



UNIVERSITAS INDONESIA

**KAJIAN PERILAKU PELAT PAPAN PARTIKEL CACAH KOTAK
ASEPTIC- PHENOL FORMALDEHIDA TERHADAP BEBAN MERATA
DAN TERPUSAT YANG BEKERJA SECARA BERASAMAAN**

SKRIPSI

IDA P.O.R MANURUNG

0806369436

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

DEPOK

JUNI 2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDY OF THE BEHAVIOR OF SHREDDED ASEPTIC CONTAINERS
AND PHENOL FORMALDEHYDE PARTICLEBOARD SUBJECTED TO
A COUPLE OF CONCENTRATED LOAD**

THESIS

IDA P.O.R MANURUNG

0806369436

FACULTY OF ENGINEERING

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

DEPOK

JUNE 2011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Laporan yang berjudul "Kajian Perilaku Pelat Papan Pertikel Cacah Kotak aseptik – Phenol Formaldehisa Terhadap Beban Merata dan Terpusat Yang Bekerja Secara Bersamaan" ini disusun untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Strata 1 Program Studi Teknik Sipil Universitas Indonesia.

Pada kesempatan ini dengan segala hormat, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir Heru Purnomo selaku Dosen Pembimbing, atas segala bimbingan, dorongan dan nasehatnya yang sangat membantu penulis selama penyusunan skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.
2. Tidak lupa ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada seluruh Dosen yang pernah memberikan ilmu pengetahuan semasa menjalani studi Fakultas Teknik di Universitas Indonesia.

Dalam menyusun skripsi ini, penulis banyak dibantu dengan buku-buku, karya ilmiah, jurnal-jurnal konstruksi, serta ilmu-ilmu yang didapatkan dari pihak akademisi maupun praktisi dalam dunia konstruksi, serta beberapa artikel dan kutipan-kutipan yang berhubungan dengan materi.

Penulis sangat menyadari bahwa masih banyak kelemahan yang belum sempat disempurnakan dalam tulisan ini. Kritik dan saran sangat diharapkan dari pembaca demi kesempurnaan yang diharapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Depok, Juni 2011

(Ida P.O.R Manurung)
NPM. 0806369436

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
Telah saya nyatakan benar

Nama : Ida P.O.R Manurung

NPM : 0806369436

Tanda Tangan :

Tanggal : 16 Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini Diajukan Oleh

Nama : Ida P.O.R Manurung
NPM : 0806369436
Program Studi : Teknik sipil
Judul Skripsi : Kajian Perilaku Pelat Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik – Phenol Formaldehida terhadap Dua Beban Terpusat yang Bekerja Secara Bersamaan.

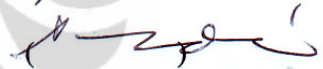
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Ir. Heru Purnomo



Penguji I : Ir. Syahril A. Rahim, MEng



Penguji II : Ir. Madsuri, MT



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 16 Juni 2011

SHEET OF APPROVAL

This Final assignment submitted by

Name : Ida P.O.R Manurung
NPM : 0806369436
Program Studi : Teknik sipil
Judul Skripsi : Study of The Behavior of Shredded Aseptic Containers and Phenol Formaldehyde Particleboard Subjected to a Couple of Concentrated Load.

Have succeeded to be submitted in examiner board and accepted as partial fulfillment needed to obtain S1 Degree in Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Indonesia

EXAMINER BOARD

Pembimbing I : Dr. Ir. Heru Purnomo

(*Heru Purnomo*)

Penguji I : Ir. Syahril A. Rahim, MEng

(*Syahril A. Rahim*)

Penguji II : Ir. Madsuri, MT

(*Madsuri*)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 16 Juni 2011

ABSTRACT

Nama : Ida Prihatin Oktavia Roselina Manurung
Program Studi : Civil Engineering
Judul : Study of The Behavior of Shredded Aseptic Containers and Phenol Formaldehyde Particleboard Subjected to a Couple of Concentrated Load.

This study describes the behavior of particle board with plate count of *aseptic* box that uses phenol formaldehyde particleboard subjected to a couple of concentrated load. Particle board is made of aseptic material which is a material used for packaging beverages that are difficult to recycling. Aseptic material contains a type of silica contained in the aluminum layer of aseptic packaging. Section allows to increase the strength of particle board. For test in particle board used in accordance with regulations JIS (Japanese Industrial Standards) A 5908-2003 and SNI 03 – 2105 – 2006 on particleboard. From this research, the review is the power of board particle counting aseptic box is burdened by the a couple of concentrated load. For the mix design calculations using trial and error method in order to get the composition that produces the greatest strength.

Key words :

Particleboard, mince aseptic box, phenol formaldehyde, plates, concentrated load.

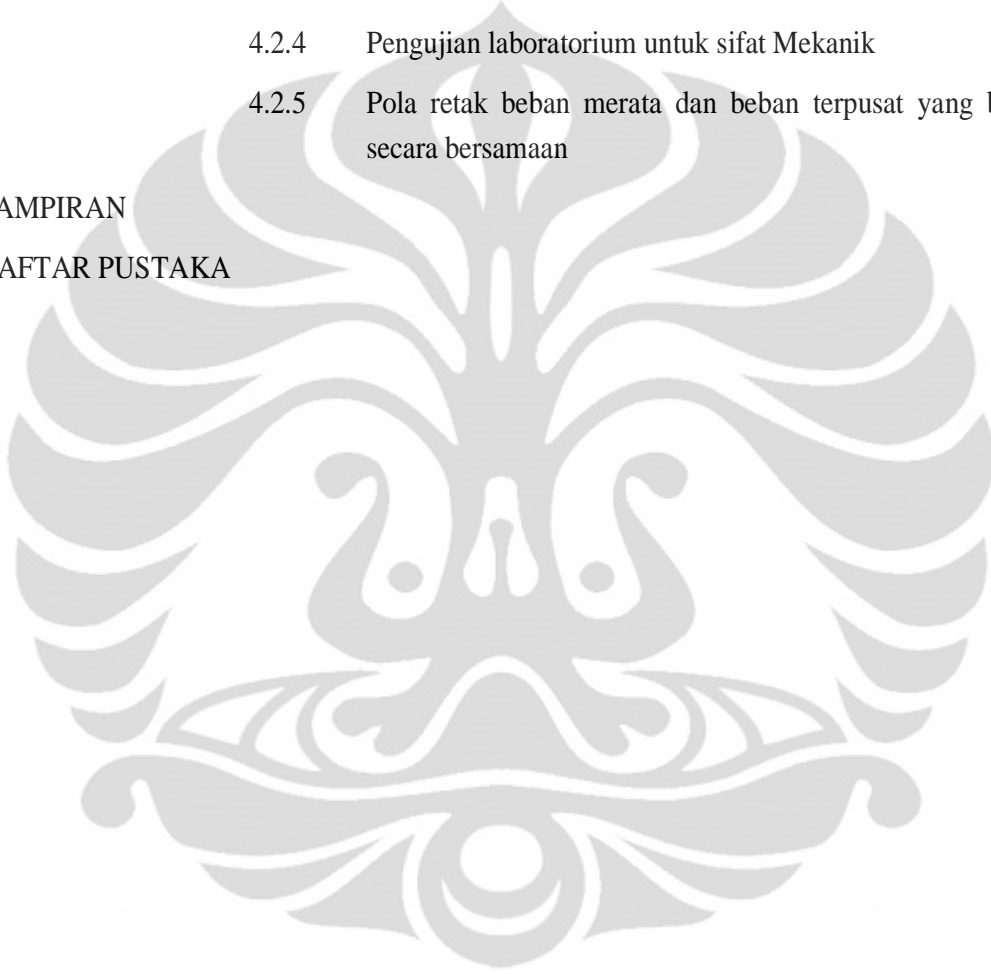
Daftar Isi

Halaman Judul		i
Kata Pengantar		ii
Daftar Isi		iii
Daftar Tabel		vi
Daftar Gambar		vii
Abstrak		vi
BAB I	Pendahuluan	6
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Tujuan Penelitian	3
	1.3 Batasan Penelitia	4
	1.4 Hipotesa	4
	1.5 Metodologi Penelitian	5
	1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II	Landasan Teori	
	2.1 Papan Partikel	7
	2.1.1 Pengertian Papan Partikel	7
	2.1.2 Jenis – jenis Papan Partikel	8
	2.1.3 Sifat – sifat dan penggunaan Papan Partikel	11
	2.1.4 Faktor yang mempengaruhi mutu papan partikel	13
	2.1.5 Kelebihan dan Kelemahan Papan Partikel	14
	2.1.6 Syarat Lulus Uji	15
	2.2 Kotak Aseptik	
	2.2.1 Pengertian Kotak Aseptik	15
	2.2.2 Fungsi Kemasan Kotak Aseptik	17
	2.2.3 Jenis – jenis Kotak Aseptik	18
	2.2.4 Bahan – bahan yang terdapat pada Kotak Aseptik	23
	2.2.5 Proses daur ulang kotak aseptic	30

2.3	Perekat	
2.3.1	Pengertian Perkekat	33
2.3.2	Jenis – jenis Perekat	34
2.3.3	Phenol Formaldehida	35
2.4	Pelat	
2.4.1	Pengertian Pelat	42
2.4.2	Jenis – jenis Tumpuan secara Umum	43
2.4.3	Syarat Tumpuan pada Pelat	44
2.4.4	Kondisi Tepi (syarat batas) pelat menurut teori lentur	46
2.4.5	Distribusi Gaya dalam Pelat	49
2.4.7	Pola retak pada pelat akibat beban	51
2.5	Beban	
2.5.1	Jenis – jenis Pembebanan	52
2.6	Persyaratan Pengujian Papan Partikel	55
2.6.1	Pengujian Papan Partikel secara mekanis	56
2.6.2	Cara Uji Papan Partikel secara visual dan Laboratorium	57
2.6.3	Cara Uji Papan Partikel secara mekanis di Laboratorium	58
2.7	Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik dengan Phenol Formaldehida	
2.7.1	Sifat Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik	63
2.7.2	Kelebihan dan Kekurangan Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik	64
2.7.3	Material Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik	64
2.8	Penelitian Sebelumnya	
2.8.1	Sifat Campuran Mortar dan Cacahan Kotak Aseptik	65
2.8.2	Sifat Fisik dan Mekanik papan papan partikel	66
BAB III	Metodologi Penelitian	
3.1	Waktu dan tempat pelaksanaan	72
3.2	Bahan dan alat yang digunakan	

3.2.1	Persiapan Bahan baku	72
3.2.2	Persiapan bahan perekat	72
3.3	Persiapan alat	72
3.4	Proses pembuatan benda uji papan partikel	
3.4.1	Persiapan alat	75
3.4.2	Pembuatan lembaran	75
3.4.3	Pengepresan	76
3.4.4	Pengkondisian	76
3.5	Teknologi Pengujian laboratorium	
3.5.1	Pengujian visual	
3.5.1.1	Uji Dimensi	79
3.5.1.2	Uji mutu penampilan	81
3.5.2	Pengujian Laboratorium	
3.5.2.1	Uji Kadar Air	82
3.5.2.2	Uji Daya Serap	85
3.5.2.3	Uji pengembangan tebal setelah direndam	86
3.5.2.4	Uji kuat lentur kering dan modulus elastisitas	87
3.5.2.5	Uji kuat lentur basah	92
3.5.2.6	Pola retak beban merata dan terpusat yang bekerja secara bersamaan	95
BAB IV	Data dan Analisa	
4.1	Perhitungan Kebutuhan Bahan Benda Uji	71
4.2	Hasil Pengujian Laboratorium	
4.2.1	Pengujian Emisi	72
4.2.2	Pengujian Visual dan Penampilan	72
4.2.3	Pengujian laboratorium untuk sifat fisik	72
4.2.4	Pengujian laboratorium untuk sifat Mekanik	99
4.2.5	Pola retak beban merata dan beban terpusat yang bekerja secara bersamaan	131

BAB V	Kesimpulan	
5.1	Kesimpulan	160
5.1.1	Emisi formaldehida	160
5.1.2	Sifat Fisik	160
5.1.3	Sifat Mekanik	161
4.2.4	Pengujian laboratorium untuk sifat Mekanik	99
4.2.5	Pola retak beban merata dan beban terpusat yang bekerja secara bersamaan	131
LAMPIRAN		
DAFTAR PUSTAKA		



Daftar Tabel

Tabel 2.1	Penggunaan kertas sebagai bahan pengemas di dunia	26
Tabel 2.2	Perbedaan Sifat Plastik Termoplastic dan Plastik Termosetting	29
Tabel 2.3	Polyacetilen dengan Kondisi Temperatur tertentu	31
Tabel 2.4	Contoh polimer termoset	38
Tabel 2.5	Uji Kekuatan rekat resin tannin phenol formaldehida tanpa ekstender	41
Tabel 2.6	Syarat emisi formaldehida	42
Tabel 2.7	Perbandingan kekuatan dari specimen yang mengandung 2 geometri	70
Tabel 2.8	Perbandingan kuat lentur dari spesiemen	70
Tabel 3.1	Variasi aseptic dengan phenol formaldehida	74

Daftar Gambar

Gambar 1.1	Bahan Pembuat Tetrapak	2
Gambar 1.2	Lapisan Penyusun Kotak Aseptik	3
Gambar 2.1	Lapisan Penyusun Kotak Aseptik	16
Gambar 2.2	Tetra Brik	20
Gambar 2.3	Tetra Brik edge	20
Gambar 2.4	Tetra Gemina	21
Gambar 2.5	Tetra Recart	21
Gambar 2.6	Tetra Pop	22
Gambar 2.7	Tetra Rex	22
Gambar 2.8	Tetra Prisma	23
Gambar 2.9	Tetra Fino	23
Gambar 2.10	Tetra Classic	23
Gambar 2.11	Reaksi Methylosasi	39
Gambar 2.12	Reaksi Methylenasi	40
Gambar 2.13	Reaksi adisi	40
Gambar 2.14	Reaksi Kondensasi Polimerasi	41
Gambar 2.15	Perletakan sendi dan reaksi yang ditumpu	44
Gambar 2.16	Perletakan geser dan reaksi yang ditumpu	44
Gambar 2.17	Perletakan jepit dan reaksi yang ditumpu	45
Gambar 2.18	Tumpuan bebas	46
Gambar 2.19	Tumpuan Terjepit penuh	46
Gambar 2.20	Tumpuan Jepit Elastis	47
Gambar 2.21	Jenis – jenis Tumpuan	48
Gambar 2.22	Pengaruh tepi dari momen punter	49
Gambar 2.23	Pelat satu arah tumpuan sederhana	51
Gambar 2.24	Pelat dua arah dengan perletakan sederhana	52
Gambar 2.25	Distribusi Beban dalam bentuk amplop	52

Gambar 2.26	Ilustrasi konsentrasi tegangan pada pelat	54
Gambar 2.27	Muatan beban terpusat	56
Gambar 2.28	Beban merata	56
Gambar 2.29	Beban terbagi merata	57
Gambar 3.1	Alat cetak papan partikel dan alat press hidrolik	75
Gambar 3.2	Pengujian panjang, lebar dan tebal papan partikel	77
Gambar 3.3	Pengukuran siku papan partikel	77
Gambar 3.4	Pengukuran contoh uji kerapatan	80
Gambar 3.5	Uji kuat lentur kering dan modulus elastisitas lentur	82
Gambar 3.6	Mesin kuat tekan	85
Gambar 3.7	Beban merata dan terpusat dengan tumpuan 4 (empat) sendi	87

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isu global warming kian gencar diserukan sejumlah lembaga swadaya masyarakat dan penggiat lingkungan. Apalagi pemerintah Indonesia terus mengencarkan isu ini dengan sejumlah kebijakan agar perusahaan kian peduli lingkungan terutama sampah yang menjadi masalah yang berkepanjangan. Penanganan sampah yang jumlahnya sangat banyak kesannya dilakukan perencanaan. Itu terlihat dari penentuan lokasi pembuangan sampah yang tidak memperhatikan dampak jangka panjang. Oleh karena itu, perlu dipikirkan strategi untuk menangani dan mendaur ulang sampah yang ada terutama kotak aseptik yang saat ini tidak ada solusi dalam mendaur ulang. Di Indonesia, saat ini kemasan Tetrapack sudah banyak digunakan oleh industri-industri makanan ternama. Di sisi lain penggunaan dalam skala besar menimbulkan permasalahan di bidang lingkungan karena kemasan Tetrapack sendiri tidak ikut dikonsumsi atau dengan kata lain menjadi sampah. Di Bandung, contohnya, Berdasarkan hasil survei di beberapa franchise –Indomaret, Yomart, Alfamart, Circle K– di kota Bandung, jumlah tetrapack yang dikonsumsi per hari mencapai angka sekitar 30.000 kemasan. Dapat dibayangkan jumlah Tetrapack yang dikonsumsi dalam kurun waktu 1 tahun akan menimbulkan suatu permasalahan sampah yang serius. Sampai saat ini penanganan sampah Tetrapack masih dilakukan dengan metode yang kurang tepat, setidaknya dalam skala rumah tangga. Biasanya sampah tetrapack dibakar bersama dengan sampah organik lainnya. Ketika dibakar, kertas karton dan polietilen akan habis terbakar, namun logam Al tidak ikut terbakar dan dikubur dalam tanah. Logam aluminium dalam tanah dapat mengakibatkan pencemaran tanah. Lalu hasil dari pembakaran kertas karton dan polietilen pun akan berdampak pada pencemaran udara karena pembakaran tersebut menghasilkan senyawa polutan yang dapat membahayakan lingkungan. Kemungkinan lainnya adalah adanya pelarut yang dapat melarutkan logam aluminium sisa pembakaran tadi dan membawa sisa logam tersebut ke perairan dan menyebabkan pencemaran air. Jikalau pun dibakar di kolom insinerasi dengan

suhu yang tinggi, aluminiumnya hanya akan meleleh untuk sementara waktu. Lelehan aluminium ini akan kembali menjadi padatan dan membentuk kerak pada insinerator saat terjadi penurunan suhu. Maka untuk mengurangi dampak yang timbul akibat dari limbah kotak aseptik dari pemakaian yang dilakukan maka perlu dicari alternatif pemecahan masalah agar polusi yang terjadi tidak banyak, salah satu diantaranya dimanfaatkan sebagai bahan baku campuran papan partikel dengan bahan perekat phenol formaldehida. Untuk perekat yang digunakan adalah phenol formaldehida yang mempunyai harga yang lebih murah.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sifat – sifat papan partikel kotak aseptik dengan bahan perekat phenol formaldehida.

Tetra Pak yang terdapat dipasaran terdiri dari beberapa jenis antara lain: *Tetra Rex, Tetra Top, Tetra Fino (in front), Tetra Gemina, Tetra Recart(in front), TetraWedge (in front), Tetra Prisma, Tetra Brik and Tetra Classic (in front)* (www.tetrapak.com). *Tetra Brik* adalah jenis *Tetra pak* yang digunakan sebagai kemasan kotak minuman.



Tetra Pak has plants worldwide for the manufacture of carton based packaging material. This material is delivered in rolls – for efficient and economical handling in the warehouse and during transport.

Sumber : www.tetrapak.com

Gambar 1.1 Bahan Pembuat Tetra Pak.

Material penyusun kotak aseptik terdiri dari polyethylene, printed design, paper ,dan aluminium foil. Polyethylene berfungsi agar air atau benda cair tidak dapat keluar dari kemasan dan melindungi *printed design* pada kemasan,

aluminium foil berfungsi untuk melindungi minuman dari cahaya dan oksigen dari luar kemasan sehingga minuman akan tahan lama dan kertas merupakan bahan utama yang memberi bentuk pada kemasan itu sendiri.

Perekat yang digunakan untuk pembuatan pelat papan partikel aseptik digunakan zat kimia phenol formaldehida. Phenol formaldehida merupakan perekat yang sering digunakan sebagai perekat papan partikel. Pemilihan perekat phenol formaldehida didasarkan peraturan SNI 03 – 2105 – 2006 dan JIS A 5908 – 2003 mengenai papan partikel. Selain itu, phenol formaldehida juga mudah didapatkan dipasaran.

Phenol formaldehida adalah senyawa kimia yang digunakan sebagai perekat papan partikel yang digunakan dengan cara *hot press* pada tekanan 10 kg/cm² dengan temperature 130-135°C.

Perbandingan komposisi campuran yang digunakan ditentukan dengan metode trial dan error sehingga diharapkan dapat menghasilkan pelat papan partikel yang kuat dan memenuhi standar SNI dan JIS. Test yang dilakukan pada penelitian ini yaitu test fisik dan test mekanik, adapun test fisik yang dilakukan adalah uji visual dan penampilan, uji kerapatan, kadar air, daya serap, uji pengembangan sedangkan untuk test mekanik yang dilakukan adalah modulus elastisitas arah pendek, modulus elatstisitas arah panjang, uji kuat lentur arah pendek, uji kuat lentur arah panjang, keteguhan tarik, uji cabut sekrup dan mengetahui Pola Retak dari pelat papan partikel dengan menggunakan dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan yang tujuannya untuk mengetahui kekuatan dari pelat papan partikel. Dari penelitian ini diharapkan dapat mengurangi limbah buangan kotak *aseptic* sehingga dapat terwujud suatu konstruksi yang sesuai dengan pengurangan sampah akibat kotak aseptik.

1.2 Tujuan Penelitian

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

Tujuan dari penelitian ini :

- Mempelajari dan menganalisa sifat fisik papan partikel dengan menggunakan cacah kotak *aseptic* dan *phenol formaldehida* sebagai perekatnya.
- Mempelajari dan menganalisa sifat mekanik papan partikel dengan menggunakan cacah kotak *aseptic* dan *phenol formaldehida* sebagai perekatnya.
- Mencari jumlah komposisi *phenol formaldehida* dengan cacah kotak *aseptic* yang menghasilkan papan partikel yang memenuhi standart.
- Mencari jumlah komposisi *phenol formaldehida* dengan cacah kotak *aseptic* yang menghasilkan papan partikel yang terkuat bila dibebani dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan.

1.3 Batasan Penelitian

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas, maka penelitian papan partikel cacah kotak *aseptic* dibatasi pada hal – hal sebagai berikut :

- Bahan utama yang digunakan pada pembuatan papan partikel adalah kotak *aseptic* yang digunakan sebagai kemasan minuman seperti *Tetra pak* jenis *Tetra Brik*.
- *Phenol formaldehida* sebagai perekat kotak *aseptic*.
- Standard pengujian untuk sifat fisik dan sifat mekanik papan partikel adalah SNI 03 – 2105 – 2006 dan JIS A 5908 – 2003.
- Untuk pemeriksaan sifat – sifat *phenol formaldehida* hanya dilakukan dengan pengujian emisi formaldehida pada panel kayu adalah SNI 03 – 2105 – 2006 dan JIS A 5908 – 2003.
- Pengujian yang dilakukan adalah uji visual dan penampilan, uji kerapatan, kadar air, daya serap, uji pengembangan, modulus elastisitas arah pendek, modulus elatstisitas arah panjang, uji kuat lentur arah pendek, uji kuat lentur arah panjang, keteguhan tarik, uji cabut sekrup dan pola retak pelat komposit akibat beban merata dan terpusat yang bekerja secara bersamaan.
- Perhitungan *mix design* dengan metode *trial and error*.

1.4 Hipotesa

Dengan percobaan ini diharapkan akan menghasilkan papan partikel yang memiliki sifat fisik dan mekanik yang tinggi. Dengan catatan, bahan yang digunakan pada papan partikel adalah cacah kotak *aseptic*, phenol formaldehida, dan lapisan permukaannya menggunakan glasir. Pada waktu cacahan kotak *aseptic* diberi perekat Phenol formaldehida dan diberi lapisan permukaan dengan glasir maka terbentuk suatu papan partikel yang kuat sehingga menghasilkan pola retak terhadap dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang akan digunakan berbentuk percobaan di laboratorium. Percobaan dilakukan dengan metode *trial and error* karena belum ada perhitungan *mix design* yang pasti. Benda uji adalah papan partikel cacah kotak *aseptic* dengan menggunakan perekat *phenol formaldehyde* dan menggunakan formika sebagai lapisan terluarnya sehingga terbentuk papan partikel.

Uraian kegiatan adalah berdasarkan :

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

1.6 Sistematika Penulisan

HALAMAN JUDUL

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : LANDASAN TEORI

Tentang pengumpulan teori, referensi tentang, papan partikel cacah kotak *aseptic* yang mencakup pengertian papan partikel, material-material utama seperti kotak *aseptic*, perekat phenol formaldehida dan lapisan permukaannya menggunakan formika. Selain itu, bab ini juga berisi tentang beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan metode – metode yang digunakan dan tentang diagram alir metode penelitian yang akan dilakukan, yaitu bagaimana penulis melakukan rencana penelitian berdasarkan landasan teori yang sudah ada. Diawali dengan menentukan standar pengujian yang akan digunakan, penyelidikan dan penelitian bahan papan partikel cacah kotak *aseptic*, menentukan jumlah sample, variasi *mix design* sampai pada tahap pelaksanaan pengujian yaitu uji visual dan penampilan, uji kerapatan, kadar air, daya serap, uji pengembangan, modulus elastisitas arah pendek, modulus elastisitas arah panjang, uji kuat lentur arah pendek, uji kuat lentur arah panjang, keteguhan tarik, uji cabut sekrup dan pola retak pelat komposit akibat dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan.

BAB IV : ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang data – data yang diperoleh dari hasil penelitian serta analisa dari data – data tersebut.

BAB V : KESIMPULAN

Berisikan kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Papan Partikel

2.1.1 Pengertian Papan Partikel

- Papan partikel merupakan papan tiruan yang dibuat dari campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan phenol formaldehida sebagai perekatnya [1].
- Papan Partikel merupakan produk panil yang berupa 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. Pada percobaan ini bahan papan partikel yang digunakan adalah cacah kotak aseptic, perekat phenol formaldehida (tipe P) dan bahan dekoratif.
- Papan partikel adalah papan buatan yang terbuat dari serpihan kayu, tahan api dan merupakan bahan isolasi serta bahan akustik yang benar. Namun pada umumnya kelemahan papan partikel sebagai bahan bangunan adalah stabilitas dimensi yang rendah sehingga kebanyakan produk papan partikel ini hanya dipakai untuk interior [2].
- Sebagai salah satu produk komposit, papan partikel mempunyai kelemahan stabilitas dimensi. Pengembangan tebal papan partikel sekitar 10-25% dari kondisi kering ke basah melebihi pengembangan kayu utuhnya. Pengembangan panjang dan tebal pada papan partikel ini sangat besar pengaruhnya pada pemakaian terutama bila digunakan sebagai bahan bangunan [3].

2.1.2 Jenis – jenis Papan Partikel [1].

Papan Partikel dapat di bedakan berdasarka beberapa jenis yaitu :

- a. Berdasarkan kerapatannya papan partikel dibagi atas 3 yaitu :
 - Papan partikel berkerapatan rendah (*single density particleboard*) yaitu yang mempunyai kerapatan kurang dari $0,4 \text{ g/cm}^3$.
 - Papan partikel berkerapatan sedang (*medium density particleboard*) yaitu papan yang mempunyai kerapatan antara $0,4 - 0,8 \text{ g/cm}^3$.
 - Papan partikel berkerapatan tinggi (*high density particleboard*) yaitu yang mempunyai kerapatan lebih dari $0,8 \text{ g/cm}^3$.
- b. Berdasarkan penyebaran partikel dalam pembentukan lembaran yaitu :
 - Papan partikel homogen (*single layer board*), papan ini tidak memiliki perbedaan ukuran partikel bagian tengah dan permukaan.
 - Papan partikel berlapis tiga (*three layer board*) yaitu partikel pada bagian permukaan lebih halus dibandingkan dengan partikel bagian bawahnya.
 - *Oriented particleboard* yaitu papan partikel yang terbuat atas banyak partikel kayu berbentuk strand yang tersusun pada arah yang sama.
- c. Berdasarkan dari morfologi papan partikel yaitu :
 - *Flakes* merupakan bentuk partikel yang paling umum, dimensinya bervariasi dengan ketebalan antara $0,2 - 0,5 \text{ mm}$, panjang antara $10 - 50 \text{ mm}$ dan lebar antara $2 - 25 \text{ mm}$. Flakes yang berukuran besar dan persegi dengan ukuran panjang dan lebar berturut – turut $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} - 7 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$ dan tebal antara $0,6 - 0,8 \text{ mm}$ yang disebut *wafer*.
 - *Slivers* diproduksi melalui perajangan limbah – limbah kayu dengan mesin hammer mill. Silvers berbentuk serpihan antara dengan tebal sampai 5 mm dan panjang sampai $1,5 \text{ cm}$. Partikel ini biasanya dicampur dengan *flakes*.
 - *Fines* diproduksi pada mesin *impact mill*. *Fines* dapat berupa serbuk gergaji atau serbuk hasil pengampelasan. Partikel – partikel ini dapat digunakan untuk lembaran permukaan papan partikel.

- d. Berdasarkan bentuknya yaitu :
- Berbentuk datar dengan ukuran relatif panjang, relative lebar dan relatif tipis sehingga disebut panel,
 - Berbentuk yang tidak datar (papan partikel lengkung) dan mempunyai bentuk tertentu tergantung pada acuan (cetakan) yang dipakai seperti bentuk kotak radio.
- e. Berdasarkan cara pengempaannya yaitu :
- 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.
- f. Berdasarkan mutu penampilan yaitu :
- Mutu A
 - Mutu B
 - Mutu C
 - Mutu D
- g. Berdasarkan sifat perekatnya yaitu :
- Interior
 - Eksterior
- h. Berdasarkan macam perekatnya yaitu :
- Tipe U (Urea formaldehida ata setaranya)
 - Tipe M (melamin urea formaldehida atau yang setaranya)
 - Tipe P (phenol formaldehida atau setaranya)
- i. Berdasarkan emisi formaldehida yaitu :
- 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.
- j. Berdasarkan Susunan Partikel yaitu :
- 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.

k. Berdasarkan arah partikel yaitu :

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 untaian (*strand*) sehingga disebut papan untaian terarah (*oriented strand board* atau OSB).

l. Berdasarkan penggunaan yaitu :

Berdasarkan penggunaan yang berhubungan dengan beban, papan partikel dibedakan menjadi :

- Papan partikel penggunaan umum digunakan untuk membuat mebel, pengikat dinding
- Papan partikel struktural (memerlukan kekuatan yang lebih tinggi) digunakan untuk membuat komponen dinding, peti kemas.

m. Berdasarkan pengolahan yaitu :

- 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 veneer indah, dilapisi kertas aneka corak.

n. Berdasarkan tegangan lentur yaitu :

- Untuk papan partikel biasa atau dekoratif, dibagi menjadi tiga tipe yaitu :
 - Tipe 18
 - Tipe 13
 - Tipe 8

- Untuk papan partikel berlapis venir hanya satu tipe saja yaitu tipe 30-15.
- Papan partikel biasa struktural, dibagi menjadi 2 tipe yaitu :
 - Tipe 24 – 10
 - Tipe 17,5 – 10,5

2.1.3 Sifat – sifat dan Penggunaan Papan Partikel [2]

Mutu papan partikel meliputi cacat, ukuran, sifat fisis, sifat mekanis, dan sifat kimia. Dalam standar papan partikel yang dikeluarkan oleh beberapa negara masih mungkin terjadi perbedaan dalam hal kriteria, cara pengujian, dan persyaratannya.

1. Cacat

Pada Standar Indonesia 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.

2. Ukuran

Penilaian panjang, lebar, tebal dan siku terdapat pada semua standar papan partikel. Dalam hal ini, dikenal adanya toleransi yang tidak selalu sama pada setiap standar. Dalam hal ini, papan partikel dibedakan untuk papan partikel yang dihaluskan kedua permukaannya, dihaluskan satu permukaannya dan tidak dihaluskan permukaannya.

3. Sifat Fisik

1. Menurut Standar Indonesia tahun 1983 persyaratannya 0,50-0,70 g/cm³, sedangkan menurut Standar Indonesia tahun 1996 persyaratannya 0,50-0,90 g/cm³. Ada standar papan partikel yang mengelompokkan menurut kerapatannya, yaitu rendah, sedang, dan tinggi.
2. Kadar air papan partikel ditetapkan dengan cara yang sama pada semua standar, yaitu metode oven (metode pengurangan berat). Walaupun persyaratan kadar air tidak selalu sama pada setiap standar, perbedaannya tidak besar (kurang dari 5%).

3. Pengembangan tebal papan partikel ditetapkan setelah contoh uji direndam dalam air dingin (suhu kamar) atau setelah direndam dalam air mendidih, cara pertama dilakukan terhadap papan partikel interior dan eksterior, sedangkan cara kedua untuk papan partikel eksterior saja. Menurut Standar Indonesia tahun 1983, untuk papan partikel eksterior, pengembangan tebal ditetapkan setelah direbus 3 jam, dan setelah direbus 3 jam kemudian dikeringkan dalam oven 100 °C sampai berat contoh uji tetap. Ada papan partikel interior yang tidak diuji pengembangan tebalnya, misalnya tipe 100 menurut Standar Indonesia Tahun 1996, sedangkan untuk tipe 150 dan tipe 200 diuji pengembangan tebalnya. Menurut standar FAO, pada saat mengukur pengembangan tebal ditetapkan pula penyerapan airnya (absorpsi).

4. Sifat Mekanik

1. Keteguhan (kuat) lentur umumnya diuji pada keadaan kering meliputi modulus patah dan modulus elastisitas. Pada Standar Indonesia tahun 1983 hanya modulus patah saja, sedangkan pada Standar Indonesia Tahun 1996 meliputi modulus patah dan modulus elastisitas. Selain itu, pada standar ini ada pengujian modulus patah pada keadaan basah, yaitu untuk papan partikel tipe 150 dan 200. Bila papan partikelnya termasuk tipe I (eksterior), pengujian modulus patah dalam keadaan basah dilakukan setelah contoh uji direndam dalam air mendidih (2 jam) kemudian dalam air dingin (suhu kamar) selama 1 jam. Untuk papan partikel tipe II (interior) pengujian modulus patah dalam keadaan basah dilakukan setelah contoh uji direndam dalam air panas (70 °C) selama 2 jam kemudian dalam air dingin (suhu kamar) selama 1 jam.
2. Keteguhan rekat internal (kuat tarik tegak lurus permukaan) umumnya diuji pada keadaan kering, seperti pada Standar Indonesia tahun 1996. Pada Standar Indonesia tahun 1983 pengujian tersebut dilakukan pada keadaan kering untuk papan partikel mutu I (eksterior) dan mutu II (interior). Pengujian pada keadaan basah, yaitu setelah direndam dalam air mendidih (2 jam) dilakukan hanya pada papan partikel mutu I saja.

3. Keteguhan (kuat) pegang skrup diuji pada arah tegak lurus permukaan dan sejajar permukaan serta dilakukan pada keadaan kering saja. Menurut Standar Indonesia tahun 1996 pengujian tersebut dilakukan pada papan partikel yang tebalnya di atas 10 mm.

5 Sifat Kimia

Emisi formaldehida dapat dianggap sebagai sifat kimia 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.

2.1.4 Faktor yang mempengaruhi mutu papan partikel [4]

Beberapa faktor yang mempengaruhi mutu partikel, antara lain :

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%.

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.

2.1.5 Kelebihan dan Kelemahan Papan Partikel [4]

- Papan partikel mempunyai beberapa kelebihan yaitu :
 1. Papan partikel bebas dari mata kayu, pecah dan retak.
 2. Ukuran dan kerapatan papan partikel dapat disesuaikan dengan kebutuhan
 3. Tebal dan kerapatannya seragam serta mudah dikerjakan
 4. Mempunyai sifat isotropis

5. Sifat dan kualitasnya dapat diatur

- Papan partikel mempunyai kelemahan stabilitas dimensi yang rendah. Pengembangan tebal papan partikel sekitar 10 – 25% dari kondisi kering ke basah melebihi pengembangan kayu utuhnya.

2.1.6 Syarat Lulus Uji [4]

- Contoh papan partikel

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

- Partai papan partikel

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

- Apabila 90% atau lebih dari jumlah contoh lulus uji maka partai tersebut dinyatakan lulus uji.
- 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.
- Apabila kurang dari 70% dari jumlah lulus uji maka partai tersebut dinyatakan tolak uji.

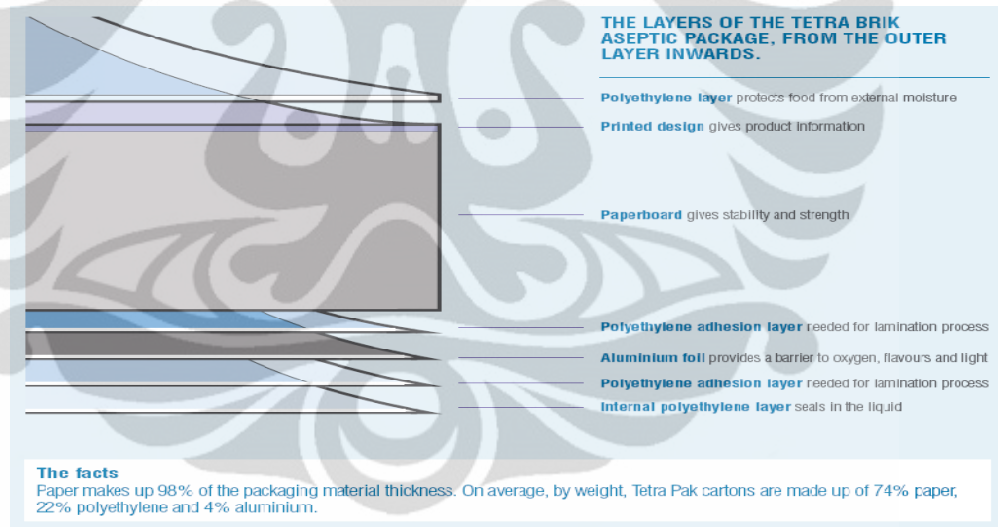
2.2 Kotak Aseptik (Tetrapak)

2.2.1 Pengertian Kotak Aseptik

Kotak aseptik mempunyai ketahanan terhadap cahaya dan bersifat kedap air, karena itu cocok digunakan sebagai pelat papan partikel. Kotak aseptik yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah kemasan minuman. Penentuan ukuran cacah kotak yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode trial and error sehingga belum dapat ditentukan ukuran cacah kotak yang pasti tetapi sebagai percobaan awal digunakan ukuran 0.5 cm x 2 cm x 0.05 cm (lebar x panjang x tebal) dan 0.5 cm x 1 cm lebar x 0.05 cm (lebar x lebar x tebal).

Tetra pak adalah kotak minuman yang biasa digunakan, antara lain untuk minuman susu, teh, dll. Kotak ini terdiri dari lapisan kertas, aluminium dan plastik yang tidak hanya anti bocor, namun juga bisa melindungi isi kemasan dari

ancaman bakteri. Karena kelebihan ini, banyak produk yang kemudian dikemas dengan menggunakan kemasan aseptik. Akibat, jumlah total kemasan aseptik yang digunakan di seluruh dunia setiap tahunnya menambah jumlah sampah di perkotaan 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 juga harus tahan lama dan tahan dari cahaya, dan terbuat dari karton khusus dengan kekuatan dan kekakuan yang baik. Komposisi bahan tetra pak terdiri dari laminasi kertas, polietilen dan aluminium foil, untuk paket aseptik. Kombinasi bahan ini bervariasi sesuai masing-masing kategori produk yang dibuat. Bahan-bahan ini dapat dicetak menggunakan *flexography*, Litografi cetak benam. Kertas atau karton membuat paket kaku. Plastik menjadikan tetra pak ketat dan sebagai segel dan aluminium foil menahan cahaya dan oksigen dari luar.



Sumber : www.tetrapak.com

Gambar 2.1 Lapisan Penyusun Kotak Aseptik

Kegunaan bahan-bahan penyusun tetra pak yaitu :

1. Lapisan polyethylene melindungi makanan dari uap air eksternal
2. *Paperboard* memberikan stabilitas dan kekuatan
3. Aluminium foil memberikan penghalang untuk oksigen, bau dan cahaya dari luar

4. Polyethylene adhesi lapisan diperlukan untuk proses laminasi
5. Lapisan polietilen internal sebagai segel dari isi kemasan atau cairan.
6. Polyethylene adhesi lapisan diperlukan untuk proses laminasi
7. Desain cetak memberikan informasi produk

Sebesar 96% bahan penyusun kemasan tetra pak yaitu kertas. Dari 96% kertas tersebut terdapat 74% kertas, 22% polietilen dan 4% aluminium.

2.2.2 Fungsi Kemasan Kotak Aseptik [5]

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, kemasan didefinisikan sebagai bungkus pelindung barang dagangan. Dengan kata lain, kemasan adalah wadah atau tempat yang terbuat dari timah, kayu, kertas, gelas, besi, plastik, selulosa transparan, kain, karton, atau material lainnya, yang digunakan untuk penyampaian barang dari produsen ke konsumen. Dalam industri makanan atau pangan, kemasan mempunyai peranan yang sangat penting. Fungsi kemasan adalah:

1. Melindungi produk terhadap pengaruh cuaca, sinar matahari, benturan, kotoran dan lain-lain,
2. Menarik perhatian konsumen,
3. Memudahkan distribusi, penyimpanan dan pemajangan (*display*),
4. Tempat penempelan label yang berisi informasi tentang nama produk, komposisi bahan (*ingredient*), isi bersih, nama dan alamat produsen/importir, nomor pendaftaran, kode produksi, tanggal kadaluwarsa, petunjuk penggunaan, informasi nilai gizi (*nutrition fact*), tanda halal, serta klaim/pernyataan khusus.

Kemasan juga harus dirancang agar memenuhi beberapa persyaratan penting, yaitu:

1. Faktor ergonomi, meliputi kemudahan untuk dibawa, dibuka, dan dipegang,
2. Faktor estetika, meliputi paduan warna, logo, ilustrasi, huruf dan tata letak tulisan,
3. Faktor identitas agar tampil beda dengan produk lain dan mudah dikenali.

2.2.3 Jenis – jenis Kotak Aseptik

- a. Berdasarkan urutan dan jaraknya dengan produk dibedakan atas 3 jenis, yaitu [6]:
 - *Kemasan primer* adalah kemasan yang langsung bersentuhan dengan makanan, sehingga bisa saja terjadi migrasi komponen bahan kemasan ke makanan yang berpengaruh terhadap rasa, bau dan warna.
 - *Kemasan sekunder* adalah kemasan lapis kedua setelah kemasan primer, dengan tujuan untuk lebih memberikan perlindungan kepada produk.
 - *Kemasan tersier* adalah kemasan lapis ketiga setelah kemasan sekunder, dengan tujuan untuk memudahkan proses transportasi agar lebih praktis dan efisien. Kemasan tersier bisa berupa kotak karton atau peti kayu.
- b. Berdasarkan proses pengemasannya dibedakan atas 2 jenis, yaitu [6]:
 - *Kemasan aseptik* adalah kemasan yang dapat melindungi produk dari berbagai kontaminasi lingkungan luar. Pengemasan jenis ini biasanya dipakai pada bahan pangan yang diproses dengan teknik sterilisasi, seperti pada pengemasan makanan kaleng atau susu UHT (*ultra high temperature*).
 - *Kemasan non-aseptik* adalah proses pengemasan non-aseptik, kontaminasi mudah terjadi, sehingga masa simpan produk umumnya relatif lebih rendah. Untuk memperpanjang masa simpan, produk dapat ditambahkan gula, garam atau dikeringkan hingga kadar air tertentu.
Jenis kemasan pangan yang digunakan di dunia sangat beragam.
- c. Berdasarkan bahannya dibedakan atas kemasan kertas, karton, plastik, aluminium foil, logam, gelas dan *Styrofoam*. Masing-masing kemasan tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan, serta hanya cocok untuk jenis produk tertentu.

- d. Berdasarkan Jenis kemasan yang diproduksi oleh PT. Tetra Pak dibedakan atas [6]:

➤ **Tetra Brik**

Tetra Brik Paket 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 banyak 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 Wide terdiri dari polimer jenis baru. Dalam hal lingkungan, bahan baru adalah perbaikan untuk jumlah plastik di bagian dalam dari karton sehingga dapat dikurangi".

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

➤ **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," ujar Leif Hansson, manajer pengembangan, The Swedia Reuma Association (SRA).

34 mm diameter tutup sekrup, 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.

➤ **Tetra Aptiva**

Tetra Pak Aptiva adalah peluncuran pertama di dunia aseptis karton botol, Tetra Aptiva Anuga Aseptis adalah Tetra karton botol yang menggabungkan karton berbasis dengan lengan plastik dan tutup sekrup, untuk penyimpanan yang inovatif.

➤ **Gemina**

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

➤ **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.

➤ **Tetra Top**

Tetra Top adalah solusi pengemasan dengan bahan karton lengan yang dimahkotai dengan suntikan polietilen dibagian atas. Tetra Top paket 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.

➤ **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 diseterilkan.

➤ **Tetra Prisma**

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

➤ **Tetra Fino**

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

➤ **Tetra Classic**

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

➤ **Tetra Wedge**

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



Tetra Brik

Tetra Gemina

Tetra Recart

Tetra Pop

Gambar 2.2 Jenis – jenis kotak aseptik

Pada penelitian ini di gunakan jenis tetra brik dengan ukuran 12 x 4,8 x 3,8 cm³ karena jenis ini paling banyak terdapat di pasaran.

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

a. Penyerapan air dalam cacah kotak *aseptic*

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

b. Kadar air dalam cacah kotak *aseptic* atau keadaan air dalam aggregate dapat dibedakan atas beberapa hal berikut :

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

c. Ketahanan terhadap cuaca

Sifat ini merupakan petunjuk kemampuan cacah kotak *aseptic* untuk menahan perubahan volume yang berlebihan, yang diakibatkan oleh adanya perubahan pada kondisi lingkungan. Suatu cacah kotak *aseptic* 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.

2.2.4 Bahan – bahan yang terdapat pada kotak aseptic

Kemasan tetra pak terdiri dari karton, aluminium dan plastik.

➤ Karton [17]

Kemasan paling sederhana dan tertua adalah kertas, yang terbuat dari kulit kayu yang diolah oleh bangsa Cina abad ke-1 atau ke-2 SM. Sekalipun kertas bukan material pembungkus terkuat, tetapi penggunaannya masih bertahan hingga saat ini. Kertas memiliki keunggulan yaitu mudah didaur ulang, sehingga pemakaiannya lebih ramah lingkungan. Pembuatan kertas dengan penambahan resin yang dikenal dengan sebutan *size* bersama *alluminium sulphat* membuat kertas tahan air. Pelapisan kertas dengan pati akan menutup permukaan kertas dan meningkatkan kekuatannya. Penambahan bahan kimia juga dapat membuat kertas tahan terhadap minyak dan sebagainya. Pengguna pertama karton yang memberikan kontribusi besar bagi bahan ini adalah **Kellogg brothers**, yang mengemas serealnya dalam karton. Pada tahun 1920-an hingga tahun 1930-an kemasan karton banyak dipatenkan oleh Kellogg. Bahan disebut karton jika terbuat dari *board* dengan ketebalan 250 - 1.000 mikron. Tebal di bawah 250 mikron disebut kertas dan kertas kaku (*paper board*). Jika di atas 1.000 mikron disebut *fibreboard*. Karton dapat dibentuk menjadi bermacam-macam dan dicetak dengan berbagai teknik. Karton juga dapat dilapisi berbagai material untuk meningkatkan ketahanannya terhadap kelembaban. Salah satu varian adalah *multiply board* (duplex), terbuat dari bubur kayu dengan dua lapisan permukaan. Karton dapat menyerap air dan bekerja bebas dari plastik dan aluminium. 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). Di Indonesia sendiri proses daur ulang tetra pak belum dilakukan karena biayanya yang cukup tinggi.

Tabel 2.1 Penggunaan kertas sebagai bahan pengemas di dunia

Bahan Makanan	Jumlah Pemakaian (%)
Bumbu-bumbu dan rempah-rempah	30
Roti	10
Permen	10
Pembungkus sereal	8,5
Lemak dan produk susu	5
Makanan ringan	5
Es krim	1,5
Makanan bayi	1
Biskuit, kue, daging, ayam, dan makanan beku	1
Rokok	5
Lain-lain	22

➤ **Aluminium [7]**

Aluminium adalah unsur kimia yang mempunyai simbol Al dan nomor atom 13. Merupakan logam lemah dalam unsur kimia. 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 $1800\text{ }^\circ\text{C}$ dalam vakum.
- Al_2S boleh dihasilkan dengan memanaskan Al_2S_3 dengan rautan aluminium pada suhu $1300\text{ }^\circ\text{C}$ 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 menghalang untuk oksigen, bau dan cahaya dari luar sehingga minuman maupun makanan dapat tahan lama.

Awal abad ke-19, aluminium menghiasi mahkota raja Denmark. **Napoleon III** menggunakannya sebagai peralatan makan. Sejak akhir abad ke-19 aluminium digunakan sebagai kemasan karena harganya lebih murah dibanding tin foil (foil dari timah). Foil adalah bahan tipis dari logam yang digulung dengan ketebalan kurang dari 0,15 mm dan memiliki lebar 1,52 meter hingga 4,06 meter. Umumnya foil tidak murni berbasis logam. Karakteristik aluminium foil dikagumi karena kuat, ringan, tahan panas, dan hampir kedap udara, tidak mengandung magnet, sehingga membantu memisahkan aluminium dari kaleng saat daur ulang.

Kekedapan terhadap oksigen membuat aluminium foil merupakan kemasan ideal untuk ekspor karena sering mengalami kendala korosi. Selain itu, mudah dibentuk, sekalipun mudah berkerut. Aluminium foil sering digunakan sebagai lapisan dalam dari kontainer untuk melindungi produk dari kerusakan, seperti melapisi bagian dalam kotak jus. Meskipun dapat menahan lemak, ketahanannya terhadap asam dan basa masih kurang, sehingga memerlukan tambahan lapisan dari lilin atau lapisan kimia lain.

Ketahanannya terhadap panas matahari membuat aluminium foil banyak digunakan juga pada bahan-bahan kesehatan. Ketahanan aluminium foil terhadap panas dapat mencapai suhu 550 derajat Celsius, sehingga alat-alat kedokteran dapat disterilkan dengan dibungkus bahan ini. Penggunaan logam sebagai bahan pengemas diperkenalkan oleh **Nicholas Appert** pada zaman perang **Napoleon Bonaparte**. Ia membuktikan makanan yang dikemas dalam kaleng, disegel dan disterilisasi dengan merebusnya dapat disimpan untuk

jangka waktu lama. Produsen kemasan kaleng membuat kemasan seringan dan semurah mungkin dengan mengurangi ketebalan logam. Banyak digunakan pada minuman kaleng dengan penutup yang mudah dibuka tanpa alat. Agar kemasan lebih ringan, produsen mengurangi ketebalan dinding kaleng. Produk minuman cola menggunakan logam tipis, namun bentuknya masih dapat dipertahankan dengan baik. Hal itu disebabkan oleh tekanan karbon-dioksida dari dalam. Produk minuman ini menggunakan tiga material berbeda pada varian produknya, yaitu logam, gelas, dan plastik.

➤ **Plastik [8]**

Tetra pak menggunakan etanol yang berasal dari tebu untuk memproduksi etilen, yang kemudian akan dikonversi menjadi polietilen, yang sering digunakan sebagai bahan plastik. Plastik merupakan suatu produk kimia yang telah dikenal dan digunakan secara luas oleh seluruh lapisan masyarakat, baik yang bermukim di pedesaan apalagi yang tinggal di kota – kota besar. Plastik dibuat dengan cara polimerasi yaitu menyusun dan membentuk secara sambung menyambung bahan – bahan dasar plastik yang disebut monomer. Disamping bahan dasar berupa monomer, di dalam plastic juga terdapat bahan non plastik yang disebut aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat – sifat plastik itu sendiri. Bahan aditif tersebut berupa zat – zat dengan berat molekul yang rendah, yang dapat berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap sinar ultraviolet, anti lekat dan lain sebagainya. Plastik juga dapat dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan dan yang dibutuhkan dengan menggunakan proses injection molding dan ekstrusi.

Jenis Plastik

Plastik dapat digolongkan berdasarkan:

a. Sifat fisiknya

- Termoplastik, merupakan jenis plastik yang bisa didaur-ulang atau dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang. Contoh: polietilen (PE), polistiren (PS), ABS, polikarbonat (PC)

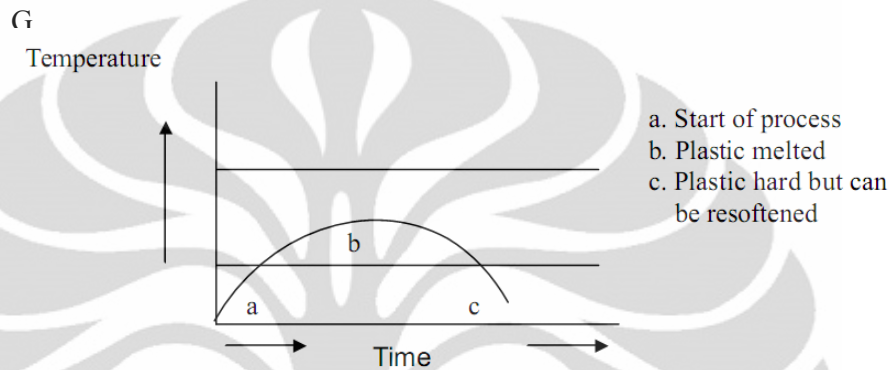


Diagram 2.1 Plastik termoplastik

- 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.

