.8	8.4E+07	8.391E+07	346.562	346.7	9.203	9.206	0.02655627	0.0265543
7	2013750	2014405.5	1.0E+08	1.007E+08	373.47	373.6	11.047	11.050	0.02958000	0.0295782
8	2349843.75	2350499.3	1.2E+08	1.175E+08	393.794	393.9	12.891	12.894	0.03273520	0.0327335
9	2685937.5	2686593.0	1.3E+08	1.343E+08	409.048	409.1	14.735	14.737	0.03602187	0.0360202
10	3022391.672	3023047.2	1.5E+08	1.512E+08	396.6	396.7	16.580	16.583	0.04180640	0.0418047

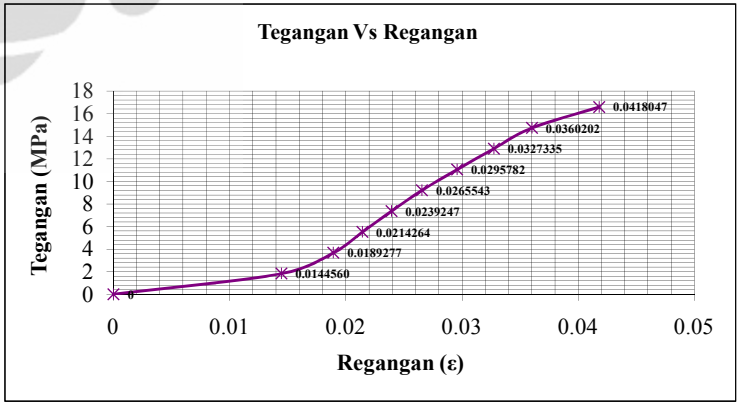
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	653.00	0.59	1107	12.00	49.30	649	725	244	397
2	150	1112.00	0.90	1236	12.00	49.30				
3	9.9499			0.0251						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0189	194.1
0.0209	244.3
0.0214	257.6





PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 2 PAPAN PARTIKEL KAYU

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
					C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Papan Partikel Kayu			0.00	0.00	12.00	50.00	125000	25	600	75	0	0	0
2				219.50	1.00	12.00	50.00	125000	25	600	75	109.75	109.75	8231.25
3				440.00	1.27	12.00	50.00	125000	25	600	75	220	220	16500
4				660.50	1.43	12.00	50.00	125000	25	600	75	330.25	330.25	24768.75
5				881.00	1.56	12.00	50.00	125000	25	600	75	440.5	440.5	33037.5
6				1101.50	1.72	12.00	50.00	125000	25	600	75	550.75	550.75	41306.25
7				1322.00	1.89	12.00	50.00	125000	25	600	75	661	661	49575
8				1542.50	2.08	12.00	50.00	125000	25	600	75	771.25	771.25	57843.75
9				1763.00	2.29	12.00	50.00	125000	25	600	75	881.5	881.5	66112.5
10				1983.67	2.58	12.00	50.00	125000	25	600	75	991.834	991.834	74387.55

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

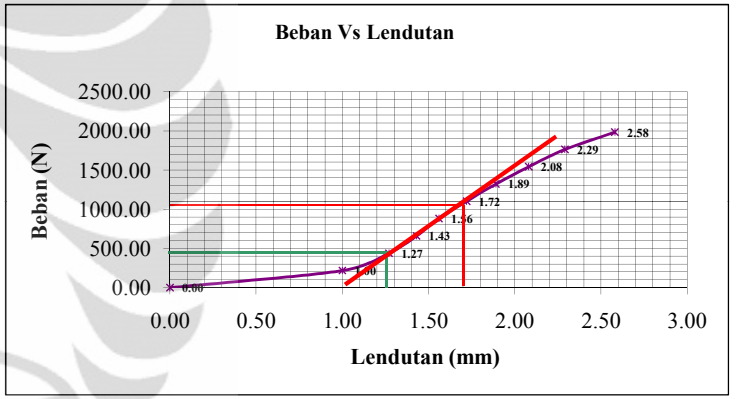
BENDA UJI 2

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	804.00	0.00	0.004728	0.355	0.355	13.296	13.30
2	804.00	219.50					8244.55
3	804.00	440.00					16513.30
4	804.00	660.50					24782.05
5	804.00	881.00					33050.80
6	804.00	1101.50					41319.55
7	804.00	1322.00					49588.30
8	804.00	1542.50					57857.05
9	804.00	1763.00					66125.80
10	804.00	1983.67					74400.85

