



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP
KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR
BETON NORMAL MENGGUNAKAN
SEMEN PORTLAND BIASA**

SKRIPSI

**RAINA S. DRYANA
0606072603**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP
KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR
BETON NORMAL MENGGUNAKAN
SEMEN PORTLAND BIASA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**RAINA S. DRYANA
0606072603**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN STRUKTUR
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Raina S. Dryana

NPM : 0606072603

Tanda Tangan :

Tanggal : 7 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Raina S. Dryana

NPM : 0606072603

Program Studi : Teknik Sipil


Judul Skripsi : Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur pada Beton Normal menggunakan Semen Portland Biasa.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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. Elly Tjahjono S., DEA. ()

Pembimbing II : Ir. H. Madsuri, M.T. ()

Penguji I : Dr.-Ing. Josia I. Rastandi ()

Penguji II : Mulia Orientilize, S.T., M.Eng. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

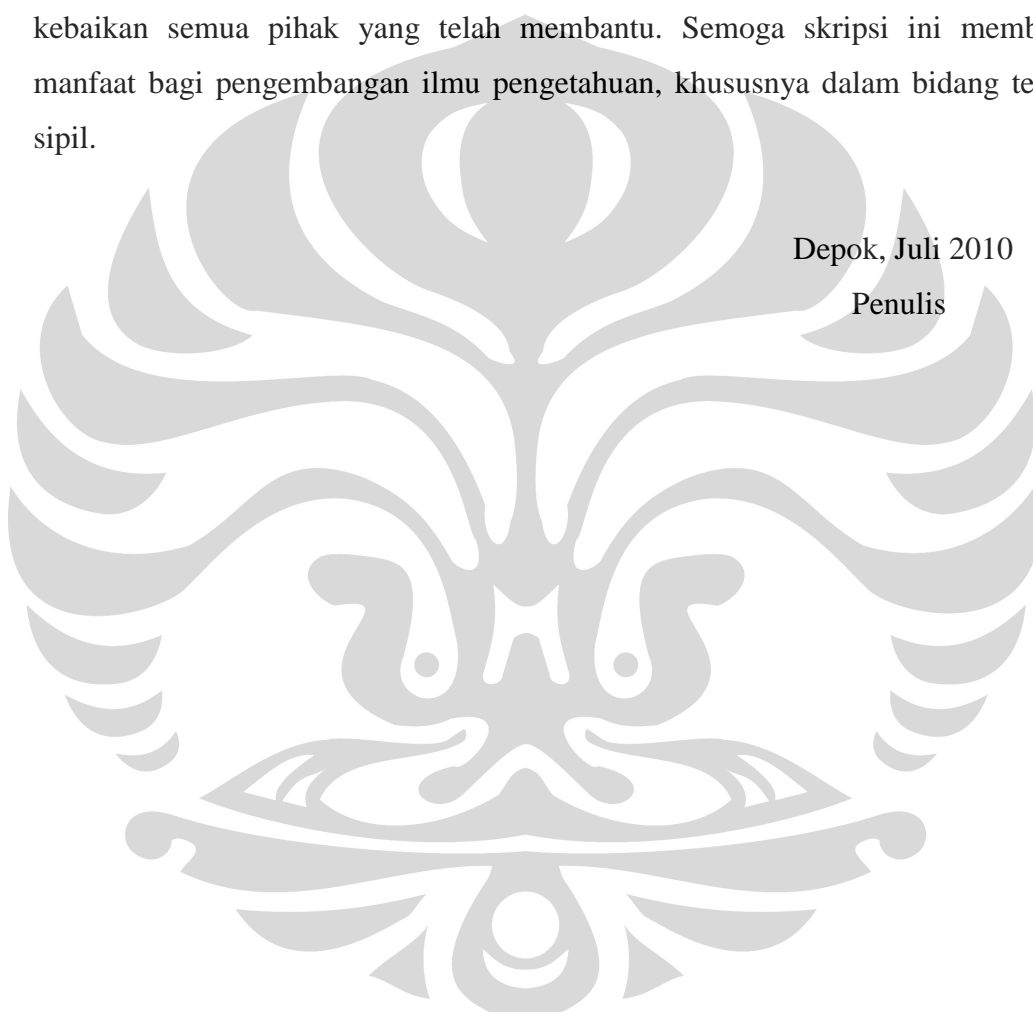
- (1) Prof. Dr. Ir. Irwan Katili, DEA., selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia;
- (2) Dr. Ir. Elly Tjahjono S., DEA., selaku dosen pembimbing pertama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Ir. Madsuri, M.T., selaku dosen pembimbing kedua yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (4) Dr. Ing. Ir. Josia Irwan Rastandi, selaku dosen penguji;
- (5) Mulia Orientilize, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji;
- (6) Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia lainnya yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya yang tak ternilai;
- (7) Seluruh staf Departemen Teknik Sipil dan Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (8) Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang telah memberikan bantuan material penelitian yaitu semen;
- (9) PT. Jayamix yang telah memberikan bantuan material penelitian yaitu agregat kasar dan halus;

- (10) PT. JHS yang telah memberikan bantuan material penelitian yaitu agregat halus;
- (11) Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (12) Sahabat – sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik sipil.