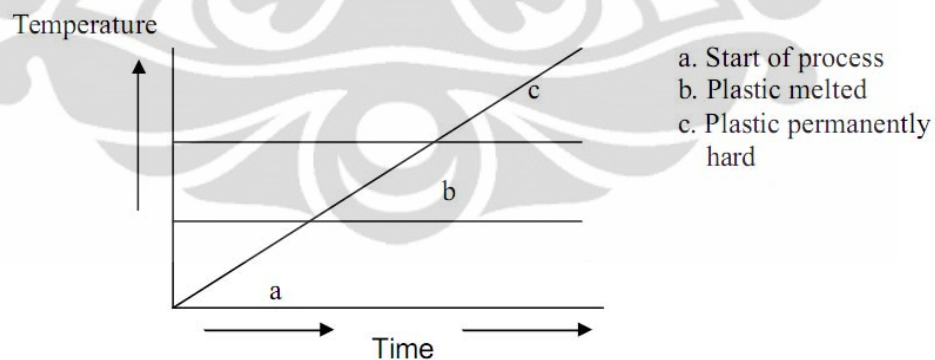


Diagram 2.2 Plastik termoset

Tabel 2.2 Perbedaan Sifat Plastik *Thermoplastic* dan Plastik *Termosetting*

Plastik <i>Thermoplastic</i>	Plastik <i>Termosetting</i>
Mudah diregangkan	Keras
Fleksibel	Tidak fleksibel
Melunak jika dipanaskan	Mengeras jika dipanaskan
Titik leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk ulang	Tidak dapat dibentuk ulang

b. Kinerja dan penggunaannya

- Plastik komoditas
 - sifat mekanik tidak terlalu bagus
 - tidak tahan panas
 - contohnya PE, PS, ABS, PMMA, SAN
 - aplikasi: barang-barang elektronik, pembungkus makanan, botol minuman
- 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 Kg/cm²)
 - contohnya: PSF, PES, PAI, PAR
 - aplikasi: komponen pesawat

c. Berdasarkan jumlah rantai karbonnya

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

d. Berdasarkan sumbernya

- 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)

Pembuatan Polyacetilen

Polimer konduktif dapat dibuat dari polyacetilen. Polyacetilen merupakan polimer terkonjugasi sederhana yang mempunyai dua bentuk: yaitu bentuk cis dan trans polyacetilen. Pembuatan polyacetilen dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara pemanasan dan dopping. Polyacetilen bentuk trans dibuat dengan kondisi temperatur yang berbeda.

Tabel 2.3 Polyacetilen dengan Kondisi Temperatur Tertentu

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

Sumber : www.wikipedia.com

Temperatur yang menunjukkan proses isomerisasi irreversibel dengan bentuk cis terjadi pada temperatur yang lebih tinggi pada 145 °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 polyasetilen dapat ditingkatkan dengan proses halogenasi. Struktur polyasetilen 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 *polyethylene*, *polypropylene*, *polyvinyl chloride*, *polyethylene 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.

Daur Ulang Plastik dan Aluminium

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 plastic. 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 energy 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.

2.2.5 Proses daur ulang kotak aseptik [9]

Serat karton berkualitas 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. 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. Proses ini biasanya membutuhkan sekitar 15-30 menit dan akan mengembalikan sebagian besar serat. 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.

Cara Kerja 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.

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 polyethylene 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.

Daur Ulang Dengan Pendekatan Langsung [10]

Salah satu perkembangan yang menarik adalah sebuah pabrik yang menggunakan teknologi plasma di Piracicaba, Brazil 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 gasifikasi yang dimulai di Finlandia pada tahun 2000 yang menghasilkan energi dan serbuk aluminium sekunder. Pemilihan metode pengelolaan sampah terbaik dan sangat tergantung pada kondisi lokal seperti 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 tempat pembuangan akhir dan insinerator tanpa energi.

Recycling of used cartons:

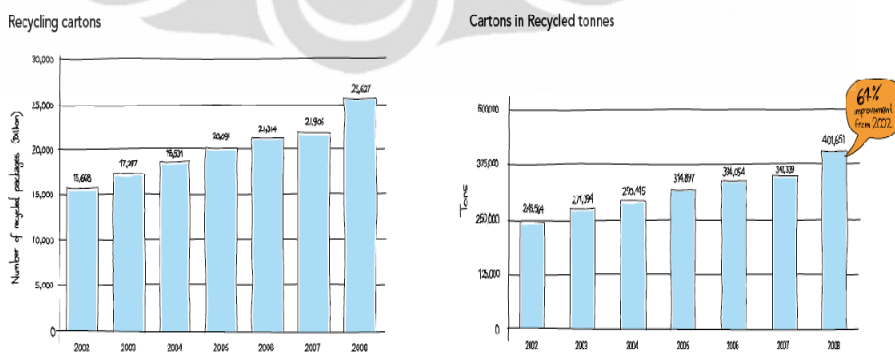
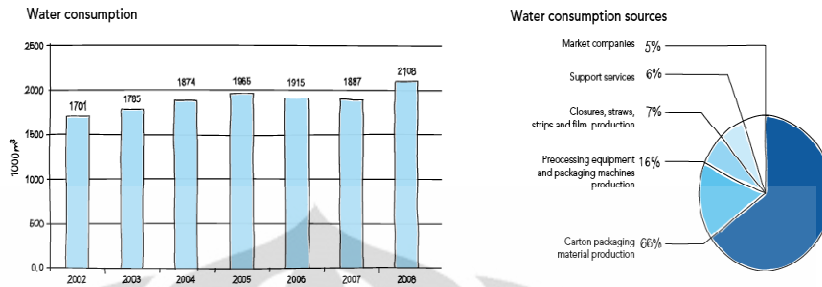


Diagram 2.3 Daur Ulang Tetra Pak

Water:



Sumber : www.tetrapak.com

Diagram 2.4 Penggunaan Air

Kotak aseptik ini masih sulit untuk didaur ulang, jadi kebanyakan daur ulang dilakukan untuk bagian kartonnya untuk digunakan kembali, sedangkan bagian polyethylenya 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 CO₂. Untuk proses daur ulang karton biayanya cukup mahal sehingga banyak kemasan *aseptic* yang tidak di daur ulang.

2.2 Perekat

2.3.1 Pengertian Perekat [11]

Perekat (*adhesive*) menurut ASTM adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua buah benda berdasarkan ikatan permukaan (Blomqist et al, 1983; Forest Product Society, 1999). Perekat merupakan salah satu bahan utama yang sangat penting dalam industry pengolahan kayu, khususnya komposit. Dari total biaya produksi kayu yang dibuat dalam berbagai bentuk dan jenis kayu komposit.

Beberapa istilah lain dari perekat yang memiliki kekhususan meliputi ;

- *Glue* merupakan perekat yang terbuat dari protein hewani, seperti urat, kuku, kulit, otot dan tulang yang secara luas digunakan dalam industri pengerjaan kayu.

- *Mucilage* adalah perekat yang dipersiapkan dari getah dan air dan diperuntukkan terutama untuk merekat kertas.
- *Paste* merupakan perekat pati (*Strach*) yang dibuat melalui pemanasan campuran pati dan air dipertahankan berbentuk pasta.
- *Cement* adalah istilah yang digunakan untuk perekat yang bahan dasarnya karet dan mengeras melalui pelepasan pelarut.

2.3.2 Jenis – jenis perekat [11]

Berdasarkan unsur kimia utama (*major chemical component*), perekat dibagi menjadi dua kategori yaitu :

1. Perekat alami (*adhesive of natural origin*)

- a. Berasal dari tumbuhan, seperti *starches* (pati), *dextrin* (turunan pati) dan *vegetable gums* (getah – getahan dan tumbuh – tumbuhan).
- b. Berasal dari protein.
- c. Berasal dari material lain, seperti asphalt, *rubber* (karet), *sodium silicate*.

2. Perekat Sintetis

- a. Perekat thermoplastis yaitu resin yang akan kembali menjadi lunak ketika dipanaskan dan mengeras kembali ketika didinginkan. Contohnya : *polyvinyl alcohol* (PVA), *polyvinyl acetate* (PVAc).
- b. Perekat thermosetting yaitu resin yang mengalami atau telah mengalami reaksi kimia dari pemasanan, katalis, sinar ultraviolet dan sebagainya serta tidak kembali ke seperti semula. Contohnya : urea, melamin, phenol, resorcinol dan epoxy. Untuk perekat urea, melamin, phenol dan resorcinol menjadi perekat setelah dilakukan dengan formaldehida (CH_2O).

Di Indonesia telah berdiri lebih dari ratusan industri pengolahan kayu (komposit) yang sebagian besar menggunakan perekat urea formaldehida (UF), phenol formadehida (PF) dan melamin formaldehida (MF). Sebagian besar perekat yang diproduksi di Indonesia adalah perekat sintetis seperti perekat UF, PF dan MF, yang diperuntukannya memenuhi kebutuhan industri kayu lapis, papan partikel dan vinir lamina. Sementara untuk

produksi kayu pertukangan (*wood working*) keperluan struktural atau bangunan dan perkapalan masih menggunakan perekat impor dari Belgia dan Jepang, yaitu perekat dingin tipe WBP dari jenis phenol resorsinol formaldehid (PRF) dan resorsinol formaldehid.

Kelemahan perekat sintetik seperti UF, PF dan MF adalah ketersediaan sumber bahan baku perekat yang semakin berkurang dan timbulnya emisi formaldehid dari produk material hasil perekat terhadap lingkungan. Emisi formaldehid dapat menyebabkan gejala pusing, sakit kepala dan insomnia.

Formaldehid (HCHO) merupakan gas yang tidak berwarna. Berat molekulnya 30,03, kerapatan 1,067 g/m³, titik lebur -92 °C, titik didih -19,5°C dan titik kalor 300°C. Formaldehid dapat menyebabkan emisi formaldehid (*sick-house syndrome*) yaitu reaksi alergi manusia terhadap bahan kimia yang terdapat pada material konstruksi, terutama formaldehid atau zat lain sebagai bahan perekat yang diaplikasikan pada bangunan atau furniture. Perekat berbasis minyak bumi (formaldehid) memiliki sifat perekatan yang baik, tapi ketersediaannya semakin terbatas dan sebagian mengandung zat kimia yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Besarnya emisi formaldehid tergantung pada faktor eksternal seperti kelembapan, temperature, dan pertukaran udara dalam ruang, serta faktor internal seperti jenis kayu, komposisi perekat yang digunakan dan kondisi pembuatan.

Salah satu sumber yang memiliki potensi yang dapat menyamai kualitas bahan perekat phenol formaldehid adalah perekat yang bahan asalnya dari lignin. Maka dalam penelitian ini kami menggunakan bahan perekatnya adalah **phenol formaldehid**.

2.3.3 Phenol formaldehid [12]

Perekat sintetik komersial di Indonesia yang biasa digunakan untuk perekat kayu terdiri atas perekat *urea formaldehyde*, *melamine formaldehyde*, *phenol formaldehyde*, *resorsinol formaldehyde*, *cresol formaldehyde*. Jenis perekat komersial yang lain adalah perekat epoksi, polyvinil asetat, perekat berbasis karet. 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 (Pizzi, 1983).

Berdasarkan SNI 03 - 2105 - 2006 DAN JIS A 5908 - 2003 untuk perekat papan partikel dibagi menjadi tiga tipe antara lain :

- Tipe U: memakai urea formaldehida atau yang setara mutunya.
- Tipe M: memakai urea-melamin formaldehida atau yang setara mutunya.
- Tipe P: memakai fenol formaldehida atau yang setara mutunya.

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. Reaksi terjadi antara phenol pada posisi ortho maupun para dengan formaldehida untuk membentuk rantai yang crosslinking dan pada akhirnya akan membentuk jaringan tiga dimensi (Hesse, 1991). 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 sejumlah unsur yang terkandung dalam vernis. Hasil akhir dari vernis adalah lapisan film transparan yang memperlihatkan tekstur bahan yang dilapisi (Martens, 1967).

Produk phenol formaldehida ada yang memberikan warna jernih kekuning-kuningan tetapi ada juga yang kecoklatan sampai kemerah-merahan. Didalam percobaan yang dilakukan ini, 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 SNI 03 - 2105 - 2006 DAN JIS A 5908 - 2003.

Berdasarkan jenis bahannya formaldehida termasuk jenis polimer termoset. Termoset, yaitu polimer yang tidak mau mencair atau meleleh jika dipanaskan. Polimer-polimer termoset tidak bisa dibentuk dan tidak dapat larut karena pengikatan silang, menyebabkan kenaikan berat molekul yang besar. Di bawah ini adalah tabel jenis dan kegunaan polimer termoset.

Tabel 2.4. Contoh polimer termoset [12]

Tipe	Singkatan	Kegunaan Khas
Fenol-formaldehida	PF	Alat listrik dan elektronik, bagian mobil, perekat plywood, <i>utensil handle</i>
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

Pembuatan Phenol Formaldehida

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 eksek oleh adanya 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 hidroksylbenzylamin (Martin, 1956).

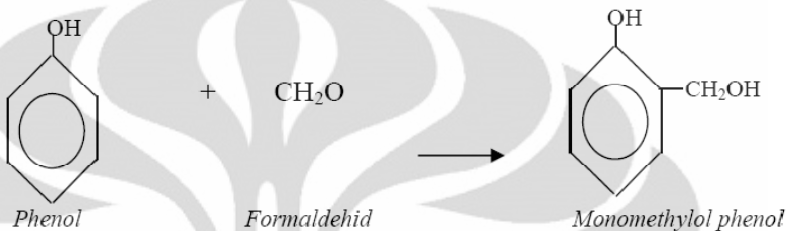
Novolak merupakan hasil reaksi antara phenol eksek dengan formaldehida oleh adanya katalis asam. Jenis katalis asam yang sering digunakan adalah asam sulfat, asam klorida, dan asam oksalat dengan konsentrasi rendah. Hasil reaksi akan membentuk produk yang termoplast dengan berat molekul 500 - 900. Agar

novolak menjadi bersifat termoset maka membutuhkan pemanasan dan penambahan *crosslinking agent* (Frisch, 1967).

Tahap reaksi dalam pembentukan novolak, meliputi :

a. Reaksi Adisi (*Methylolasi*)

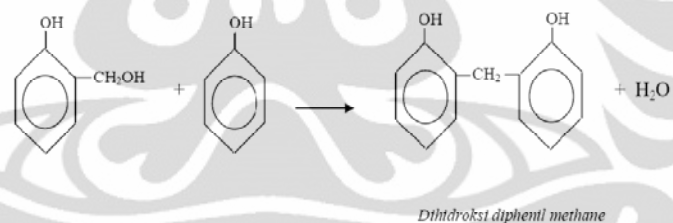
Pada tahap pertama, phenol dan formaldehida akan bereaksi membentuk *monomethylol phenol*.



Gambar 2.11 Reaksi Methylolasi

b. Reaksi Kondensasi Polimerisasi (*Methylenasi*)

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



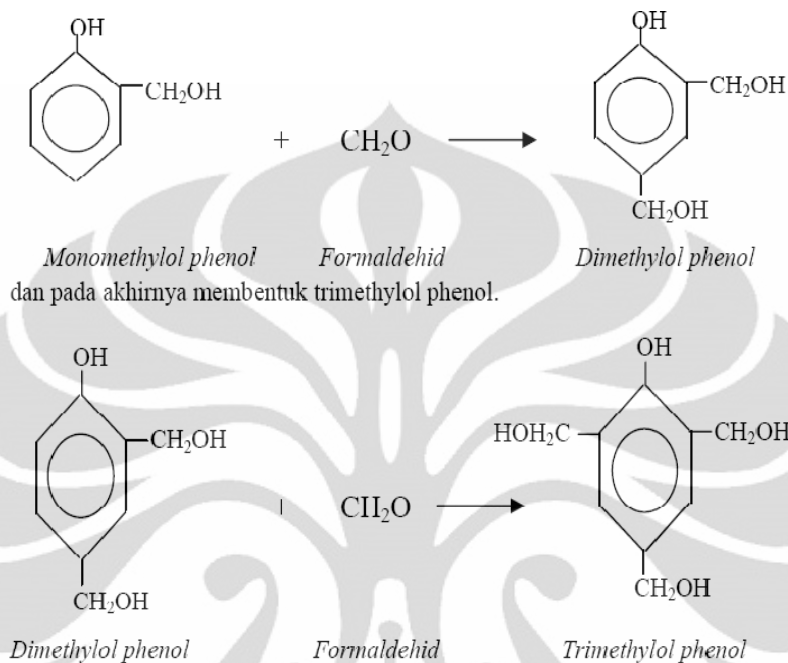
Gambar 2.12 Reaksi Methylenasi

Tahap reaksi pembentukan resol, meliputi :

a. Reaksi Adisi (*Methylolasi*)

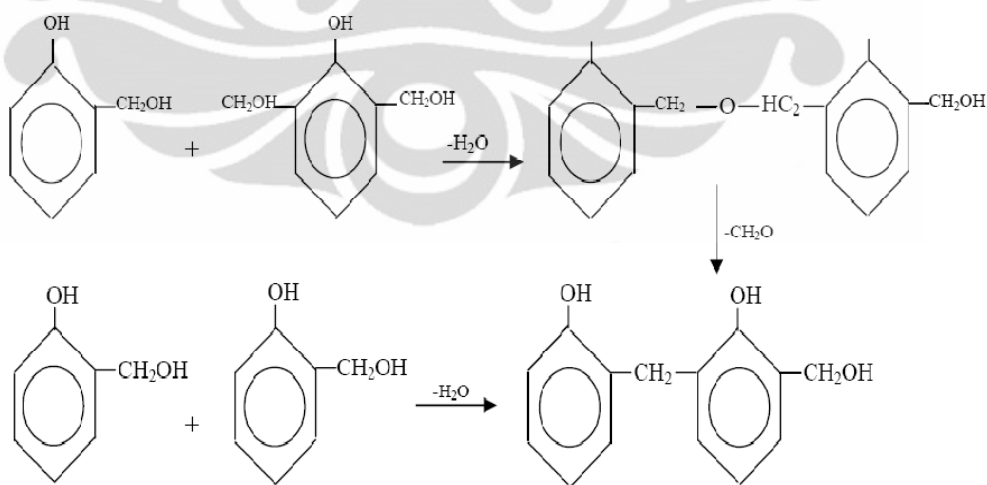
Pada tahap pertama, Phenol dan formaldehida akan bereaksi secara adisi membentuk monomethylol phenol.

Pada monomethylol phenol ini masih ada 2 gugus reaktif yang dapat bereaksi lagi dengan formaldehid menjadi dimethylol phenol.



Gambar 2.13 Reaksi Adisi

c. Reaksi Kondensasi Polimerisasi.



Gambar 2.14 Reaksi Kondensasi Polimerisasi

Monomer dan dimer tersebut akan terus bereaksi dan berat molekul dari resin akan meningkat. Resol terbentuk pada suasana basa (Frisch, 1967).

Tabel 2.5 Uji kekuatan rekat resin tannin phenol formaldehida tanpa ekstender.

Beban tarik, kg	Kekuatan geser-tarik, kg/cm ²	Kelengketan, %
21	8,4	0
26	10,4	10
29	11,6	10
32	12,8	0
50	20,0	10
36	14,4	0
44	17,6	0
50	20,0	30

Syarat Emisi Phenol Formaldehida

Didalam JIS 5908 - 2003 jumlah emisi Phenol Formaldehida diatur dan dibatasi karna menimbulkan kerugian bagi manusia. Di bawah ini merupakan standar emisi yang diperbolehkan dalam urea formaldehida

Tabel 2.6 Syarat emisi formaldehida

No.	Tipe	Nilai rata-rata (mg/l)	Nilai maksimum (mg/l)
1.	F****		Maksimum 0,5
2.	F***		Maksimum 1,5
3.	F**		Maksimum 5,0

Spesifikasi Phenol Formaldehyde Adhesive PA -302 (PT. Pamolite Adhesive Industry) [13]

1. Aplikasi dari Produk:

Penol Formaldehyde Adhesive dimaksudkan untuk digunakan pada plywood Type WBP.

2. Spesifikasi

- Appearance : Dark Red Liquid
- pH (pH meter / 25°C) : 10.0 – 13.6
- Viscosity (Poise / 25°C) : 1.5 – 3.0
- Specific 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

3. Filler dan Hardener

Powder (HP – 1)

4. 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. Tabel 2.8 Glue Spread

Thickness 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/cm²
 Open Assembly Time : 10 Minutes max

f. Hot Press

Time : 60 detik / mm plywood
 Pressure : 10 kg/cm²
 Open Assembly Time : 130 -135°C

5. Catatan:

Temperature Veneer : Max 40°C

Fungsi *Fenol Formaldehyde Adhesive PA -302*

Berdasarkan spesikasinya Phenol formaldehida diatas dapat berfungsi sebagai perekat (tipe P) yaitu sebagai perekat plywood 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/cm² selama 60 detik / mm plywood. Proses pemanasan berfungsi untuk mempercepat penguapan sehingga perekat *Fenol Formaldehyde Adhesive* dapat berfungsi dengan baik sebagai perekat papan partikel dan mempunyai kekuatan yang baik sebagai perekat papan partikel (PT. Pamolite adhesive Industry).

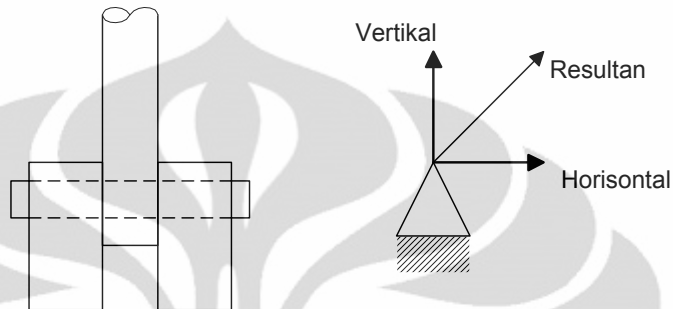
2.3 Pelat

2.3.1. Pengertian Pelat [14]

Pelat beton adalah merupakan elemen struktur yang paling luas digunakan dalam bentuk lantai dan atap bangunan untuk menompang beban normal pada permukaannya. Pelat tersebut dapat ditopang pada dinding atau balok secara langsung pada kolom. Balok yang menompang pelat dipertimbangkan (dianggap) kaku dengan lendutan (*defelction*) relative sangat kecil jika dibandingkan lendutan pelat. Pelat yang ditopang dinding atau balok diklasifikasikan sebagai pelat dengan tumpuan tepi (*edge supported slabs*). Pelat yang ditopang secara langsung pada kolom tanpa balok dikenal sebagai pelat cendawan (*flat slab*).

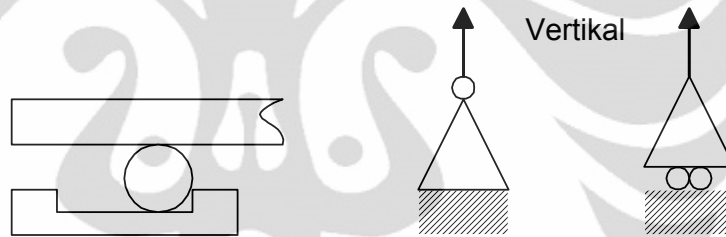
2.3.2 Jenis – jenis Tumpuan secara umum [14]

1. **Sendi**, dapat memberikan reaksi vertikal dan horisontal (gbr. 2.15)



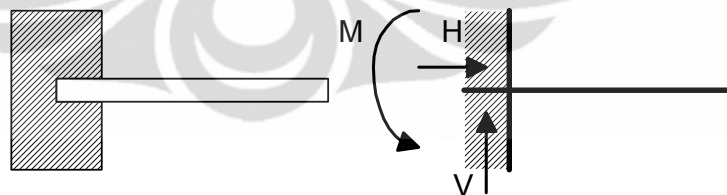
Gambar 2.15. Peletakan sendi dan reaksi yang dapat ditumpu

2. **Geser**, hanya dapat memberikan reaksi vertikal (gbr. 2.16)



Gambar 2.16 Peletakan geser dan reaksi yang dapat ditumpu

3. **Jepit**, dapat memberikan reaksi vertikal, horisontal dan momen (gbr 2.17)



Gambar 2.17. Peletakan jepit dan reaksi yang dapat ditumpu

Konstruksi dapat digambarkan sebagai suatu *freebody* (batang bebas) yang dibebani gaya-gaya non konkuren koplanar. Sistem gaya-gaya yang dapat dihitung terdiri dari sejumlah gaya beban yang diketahui dan tiga gaya reaksi yang tidak diketahui.

Konstruksi dikatakan stabil bila sistem gaya yang bekerja padanya seimbang. Keseimbangan sistem gaya ini terjadi jika terpenuhi syarat sbb:

$$\Sigma X = 0$$

$$\Sigma Y = 0 \text{ dan}$$

$$\Sigma M = 0$$

Persamaan tersebut dinamakan persamaan statik tertentu. ΣX mewakili penjumlahan dari gaya-gaya sesumbu X, ΣY mewakili penjumlahan dari gaya-gaya sesumbu Y (koordinat kartesian) dan ΣM mewakili penjumlahan momen terhadap satu titik.

Syarat persamaan statik tertentu perlu dilengkapi dengan syarat konstruksi stabil yaitu:

1. Konstruksi akan stabil jika segala gerak mengakibatkan perlawanan terhadap gerak tersebut. Hal ini memerlukan minimal tiga reaksi non konkuren dan tidak sejajar.
2. Konstruksi dianggap statik tertentu jika reaksi-reaksi gaya dapat dihitung dengan persamaan statik tertentu.
3. Konstruksi dianggap statik tak tertentu jika reaksi-reaksi gaya tidak dapat dihitung dengan persamaan statik tertentu saja tetapi memerlukan perhitungan perubahan bentuk.

2.3.3. Syarat Tumpuan pada Pelat [14]

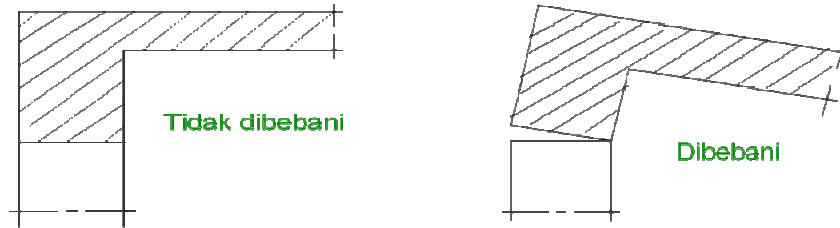
Dalam perancangan pelat lantai struktur beton bertulang, yang perlu dipertimbangkan adalah :

1. Pembebanan
2. Ukuran bentang pelat
3. Syarat-syarat tumpuan pada tepi pelat

Syarat-sarat tumpuan menentukan jenis perletakan dan jenis penghubung pada tumpuan.

- 1) Ditumpu Bebas :

Bila dibebani pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan :

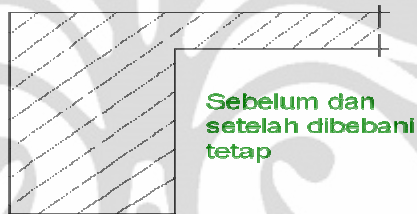


Gambar 2.18 Tumpuan Bebas

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

2) Terjepit Penuh :

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

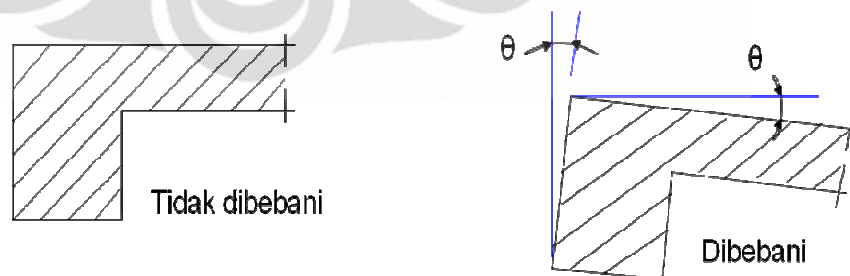


Gambar 2.19 Tumpuan Terjepit Penuh

Terjadi apabila pelat menyatu /monolit dengan balok yang relatif sangat besar dimensinya.

3) Jepit Elastis :

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



Gambar 2.20 Tumpuan Jepit Elastis

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

2.3.4. Kondisi Tepi (syarat batas) Pelat menurut Teori Lentur (14)

a. Kondisi tepi geometri (jepit)

Kondisi geometri tertentu yang diperoleh berdasarkan besarnya perpindahan (translasi dan rotasi) dapat digunakan untuk merumuskan kondisi tepi dalam bentuk matematis. Misalnya, lendutan dan kemiringan permukaan pelat yang melendut di tepi jepit (gambar a) sama dengan nol, jadi dapat dituliskan:

$$(w)_x = 0, \quad \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)_x = 0 \quad (x = 0 \text{ atau } x = a)$$

Dan

$$(w)_y = 0, \quad \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)_y = 0 \quad (y = 0 \text{ atau } y = b)$$

Persamaan 2.48

b. Kondisi tepi statis (tepi bebas)

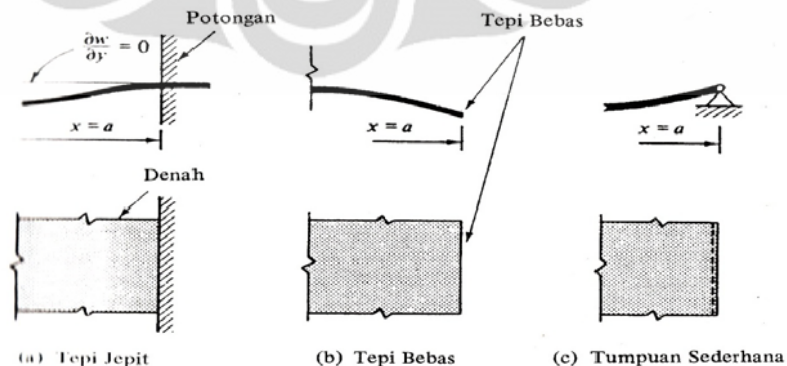
Untuk kondisi tepi statis, gaya – gaya tepi memberikan persamaan matematis yang diperlukan. Misalnya, di tepi bebas suatu pelat yang tidak dibebani (gambar b), kita dapat katakan bahwa momen dan gaya geser transversal (V) di tepi tersebut sama dengan nol; jadi

$$(M_x)_x = (V_x)_x = 0 \text{ di } x = 0, a,$$

Atau

$$(M_y)_y = (V_y)_y = 0 \text{ di } x = 0, b,$$

Persamaan 2.49



Gambar a

Gambar b

Gambar c

Gambar 2.21

Gaya geser di tepi pelat terdiri dari dua suku, yaitu gaya geser transversal dan pengaruh momen punter. Dengan memperhatikan tepi-tepi pelat yang memiliki garis normal dalam arah X dan Y, gaya tepi per satuan panjang diperoleh sebagai

$$V_x = Q_x \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} = -D \left[\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + (2 - \nu) \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \right]$$

$$V_y = Q_y \frac{\partial M_{yx}}{\partial x} = -D \left[\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + (2 - \nu) \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} \right]$$

Persamaan 2.57

Dimana Q_x dan Q_y adalah gaya geser lateral (persamaan 2. 53 dan 2.54). suku kedua $\partial m_{xy}/\partial y$ dan $\partial m_{yx}/\partial x$ dalam persamaan (2.57) menyatakan gaya geser yambahan di tepi tersebut diakibatkan oleh momen punter $M_{xy} = M_{yx}$. Dengan mengganti momen punter dengan kopel ekivalen secara statis $M_{xy}dy / dy$ dan $M_{yx}dx / dx$ (gambar c), gaya – gaya saling menghapus di elemen – elemen yang bersebelahan, kecuali bagian pertambahannya :

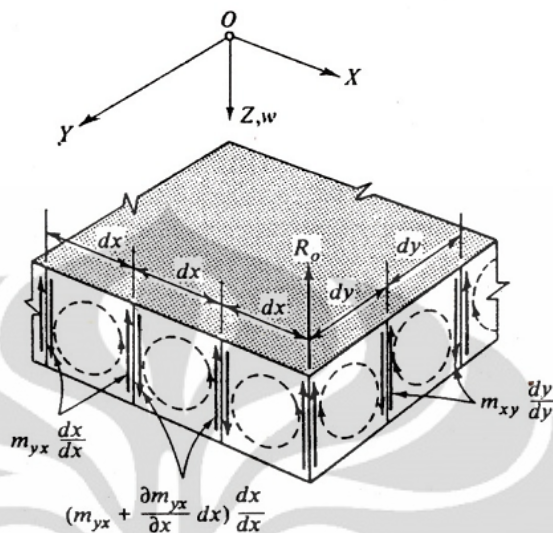
$$\frac{\partial M_{xy}}{\partial y} dy \text{ dan } \frac{\partial M_{yx}}{\partial x} dx$$

Persamaan 2.

Dengan membagi persamaan ini masing – masing dengan dy dan dx , kia peroleh gaya geser tambahan persatuan panjang :

$$Q_x = \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} \text{ dan } Q_y = \frac{\partial M_{yx}}{\partial x}$$

Gaya ini disebut gaya tambahan Kirchhoff (Kirchhoff Ersatzkrafte)



Gambar 2.22 Pengaruh tepi dari momen puntir

Dengan mengganti momen puntir dengan gaya geser ekivalen ini, Kirchhoff mengurangi jumlah gaya dalam yang harus ditinjau, yakni dari tiga menjadi dua. Dengan demikian dari persamaan (2.48) dan (2.49) dan (2.56) dan (2.57) kondisi tepi bebas adalah :

$$\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)_x = 0, \quad \left[\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + (2 - \nu) \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2}\right]_x = 0 \quad (2.58)$$

Dan

$$\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)_y = 0, \quad \left[\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + (2 - \nu) \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y}\right]_y = 0 \quad (2.59)$$

c. Kondisi tepi sederhana

Tepi yang bertumpuan sederhana (gambar) menghasilkan kondisi tepi campuran. Karena lendutan dan momen lentur disepanjang tepi ini melibatkan persamaan yang berkaitan dengan perpindahan dan gaya. Jadi,

$$(w)_x = 0, \quad (M_x)_x = \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)_x = 0$$

Dan

$$(w)_y = 0, \quad (M_y)_y = \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)_y = 0$$

2.3.5. Distribusi Gaya dalam Pelat [14]

Pelat tumpuan tepi secara umum berbentuk persegi, namun dapat juga dalam berbagai bentuk seperti segitiga, trapesium, lingkaran dan lainnya. Beban ditransfer dari pelat dalam bentuk momen lentur, geser dan torsi ketumpuan. Distribusi gaya pada pelat dapat dibagi atas 2 yaitu :

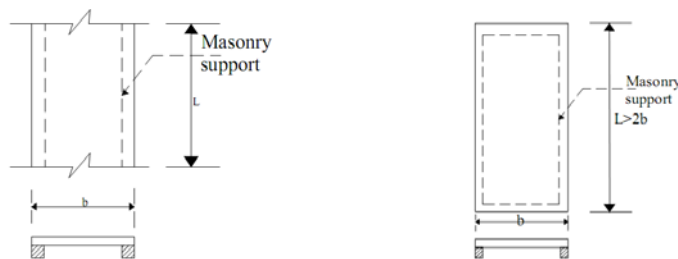
1. Distribusi gaya dalam pelat satu arah.

Sistem satu arah, dengan mekanisme transfer beban struktur untuk menyalurkan ke tanah merupakan aksi satu arah saja. Sebuah balok yang terbentang pada dua titik tumpuan adalah contoh system satu arah. Pelat yang ditumpu pada dua sisi yang sejajar (gambar) yang memikul beban lentur dalam arah sejajar memanjang pada tumpuannya. Hal ini juga dikenal sebagai pelat satu arah dan sebenarnya merupakan suatu balok dengan dimensi lebar yang besar. Pelat yang ditumpu pada keempat sisinya juga dapat merupakan pelat satu arah (*one way slab*) jika dimensi sepanjangnya sangat besar dibandingkan dengan lebarnya.

Distribusi gaya dalam pelat satu arah dianggap sebagai gelagar/balok yang ditumpu diatas beberapa tumpuan.

Untuk balok diatas beberapa tumpuan, sesuai SK SNI T15 – 1991 – 03, distribusi gaya ditentukan dengan menggunakan koefisien momen, yang penggunaannya harus mengikuti persyaratan-persyaratan berikut :

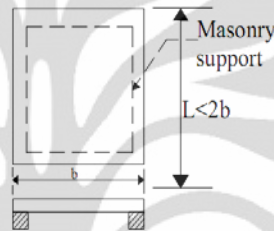
1. Jumlah bentang minimum harus dua
2. Panjang bentang disebelah kiri dan kanan tidak boleh berselisih lebih dari 1,2 kali
3. Beban harus merupakan beban terbagi rata
4. LL harus 3 x lebih kecil dari DL



Gambar 2.23 Pelat satu arah tumpuan sederhana

2. Distribusi gaya dalam pelat dua arah.

Pelat dua arah adalah struktur statis tak tentu tingkat tinggi. Analisanya harus selalu memenuhi prinsip – prinsip dasar statika secara teoritis seharusnya mempertimbangkan pengekangan terhadap rotasi dan translasi yang diakibatkan system perletakan. Sistem dua arah yaitu dengan dua elemen bersilangan yang terletak diatas dua titi tumpuan dan tidak terletak di atas garis yang sama. Suatu pelat bujur sangkar datar yang kaku dan terletak di atas tumpuan pada tepi – tepinya.



Gambar 2.24 Pelat dua arah dengan perletakan sederhana

Tabel tersebut menunjukkan momen lentur yang bekerja pada jalur selebar 1 m dalam arah X dan arah Y. Seperti pada pelat satu arah pemakaian tabel ini dibatasi beberapa syarat, yaitu :

1. Beban harus terbagi rata
2. Perbedaan yang terbatas antara beban max. dan min.pada panel di pelat :

$$W_{\min} \geq 0,4 W_{\max}.$$

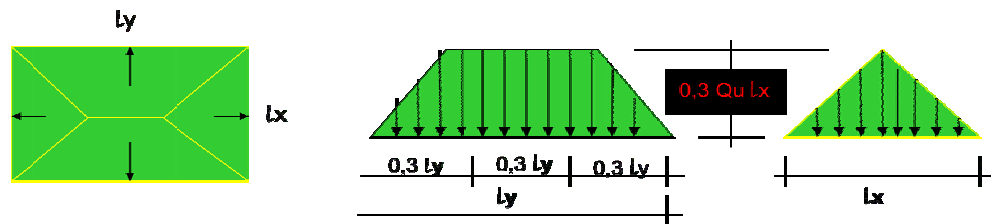
3. Perbedaan yang terbatas antara beban max. pada panel yang berbeda :

$$W_{\max. \text{ terkecil}} \geq 0,8 W_{\max. \text{ Terbesar}}$$

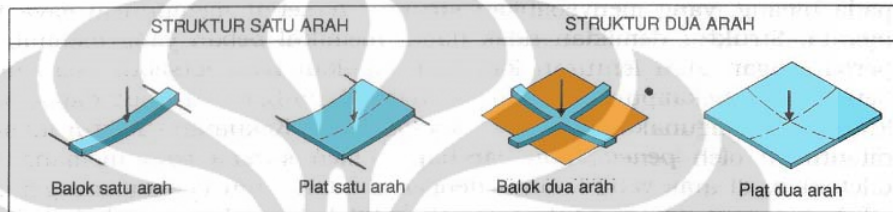
4. Perbedaan yang terbatas pada panjang bentang, yaitu :

$$\text{Bentang terpendek} \geq 0,8 \text{ Bentang terpanjang}$$

Cara penyaluran beban dari pelat ketumpuan berbeda dengan pelat satu arah. Pola penyaluran beban untuk pelat lantai persegi dinyatakan dalam bentuk amplop.



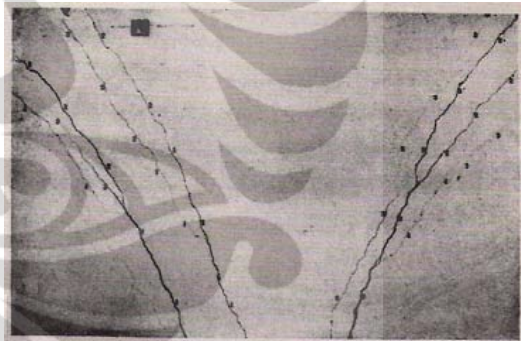
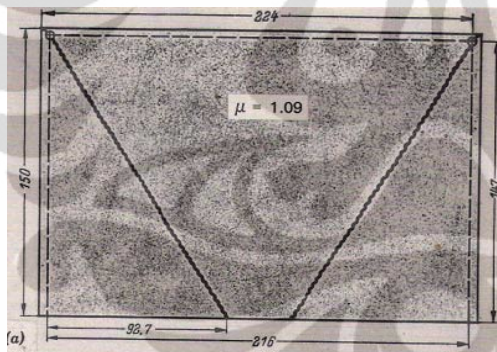
Gambar 2.25 Distribusi Beban dalam bentuk amplop



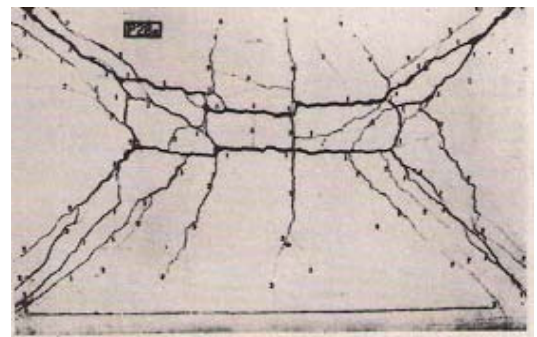
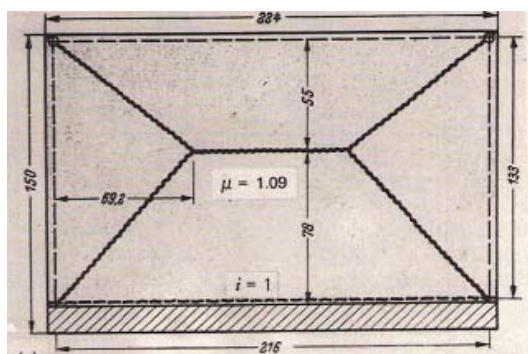
2.3.6. Pola Retak pada Pelat akibat Beban [15].

Pola retak pada dengan beberapa tumpuan yaitu :

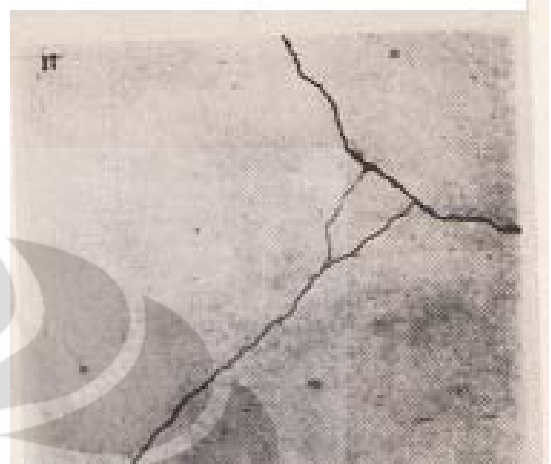
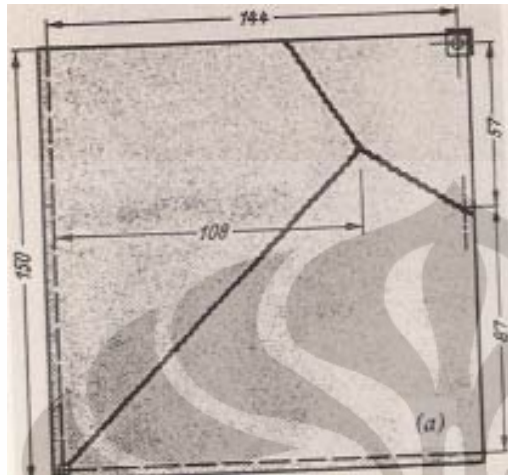
1. Pola retak pada pelat dengan tiga tumpuan.



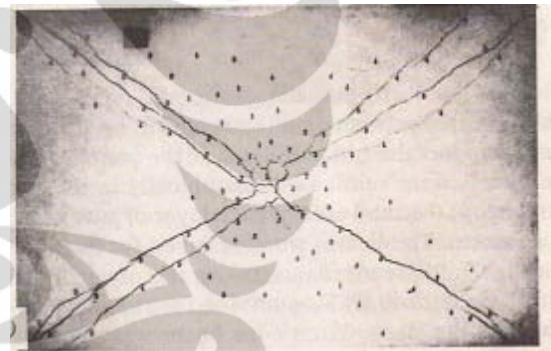
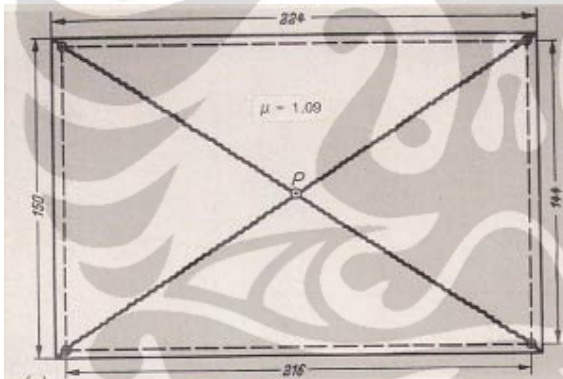
2. Pola retak pada pelat dengan empat tumpuan.



3. Pola retak pada pelat dengan dua tumpuan.



4. Pola retak pada pelat dengan empat tumpuan.



2.4 Beban

2.4.1. Jenis – jenis Pembebanan

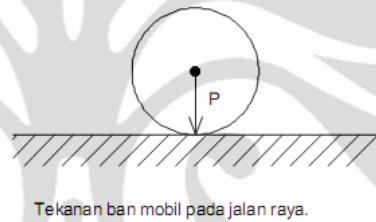
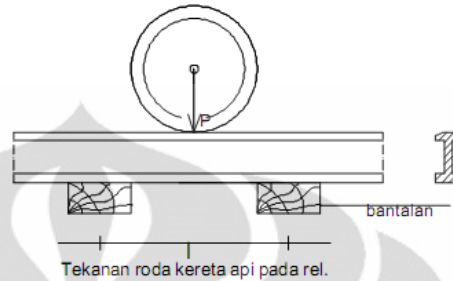
Pembebanan pada konstruksi bangunan telah diatur pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) tahun 1983 ataupun pada Peraturan Muatan Indonesia tahun 1970. Oleh karena itu lebih mendalam dalam pemahaman tentang muatan/beban dan akan diuraikan sebagai berikut :

a. Muatan/Beban menurut bentuknya.

Dilihat dari bentuk beban / muatan pada konstruksi bangunan dapat dibagi menjadi beberapa macam :

1) Muatan /beban terpusat atau muatan/beban titik.

Muatan titik adalah muatan yang luas singgung sangat kecil, misalnya tekanan pada kereta api pada relnya atau tekanan ban mobil jalan.

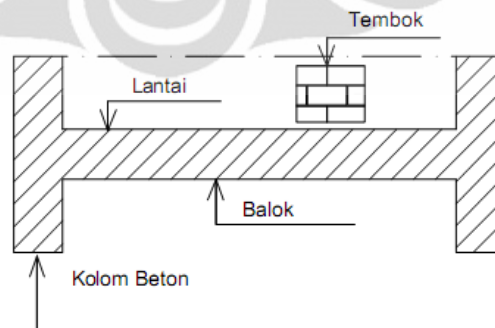


Gambar 2.27 Muatan Beban Terpusat

2) Muatan/beban merata

Muatan merata adalah muatan yang luas singgungnya merata, dengan luas singgung yang tidak boleh diabaikan.

Contoh : plat lantai, balok beton dan tekanan tembok pada balok beton.

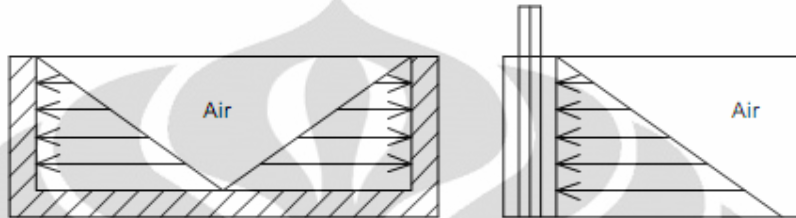


Gambar 2.28 Beban Merata

3) Muatan/beban tidak terbagi rata

Muatan tidak terbagi rata adalah muatan yang luas singgungnya merata tapi muatannya tidak terbagi rata.

Contoh : muatan/beban dari tekan air pada dinding bak air atau tekanan air pada pintu air.



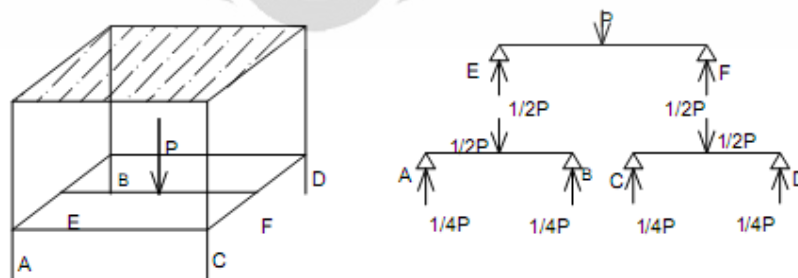
Gambar 2.29 Beban tidak terbagi rata

Tekanan air pada dinding bak atau pada ointu air tidak terbagi rata (merupakan tekanan segitiga) yang dimulai dari bagian atas kecil tak terhingga dan semakin ke bawah semakin besar.

b. Muatan/beban menurut cara kerjanya dibedakan menjadi sebagai berikut :

- 1) Muatan.beban langsung, yaitu suatu beban yang bekerja langsung pada suatu bagian konstruksi tanpa perantara konstruksi lain.
- 2) Muatan/beban tak langsung, yaiu suatu beban yang bekerja dengan perantara konstruksi lain.

Contoh : rangka meja dari kayu/besi dengan beban P pada balok sandaran kaki FF.



P bekerja langsung pada balok EF

P bekerja tak langsung pada balok AB dan CD

c. Muatan atau beban menurut sifatnya dibedakan sebagai berikut :

- 1) Muatan/beban mati (tetap) yaitu semua muatan yang berasal dari berat bangunan dan atau unsur bangunan termasuk segala unsur tambahan tetap yang merupakan satu kesatuannya dengannya.
- 2) Muatan/beban hidup (berguna) yaitu muatan yang tidak tetap kecuali muatan angin, muatan gempa dan engaruh-pengaruh khusus.
- 3) Muatan angin yaitu semua muatan pada bangunan dan atau unsur bangunan yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (angin).
- 4) Muatan/beban gempa yaitu semua muatan/beban pada bangunan atau unsur bangunan yang disebabkan oleh gempa.
- 5) Pengaruh-pengaruh khusus yaitu semua pengaruh terhadap bangunan dan atau unsur bangunan yang diakibatkan oleh selisih suhu, pemasangan, penurunan fondasi, sudut, gaya rem dan lain-lainnya.

2.5 Persyaratan Pengujian Papan Partikel [15]

a. Pengujian visual ukuran dan kesikuan

Untuk ukuran terdapat toleransi panjang dan lebar ± 3 mm. Sedangkan untuk kesikuan toleransinya adalah perbedaan dari garis siku maksimum 2 mm. Untuk toleransi tebal dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

No.	Macam papan partikel	Tebal (mm)	Toleransi tebal (mm)		
			Tidak diampelas	Diampelas	Dekoratif
1.	Papan partikel biasa	< 15	$\pm 1,0$	$\pm 0,3$	-
		≥ 15			
2.	Papan partikel berlapis venir	< 20	$\pm 1,2$	$\pm 0,3$	-
		≥ 20	$\pm 1,5$	$\pm 0,3$	
3.	Papan partikel dekoratif	< 18	-	-	$\pm 0,5$
		≥ 18	-	-	$\pm 0,6$

Toleransi tebal papan partikel

b. Untuk pengujian Visual mutu penampilan adapun syarat umumnya idak diperkenankan adanya keropos, lapuk, lekang dan goresan pada papan partikel.

Sedangkan syarat khusus untuk papan partikel biasa, syarat khususnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

c. Pengujian Kadar air

Kadar air papan partikel yang diperkenankan 5% - 13% (Sumber : SNI 03 – 2105 – 2003 dan JIS A 5908 – 2003).

d. Pengujian kerapatan

Kerapatan papan partikel menurut SNI – 03 – 2105 – 2003 dan JIS A 5908 – 2003 antara 0,40 g/cm³ – 0,90 g/cm³.

e. Pengembangan tebal setelah direndam air

Untuk papan partikel tipe 8 dengan perekat tipe U tidak dipersyaratkan, Untuk papan partikel tipe 24 – 10 dan 17,5 – 10,5 bila tebalnya ≤ 12,7 mm, maksimum 25% dan bila tebalnya > 12,7 mm, maksimum 20%. Sedangkan untuk papan partikel lainnya maksimum 12%.

2.5.1 Pengujian Papan Partikel Secara Mekanis

- a. Syarat sifat mekanis papan partikel structural dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.7 Syarat mekanis papan partikel berdasarkan JIS A 5908 – 2003

Klasifikasi		Kuat Lentur		Modulus Elastisitas		Cabut Sekrup	Kuat Tarik Tegak Lurus
		Arah panjang	Arah lebar	Arah panjang	Arah lebar		
Papan partikel biasa dan papanpartikel dekoratif	Tipe 18	≥18 MPa	≥18 MPa	≥3000MPa	≥3000Mpa	≥500 N	≥0,3 MPa
	Tipe 13	≥13 MPa	≥13 MPa	≥2500MPa	≥2500Mpa	≥400 N	≥0,2 MPa
	Tipe 8	≥8 MPa	≥8 Mpa	≥2000MPa	≥2000Mpa	≥300 N	≥0,1 MPa
Papan partikel biasa struktural	Tipe 24-10	≥24 MPa	≥24 MPa	≥1300MPa	≥1300Mpa	≥500 N	≥0,3 MPa
	Tipe 17,5-10,5	≥17,5Mpa	≥17,5Mpa	≥2000MPa	≥2000Mpa	≥500 N	≥0,3 MPa
Papan partikel berlapis veneer	Tipe 30-15	≥30 MPa	≥30 MPa	≥2800MPa	≥2800Mpa	≥500 N	≥0,3 MPa

- b. Syarat emisi formaldehida dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Syarat emisi formaldehida

No.	Tipe	Nilai rata-rata (mg/l)	Nilai maksimum (mg/l)
1.	F****		Maksimum 0,5
2.	F***		Maksimum 1,5
3.	F**		Maksimum 5,0

- c. Ketahanan pukul

Tidak diperkenankan adanya retak dan terkelupas pada lapisan dekoratif.
Diameter lekuk maksimum 20 mm.