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

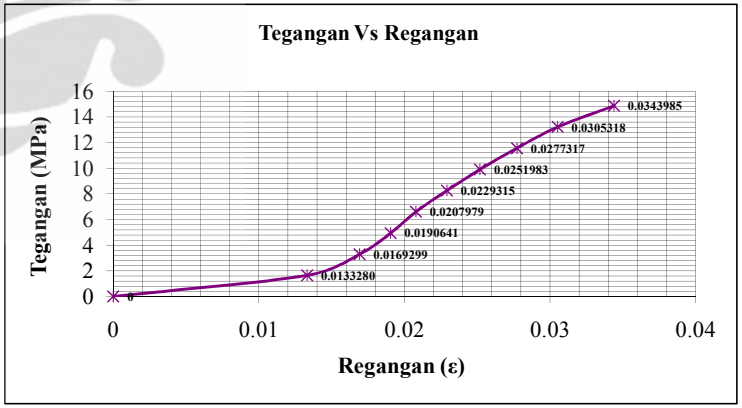
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	664.81	0	664.81
308671.875		308671.875	
618750		618750	
928828.125		928828.125	
1238906.25		1238906.25	
1548984.375		1548984.375	
1859062.5		1859062.5	
2169140.625		2169140.625	
2479218.75		2479218.75	
2789533.125		2789533.125	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	655.5	0.0E+00	3.116E+04	0	0	0	0.0026592	0	0
2	308671.875	309327.4	1.5E+07	1.546E+07	123.469	123.7	1.646	1.649	0.01333333	0.0133280
3	618750	619405.5	3.1E+07	3.097E+07	194.882	195.1	3.300	3.303	0.01693333	0.0169299
4	928828.125	929483.6	4.6E+07	4.647E+07	259.812	260.0	4.954	4.956	0.01906667	0.0190641
5	1238906.25	1239561.8	6.2E+07	6.198E+07	317.668	317.8	6.608	6.610	0.02080000	0.0207979
6	1548984.375	1549639.9	7.7E+07	7.748E+07	360.229	360.4	8.261	8.264	0.02293333	0.0229315
7	1859062.5	1859718.0	9.3E+07	9.298E+07	393.45	393.6	9.915	9.918	0.02520000	0.0251983
8	2169140.625	2169796.1	1.1E+08	1.085E+08	417.142	417.3	11.569	11.571	0.02773333	0.0277317
9	2479218.75	2479874.3	1.2E+08	1.240E+08	433.051	433.2	13.223	13.225	0.03053333	0.0305318
10	2789533.125	2790188.6	1.4E+08	1.395E+08	432.486	432.6	14.878	14.880	0.03440000	0.0343985



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	474.00	0.34	1394	12.00	50.00	784	846	203	433
2	150	1158.00	0.77	1504	12.00	50.00				
3	8.9281			0.0206						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.017	195.1
0.0172	203.3
0.019	260.0

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI =0

BENDA UJI 3 PAPAN PARTIKEL KAYU

NO	CAMPURAN			BEBAN (N)	ΔL (mm)	PROPERTI PENAMPANG					JARAK	REAKSI		MOMEN
					C	b (mm)	h (mm)	I (mm4)	Y (mm)	A (mm2)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
1	Papan Partikel Kayu			0.00	0.00	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	0	0	0
2				224.00	1.00	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	112	112	8400
3				446.00	1.32	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	223	223	16725
4				668.00	1.46	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	334	334	25050
5				890.00	1.61	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	445	445	33375
6				1112.00	1.77	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	556	556	41700
7				1334.00	1.92	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	667	667	50025
8				1556.00	2.08	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	778	778	58350
9				1778.00	2.34	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	889	889	66675
10				2000.40	2.72	12.00	49.20	119095	24.6	590.4	75	1000.2	1000.2	75015