- d. Ketahanan terhadap asam, basa, noda dan perubahan warna

- Tidak berlaku bagi papan partikel dekoratif yang dilapisi venir indah.
- Tidak terjadi perubahan warna akibat larutan asam maupun basa.
- Tidak ada bekas warna atau noda yang tertinggal
- Tidak terjadi perubahan warna dan pemudaran kilap

2.5.2 Cara Uji Papan Partikel Secara Visual dan laboratories

1. Uji dimensi

- a. Prinsip

Ketelitian terhadap pengukuran panjang, lebar, tebal dan kesikuan.

- b. Prosedur

- 1) Panjang diukur pada kedua sisi lebarnya
- 2) Lebar diukur pada kedua sisi panjangnya
- 3) Tebal diukur pada keempat sudutnya
- 4) Kesikuan diukur pada keempat sudutnya dengan mengukur penyimpangan dari alat penyiku

2. Uji mutu penampilan

- a. Prinsip

Kecermatan terhadap pengamatan adanya cacat yang mempengaruhi mutu penampilan.

b. 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 mutu penampilan papan partikel

3) Setiap cacat yang terdapat pada papan partikel dinilai dan ditetapkan mutunya sesuai

dengan persyaratan.

3. Uji laboratoris : Uji kerapatan

a. Prinsip

Hubungan antara berat dengan isi papan partikel.

b. Prosedur.

1) Contoh uji diukur panjangnya pada kedua sisi lebarnya

2) Contoh uji diukur lebarnya pada kedua sisi panjangnya

3) Contoh uji diukur tebalnya pada keempat sudutnya

4) Contoh uji ditimbang

Rumus perhitungan :

$$\text{Kerapatan (g/cm}^3\text{)} = \frac{B}{I}$$

dengan:

B adalah berat (gram)

I adalah isi (cm³) = panjang (cm) x lebar (cm) x tebal (cm), dengan ketelitian hingga 0,01 g/cm³.

4. Uji kadar air

a. Prinsip

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

b. Prosedur

1) Contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat awal.

- 2) Contoh uji dikeringkan dalam oven .
- 3) Masukkan contoh uji ke dalam desikator, kemudian ditimbang.
- 4) Kegiatan ini diulang dengan selang 6 jam sampai beratnya tetap (berat kering mutlak).

Rumus perhitungan :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Ba} - \text{Bk}}{\text{Bk}} \times 100$$

dengan:

Ba adalah berat awal (gram).

Bk adalah berat kering mutlak (gram).

5. Uji pengembangan tebal setelah direndam air

a. Prinsip

Penambahan tebal papan partikel akibat perendaman dalam air.

b. Prosedur

- 1) Contoh uji diukur tebalnya pada bagian pusatnya.
- 2) Contoh uji direndam dalam air .
- 3) Contoh uji kemudian diangkat, diseka dengan kain dan diukur tebalnya.

Rumus Perhitungan :

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{\text{T2} - \text{T1}}{\text{T1}} \times 100$$

dengan:

T2 adalah tebal setelah direndam air (mm).

T1 adalah tebal sebelum direndam air (mm).

2.5.3 Cara Uji Papan Partikel Secara Mekanis di laboratorium

1. Uji keteguhan lentur kering dan modulus elastisitas lentur

a. Prinsip

Kemampuan papan partikel menahan beban merata dan terpusat asimetris dalam keadaan kering.

b. Prosedur

- 1) Contoh uji diukur panjang, lebar dan tebalnya;
- 2) Contoh diletakkan secara mendatar pada penyangga;
- 3) Beban diberikan pada bagian pusat contoh uji, kemudian dicatat defleksi dan beban sampai beban maksimum.

Rumus perhitungan :

$$1) \text{ Keteguhan lentur (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3 BS}{2 LT^2}$$

dengan:

B adalah beban maksimum (kgf).

S adalah jarak sangga (cm).

L adalah lebar (cm).

T adalah tebal (cm).

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

$$2) \text{ Modulus elastisitas lentur (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{S^3}{4 LT^3} \times \frac{\Delta B}{\Delta D}$$

dengan:

S adalah jarak sangga (cm).

L adalah lebar (cm).

T adalah tebal (cm).

ΔB adalah selisih beban ($B_1 - B_2$) yang diambil dari kurva (kgf).

ΔD adalah defleksi (cm) yang terjadi pada selisih beban ($B_1 - B_2$).

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.

2. Uji keteguhan lentur basah

a. Prinsip

Kemampuan papan partikel menahan beban merata dan terpusat asimetris dalam keadaan basah.

b. Prosedur

Setelah direndam air panas (untuk papan partikel tipe M)

- 1) Contoh uji diukur panjang, lebar dan tebalnya
- 2) Contoh uji direndam dalam air panas
- 3) Contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar, kemudian diuji dalam keadaan basah tanpa harus mencatat defleksinya;

Setelah direndam air mendidih (untuk papan partikel tipe P)

- 1) Contoh uji diukur panjang, lebar dan tebalnya
- 2) Contoh uji direndam dalam air mendidih
- 3) Contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar, kemudian diuji dalam keadaan basah tanpa harus dicatat defleksinya.

3. Keteguhan tarik tegak lurus permukaan

a. Prinsip

Kemampuan papan partikel untuk menahan beban tarik tegak lurus permukaan.

b. Prosedur

- 1) Buat contoh uji
- 2) Ukur panjang dan lebar lebar
- 3) Contoh uji direkat pada dua buah blok besi atau bahan lain yang memadai, biarkan Meringering.
- 4) Contoh uji ditarik pada arah vertikal dan dicatat beban maksimumnya

Rumus Perhitungan :

$$\text{Keteguhan tarik tegak lurus permukaan (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{B}{P \times L}$$

dengan :

B adalah beban maksimum (kgf)

P adalah panjang (cm)

L adalah lebar (cm)

4. Keteguhan cabut sekrup

a. Prinsip

Kemampuan papan partikel menahan sekrup

b. Prosedur

1) Sekrup dipasang pada sebelah kiri dan kanan contoh uji tepat pada bagian pusatnya.

Disarankan membuat lubang pendahuluan.

2) Sekrup ditarik pada arah vertikal dan dicatat beban maksimumnya.

Rumus perhitungan :

Keteguhan cabut sekrup merupakan nilai rata-rata dari dua pengujian

Hasil pengujian keteguhan cabut sekrup dihitung dengan rumus:

$$\text{Keteguhan cabut sekrup (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{B}{P \times L}$$

dengan:

B adalah beban maksimum (kgf)

P adalah panjang (cm)

L adalah lebar (cm)

2.6 Papan Partikel cacah kotak aseptik dengan perekat phenol formaldehida

Papan partikel cacah kotak aseptik adalah hasil pengempaan panas campuran cacah kotak aseptik dengan perekat phenol formaldehida. Papan partikel cacah kotak aseptik terdiri dari cacah kotak aseptik, bahan perekat, dan bahan-bahan untuk tujuan dekoratif. Pada percobaan ini bahan papan partikel yang digunakan adalah cacah kotak aseptik dan phenol formaldehida. Papan

partikel cacah kotak aseptik sepenuhnya menggantikan partikel kayu dengan cacah kotak aseptik yang terdiri dari bahan karton, plastik dan aluminium.

Penelitian tentang cacah kotak aseptik sebelumnya sudah pernah dibuat sebagai papan komposit oleh PT. Tetra Pak. Dari hasil penelitian tersebut didapat bahwa sifat gabungan polimer dan aluminium memungkinkan untuk produksi 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. Di Brazil, kotak aseptik sudah dimanfaatkan sebagai genteng karena kotak aseptik mempunyai sifat yang kedap air dan tahan terhadap cahaya matahari.

2.7.1. Sifat Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik

Sifat-sifat campuran papan partikel aseptik, yaitu antara lain:

a. Penyerapan air dalam cacah kotak aseptik

Kotak aseptik merupakan kemasan minuman yang sangat kedap air jadi sehingga dalam hal penyerapan air ini tidak begitu bermasalah. Dengan demikian dapat disimpulkan berdasarkan pengamatan awal bahwa cacah kotak aseptik memiliki daya penyerapan air yang sangat kecil atau boleh dikatakan kedap air.

b. Kadar air papan partikel cacah kotak aseptik sangat kecil karena merupakan bahan aseptik yang kedap air.

c. Ketahanan terhadap cuaca

Ketahanan terhadap cuaca merupakan petunjuk kemampuan kotak aseptik untuk menahan perubahan volume yang berlebihan, yang diakibatkan oleh adanya perubahan suhu pada lingkungan sekitar. Suatu kotak aseptik dikatakan kekal jika dengan adanya perubahan tersebut tidak mengakibatkan memburuknya sifat papan partikel. Papan partikel cacah kotak aseptik tahan terhadap cahaya karena mempunyai lapisan aluminium sebagai pelindung dan merupakan bahan yang kedap air jadi papan partikel cacah kotak aseptik tahan terhadap cuaca.

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.
- Banyaknya rongga yang terdapat pada papan partikel, sehingga akan berpengaruh terhadap kekuatan dan keawetan papan partikel serta mengakibatkan buruknya tampilan visual papan partikel tersebut.

2.7.2. Kelebihan dan Kekurangan Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik

a. Kelebihan penggunaan papan partikel cacah kotak aseptik, antara lain:

- Papan partikel cacah kotak aseptik ramah lingkungan karena mampu mereduksi gas CO₂ dan gas metan NH₄ akibat penumpukan sampah
- Papan partikel cacah kotak aseptik relatif murah.
- Papan partikel cacah kotak aseptik tahan terhadap cahaya matahari dan kedap air.
- Papan partikel mempunyai rangkai dan susut yang kecil.
- Mudah untuk dibuat dan tahan terhadap serangga atau rayap.

b. Kekurangan penggunaan papan partikel cacah kotak aseptik yaitu belum adanya perhitungan mix design yang pasti, sehingga kekuatannya belum teruji karena belum ada percobaan di Indonesia yang menggunakan cacah kotak aseptik sebagai papan partikel.

2.7.3. Material Papan Partikel Cacah Kotak Aseptik

Pemilihan material yang baik akan meningkatkan kualitas papan partikel, karena kualitas papan partikel yang diperoleh didominasi oleh kekuatan existing material penyusun. Material-material yang digunakan dalam penelitian papan partikel antara lain :

- Cacah kotak aseptik
- Perekat phenol formaldehida adhesive (perekat tipe P)
- Bahan-bahan dekoratif

2.8 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 :

2.8.1 Sifat Mekanik Campuran Mortar dan Cacahan Kotak Aseptik [16]

- Heru Purnomo (2009)

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak penggunaan robekan kotak aseptik (kotak aseptik dengan dimensi 12 x 4,8 x 3,8) 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 5 x 5 x 5 cm 3 sedangkan balok spesimen 17,5 cm, 5 cm lebar dan 5 cm. Dua volume pecahan (2 dan 20 persen) dan nol persen aseptis 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 :

Geometry Shredded Aseptis Karton (cm ³)	Persentase Aseptis Shredded Karton (%)	Komposisi Semen: Pasir: Air	Rata-rata Modulus of Rupture (MPa)	Rata-rata dan Deviasi Standar dari Compressive Strength (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

Tabel 2.7 Perbandingan kekuatan dari spesimen yang mengandung dua geometri yang berbeda dari karton aseptik

Sumber : Heru, P, 2009.

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

Tabel 2.10. Perbandingan kekuatan tekan kubus dari semen spesimen yang berbeda, pasir, air dan persentase komposisi irisan karton aseptik

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

Tabel 2.8. Perbandingan kekuatan lentur dari spesimen balok semen yang berbeda, pasir, air komposisi dan persentase irisan karton aseptik

Komposisi Semen: Pasir: Air	Persentase Aseptis Shredded Karton (%)	Rata-rata dan Deviasi Standar dari Compressive Strength (MPa)	Setetes Compressive Strength (%)
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
	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

Sumber : Heru, P, 2009.

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

2.8.2 Sifat fisik dan sifat mekanik papan partikel yang terbuat dari karton aseptik dengan dilapisi venir.

- **Nadir Ayrilmis, Zeki Candan, Salim Hiziroglu. [23]**

Penelitian ini dilaksanakan pada negara Turki dan Amerika Serikat.

Dimana campuran yang digunakan yaitu dengan cacah kotak aseptik dengan bermacam – macam perekat. Produk papan patikel dengan ukuran

1250 mm x 2500 mm x 15 mm dan papan partikel dipotong sesuai dengan ukuran pengetesan yaitu dengan ukuran 500 mm x 500 mm x 15 mm.

Tabel 2.9 Hasil penelitian pengujian sifat fisis

Adhesive type between cardboard and veneer sheet		Solids content (%)	Specific gravity (g/cm ³)	pH (at 20 °C)	Gel time (at 100 °C)(s)	Viscosity (at 20 °C) (cps)
Polyurethane (PU) (diphenylmethane-4,4'-di-isocyanate)	Component A (Macroplast UK 8103)	100	1.400	-	-	37,000
	Component B (Macroplast UK 5400)	100	1.150	-	-	190
Urea-formaldehyde (UF)		65	1.280	8.25	37.0	450
Phenol-formaldehyde (PF)		47	1.195	11.75	15	250-500
Melamine/urea formaldehyde (MUF)		65	1.275	8.75	62.5	200-250

Tabel 2.10 Hasil penelitian pengujian sifat mekanik.

Table 2 Average values of physical and mechanical tests of cardboards produced with veneers using various types of adhesives

Adhesive type between cardboard and veneer sheet	Air-dry density (g/cm ³)	Mechanical properties						Physical properties						
		Modulus of rupture (N/mm ²)		Modulus of elasticity (N/mm ²)		Glueline bond strength (N/mm ²)	Janka hardness (Face) (N/mm ²)	Screw withdrawal resistance (Face) (N)	Thickness swelling (%)			Water absorption (%)		
		// ^a	⊥ ^a	//	⊥				2 ^b	24	168	2	24	168
Urea-formaldehyde (UF)	0.96 (0.02)	42.1 (2.63)	19.2 B ^c (0.48)	5142.0 B (338.4)	1562.3 B (48.60)	0.6 A (0.05)	51.5 B (2.82)	1613.9 C (70.7)	1.1 A (0.12)	1.3 BC (0.34)	3.9 B (0.37)	3.5 B (0.28)	6.3 AB (0.81)	14.2 B (0.86)
Phenol-formaldehyde (PF)	0.95 (0.03)	43.8 (2.92)	20.6 AB (0.82)	6588.2 D (201.66)	1741.9 AB (79.96)	0.9 B (1.00)	63.1 C (4.48)	1728.6 AB (101.2)	1.2 A (0.09)	1.7 A (0.14)	3.2 C (0.21)	4.1 A (0.28)	6.5 A (0.37)	12.8 C (0.37)
Melamine/urea formaldehyde (MUF)	0.97 (0.02)	43.1 (4.20)	19.9 AB (2.82)	6089.0 A (523.2)	1522.2 B (118.67)	0.7 C (0.04)	56.4 D (3.50)	1682.1 BC (171.1)	1.2 A (0.17)	1.4 B (0.18)	4.9 A (0.75)	4.3 A (0.32)	6.8 A (0.39)	14.8 A (0.37)
Polyurethane (PU)	0.96 (0.05)	45.5 (4.68)	22.8 A (1.10)	7249.6 C (250.83)	2014.3 A (122.87)	1.1 D (0.03)	65.3 A (5.64)	1781.5 A (83.2)	0.8 B (0.05)	1.2 C (0.12)	3.5 C (0.19)	3.1 C (0.11)	5.8 B (0.68)	13.3 C (0.31)
Cardboard (without veneer)	1.05	21.3	18.6	1945.8	1361.5	-	59.0	1331.0	0.5	1.0	1.7	2.1	3.8	8.2
Quality requirements ^e	-	20 (min.)	10 (min.)	3500 (min.)	1400 (min.)	-	-	-	-	15 (max.)	-	-	-	-

^a // = parallel to major axis of panel, ⊥ = Perpendicular to major axis of panel.

^b Hours for thickness swelling and water absorption tests.

^c Values in parentheses are standard deviation.

^d Homogeneous groups: same letters in each column indicate that there is no statistical difference between the samples according to the Duncan's multiply range test. $p < 0.05$.

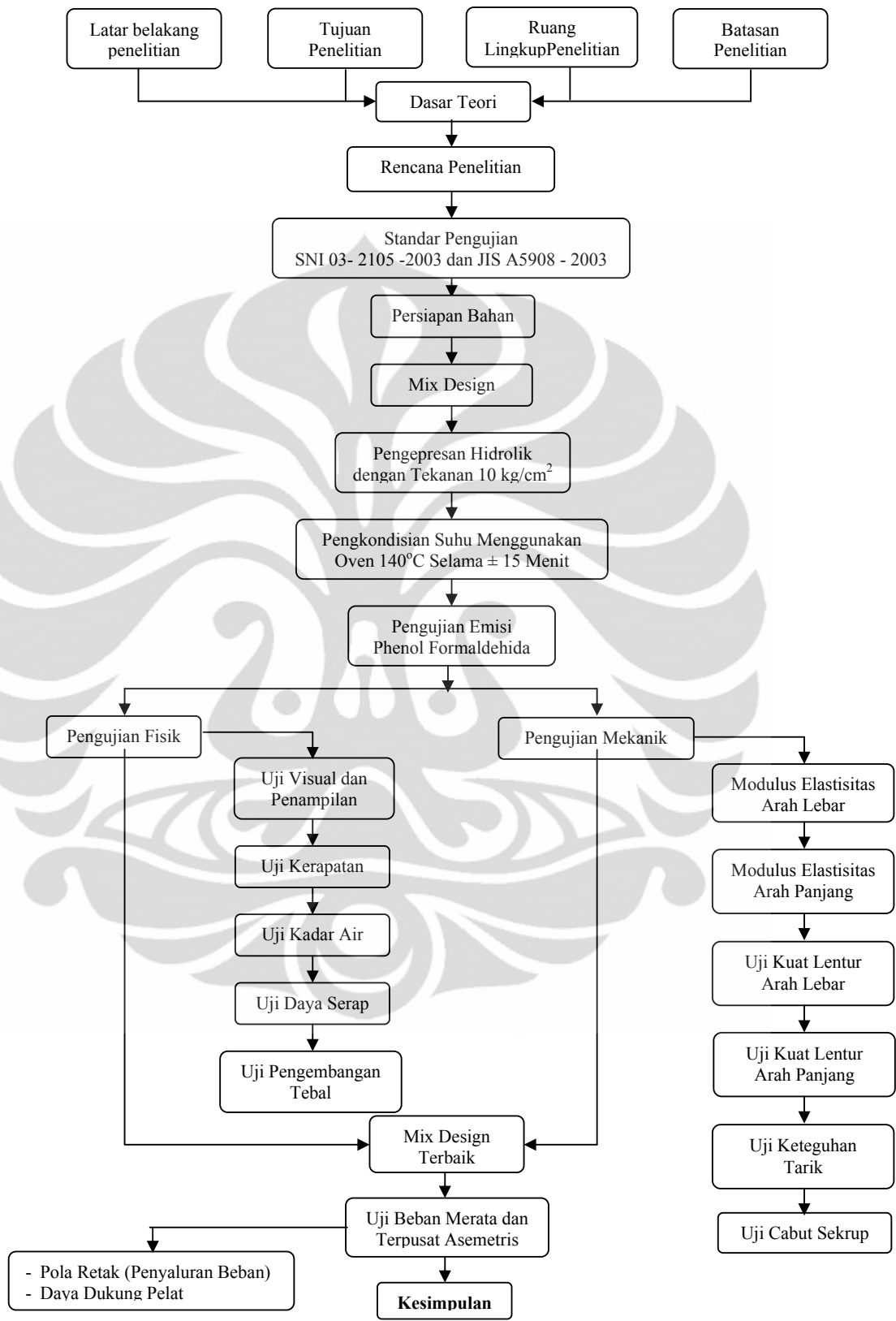
^e Quality requirements according to EN 300 OSB minimum property requirement (1997) Type 3 (OSB panels exposed to load at humid conditions).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian di laboratorium sesuai dengan standar yang berlaku yaitu berdasarkan SNI 03 – 2105 – 2003 dan JIS (Japanese Industrial Standards) A 5908 – 2003 : Particleboard.

Metode penelitian yang digunakan adalah mencari mix design yang paling tepat pembentuk benda uji Papan Partikel Cacah Kotak *Aseptic* – Phenol Formaldehida sebagai perekat sehingga menghasilkan keteguhan tarik yang tinggi dan modulus elastisitas beton. Tahap selanjutnya adalah tahap pengujian pelat komposit cacah kotak *Aseptic* – Phenol Formaldehida terhadap dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan dimana untuk mendapatkan pola retak dari pelat yang menjelaskan penyebaran/distribusi beban serta mengetahui daya dukung dari papan partikel tersebut. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan pada diagram alir dibawah ini:



3.1 Waktu dan Tempat Pengujian

Penelitian ini dilaksanakan Januari 2010 - Mei 2010 dimana untuk pengujian Sifat Mekanik dilaksanakan di Laboratorium Kayu Solid dan Laboratorium Keteknikan Kayu, penelitian penunjang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Hasil Hutan – Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Pengujian Sifat Fisis dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Material Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan Pengujian Emisi Formaldehida dilaksanakan di PT. Mutu Agung Lestari (MAL) Depok.

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 kertas (shredder) dan digunting sesuai dengan ukuran cacahan aseptik yang telah ditentukan. Ukuran cacahan aseptik yang digunakan $\pm 5 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$.



Gambar 3.1 Bahan Cacah Kotak Aseptik

3.2.2 Persiapan Bahan Perekat

Bahan pengikat atau perekat yang digunakan berupa Phenol Formaldehida Adhesive PA – 302 yang diproduksi PT. Palmolite Adhesive Industry (PAI). Adapun persentase phenol formaldehida 30%, 35 % dan 40 % dari berat benda uji keseluruhan yang ditimbang sesuai kebutuhan percobaan. Jadi untuk membuat benda uji dengan ukuran cacah kotak $\pm 5 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ dibutuhkan phenol formaldehida 30%, 35 % dan 40 % dari berat benda uji keseluruhan.



Gambar 3.2 Perekas Phenol Formaldehida

3.3 Persiapan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian papan partikel ini adalah :

1. *Rotary Blender*;
2. Screen;
3. Timbangan;
4. Cetakan ukuran 30 x 30 cm;
5. Sarung tangan kain;
6. Plastik lembaran;
7. Stick Besi;
8. Aluminium Foil;
9. Gergaji Mesin;
10. Milimeter Sekrup;

11. *Shredder*;

12. Alat Pengujian kuat lentur, Keteguhan Tarik, Modulus Elastisitas dan Pengujian Cabut Sekrup;

13. *Spraygun*;

14. Beban untuk pengujian beban merata dan beban terpusat;

15. Jangka sorong;

16. Oven;

17. Untuk Uji Emisi Berupa : desikator, penjepit kawat, gelas piala 1000 ml, labu voulemtrik, labu ukur, gelas pial 100 ml, pipet, erlenmeyer asah 100 ml, cawan, spektrofotometer, penangas air (PT. MAL Depok);

18. Dial Gauge.



Keterangan Gbr 3.3 :

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

3.4 Proses Pembuatan Benda Uji Papan Partikel

3.4.1 Persiapan Bahan

Langkah pertama adalah menyiapkan bahan yang akan digunakan yaitu cacahan kotak aseptik $\pm 5\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ dan phenol formaldehida. Kemudian cacahan kotak aseptik dan phenol formaldehida ditimbang sesuai dengan volume yang telah ditentukan. kemudian masukkan cacahan kotak aseptik yang berukuran $\pm 5\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ ke dalam Mixer lalu phenol formaldehida dimasukkan kedalam *Spraygun* dimana *Spraygun* ini adalah alat yang digunakan untuk menyemprot phenol formaldehida ke rotary belender. Kemudian semprot phenol formaldehida sampai habis dan sampai benar- benar homogen.

3.4.2 Pembentukan Lembaran (mat forming)

Pembentukan lembaran (papan) dilakukan diatas plastik lembaran pada alas seng berukuran $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ dan list dari besi untuk ketebalan $1,5\text{ cm}$ sebagai papan partikel. Kemudian adonan dimasukkan kedalam cetakan dan diratakan menggunakan papan.



Gambar 3.4. Alat cetak papan partikel dan alat press hidrolik

3.4.3 Pengempaan panas/Hot pressing

Setelah lembaran (papan partikel) terbentuk dimasukkan kedalam alat press hidrolik lalu di tekan dengan tekanan spesifik 10 kgf/cm selama \pm 15 menit dengan suhu 140°C.

3.4.4 Pengkondisian (Conditioning)

Selanjutnya lembaran (papan partikel) yang telah dikempa dengan suhu 140°C dilakukan pengkondisian selama 1 hari. Dimana lembaran yang masih dalam keadaan sangat panas dan sangat lunak dibiarkan agar terjadi pengerasan perekat sebelum dikeluarkan dari cetakan dan bertujuan untuk melepaskan tegangan sisa yang ada pada lembaran (papan) setelah dikempa panas. Lembaran ditata membentuk tumpukan dengan menyelipkan sticker diantara papan. Lalu dilakukan pelapisan glassir pada salah satu variasi benda uji sebagai lembaran (papan) yang kedap air.

3.4.5 Perancangan Campuran Papan Partikel (Mix design)

Karena belum ada standar atau penelitian sebelumnya pada komposisi antara aseptik dan phenol formaldehida maka metode yang digunakan untuk perancangan papan partikel adalah trial and error. Komposisi antara aseptik dan phenol formaldehida yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Variasi campuran aseptik dengan phenol formaldehida

Kondisi	Aseptik (\pm 5mm x 80 mm) %Volume	Phenol Formaldehid %Volume
1	70	30
2	65	35
3	60	40

Komposisi yang digunakan adalah komposisi yang terbaik dari garfik pengujian cabut sekrup, keteguhan tarik, modulus elastisitas, pola retak akibat beban merata dan beban terpusat yang bekerja secara bersamaan, kadar air dan daya serap dari masing-masing kondisi. Jumlah benda uji percobaan adalah 3 buah jadi totalnya dikali dengan jumlah pengujian fisik dan mekanik.

3.5 Teknologi Pengujian di Laboratorium

3.5.1 Pengujian Emisi

- Prinsip
 1. Formaldehida yang teremisi ditangkap oleh air suling;
 2. Formaldehida yang ditangkap oleh air suling apabila ditambahkan larutan Acetyl Acetone Ammonium Acetate membentuk senyawa kompleks berwarna kuning;
 3. Intensitas warna kuning diukur dengan spektrofotometer sehingga menghasilkan absorbansi dengan nilai tertentu;
 4. Besarnya nilai absorbansi sebanding dengan konsentrasi formaldehida pada larutan uji;

- Tujuan
 1. Mengetahui Kadar Emisi Formaldehida pada benda uji (papan partikel) (mg/l);
 2. Mengetahui pengelompokan pada Kategori Formaldehida menurut tabel 2.3;
 3. Mengetahui tingkat bahaya yang ditimbulkan dari perekat phenol formaldehida.

- Peralatan
 1. *Thermometer & Thermohyrometer* (precision 0.1 °C & 5%);
 2. *Spectrophotometer UV-Vis*;

3. Water bath ($65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$);
4. *Balance* / timbangan (0.1 mg);
5. *Glass Desiccator* (diameter: 240 mm);
6. *Crystallizing dish* (diameter luar: 120 mm, diameter dalam : 115 mm and high : 60 - 65 mm);
7. *Volumetric flask* 100 & 1000 ml;
8. *Volumetric Pipette* 5, 10, 20, 25, 50, 100 ml;
9. *Burette*;
10. *Erlenmeyer* 100 ml;
11. *Specimen supporting Metal*;
12. *Stainless steel wire net* (diameter 240 mm, mesh > 15 mm).

- Prosedur

1. Persiapan Sampel

- Menyiapkan sampel (benda uji) dengan panjang $150\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ dan lebar $50\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$, dengan jumlah spesimen 10 buah, dimana jumlah total area permukaan sampel (benda uji) 1800 cm^2 ;
- Pengkondisian sampel (benda uji) yaitu dengan temperatur $20^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, Humidity (RH) $65\% \pm 5\%$, waktunya hingga mencapai berat konstan (berat dari spesimen uji tidak boleh lebih besar dari 0,1 % pada interval waktu 24 jam (Max. 1 minggu) dan metode pada masing – masing specimen dipisahkan berjarak min. 25 mm;
- Pengetesan Kondisi dilakukan dengan temperatur $20^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, durasinya yaitu 24 jam ± 5 menit dan volume air distilasi 300 ml dan benda uji disusun menggunakan penjepit kawat agar terpisah satu dengan yang lainnya.

2. Persiapan Larutan Pereaksi

3. Standardisasi Larutan

4. Pembuatan Larutan Standar untuk Kurva Kalibrasi

5. Proses Emisi Formaldehida

- Apabila pengetesan kondisi sudah dilakukan dan larutan pereaksi sudah siap, maka benda uji yang sudah dijepit dengan penjepit kawat diletakkan dalam wadah yang sudah berisi air suling dalam desikator, lalu menutup desikator selama 24 jam.
- Selanjutnya air suling akan menyerap formaldehida yang menguap dari benda uji.

6. Penetapan Emisi Formaldehida dengan Alat Spektrofotometer

Pipet masing masing standar dan larutan sampel sebanyak 25 ml dan masukkan dalam erlenmeyer 100 ml kemudian Tambahkan 25 ml larutan asetil aseton amonium asetat dan panaskan dengan waterbath pada suhu 60 ± 2 °C selama 10 menit. Dinginkan hingga suhu kamar pada ruang gelap.

Ukur absorbansi masing-masing standar secara berurutan pada panjang gelombang 412 nm, kemudian ukur absorbansi sampel.

- Analisa Data

Untuk memperoleh kadar emisi formaldehida dan dapat menggolongkan type emisi formaldehida yang sesuai dengan standard SNI 03 – 2105 – 2006 dan JIS (Japanese Industrial Standars) A 5908 – 2003 serta mengetahui tingkat pengaruhnya terhadap kesehatan dan lingkungan.

3.5.2 Pengujian Visual

3.5.2.1 Uji Dimensi

- Prinsip

Ketelitian terhadap pengukuran panjang, lebar, tebal dan kesikuan.

- Tujuan

Untuk mengetahui dimensi papan partikel apakah sudah sesuai standar apa belum.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

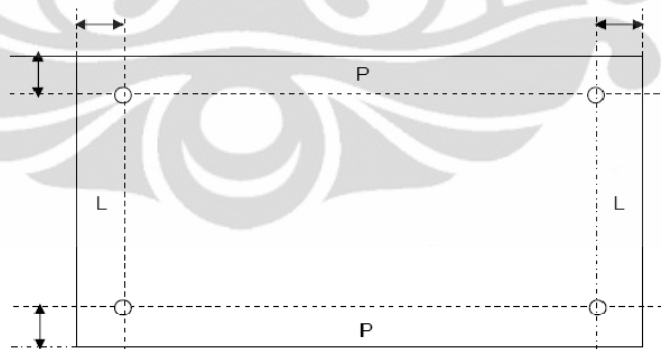
1. Meteran;
2. micrometer dan
3. alat penyiku.

- Persiapan

Siapkan contoh berupa papan partikel berukuran penuh.

- Prosedur

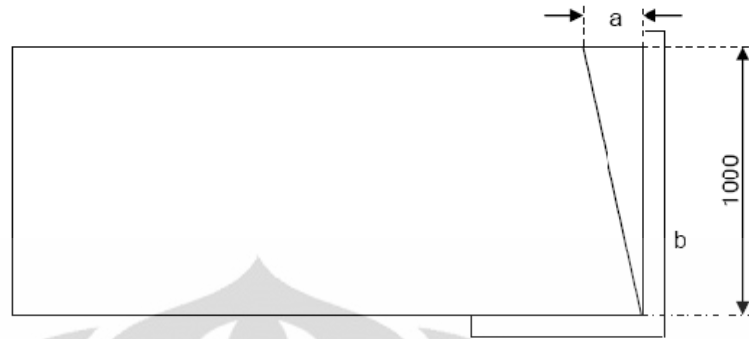
1. Panjang diukur pada kedua sisi lebarnya, 100 mm dari tepi dengan ketelitian minimum 1 mm (Gambar 3.3).
2. Lebar diukur pada kedua sisi panjangnya, 100 mm dari tepi dengan ketelitian minimum 1 mm (Gambar 3.3).
3. Tebal diukur pada keempat sudutnya, minimum 20 mm dari sudutnya dengan ketelitian minimum 0,05 mm (Gambar 3.3).
4. Kesikuan diukur pada keempat sudutnya dengan mengukur penyimpangan dari alat penyiku panjang 1000 mm dengan ketelitian minimum 0,5 mm (Gambar 3.4).



Keterangan gambar:

- P adalah tempat pengukuran panjang papan partikel
- L adalah tempat pengukuran lebar papan partikel
- O adalah tempat pengukuran tebal papan partikel

Gambar 3.2 Pengujian panjang, lebar dan tebal papan partikel



Keterangan gambar:

- a adalah penyimpangan dari garis siku (mm)
- b adalah alat penyiku

Gambar 3.3 Pengukuran siku papan partikel

- 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.

3.5.2.2 Uji mutu penampilan

- Prinsip

Kecermatan terhadap pengamatan adanya cacat yang mempengaruhi mutu penampilan.

- Tujuan

Untuk melakukan pengamatan adanya cacat yang mempengaruhi mutu penampilan.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi: meteran dan jangka sorong dan kaca pembesar (loupe).

- Persiapan

Siapkan contoh uji berupa panel (berukuran penuh).

- 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 SNI 03-2105- 2006.
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.

3.5.3 Pengujian Laboratorium untuk Sifat Fisik

3.5.3.1 Kerapatan

- Prinsip

Ketelitian dalam melakukan penimbangan berat papan partikel.

- Tujuan

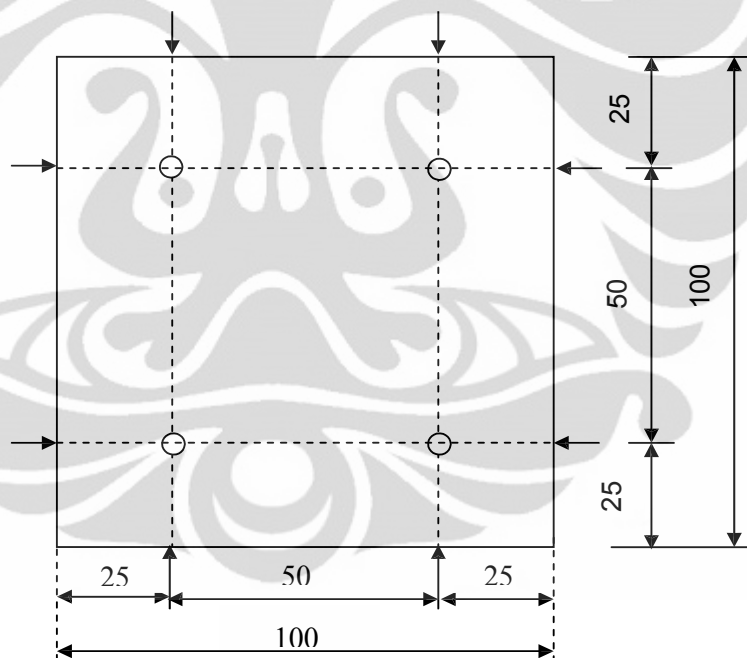
Mengetahui hubungan antara berat dengan isi papan partikel. Semakin kecil nilai hubungan antara berat dengan isi papan partikel maka semakin tinggi daya tahan lembaran partisi terhadap penetrasi cairan.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. jangka sorong dan
2. timbangan.

- Persiapan
Siapkan benda uji ukuran 100mm x 100mm x 10mm sebanyak 3 buah.
- Prosedur.
 1. Benda uji diukur panjangnya pada kedua sisi lebarnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian 0,1 mm (Gambar 3.5.).
 2. Benda uji diukur lebarnya pada kedua sisi panjangnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian 0,1 mm (Gambar 3.5.).
 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 3.5.).
 4. Benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,1 g.



Gambar 3.4 Pengukuran contoh uji kerapatan

Keterangan gambar:

O adalah tempat pengukuran tebal papan partikel (mm).

- Analisa Data

$$\text{Kerapatan} = \frac{B}{I} \quad (\text{g/cm}^3)$$

Dimana :

B = berat (gram)

I = isi (cm³) = panjang (cm) x lebar (cm) x tebal (cm), dengan ketelitian hingga 0,01 g/cm³.

3.5.3.2 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

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

Dimana :

Ba adalah berat awal (gram).

Bk adalah berat kering mutlak (gram).

3.5.3.3 Uji Daya Serap

- 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 $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;
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

$$\text{Daya Serap} = \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\%$$

Dimana :

Ba adalah berat awal (gram).

Bk adalah berat kering mutlak (gram).

3.5.3.4 Uji pengembangan tebal setelah direndam air

- Prinsip

Ketelitian dalam melakukan pengujian.

- 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 3.5.);
2. Contoh uji direndam dalam air pada suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ secara mendatar, sekitar 3 cm dari permukaan air selama ± 24 jam;
3. Contoh uji kemudian diangkat, diseka dengan kain dan diukur tebalnya (Gambar 3.5.).

- Analisa Data

$$\text{Pengembangan Tebal (\%)} = \frac{T2 - T1}{T1} \times 100\%$$

Dimana :

T2 = tebal setelah direndam air (mm).

T1 = tebal sebelum direndam air (mm).

3.5.4 Pengujian di Laboratorium untuk Sifat Mekanik

3.5.4.1 Uji Modulus Elastisitas Arah Lebar

- Prinsip

Ketelitian dalam pelaksanaan pengujian.

- Tujuan

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. mesin uji universal atau Universal Testing Machine merek Instron;
2. meteran dan
3. jangka sorong.

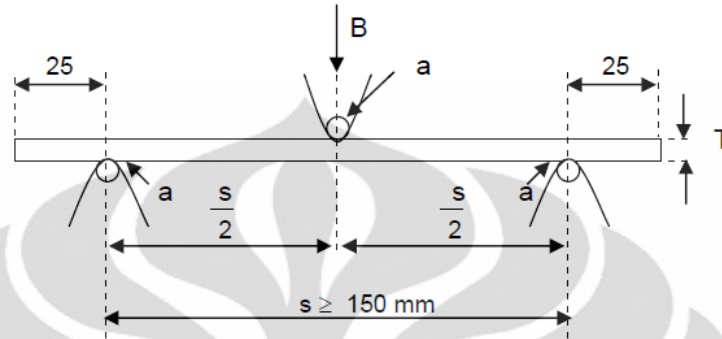
- Persiapan

Siapkan benda uji 185 mm x 50 mm x 15 mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

1. Benda uji diukur panjang, lebar dan tebalnya;
2. Benda uji diletakkan secara mendatar pada penyangga;
3. Pengujian dilakukan menggunakan alat Universal Testing Machine;
4. Benda uji dalam kondisi kering udara dibentangkan dengan jarak sangga 16,5 cm;

5. Kemudian pembebanan dilakukan ditengah – tengah jarak sangga seperti terlihat pada gambar 3.7. benda uji dalam posisi sisi tebal yang dibebani.



Gambar 3.5. Uji kuat lentur kering dan modulus elastisitas lentur

Keterangan gambar:

- B = beban (kgf).
- S = jarak sangga (mm)
- a = diameter \pm 10 mm
- T = tebal papan partikel

- Analisa Data

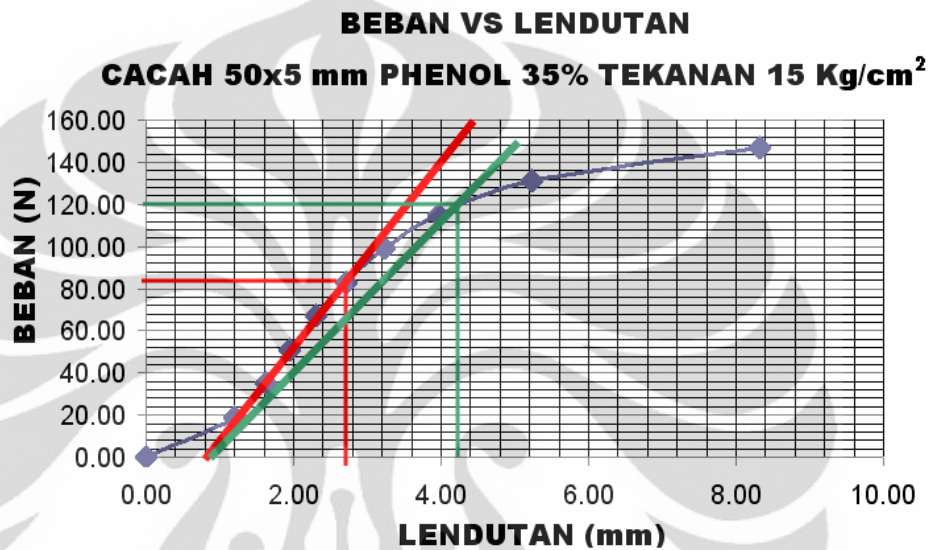
Menurut ASTM C-580-02 ada beberapa metode untuk menghitung nilai modulus elastisitas material, yaitu :

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 diagram 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 :



Dimana:

S = jarak sangga (cm).

L = lebar (cm).

T = tebal (cm).

ΔB = selisih beban ($B_1 - B_2$) yang diambil dari kurva (kgf).

ΔD = defleksi (cm) yang terjadi pada selisih beban ($B_1 - B_2$).

Ada beberapa metode lain untuk menghitung nilai modulus elastisitas material berdasarkan buku Mechanics of Materials oleh Hibbeler, 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.

3.5.4.2 Uji Modulus Elastisitas Arah Panjang

- Prinsip

Ketelitian dalam pelaksanaan pengujian.

- Tujuan

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. mesin uji universal atau Universal Testing Machine merek Instron;
2. meteran dan
3. jangka sorong.

- Persiapan

Siapkan benda uji 185 mm x 50 mm x 15 mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

1. Benda uji diukur panjang, lebar dan tebalnya;
2. Benda uji diletakkan secara mendatar pada penyangga;
3. Pengujian dilakukan menggunakan alat Universal Testing Machine;
4. Benda uji dalam kondisi kering udara dibentangkan dengan jarak sangga 16,5 cm;

5. Kemudian pembebanan dilakukan ditengah – tengah jarak sangga seperti terlihat pada gambar 3.7. benda uji dalam posisi sisi lebar yang dibebani.

- Analisa Data

Perhitungannya sama dengan modulus elastisitas arah pendek.

3.5.4.3 Uji Kuat Lentur Arah Lebar

- Prinsip

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

- Tujuan

Mengetahui kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. mesin uji universal (universal Testing Machine merek Instron);
2. meteran;
3. jangka sorong dan
4. penangas.

- Persiapan

Siapkan benda uji 185 mm x 50 mm x 15 mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

6. Pengujian dilakukan menggunakan alat Universal Testing Machine;
7. Benda uji dalam kondisi kering udara dibentangkan dengan jarak sangga 15 cm;
8. Kemudian pembebanan dilakukan ditengah – tengah jarak sangga seperti terlihat pada gambar 3.7. benda uji dalam posisi sisi tebal yang dibebani.

- Analisa Data

Kuat lentur dihitung dengan rumus sama dengan kuat lentur pada keadaan kering.

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

Dimana:

P = beban maksimum (kgf).

L = jarak sangga (cm).

b = lebar (cm).

h = tebal (cm).

3.5.4.4 Uji Kuat Lentur Arah Panjang

- Prinsip

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

- Tujuan

Mengetahui kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi:

1. mesin uji universal (universal Testing Machine merek Instron);
2. meteran;
3. jangka sorong dan
4. penangas.

- Persiapan

Siapkan benda uji 185 mm x 50 mm x 15 mm sebanyak 3 buah.

- Prosedur
 1. Pengujian dilakukan menggunakan alat Universal Testing Machine;
 2. Benda uji dalam kondisi kering udara dibentangkan dengan jarak sangga 15 cm;
 3. Kemudian pembebanan dilakukan ditengah – tengah jarak sangga seperti terlihat pada gambar 3.7. benda uji dalam posisi sisi lebar yang dibebani.
- Analisa Data
Kuat lentur dihitung dengan rumus sama dengan kuat lentur pada keadaan kering.

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

Dimana:

- P = beban maksimum (kgf).
- L = jarak sangga (cm).
- b = lebar (cm).
- h = tebal (cm).

3.5.4.5 Uji Keteguhan Tarik

- Prinsip
Kemampuan papan partikel untuk menahan beban tarik tegak lurus permukaan.
- Tujuan
Mengetahui Kemampuan papan partikel untuk menahan beban tarik tegak lurus permukaan.
- Prosedur
 1. Buat contoh uji;
 2. Ukur panjang dan lebar lebar;
 3. Contoh uji direkat pada dua buah blok besi atau bahan lain yang memadai, biarkan Mengering;

4. Contoh uji ditarik pada arah vertikal dan dicatat beban maksimumnya.

- Analisa Data

Keteguhan tarik tegak lurus permukaan dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Keteguhan tarik tegak lurus permukaan (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{B}{P \times L}$$

dengan :

B adalah beban maksimum (kgf)



P adalah panjang (cm)

L adalah lebar (cm)

3.5.4.6 Uji Cabut Sekrup

- Prinsip

Kemampuan papan partikel menahan sekrup.

- Tujuan

Mengetahui Kemampuan papan partikel menahan sekrup.

- Peralatan

1. Mesin uji universal dan sekrup panjang nominal 16 mm, diameter nominal 2,7 mm serta
2. panjang ulir sekitar 11 mm Jangka sorong dan
3. Penangas

- Persiapan

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

- Prosedur

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

Hasil pengujian keteguhan cabut sekrup dihitung dengan rumus:

$$\text{Keteguhan cabut sekrup (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{B}{P \times L}$$

dengan:

B adalah beban maksimum (kgf)

P adalah panjang (cm)

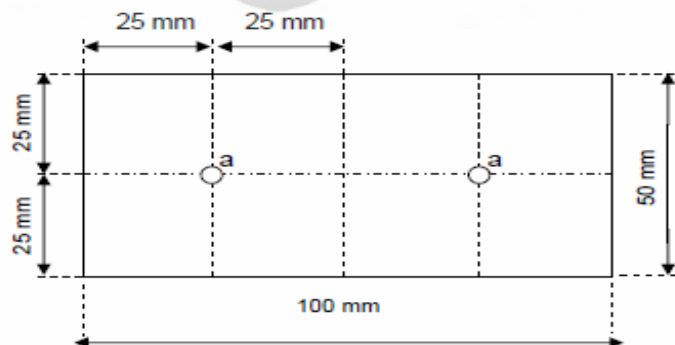
L adalah lebar (cm)

3.5.5 Pola retak dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan

- Tujuan

Mengetahui kemampuan papan partikel menahan beban merata dan terpusat yang bekerja secara bersamaan dan mendapatkan pola retak.

- Peralatan



Peralatan yang digunakan meliputi:

1. Perletakan sederhana sendi rol;
2. meteran;
3. Beban terpusat;
4. kertas dan sepidol untuk menggambar pola retak.

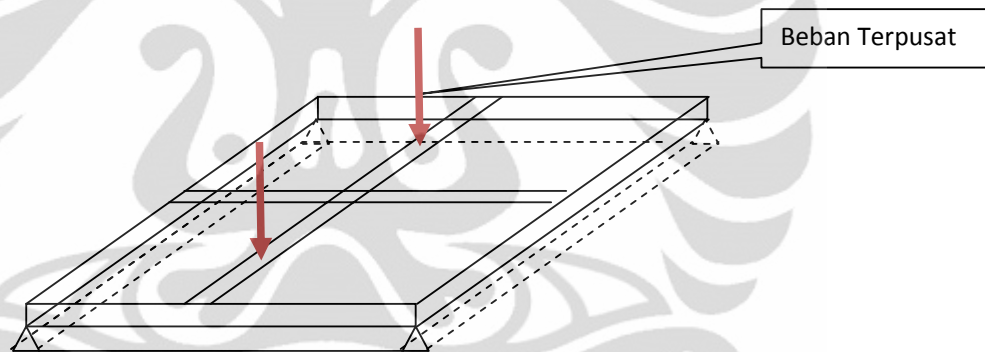
- Persiapan

Siapkan benda uji Lebar 20 cm x Panjang 25 cm sebanyak 3 buah.

- Prosedur

Letakan benda uji diatas perletakan sederhana dan di beri beban garis kelipatan 50 gram sampai didapat pola retak dan didapat beban maksimumnya. Beban garis diletakan di seperempat dan di tengah bentang benda uji tersebut.

Beban :



Gambar 3.7 Beban Terpusat Dengan tumpuan 4 (Empat) sendi

- Analisa Data

Pola retak dua beban terpusat asimetris dihitung dengan menjumlah dua beban terpusat yang bekerja bersamaan yang di bebani di atas benda uji dan mendapat pola retak yang terjadi untuk dasar perhitungan genteng apakah kuat dibebani dan di bandingkan dengan analisa melalui software SAP 200 v.14.00.

BAB IV
DATA DAN ANALISA

4.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan Benda Uji

Adapun kebutuhan bahan per papan 30 cm x 30 cm seperti pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Kebutuhan Bahan Benda uji

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	% Aseptik	Kebutuhan Papan 30 x 30 cm	Keterangan
Aseptik 80mm x 5mm	10 kg/cm ²	30%	70 %	3	
		35%	65 %	3	
		40%	60 %	3	
Aseptik 50mm x 5mm	15 kg/cm ²	10%	90 %	2	Tebal = 1 cm
		20%	80 %	2	Tebal = 1 cm
Aseptik 5 mm x 5 mm	25 kg/cm ²	20 %	80 %	1	Tebal = 1 cm
		40 %	60 %	1	Tebal = 1 cm

Pembuatan papan partikel dilakukan dengan komposisi sebagai berikut:

1. Aseptik 80 mm x 5 mm non glasir dengan tekanan 10 kg/cm².

Kerapatan yang direncanakan sebesar 0,8 gr/cm³.

Ukuran benda uji : 30 cm x 30 cm x 1,5 cm

Rumus Kerapatan (Density) :

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Berat}}{(\text{p} \times \text{l} \times \text{t})}$$

$$0,8 \text{ gr/cm}^3 = \frac{\text{Berat}}{(30 \times 30 \times 1,5)}$$

$$\text{Berat} = 0,8 \text{ gr/cm}^3 \times (30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 1,5 \text{ cm})$$

$$\text{Berat} = 0,8 \text{ gr/cm}^3 \times 1.350 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat} = 1.080 \text{ gr.}$$

$$\text{Berat} = 1,08 \text{ Kg.}$$

$$\text{Persen terbuang} = 5 \%$$

$$\begin{aligned}\text{Total berat bahan yang dibutuhkan} &= \text{Berat} + 5 \% \text{ Berat} \\ &= 1.080 + (5 \% \times 1.080) \\ &= 1.134 \text{ gr} \\ &= 1,134 \text{ Kg.}\end{aligned}$$

A = 70 % Cacah kotak aseptik : 30 % Phenol Formaldehida

$$\begin{aligned}\text{Cacah Kotak Aseptik} &= \frac{70 \%}{100 \%} \times 1.134 \\ &= 793,8 \text{ Gr.} \\ &= 0,794 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Phenol Formaldehida} &= \frac{30 \%}{100 \%} \times 1.134 \\ &= 340,20 \text{ Gr} \\ &= 0,340 \text{ Kg}\end{aligned}$$

B = 65 % Cacah kotak aseptik : 35 % Phenol Formaldehida

$$\begin{aligned}\text{Cacah Kotak Aseptik} &= \frac{65 \%}{100 \%} \times 1.134 \\ &= 737,10 \text{ Gr.} \\ &= 0,737 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Phenol Formaldehida} &= \frac{35 \%}{100 \%} \times 1.134 \\ &= 396,9 \text{ Gr} \\ &= 0,396,9 \text{ Kg}\end{aligned}$$

C = 60 % Cacah kotak aseptik : 40 % Phenol Formaldehida

$$\begin{aligned}\text{Cacah Kotak Aseptik} &= \frac{60 \%}{100 \%} \times 1.134 \\ &= 680,40 \text{ Gr.} \\ &= 0,68 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\text{Phenol Formaldehida} = \frac{40 \%}{100 \%} \times 1.134$$

$$= 453,6 \text{ Gr}$$

$$= 0,454 \text{ Kg}$$

2. Aseptik 50 mm x 5 mm non glasir dengan tekanan 10 kg/cm²

Kerapatan yang direncanakan sebesar 0,8 gr/cm³.

Ukuran benda uji : 30 cm x 30 cm x 1 cm

Rumus Kerapatan (Density) :

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Berat}}{(\text{p} \times \text{l} \times \text{t})}$$

$$0,8 \text{ gr/cm}^3 = \frac{\text{Berat}}{(30 \times 30 \times 1)}$$

$$\text{Berat} = 0,8 \text{ gr/cm}^3 \times (30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 1 \text{ cm})$$

$$\text{Berat} = 0,8 \text{ gr/cm}^3 \times 900 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat} = 720 \text{ gr.}$$

$$\text{Berat} = 0,72 \text{ Kg.}$$

$$\text{Persen terbuang} = 5 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Total berat bahan yang dibutuhkan} &= \text{Berat} + 5 \% \text{ Berat} \\ &= 720 + (5 \% \times 720) \\ &= 756 \text{ gr} \\ &= 0,756 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

A = 90 % Cacah kotak aseptik : 10 % Phenol Formaldehida

$$\begin{aligned} \text{Cacah Kotak Aseptik} &= \frac{90 \%}{100 \%} \times 756 \\ &= 680,4 \text{ Gr.} \\ &= 0,680 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Phenol Formaldehida} &= \frac{10 \%}{100 \%} \times 756 \\ &= 75,6 \text{ Gr} \\ &= 0,0756 \text{ Kg} \end{aligned}$$

B = 80 % Cacah kotak aseptik : 20 % Phenol Formaldehida

$$\begin{aligned} \text{Cacah Kotak Aseptik} &= \frac{80\%}{100\%} \times 756 \\ &= 604,80 \text{ Gr.} \\ &= 0,6048 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Phenol Formaldehida} &= \frac{20\%}{100\%} \times 756 \\ &= 151,2 \text{ Gr} \\ &= 0,1512 \text{ Kg} \end{aligned}$$

C = 60 % Cacah kotak aseptik : 40 % Phenol Formaldehida

$$\begin{aligned} \text{Cacah Kotak Aseptik} &= \frac{60\%}{100\%} \times 756 \\ &= 453,6 \text{ Gr.} \\ &= 0,4536 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Phenol Formaldehida} &= \frac{40\%}{100\%} \times 756 \\ &= 302,4 \text{ Gr} \\ &= 0,3024 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Komposisi Benda uji

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	Phenol (Gram)	Aseptik (Gram)	Kebutuhan Total		Keterangan
				Phenol (Gram)	Aseptik (Gram)	
Aseptik 80mm x 5mm	10 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	
Aseptik 50mm x 5mm	15 kg/cm ²	75,60	680,40	151	1.361	Tebal = 1 cm
		151,20	604,80	302	1.210	Tebal = 1 cm
Aseptik 5 mm x 5 mm	25 kg/cm ²	151,20	604,80	151	605	Tebal = 1 cm
		302,40	453,50	302	454	Tebal = 1

						cm
Total				4.398	10.101	



4.1 Hasil Pengujian Laboratorium

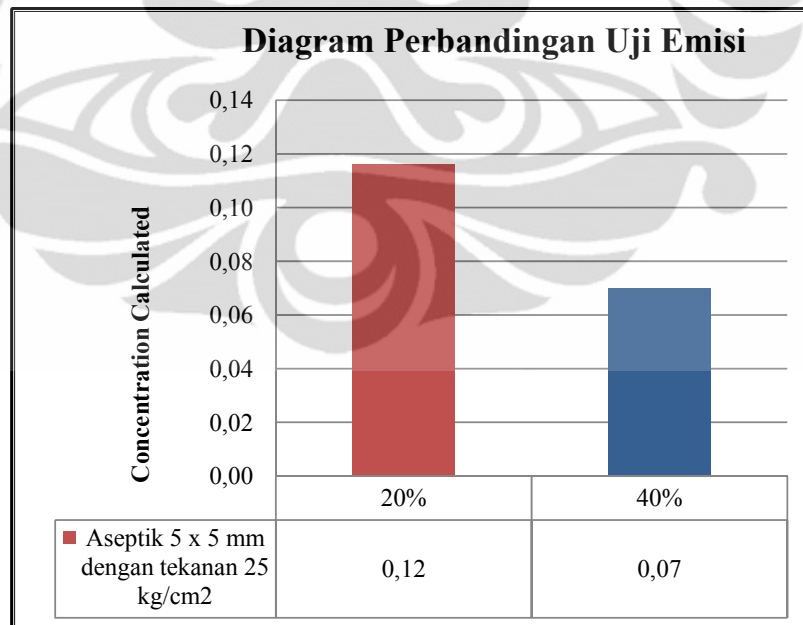
4.2.1 Pengujian Emisi

Dari hasil pengujian yang dilaksanakan di PT. Mutu Agung Lestari (MAL) Depok didapatkan data Emisi Formaldehida seperti pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Pengujian Emisi Formaldehida

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Slope (b)	Inclination 1/B	Absorbance pada 412 nm (A)	
					I	II
Aseptik 5mm x 5mm Non Glassir	25 kg/cm ²	20%	0,1185	8,430	0,015	0,015
		40%	0,1351	7,4019	0,010	0,010

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Concentration (mg/l)			Concentration Calculated $C = FxA$		
			I	II	Average	I	II	Average
Aseptik 5mm x 5mm Non Glassir	25 kg/cm ²	20%	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,12
		40%	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,07



Gbr. 4.1 Grafik Uji Emisi Formaldehida

Analisa :

Dari tabel 4.3 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Konsentrasi emisi formaldehida berkisar antara 0,07 – 0,12. Nilai konsentrasi emisi formaldehida tertinggi terdapat pada komposisi phenol benda uji 20% (0,12) sedangkan nilai konsentrasi emisi formaldehida terendah terdapat pada komposisi phenol benda uji 40% (0,07 gr/cm³). Dari gambar 4.1 terlihat bahwa dimana komposisi phenol semakin banyak emisi atau kada formaldehida semakin kecil seharusnya phenol formaldehida semakin banyak maka kadar atau emisi formaldehida semakin besar. Karena banyak faktor yang terjadi dalam pembuatan benda uji atau pada saat pengujian emisi di PT. Mutu Agung Lestari. Salah satunya adalah pada waktu pembuatan benda uji, dimana banyak keropos, kondisi phenol formaldehida, lamanya waktu pembuatan sampai dengan pengujian emisi dan pemotongan benda uji. Dari pengujian tersebut didapat nilai rata – rata pada papan partikel diatas termasuk pada tipe F**** yaitu nilai maksimum nya adala 0,5.

4.2.2 Pengujian Visual dan Penampilan

Dari hasil pengujian dilaboratorium didapatkan data pengujian visual dan penampilan seperti pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Pengujian Visual dan Penampilan untuk Aseptik 80 x 5 mm, Tekanan 10 kg/cm².

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	P	P	P (rata-rata)	l	l	l (rata-rata)	t	t	t (rata-rata)	a	a	a	a	Kesikuan
				(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	99,90	100,50	100,20	100,00	100,50	100,25	13,30	13,40	13,35	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
		35%		99,00	99,00	99,00	97,30	95,50	96,40	12,70	13,40	13,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		40%		100,00	100,30	100,15	100,30	99,50	99,90	14,00	13,65	13,83	-	2,00	2,00	-	1,00
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir		30%	2	100,10	100,10	100,10	103,50	103,20	103,35	13,10	13,40	13,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		35%		97,70	98,80	98,25	101,20	100,80	101,00	13,50	12,90	13,20	3,00	3,00	3,00	3,00	
		40%		100,00	99,30	99,65	98,10	98,10	98,10	13,90	14,00	13,95	-	-	-	-	
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir		30%	3	97,90	97,50	97,70	100,50	101,20	100,85	13,70	14,20	13,95	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
		35%		100,10	100,10	100,10	100,80	100,80	100,80	13,70	13,10	13,40	-	-	-	-	
		40%		100,00	100,00	100,00	100,40	100,40	100,40	13,50	13,50	13,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Keterangan :

p = Panjang (mm)

l = Lebar (mm)

t = Tebal (mm)

a = Kesikuan (mm)

Untuk menghitung pengujian visual dan penampilan didapatkan dari nilai rata – rata dari hasil pengujian ketiga benda uji yang dilakukan.

Tabel 4.5 Pengujian Visual dan penampilan rata – rata papan partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	P (rata-rata)	l (rata - rata	t (rata- rata	Kesikuan
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	99,33	98,85	13,52	2,00
		35%	99,12	100,82	13,22	1,33
		40%	99,93	100,68	13,76	1,00
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	98,45	99,05	9,29	0,92
		20%	93,25	96,68	9,83	0,83
Olympic	Olympic	Olympic	98,08	96,62	12,00	0,25

Analisa :

Dari tabel 4.5 dari hasil pengamatan untuk Aseptik 80 x 5 mm dengan tekanan 10 kg/cm² menunjukkan bahwa nilai visual dan penampilan setelah dilakukan pengujian visual dan penampilan dengan mengukur panjang, lebar, tebal dan kesikuan. Dimana nilai panjang berkisar antara 98,08 – 99,93 mm, nilai lebar berikisar antara 96,62 – 100,82 mm, nilai tebal berkisar antara 9,29 – 13,76 mm dan nilai kesikuan berkisar antara 0,25 – 2,00 mm. Dengan nilai panjang tertinggi terdapat pada komposisi phenol 40 % (99,93 mm), nilai lebar tertinggi pada komposisi phenol 35 % (100,82 mm), nilai tebal tertinggi pada komposisi phenol 40 % (13,76 mm) dan nilai kesikuan tertinggi pada komposisi phenol 30 % (2,00 mm). Jadi, benda uji di atas masih disyaratkan untuk uji penampilan dan uji visual.

4.2.2 Pengujian Laboratorium untuk Sifat Fisik

4.2.3.1 Kerapatan

Dari hasil pengujian di Laboratorium didapatkan data nilai kerapatan papan partikel seperti pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 **Pengujian Kerapatan untuk Aseptik 80 x 5 mm, Tekanan 10 kg/cm².**

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	I (cm ³)	B (gr)	Kerapatan (gr/cm ³)
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	134,60	92,50	0,69
		35%		127,88	80,98	0,63
		40%		136,57	88,34	0,65
		30%	2	137,08	89,43	0,65
		35%		130,99	81,06	0,62
		40%		136,37	76,09	0,56
		30%	3	137,45	83,10	0,60
		35%		135,21	85,76	0,63
		40%		135,54	77,72	0,57

Untuk menghitung kerapatan digunakan rumus :

$$\text{Kerapatan} = \frac{B}{I} \quad (\text{g/cm}^3)$$

Dimana :

K = Kerapatan (gr/cm³)

B = Berat (gram)

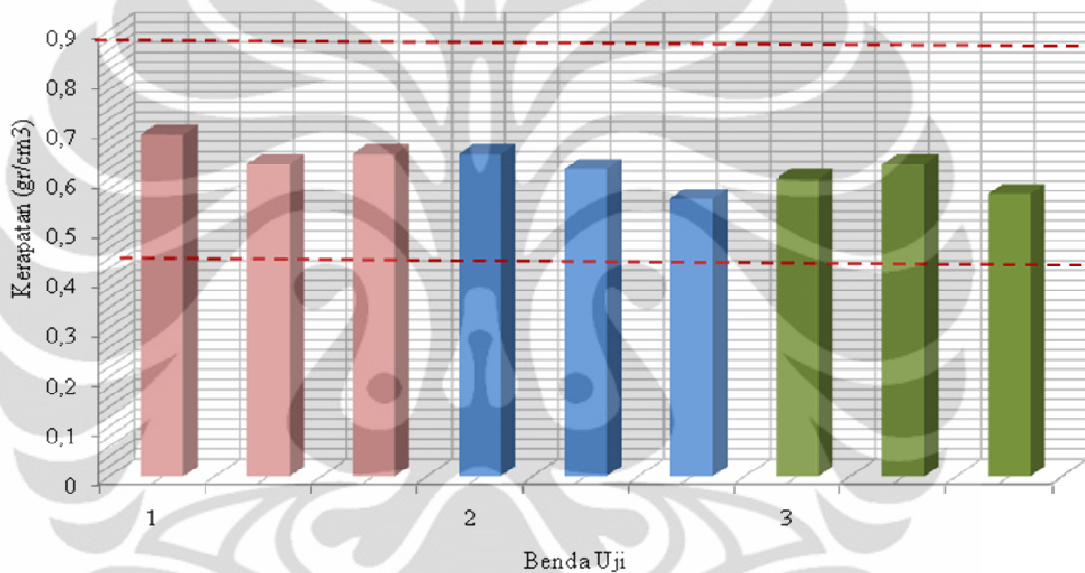
I = Isi (cm³) = panjang (cm) x lebar (cm) x tebal (cm), dengan ketelitian hingga 0,01 g/cm³

Contoh perhitungan :

$$\text{Kerapatan} = \frac{m}{V}$$

$$\text{Kerapatan} = \frac{92,50}{134,60}$$

$$\text{Kerapatan} = 0,69 \text{ gr/cm}^3$$



Gbr. 4.2 Grafik Pengujian Kerapatan Papan Partikel.

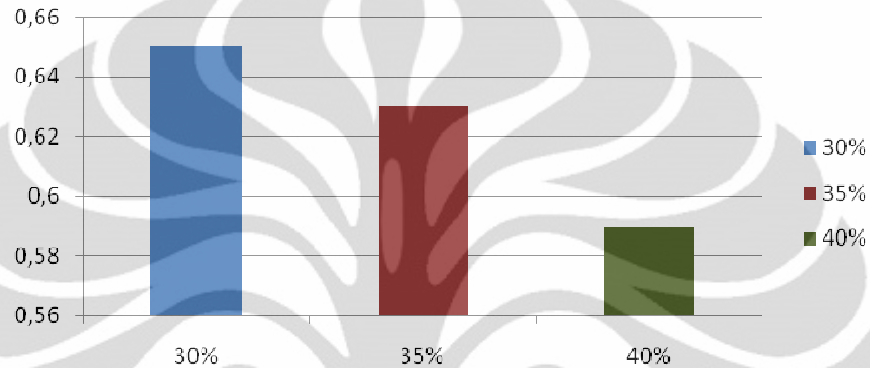
Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian kerapatan rata – rata seperti pada tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7 Kerapatan (Density) rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	Phenol (%)	Kerapatan (gr/cm³)

Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	0,65
		35%	0,63
		40%	0,59

Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir 10 kg/cm²



Gbr. 4.3 Grafik Pengujian Kerapatan Rata – rata Papan Partikel

Analisa :

Dari tabel 4.7 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata kerapatan papan partikel berkisar antara 0,59 gr/cm³ – 0,65 gr/cm³. Nilai kerapatan rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada komposisi phenol benda uji 30% (0,65 gr/cm³) sedangkan nilai rata – rata kerapatan papan partikel terendah terdapat pada komposisi phenol benda uji 40% (0,59 gr/cm³). Dari gambar 4.1 terlihat bahwa nilai kerapatan semakin tinggi maka papan partikel tersebut akan semakin baik, karena nilai kerapatan tinggi maka daya sera air papan partikel semakin kecil. Dari pengujian tersebut didapat nilai rata – rata pada papan partikel diatas memenuhi syarat karena nilai kerapatan rata – rata disyaratkan pada JIS adalah 0,40 g/cm³ – 0,90 g/cm³. Jadi, benda uji yang dipakai adalah benda uji yang pertama.

Tabel 4.8 Pengujian Kerapatan untuk Aseptik 50 x 5 mm, Tekanan 15 kg/cm² dan Olympic.

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	I	B	Kerapatan
				(cm ³)	(gr)	(gr/cm ³)
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	88,086	70,68	0,80
		20%		81,232	59,06	0,73
	Olympic	Olympic	Olympic	111,19	91,95	0,83
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	88,308	77,54	0,88
		20%		101,45	71,13	0,70
	Olympic	Olympic	Olympic	116,72	90,85	0,78
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	Olympic 15 kg/cm ²	10%	3	95,546	73,94	0,77
		20%		92,195	72,71	0,79
	Olympic	Olympic	Olympic	113,24	91,5	0,81

Untuk menghitung kerapatan digunakan rumus :

$$\text{Kerapatan} = \frac{B}{I} \quad (\text{g/cm}^3)$$

Dimana :

K = Kerapatan (gr/cm³)

B = Berat (gram)

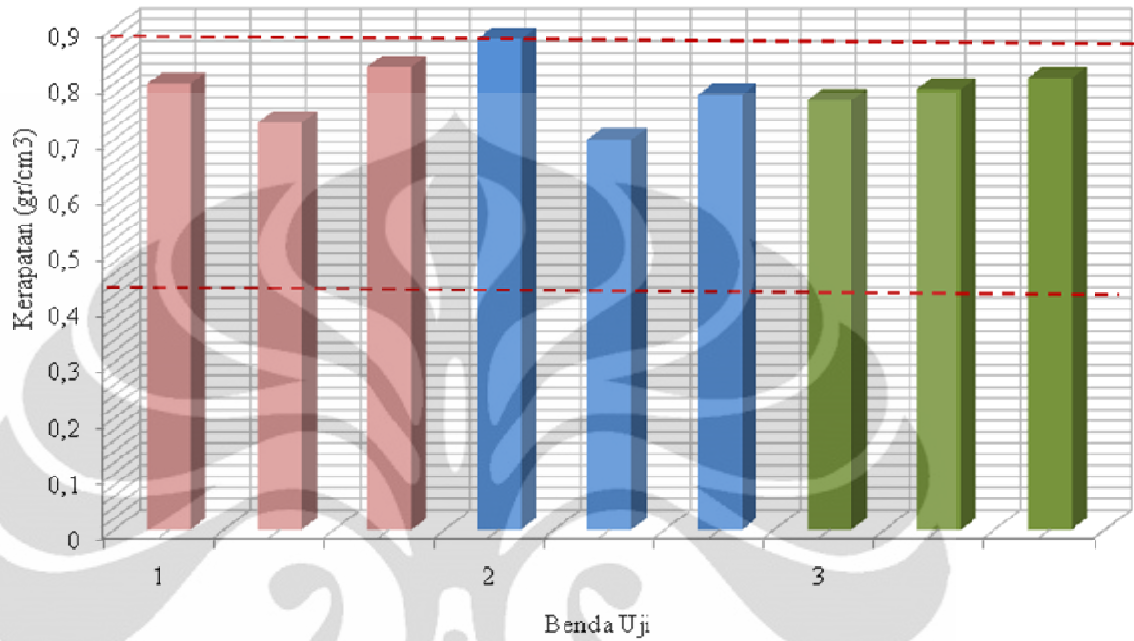
I = Isi (cm³) = panjang (cm) x lebar (cm) x tebal (cm), dengan ketelitian hingga 0,01 g/cm³

Contoh perhitungan :

$$\text{Kerapatan} = \frac{B}{I}$$

$$\text{Kerapatan} = \frac{70,68}{88,086}$$

$Kerapatan = 0,80 \text{ gr/cm}^3$



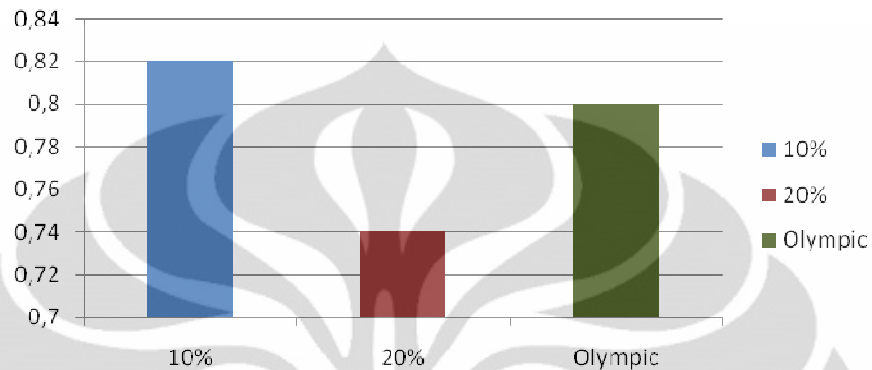
Gbr. 4.4 Grafik Pengujian Kerapatan Papan Partikel

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian kerapatan rata – rata seperti pada tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel 4.9 Kerapatan (Density) rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Kerapatan (gr/cm ³)
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	0,82
		20%	0,74
Olympic	Olympic	Olympic	0,80

Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir dan Olympic



Gbr. 4.5 Grafik Pengujian Kerapatan Rata – rata Papan Partikel

Analisa :

Dari tabel 4.9 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata kerapatan papan partikel berkisar antara 0,74 gr/cm³ – 0,82 gr/cm³. Nilai kerapatan rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada komposisi ukuran Aseptik 50mm x 5 mm non glasir dengan tekanan 15 Kg/cm² dan phenol benda uji 10% (0,82 gr/cm³) sedangkan nilai rata – rata kerapatan papan partikel terendah terdapat pada komposisi ukuran Aseptik 50mm x 5 mm non glasir dengan tekanan 15 Kg/cm² dan phenol benda uji 20% (0,74 gr/cm³). Dari gambar 4.1 terlihat bahwa nilai kerapatan semakin tinggi maka papan partikel tersebut akan semakin baik, karena nilai kerapatan tinggi tinggi maka daya serap air papan partikel semakin kecil. Dari pengujian tersebut didapat nilai rata – rata pada papan partikel diatas memenuhi syarat karena nilai kerapatan rata – rata disyaratkan pada JIS adalah 0,40 g/cm³ – 0,90 g/cm³. Jadi, semakin sedikit persentase phenol maka papan partikel juga akan semakin baik dibandingkan dengan persentase phenol yang 30 %, 35% dan 40 %. Papan partikel yang baik adalah terdapat pada papan partikel dengan ukuran aseptik ukuran Aseptik 50mm x 5 mm non glasir dengan tekanan 15 Kg/cm² dan phenol benda uji 10% dibandingkan dengan benda uji yang lain.

4.2.3.2 Uji Kadar Air

Dari hasil pengujian di Laboratorium didapatkan data nilai kadar air papan partikel seperti pada tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Air Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	Berat awal (Ba)	Berat kering (Bk)	Kadar Air
				(gr)	(gr)	%
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	92,5	84,91	8,94
		35%		80,98	73,58	10,06
		40%		88,34	80,13	10,25
		30%	2	89,43	82,16	8,85
		35%		81,06	72,76	11,41
		40%		76,09	67,87	12,11
		30%	3	83,10	75,79	9,65
		35%		85,76	77,29	10,96
		40%		77,72	69,96	11,09

Untuk menghitung nilai kadar air digunakan rumus :

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

Dimana :

Ba adalah berat awal (gram).

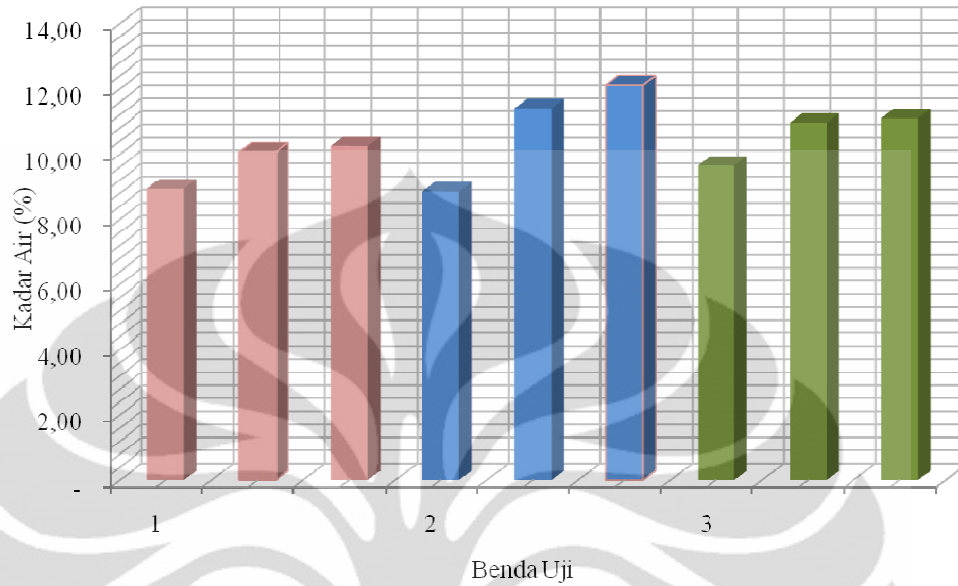
Bk adalah berat kering mutlak (gram).

Contoh perhitungan :

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

$$\text{Kadar Air} = \frac{92,5 - 84,91}{84,91} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 8,94 \%$$



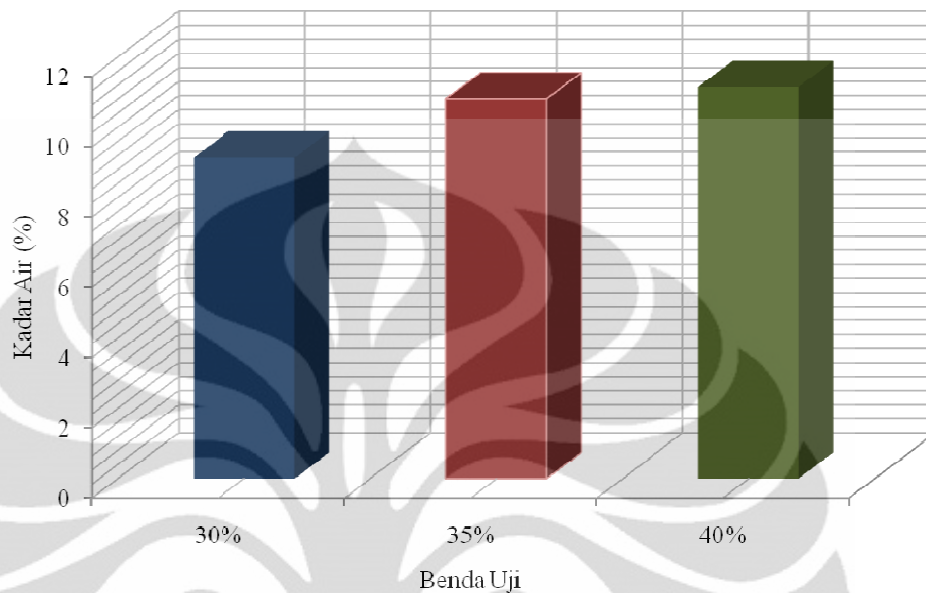
Gbr. 4.6 Grafik Pengujian Kadar Air Papan Partikel.

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian kadar air rata – rata seperti pada tabel 4.11 sebagai berikut :

Tabel 4.11 Kadar Air rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Kadar Air
			%
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	9,14
		35%	10,81
		40%	11,15

Grafik Uji Kadar Air Rata - rata



Gbr. 4.7 Grafik Pengujian Kadar Air Rata – rata Papan Partikel

Analisa

Dari tabel 4.11 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata kadar air papan partikel berkisar antara 9,14 % – 11,15 %. Nilai kadar air rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada komposisi phenol benda uji 40% (11,15 %) sedangkan nilai rata – rata kadar air papan partikel terendah terdapat pada komposisi phenol benda uji 30% (9,14 %). Dari gambar 4.1 terlihat bahwa nilai kadar air semakin tinggi maka papan partikel tersebut akan semakin kurang baik. Persentase phenol semakin tinggi maka kadar air akan semakin tinggi juga, karena sebagian besar komposisi phenol formaldehida adalah air dan kadar air papan partikel tidak diperkenankan lebih dari 14 % tetapi benda uji di atas masih memenuhi syarat JIS dan JIS. Jadi, benda uji yang dipakai adalah benda uji yang pertama.

Tabel 4.12 Pengujian Kadar Air untuk Aseptik 50 x 5 mm, Tekanan 15 kg/cm² dan Olympic.

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	Berat awal (Ba)	Berat kering (Bk)	Kadar Air
				(gr)	(gr)	%
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	70,68	65,98	7,12
		20%		59,06	54,71	7,95
Olympic	Olympic	Olympic		91,95	84,02	9,44
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	77,54	72,36	7,16
		20%		71,13	65,86	8,00
Olympic	Olympic	Olympic		90,85	83,01	9,44
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	3	73,94	68,98	7,19
		20%		72,71	67,27	8,09
Olympic	Olympic	Olympic		91,10	83,25	9,43

Untuk menghitung nilai kadar air digunakan rumus :

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

Dimana :

Ba adalah berat awal (gram).

Bk adalah berat kering mutlak (gram).

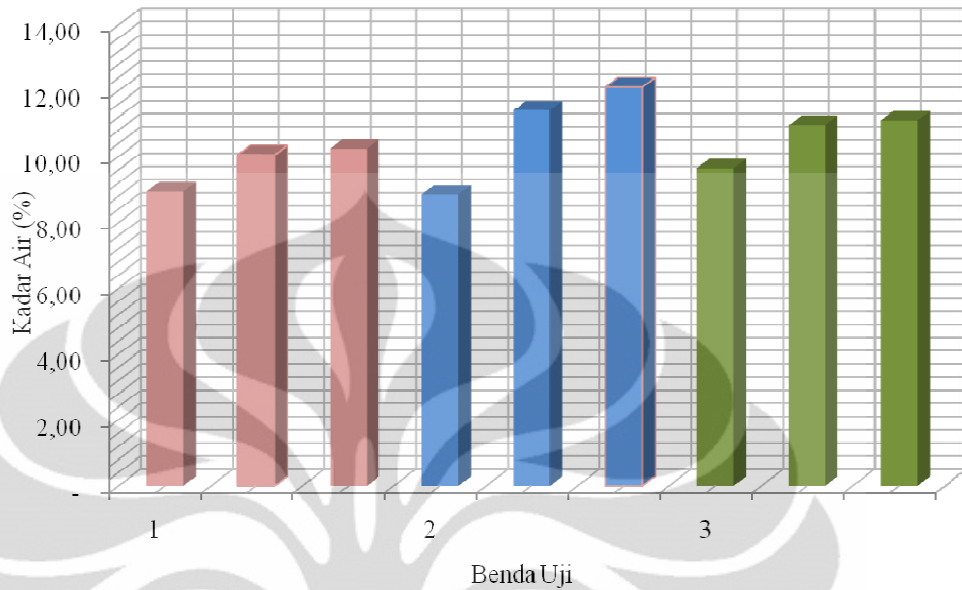
Contoh perhitungan :

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

$$\text{Kadar Air} = \frac{70,68 - 65,98}{65,98} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 7,12 \%$$

Grafik Uji Kadar Air



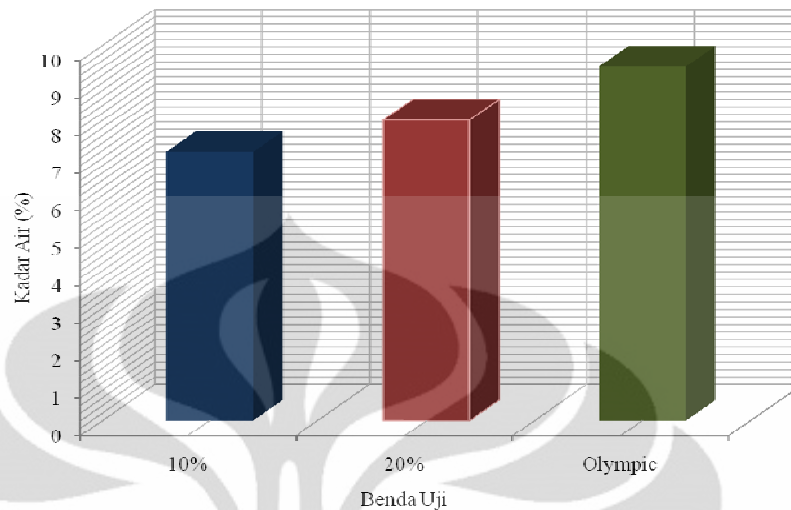
Gbr. 4.8 Grafik Pengujian Kadar Air Papan Partikel

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian kadar air rata – rata seperti pada tabel 4.13 sebagai berikut :

Tabel 4.13 Kadar Air rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Kadar Air
			%
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	7,16
		20%	8,01
Olympic	Olympic	Olympic	9,44

Grafik Uji Kadar Air Rata - rata



Gbr. 4.9 Grafik Pengujian Kadar Air Rata – rata Papan Partikel

Analisa :

Dari tabel 4.13 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata kadar air papan partikel berkisar antara 7,16 % – 9,44 %. Nilai kadar air rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada benda uji olympic (9,44 %) sedangkan nilai rata – rata kadar air papan partikel terendah terdapat pada komposisi ukuran Aseptik 50mm x 5 mm non glasir dengan tekanan 15 Kg/cm² dan phenol benda uji 10% (7,16 %). Dari gambar 4.1 terlihat bahwa nilai kadar air semakin tinggi maka papan partikel tersebut akan semakin kurang baik. Persentase phenol semakin tinggi maka kadar air akan semakin tinggi juga, karena sebagian besar komposisi phenol formaldehida adalah air dan kadar air papan partikel tidak diperkenankan lebih dari 14 % tetapi benda uji di atas masih memenuhi syarat JIS dan JIS. Jadi, semakin sedikit persentase phenol maka papan partikel juga akan semakin baik karena kadar air semakin kecil dibandingkan dengan persentase phenol yang 30 %, 35% dan 40 %. Papan partikel yang baik adalah terdapat pada papan partikel dengan ukuran aseptik ukuran Aseptik 50mm x 5 mm non glasir dengan tekanan 15 Kg/cm² dan phenol benda uji 10% dibandingkan dengan benda uji yang lain.

4.2.3.3 Uji Daya Serap

Dari hasil pengujian di Laboratorium didapatkan data nilai daya serap air papan partikel seperti pada tabel 4.14 sebagai berikut :

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Daya Serap Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	Ba	Bk	Daya Serap	
				(gr)	(gr)	%	
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm2	30%	1	22,15	36,32	63,97	
		35%		21,8	35,04	60,73	
		40%		21,42	32,05	49,63	
				2	23,58	38,65	63,91
		35%	23,52		37,84	60,88	
		40%	23,06		34,52	49,70	
				3	21,26	35,04	64,82
		35%	20,68		33,21	60,59	
		40%	19,87		29,83	50,13	
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm2	30%	1	24,76	38,28	54,60	
		35%		30,48	43,54	42,85	
		40%		29,73	40,29	35,52	
				2	25,94	40,07	54,47
		35%	26,20		37,37	42,63	
		40%	27,10		36,68	35,35	
				3	25,55	39,48	54,52
		35%	28,80		41,05	42,53	
		40%	28,04		37,98	35,45	

Untuk menghitung nilai kadar air digunakan rumus :

$$\text{Daya Serap} = \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\%$$

Dimana :

Ba adalah berat awal (gram).

Bk adalah berat kering mutlak (gram).

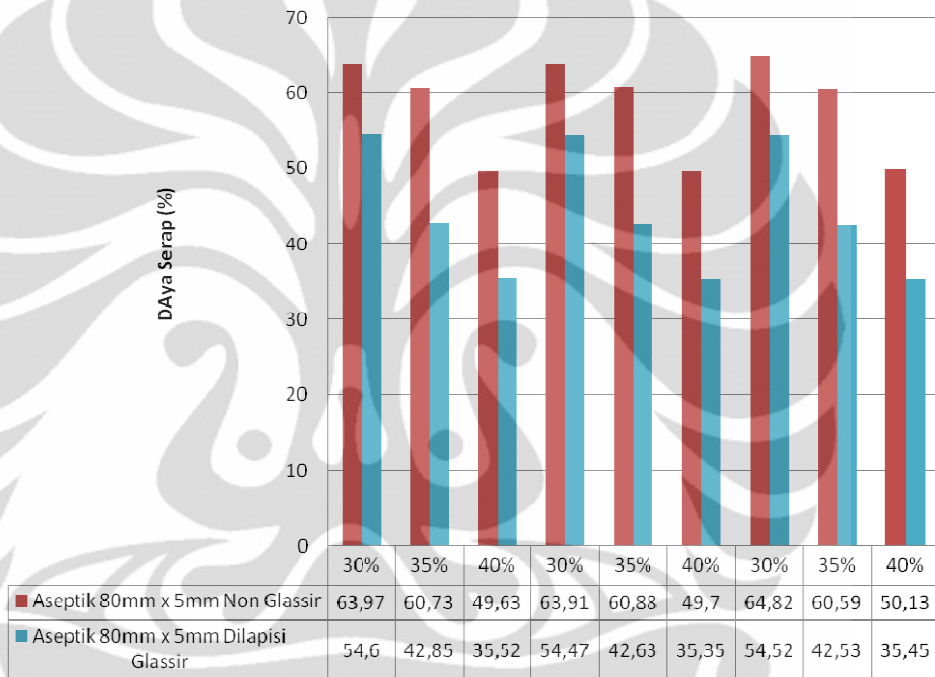
Contoh perhitungan :

$$\text{Daya Serap} = \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\%$$

$$\text{Daya Serap} = \frac{22,15 - 36,32}{36,32} \times 100\%$$

Daya Serap = 63,97 %

Diagram Perbandingan Uji Daya Serap Air (%)



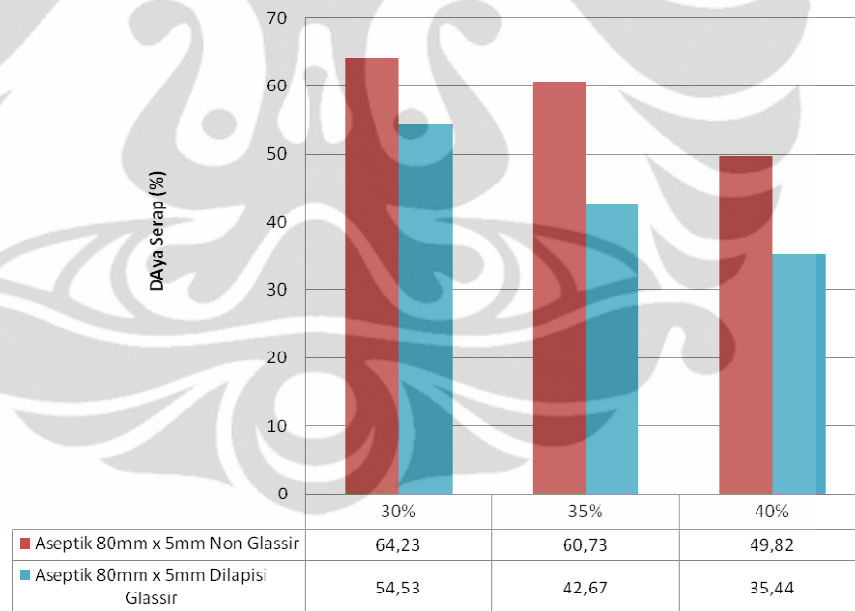
Gbr. 4.10 Grafik Pengujian Daya Serap

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian daya serap air rata – rata seperti pada tabel 4.15 sebagai berikut :

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Daya Serap rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Daya Serap Air
			%
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	64,23
		35%	60,73
		40%	49,82
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	54,53
		35%	42,67
		40%	35,44

Diagram Perbandingan Uji Daya Serap Air (%)



Gbr. 4.11 Grafik Pengujian Daya Serap Papan Partikel

Analisa :

Dari tabel 4.15 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata daya serap air papan partikel berkisar antara 35,44 % – 64,23 %. Nilai daya serap air rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 30% (63,23 %) sedangkan nilai rata – rata daya serap air papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm dilapisi glasir komposisi phenol benda uji 40% (35,44 %). Dari tabel terlihat bahwa nilai daya serap air semakin rendah maka papan partikel tersebut akan semakin baik dan papan partikel yang dilapisi sangat berpengaruh karena mengurangi daya serap air nya. Jadi, benda uji yang dipakai adalah benda uji yang ukuran aseptik 80 mm x 5 mm dilapisi glasir komposisi phenol benda uji 40%.

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Daya Serap Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	Ba	Bk	Daya Serap
				(gr)	(gr)	%
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	19,49	21,62	10,93
		20%		22,89	25,06	9,48
Olympic	Olympic	Olympic		31,74	36,02	13,48
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	20,45	23,25	13,69
		20%		21,58	23,67	9,68
Olympic	Olympic	Olympic		28,94	33,87	17,04
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	3	22,08	25,03	13,36
		20%		23,85	26,17	9,73
Olympic	Olympic	Olympic		29,54	33,84	14,56

Untuk menghitung nilai kadar air digunakan rumus :

$$\text{Daya Serap} = \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\%$$

Dimana :

Ba adalah berat awal (gram).

Bk adalah berat kering mutlak (gram).

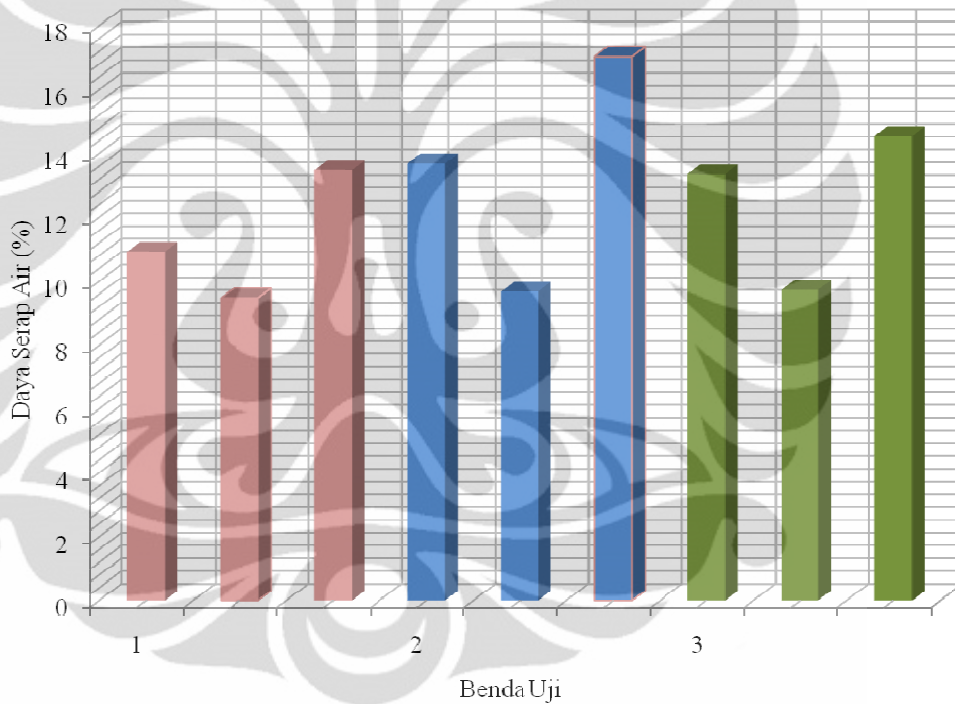
Contoh perhitungan :

$$\text{Daya Serap} = \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\%$$

$$\text{Daya Serap} = \frac{19,49 - 21,62}{21,62} \times 100\%$$

$$\text{Daya Serap} = 10,93 \%$$

Grafik Uji Daya Serap untuk Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir dan Olympic



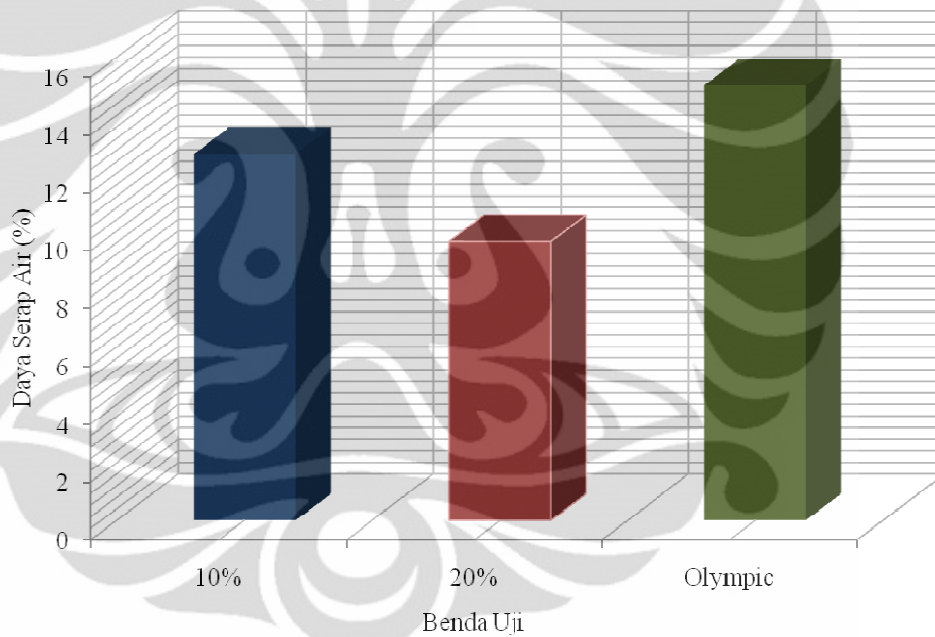
Gbr. 4.12 Grafik Pengujian Daya Serap Papan Partikel

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian Daya Serap Air rata – rata seperti pada tabel 4.17 sebagai berikut :

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Daya Serap Rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Daya Serap Air
			%
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	12,66
		20%	9,63
Olympic	Olympic	Olympic	15,03

Grafik Uji Daya Serap Air Rata - rata



Gbr. 4.13 Grafik Pengujian Daya Serap rata – rata Papan Partikel

Analisa :

Dari tabel 4.17 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata daya serap air papan partikel berkisar antara 9,63 % – 15,03 %. Nilai daya serap air rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada benda uji olympic (15,03 %) sedangkan nilai rata – rata daya serap air papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20% (9,63 %). Dari tabel terlihat bahwa nilai daya serap air semakin rendah maka papan partikel tersebut akan semakin baik dan papan partikel yang dilapisi sangat berpengaruh karena mengurangi daya serap air nya. Jadi, benda uji yang dipakai adalah benda uji yang ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20%. Jadi, semakin sedikit persentase phenol maka papan partikel juga akan semakin baik karena daya serap air semakin kecil dibandingkan dengan persentase phenol yang 30 %, 35% dan 40 %. Papan partikel yang baik adalah terdapat pada papan partikel dengan ukuran aseptik ukuran Aseptik 50mm x 5 mm non glasir dengan tekanan 15 Kg/cm² dan phenol benda uji 10% dibandingkan dengan benda uji yang lain.

4.2.3.4 Uji pengembangan tebal

Dari hasil pengujian di Laboratorium didapatkan data nilai Pengembangan Tebal papan partikel seperti pada tabel 4.18 sebagai berikut :

Tabel 4.18 Hasil Pengujian Pengembangan Tebal Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	T ₂	T ₂	T ₂ (rata-rata)	T ₁	T ₁	T ₁ (rata-rata)	Pengembangan Tebal
				(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	%
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	1,49	1,44	1,47	1,34	1,41	1,375	6,55
		35%		1,6	1,62	1,61	1,55	1,56	1,555	3,54
		40%		1,57	1,6	1,59	1,54	1,56	1,55	2,26
		30%	2	1,53	1,52	1,53	1,42	1,46	1,44	5,90
		35%		1,65	1,66	1,66	1,56	1,58	1,57	5,41
		40%		1,65	1,59	1,62	1,55	1,56	1,56	4,18
		30%	3	1,63	1,57	1,60	1,47	1,56	1,52	5,61
		35%		1,59	1,60	1,60	1,52	1,58	1,55	2,90
		40%		1,52	1,50	1,51	1,46	1,52	1,49	1,34
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	18,5	18,85	18,68	17,63	17,75	17,69	5,57
		35%		19	18,5	18,75	18	17,98	17,99	4,22
		40%		15,9	16,4	16,15	15,4	15,74	15,57	3,73
		30%	2	18,00	18,40	18,20	17,20	17,48	17,34	4,96
		35%		15,5	16,00	16,00	15,22	15,00	15,11	5,89
		40%		18,10	17,50	17,80	17,30	17,30	17,30	2,89
		30%	3	17,00	17,10	17,05	16,16	16,25	16,21	5,21
		35%		17,50	18,10	17,80	17,25	16,97	17,11	4,03
		40%		18,00	18,50	18,25	17,62	17,54	17,58	3,81

Untuk menghitung nilai pengembangan tebal digunakan rumus :

$$\text{Pengembangan Tebal} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

Dimana :

T₂ = tebal setelah direndam air (mm).

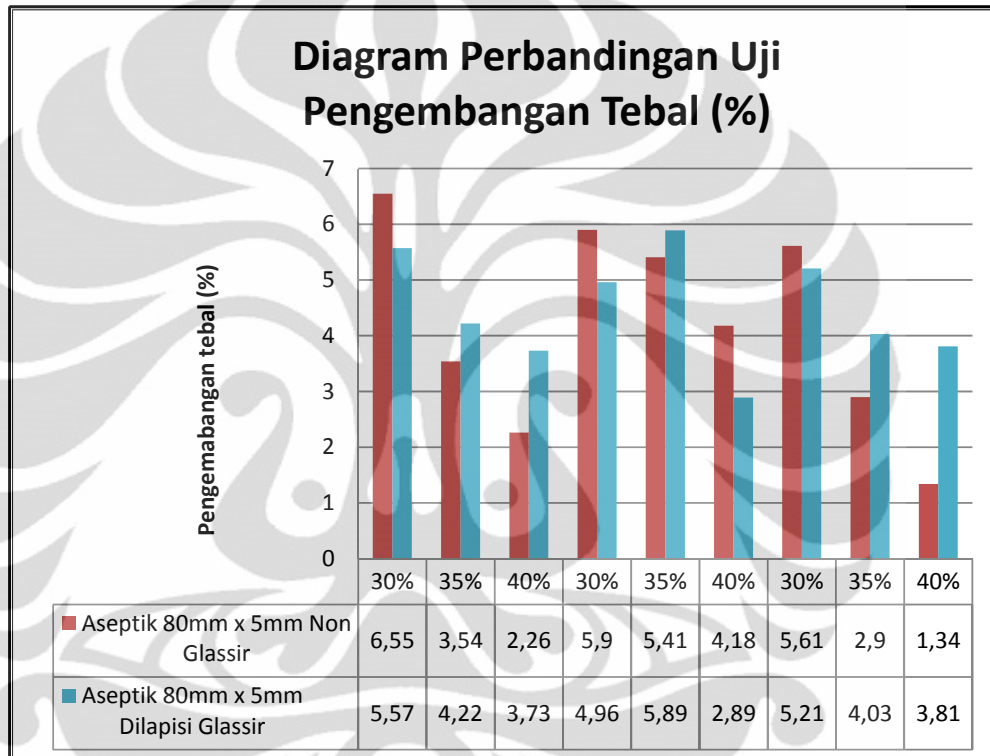
T₁ = tebal sebelum direndam air (mm).

Contoh perhitungan :

$$\text{Pengembangan Tebal} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

$$\text{Pengembangan Tebal} = \frac{1,47 - 1,375_1}{1,375} \times 100\%$$

Pengembangan Tebal = 6,55 %

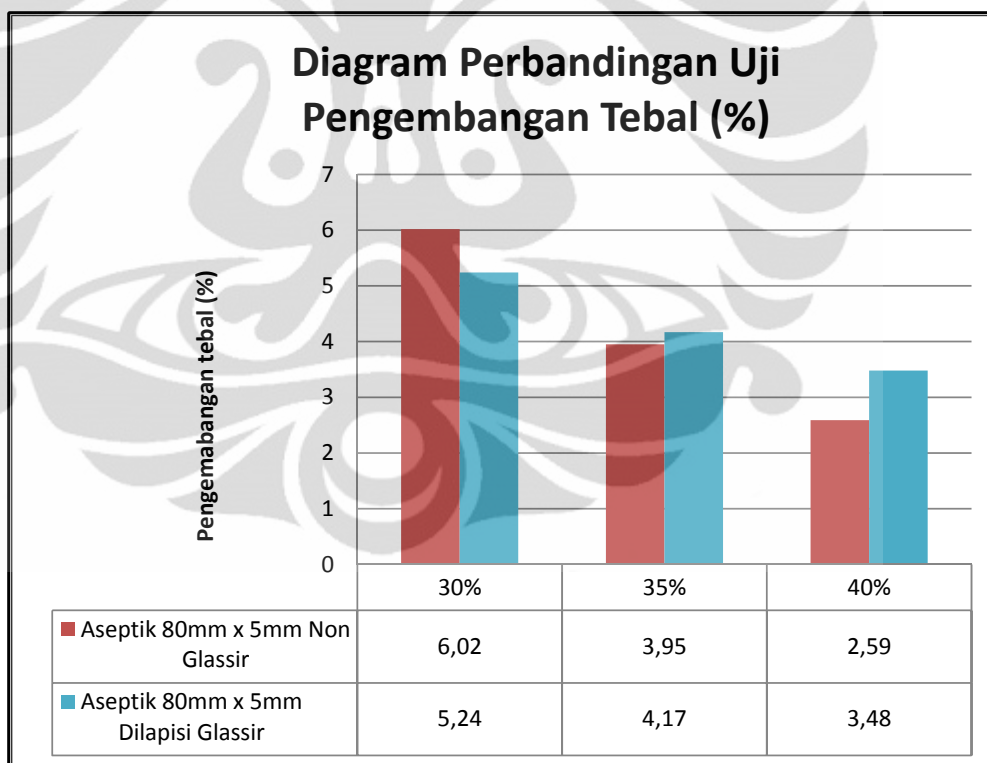


Gbr. 4.14 Grafik pengujian pengembangan Tebal

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian Pengembangan Tebal rata – rata seperti pada tabel 4.19 sebagai berikut :

Tabel 4.19 Hasil Pengujian Pengembangan Tebal Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Pengembangan Tebal
			%
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	6,02
		35%	3,95
		40%	2,59
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	5,24
		35%	4,17
		40%	3,48



Gbr. 4.15 Grafik pengujian pengembangan tebal rata - rata

Analisa :

Dari tabel 4.19 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata pengembangan tebal papan partikel berkisar antara 2,59 % – 6,02 %. Nilai pengembangan tebal rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 30% (6,02 %) sedangkan nilai rata – rata daya serap air papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 40% (2,59 %). Dari tabel terlihat bahwa nilai pengembangan tebal semakin tinggi maka papan partikel tersebut akan semakin baik dan papan partikel yang dilapisi sangat berpengaruh karena mengurangi daya serap air nya dan persentase phenol juga sangat mempengaruhi dimana phenol semakin besar maka pengembangan tebal semakin kecil karena phenol sebagian bsar terdapat air. Jadi, benda uji yang dipakai adalah benda uji yang ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 30%.

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Pengembangan Tebal Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	T ₂	T ₂	T ₂ (rata-rata)	T ₁	T ₁	T ₁ (rata-rata)	Pengembangan Tebal
				(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	%
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	10,20	10,15	10,18	9,30	9,70	9,50	7,11
		20%		9,95	10,00	9,98	9,10	9,05	9,08	9,92
Olympic	Olympic	Olympic		13,85	13,85	13,85	13,20	13,10	13,15	5,32
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	10,50	10,35	10,43	10,05	9,50	9,78	6,65
		20%		10,00	10,15	10,08	9,30	9,50	9,40	7,18
Olympic	Olympic	Olympic		14,15	14,15	14,15	13,00	13,50	13,25	6,79
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	3	10,65	10,45	10,55	10,05	9,95	10,00	5,50
		20%		10,30	10,25	10,28	9,50	9,30	9,40	9,31
Olympic	Olympic	Olympic		1,39	1,40	1,40	1,32	1,30	1,31	6,49

Untuk menghitung nilai pengembangan tebal digunakan rumus :

$$\text{Pengembangan Tebal} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

Dimana :

T₂ = tebal setelah direndam air (mm).