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI ≠ 0

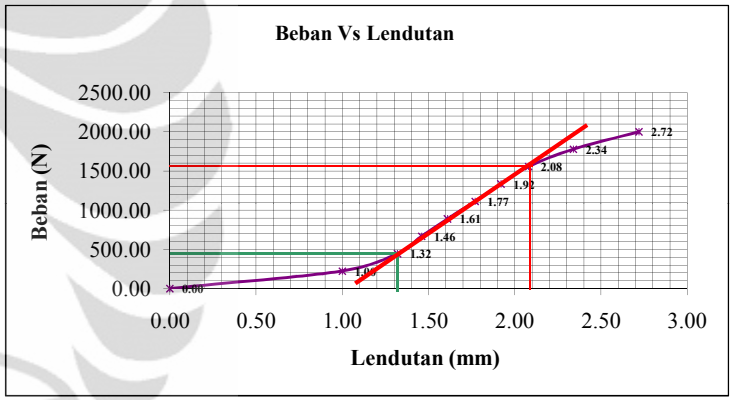
BENDA UJI 3

NO	DENSITY (Kg/m^3)	BEBAN (N)	q (N/mm')	REAKSI		Mq (Nmm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)	C	C
1	804.00	0.00	0.004652	0.349	0.349	13.083	13.08
2	804.00	224.00					8413.08
3	804.00	446.00					16738.08
4	804.00	668.00					25063.08
5	804.00	890.00					33388.08
6	804.00	1112.00					41713.08
7	804.00	1334.00					50038.08
8	804.00	1556.00					58363.08
9	804.00	1778.00					66688.08
10	804.00	2000.40					75028.08

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI

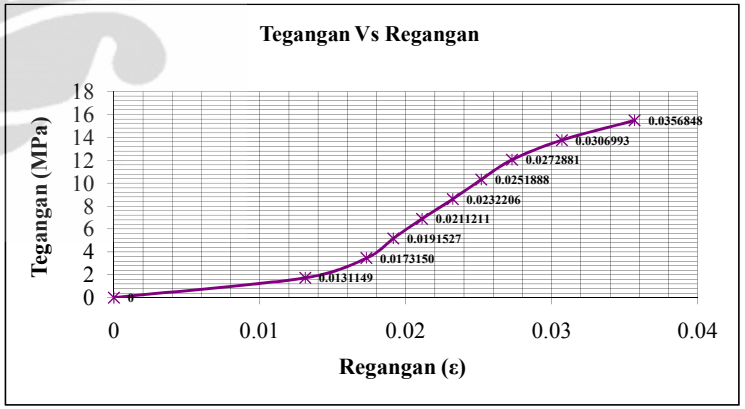
MOMEN AREA

Q1		Q2	
P	q	P	q
0	654.17	0	654.17
315000		315000	
627187.5		627187.5	
939375		939375	
1251562.5		1251562.5	
1563750		1563750	
1875937.5		1875937.5	
2188125		2188125	
2503312.5		2503312.5	
2813062.5		2813062.5	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	Ra' =Rb'		MC		E (Mpa)		TEGANGAN (Mpa)		ε	
	P	P+BS	P	BS+P	P	BS+P	P	P+BS	P	P + BS
1	0	655.5	0.0E+00	3.066E+04	0	0	0	0.0027025	0	0
2	315000	315655.5	1.6E+07	1.578E+07	132.247	132.5	1.735	1.738	0.01312000	0.0131149
3	627187.5	627843.0	3.1E+07	3.139E+07	199.479	199.7	3.455	3.457	0.01731840	0.0173150
4	939375	940030.5	4.7E+07	4.700E+07	270.123	270.3	5.174	5.177	0.01915520	0.0191527
5	1251562.5	1252218.0	6.3E+07	6.261E+07	326.363	326.5	6.894	6.897	0.02112320	0.0211211
6	1563750	1564405.5	7.8E+07	7.822E+07	370.91	371.1	8.613	8.616	0.02322240	0.0232206
7	1875937.5	1876593.0	9.4E+07	9.383E+07	410.20	410.3	10.333	10.336	0.02519040	0.0251888
8	2188125	2188780.5	1.1E+08	1.094E+08	441.655	441.8	12.053	12.055	0.02728960	0.0272881
9	2500312.5	2500968.0	1.3E+08	1.250E+08	448.594	448.7	13.772	13.775	0.03070080	0.0306993
10	2813062.5	2813718.0	1.4E+08	1.407E+08	434.195	434.3	15.495	15.498	0.03568640	0.0356848



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-58-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	Lendutan(mm)				SECANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	465.00	0.36	1292	12.00	49.20	763	862	220	434
2	150	1576.00	1.08	1459	12.00	49.20				
3	9.2985			0.0214						

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.0173	199.7
0.0178	219.9
0.0192	270.3