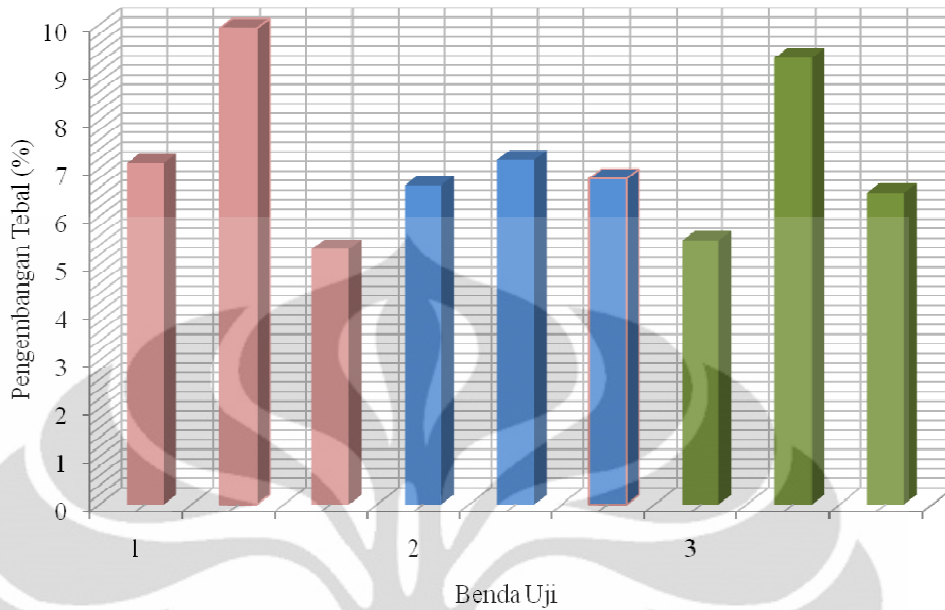
T₁ = tebal sebelum direndam air (mm).

Contoh perhitungan :

$$\text{Pengembangan Tebal} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

$$\text{Pengembangan Tebal} = \frac{10,18 - 9,50}{9,50} \times 100\%$$

$$\text{Pengembangan Tebal} = 7,11$$



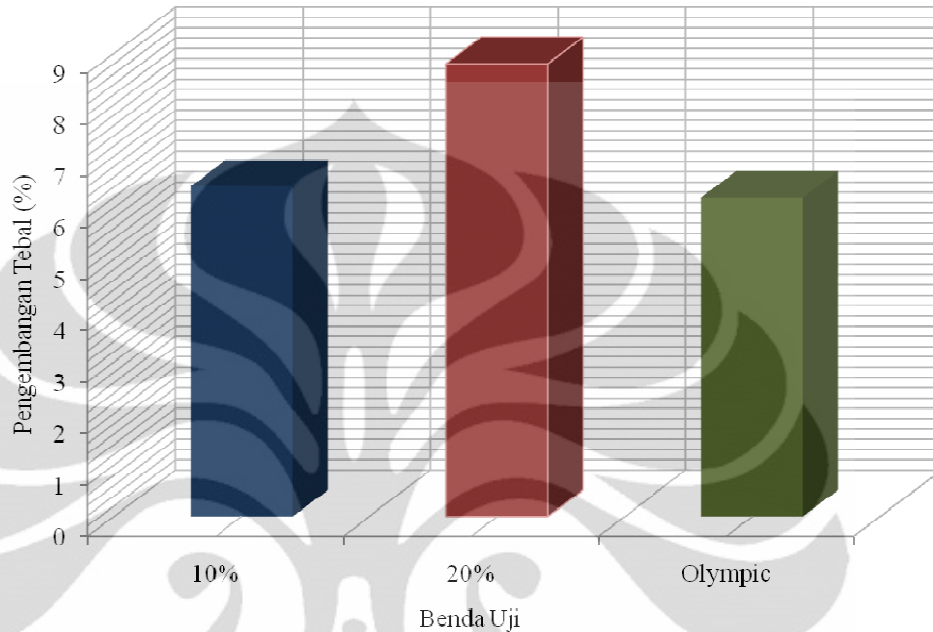
Gbr. 4.16 Grafik Pengujian Pengembangan Tebal

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian Pengembangan Tebal rata – rata seperti pada tabel 4.21 sebagai berikut :

Tabel 4.21 Hasil Pengujian Pengembangan Tebal Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Pengembangan Tebal
			%
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	6,42
		20%	8,80
Olympic	Olympic	Olympic	6,20

Grafik Uji Pengembangan Tebal Rata - rata



Gbr. 4.17 Grafik Pengujian Pengembangan Tebal

Analisa :

Dari tabel 4.19 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata pengembangan tebal papan partikel berkisar antara 6,20 % – 8,80 %. Nilai pengembangan tebal rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20% (8,80 %) sedangkan nilai rata – rata daya serap air papan partikel terendah terdapat pada benda uji Olympic (6,20 %). Dari tabel terlihat bahwa nilai pengembangan tebal semakin tinggi maka papan partikel tersebut akan semakin baik dan papan partikel yang dilapisi sangat berpengaruh karena mengurangi daya serap air nya dan persentase phenol juga sangat mempengaruhi dimana phenol semakin besar maka pengembangan tebal semakin kecil karena phenol sebagian bsar terdapat air. Jadi, benda uji yang dipakai adalah benda uji yang ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20%. Jadi, semakin sedikit persentase phenol maka papan partikel juga akan semakin baik karena pengembangan Tebal semakin besar

dibandingkan dengan persentase phenol yang 30 %, 35% dan 40 %. Papan partikel yang baik adalah terdapat pada papan partikel dengan ukuran aseptik ukuran Aseptik 50mm x 5 mm non glasir dengan tekanan 15 Kg/cm² dan phenol benda uji 20% dibandingkan dengan benda uji yang lain



4.2.4 Pengujian Laboratorium untuk Sifat Mekanik

4.2.4.1 Uji Modulus Elastisitas Arah Panjang dan Arah Lebar

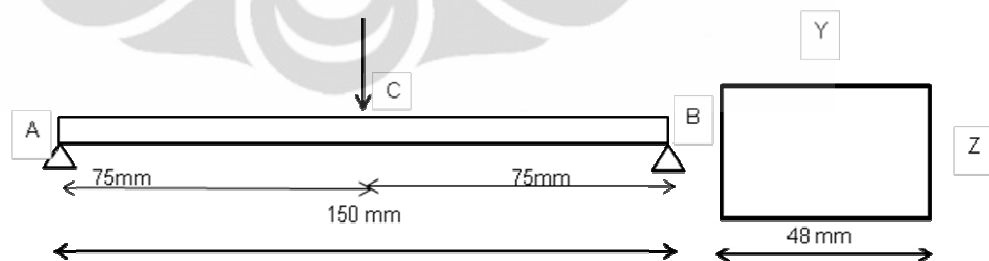
Dari pengujian pada mesin Universal Test Machine untuk mendapatkan MOE (Modulus of Elasticity) dengan data – data sebagai berikut :

Tabel 4.22 Nilai Defleksi pengujian Benda Uji 1 Phenol 30% Non Glazir Tekanan 10 Kg/cm²

NO	CAMPURAN		BEBAN (N)	ΔL (mm)
	30% Phenol	70% Aseptik		
1	Non Glazir	80x5 mm	0,00	0,00
2		80x5 mm	12,70	1,67
3		80x5 mm	25,50	2,20
4		80x5 mm	38,30	2,67
5		80x5 mm	51,10	3,20
6		80x5 mm	63,90	3,82
7		80x5 mm	76,70	4,62
8		80x5 mm	89,60	5,93
9		80x5 mm	102,40	8,10
10		80x5 mm	115,20	14,85

Untuk menghitung nilai modulus sebagai berikut :

a. Akibat Beban P



1. Properti Penampang

PROPERTI PENAMPANG				
b (mm)	h (mm)	I (mm ⁴)	Y (mm)	A (mm ²)
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696
48	15	12195	7,25	696

$$I_z = I_y = \frac{1}{12} \times B \times H^3$$

$$I_z = I_y = \frac{1}{12} \times 48 \times 15^3$$

$$I_z = I_y = 12.195 \text{ mm}^4$$

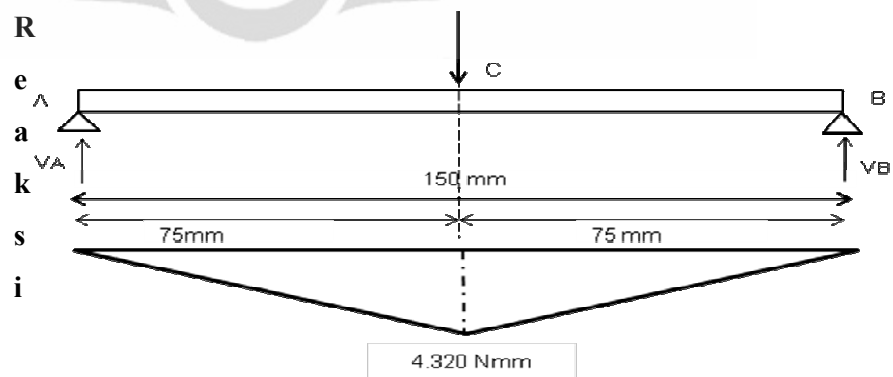
$$A = B \times H$$

$$A = 48 \times 15$$

$$A = 696 \text{ mm}^2$$

$$Y = H/2 = 7,25 \text{ mm}$$

2. Momen dan Diagram Momen



Perletakan :

$$V_A = P/2$$

$$V_A = 115,20 \text{ N} / 2$$

$$V_A = 57,6 \text{ N}$$

$$V_B = P/2$$

$$V_B = 115,20 \text{ N} / 2$$

$$V_B = 57,6 \text{ N}$$

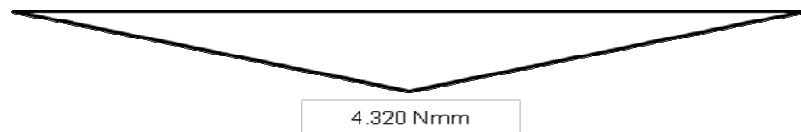
No	Interval	P (N)	Persamaan Momen	x (mm)	Momen (Nmm)
1	$0 < x < 75$	115,20	$57,6x$	75	4.320
2	$0 < x < 75$	115,20	$57,6x$	75	4.320

Hasil yang didapat dari seluruh beban dan lendutan

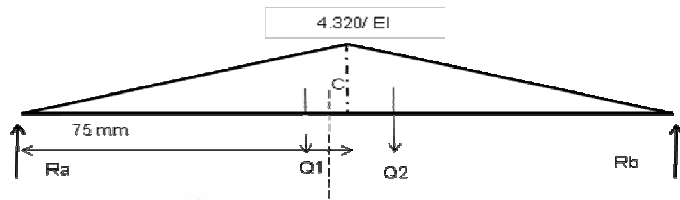
JARAK	REAKSI		MOMEN
C (mm)	VA (N)	VB (N)	C (Nmm)
75	0	0	0
75	6,35	6,35	476,25
75	12,75	12,75	956,25
75	19,15	19,15	1436,25
75	25,55	25,55	1916,25
75	31,95	31,95	2396,25
75	38,35	38,35	2876,25
75	44,8	44,8	3360
75	51,2	51,2	3840
75	57,6	57,6	4320

3. Lendutan Dititik C

- Momen Area



- Bidang Momen/EI menjadi Beban



$$Q_1 = \frac{1}{2} \times \text{Jarak C} \times \text{Momen}$$

$$= \frac{1}{2} \times 75 \text{ mm} \times 4.320 \text{ Nmm}$$

$$= 162.000 \text{ N}$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \times \text{Jarak C} \times \text{Momen}$$

$$= \frac{1}{2} \times 75 \text{ mm} \times 4.320 \text{ Nmm}$$

$$= 162.000 \text{ N}$$

$$R_A = \frac{1}{2} \times \text{Jarak C} \times \text{Momen}$$

$$= \frac{1}{2} \times 75 \text{ mm} \times 4.320 \text{ Nmm}$$

$$= 162.000 \text{ N}$$

$$R_B = \frac{1}{2} \times \text{Jarak C} \times \text{Momen}$$

$$= \frac{1}{2} \times 75 \text{ mm} \times 4.320 \text{ Nmm}$$

$$= 162.000 \text{ N}$$

$$\Delta C = MC = (R_A \times 75 - (Q_1 \times \frac{1}{3} \times 75))$$

$$\Delta C = MC = (162.000 \times 75 - (162.000 \times \frac{1}{3} \times 75))$$

$$\Delta C = MC = \frac{8.100.000}{EI}$$

Dari data pengujian didapat $\Delta C = 14,85 \text{ mm}$ Sehingga ;

$$14,85 = \frac{8.100.000}{EI}$$

$$E = \frac{8.100.000}{14,85 \times I}$$

$$E = \frac{8.100.000}{14,85 \times 12.195 \text{ mm}^4}$$

$$E = 44,72 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 4.23 Pengujian Modulus Elastisitas (MOE) Arah Panjang

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	Secant	Tangent	Actual	Offset method
				(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	72	130,7	90	45
		35%		52	88	71	30
		40%		285	363	257	212
		30%	2	123	208,4	139	73
		35%		95	153	117	51
		40%		263	506	289	235
		30%	3	76	185,9	100	97
		35%		205	362	203	122
		40%		148	150	138	104
Aseptik 80mm x 5mm Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	97	125	94	68
		35%		99	125	101	69
		40%		169	417	176	190
		30%	2	120	181	122	92
		35%		157	239	145	116
		40%		235	364	204	181
		30%	3	112	160	103	76
		35%		135	241	131	120
		40%		101	137	94	69

Tabel 4.24 Pengujian Modulus Elastisitas (MOE) Arah Panjang rata –rata

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	MOE Arah Panjang Actual
			N/mm ²
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	109,667
		35%	130,33
		40%	228
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	106,33
		35%	125,667
		40%	158,00

Analisa :

Dari tabel 4.24 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Modulus Elastisitas Actual (MOE) arah panjang papan partikel berkisar antara 106,33 N/mm² – 158 N/mm². Nilai modulus elastisitas arah panjang rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm dilapisi glasir komposisi phenol benda uji 40 % (158 N/mm²) sedangkan nilai rata – rata modulus elastisitas papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm dilapisi glasir komposisi phenol benda uji 30% (106,33N/mm²). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji tidak menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai modulus elastisitas (MOE) minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 3000 Mpa . Jadi benda uji tersebut di atas tidak memenuhi syarat/standart.

Tabel 4.25 Pengujian Modulus Elastisitas (MOE) Arah Panjang

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	Secant	Tangent	Actual	Offset method
				(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	584	622	435	301
		20%		480	481	312	238
Olympic	Olympic	Olympic		2759	2899	1296	1786
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	715	769	487	342
		20%		357	358	250	179
Olympic	Olympic	Olympic		2763	2773	1429	1871
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	3	545	619	413	277
		20%		455	544	375	237
Olympic	Olympic	Olympic		2984	2997	1228	1637

Tabel 4.26 Pengujian Modulus Elastisitas (MOE) rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Modulus Elastisitas Actual
			N/mm ²
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	445
		20%	312,33
Olympic	Olympic	Olympic	1317,67

Analisa :

Dari tabel 4.26 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Modulus Elastisitas (MOE) arah panjang papan partikel berkisar antara 312,33 N/mm² – 1317,67 N/mm². Nilai modulus elastisitas rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada benda uji olympic (1317,67 N/mm²) sedangkan nilai rata – rata modulus elastisitas arah panjang papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20% (312,33 N/mm²). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji tidak menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai modulus elastisitas (MOE) minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 3000 Mpa . Jadi benda uji tersebut di atas tidak memenuhi syarat/standart dimana olympic memiliki modulus elastisitas (MOE) arah panjang paling tinggi dibandingkan dengan benda uji yang lain memang olympic termasuk benda uji yang paling baik. Jadi benda uji tersebut di atas tidak sudah memenuhi syarat/standart.

Tabel 4.27 Pengujian Modulus Elastisitas (MOE) Arah Lebar

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	Secant	Tangent	Actual	Offset method	
				(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	92	119	63	46	
		35%		73	59	75	75	
		40%		27	30	31	17	
		30%	2	76	151	57	43	
				35%	27	71	16	31
				40%	28	63	29	26
		30%	3	34	113	48	38	
				35%	50	188	69	32
				40%	46	109,5	46	35
Aseptik 80mm x 5mm Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	46	99	40	26	
		35%		26	50	31	17	
		40%		55	82	67	45	
		30%	2	47	88	43	37	
				35%	49	64	41	32
				40%	13	51	14	8
		30%	3	58	117	56	39	
				35%	32	65	39	21
				40%	57	105	59	50

Tabel 4.28 Pengujian Modulus Elastisitas (MOE) Arah Lebar rata –rata

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	MOE Arah Lebar Actual
			N/mm ²
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	56,00
		35%	53,33
		40%	35,33
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	46,33
		35%	37
		40%	46,667

Analisa :

Dari tabel 4.28 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Modulus Elastisitas Actual (MOE) arah panjang papan partikel berkisar antara 37 N/mm² – 56 N/mm². Nilai modulus elastisitas arah lebar rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 30 % (56 N/mm²) sedangkan nilai rata – rata modulus elastisitas papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm dilapisi glasir komposisi phenol benda uji 35% (37N/mm²). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji tidak menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai modulus elastisitas (MOE) minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 3000 Mpa. Jadi benda uji tersebut di atas tidak memenuhi syarat/standart.

Tabel 4.29 Pengujian Modulus Elastisitas (MOE) Arah Lebar

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	Secant	Tangent	Actual	Offset method
				(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	224	298	143	91
		20%		132	143	107	71
Olympic	Olympic	Olympic		649	725	244	397
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	236	347	157	99
		20%		293	377	170	106
Olympic	Olympic	Olympic		784	846	199	433
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	3	184	402	151	73
		20%		169	179	94	83
Olympic	Olympic	Olympic		763	862	220	434

Tabel 4.30 Pengujian Modulus Elastisitas (MOE) rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Modulus Elastisitas Actual
			N/mm ²
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	150,33
		20%	123,67
Olympic	Olympic	Olympic	221,00

Analisa :

Dari tabel 4.30 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Modulus Elastisitas (MOE) arah lebar papan partikel berkisar antara 123,67 N/mm² – 150,33 N/mm². Nilai modulus elastisitas rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada benda uji olympic (150,33 N/mm²) sedangkan nilai rata – rata modulus elastisitas arah panjang papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20% (123,67 N/mm²). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji tidak menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai modulus elastisitas (MOE) minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 3000 Mpa. Jadi benda uji tersebut di atas tidak memenuhi syarat/standart, dimana olympic memiliki modulus elastisitas (MOE) arah lebar paling tinggi dibandingkan dengan benda uji yang lain memang olympic termasuk benda uji yang paling baik sedangkan untuk antara benda uji pada cacah kotak aseptik, Jadi benda uji tersebut di atas sudah tidak memenuhi syarat/standart.

4.2.4.2 Uji Kuat Lentur Arah Lebar

Dari pengujian pada mesin Universal Test Machine untuk mendapatkan MOR (Modulus of Rufture) arah lebar dengan data – data sebagai berikut :

Tabel 4.31 Pengujian Kuat Lentur (MOR) Papan Partikel arah lebar

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	P	l	b	h	MOR
				(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(N/mm ²)
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	41,41	15	1,45	4,80	2,79
		35%		48,87	15	1,49	4,70	3,35
		40%		29,74	15	1,33	4,80	2,19
		30%	2	31,11	15	1,35	4,74	2,31
		35%		27,72	15	1,49	4,76	1,85
		40%		27,22	15	1,31	4,77	2,05
		30%	3	31,51	15	1,35	4,73	2,35
		35%		63,75	15	1,50	4,92	3,95
		40%		36,29	15	1,38	4,70	2,68
Aseptik 80mm x 5mm Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	47,75	15	1,45	4,85	3,16
		35%		27,62	15	1,45	4,98	1,74
		40%		47,77	15	1,30	4,89	3,46
		30%	2	35,51	15	1,45	4,73	2,46
		35%		37,42	15	1,46	4,77	2,53
		40%		19,53	15	1,32	4,90	1,39
		30%	3	32,18	15	1,24	4,66	2,69
		35%		38,32	15	1,40	4,73	2,75
		40%		45,57	15	1,49	4,85	2,93

Untuk menghitung nilai kuat lentur arah lebar digunakan rumus :

$$MOR = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Dimana :

P = Beban maksimum sampai patah (Kg) (mm).

L = Panjang bentang (cm).

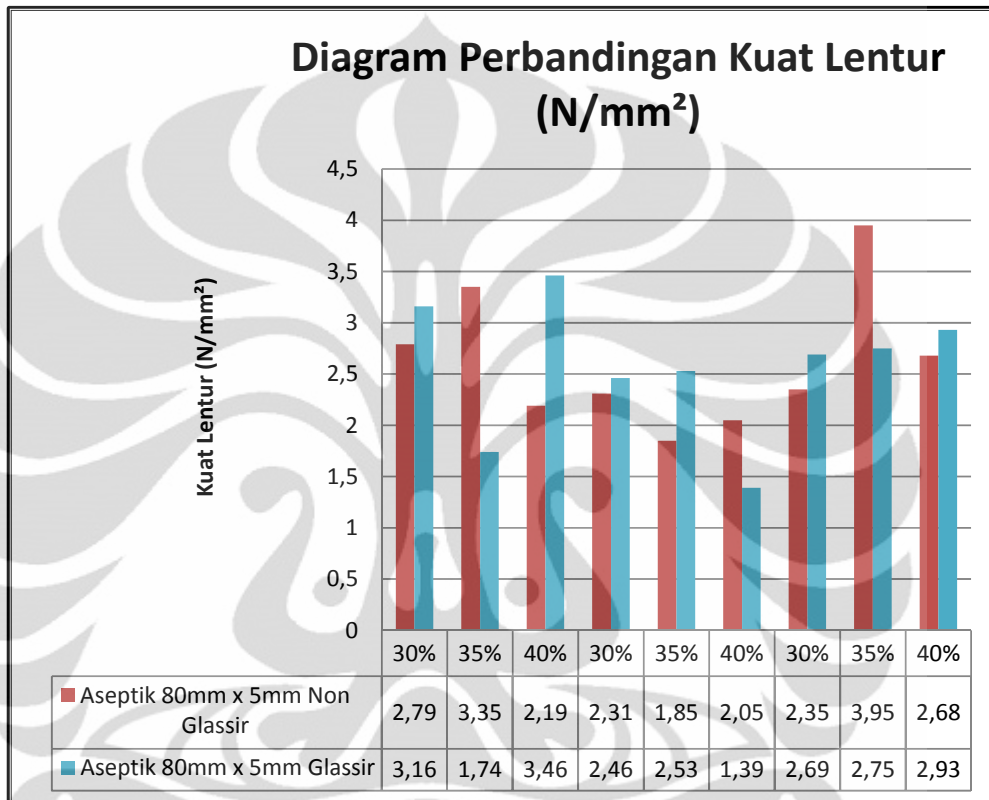
b = Lebar benda uji (cm)

h = Tebal benda uji (cm)

Contoh perhitungan :

$$\text{MOR} = \frac{3 \times 41,41 \times 15}{2 \times 1,45 \times 4,80^3}$$

$$\text{MOR} = 2,79 \text{ N/mm}^2$$

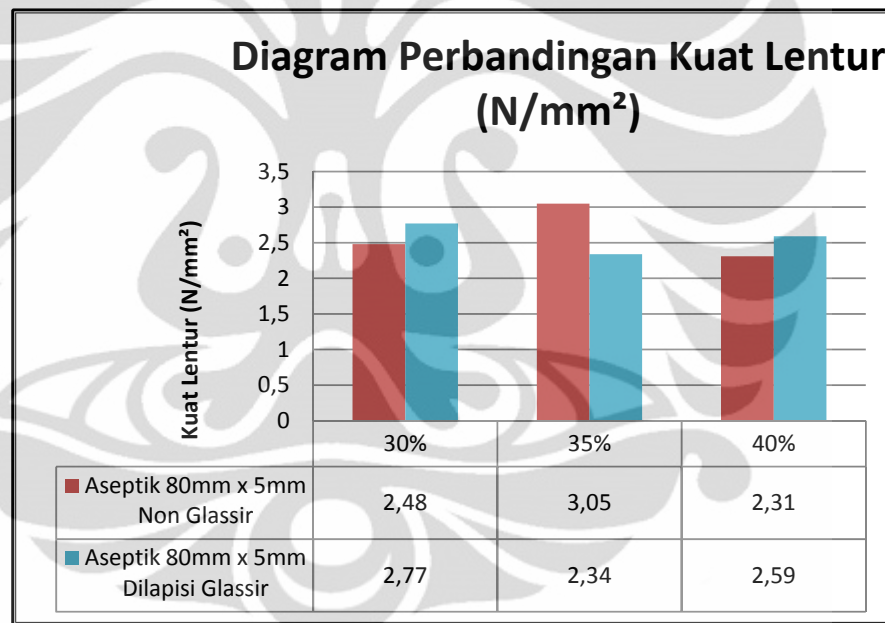


Gbr. 4.18 Grafik Pengujian Kuat Lentur (N/mm²) arah lebar

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian kuat lentur arah lebar rata – rata seperti pada tabel 4.32 sebagai berikut :

Tabel 4.32 Pengujian Kuat Lentur (MOR) arah lebar rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Kuat Lentur
			N/mm ²
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	2,48
		35%	3,05
		40%	2,31
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	2,77
		35%	2,34
		40%	2,59



Gbr. 4.19 Grafik Pengujian Kuat Lentur (N/mm²) arah lebar

Analisa :

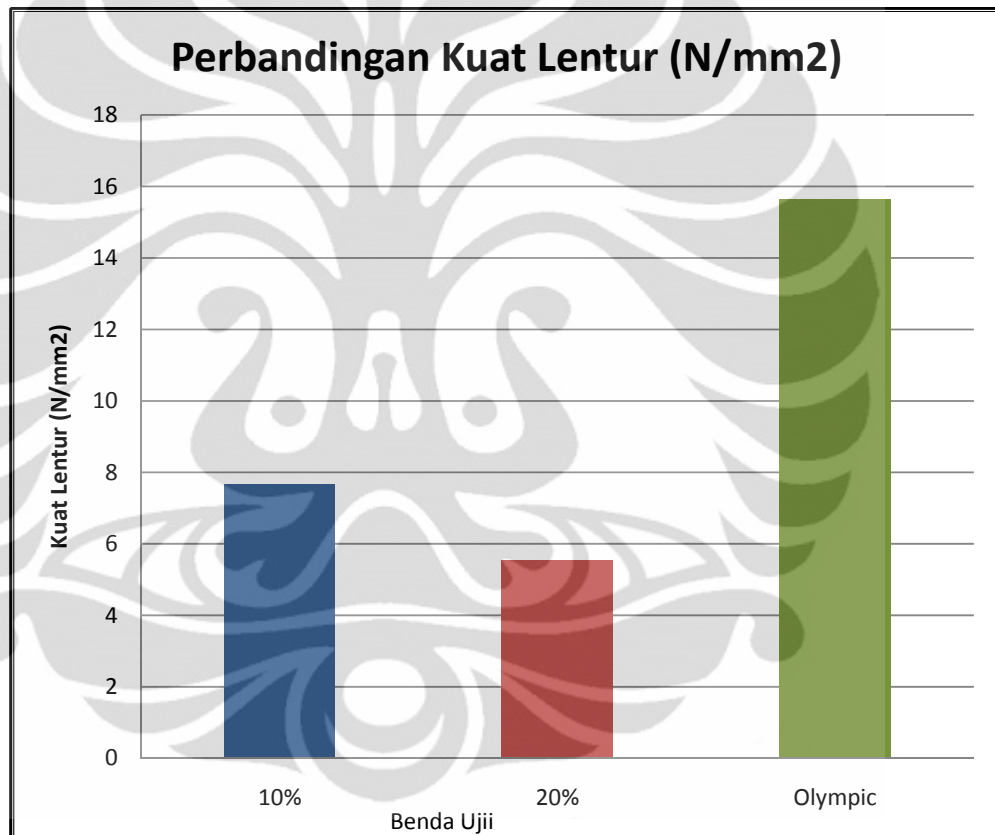
Dari tabel 4.32 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Kuat Lentur (MOR) arah lebar papan partikel berkisar antara 2,31 N/mm² – 3,05 N/mm². Nilai kuat lentur arah lebar rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 35% (3,05 N/mm²) sedangkan nilai rata – rata kuat lentur papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 40% (2,31 N/mm²). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai kuat lentur (MOR) minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 18 Mpa = 1,8 Kgf/cm² dan benda uji termasuk pada klafikasi papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif yaitu tipe 18. Jadi benda uji tersebut di atas memenuhi syarat/standart.

Tabel 4.33 Pengujian Kuat Lentur (MOR) arah lebar

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	P	l	b	h	MOR
				(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(N/mm ²)
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	59,79	15	0,95	4,85	6,02
		20%		57,21	15	0,97	4,90	5,53
Olympic	Olympic	Olympic		214,93	15	1,20	4,93	16,58
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	110,64	15	0,96	4,80	11,25
		20%		67,58	15	0,92	4,75	7,32
Olympic	Olympic	Olympic		198,37	15	1,20	5,00	14,88
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	3	51,59	15	0,94	4,63	5,75
		20%		33,55	15	0,90	4,70	3,80
Olympic	Olympic	Olympic		200,04	15	1,20	4,92	15,49

Tabel 4.34 Pengujian Kuat Lentur (MOR) arah lebar rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Kuat Lentur
			N/mm ²
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	7,67
		20%	5,55
Olympic	Olympic	Olympic	15,65



Gbr. 4.20 Grafik Pengujian Kuat Lentur (N/mm²) arah lebar

Analisa :

Dari tabel 4.34 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Kuat Lentur (MOR) arah lebar papan partikel berkisar antara $5,55 \text{ N/mm}^2$ – $15,65 \text{ N/mm}^2$. Nilai kuat lentur arah lebar rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada benda uji olympic ($15,65 \text{ N/mm}^2$) sedangkan nilai rata – rata kuat lentur (MOR) arah lebar papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik $50 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ non glasir komposisi phenol benda uji 20% ($5,55 \text{ N/mm}^2$). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai kuat lentur (MOR) arah lebar minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum $18 \text{ Mpa} = 1,8 \text{ Kgf/cm}^2$, dimana olympic memiliki kuat lentur (MOR) arah lebar paling tinggi dan termasuk papan partikel berlapis venseer dibandingkan dengan benda uji yang lain memang olympic termasuk benda uji yang paling baik sedangkan untuk antara benda uji pada cacah kotak aseptik, benda uji yang paling baik terdapat pada benda uji ukuran aseptik $50 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ non glasir dengan komposisi phenol benda uji 10 %, karena semakin banyak cacah kotak asepti maka semakin besar kuat lentur, akibat dari serat cacah kotak yang menahan beban lentur. Jadi benda uji tersebut di atas sudah memenuhi syarat/standart.

4.2.4.3 Uji Kuat Lentur Arah Panjang

Dari pengujian pada mesin Universal Test Machine untuk mendapatkan MOR (Modulus of Rufture) arah panjang dengan data – data sebagai berikut :

Tabel 4.35 Pengujian Kuat Lentur (MOR) arah panjang Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	P	l	b	h	MOR
				(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(N/mm ²)
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	11,52	15	4,80	1,45	2,57
		35%		7,74	15	4,70	1,49	1,68
		40%		16,01	15	4,80	1,33	4,27
		30%	2	12,75	15	4,74	1,35	3,32
		35%		11,93	15	4,76	1,49	2,54
		40%		16,45	15	4,77	1,31	4,52
		30%	3	9,66	15	4,73	1,35	2,52
		35%		18,63	15	4,92	1,50	3,79
		40%		13,22	15	4,70	1,38	3,32
Aseptik 80mm x 5mm Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	13,10	15	4,85	1,45	2,91
		35%		11,13	15	4,98	1,45	2,41
		40%		16,24	15	4,89	1,30	4,42
		30%	2	16,44	15	4,73	1,45	3,72
		35%		20,95	15	4,77	1,46	4,64
		40%		19,80	15	4,90	1,32	5,22
		30%	3	8,87	15	4,66	1,24	2,79
		35%		14,95	15	4,73	1,40	3,63
		40%		12,47	15	4,85	1,49	2,61

Untuk menghitung nilai arah panjang digunakan rumus :

$$MOR = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Dimana :

P = Beban maksimum sampai patah (Kg) (mm).

L = Panjang bentang (cm).

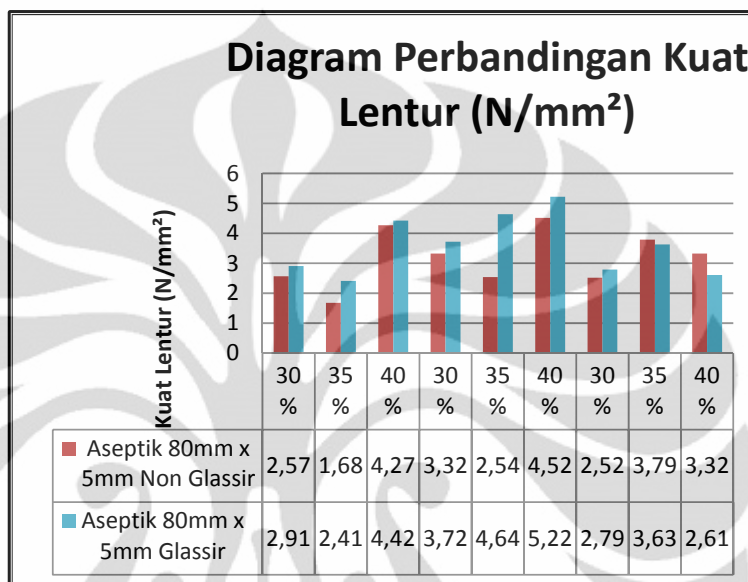
b = Lebar benda uji (cm)

h = Tebal benda uji (cm)

Contoh perhitungan :

$$MOR = \frac{3 \times 1,52 \times 15}{2 \times 4,80 \times 1,45^3}$$

$$MOR = 2,57 \text{ N/mm}^2$$

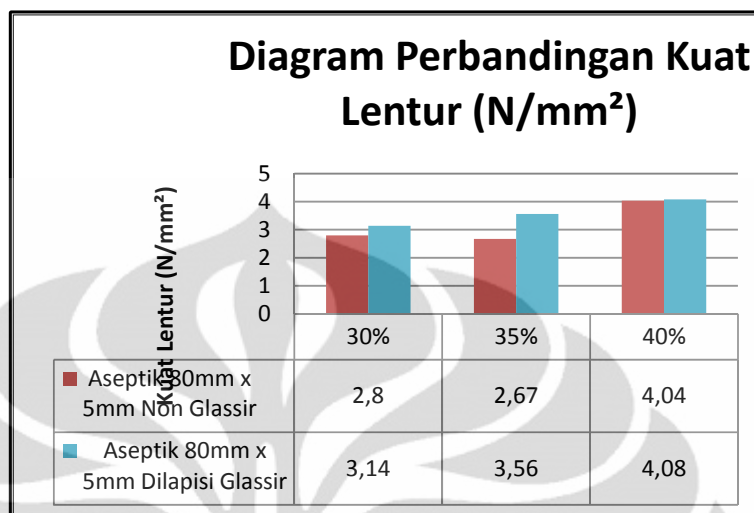


Gbr. 4.21 Grafik Pengujian Kuat Lentur (N/mm²) arah panjang

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian kuat lentur arah panjang rata – rata seperti pada tabel 4.36 sebagai berikut :

Tabel 4.36 Pengujian Kuat Lentur (MOR) arah panjang rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Kuat Lentur
			N/mm ²
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	2,80
		35%	2,67
		40%	4,04
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	3,14
		35%	3,56
		40%	4,08



Gbr. 4.22 Grafik Pengujian Kuat Lentur (N/mm²) arah panjang

Analisa :

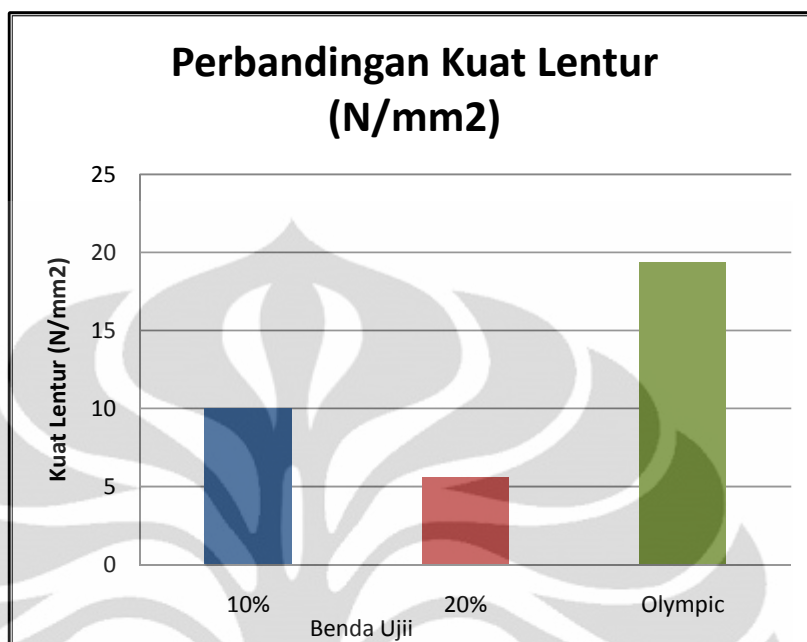
Dari tabel 4.36 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Kuat Lentur (MOR) arah panjang papan partikel berkisar antara 2,67 N/mm² – 4,08 N/mm². Nilai kuat lentur arah panjang rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm dilapisi glasir komposisi phenol benda uji 40% (4,08 N/mm²) sedangkan nilai rata – rata kuat lentur arah panjang papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 35% (2,67 N/mm²). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai kuat lentur (MOR) arah panjang minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 18 Mpa = 1,8 Kgf/cm² dan untuk benda uji termasuk pada klafikasi papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif yaitu tipe 18. Jadi benda uji tersebut di atas memenuhi syarat/standart.

Tabel 4.37 Pengujian Kuat Lentur (MOR)

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	P	l	b	h	MOR
				(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(N/mm ²)
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	20,78	15	4,85	0,95	10,68
		20%		11,57	15	5,20	1,00	5,01
Olympic	Olympic	Olympic		64,87	15	4,93	1,20	20,56
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	21,62	15	4,80	0,96	10,99
		20%		7,19	15	4,70	0,90	4,25
Olympic	Olympic	Olympic		63,76	15	5,00	1,20	19,93
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	3	16,45	15	4,63	0,97	8,49
		20%		13,21	15	4,80	0,90	7,64
Olympic	Olympic	Olympic		55,54	15	4,92	1,20	17,64

Tabel 4.38 Pengujian Kuat Lentur (MOR) arah panjang rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Kuat Lentur
			N/mm ²
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	10,05
		20%	5,63
Olympic	Olympic	Olympic	19,38



Gbr. 4.23 Grafik Pengujian Kuat Lentur (N/mm²) arah panjang

Analisa :

Dari tabel 4.38 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Kuat Lentur (MOR) arah lebar papan partikel berkisar antara 5,63 N/mm² – 19,38 N/mm². Nilai kuat lentur arah panjang rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada benda uji olympic (19,38 N/mm²) sedangkan nilai rata – rata kuat lentur (MOR) arah panjang papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20% (5,63 N/mm²). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai kuat lentur (MOR) arah panjang minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 8 Mpa = 8 N/mm², dimana olympic memiliki kuat lentur (MOR) arah panjang paling tinggi dan termasuk papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif dibandingkan dengan benda uji yang lain memang olympic termasuk benda uji yang paling baik sedangkan untuk antara benda uji pada cacah kotak aseptik, benda uji yang paling baik terdapat pada benda uji ukuran

aseptik 50 mm x 5 mm non glasir dengan komposisi phenol benda uji 10 %, karena semakin banyak cacah kotak aseptik maka semakin besar kuat lentur, akibat dari serat cacah kotak yang menahan beban lentur. Jadi benda uji tersebut di atas sudah memenuhi syarat/standart.

4.2.4.4 Uji Keteguhan Tarik

Dari hasil pengujian di Laboratorium didapatkan data nilai keteguhan tarik papan partikel seperti pada tabel 4.39 sebagai berikut :

Tabel 4.39 Pengujian Keteguhan Tarik Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	p	l	B	Kuat Tarik
				(cm)	(cm)	(kg)	(Kgf/cm ²)
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	4,83	4,88	1,96	0,1
		35%		4,81	4,74	3,59	0,2
		40%		4,70	4,86	2,00	0,1
		30%	2	4,82	4,74	5,04	0,2
		35%		4,76	4,70	1,98	0,1
		40%		4,73	4,82	1,83	0,1
		30%	3	4,82	5,06	16,44	0,7
		35%		4,87	4,95	4,20	0,2
		40%		5,00	4,75	1,90	0,1
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	4,89	4,85	7,23	0,3
		35%		4,98	4,99	8,31	0,3
		40%		4,95	4,90	6,26	0,3
		30%	2	4,54	5,13	6,08	0,3
		35%		4,76	4,96	10,03	0,4
		40%		4,88	5,09	6,07	0,2
		30%	3	4,68	4,84	9,23	0,4
		35%		4,78	4,70	18,87	0,8
		40%		4,66	4,96	4,43	0,2

Untuk menghitung nilai keteguhan tarik digunakan rumus :

$$\text{Keteguhan Tarik} = \frac{B}{P \times L}$$

Dimana :

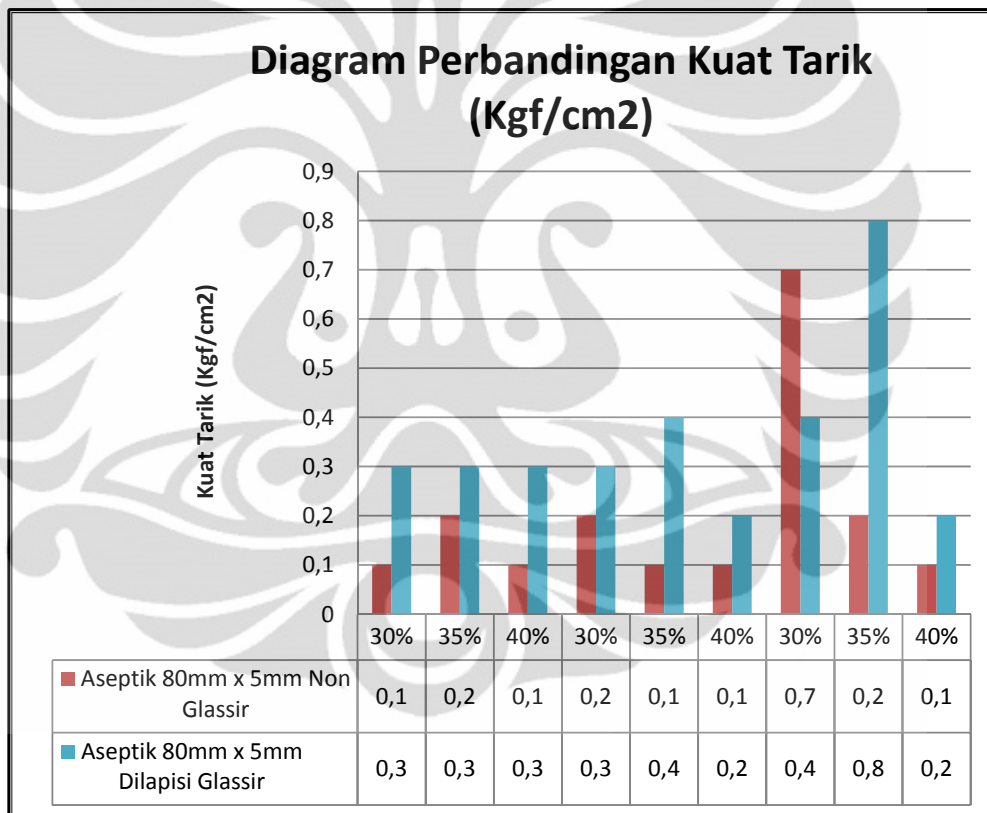
B = Beban maksimum (Kgf).

L = Panjang bentang (cm).

Contoh perhitungan :

$$\text{Keteguhan Tarik} = \frac{1,96}{4,83 \times 4,88}$$

$$\text{Keteguhan Tarik} = 0,1 \text{ Kg/cm}^2$$

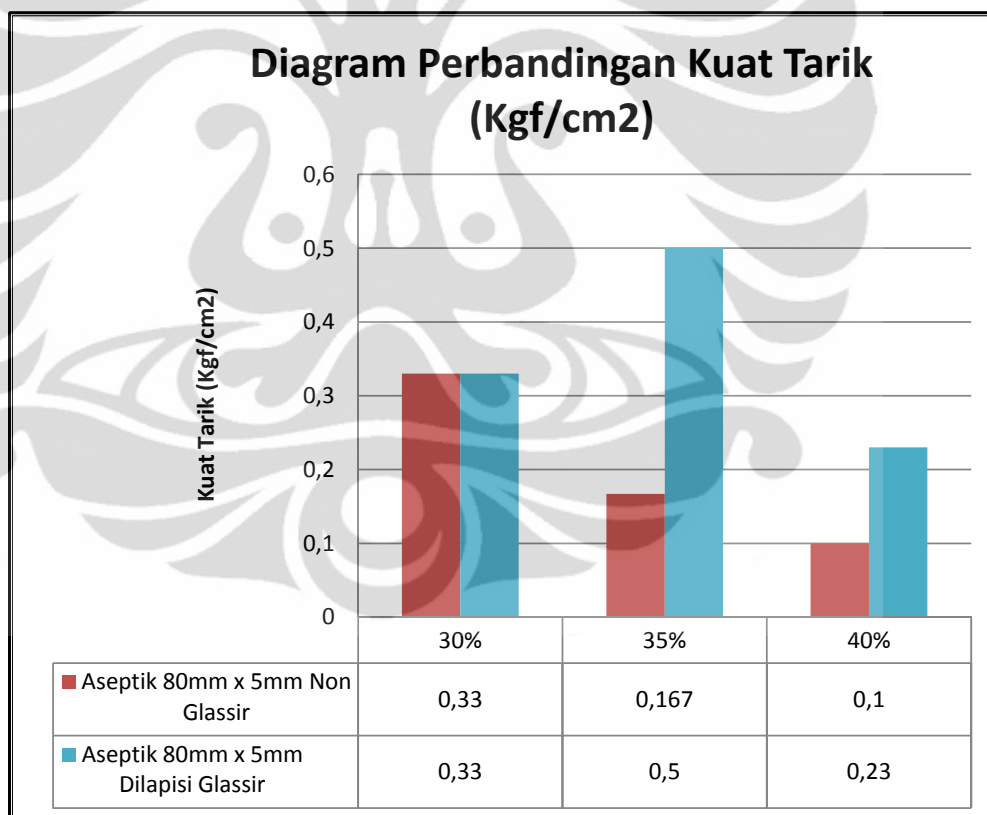


Gbr. 4.24 Grafik Pengujian Kuat Tarik (Kgf/cm²)

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian Keteguhan Tarik rata – rata seperti pada tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.40 Pengujian Keteguhan Tarik rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Kuat Tarik
			Kgf/cm ²
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	0,33
		35%	0,167
		40%	0,1
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	0,33
		35%	0,50
		40%	0,23



Gbr. 4.25 Grafik Pengujian Kuat Tarik (Kgf/cm²)

Analisa :

Dari tabel 4.40 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Keteguhan Tarik papan partikel berkisar antara 0,1 Kgf/cm² – 0,5 Kgf/cm². Nilai keteguhan tarik rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 30% (0,5 Kgf/cm²) sedangkan nilai rata – rata keteguhan tarik papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 40% (0,1 Kgf/cm²). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai keteguhan tarik minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 0,15 Mpa = 0,15 Kgf/cm² dan untuk benda uji termasuk pada klafikasi papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif yaitu tipe 18 dan terdapat juga yang tidak memnuhi standar pada JIS yaitu benda uji papan partikel pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glassir komposisi phenol benda uji 40 %.

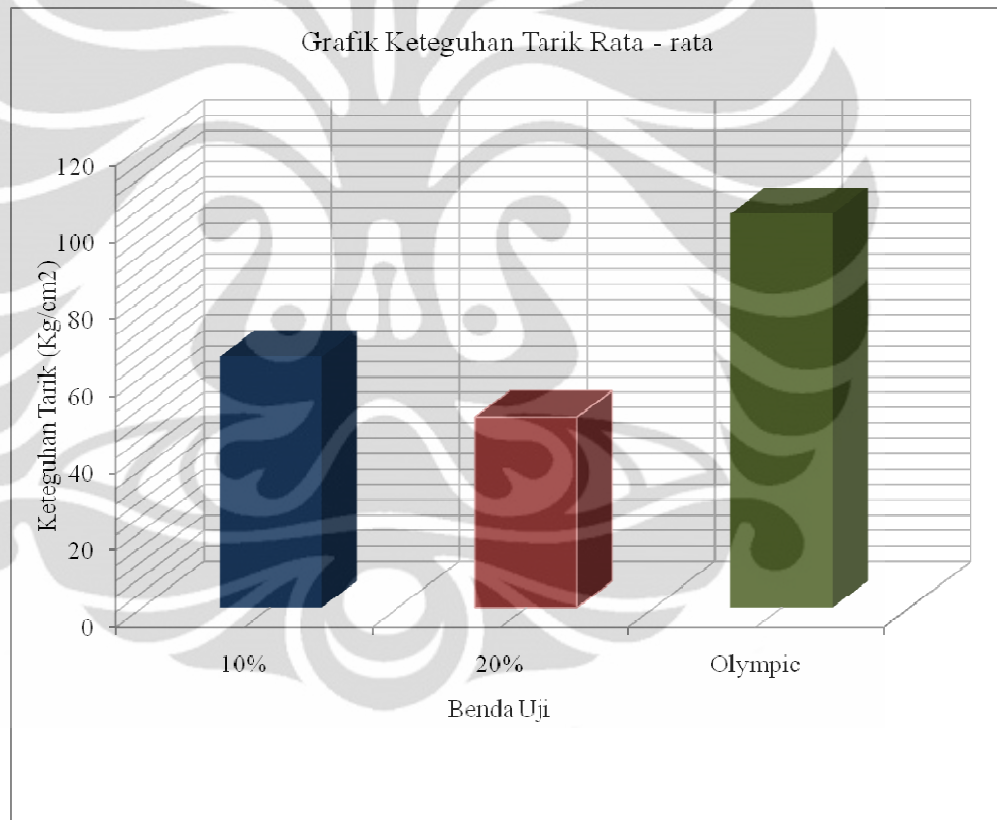
Tabel 4.41 Pengujian Kuat Tarik rata – rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	p	l	B	Kuat Tarik
				(cm)	(cm)	(kg)	(Kgf/cm ²)
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	4,76	4,90	48,65	2,1
		20%		4,75	4,80	39,78	1,7
Olympic	Olympic	Olympic		4,90	1,50	89,10	12,1
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	4,70	4,70	46,62	2,1
		20%		4,80	4,75	40,04	1,8
Olympic	Olympic	Olympic		4,95	5,01	53,29	2,1
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	3	4,85	4,80	45,10	1,9
		20%		4,70	4,75	39,52	1,8
Olympic	Olympic	Olympic		4,92	5,02	65,30	2,6

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian Keteguhan Tarik rata – rata seperti pada tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.42 Pengujian Keteguhan Tarik rata – rata Papan Partikel

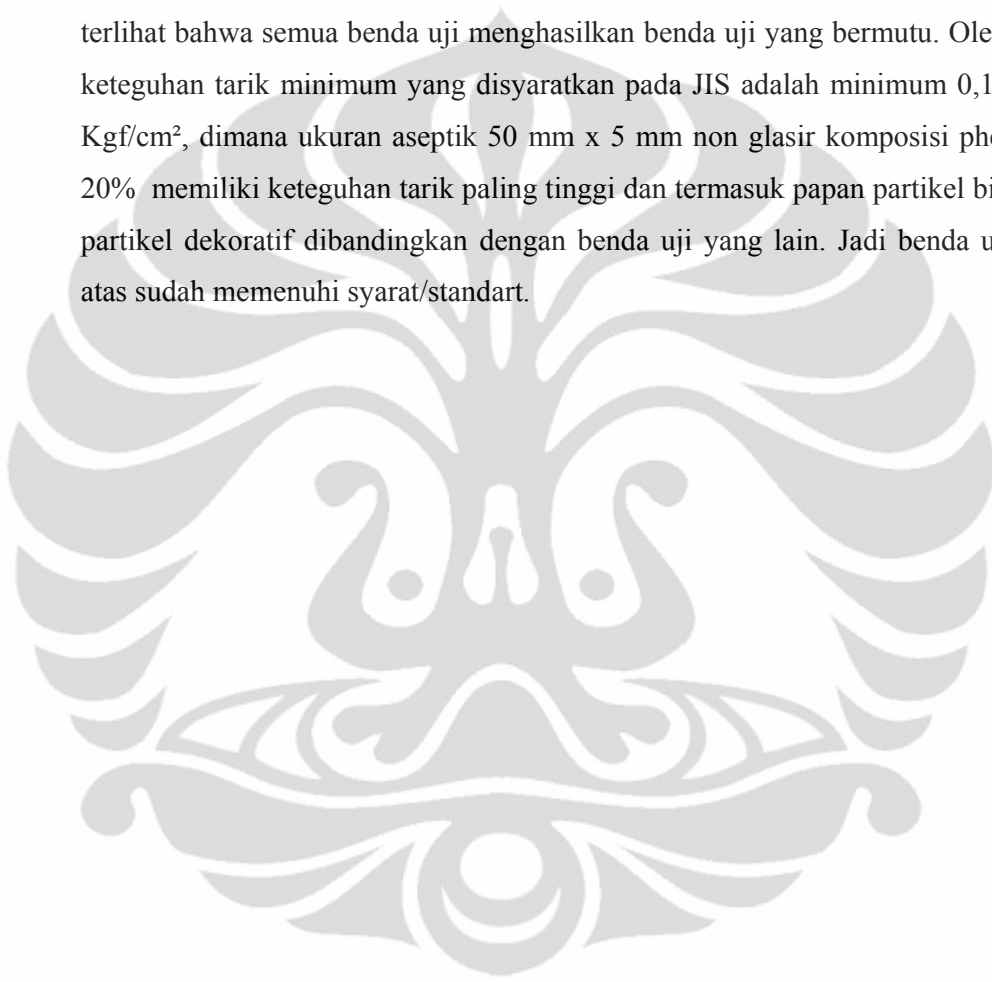
Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Kuat Tarik
			Kgf/cm ²
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	10%	0,33
		20%	0,5
Olympic	Olympic	Olympic	0,23



Gbr. 4.27 Grafik Pengujian Kuat Tarik (Kgf/cm²) rata - rata

Analisa :

Dari tabel 4.43 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Keteguhan tarik papan partikel berkisar antara 0,23 Kgf/cm² – 0,5 Kgf/cm². Nilai keteguhan tarik rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20% (0,5 Kgf/cm²) sedangkan nilai rata – rata keteguhan tarik papan partikel terendah terdapat pada benda uji olympic (0,23 Kgf/cm²). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai keteguhan tarik minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 0,15 Mpa = 0,15 Kgf/cm², dimana ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20% memiliki keteguhan tarik paling tinggi dan termasuk papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif dibandingkan dengan benda uji yang lain. Jadi benda uji tersebut di atas sudah memenuhi syarat/standart.



4.2.4.5 Uji Cabut Sekrup

Dari hasil pengujian di Laboratorium didapatkan data nilai Keteguhan Cabut Sekrup papan partikel seperti pada tabel 4.44 sebagai berikut :

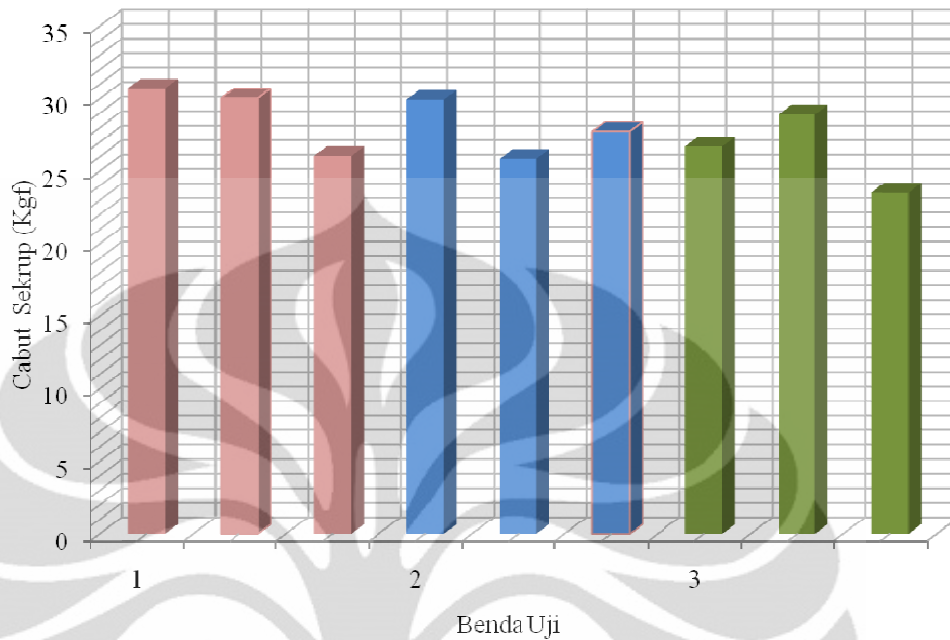
Tabel 4.44 Hasil Pengujian Keteguhan Cabut Sekrup Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	B1	B2	B rata-rata
				(Kgf)	(Kgf)	(kgf)
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	32,30	32,35	32,33
		35%		24,92	28,19	26,55
		40%		25,86	20,25	23,05
		30%	2	26,78	30,52	28,65
		35%		26,08	25,24	25,66
		40%		25,23	21,16	23,20
		30%	3	28,64	29,57	29,11
		35%		29,88	28,10	28,99
		40%		31,92	25,72	28,82
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	1	31,28	30,17	30,72
		35%		31,65	28,43	30,04
		40%		20,13	32,00	26,06
		30%	2	22,20	37,65	29,93
		35%		26,61	25,12	25,87
		40%		26,43	29,10	27,76
		30%	3	24,85	28,56	26,71
		35%		29,79	28,04	28,92
		40%		22,22	24,83	23,53

Untuk menghitung nilai keteguhan cabut sekrup digunakan rumus :

Dimana diambil nilai rata – rata dari hasil pengujian cabut sekrup.

Grafik Uji Cabut Sekrup untuk Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir



Gbr. 4.28 Grafik Pengujian Cabut Sekrup untuk Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian Keteguhan Cabut Sekrup rata – rata seperti pada tabel 4.45 sebagai berikut :

Tabel 4.45 Hasil Pengujian Cabut Sekrup rata - rata Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Cabut Sekrup
			Kgf
Aseptik 80mm x 5mm Non Glassir	10 kg/cm ²	30%	30,03
		35%	27,07
		40%	25,02
Aseptik 80mm x 5mm Dilapisi Glassir	10 kg/cm ²	30%	29,12
		35%	28,28
		40%	25,78

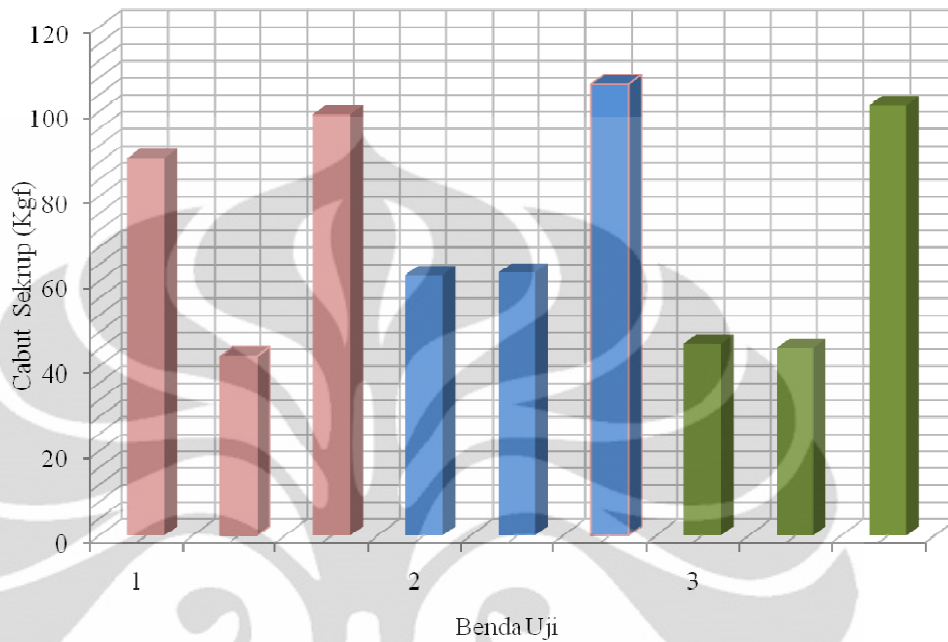
Analisa :

Dari tabel 4.45 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – rata Keteguhan Cabut Sekrup papan partikel berkisar antara 25,02 Kgf – 30,03 Kgf. Nilai keteguhan cabut sekrup rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 30% (30,03 Kgf) sedangkan nilai rata – rata keteguhan tarik papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 40% (25,02 Kgf). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai keteguhan cabut sekrup minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 300 N = 30 Kgf. dimana ukuran aseptik 80 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 30% memiliki keteguhan cabut sekrup paling tinggi dan termasuk papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif yaitu tipe 8 dibandingkan dengan benda uji yang lain. Selain dari benda uji tertinggi, semua benda uji di atas tidak memenuhi syarat/standart.

Tabel 4.46 Hasil Pengujian Cabut Sekrup Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Benda Uji	B1	B2	B rata-rata
				(Kgf)	(Kgf)	(kgf)
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	1	99,64	78,39	89,02
		20%		49,80	34,78	42,29
Olympic	Olympic	Olympic		92,23	106,44	99,34
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	2	62,11	60,70	61,41
		20%		66,28	57,76	62,02
Olympic	Olympic	Olympic		129,5	103,17	106,44
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	3	68,14	22,27	45,21
		20%		36,66	51,76	44,21
Olympic	Olympic	Olympic		101,63	101,3	101,48

Grafik Uji Cabut Sekrup

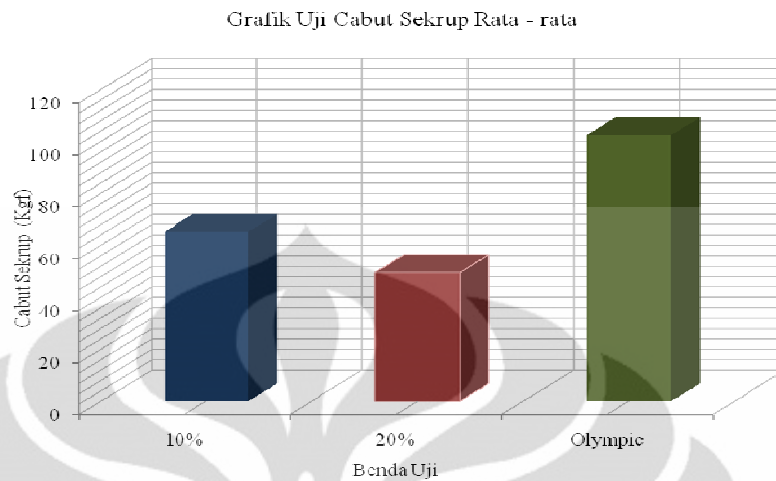


Gbr. 4.29 Grafik Pengujian Cabut Sekrup

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data nilai pengujian Cabut Sekrup rata – rata seperti pada tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.47 Hasil Pengujian Pengembangan Tebal Papan Partikel

Ukuran Aseptik	Tekanan Hidrolik	% Phenol	Cabut Sekrup
			Kgf
Aseptik 50mm x 5mm Non Glassir	15 kg/cm ²	10%	65,21
		20%	49,51
Olympic	Olympic	Olympic	102,42



Gbr. 4.30 Grafik Pengujian Cabut Sekrup rata - rata

Analisa :

Dari tabel 4.47 hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata – keteguhan cabut sekrup papan partikel berkisar antara 49,51 Kgf – 102, 42 Kgf. Nilai keteguhan cabut sekrup rata – rata papan partikel tertinggi terdapat pada benda uji olympic (102,42 Kgf) sedangkan nilai rata – rata keteguhan tarik papan partikel terendah terdapat pada ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir komposisi phenol benda uji 20% (49,51 Kgf). Dari tabel terlihat bahwa semua benda uji menghasilkan benda uji yang bermutu. Oleh karena, nilai keteguhan cabut sekrup minimum yang disyaratkan pada JIS adalah minimum 300 N = 30 Kgf, dimana olympic memiliki keteguhan cabut sekrup paling tinggi dan termasuk papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif dibandingkan dengan benda uji yang lain memang olympic termasuk benda uji yang paling baik sedangkan untuk antara benda uji pada cacah kotak aseptik, benda uji yang paling baik terdapat pada benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir dengan komposisi phenol benda uji 10 %, karena semakin banyak cacah kotak asepti maka semakin besar cabut sekrup. Jadi benda uji tersebut di atas sudah memenuhi syarat/standart.

4.2.5 Pola retak dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan

Berdasarkan dari analisa sebelumnya yang terdapat pada lampiran 3, dimana terjadi kegagalan pada proses pemberian beban yaitu beban tidak bisa mengikuti deformasi/lendutan pelat karena pelat yang digunakan terbuat dari pelat besi yang dimana beban dan pelat tidak bisa saling interaksi jadi hasil yang didapat antara hasil laboratorium dan SAP 2000 v.14.00 jauh berbeda dan lendutan pola retak yang didapat tidak terletak pada daerah sekitar beban. Maka dilakukan pengujian untuk mengurangi kesalahan pada saat memberi beban yaitu dengan menggunakan Preciouin Slag Ball (PSB) dan diberi sealent pada ujung pelat yaitu beban dan pelat bisa saling interaksi dan dapat mengurangi kesalahan hasil yang didapat. Namun karena keterbatasan benda uji maka pengujian dilakukan cuma 1 benda uji.

Benda uji yang digunakan dalam pengujian pola retak adalah benda uji yang terbaik dari hasil seluruh variasi pengujian yang dilaksanakan. Pengujian dilakukan seperti yang terdapat pada diagram alir 3.1, terutama pada pengujian mekanik. Dari semua variasi benda uji diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dimana semakin sedikit persentasi phenol formaldehida (minimal 10 %) pada papan partikel maka semakin tinggi hasil pengujiannya baik dalam pengujian fisik maupun pengujian mekanik, namun persentase optimal belum didapat.
2. Benda uji pada pemberian glassir atau waterproof hanya berpengaruh pada pengujian fisisnya saja tetapi tidak memberikan kontribusi sama sekali pada sifat mekanik.
3. Semakin besar tekanan pengempaan pada pembuatan benda uji maka tinggi hasil pengujiannya baik dalam pengujian fisis maupun pengujian mekanik, namun tahanan optimal nya belum didapatkan.
4. Umumnya papan partikel dengan cacah aseptik 80 mm x 5 mm lebih baik secara mekanik daripada papan partikel dengan cacah aseptik 50 mm x 5 mm, sedangkan secara fisik (visual, penampilan, lebih siku, caat lebih sedikit) berlaku sebaliknya.

5. Maka dari ke – 4 butir di atas maka diambil papan yang terbaik dari pengujian fisiknya adalah papan partikel dengan kadar phenol formaldehida 30 % dilapisi glasir dengan panjang cacah kotak aseptik 80 mm x 5 mm dengan tekanan pengempaan saat pembuatan yaitu 15 kg/cm². Sedangkan papan yang terbaik dari segi pengujian mekanik adalah papan partikel dengan kadar phenol formaldehida 30 % non glasir cacah kotak aseptik 80 mm x 5 mm dengan pengempaan saat pembuatan benda uji adalah 15 kg/cm².
6. Setelah benda uji pada butir 5 dibandingkan dengan papan partikel pembandingnya yaitu papan partikel dengan kadar phenol dengan cacah kotak aseptik 50 mm x 5 mm non glasir dengan kempa 15 kg/cm² dan ketebalan ternyata papan partikel pada butir 5 masih belum baik, sehingga yang digunakan adalah papan partikel hasil pengujian paling baik yaitu papan partikel dengan kadar phenol 10 % dengan cacah kotak aseptik 50 mm x 5 mm on glasir dengan tekanan kempa 15 kg/cm².

Beban yang digunakan adalah dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan. Dimana beban terpusat yang digunakan berbentuk bujur sangkar dengan lebar 5 cm dan panjang 5 cm yaitu terletak pada setengah dari setengah luas papan partikel sedangkan bentang bersih papan dari keempat sisi perletakkan adalah 20 cm x 25 cm.

$$\begin{aligned}\text{Luas permukaan beban} &= 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \\ &= 25 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas papan partikel} &= 20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \\ &= 500 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka luas permukaan beban} &= (25/500) \times 100 \% \\ &= 5 \%\end{aligned}$$

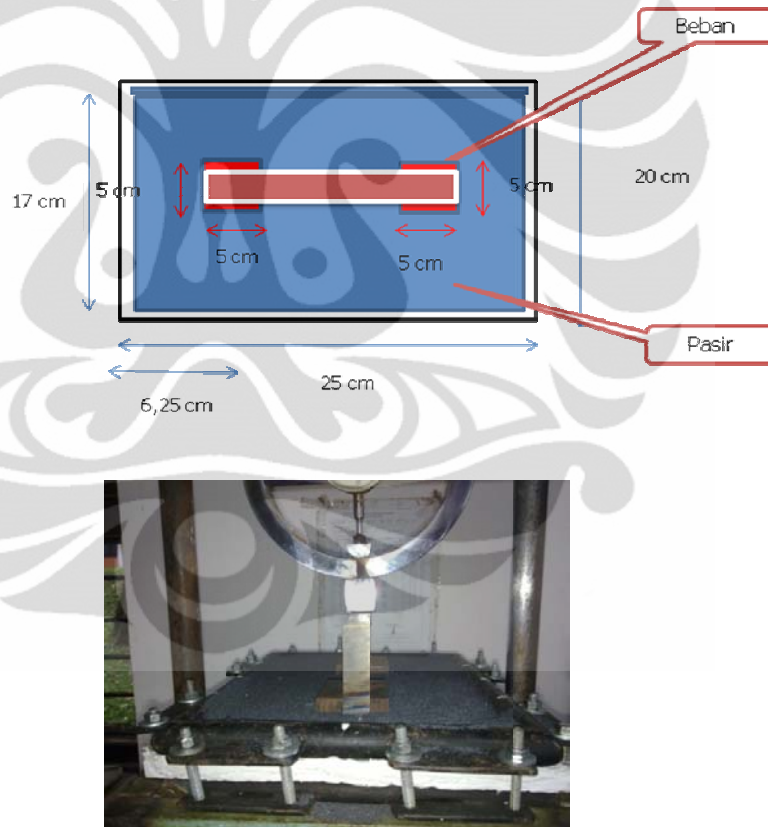
Asumsi kapasitas beban yang mampu dipikul oleh setelah dilakukan coba – coba adalah 150 Kgf sehingga beban siklik yang ditinjau adalah tiap kenaikan dan penurunan 25 % dari kapasitas papan yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Kenaikan beban siklik} &= 150 \text{ Kgf} \times 25 \% \\ &= 37,5 \text{ Kgf} \end{aligned}$$

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. Untuk mempermudah pembacaan dial maka setiap kenaikan maupun penurunan dial proving ring sebesar 37,50 kgf dinaikkan menjadi 94,73 kgf atau setara dengan 4 divisi dial proving ring.

4.2.5.1 Percobaan I

Posisi beban dial gauge untuk mengecek lendutan tepat pada tengah papan, baik arah panjang maupun dari arah lebar papan seperti yang terlihat pada gambar 4.15



Gambar 4.31 posisi pembebanan dan posisi dial gauge lendutan

dari hasil penelitian di dapat :

Massa papan partikel = 570 gram = 0,57 Kg

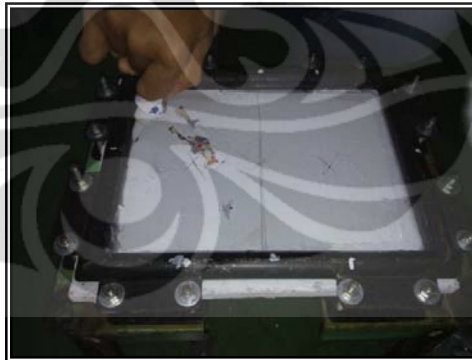
Volume papan partikel = 714,15 cm³

Massa jenis = 0,80 gram/cm³ = 798,1516488 kg/m³

METODE PENGUJIAN :



Gambar 4.32 Foto benda uji



Gambar 4.33 Foto pemberian Silikon (Sealant) pada sisi benda uji



Gambar 4.34 Foto letak benda uji dan dial



Gambar 4.35 Foto pemberian pasir



Gambar 4.36 Foto pembebanan



Gambar 4.37 Foto pembebanan



Gambar 4.38 Foto pola retak akibat beban

Hasil beban dengan lendutan yang didapat dari masing – masing beban baik ketika kenaikan beban maupun penurunan beban siklik seperti yang ditampilkan pada tabel 4.48 :

Tabel 4.48 Hasil pengujian pembebanan dua beban yang bekerja secara bersamaan

Dial Divisi	Kalibrasi	Beban N	Beban Total N	Terpusat N	Terpusat N	Lendutan (mm)	Warna pola retak
0	23,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	1,38	
0	23,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	1,49	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	2,98	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	2,25	
0	23,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	1,92	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	3,47	
6	23,10	1386,00	1420,12	710,06	710,06	5,80	(Hitam)
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	5,36	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	4,30	
0	23,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,48	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	3,09	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	4,65	
6	23,10	1386,00	1420,12	710,06	710,06	6,05	
8	23,10	1848,00	1882,12	941,06	941,06	8,45	(Coklat)
6	23,10	1386,00	1420,12	710,06	710,06	8,05	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	7,34	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	6,14	
0	23,10	0,00	0,00	0,00	0,00	2,46	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	3,37	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	5,84	
6	23,10	1386,00	1420,12	710,06	710,06	7,34	
8	23,10	1848,00	1882,12	941,06	941,06	9,21	
10	23,10	2310,00	2344,12	1172,06	1172,06	11,14	(Biru)
8	23,10	1848,00	1882,12	941,06	941,06	10,90	
6	23,10	1386,00	1420,12	710,06	710,06	10,37	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	9,50	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	8,29	
0	23,10	0,00	0,00	0,00	0,00	4,11	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	5,51	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	7,01	
6	23,10	1386,00	1420,12	710,06	710,06	8,50	
8	23,10	1848,00	1882,12	941,06	941,06	9,83	

10	23,10	2310,00	2344,12	1172,06	1172,06	11,33	
12	23,10	2772,00	2806,12	1403,06	1403,06	12,60	(Hijau)
10	23,10	2310,00	2344,12	1172,06	1172,06	12,45	
8	23,10	1848,00	1882,12	941,06	941,06	12,09	
6	23,10	1386,00	1420,12	710,06	710,06	11,50	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	10,67	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	9,39	
0	23,10	0,00	0,00	0,00	0,00	5,15	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	6,63	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	8,11	
6	23,10	1386,00	1420,12	710,06	710,06	9,46	
8	23,10	1848,00	1882,12	941,06	941,06	11,11	
10	23,10	2310,00	2344,12	1172,06	1172,06	12,43	
12	23,10	2772,00	2806,12	1403,06	1403,06	13,85	
14	23,10	3234,00	3268,12	1634,06	1634,06	15,55	(Ungu)
12	23,10	2772,00	2806,12	1403,06	1403,06	15,40	
10	23,10	2310,00	2344,12	1172,06	1172,06	15,13	
8	23,10	1848,00	1882,12	941,06	941,06	14,75	
6	23,10	1386,00	1420,12	710,06	710,06	14,04	
4	23,10	924,00	958,12	479,06	479,06	13,20	
2	23,10	462,00	496,12	248,06	248,06	11,75	
0	23,10	0,00	0,00	0,00	0,00	7,65	

Dari pengujian labortorium didapat penyebaran pola retak pada papan partikel ketika dibebani terpusat sebesar 248,06 N yang terlihat pada gambar 4.36 dan gambar 4.33 memperlihatkan pola retak akibat distribusi beban pada papan partikel setelah dibebani beban maksimum yaitu 3268,12 N serta gambar 4.8 dan gambar 4.9 memperlihatkan simulasi pertambahan retak yang terjadi penambahan beban.



Gambar 4.39 pola distribusi retak bagian atas



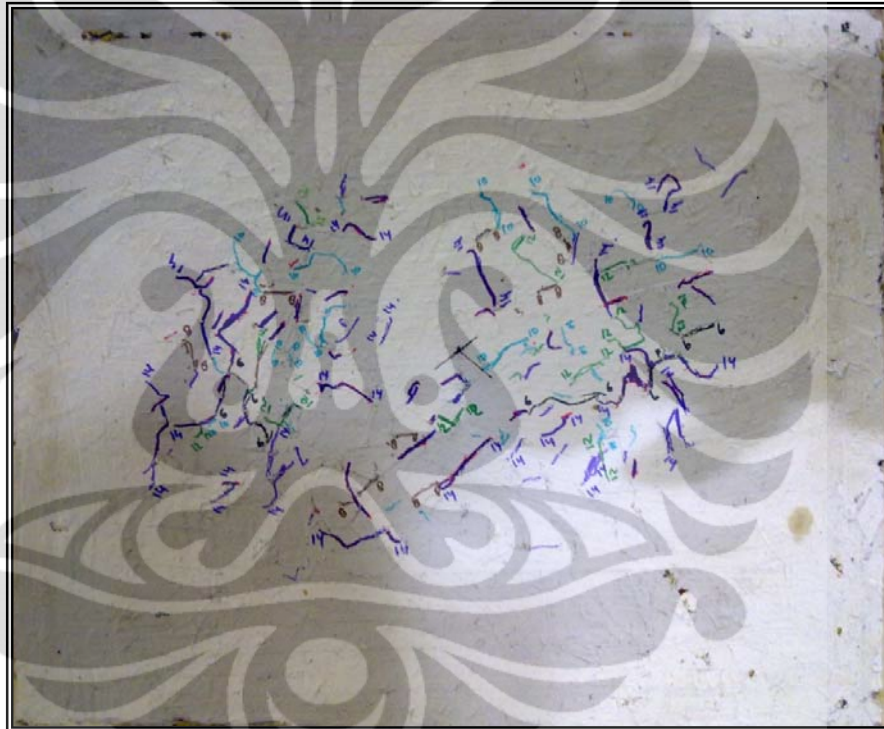
Gambar 4.40 pola distribusi retak bagian bawah papan



Gambar 4.41 proving ring saat beban maksimum



Gambar 4.42 Pola distribusi retak bagian bawah papan benda uji



Gambar 4.43 Pola distribusi retak bagian bawah papan benda uji

Untuk perhitungan papan secara analitis menggunakan bantuan software struktur SAP 2000 v14.0.0. linear dengan langkah – langkah sebagai berikut :

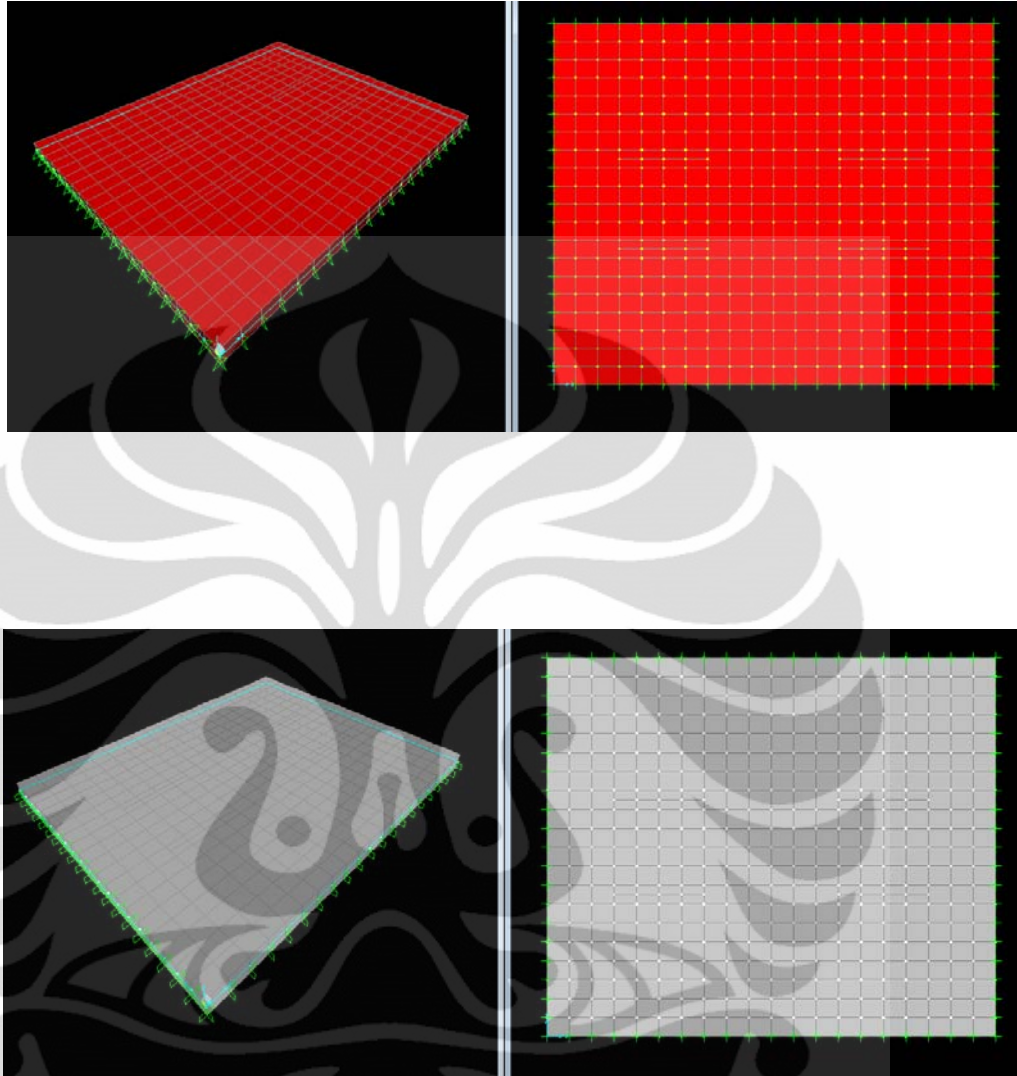
1. Membuka aplikasi SAP 200 kemudian pilih menu blank kemudian tentukan satuannya kgf, m, c

2. Tentukan 4 koordinat awal papan dengan memilih toolbar draw lalu draw special joint, lalu masukkan koordinat (x,y) $\rightarrow (0,0) ; (250,0) ; (0,250) ; (250,250)$
3. Input data – data material papan partikel berupa data berat jenis, modulus elastisitas dan poisson ratio. Untuk angka poisson ratio digunakan angka poisson ratio aluminium yaitu 0,33. Dikarenakan tidak dilakukan percobaan untuk mendapatkan angka poisson papan partikel selain itu papan partikel ini terdapat lapisan aluminiumnya. Untuk menu SAP 2000 pilih define material \rightarrow add new material, untuk material tipe isikan other. Kemudian input data yang dibutuhkan seperti gambar 4.12

Material Property Data	
General Data	
Material Name and Display Color	Komposit
Material Type	Other
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	798,15
Mass per Unit Volume	78,4845
Units	
	Kgf. m. C
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	68309768
Poisson's Ratio, U	0,33
Coefficient of Thermal Expansion, A	1,170E-05
Shear Modulus, G	25680364
<input type="checkbox"/> Switch To Advanced Property Display	
OK Cancel	

Gambar 4.42 Material properti papan partikel

4. Tentukan area section papan partikel yaitu dengan menginput data tebal papan dan material papan yang telah ditentukan pada poin 3. Define → section properties → area section → add new section shell seperti pada gambar 4.13
5. Gambarkan model gambar papan pada koordinat yang telah dibuat sebelumnya dengan melalui menu toolbar draw → draw rectangular area element, kemudian ganti section sesuai yang telah dibuat pada poin 4.
6. Kemudian klik area shell kemudian bagi papan sesuai kebutuhan pada menu edit → edit area → divide area.
7. Setelah itu klik semua joint pada pinggir papan berikan perletakan sendi – sendi dengan perintah assign → joint → Restraints, pilih sendi.
8. Klik joint pada tengah papan kemudian berikan beban sebesar 1 divisi atau beban merata 0,009922 Kgf/mm² dan beban merata 0,009922 Kgf/mm² dengan melakukan perintah assign → joint load → force, isikan -47,37 Kgf dan beban merata 0,002423 Kgf/mm² dengan beban terletak pada force global.
9. Lakukan perhitungan dengan melakukan analyze → run analysis klik modal menjadi “don’t run” lalu klik “run now”
10. Cek lendutan atau U3 yang terjadi dengan memeriksa joint paling tengah lalu catat hasil lendutannya.
11. Periksa pula bidang momen arah x dan arah momen y (M22) pada pelat dengan perintah display show forces/stresses shell, klik resultant forces pilih M11 atau M22.
12. Kemudian periksa tegangan arah x (S11) dan tegangan arah y (S22) pada pelat dengan perintah display show forces/stresses shell, klik resultant forces pilih S11 atau S22.
13. Ulangi langkah 1 s/d 12 tetapi khusus untuk point 7 ganti perletakannya dengan jepit – jepit,

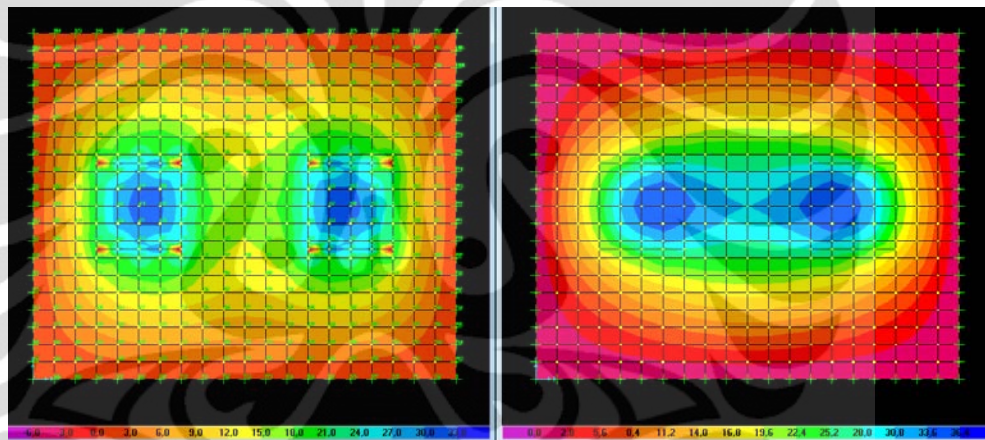


Gambar 4.43 Permodelan 3D SAP 2000 sendi – sendi (atas), jepit – jepit (bawah)

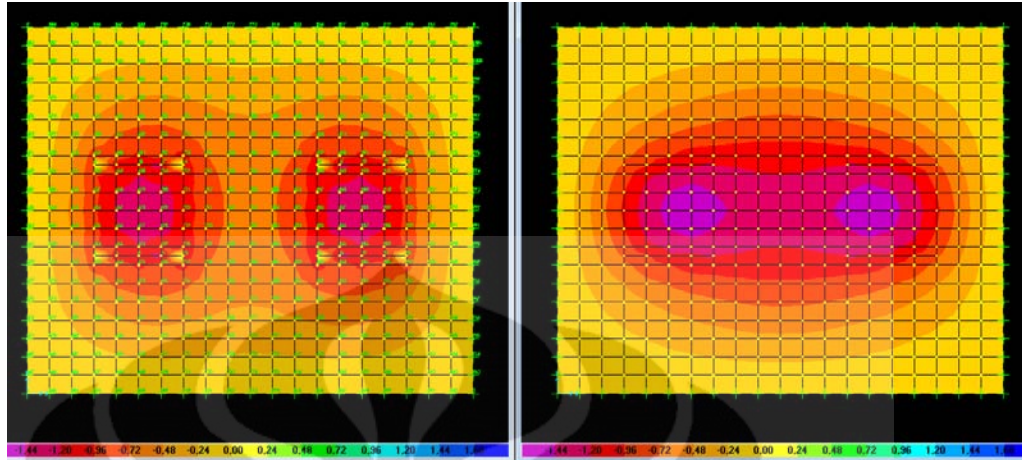
Dari hasil perhitungan SAP 2000 v 14.0.0 didapat hasil lendutan akibat perletakan sendi – sendi dan jepit – jepit seperti yang diperlihatkan pada tabel 4.49

Tabel 4.49 Hasil perhitungan SAP 200 v 14.0.0

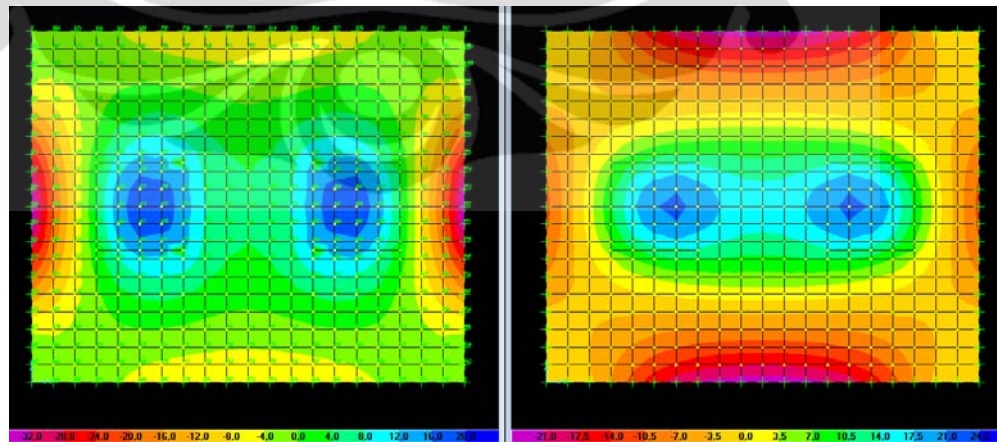
Beban Total N	Terpusat N	Terpusat N	Lendutan Sendi (mm)	Lendutan Jepit (mm)
0,00	0,000	0,000	0,00	0,00
496,12	24806,000	24806,000	1,51	0,50
958,12	47906,000	47906,000	2,91	0,96
1420,12	71006,000	71006,000	4,31	1,42
1882,12	94106,000	94106,000	5,71	1,88
2344,12	117206,000	117206,000	7,11	2,34
2806,12	140306,000	140306,000	8,51	2,79
3268,12	163406,000	163406,000	9,91	3,25



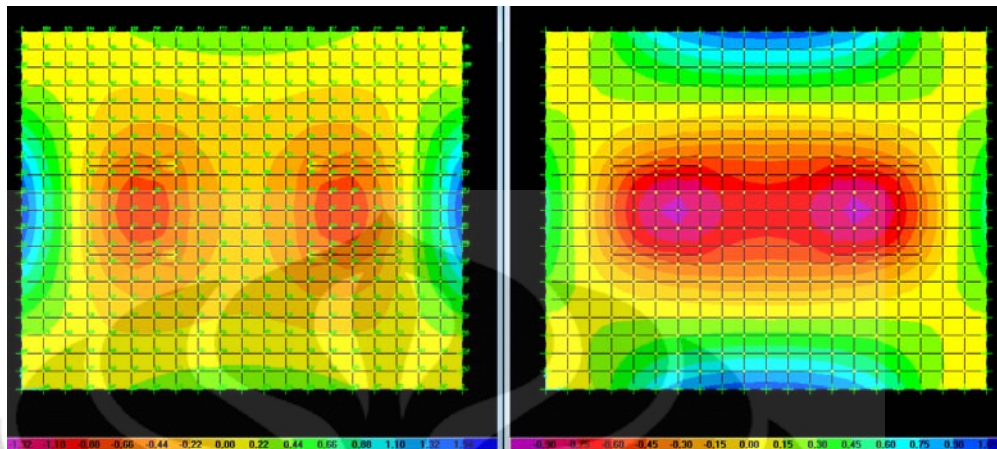
Gambar 4.44 Momen arah x dan arah y dengan perletkan sendi - sendi



Gambar 4.45 Tegangan arah x dan arah y dengan perletakan sendi – sendi

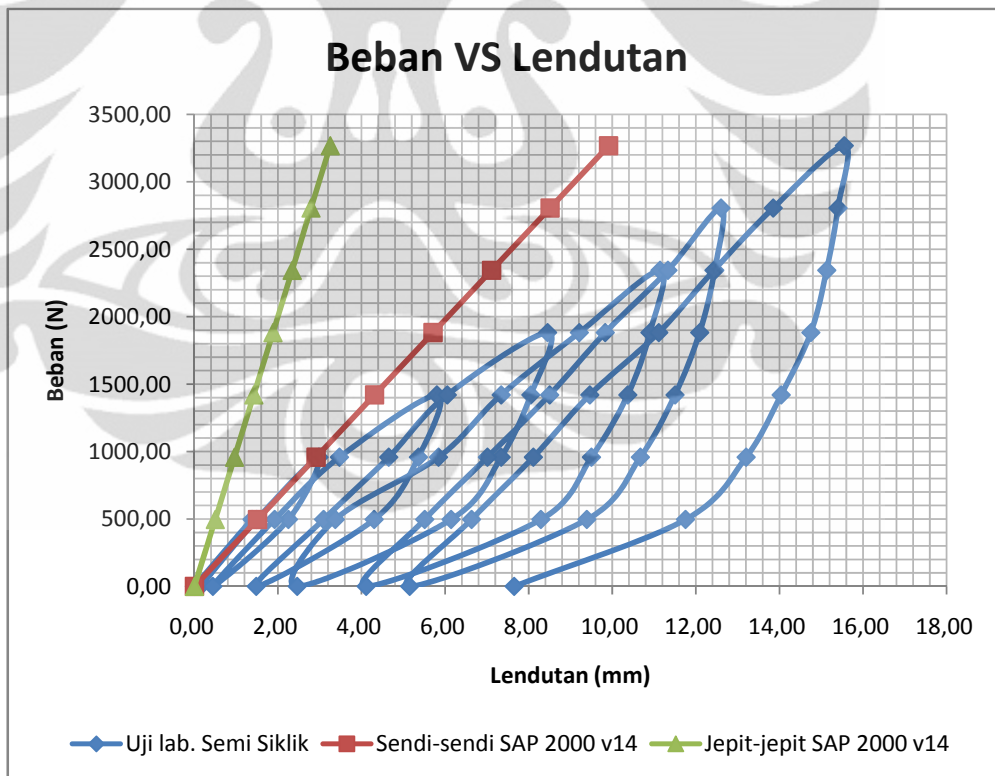


Gambar 4.46 Momen arah x dan arah y dengan perletakan jepit - jepit



Gambar 4.47 Tegangan arah x dan arah y dengan perletakan jepit - jepit

Bila dibuar grafik dari hasil beban siklik pada uji laboratorium dengan hasil beban analisa dari perhitungan SAP 2000 v 14.0.0 linear maka di dapat :



Gambar 4.48 Grafik uji dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan

Analisa :

Pada uji beban terpusat didapatkan kapasitas beban maksimum yang dapat dipikul oleh papan partikel, dimana dengan empat perletakan menggunakan frame pipa baja diameter 20 mm adalah 2.800,61 N dengan lendutan sebesar 12,60 mm. Bila dilihat dari penyebaran retak pada gambar 4.42 dan gambar 4.43 yang terjadi didapat beberapa kesimpulan yaitu awal dari retak muncul pada area beban terpusat. Kemudian menjalar menjauhi beban. Pola retak terjadi ketika daya tahan papan partikel berkurang untuk menahan beban. Akibat terjadinya retak maka akan berkurangnya tebal efektif papan partikel sehingga kapasitas tahannya pun berkurang dan semakin besar retak yang dihasilkan oleh area sekitar beban terpusat serta semakin jauh penjaralan retak papan partikel tersebut dan pola retak yang terjadi dapat diketahui pendistribusian beban yang terjadi pada papan partikel.

Pada bagian bawah papan partikel yang mengalami tarik akibat pembebanan lebih cenderung mudah terjadi retak dibandingkan bagian atas papan yang mengalami tekan. Bagian tarik atau bawah papan partikel telah mengalami retak pada saat papan dibebani beban sebesar 1420,12 N sedangkan bagian tekan atau bagian atas papan mengalami retak pada saat 1882,12 N pada papan partikel yang mengalami tekan agak sulit dilihat kasat mata.

Pada hasil analisis menggunakan software 2000 V.14.0.0 dibedakan menjadi 2 jenis perletakan yaitu perletakan sendi – sendi dan jepit – jepit. Bila dilihat dari hasil grafik maka perletakan frame pipa baja diameter 29 mm dengan 4 sisi adalah perletakan sendi – sendi. Nilai analitis yang dihasilkan perletakan sendi – sendi dari output SAP 2000 lebih mendekati hasil laboratorium dengan perbedaan lendutan sebesar 5,64 m dibandingkan dengan perletakan jepit – jepit dengan perbedaan lendutan sebesar 12,31 m.

SAP 2000 V.14.0.0 yang digunakan merupakan versi linear sehingga hanya dapat grafik beban versi lendutan yang dihasilkan hanya berbentuk linear atau yang hanya

menampilkan sifat bahan pada batas elastisitas tidak sampai batas plastis bila dibandingkan grafik analitis dengan perletakan sendi – sendi dengan hasilnya beban merata dan terpusat siklik dilaboratorium terlihat bahwa batas elastis papan partikel hanya sampai saat papan partikel dibebani 1420,12 N karena pada saat beban tersebut kedua grafik saling berhimpit. Ketika beban di atas 1420,12 N sudah terjadi deformasi permanen pada papan sehingga papan sudah mengalami fase plastis.

Dilihat dari bidang momen dan diagram tegang baik arah x dan arah y output SAP 2000 V.14.0.0 dapat ditarik kesimpulan bahwa area sekitar beban terpusat mengalami momen karena luasan yang disalurkan lebih sedikit dibanding beban merata dan tegangan yang dihasilkan semakin kecil dan pada area beban merata tidak begitu besar karena luasan penampang yang mendistribusikan beban. Beban terpusat mengalami momen dan tegangan yang paling besar dibandingkan beban merata maka area tersebut yang pertama mengalami keausan dan mulai terjadi retak ketika beban ditambah atau ditingkatkan maka luasan besaran momen dan tegangan pun semakin besar.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan :

Berdasarkan dari analisa yang sudah dilakukan maka hipotesa yang dapat disimpulkan adalah papan partikel yang memiliki sifat fisik dan sifat mekanik yang tinggi adalah benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir, tekanan 15 kg/cm² dengan komposisi phenol 10 %. Dimana akan digunakan dalam pengujian pola retak terhadap dua beban terpusat yang bekerja secara bersamaan.

Dari hasil pengujian dan analisa data, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

5.1.1 Emisi Formaldehida

Berdasarkan dari nilai uji emisi formaldehida pada benda uji memenuhi syarat pada JIS A 5908 – 2003 dan termasuk pada pada tipe F**** yaitu nilai maksimum nya adala 0,5.

5.1.2 Sifat Fisik

1. Berdasarkan dari nilai kerapatan rata – rata pada papan partikel pada analisa data bahwa nilai kerapatan rata – rata yang paling tinggi terdapat pada benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir, tekanan 15 kg/cm² dengan komposisi phenol 10 % dan memenuhi syarat JIS A 5908 – 2003 dan SNI 03 – 2105 - 2006.
2. Berdasarkan dari nilai kadar air rata – rata pada papan partikel pada analisa data bahwa nilai kadar air rata – rata yang paling rendah terdapat pada benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir, tekanan 15 kg/cm² dengan komposisi phenol 10 % dan memenuhi syarat JIS A 5908 – 2003 dan SNI 03 – 2105 - 2006.
3. Berdasarkan dari nilai daya serap rata – rata pada papan partikel pada analisa data bahwa nilai daya serap air rata – rata yang paling rendah terdapat pada benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir, tekanan 15 kg/cm²

dengan komposisi phenol 20 % dan memenuhi syarat JIS A 5908 – 2003 dan SNI 03 – 2105 - 2006.

4. Berdasarkan dari nilai pengembangan tebal rata – rata pada papan partikel pada analisa data bahwa nilai pengembangan tebal rata – rata yang paling tinggi terdapat pada benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir, tekanan 15 kg/cm² dengan komposisi phenol 20 % dan memenuhi syarat JIS A 5908 – 2003 dan SNI 03 – 2105 - 2006.

5.1.3 Sifat Mekanik

1. Berdasarkan dari nilai modulus elastisitas arah panjang pada papan partikel di analisa data bahwa semua benda uji tidak menghasilkan papan partikel yang bermutu dan memenuhi syarat JIS A 5908 – 2003 dan SNI 03 – 2105 - 2006.
2. Berdasarkan dari nilai modulus elastisitas arah panjang pada papan partikel di analisa data bahwa semua benda uji tidak menghasilkan papan partikel yang bermutu dan memenuhi syarat JIS A 5908 – 2003 dan SNI 03 – 2105 - 2006.
3. Berdasarkan dari nilai kuat lentur (MOR) arah lebar rata – rata pada papan partikel di analisa data bahwa nilai kuat lentur arah lebar rata – rata yang paling tinggi terdapat pada benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir, tekanan 15 kg/cm² dengan komposisi phenol 10 % termasuk pada klafikasi papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif yaitu tipe 18.
4. Berdasarkan dari nilai kuat lentur (MOR) arah panjang rata – rata pada papan partikel di analisa data bahwa nilai kuat lentur arah panjang rata – rata yang paling tinggi terdapat pada benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir, tekanan 15 kg/cm² dengan komposisi phenol 10 % termasuk pada klafikasi papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif yaitu tipe 18.
5. Berdasarkan dari nilai keteguhan tarik rata – rata pada papan partikel di analisa data bahwa nilai keteguhan tarik rata – rata yang paling tinggi terdapat pada benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir, tekanan 15 kg/cm² dengan komposisi phenol 20 % termasuk pada klafikasi papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif yaitu tipe 18.

- 6 Berdasarkan dari nilai cabut sekrup pada papan partikel di analisa data bahwa nilai cabut sekrup rata – rata yang paling tinggi terdapat pada benda uji ukuran aseptik 50 mm x 5 mm non glasir, tekanan 15 kg/cm² dengan komposisi phenol 10 % termasuk pada klasifikasi papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif yaitu tipe 18.

6.1 Saran

Setelah menyelesaikan tahap awal sampai tahap akhir penelitian Kajian Perilaku Pelat Papan Partikel Cacah Kotak *Aseptic – Phenol Formaldehida* (Perekat) Terhadap Dua Beban Terpusat yang bekerja secara bersamaan, sebagai saran dan rekomendasi penulis sebagai berikut :

1. Untuk menghindari dan meminimalkan terjadinya kegagalan pada saat pengujian sebaiknya jumlah minimum benda uji untuk setiap variasi adalah 5 buah.
2. Pada saat pembuatan benda uji perlu diperhatikan suhu, pengepresan, pemerataan tekanan dan lamanya pengempaan sehingga dapat menghasilkan mutu benda uji papan partikel yang baik.
3. Perlu penelitian lebih lanjut tentang Kajian Perilaku Pelat Papan Partikel Cacah Kotak *Aseptic – Phenol Formaldehida* (Perekat) Terhadap Beban Merata dan Terpusat Asimetris dengan bahan perekat lainnya.
4. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk memakai perletakan yang lain.

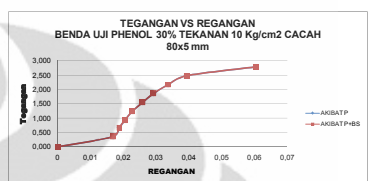
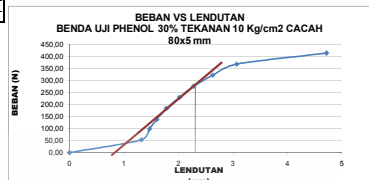
DAFTAR PUSTAKA

1. Sutigno, Paribroto. 1994. Teknologi papan partikel datar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
2. Dumanauw.1990
3. Haygreen and Bowyer.1996
4. Kliwon, S, M.I. Iskandar dan P. Sutigno. 1988. Pengaruh Jenis kayu dan komposisi Perekat Tahan Cuaca Terhadap Sifat Papan Partikel Dua Jenis Kayu Hutan.
5. <http://tetrapak.com> " development in brief"2008.
6. Elisa Julianti dan Mimi Nurminah.2006.Teknologi Pengemasan.Universitas Sumatera Utara.
7. <http://wikipedia.com>. Aluminium. (2010, Januari).
8. Ahvenainen, Raija (2003). *Modern Plastics Handbook*, (2010, February).
9. <http://tetrapak.com> "Recycling and recovery" 2008.
10. <http://tetrapak.com> "Recycling technologies" 2008.
11. Tito Sucipto, S.Hut, M.si.2009.Perekat Lignin.Universitas Sumatera Utara.
12. Aji Prasetyaningrum dan Nur Rokhati. (2008, Juni). Pembuatan *Resin Phenol Formadehid* Terhadap Aplikasinya Sebagai Vernis. Universitas Diponegoro : Semarang.
13. Technical Data. Jakarta: PT. Pamolite Adhesive Industry. Probolinggo-Indonesia
14. Dian Ariestad.2008.TEKNIK Struktur Bangunan.
15. SNI 03-2105-2006. Papan Partikel. Badan Standardisasi Nasional.

16. Park R. And Gamble W.L. *Reinforced Concrete Slab*, 1980. Copyright John wiley and Sons, Inc.
17. Purnomo, Heru. *Mechanical Properties of Mortar Containing Shredded Aseptic Containers*.2009. Universitas Indonesia : Depok.
18. <http://wikipedia.com>. Kertas. (2010, Januari).
19. Sutigno, Paribroto. Mutu produk papan partikel,Bogor.
20. <http://tetrapak.com>“Environmental and Social Report” 2005.
21. <http://www.scribd.com/doc/27183089/Elastisitas-Bahan-Konstruksi>
22. PT. Pamolite Adhesive Industry, Indonesia, 2007. Indonesia.
- 23.

NO	30% Phenol	CAMPUKAN	BEBAN (N)	LL (mm)	PROPERTI PENYANGGAAN				JARAK	REANG		MOMEN	
					C	B	A	D		P	q		P
1	Non Glazir	80x5 mm	0.00	0.00	15	21	23972	21	700	25	2	132.76	132.76
2	80x5 mm	63.36	1.32	15	48	12062	24	666	75	2	26.09	26.09	
3	80x5 mm	99.54	1.47	15	48	12062	24	666	75	2	48.69	48.69	
4	80x5 mm	135.72	1.60	15	48	12062	24	666	75	2	69.03	69.03	
5	80x5 mm	171.90	1.70	15	48	12062	24	666	75	2	87.21	87.21	
6	80x5 mm	208.08	2.02	15	48	12062	24	666	75	2	103.39	103.39	
7	80x5 mm	244.26	2.28	15	48	12062	24	666	75	2	118.57	118.57	
8	80x5 mm	280.44	2.43	15	48	12062	24	666	75	2	132.76	132.76	
9	80x5 mm	316.62	3.07	15	48	12062	24	666	75	2	146.94	146.94	
10	80x5 mm	414.84	4.72	15	48	12062	24	666	75	2	207.63	207.63	

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm ²)	REANG				MOMEN AREA			
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q
1	850.00	0.00	0.0044332	0.333	0.333	12.469	12.47	0.00	402.46	0.00	423.46
2	850.00	53.38				204.22	204.22	7056.83		7056.83	
3	850.00	99.76				372.42	372.42	12673.13		12673.13	
4	850.00	146.14				524.22	524.22	17289.43		17289.43	
5	850.00	192.52				676.02	676.02	21905.73		21905.73	
6	850.00	238.90				827.82	827.82	26522.03		26522.03	
7	850.00	285.28				979.62	979.62	31138.33		31138.33	
8	850.00	331.66				1131.42	1131.42	35754.63		35754.63	
9	850.00	378.04				1283.22	1283.22	40370.93		40370.93	
10	850.00	474.42				1914.70	1914.70	57193.17		57193.17	



NO	R ₁ -R ₂	P	P+BS	TEKANAN (N/mm ²)				P	P+BS	P	P+BS
				P	BS+P	P	BS+P				
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	12673.13	140376.59	7.0E+06	7.077E+06	36.57	36.57	0.00188560	0.00188560	0.00188560	0.00188560	
3	25346.26	280753.18	1.41E+07	1.4154E+07	73.14	73.14	0.00377120	0.00377120	0.00377120	0.00377120	
4	38019.39	421129.77	2.12E+07	2.1206E+07	109.71	109.71	0.00565680	0.00565680	0.00565680	0.00565680	
5	50692.52	561506.36	2.83E+07	2.8309E+07	146.28	146.28	0.00754240	0.00754240	0.00754240	0.00754240	
6	63365.65	701882.95	3.54E+07	3.5413E+07	182.85	182.85	0.00942800	0.00942800	0.00942800	0.00942800	
7	76038.78	842259.54	4.25E+07	4.2517E+07	219.42	219.42	0.01131360	0.01131360	0.01131360	0.01131360	
8	88711.91	982636.13	4.96E+07	4.9621E+07	255.99	255.99	0.01319920	0.01319920	0.01319920	0.01319920	
9	101385.04	1123012.72	5.67E+07	5.6725E+07	322.56	322.56	0.01508480	0.01508480	0.01508480	0.01508480	
10	114058.17	1263389.31	6.38E+07	6.3829E+07	359.13	359.13	0.01697040	0.01697040	0.01697040	0.01697040	

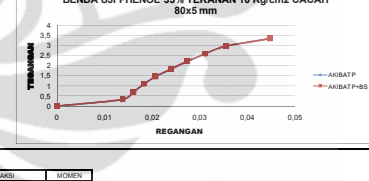
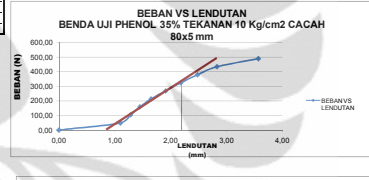
NO	L (mm)	SLOPE				MODULUS (Mpa)				
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)	M2 (N/mm)	B	D	SEKANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	414.84	1.81	208	75	48	73	59	75	75
2	150	414.84	1.81	208	75	48	73	59	75	75
3	150	414.84	1.81	208	75	48	73	59	75	75

DENGAN INTERPOLASI DIPAPARKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.025	54.4
0.039	54.5

NO	30% Phenol	CAMPUKAN	BEBAN (N)	LL (mm)	PROPERTI PENYANGGAAN				JARAK	REANG		MOMEN	
					C	B	A	D		P	q		P
1	Non Glazir	80x5 mm	0.00	0.00	15	21	12974	21	700	25	2	132.76	132.76
2	80x5 mm	49.49	1.16	15	47	12974	21	700	75	2	26.09	26.09	
3	80x5 mm	98.98	1.28	15	47	12974	21	700	75	2	48.69	48.69	
4	80x5 mm	148.47	1.45	15	47	12974	21	700	75	2	69.03	69.03	
5	80x5 mm	197.96	1.65	15	47	12974	21	700	75	2	87.21	87.21	
6	80x5 mm	247.45	1.91	15	47	12974	21	700	75	2	103.39	103.39	
7	80x5 mm	296.94	2.18	15	47	12974	21	700	75	2	118.57	118.57	
8	80x5 mm	346.43	2.49	15	47	12974	21	700	75	2	132.76	132.76	
9	80x5 mm	395.92	3.13	15	47	12974	21	700	75	2	146.94	146.94	
10	80x5 mm	495.41	5.37	15	47	12974	21	700	75	2	207.63	207.63	

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm ²)	REANG				MOMEN AREA			
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q
1	830.00	0.00	0.0042424	0.324	0.324	12.160	12.16	0.00	406.03	0.00	426.03
2	830.00	48.69				197.65	197.65	6849.22		6849.22	
3	830.00	97.38				372.69	372.69	12708.44		12708.44	
4	830.00	146.07				547.73	547.73	18517.66		18517.66	
5	830.00	194.76				722.77	722.77	24326.88		24326.88	
6	830.00	243.45				897.81	897.81	30136.10		30136.10	
7	830.00	292.14				1072.85	1072.85	35945.32		35945.32	
8	830.00	340.83				1247.89	1247.89	41754.54		41754.54	
9	830.00	389.52				1422.93	1422.93	47563.76		47563.76	
10	830.00	488.21				2105.46	2105.46	66392.98		66392.98	



NO	R ₁ -R ₂	P	P+BS	TEKANAN (N/mm ²)				P	P+BS	P	P+BS
				P	BS+P	P	BS+P				
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	12708.44	140376.59	7.0E+06	7.077E+06	36.57	36.57	0.00188560	0.00188560	0.00188560	0.00188560	
3	25416.88	280753.18	1.41E+07	1.4154E+07	73.14	73.14	0.00377120	0.00377120	0.00377120	0.00377120	
4	38125.32	421129.77	2.12E+07	2.1206E+07	109.71	109.71	0.00565680	0.00565680	0.00565680	0.00565680	
5	50833.76	561506.36	2.83E+07	2.8309E+07	146.28	146.28	0.00754240	0.00754240	0.00754240	0.00754240	
6	63542.20	701882.95	3.54E+07	3.5413E+07	182.85	182.85	0.00942800	0.00942800	0.00942800	0.00942800	
7	76250.64	842259.54	4.25E+07	4.2517E+07	219.42	219.42	0.01131360	0.01131360	0.01131360	0.01131360	
8	88959.08	982636.13	4.96E+07	4.9621E+07	255.99	255.99	0.01319920	0.01319920	0.01319920	0.01319920	
9	101667.52	1123012.72	5.67E+07	5.6725E+07	322.56	322.56	0.01508480	0.01508480	0.01508480	0.01508480	
10	114375.96	1263389.31	6.38E+07	6.3829E+07	359.13	359.13	0.01697040	0.01697040	0.01697040	0.01697040	

NO	L (mm)	SLOPE				MODULUS (Mpa)				
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)	M2 (N/mm)	B	D	SEKANT	TANGENT	ACTUAL	OFFSET
1	150	414.84	1.79	204	75	47	73	59	75	75
2	150	414.84	1.79	204	75	47	73	59	75	75
3	150	414.84	1.79	204	75	47	73	59	75	75

DENGAN INTERPOLASI DIPAPARKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.024	76.8
0.027	74.9
0.027	81.1

NO	40% Phenol	CAMPUKAN	BEBAN (N)	LL (mm)	PROPERTI PENYANGGAAN				JARAK	REANG		MOMEN	
					C	B	A	D		P	q		P
1	Non Glazir	80x5 mm	0.00	0.00	15	21	12973	21	686	25	2	132.76	132.76
2	80x5 mm	49.39	1.35	15	48	12973	21	686	75	2	26.09	26.09	
3	80x5 mm	98.78	1.65	15	48	12973	21	686	75	2	48.69	48.69	
4	80x5 mm	148.17	2.02	15	48	12973	21	686	75	2	69.03	69.03	
5	80x5 mm	197.56	2.40	15	48	12973	21	686	75	2	87.21	87.21	
6	80x5 mm	246.95	2.88	15	48	12973	21	686	75	2	103.39	103.39	
7	80x5 mm	296.34	3.45	15	48	12973	21	686	75	2	118.57	118.57	
8	80x5 mm	345.73	4.1										

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0
BENDA UJI 3 UNIK Phenol 30% Non Glazr TEKANAN 10 Kg/cm2

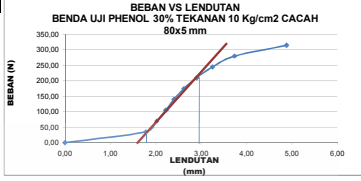
NO	30% Phenol	CAMPAIRAN	50% Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		Jarak	REAKSI		MOMEN
				q (N/mm)	P (N)	l (mm)	l (mm)	Y (mm)	A (mm ²)		VA (N)	VB (N)	
1	Non Glazr			0.00	0.00	15	47	11992	23.85	59.55	75	17.847	17.847
2				30.08	1.76	14	47	11992	23.85	59.55	75	36.847	36.847
3				60.16	3.52	14	47	11992	23.85	59.55	75	55.847	55.847
4				90.24	5.28	14	47	11992	23.85	59.55	75	74.847	74.847
5				120.32	7.04	14	47	11992	23.85	59.55	75	93.847	93.847
6				150.40	8.80	14	47	11992	23.85	59.55	75	112.847	112.847
7				180.48	10.56	14	47	11992	23.85	59.55	75	131.847	131.847
8				210.56	12.32	14	47	11992	23.85	59.55	75	150.847	150.847
9				240.64	14.08	14	47	11992	23.85	59.55	75	169.847	169.847
10				270.72	15.84	14	47	11992	23.85	59.55	75	188.847	188.847

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0
BENDA UJI 3 30% Non Glazr

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI		M ₁ (Nm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)		
1	800.00	0.00	0.00487964	0.305	1.305	11.440	11.44
2	800.00	30.08	1.76	1.072	2.072	19.27	19.27
3	800.00	60.16	3.52	2.144	3.144	27.10	27.10
4	800.00	90.24	5.28	3.216	4.216	34.93	34.93
5	800.00	120.32	7.04	4.288	5.288	42.76	42.76
6	800.00	150.40	8.80	5.360	6.360	50.59	50.59
7	800.00	180.48	10.56	6.432	7.432	58.42	58.42
8	800.00	210.56	12.32	7.504	8.504	66.25	66.25
9	800.00	240.64	14.08	8.576	9.576	74.08	74.08
10	800.00	270.72	15.84	9.648	10.648	81.91	81.91

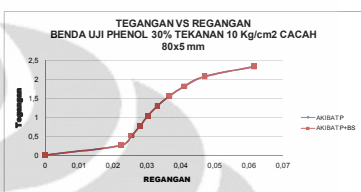
LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAT SENDIRI
MOMEN AREA

NO	Q1	Q2
1	0.00	572.00
2	4938.03	4938.03
3	9876.06	9876.06
4	14814.09	14814.09
5	19752.12	19752.12
6	24690.15	24690.15
7	29628.18	29628.18
8	34566.21	34566.21
9	39504.24	39504.24
10	44442.27	44442.27



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ -R ₂	P	P+BS	D	BSIP	P	P+BS	TEGANGAN (Mpa)	
								σ	σ + BS
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	4938.03	4938.03	4938.03	0.00	0.00	4938.03	4938.03	0.00487964	
3	9876.06	9876.06	9876.06	0.00	0.00	9876.06	9876.06	0.00975928	
4	14814.09	14814.09	14814.09	0.00	0.00	14814.09	14814.09	0.01463892	
5	19752.12	19752.12	19752.12	0.00	0.00	19752.12	19752.12	0.01951856	
6	24690.15	24690.15	24690.15	0.00	0.00	24690.15	24690.15	0.02439820	
7	29628.18	29628.18	29628.18	0.00	0.00	29628.18	29628.18	0.02927784	
8	34566.21	34566.21	34566.21	0.00	0.00	34566.21	34566.21	0.03415748	
9	39504.24	39504.24	39504.24	0.00	0.00	39504.24	39504.24	0.03903712	
10	44442.27	44442.27	44442.27	0.00	0.00	44442.27	44442.27	0.04391676	



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-88-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₂ (Nm)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SECAN	TANGENT
1	150	140.68	2.44	87	16	47	34	115
2	150	281.36	4.88	174	16	47	34	115
3	150	422.04	7.32	261	16	47	34	115

DENGAN INTERPOLASI DIPAPARKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.030	44.4
0.038	48.3
0.046	52.2

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0
BENDA UJI 3 PHENOL 35% NON GLAZR TEKANAN 10 KG/CM2

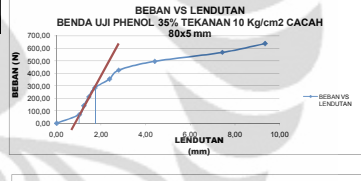
NO	35% Phenol	CAMPAIRAN	50% Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		Jarak	REAKSI		MOMEN
				q (N/mm)	P (N)	l (mm)	l (mm)	Y (mm)	A (mm ²)		VA (N)	VB (N)	
1	Non Glazr			0.00	0.00	15	47	11992	23.85	59.55	75	17.847	
2				46.65	1.02	16	49	14880	24.6	73	75	34.773	
3				93.30	2.04	16	49	14880	24.6	73	75	51.743	
4				139.95	3.06	16	49	14880	24.6	73	75	68.713	
5				186.60	4.08	16	49	14880	24.6	73	75	85.683	
6				233.25	5.10	16	49	14880	24.6	73	75	102.653	
7				279.90	6.12	16	49	14880	24.6	73	75	119.623	
8				326.55	7.14	16	49	14880	24.6	73	75	136.593	
9				373.20	8.16	16	49	14880	24.6	73	75	153.563	
10				419.85	9.18	16	49	14880	24.6	73	75	170.533	

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0
BENDA UJI 3 35% Non Glazr

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI		M ₁ (Nm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)		
1	850.00	0.00	0.00412	0.311	1.311	12.408	12.41
2	850.00	46.65	1.02	1.02	2.02	20.81	20.81
3	850.00	93.30	2.04	2.04	4.04	39.22	39.22
4	850.00	139.95	3.06	3.06	6.06	57.63	57.63
5	850.00	186.60	4.08	4.08	8.08	76.04	76.04
6	850.00	233.25	5.10	5.10	10.10	94.45	94.45
7	850.00	279.90	6.12	6.12	12.12	112.86	112.86
8	850.00	326.55	7.14	7.14	14.14	131.27	131.27
9	850.00	373.20	8.16	8.16	16.16	149.68	149.68
10	850.00	419.85	9.18	9.18	18.18	168.09	168.09

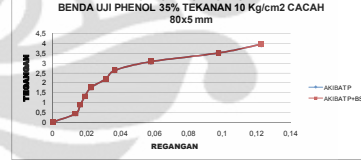
LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAT SENDIRI
MOMEN AREA

NO	Q1	Q2
1	0.00	620.40
2	5085.00	5085.00
3	10170.00	10170.00
4	15255.00	15255.00
5	20340.00	20340.00
6	25425.00	25425.00
7	30510.00	30510.00
8	35595.00	35595.00
9	40680.00	40680.00
10	45765.00	45765.00



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ -R ₂	P	P+BS	D	BSIP	P	P+BS	TEGANGAN (Mpa)	
								σ	σ + BS
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	5085.00	5085.00	5085.00	0.00	0.00	5085.00	5085.00	0.00595238	
3	10170.00	10170.00	10170.00	0.00	0.00	10170.00	10170.00	0.01190476	
4	15255.00	15255.00	15255.00	0.00	0.00	15255.00	15255.00	0.01785714	
5	20340.00	20340.00	20340.00	0.00	0.00	20340.00	20340.00	0.02380952	
6	25425.00	25425.00	25425.00	0.00	0.00	25425.00	25425.00	0.02976190	
7	30510.00	30510.00	30510.00	0.00	0.00	30510.00	30510.00	0.03571429	
8	35595.00	35595.00	35595.00	0.00	0.00	35595.00	35595.00	0.04166667	
9	40680.00	40680.00	40680.00	0.00	0.00	40680.00	40680.00	0.04761905	
10	45765.00	45765.00	45765.00	0.00	0.00	45765.00	45765.00	0.05357143	



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-88-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₂ (Nm)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SECAN	TANGENT
1	150	465.5	4.68	196	16	49	50	188
2	150	931.0	9.36	392	16	49	50	188
3	150	1396.5	14.04	588	16	49	50	188

DENGAN INTERPOLASI DIPAPARKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.038	78.2
0.048	88.2
0.058	98.2

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0
BENDA UJI 3 PHENOL 40% NON GLAZR TEKANAN 10 KG/CM2

NO	40% Phenol	CAMPAIRAN	50% Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		Jarak	REAKSI		MOMEN
				q (N/mm)	P (N)	l (mm)	l (mm)	Y (mm)	A (mm ²)		VA (N)	VB (N)	
1	Non Glazr			0.00	0.00	15	47	11992	23.85	59.55	75	17.847	
2				73.87	1.71	14	47	11992	23.85	59.55	75	34.773	
3				147.74	3.42	14	47	11992	23.85	59.55	75	51.743	
4				221.61	5.13	14	47	11992	23.85	59.55	75	68.713	
5				295.48	6.84	14	47	11992	23.85	59.55	75	85.683	
6				369.35	8.55	14	47	11992	23.85	59.55	75	102.653	
7				443.22	10.26	14	47	11992	23.85	59.55	75	119.623	
8				517.09	11.97								

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAN SENDIRI +
BENDA UJI 3 LINTUK 30% GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm²

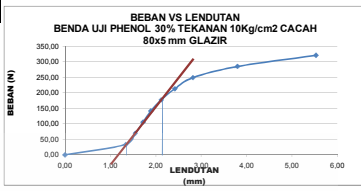
NO	%Lr Papan	CAMPAIRAN	%Lr Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		JARAK	REAKSI		MOMEN
				q (N/m ²)	q (N/m ²)	E (N/mm ²)	I (mm ⁴)	Y (mm)	A (mm ²)		VA (N)	VB (N)	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAN SENDIRI +
BENDA UJI 3 30% GLAZIR

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAN SENDIRI

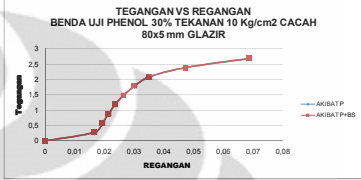
MOMEN AREA

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/m ²)	REAKSI		M ₁ (Nm)	MOMEN (P + q)	MOMEN AREA						
				VA (N)	VB (N)			C	C	P	q	P	q	
1	600.00	0.00	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	0	0	517.82	0	517.82	0	0
2	600.00	33.84	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	47365.87188	47365.87188	47365.87188	47365.87188	47365.87188	47365.87188	47365.87188
3	600.00	68.84	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	94731.74376	94731.74376	94731.74376	94731.74376	94731.74376	94731.74376	94731.74376
4	600.00	103.84	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	142097.61564	142097.61564	142097.61564	142097.61564	142097.61564	142097.61564	142097.61564
5	600.00	141.84	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	189463.48752	189463.48752	189463.48752	189463.48752	189463.48752	189463.48752	189463.48752
6	600.00	177.84	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	236829.35940	236829.35940	236829.35940	236829.35940	236829.35940	236829.35940	236829.35940
7	600.00	213.84	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	284195.23128	284195.23128	284195.23128	284195.23128	284195.23128	284195.23128	284195.23128
8	600.00	249.84	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	331561.10316	331561.10316	331561.10316	331561.10316	331561.10316	331561.10316	331561.10316
9	600.00	285.84	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	378926.97504	378926.97504	378926.97504	378926.97504	378926.97504	378926.97504	378926.97504
10	600.00	321.84	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	426292.84692	426292.84692	426292.84692	426292.84692	426292.84692	426292.84692	426292.84692



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R _a -R _b	P	P/BS	P	BS/P	E (Mpa)	REGANGAN (Mm)		P	P/BS	P	P/BS
							σ	ε				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.000000041	47365.87188	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
3	0.000000041	94731.74376	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
4	0.000000041	142097.61564	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
5	0.000000041	189463.48752	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
6	0.000000041	236829.35940	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
7	0.000000041	284195.23128	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
8	0.000000041	331561.10316	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
9	0.000000041	378926.97504	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
10	0.000000041	426292.84692	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041



PERSAMAAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-68-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)		OFFSET	
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEJANT	ACTUAL		
1	150	256.8	2.27	87	12	47	58	117	58	39
2	150	256.8	2.27	87	12	47	58	117	58	39
3	150	256.8	2.27	87	12	47	58	117	58	39

DENGAN INTERPOLASI DIPAPKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.025	58.5
0.04	58.5
0.067	58.5

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAN SENDIRI +
BENDA UJI 3 PHENOL 30% GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm²

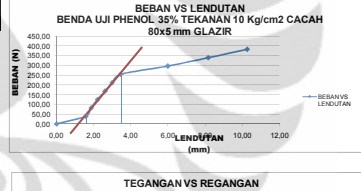
NO	%Lr Papan	CAMPAIRAN	%Lr Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		JARAK	REAKSI		MOMEN
				q (N/m ²)	q (N/m ²)	E (N/mm ²)	I (mm ⁴)	Y (mm)	A (mm ²)		VA (N)	VB (N)	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAN SENDIRI +
BENDA UJI 3 30% GLAZIR

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAN SENDIRI

MOMEN AREA

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/m ²)	REAKSI		M ₁ (Nm)	MOMEN (P + q)	MOMEN AREA						
				VA (N)	VB (N)			C	C	P	q	P	q	
1	600.00	0.00	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	0	0	517.82	0	517.82	0	0
2	600.00	39.24	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	47365.87188	47365.87188	47365.87188	47365.87188	47365.87188	47365.87188	47365.87188
3	600.00	78.48	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	94731.74376	94731.74376	94731.74376	94731.74376	94731.74376	94731.74376	94731.74376
4	600.00	117.72	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	142097.61564	142097.61564	142097.61564	142097.61564	142097.61564	142097.61564	142097.61564
5	600.00	156.96	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	189463.48752	189463.48752	189463.48752	189463.48752	189463.48752	189463.48752	189463.48752
6	600.00	196.20	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	236829.35940	236829.35940	236829.35940	236829.35940	236829.35940	236829.35940	236829.35940
7	600.00	235.44	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	284195.23128	284195.23128	284195.23128	284195.23128	284195.23128	284195.23128	284195.23128
8	600.00	274.68	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	331561.10316	331561.10316	331561.10316	331561.10316	331561.10316	331561.10316	331561.10316
9	600.00	313.92	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	378926.97504	378926.97504	378926.97504	378926.97504	378926.97504	378926.97504	378926.97504
10	600.00	353.16	0.000000041	0.279	1.279	10.352	10.352	426292.84692	426292.84692	426292.84692	426292.84692	426292.84692	426292.84692	426292.84692



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R _a -R _b	P	P/BS	P	BS/P	E (Mpa)	REGANGAN (Mm)		P	P/BS	P	P/BS
							σ	ε				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.000000041	47365.87188	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
3	0.000000041	94731.74376	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
4	0.000000041	142097.61564	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
5	0.000000041	189463.48752	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
6	0.000000041	236829.35940	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
7	0.000000041	284195.23128	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
8	0.000000041	331561.10316	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
9	0.000000041	378926.97504	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041
10	0.000000041	426292.84692										

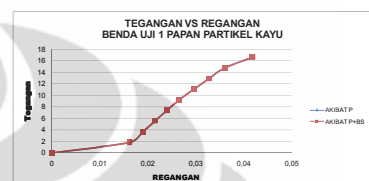
PERHITUNGAN MOMEN BALOK SELAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI +0												
BENDA UJI 1 Papan Partikel Kayu												
NO	CAMPURAN	BEBAN (N)	L (mm)	PROPERTI PENAMPANG				JARAK	REAKSI	MOMEN		
				b (mm)	B (mm)	I (mm ⁴)	S (mm ³)			VA (N)	VB (N)	C (mm)
1.1		0.00	0.00	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	0.00	0.00	0.00	
1.2		378.00	1.21	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	1.93	118.0	887.6	
1.3		476.00	1.41	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	2.38	138.0	1069.0	
1.4		716.00	1.61	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	3.27	207.0	1612.2	
1.5		844.00	1.81	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	4.07	277.0	2076.0	
1.6		1163.00	2.01	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	5.86	386.0	2973.0	
1.7		1432.00	2.21	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	7.16	476.0	3626.0	
1.8		1671.00	2.41	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	8.55	557.0	4235.0	
1.9		1910.00	2.61	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	9.65	655.0	4900.0	
1.10		2149.00	2.81	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	10.74	748.0	5521.0	

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI +0												
BENDA UJI 1												
NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI				MOMEN (P + 0)				
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q	
1.1	804.00	0.00	0.00461335	0.365	0.350	13.110	13.11	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.2	804.00	237.00	0.00461335	800.81	800.81	33381.25	33381.25	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.3	804.00	476.00	0.00461335	1760.11	1760.11	80071.50	80071.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.4	804.00	716.00	0.00461335	2665.41	2665.41	140161.75	140161.75	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.5	804.00	956.00	0.00461335	3570.71	3570.71	214152.00	214152.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.6	804.00	1195.00	0.00461335	4476.01	4476.01	301706.25	301706.25	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.7	804.00	1432.00	0.00461335	5381.31	5381.31	401111.50	401111.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.8	804.00	1671.00	0.00461335	6286.61	6286.61	514344.75	514344.75	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.9	804.00	1910.00	0.00461335	7191.91	7191.91	641457.00	641457.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.10	804.00	2149.00	0.00461335	8097.21	8097.21	782399.25	782399.25	0.00	0.00	0.00	0.00	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN													
NO	R ₁ -R ₂	P		E		TEGANGAN (Mpa)		REGANGAN		P	q	P	q
		P	P+BS	E	E	σ	ε	σ	ε				
1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2	0.00	378.00	378.00	3.35E+07	3.35E+07	11.73	1.28	0.002504	0.002504	378.00	0.00461335	378.00	0.00461335
1.3	0.00	476.00	476.00	3.35E+07	3.35E+07	16.1	1.73	0.003510	0.003510	476.00	0.00461335	476.00	0.00461335
1.4	0.00	716.00	716.00	3.35E+07	3.35E+07	24.5	2.72	0.005270	0.005270	716.00	0.00461335	716.00	0.00461335
1.5	0.00	844.00	844.00	3.35E+07	3.35E+07	28.9	3.21	0.006280	0.006280	844.00	0.00461335	844.00	0.00461335
1.6	0.00	1163.00	1163.00	3.35E+07	3.35E+07	39.8	4.39	0.008520	0.008520	1163.00	0.00461335	1163.00	0.00461335
1.7	0.00	1432.00	1432.00	3.35E+07	3.35E+07	47.6	5.27	0.010380	0.010380	1432.00	0.00461335	1432.00	0.00461335
1.8	0.00	1671.00	1671.00	3.35E+07	3.35E+07	56.5	6.26	0.012240	0.012240	1671.00	0.00461335	1671.00	0.00461335
1.9	0.00	1910.00	1910.00	3.35E+07	3.35E+07	65.4	7.25	0.014100	0.014100	1910.00	0.00461335	1910.00	0.00461335
1.10	0.00	2149.00	2149.00	3.35E+07	3.35E+07	74.3	8.24	0.015960	0.015960	2149.00	0.00461335	2149.00	0.00461335

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-82-02 DAN MODULUS AKTUAL												
NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	E	D	MODULUS (Mpa)		DIFFER			
		BEBAN (N)	REGANGAN (mm)				BEKAT	TANGEN		ACTUAL	REFERSI	
1.1	150	653.00	0.59	1107	11	26	649	725	244	397		
1.2	150	844.00	0.76	1107	11	26	649	725	244	397		
1.3	150	1035.00	0.93	1107	11	26	649	725	244	397		

DENGAN INTERPOLASI DIPAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL		
0.018	0.4	
0.020	0.4	
0.024	0.5	



PERHITUNGAN MOMEN BALOK SELAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI +0												
BENDA UJI 2 Papan Partikel Kayu												
NO	CAMPURAN	BEBAN (N)	L (mm)	PROPERTI PENAMPANG				JARAK	REAKSI	MOMEN		
				b (mm)	B (mm)	I (mm ⁴)	S (mm ³)			VA (N)	VB (N)	C (mm)
1.1		0.00	0.00	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	0.00	0.00	0.00	
1.2		216.00	1.14	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	1.08	59.76	447.24	
1.3		432.00	1.28	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	2.16	119.52	894.48	
1.4		648.00	1.41	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	3.24	179.76	1341.72	
1.5		864.00	1.55	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	4.32	239.52	1788.96	
1.6		1080.00	1.68	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	5.40	299.28	2236.20	
1.7		1296.00	1.82	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	6.48	359.04	2683.44	
1.8		1512.00	1.95	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	7.56	418.80	3130.68	
1.9		1728.00	2.09	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	8.64	478.56	3577.92	
1.10		1944.00	2.22	8.000	1.000	1.000	1.000	25.00	9.72	538.32	4025.16	

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI +0												
BENDA UJI 2												
NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI				MOMEN (P + 0)				
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q	
1.1	804.00	0.00	0.00461335	0.365	0.350	13.110	13.11	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.2	804.00	216.00	0.00461335	800.81	800.81	33381.25	33381.25	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.3	804.00	432.00	0.00461335	1760.11	1760.11	80071.50	80071.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.4	804.00	648.00	0.00461335	2665.41	2665.41	140161.75	140161.75	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.5	804.00	864.00	0.00461335	3570.71	3570.71	214152.00	214152.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.6	804.00	1080.00	0.00461335	4476.01	4476.01	301706.25	301706.25	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.7	804.00	1296.00	0.00461335	5381.31	5381.31	401111.50	401111.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.8	804.00	1512.00	0.00461335	6286.61	6286.61	514344.75	514344.75	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.9	804.00	1728.00	0.00461335	7191.91	7191.91	641457.00	641457.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.10	804.00	1944.00	0.00461335	8097.21	8097.21	782399.25	782399.25	0.00	0.00	0.00	0.00	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN													
NO	R ₁ -R ₂	P		E		TEGANGAN (Mpa)		REGANGAN		P	q	P	q
		P	P+BS	E	E	σ	ε	σ	ε				
1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2	0.00	216.00	216.00	3.35E+07	3.35E+07	11.73	1.28	0.002504	0.002504	216.00	0.00461335	216.00	0.00461335
1.3	0.00	432.00	432.00	3.35E+07	3.35E+07	16.1	1.73	0.003510	0.003510	432.00	0.00461335	432.00	0.00461335
1.4	0.00	648.00	648.00	3.35E+07	3.35E+07	24.5	2.72	0.005270	0.005270	648.00	0.00461335	648.00	0.00461335
1.5	0.00	864.00	864.00	3.35E+07	3.35E+07	28.9	3.21	0.006280	0.006280	864.00	0.00461335	864.00	0.00461335
1.6	0.00	1080.00	1080.00	3.35E+07	3.35E+07	39.8	4.39	0.008520	0.008520	1080.00	0.00461335	1080.00	0.00461335
1.7	0.00	1296.00	1296.00	3.35E+07	3.35E+07	47.6	5.27	0.010380	0.010380	1296.00	0.00461335	1296.00	0.00461335
1.8	0.00	1512.00	1512.00	3.35E+07	3.35E+07	56.5	6.26	0.012240	0.012240	1512.00	0.00461335	1512.00	0.00461335
1.9	0.00	1728.00	1728.00	3.35E+07	3.35E+07	65.4	7.25	0.014100	0.014100	1728.00	0.00461335	1728.00	0.00461335
1.10	0.00	1944.00	1944.00	3.35E+07	3.35E+07	74.3	8.24	0.015960	0.015960	1944.00	0.00461335	1944.00	0.00461335

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-82-02 DAN MODULUS AKTUAL												
NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	E	D	MODULUS (Mpa)		DIFFER			
		BEBAN (N)	REGANGAN (mm)				BEKAT	TANGEN		ACTUAL	REFERSI	
1.1	150	653.00	0.44	1503	11	26	649	7				

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKRIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI-H

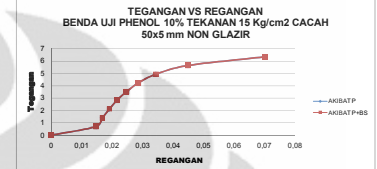
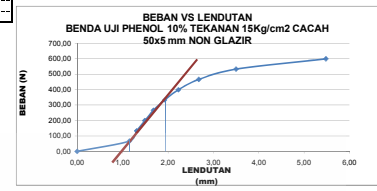
BENDA UJI 1 UNTUK Phenol 10% NON GLAZIR TEKANAN 15kg/cm2

NO	10% Phenol	CAMPAIRAN	BEBAN (N)		LL (mm)		PROPERTI REMPAK		JAWAR	REANS	VS (N)	MOMEN
			C	D	A	B	W	Z				
1	NON Glazir	50x50	0.00	0.00	0.00	0.00	25	25	25	25	0.00	0.00
2		50x50	66.00	1.11	1.11	1.11	48	48	48	48	0.00	0.00
3		50x50	132.00	1.31	1.31	1.31	48	48	48	48	0.00	0.00
4		50x50	198.00	1.49	1.49	1.49	48	48	48	48	0.00	0.00
5		50x50	264.00	1.66	1.66	1.66	48	48	48	48	0.00	0.00
6		50x50	330.00	1.93	1.93	1.93	48	48	48	48	0.00	0.00
7		50x50	396.00	2.23	2.23	2.23	48	48	48	48	0.00	0.00
8		50x50	462.00	2.60	2.60	2.60	48	48	48	48	0.00	0.00
9		50x50	528.00	3.06	3.06	3.06	48	48	48	48	0.00	0.00
10		50x50	594.00	3.63	3.63	3.63	48	48	48	48	0.00	0.00

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKRIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI-H

BENDA UJI 1 10% Non Glazir

NO	DENSITY (kg/m3)	BEBAN (N)	REANS		MOMEN (P+G)		MOMEN AREA				
			VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q	
1	800.00	0.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
2	800.00	66.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
3	800.00	132.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
4	800.00	198.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
5	800.00	264.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
6	800.00	330.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
7	800.00	396.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
8	800.00	462.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
9	800.00	528.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
10	800.00	594.00	0.00391638	0.286	0.286	10.83	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ -R ₂	E (N/mm ²)		TEKANAN (N/mm ²)		REGANGAN	
		P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-88-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENGKAIAN (mm)				ACTUAL	OFFSET
1	150	133.50	0.330	368.50	9	48	234	143
2	150	133.50	0.330	368.50	9	48	234	143
3	150	133.50	0.330	368.50	9	48	234	143

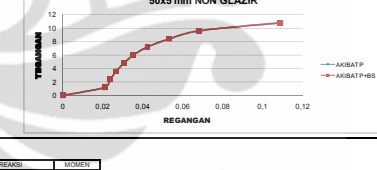
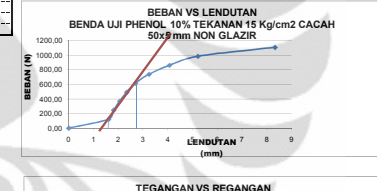
DENGAN INTERPOLASI DIPAPARKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.03	142.7
0.04	128.6

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKRIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI-H

BENDA UJI 2 PHENOL 10% NON GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	10% Phenol	CAMPAIRAN	BEBAN (N)		LL (mm)		PROPERTI REMPAK		JAWAR	REANS	VS (N)	MOMEN
			C	D	A	B	W	Z				
1	NON Glazir	50x50	0.00	0.00	0.00	0.00	49	49	49	49	0.00	0.00
2		50x50	122.00	1.81	1.81	1.81	49	49	49	49	0.00	0.00
3		50x50	244.00	1.81	1.81	1.81	49	49	49	49	0.00	0.00
4		50x50	366.00	2.01	2.01	2.01	49	49	49	49	0.00	0.00
5		50x50	488.00	2.34	2.34	2.34	49	49	49	49	0.00	0.00
6		50x50	610.00	2.70	2.70	2.70	49	49	49	49	0.00	0.00
7		50x50	732.00	3.24	3.24	3.24	49	49	49	49	0.00	0.00
8		50x50	854.00	3.90	3.90	3.90	49	49	49	49	0.00	0.00
9		50x50	976.00	4.68	4.68	4.68	49	49	49	49	0.00	0.00
10		50x50	1098.00	5.59	5.59	5.59	49	49	49	49	0.00	0.00



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKRIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI-H

BENDA UJI 2 10% Non Glazir

NO	DENSITY (kg/m3)	BEBAN (N)	REANS		MOMEN (P+G)		MOMEN AREA				
			VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q	
1	800.00	0.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00
2	800.00	122.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00
3	800.00	244.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00
4	800.00	366.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00
5	800.00	488.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00
6	800.00	610.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00
7	800.00	732.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00
8	800.00	854.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00
9	800.00	976.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00
10	800.00	1098.00	0.004143	0.311	0.311	11.80	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ -R ₂	E (N/mm ²)		TEKANAN (N/mm ²)		REGANGAN	
		P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-88-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENGKAIAN (mm)				ACTUAL	OFFSET
1	150	874.12	2.77	316	10	49	236	347
2	150	874.12	2.77	316	10	49	236	347
3	150	874.12	2.77	316	10	49	236	347

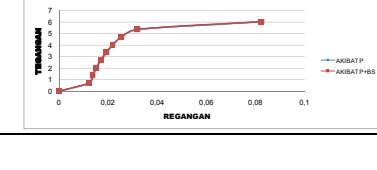
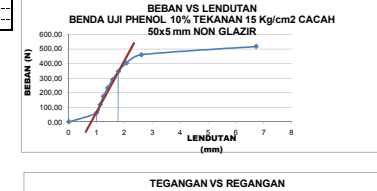
DENGAN INTERPOLASI DIPAPARKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.03	156.0
0.04	140.8

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKRIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI-H

BENDA UJI 3 PHENOL 10% NON GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	10% Phenol	CAMPAIRAN	BEBAN (N)		LL (mm)		PROPERTI REMPAK		JAWAR	REANS	VS (N)	MOMEN
			C	D	A	B	W	Z				
1	NON Glazir	50x50	0.00	0.00	0.00	0.00	25	25	25	25	0.00	0.00
2		50x50	66.00	0.99	0.99	0.99	48	48	48	48	0.00	0.00
3		50x50	132.00	1.12	1.12	1.12	48	48	48	48	0.00	0.00
4		50x50	198.00	1.24	1.24	1.24	48	48	48	48	0.00	0.00
5		50x50	264.00	1.39	1.39	1.39	48	48	48	48	0.00	0.00
6		50x50	330.00	1.57	1.57	1.57	48	48	48	48	0.00	0.00
7		50x50	396.00	1.78	1.78	1.78	48	48	48	48	0.00	0.00
8		50x50	462.00	2.07	2.07	2.07	48	48	48	48	0.00	0.00
9		50x50	528.00	2.46	2.46	2.46	48	48	48	48	0.00	0.00
10		50x50	594.00	2.97	2.97	2.97	48	48	48	48	0.00	0.00



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKRIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI-H

BENDA UJI 3 10% Non Glazir

NO	DENSITY (kg/m3)	BEBAN (N)	REANS		MOMEN (P+G)		MOMEN AREA				
			VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q	
1	726.00	0.00	0.002079	0.229	0.229	8.39	8.39	0.00	0.00	0.00	0.00
2											

PERHITUNGAN MOMEN BALKOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI +0												
BENDA UJI 1 UNTUK Phenol 20% NON GLAZIR TEKANAN 15Kj/cm2												
No	MPC	DAMPARAN	BEBAN (N)	L (mm)	REAKSI			MOMEN			REAKSI	MOMEN
					VA (N)	VB (N)	C	MA (Nm)	MB (Nm)	MC (Nm)		
1	NON Glazir	50x5 mm	800	800	0	0	0	0	0	0	0	0
2	NON Glazir	50x5 mm	1270	1270	1.23	0	0	1270	0	0	0	0
3	NON Glazir	50x5 mm	1900	1900	1.83	0	0	1900	0	0	0	0
4	NON Glazir	50x5 mm	2530	2530	2.53	0	0	2530	0	0	0	0
5	NON Glazir	50x5 mm	3160	3160	3.16	0	0	3160	0	0	0	0
6	NON Glazir	50x5 mm	3790	3790	3.79	0	0	3790	0	0	0	0
7	NON Glazir	50x5 mm	4420	4420	4.42	0	0	4420	0	0	0	0
8	NON Glazir	50x5 mm	5050	5050	5.05	0	0	5050	0	0	0	0
9	NON Glazir	50x5 mm	5680	5680	5.68	0	0	5680	0	0	0	0
10	NON Glazir	50x5 mm	6310	6310	6.31	0	0	6310	0	0	0	0
11	NON Glazir	50x5 mm	6940	6940	6.94	0	0	6940	0	0	0	0
12	NON Glazir	50x5 mm	7570	7570	7.57	0	0	7570	0	0	0	0

PERHITUNGAN MOMEN BALKOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI +0												
BENDA UJI 2 20% Non Glazir												
NO	DENSITY (kg/m3)	BEBAN (N)	s (N/mm2)	REAKSI			MOMEN AREA					
				VA (N)	VB (N)	C	P	Q	P	Q		
1	87.00	0.00	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	87.00	64.00	0.002560	64.00	0.00	0.00	64.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	87.00	127.00	0.005120	127.00	0.00	0.00	127.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	87.00	190.00	0.007680	190.00	0.00	0.00	190.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	87.00	253.00	0.010240	253.00	0.00	0.00	253.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	87.00	316.00	0.012800	316.00	0.00	0.00	316.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	87.00	379.00	0.015360	379.00	0.00	0.00	379.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	87.00	442.00	0.017920	442.00	0.00	0.00	442.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9	87.00	505.00	0.020480	505.00	0.00	0.00	505.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	87.00	568.00	0.023040	568.00	0.00	0.00	568.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
11	87.00	631.00	0.025600	631.00	0.00	0.00	631.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	87.00	694.00	0.028160	694.00	0.00	0.00	694.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN												
No	Rd (%)	P	P/BS	P	BS/P	P	P/BS	P	P/BS	REGANGAN		
										ε	ε	ε
1	0.00	397.00	0.000000	1.878424	0	0	0.00	0.000000	0	0	0	
2	0.00	595.50	0.002382	2.942636	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
3	0.00	794.00	0.004764	4.006848	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
4	0.00	992.50	0.007146	6.071060	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
5	0.00	1191.00	0.009528	8.135272	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
6	0.00	1389.50	0.011910	10.200000	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
7	0.00	1588.00	0.014292	12.264728	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
8	0.00	1786.50	0.016674	14.329456	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
9	0.00	1985.00	0.019056	16.394184	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
10	0.00	2183.50	0.021438	18.458912	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
11	0.00	2382.00	0.023820	20.523640	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	
12	0.00	2580.50	0.026202	22.588368	0.00	0.00	0.00	0.000000	0	0	0	

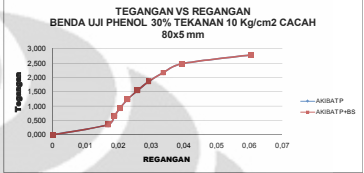
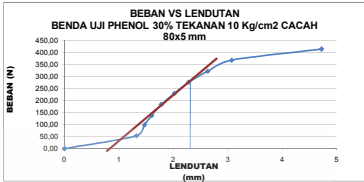
PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-48-02 DAN MODULUS AKTUAL												
NO	L (mm)	BEBAN (N)	REGANGAN	MD (N/mm)	B	D	MODULUS (N/mm)					
							ASTM	AKTUAL	DIFFER			
1	150	107.00	0.000	713.33	10	40	270	143	100			
2	150	107.00	0.000	713.33	10	40	270	143	100			
3	150	107.00	0.000	713.33	10	40	270	143	100			

DENGAN INTERPOLASI DIPAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL:

0.000	146.4
0.0411	167.2
0.0674	168.4

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKSIAL BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI-H												
BENDA UJI 1 LINTUK Phenol 30% Non Glazir TEKANAN 10 Kg/cm2												
NO	30% Phenol	CAMPUKAN	BEBAN (N)	LL (mm)	PROPERTI PENAMPANG				JARAK	REKANG	MOMEN	
					C	B (mm)	A (mm)	Z (mm)				VS (mm)
1	Non Glazir	80x80 mm	0.00	0.00	15	21	12972	21	700	25	2	102.76
2	80x80 mm	69.38	1.32	15	48	12062	24	668	75	25	26.99	28.99
3	80x80 mm	99.38	1.47	15	48	12062	24	668	75	25	48.69	52.76
4	80x80 mm	138.08	1.65	15	48	12062	24	668	75	25	80.03	87.27
5	80x80 mm	184.08	1.78	15	48	12062	24	668	75	25	102.03	109.24
6	80x80 mm	230.08	2.03	15	48	12062	24	668	75	25	152.03	162.23
7	80x80 mm	276.08	2.28	15	48	12062	24	668	75	25	180.03	192.23
8	80x80 mm	322.08	2.43	15	48	12062	24	668	75	25	182.03	192.23
9	80x80 mm	368.08	3.07	15	48	12062	24	668	75	25	184.03	186.23
10	80x80 mm	414.08	4.72	15	48	12062	24	668	75	25	207.03	182.23

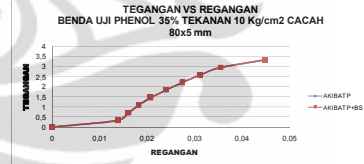
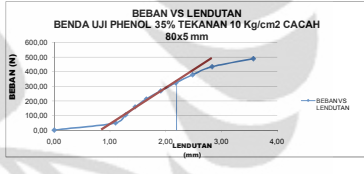
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKSIAL BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI-H												
BENDA UJI 1-30% Non Glazir												
NO	DENSITY (kg/m3)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REKANG				MOMEN (P+q)				
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q	
1	850.00	0.00	0.0044332	0.333	0.333	12.469	12.47	0.00	424.46	0.00	424.46	
2	850.00	53.38				204.22		7056.43		7056.43		
3	850.00	99.38				372.22		12672.13		12672.13		
4	850.00	138.08				524.22		17414.17		17414.17		
5	850.00	184.08				674.22		22383.17		22383.17		
6	850.00	230.08				824.22		27474.17		27474.17		
7	850.00	276.08				974.22		32694.17		32694.17		
8	850.00	322.08				1124.22		38044.17		38044.17		
9	850.00	368.08				1274.22		43524.17		43524.17		
10	850.00	414.08				1424.22		49144.17		49144.17		



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN												
BENDA UJI 1-30% Non Glazir												
NO	R1-R2	P	P+BS	P	BS+P	P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS	i
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	12672.13	12672.13	12672.13	12672.13	12672.13	12672.13	12672.13	12672.13	12672.13	12672.13	12672.13	12672.13
3	25344.26	25344.26	25344.26	25344.26	25344.26	25344.26	25344.26	25344.26	25344.26	25344.26	25344.26	25344.26
4	38016.39	38016.39	38016.39	38016.39	38016.39	38016.39	38016.39	38016.39	38016.39	38016.39	38016.39	38016.39
5	50688.52	50688.52	50688.52	50688.52	50688.52	50688.52	50688.52	50688.52	50688.52	50688.52	50688.52	50688.52
6	63360.65	63360.65	63360.65	63360.65	63360.65	63360.65	63360.65	63360.65	63360.65	63360.65	63360.65	63360.65
7	76032.78	76032.78	76032.78	76032.78	76032.78	76032.78	76032.78	76032.78	76032.78	76032.78	76032.78	76032.78
8	88704.91	88704.91	88704.91	88704.91	88704.91	88704.91	88704.91	88704.91	88704.91	88704.91	88704.91	88704.91
9	101421.04	101421.04	101421.04	101421.04	101421.04	101421.04	101421.04	101421.04	101421.04	101421.04	101421.04	101421.04
10	114137.17	114137.17	114137.17	114137.17	114137.17	114137.17	114137.17	114137.17	114137.17	114137.17	114137.17	114137.17

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-48-02 DAN MODULUS AKTUAL												
NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)					
		BEKAT	TANGEN				ACTUAL	ASTM	OFFSET	ASTM		
1	150	414.08	1.81	208	75	48	73	59	75	75	75	
2	150	414.08	1.81	208	75	48	73	59	75	75	75	
3	150	414.08	1.81	208	75	48	73	59	75	75	75	

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKSIAL BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI-H												
BENDA UJI 1 PHENOL 35% NON GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm2												
NO	35% Phenol	CAMPUKAN	BEBAN (N)	LL (mm)	PROPERTI PENAMPANG				JARAK	REKANG	MOMEN	
					C	B (mm)	A (mm)	Z (mm)				VS (mm)
1	Non Glazir	80x80 mm	0.00	0.00	15	21	12972	21	700	25	2	102.76
2	80x80 mm	49.49	1.16	15	48	12062	24	668	75	25	24.94	26.94
3	80x80 mm	103.69	1.28	15	48	12062	24	668	75	25	45.84	51.84
4	80x80 mm	157.89	1.45	15	48	12062	24	668	75	25	66.74	72.74
5	80x80 mm	212.09	1.65	15	48	12062	24	668	75	25	87.64	93.64
6	80x80 mm	266.29	1.91	15	48	12062	24	668	75	25	108.54	114.54
7	80x80 mm	320.49	2.18	15	48	12062	24	668	75	25	129.44	135.44
8	80x80 mm	374.69	2.45	15	48	12062	24	668	75	25	130.34	136.34
9	80x80 mm	428.89	3.13	15	48	12062	24	668	75	25	132.24	138.24
10	80x80 mm	483.09	5.37	15	48	12062	24	668	75	25	134.14	140.14

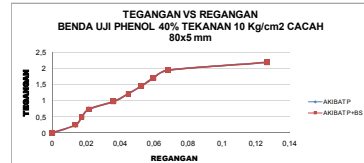
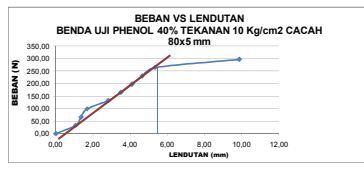


PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKSIAL BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI-H												
BENDA UJI 1-30% Non Glazir												
NO	DENSITY (kg/m3)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REKANG				MOMEN (P+q)				
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q	
1	830.00	0.00	0.00424	0.324	0.324	12.160	12.16	0.00	408.03	0.00	408.03	
2	830.00	48.89				197.65		6648.22		6648.22		
3	830.00	103.69				366.29		12316.44		12316.44		
4	830.00	158.49				534.88		17954.66		17954.66		
5	830.00	213.29				703.47		23592.88		23592.88		
6	830.00	268.09				872.06		29231.10		29231.10		
7	830.00	322.89				1040.65		34869.32		34869.32		
8	830.00	377.69				1209.24		40507.54		40507.54		
9	830.00	432.49				1377.83		46145.76		46145.76		
10	830.00	487.29				1546.42		51783.98		51783.98		

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-48-02 DAN MODULUS AKTUAL												
NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)					
		BEKAT	TANGEN				ACTUAL	ASTM	OFFSET	ASTM		
1	150	414.08	1.79	194	75	47	73	59	75	75	75	
2	150	414.08	1.79	194	75	47	73	59	75	75	75	
3	150	414.08	1.79	194	75	47	73	59	75	75	75	

PERBANDINGAN NILAI MODULUS AKTUAL												
DENGAN INTERPOLASI DIPAPARKAN NILAI MODULUS AKTUAL												
0.025	76.8											
0.027	74.9											
0.027	81.1											

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKSIAL BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI-H												
BENDA UJI 1 PHENOL 40% NON GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm2												
NO	40% Phenol	CAMPUKAN	BEBAN (N)	LL (mm)	PROPERTI PENAMPANG				JARAK	REKANG	MOMEN	
					C	B (mm)	A (mm)	Z (mm)				VS (mm)
1	Non Glazir	80x80 mm	0.00	0.00	15	21	12972	21	700	25	2	102.76
2	80x80 mm	49.39	1.32	15	48	12062	24	668	75	25	24.94	26.94
3	80x80 mm	98.78	1.50	15	48	12062	24	668	75	25	44.88	48.88
4	80x80 mm	148.17	1.72	15	48	12062	24	668	75	25	64.82	68.82
5	80x80 mm	197.56	1.94	15	48	12062	24	668	75	25	84.76	88.76
6	80x80 mm	246.95	2.21	15	48	12062	24	668	75	25	104.70	108.70
7	80x80 mm	296.34	2.48	15	48	12062	24	668	75	25	124.64	128.64
8	80x80 mm	345.73	2.75	15	48	12062	24	668	75	25	124.58	128.58
9	80x80 mm	395.12	3.02	15	48	12062	24	668	75	25	124.52	128.52
10	80x80 mm	444.51	3.29	15	48	12062	24	668	75	25	124.46	128.46



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKSIAL BEBAN P (N) DAN BEKAT SENDIRI-H												
BENDA UJI 1-40% Non Glazir												
NO	DENSITY (kg/m3)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REKANG				MOMEN (P+q)				
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q	
1	850.											

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + s

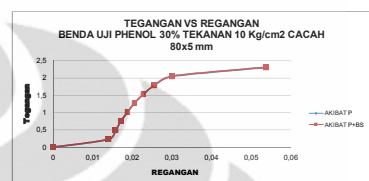
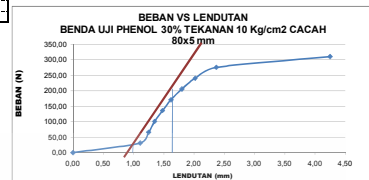
BENDA UJI 2 UNTUK Phenol 30% Non Glazr TEKANAN 10 Kg/cm2

NO	50% Phenol	CAMPAIRAN	50% Asgast	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANGAN		JERAK		REAGSI		MOMEN
				q (N/mm²)	q (N/mm²)	l (mm)	l (mm)	Y (mm)	A (mm²)	Y (mm)	Y (mm)	Y (mm)		
1	Non Glazr			0,00	0,00	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	0,00	0,00
2				31,11	3,11	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	19,56	19,56
3				62,22	6,22	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	39,12	39,12
4				93,33	9,33	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	58,68	58,68
5				124,44	12,44	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	78,24	78,24
6				155,55	15,55	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	97,80	97,80
7				186,66	18,66	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	117,36	117,36
8				217,77	21,77	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	136,92	136,92
9				248,88	24,88	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	156,48	156,48
10				279,99	27,99	14	47	11980,9	23,7	830,2	1000,0	52,30	176,04	176,04

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + s

BENDA UJI 1 30% Non Glazr

NO	DENSITY (kg/m³)	BEBAN (N)	q (N/mm²)	REAGSI		M ₀ (Nm/m)		MOMEN (P + s)	
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q
1	600,00	0,00	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	0,00	0,00
2	600,00	31,11	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	373,21	373,21
3	600,00	62,22	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	746,42	746,42
4	600,00	93,33	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	1119,63	1119,63
5	600,00	124,44	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	1492,84	1492,84
6	600,00	155,55	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	1866,05	1866,05
7	600,00	186,66	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	2239,26	2239,26
8	600,00	217,77	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	2612,47	2612,47
9	600,00	248,88	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	2985,68	2985,68
10	600,00	279,99	0,00429163	0,00	0,00	11,484	11,48	3358,89	3358,89



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ -R ₂	P		BS+P		P		P+BS	
		P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS
1	4375,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4375,34	4402,50	4402,50	4402,50	4402,50	4402,50	4402,50	4402,50	4402,50
3	8750,68	8805,00	8805,00	8805,00	8805,00	8805,00	8805,00	8805,00	8805,00
4	13126,02	13207,50	13207,50	13207,50	13207,50	13207,50	13207,50	13207,50	13207,50
5	17501,36	17602,50	17602,50	17602,50	17602,50	17602,50	17602,50	17602,50	17602,50
6	21876,70	21997,50	21997,50	21997,50	21997,50	21997,50	21997,50	21997,50	21997,50
7	26252,04	26392,50	26392,50	26392,50	26392,50	26392,50	26392,50	26392,50	26392,50
8	30627,38	30587,50	30587,50	30587,50	30587,50	30587,50	30587,50	30587,50	30587,50
9	35002,72	34782,50	34782,50	34782,50	34782,50	34782,50	34782,50	34782,50	34782,50
10	39378,06	33977,50	33977,50	33977,50	33977,50	33977,50	33977,50	33977,50	33977,50

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-88-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₀ (Nm/m)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEKANT	ACTUAL
1	150	122,1	0,00	0,00	15	46	27	71
2	150	152,7	0,00	0,00	15	46	27	71
3	150	183,3	0,00	0,00	15	46	27	71

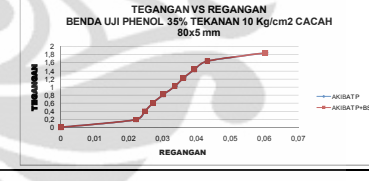
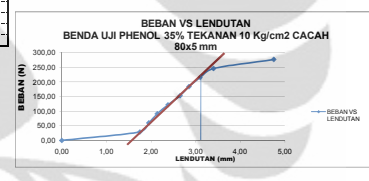
DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0,034	22,5
0,036	18,2
0,039	22,0

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + s

BENDA UJI 2 PHENOL 35% NON GLAZR TEKANAN 10 Kg/cm2

NO	50% Phenol	CAMPAIRAN	50% Asgast	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANGAN		JERAK		REAGSI		MOMEN
				q (N/mm²)	q (N/mm²)	l (mm)	l (mm)	Y (mm)	A (mm²)	Y (mm)	Y (mm)	Y (mm)		
1	Non Glazr			0,00	0,00	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	0,00	0,00
2				24,20	2,42	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	14,60	14,60
3				48,40	4,84	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	29,20	29,20
4				72,60	7,26	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	43,80	43,80
5				96,80	9,68	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	58,40	58,40
6				121,00	12,10	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	73,00	73,00
7				145,20	14,52	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	87,60	87,60
8				169,40	16,94	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	102,20	102,20
9				193,60	19,36	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	116,80	116,80
10				217,80	21,78	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	131,40	131,40



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + s

BENDA UJI 2 35% Non Glazr

NO	DENSITY (kg/m³)	BEBAN (N)	q (N/mm²)	REAGSI		M ₀ (Nm/m)		MOMEN (P + s)	
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q
1	600,00	0,00	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	0,00	0,00
2	600,00	24,20	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	410,71	410,71
3	600,00	48,40	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	821,42	821,42
4	600,00	72,60	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	1232,13	1232,13
5	600,00	96,80	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	1642,84	1642,84
6	600,00	121,00	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	2053,55	2053,55
7	600,00	145,20	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	2464,26	2464,26
8	600,00	169,40	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	2874,97	2874,97
9	600,00	193,60	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	3285,68	3285,68
10	600,00	217,80	0,00440000	0,00	0,00	11,920	11,92	3696,39	3696,39

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ -R ₂	P		BS+P		P		P+BS	
		P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS
1	4107,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4107,14	4107,14	4107,14	4107,14	4107,14	4107,14	4107,14	4107,14	4107,14
3	8214,28	8214,28	8214,28	8214,28	8214,28	8214,28	8214,28	8214,28	8214,28
4	12321,42	12321,42	12321,42	12321,42	12321,42	12321,42	12321,42	12321,42	12321,42
5	16428,56	16428,56	16428,56	16428,56	16428,56	16428,56	16428,56	16428,56	16428,56
6	20535,70	20535,70	20535,70	20535,70	20535,70	20535,70	20535,70	20535,70	20535,70
7	24642,84	24642,84	24642,84	24642,84	24642,84	24642,84	24642,84	24642,84	24642,84
8	28749,98	28749,98	28749,98	28749,98	28749,98	28749,98	28749,98	28749,98	28749,98
9	32857,12	32857,12	32857,12	32857,12	32857,12	32857,12	32857,12	32857,12	32857,12
10	36964,26	36964,26	36964,26	36964,26	36964,26	36964,26	36964,26	36964,26	36964,26

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-88-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₀ (Nm/m)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEKANT	ACTUAL
1	150	122,1	0,00	0,00	15	46	27	71
2	150	152,7	0,00	0,00	15	46	27	71
3	150	183,3	0,00	0,00	15	46	27	71

DENGAN INTERPOLASI DIDAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0,034	22,5
0,036	18,2
0,039	22,0

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + s

BENDA UJI PHENOL 40% NON GLAZR TEKANAN 10 Kg/cm2

NO	50% Phenol	CAMPAIRAN	50% Asgast	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANGAN		JERAK		REAGSI		MOMEN
				q (N/mm²)	q (N/mm²)	l (mm)	l (mm)	Y (mm)	A (mm²)	Y (mm)	Y (mm)	Y (mm)		
1	Non Glazr			0,00	0,00	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	0,00	0,00
2				24,18	2,41	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0	52,30	14,58	14,58
3				48,36	4,83	15	46	13394,4	23,8	739,24	1000,0</			

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEARAT SENDIRI + 0
BENDA UJI 3 UNIKU Phenol 30% Non Glazr TEKANAN 10 Kg/cm2

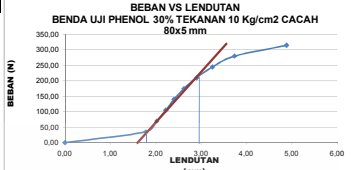
NO	30% Phenol	CAMPAIRAN	30% Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		Jarak	REAKSI		MOMEN
				q (N/mm)	P (N)	l (mm)	l (mm)	Y (mm)	A (mm ²)		VA (N)	VB (N)	
1	Non Glazr			0,00	0,00	10	15	47	11992	23,85	58,55	75	0
2				30,08	1,76	14	14	47	11992	23,85	58,55	75	17,847
3				60,16	3,52	14	14	47	11992	23,85	58,55	75	35,694
4				90,24	5,28	14	14	47	11992	23,85	58,55	75	53,541
5				120,32	7,04	14	14	47	11992	23,85	58,55	75	71,388
6				150,40	8,80	14	14	47	11992	23,85	58,55	75	89,235
7				180,48	10,56	14	14	47	11992	23,85	58,55	75	107,082
8				210,56	12,32	14	14	47	11992	23,85	58,55	75	124,929
9				240,64	14,08	14	14	47	11992	23,85	58,55	75	142,776
10				270,72	15,84	14	14	47	11992	23,85	58,55	75	160,623

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEARAT SENDIRI + 0
BENDA UJI 3 30% Non Glazr

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI		M ₁ (Nm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)		
1	800,00	0,00	0,00487964	0,305	1,305	11,440	11,44
2	800,00	30,08	1,76	1,305	1,305	11,440	12,707
3	800,00	60,16	3,52	1,305	1,305	11,440	13,974
4	800,00	90,24	5,28	1,305	1,305	11,440	15,241
5	800,00	120,32	7,04	1,305	1,305	11,440	16,508
6	800,00	150,40	8,80	1,305	1,305	11,440	17,775
7	800,00	180,48	10,56	1,305	1,305	11,440	19,042
8	800,00	210,56	12,32	1,305	1,305	11,440	20,309
9	800,00	240,64	14,08	1,305	1,305	11,440	21,576
10	800,00	270,72	15,84	1,305	1,305	11,440	22,843

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEARAT SENDIRI
MOMEN AREA

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI		M ₁ (Nm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)		
1	800,00	0,00	0,00487964	0,305	1,305	11,440	11,44
2	800,00	30,08	1,76	1,305	1,305	11,440	12,707
3	800,00	60,16	3,52	1,305	1,305	11,440	13,974
4	800,00	90,24	5,28	1,305	1,305	11,440	15,241
5	800,00	120,32	7,04	1,305	1,305	11,440	16,508
6	800,00	150,40	8,80	1,305	1,305	11,440	17,775
7	800,00	180,48	10,56	1,305	1,305	11,440	19,042
8	800,00	210,56	12,32	1,305	1,305	11,440	20,309
9	800,00	240,64	14,08	1,305	1,305	11,440	21,576
10	800,00	270,72	15,84	1,305	1,305	11,440	22,843



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

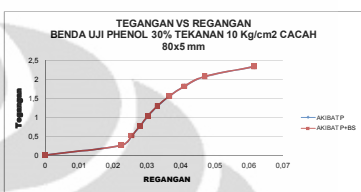
NO	R ₁ -R ₂	P		BSIP		E (N/m ²)		TEGANGAN (Mpa)	
		P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS
1	4895,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4895,00	27,2	1,05	2,82	1,05	1,15	1,15	0,000000	0,000000
3	4895,00	54,4	2,10	5,64	2,10	2,30	2,30	0,000000	0,000000
4	4895,00	81,6	3,15	8,46	3,15	3,45	3,45	0,000000	0,000000
5	4895,00	108,8	4,20	11,28	4,20	4,60	4,60	0,000000	0,000000
6	4895,00	136,0	5,25	14,10	5,25	5,80	5,80	0,000000	0,000000
7	4895,00	163,2	6,30	16,92	6,30	7,00	7,00	0,000000	0,000000
8	4895,00	190,4	7,35	19,74	7,35	8,30	8,30	0,000000	0,000000
9	4895,00	217,6	8,40	22,56	8,40	9,60	9,60	0,000000	0,000000
10	4895,00	244,8	9,45	25,38	9,45	10,80	10,80	0,000000	0,000000

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-842 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₂ (Nm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEKANT	TANGENT	ACTUAL	METHOD
1	150	140,68	2,44	87	16	47	34	115	48	38
2	150	281,36	4,88	174	16	47	34	115	48	38
3	150	422,04	7,32	261	16	47	34	115	48	38

DENGAN INTERPOLASI DIPAPKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0,030	44,4
0,038	48,3
0,046	52,2



PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEARAT SENDIRI + 0
BENDA UJI 3 PHENOL 30% NON GLAZR TEKANAN 10 KG/CM2

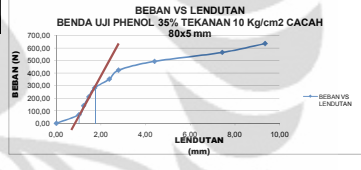
NO	30% Phenol	CAMPAIRAN	30% Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		Jarak	REAKSI		MOMEN
				q (N/mm)	P (N)	l (mm)	l (mm)	Y (mm)	A (mm ²)		VA (N)	VB (N)	
1	Non Glazr			0,00	0,00	10	15	47	11992	23,85	58,55	75	0
2				46,65	1,02	16	16	47	11992	23,85	58,55	75	34,773
3				93,30	2,04	16	16	47	11992	23,85	58,55	75	69,546
4				139,95	3,06	16	16	47	11992	23,85	58,55	75	104,319
5				186,60	4,08	16	16	47	11992	23,85	58,55	75	139,092
6				233,25	5,10	16	16	47	11992	23,85	58,55	75	173,865
7				279,90	6,12	16	16	47	11992	23,85	58,55	75	208,638
8				326,55	7,14	16	16	47	11992	23,85	58,55	75	243,411
9				373,20	8,16	16	16	47	11992	23,85	58,55	75	278,184
10				419,85	9,18	16	16	47	11992	23,85	58,55	75	312,957

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEARAT SENDIRI + 0
BENDA UJI 3 30% Non Glazr

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI		M ₁ (Nm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)		
1	800,00	0,00	0,00412	0,311	1,311	12,408	12,41
2	800,00	46,65	1,02	1,311	1,311	12,408	13,675
3	800,00	93,30	2,04	1,311	1,311	12,408	14,942
4	800,00	139,95	3,06	1,311	1,311	12,408	16,209
5	800,00	186,60	4,08	1,311	1,311	12,408	17,476
6	800,00	233,25	5,10	1,311	1,311	12,408	18,743
7	800,00	279,90	6,12	1,311	1,311	12,408	20,010
8	800,00	326,55	7,14	1,311	1,311	12,408	21,277
9	800,00	373,20	8,16	1,311	1,311	12,408	22,544
10	800,00	419,85	9,18	1,311	1,311	12,408	23,811

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEARAT SENDIRI
MOMEN AREA

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI		M ₁ (Nm)	MOMEN (P + q)
				VA (N)	VB (N)		
1	800,00	0,00	0,00412	0,311	1,311	12,408	12,41
2	800,00	46,65	1,02	1,311	1,311	12,408	13,675
3	800,00	93,30	2,04	1,311	1,311	12,408	14,942
4	800,00	139,95	3,06	1,311	1,311	12,408	16,209
5	800,00	186,60	4,08	1,311	1,311	12,408	17,476
6	800,00	233,25	5,10	1,311	1,311	12,408	18,743
7	800,00	279,90	6,12	1,311	1,311	12,408	20,010
8	800,00	326,55	7,14	1,311	1,311	12,408	21,277
9	800,00	373,20	8,16	1,311	1,311	12,408	22,544
10	800,00	419,85	9,18	1,311	1,311	12,408	23,811



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ -R ₂	P		BSIP		E (N/m ²)		TEGANGAN (Mpa)	
		P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS	P	P+BS
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,7729	0,915	1,92	1,92	1,92	2,24	2,24	0,000000	0,000000
3	1,5458	3,83	3,84	3,84	3,84	4,48	4,48	0,000000	0,000000
4	2,3187	5,745	5,76	5,76	5,76	6,72	6,72	0,000000	0,000000
5	3,0916	7,66	7,68	7,68	7,68	8,96	8,96	0,000000	0,000000
6	3,8645	9,575	9,6	9,6	9,6	11,2	11,2	0,000000	0,000000
7	4,6374	11,49	11,52	11,52	11,52	13,44	13,44	0,000000	0,000000
8	5,4103	13,405	13,44	13,44	13,44	15,68	15,68	0,000000	0,000000
9	6,1832	15,32	15,36	15,36	15,36	17,92	17,92	0,000000	0,000000
10	6,9561	17,235	17,28	17,28	17,28	20,16	20,16	0,000000	0,000000

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-842 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₂ (Nm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEKANT	TANGENT	ACTUAL	METHOD
1	150	465,5	4,68	106	16	46	50	188	69	32
2	150	931,0	9,36	212	16	46	50	188	69	32
3	150	1396,5	14,04	318	16	46	50	188	69	32

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 2 LINTUK 30% GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm²

NO	%Lr Papan	CAMPAIRAN	%Lr Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG				JARAK		REAKSI		MOMEN
				q (N/m ²)	q (N/m ²)	h (mm)	b (mm)	I (mm ⁴)	Y (mm)	A (mm ²)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	VA (N)	VB (N)	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

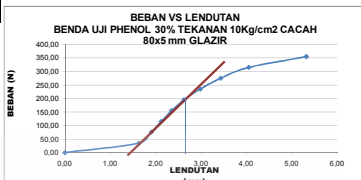
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 2 30% GLAZIR

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAT SENDIRI

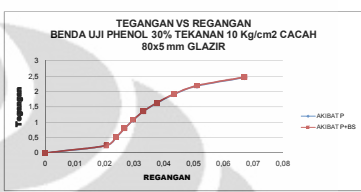
MOMEN AREA

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/m ²)	REAKSI		M ₁ (Nmm)		MOMEN (P + 0)		Q1		Q2	
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q		
1	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	600.00	35.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	600.00	70.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	600.00	105.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	600.00	140.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	600.00	175.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	600.00	210.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	600.00	246.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	600.00	281.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	600.00	316.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ - R ₂	P	P/BS	P	BS/P	P	P/BS	P	P/BS	P	P/BS	P	P/BS	P	P/BS
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



PERSAMAAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-68-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₁ (Nmm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEJANT	TANGEN	ACTUAL	OFFSET
1	150	225.1	2.66	85	16	47	47	85	43	37
2	150	450.2	5.32	170	16	47	47	170	85	74
3	150	675.3	7.98	255	16	47	47	255	128	111

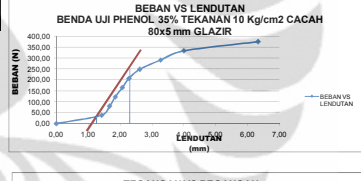
DENGAN INTERPOLASI DIPEROLEH NILAI MODULUS AKTUAL

0.033	43.5
0.066	43.0
0.099	42.2

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 2 PHENOL 35% GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm²

NO	%Lr Papan	CAMPAIRAN	%Lr Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG				JARAK		REAKSI		MOMEN
				q (N/m ²)	q (N/m ²)	h (mm)	b (mm)	I (mm ⁴)	Y (mm)	A (mm ²)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	VA (N)	VB (N)	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



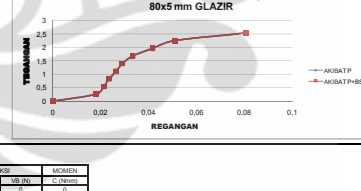
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 2 35% GLAZIR

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAT SENDIRI

MOMEN AREA

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/m ²)	REAKSI		M ₁ (Nmm)		MOMEN (P + 0)		Q1		Q2	
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q		
1	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	600.00	35.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	600.00	70.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	600.00	105.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	600.00	140.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	600.00	176.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	600.00	211.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	600.00	246.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	600.00	281.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	600.00	316.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ - R ₂	P	P/BS	P	BS/P	P	P/BS	P	P/BS	P	P/BS	P	P/BS	P	P/BS
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERSAMAAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-68-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₁ (Nmm)	B	D	MODULUS (Mpa)			
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEJANT	TANGEN	ACTUAL	OFFSET
1	150	242.22	2.07	120	15	46	46	120	84	38
2	150	484.44	4.14	240	15	46	46	240	168	76
3	150	726.66	6.21	360	15	46	46	360	252	114

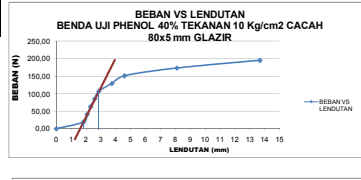
DENGAN INTERPOLASI DIPEROLEH NILAI MODULUS AKTUAL

0.033	93.3
0.066	41.2
0.099	42.5

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 2 PHENOL 40% GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm²

NO	%Lr Papan	CAMPAIRAN	%Lr Aspal	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PENAMPANG				JARAK		REAKSI		MOMEN
				q (N/m ²)	q (N/m ²)	h (mm)	b (mm)	I (mm ⁴)	Y (mm)	A (mm ²)	C (mm)	VA (N)	VB (N)	VA (N)	VB (N)	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 3 LINTUK 30% GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm²

NO	%Kampiran	Campuran	BEBAN (N)	L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		JARAK	REAKSI		MOMEN	
				l ₁	l ₂	Y (mm)	A (mm ²)		VA (N)	VB (N)		
1	0	0.00	0.00	0.00	15	47	104566	23.3	577.84	75	16.90236	1268.05125
2	0	33.84	33.84	1.84	12	47	104566	23.3	577.84	75	34.80472	2536.10250
3	0	67.68	67.68	3.67	12	47	104566	23.3	577.84	75	69.60944	5072.20500
4	0	101.52	101.52	5.51	12	47	104566	23.3	577.84	75	104.41416	7608.30750
5	0	135.36	135.36	7.34	12	47	104566	23.3	577.84	75	139.21888	10144.41000
6	0	169.20	169.20	9.18	12	47	104566	23.3	577.84	75	174.02360	12680.51250
7	0	203.04	203.04	11.01	12	47	104566	23.3	577.84	75	208.82832	15216.61500
8	0	236.88	236.88	12.85	12	47	104566	23.3	577.84	75	243.63304	17752.71750
9	0	270.72	270.72	14.68	12	47	104566	23.3	577.84	75	278.43776	20288.82000
10	0	304.56	304.56	16.52	12	47	104566	23.3	577.84	75	313.24248	22824.92250

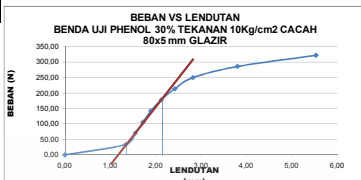
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 3 30% GLAZIR

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAT SENDIRI

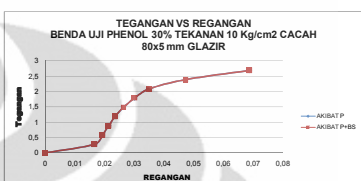
MOMEN AREA

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm ²)	REAKSI		M ₁ (Nmm)	MOMEN (P + 0)	MOMEN AREA					
				VA (N)	VB (N)			C	C	P	q	P	q
1	600.00	0.00	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	0	577.82	0	577.82	0	577.82
2	600.00	33.84	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	47365.87188	0	47365.87188	47365.87188	0	47365.87188
3	600.00	67.68	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	94731.74376	0	94731.74376	94731.74376	0	94731.74376
4	600.00	101.52	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	142097.61564	0	142097.61564	142097.61564	0	142097.61564
5	600.00	135.36	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	189463.48752	0	189463.48752	189463.48752	0	189463.48752
6	600.00	169.20	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	236829.35940	0	236829.35940	236829.35940	0	236829.35940
7	600.00	203.04	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	284195.23128	0	284195.23128	284195.23128	0	284195.23128
8	600.00	236.88	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	331561.10316	0	331561.10316	331561.10316	0	331561.10316
9	600.00	270.72	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	378926.97504	0	378926.97504	378926.97504	0	378926.97504
10	600.00	304.56	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	426292.84692	0	426292.84692	426292.84692	0	426292.84692



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ -R ₂	P	P/BS	P	BS/P	E (Mpa)	REGANGAN (mm)		TANGGAP (Mpa)	P	P + BS
							Δ	Δ/BS			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	33.84	0.000000041	0.279	10.276	10.276	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
3	0	67.68	0.000000041	0.279	10.276	20.552	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
4	0	101.52	0.000000041	0.279	10.276	30.828	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
5	0	135.36	0.000000041	0.279	10.276	41.104	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
6	0	169.20	0.000000041	0.279	10.276	51.380	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
7	0	203.04	0.000000041	0.279	10.276	61.656	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
8	0	236.88	0.000000041	0.279	10.276	71.932	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
9	0	270.72	0.000000041	0.279	10.276	82.208	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
10	0	304.56	0.000000041	0.279	10.276	92.484	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	



PERHITUNGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-68-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₁ (Nmm)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEJANT	TANGGAP
1	150	256.8	2.27	87	12	47	58	117
2	150	513.6	4.54	174	12	47	58	117
3	150	770.4	6.81	261	12	47	58	117

DENGAN INTERPOLASI DIPEROLEH NILAI MODULUS AKTUAL

0.025	56.5
0.050	56.5
0.075	56.5

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 3 PHENOL 30% GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm²

NO	%Kampiran	Campuran	BEBAN (N)	L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		JARAK	REAKSI		MOMEN	
				l ₁	l ₂	Y (mm)	A (mm ²)		VA (N)	VB (N)		
1	0	0.00	0.00	0.00	15	47	104566	23.3	577.84	75	16.90236	1268.05125
2	0	33.84	33.84	1.84	12	47	104566	23.3	577.84	75	34.80472	2536.10250
3	0	67.68	67.68	3.67	12	47	104566	23.3	577.84	75	69.60944	5072.20500
4	0	101.52	101.52	5.51	12	47	104566	23.3	577.84	75	104.41416	7608.30750
5	0	135.36	135.36	7.34	12	47	104566	23.3	577.84	75	139.21888	10144.41000
6	0	169.20	169.20	9.18	12	47	104566	23.3	577.84	75	174.02360	12680.51250
7	0	203.04	203.04	11.01	12	47	104566	23.3	577.84	75	208.82832	15216.61500
8	0	236.88	236.88	12.85	12	47	104566	23.3	577.84	75	243.63304	17752.71750
9	0	270.72	270.72	14.68	12	47	104566	23.3	577.84	75	278.43776	20288.82000
10	0	304.56	304.56	16.52	12	47	104566	23.3	577.84	75	313.24248	22824.92250

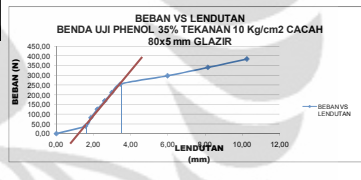
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 3 30% GLAZIR

LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAT SENDIRI

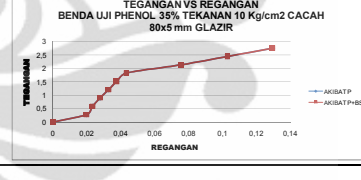
MOMEN AREA

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm ²)	REAKSI		M ₁ (Nmm)	MOMEN (P + 0)	MOMEN AREA					
				VA (N)	VB (N)			C	C	P	q	P	q
1	600.00	0.00	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	0	577.82	0	577.82	0	577.82
2	600.00	33.84	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	47365.87188	0	47365.87188	47365.87188	0	47365.87188
3	600.00	67.68	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	94731.74376	0	94731.74376	94731.74376	0	94731.74376
4	600.00	101.52	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	142097.61564	0	142097.61564	142097.61564	0	142097.61564
5	600.00	135.36	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	189463.48752	0	189463.48752	189463.48752	0	189463.48752
6	600.00	169.20	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	236829.35940	0	236829.35940	236829.35940	0	236829.35940
7	600.00	203.04	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	284195.23128	0	284195.23128	284195.23128	0	284195.23128
8	600.00	236.88	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	331561.10316	0	331561.10316	331561.10316	0	331561.10316
9	600.00	270.72	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	378926.97504	0	378926.97504	378926.97504	0	378926.97504
10	600.00	304.56	0.000000041	0.279	10.276	-10.276	-10.276	426292.84692	0	426292.84692	426292.84692	0	426292.84692



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN

NO	R ₁ -R ₂	P	P/BS	P	BS/P	E (Mpa)	REGANGAN (mm)		TANGGAP (Mpa)	P	P + BS
							Δ	Δ/BS			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	33.84	0.000000041	0.279	10.276	10.276	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
3	0	67.68	0.000000041	0.279	10.276	20.552	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
4	0	101.52	0.000000041	0.279	10.276	30.828	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
5	0	135.36	0.000000041	0.279	10.276	41.104	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
6	0	169.20	0.000000041	0.279	10.276	51.380	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
7	0	203.04	0.000000041	0.279	10.276	61.656	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
8	0	236.88	0.000000041	0.279	10.276	71.932	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
9	0	270.72	0.000000041	0.279	10.276	82.208	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	
10	0	304.56	0.000000041	0.279	10.276	92.484	0.000000041	0.000000041	0.000000041	0.000000041	



PERHITUNGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-68-02 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M ₁ (Nmm)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEJANT	TANGGAP
1	150	256.8	2.2	114	12	47	58	117
2	150	513.6	4.4	228	12	47	58	117
3	150	770.4	6.6	342	12	47	58	117

DENGAN INTERPOLASI DIPEROLEH NILAI MODULUS AKTUAL

0.043	56.5
0.086	56.5
0.129	56.5

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0

BENDA UJI 3 PHENOL 40% GLAZIR TEKANAN 10 Kg/cm²

NO	%Kampiran	Campuran	BEBAN (N)	L (mm)		PROPERTI PENAMPANG		JARAK	REAKSI		MOMEN
				l ₁	l ₂	Y (mm)	A (mm ²)		VA (

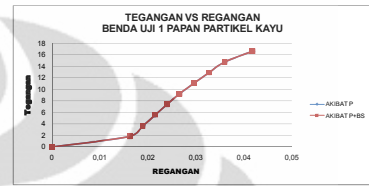
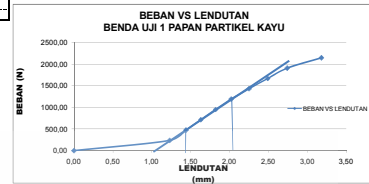
NO	CAMPURAN	BEBAN (N)		L (mm)		PROPERTI PEMANGKAP						JANGK		REAKSI		MOMEN	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
11		0,00	0,00	0,00	0,00	11992,2	27,00	1016,0	25,00	11,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12		476,00	1,41	52,00	1,21	11983,0	24,00	991,0	25,00	11,00	1,00	23,00	23,00	118,00	118,00	118,00	
13		715,00	1,41	52,00	1,21	11992,2	24,00	991,0	25,00	11,00	1,00	207,00	207,00	1035,00	1035,00	1035,00	
14		84,00	1,82	52,00	1,21	11983,0	24,00	991,0	25,00	11,00	1,00	477,00	477,00	2385,00	2385,00	2385,00	
15		1193,00	2,02	52,00	1,21	11983,0	24,00	991,0	25,00	11,00	1,00	586,00	586,00	4473,00	4473,00	4473,00	
16		1432,00	2,31	52,00	1,21	11992,2	24,00	991,0	25,00	11,00	1,00	716,00	716,00	5500,00	5500,00	5500,00	
17		1671,00	2,60	52,00	1,21	11983,0	24,00	991,0	25,00	11,00	1,00	855,00	855,00	6627,00	6627,00	6627,00	
18		1910,00	3,14	52,00	1,21	11983,0	24,00	991,0	25,00	11,00	1,00	965,00	965,00	7585,00	7585,00	7585,00	
19		2149,00	3,13	52,00	1,21	11983,0	24,00	991,0	25,00	11,00	1,00	1074,62616	1074,62616	8587,1132	8587,1132	8587,1132	

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI + 0										LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAT SENDIRI			
BENDA UJI 1 Papan Partikel Kayu										MOMEN AREA			
NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm ²)	REAKSI		MOMEN (P + 0)		Q1		Q2			
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q		
11	804,00	0,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	0,00	865,50	0,00	865,50		
12	804,00	237,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	33381,25	33381,25	33381,25	33381,25		
13	804,00	476,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	66762,50	66762,50	66762,50	66762,50		
14	804,00	715,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	100143,75	100143,75	100143,75	100143,75		
15	804,00	954,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	133525,00	133525,00	133525,00	133525,00		
16	804,00	1193,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	166906,25	166906,25	166906,25	166906,25		
17	804,00	1432,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	200287,50	200287,50	200287,50	200287,50		
18	804,00	1671,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	233668,75	233668,75	233668,75	233668,75		
19	804,00	1910,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	267050,00	267050,00	267050,00	267050,00		
20	804,00	2149,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	300431,25	300431,25	300431,25	300431,25		

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN									
NO	R ₂ -R ₁	P		E		TEGANGAN (Mpa)		REGANGAN	
		P ₁	P ₂	E ₁	E ₂	P	E	P	E
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	33381,25	33381,25	3,338125	3,338125	11,00	1,00	0,000004	0,000004
13	0,00	66762,50	66762,50	6,676250	6,676250	11,00	1,00	0,000008	0,000008
14	0,00	100143,75	100143,75	10,014375	10,014375	11,00	1,00	0,000012	0,000012
15	0,00	133525,00	133525,00	13,352500	13,352500	11,00	1,00	0,000016	0,000016
16	0,00	166906,25	166906,25	16,690625	16,690625	11,00	1,00	0,000020	0,000020
17	0,00	200287,50	200287,50	20,028750	20,028750	11,00	1,00	0,000024	0,000024
18	0,00	233668,75	233668,75	23,366875	23,366875	11,00	1,00	0,000028	0,000028
19	0,00	267050,00	267050,00	26,705000	26,705000	11,00	1,00	0,000032	0,000032
20	0,00	300431,25	300431,25	30,043125	30,043125	11,00	1,00	0,000036	0,000036

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-82-02 DAN MODULUS AKTUAL									
NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm ²)	B	D	MODULUS (Mpa)		DIFFERENSI
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEBANT	TANGEN	
11	150	653,00	0,59	1107	12	26	649	725	244
12	150	1306,00	0,59	2214	12	26	1298	1450	397
13	150	1959,00	0,59	3321	12	26	1947	2199	550
14	150	2612,00	0,59	4428	12	26	2596	2948	703
15	150	3265,00	0,59	5535	12	26	3245	3697	856
16	150	3918,00	0,59	6642	12	26	3894	4446	1009
17	150	4571,00	0,59	7749	12	26	4543	5195	1162
18	150	5224,00	0,59	8856	12	26	5192	5944	1315
19	150	5877,00	0,59	9963	12	26	5841	6693	1468
20	150	6530,00	0,59	11070	12	26	6490	7442	1621

DENGAN INTERPOLASI DIPAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL	
0,0189	94,3
0,0201	244,3
0,0214	374,3

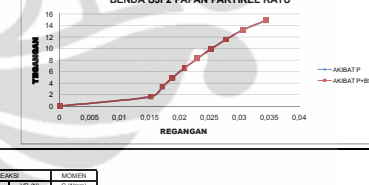
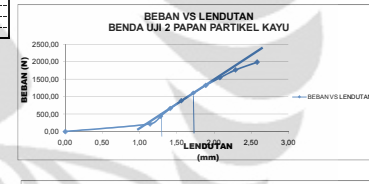


PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI +0										LENDUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BEBAT SENDIRI			
BENDA UJI 2 Papan Partikel Kayu										MOMEN AREA			
NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm ²)	REAKSI		MOMEN (P + 0)		Q1		Q2			
				VA (N)	VB (N)	C	C	P	q	P	q		
11	804,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,110	13,11	0,00	865,50	0,00	865,50		
12	804,00	237,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	33381,25	33381,25	33381,25	33381,25		
13	804,00	476,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	66762,50	66762,50	66762,50	66762,50		
14	804,00	715,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	100143,75	100143,75	100143,75	100143,75		
15	804,00	954,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	133525,00	133525,00	133525,00	133525,00		
16	804,00	1193,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	166906,25	166906,25	166906,25	166906,25		
17	804,00	1432,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	200287,50	200287,50	200287,50	200287,50		
18	804,00	1671,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	233668,75	233668,75	233668,75	233668,75		
19	804,00	1910,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	267050,00	267050,00	267050,00	267050,00		
20	804,00	2149,00	0,00461335	0,365	0,350	13,110	13,11	300431,25	300431,25	300431,25	300431,25		

PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN									
NO	R ₂ -R ₁	P		E		TEGANGAN (Mpa)		REGANGAN	
		P ₁	P ₂	E ₁	E ₂	P	E	P	E
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0,00	33381,25	33381,25	3,338125	3,338125	11,00	1,00	0,000004	0,000004
13	0,00	66762,50	66762,50	6,676250	6,676250	11,00	1,00	0,000008	0,000008
14	0,00	100143,75	100143,75	10,014375	10,014375	11,00	1,00	0,000012	0,000012
15	0,00	133525,00	133525,00	13,352500	13,352500	11,00	1,00	0,000016	0,000016
16	0,00	166906,25	166906,25	16,690625	16,690625	11,00	1,00	0,000020	0,000020
17	0,00	200287,50	200287,50	20,028750	20,028750	11,00	1,00	0,000024	0,000024
18	0,00	233668,75	233668,75	23,366875	23,366875	11,00	1,00	0,000028	0,000028
19	0,00	267050,00	267050,00	26,705000	26,705000	11,00	1,00	0,000032	0,000032
20	0,00	300431,25	300431,25	30,043125	30,043125	11,00	1,00	0,000036	0,000036

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-82-02 DAN MODULUS AKTUAL									
NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm ²)	B	D	MODULUS (Mpa)		DIFFERENSI
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEBANT	TANGEN	
11	150	653,00	0,44	1483	12	26	1483	1500	17
12	150	1306,00	0,44	2966	12	26	2966	3000	34
13	150	1959,00	0,44	4449	12	26	4449	4500	51
14	150	2612,00	0,44	5932	12	26	5932	6000	68
15	150	3265,00	0,44	7415	12	26	7415	7500	85
16	150	3918,00	0,44	8898	12	26	8898	9000	102
17	150	4571,00	0,44	10381	12	26	10381	10500	119
18	150	5224,00	0,44	11864	12	26	11864	12000	136
19	150	5877,00	0,44	13347	12	26	13347	13500	153
20	150	6530,00	0,44	14830	12	26	14830	15000	170

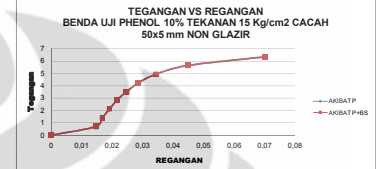
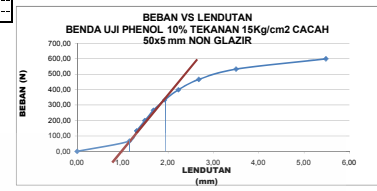
DENGAN INTERPOLASI DIPAPATKAN NILAI MODULUS AKTUAL	
0,0171	103,3
0,0172	253,3
0,0188	383,3



PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI - 4
BENDA UJI 1 UNTUK FENOL 10% NON GLAZIR TEKANAN 15kg/cm2

NO	10% Phenol	CAMPAIRAN	BEBAN (N)		LL (mm)		PROPERTI REMPAK		Jarak	REANG		MOMEN
			C	D	h	b	h ₀	h ₁		h ₂	h ₃	
1	NON Glazir	50x50	0.00	0.00	0.00	0.00	25	25	25	0.00	0.00	0.00
2		50x50	66.00	1.11	1.11	1.11	48	48	48	0.20	0.20	2475.00
3		50x50	132.00	1.31	1.31	1.31	48	48	48	0.20	0.20	4950.00
4		50x50	198.00	1.49	1.49	1.49	48	48	48	0.20	0.20	7425.00
5		50x50	264.00	1.66	1.66	1.66	48	48	48	0.20	0.20	9900.00
6		50x50	330.00	1.93	1.93	1.93	48	48	48	0.20	0.20	12375.00
7		50x50	396.00	2.23	2.23	2.23	48	48	48	0.20	0.20	14850.00
8		50x50	462.00	2.46	2.46	2.46	48	48	48	0.20	0.20	17325.00
9		50x50	528.00	3.50	3.50	3.50	48	48	48	0.20	0.20	19800.00
10		50x50	594.00	5.43	5.43	5.43	48	48	48	0.20	0.20	22275.00

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI - 4						LENJUTAN AKIBAT BEBAN P DAN BERAT SENDIRI						
BENDA UJI 1 10% Non Glazir						MOMEN AREA						
NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	REANG		M ₀ (Nm/m)	M ₁ (Nm/m)	M ₂ (Nm/m)	M ₃ (Nm/m)	M ₄ (Nm/m)	M ₅ (Nm/m)	M ₆ (Nm/m)	M ₇ (Nm/m)
			VA (N)	VB (N)								
1	800.00	0.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	800.00	66.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	800.00	132.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	800.00	198.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	800.00	264.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	800.00	330.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	800.00	396.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	800.00	462.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	800.00	528.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	800.00	594.00	0.00391638	0.286	0.286	10.833	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN											
NO	R ₁ -R ₂	P	P+BS	P	BS+P	P	P+BS	P	P+BS	TEKANAN (N/mm ²)	
										σ	σ + BS
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	66.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	132.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	198.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	264.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	330.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	396.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	462.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	528.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	594.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-84-02 DAN MODULUS AKTUAL											
NO	L (mm)	SLOPE		M ₀ (Nm/m)	B	D	MODULUS (Mpa)		ACTUAL	OFFSET	
		BEBAN (N)	LENJUTAN (mm)				SEKANG	TANGEN			
1	150	133.50	0.330	10.833	9	48	224	143	99	0	
2	150	133.50	0.330	10.833	9	48	224	143	99	0	
3	150	133.50	0.330	10.833	9	48	224	143	99	0	

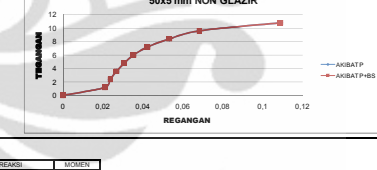
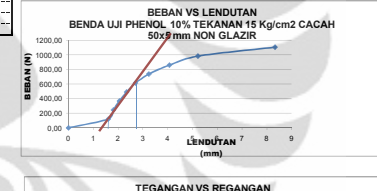
DENGAN INTERPOLASI DIPAPARKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.03	142.7
0.04	128.6

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI - 4
BENDA UJI 2 PHENOL 10% NON GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	10% Phenol	CAMPAIRAN	BEBAN (N)		LL (mm)		PROPERTI REMPAK		Jarak	REANG		MOMEN
			C	D	h	b	h ₀	h ₁		h ₂	h ₃	
1	NON Glazir	50x50	0.00	0.00	0.00	0.00	49	49	49	0.00	0.00	0.00
2		50x50	122.00	1.81	1.81	1.81	49	49	49	0.20	0.20	2475.00
3		50x50	244.00	1.81	1.81	1.81	49	49	49	0.20	0.20	4950.00
4		50x50	366.00	2.03	2.03	2.03	49	49	49	0.20	0.20	7425.00
5		50x50	488.00	2.34	2.34	2.34	49	49	49	0.20	0.20	9900.00
6		50x50	610.00	2.70	2.70	2.70	49	49	49	0.20	0.20	12375.00
7		50x50	732.00	3.24	3.24	3.24	49	49	49	0.20	0.20	14850.00
8		50x50	854.00	3.87	3.87	3.87	49	49	49	0.20	0.20	17325.00
9		50x50	976.00	4.68	4.68	4.68	49	49	49	0.20	0.20	19800.00
10		50x50	1098.00	5.73	5.73	5.73	49	49	49	0.20	0.20	22275.00
11		50x50	1220.00	7.03	7.03	7.03	49	49	49	0.20	0.20	24750.00

PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI - 4												
BENDA UJI 2 10% Non Glazir												
NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	REANG		M ₀ (Nm/m)	M ₁ (Nm/m)	M ₂ (Nm/m)	M ₃ (Nm/m)	M ₄ (Nm/m)	M ₅ (Nm/m)	M ₆ (Nm/m)	M ₇ (Nm/m)
			VA (N)	VB (N)								
1	800.00	0.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	800.00	122.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	800.00	244.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	800.00	366.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	800.00	488.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	800.00	610.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	800.00	732.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	800.00	854.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	800.00	976.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	800.00	1098.00	0.004143	0.311	0.311	11.860	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-84-02 DAN MODULUS AKTUAL											
NO	L (mm)	SLOPE		M ₀ (Nm/m)	B	D	MODULUS (Mpa)		ACTUAL	OFFSET	
		BEBAN (N)	LENJUTAN (mm)				SEKANG	TANGEN			
1	150	874.12	2.77	316	10	49	236	347	197	99	
2	150	874.12	2.77	316	10	49	236	347	197	99	
3	150	874.12	2.77	316	10	49	236	347	197	99	

DENGAN INTERPOLASI DIPAPARKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.03	159.0
0.04	140.8

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI - 4
BENDA UJI PHENOL 10% NON GLAZIR TEKANAN 15 kg/cm2

NO	10% Phenol	CAMPAIRAN	BEBAN (N)		LL (mm)		PROPERTI REMPAK		Jarak	REANG		MOMEN
			C	D	h	b	h ₀	h ₁		h ₂	h ₃	
1	NON Glazir	50x50	0.00	0.00	0.00	0.00	25	25	25	0.00	0.00	0.00
2		50x50	66.00	0.99	0.99	0.99	46	46	46	0.20	0.20	2475.00
3		50x50	132.00	1.12	1.12	1.12	46	46	46	0.20	0.20	4950.00
4		50x50	198.00	1.24	1.24	1.24	46	46	46	0.20	0.20	7425.00
5		50x50	264.00	1.39	1.39	1.39	46	46	46	0.20	0.20	9900.00
6		50x50	330.00	1.57	1.57	1.57	46	46	46	0.20	0.20	12375.00
7		50x50	396.00	1.78	1.78	1.78	46	46	46	0.20	0.20	14850.00
8		50x50	462.00	2.07	2.07	2.07	46	46	46	0.20	0.20	17325.00
9		50x50	528.00	2.46	2.46	2.46	46	46	46	0.20	0.20	19800.00
10		50x50	594.00	2.97	2.97	2.97	46	46	46	0.20	0.20	22275.00

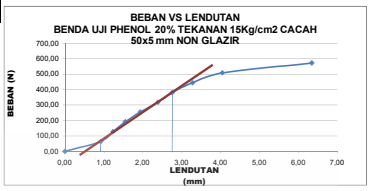
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BERAT SENDIRI - 4											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI +0
BENDA UJI 1 UNTUK Phenol 20% NON GLAZIR TEKANAN 15kg/cm2

NO	20% Phenol	CAMPAIRAN	20% Aspal	BEBAN (N)			PROPERTI PENAMPANGAN			Jarak	REAKSI			MOMEN
				U (mm)	V (mm)	W (mm)	L (mm)	Y (mm)	A (mm ²)		C (mm)	VA (N)	VB (N)	
1	NON Glazir	525.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22	22.00	28.25	25.00	75	0	0	0
2	NON Glazir	525.00	44.00	0.00	0.00	0.00	49	49.00	24.25	25.00	75	50	50	2481.25
3	NON Glazir	525.00	127.50	1.21	0	0	49	49.00	24.25	25.00	75	63.75	63.75	4811.25
4	NON Glazir	525.00	191.00	1.53	0	0	49	49.00	24.25	25.00	75	82.50	82.50	7461.25
5	NON Glazir	525.00	254.50	1.85	0	0	49	49.00	24.25	25.00	75	101.25	101.25	10111.25
6	NON Glazir	525.00	318.00	2.39	0	0	49	49.00	24.25	25.00	75	120.00	120.00	12811.25
7	NON Glazir	525.00	381.50	2.76	0	0	49	49.00	24.25	25.00	75	138.75	138.75	15511.25
8	NON Glazir	525.00	445.00	3.28	0	0	49	49.00	24.25	25.00	75	157.50	157.50	18211.25
9	NON Glazir	525.00	508.50	4.05	0	0	49	49.00	24.25	25.00	75	176.25	176.25	20911.25
10	NON Glazir	525.00	572.00	4.51	0	0	49	49.00	24.25	25.00	75	195.00	195.00	23611.25

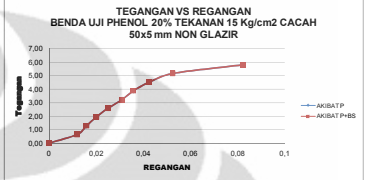
PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI +0
BENDA UJI 1 20% Non Glazir

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI			MOMEN (P + q)			MOMEN AREA				
				VA (N)	VB (N)	C (mm)	C	C	Q1	Q2	P	q		
1	877.00	0.00	0.00794643	0.207	1.207	11.753	7.75	0	0.00	387.65	0.00	387.65	0	0
2	877.00	84.00	0.84	0	0	0	2407.75	0	8000.00	8000.00	8000.00	0	0	
3	877.00	168.00	1.68	0	0	0	4719.50	0	17200.00	17200.00	17200.00	0	0	
4	877.00	252.00	2.52	0	0	0	7031.25	0	25600.00	25600.00	25600.00	0	0	
5	877.00	336.00	3.36	0	0	0	9343.00	0	31000.00	31000.00	31000.00	0	0	
6	877.00	420.00	4.20	0	0	0	11654.75	0	34400.00	34400.00	34400.00	0	0	
7	877.00	504.00	5.04	0	0	0	13966.50	0	37800.00	37800.00	37800.00	0	0	
8	877.00	588.00	5.88	0	0	0	16278.25	0	41200.00	41200.00	41200.00	0	0	
9	877.00	672.00	6.72	0	0	0	18590.00	0	44600.00	44600.00	44600.00	0	0	
10	877.00	756.00	7.56	0	0	0	20901.75	0	48000.00	48000.00	48000.00	0	0	



PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS, TEGANGAN DAN REGANGAN
BENDA UJI 1 20% Non Glazir

NO	R ₁ -R ₂	P		BSIP		P		P		P + BS	
		P	P/BS	P	P/BS	P	P/BS	P	P/BS	P	P/BS
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.0000	84.00	0.0840	0.0175	0.0175	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	168.00	0.1680	0.0350	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	252.00	0.2520	0.0525	0.0525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	336.00	0.3360	0.0700	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	420.00	0.4200	0.0875	0.0875	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	504.00	0.5040	0.1050	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	588.00	0.5880	0.1225	0.1225	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	672.00	0.6720	0.1400	0.1400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	756.00	0.7560	0.1575	0.1575	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-842 DAN MODULUS AKTUAL

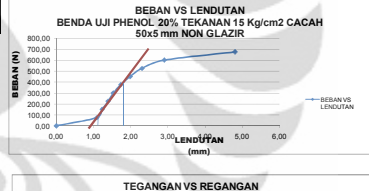
NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEKANT	TANGEN
1	150	432.97	2.58	166	9	46	132	145
2	150	865.94	5.16	332	18	92	264	290
3	150	1298.91	7.74	498	27	138	396	435

DENGAN INTERPOLASI DIPAPKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.027	108.4
0.0411	157.2
0.042	158.4

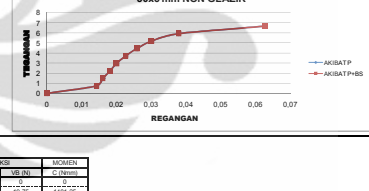
PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI +0
BENDA UJI 2 PHENOL 20% NON GLAZIR TEKANAN 15 Kg/cm2

NO	20% Phenol	CAMPAIRAN	20% Aspal	BEBAN (N)			PROPERTI PENAMPANGAN			Jarak	REAKSI			MOMEN
				U (mm)	V (mm)	W (mm)	L (mm)	Y (mm)	A (mm ²)		C (mm)	VA (N)	VB (N)	
1	NON Glazir	525.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47	47.00	21.5	25.00	75	0	0	0
2	NON Glazir	525.00	76.50	0.09	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	76.50	76.50	4811.25
3	NON Glazir	525.00	153.00	0.18	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	153.00	153.00	9622.50
4	NON Glazir	525.00	229.50	0.27	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	229.50	229.50	14433.75
5	NON Glazir	525.00	306.00	0.36	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	306.00	306.00	19245.00
6	NON Glazir	525.00	382.50	0.45	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	382.50	382.50	24056.25
7	NON Glazir	525.00	459.00	0.54	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	459.00	459.00	28867.50
8	NON Glazir	525.00	535.50	0.63	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	535.50	535.50	33678.75
9	NON Glazir	525.00	612.00	0.72	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	612.00	612.00	38490.00
10	NON Glazir	525.00	688.50	0.81	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	688.50	688.50	43301.25



PERHITUNGAN MOMEN BALOK AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI +0
BENDA UJI 2 20% Non Glazir

NO	DENSITY (kg/m ³)	BEBAN (N)	q (N/mm)	REAKSI			MOMEN (P + q)			MOMEN AREA				
				VA (N)	VB (N)	C (mm)	C	C	Q1	Q2	P	q		
1	871.00	0.00	0.0079173	0.209	1.209	11.778	11.18	0	0.00	386.76	0.00	386.76	0	0
2	871.00	76.50	0.765	0	0	0	2417.25	0	8000.00	8000.00	8000.00	0	0	
3	871.00	153.00	1.53	0	0	0	4834.50	0	16000.00	16000.00	16000.00	0	0	
4	871.00	229.50	2.295	0	0	0	7251.75	0	24000.00	24000.00	24000.00	0	0	
5	871.00	306.00	3.06	0	0	0	9669.00	0	32000.00	32000.00	32000.00	0	0	
6	871.00	382.50	3.825	0	0	0	12086.25	0	34000.00	34000.00	34000.00	0	0	
7	871.00	459.00	4.59	0	0	0	14503.50	0	36000.00	36000.00	36000.00	0	0	
8	871.00	535.50	5.355	0	0	0	16920.75	0	38000.00	38000.00	38000.00	0	0	
9	871.00	612.00	6.12	0	0	0	19338.00	0	40000.00	40000.00	40000.00	0	0	
10	871.00	688.50	6.885	0	0	0	21755.25	0	42000.00	42000.00	42000.00	0	0	



PERBANDINGAN NILAI MODULUS MENURUT ASTM C-842 DAN MODULUS AKTUAL

NO	L (mm)	SLOPE		M2 (N/mm)	B	D	MODULUS (Mpa)	
		BEBAN (N)	LENDUTAN (mm)				SEKANT	TANGEN
1	150	432.97	2.58	166	9	46	132	145
2	150	865.94	5.16	332	18	92	264	290
3	150	1298.91	7.74	498	27	138	396	435

DENGAN INTERPOLASI DIPAPKAN NILAI MODULUS AKTUAL

0.027	172.8
0.0314	158.9
0.0379	158.4

PERHITUNGAN MOMEN BALOK SEJAJAR AKIBAT BEBAN P (N) DAN BEBAT SENDIRI +0
BENDA UJI 3 PHENOL 20% NON GLAZIR TEKANAN 15 Kg/cm2

NO	20% Phenol	CAMPAIRAN	20% Aspal	BEBAN (N)			PROPERTI PENAMPANGAN			Jarak	REAKSI			MOMEN
				U (mm)	V (mm)	W (mm)	L (mm)	Y (mm)	A (mm ²)		C (mm)	VA (N)	VB (N)	
1	NON Glazir	525.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47	47.00	21.5	25.00	75	0	0	0
2	NON Glazir	525.00	39.00	0.16	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	39.00	39.00	2886.75
3	NON Glazir	525.00	78.00	0.31	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	78.00	78.00	5773.50
4	NON Glazir	525.00	117.00	0.47	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	117.00	117.00	8660.25
5	NON Glazir	525.00	156.00	0.62	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	156.00	156.00	11547.00
6	NON Glazir	525.00	195.00	0.78	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	195.00	195.00	14433.75
7	NON Glazir	525.00	234.00	0.93	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	234.00	234.00	17320.50
8	NON Glazir	525.00	273.00	1.09	0	0	47	47.00	21.5	25.00	75	273.00	273.00	20207.25
9	NON Gl													