Depok, Juli 2010

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raina S. Dryana

NPM : 0606072603

Program Studi : Sipil

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

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

Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap
Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur
Beton Normal menggunakan Semen Portland Biasa

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 7 Juli 2010

Yang menyatakan



(Raina S. Dryana)

ABSTRAK

Nama : Raina S. Dryana
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Pengaruh Faktor Air Semen terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Kuat Lentur Beton Normal menggunakan Semen Portland Biasa

Skripsi ini membahas tentang pengaruh faktor air semen (FAS) terhadap kekuatan tekan, tarik belah, dan tarik lentur beton normal yang dibuat menggunakan semen tipe *Ordinary Portland Cement* (OPC). Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan adanya gambaran hubungan antara kekuatan, umur dan FAS beton dengan semen portland tipe I yang digunakan untuk berbagai tujuan namun keberadaannya mulai tergantikan dengan semen tipe baru.

Penelitian dilakukan melalui pengujian di laboratorium dengan membuat benda uji silinder beton diameter 100 mm dan tinggi 200 mm untuk uji kuat tekan sebanyak 105 buah, silinder beton diameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk uji kuat tarik belah sebanyak 105 buah, dan balok untuk uji kuat lentur dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm sebanyak 63 buah. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa semakin besar nilai FAS maka kekuatan beton yang diperoleh baik kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur akan semakin menurun karena jumlah semen sebagai sumber kekuatan beton juga berkurang.

Pengolahan data menggunakan dua metode statistik yaitu metode nilai rata – rata dan metode chi square yang menghasilkan hubungan untuk beton umur 28 hari:

- kuat tekan (f_c') dengan kuat lentur (f_r) adalah : $f_r = 0.656\sqrt{f_c'}$
- kuat tarik belah (f_t) dengan kuat lentur (f_r) adalah : $f_r = 0.967f_t$
- kuat tekan (f_c') dengan kuat tarik belah (f_t) adalah : $f_t = 0.666\sqrt{f_c'}$.

Kata kunci:

FAS, OPC, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur.

ABSTRACT

Name : Raina S. Dryana
Study Program : Civil Engineering
Title : The Effect of Water Cement Ratio on Compressive Strength, Splitting Tensile Strength and Flexural Strength of Normal Concrete using Ordinary Portland Cement

The focus of this study is about the effect of water cement ratio (FAS) on the compressive strength, splitting tensile strength, and flexural strength of normal concrete made using Ordinary Portland Cement (OPC). The background of this research is the need for illustrating the correlation between concrete strength, age and FAS with OPC which is used for many purposes but its existence began to be replaced with other Portland cement.

This research through attempt in laboratory by making 105 samples concrete cylinder with diameter of 100 mm and 200 mm height for compressive strength test, 105 samples cylinder with diameter of 150 mm and 300 mm height for splitting tensile strength test and 63 samples beam for flexural strength test with size 150 mm x 150 mm x 600 mm. The result shows that the greater value of FAS, the concrete strength obtained compressive strength, splitting tensile strength, and flexural strength will also decrease because the amount of cement concrete as a source of strength is also reduced.

Processing data was using two statistical methods which is average value method and chi square method, produced the relationship for 28 days of concrete age :

- compressive strength (f_c') and flexural strength (f_r) : $f_r=0.656\sqrt{f_c'}$
- splitting tensile strength (f_t) and flexural strength (f_r) : $f_r=0.967f_t$
- compressive strength (f_c') and splitting tensile strength (f_t) : $f_t=0.666\sqrt{f_c'}$.

Key words:

FAS, OPC, compressive strength, splitting tensile strength, flexural strength

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 PERUMUSAN DAN BATASAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN PENELITIAN	4
1.5 HIPOTESIS	4
1.6 METODOLOGI PENELITIAN	5
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN	5
2. STUDI LITERATUR.....	7
2.1 GAMBARAN UMUM BETON.....	7
2.2 KARAKTERISTIK BETON	9
2.2.1 Workability dan Consistency.....	9
2.2.2 Faktor Air Semen (FAS).....	11
2.2.3 Kuat Tekan	13
2.2.4 Kuat Tarik Lentur Beton.....	14
2.2.5 Kuat Tarik Belah Beton.....	17
2.3 PENGOLAHAN BETON.....	20
2.3.1 Mixing	20
2.3.2 Placing	20
2.3.3 Compacting.....	21
2.3.4 Curing	21
2.4 MATERIAL PEMBENTUK BETON.....	23
2.4.1 Semen	24
2.4.2 Agregat	30
2.4.3 Air.....	36
3. METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 RENCANA PENELITIAN.....	38
3.2 BAHAN PEMBENTUK BETON	41
3.3 PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN	41
3.3.1 Pengujian Semen OPC.....	41
3.3.2 Pengujian Agregat Halus	45
3.3.3 Pengujian Agregat Kasar	51

3.4 PERANCANGAN CAMPURAN	56
3.4.1 Menentukan Ukuran Butir Maksimum Agregat Kasar.....	56
3.4.2 Menentukan Slump Beton	57
3.4.3 Menentukan Jumlah Air Adukan.....	57
3.4.4 Menentukan Water-Cement Ratio	58
3.4.5 Menghitung Perbandingan Proporsi Campuran	59
3.5 PEMBUATAN BETON	60
3.6 PENGUJIAN BENDA UJI.....	62
3.6.1 Pengujian Kuat Tekan	62
3.6.2 Pengujian Kuat Tarik Lentur	63
3.6.3 Pengujian Kuat Tarik Belah	66
4. ANALISA HASIL PENELITIAN	70
4.1 ANALISA HASIL PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN	70
4.1.1 Analisa Hasil Pengujian Semen Tipe OPC.....	70
4.1.2 Analisa Hasil Pengujian Agregat Halus	71
4.1.3 Analisa Hasil Pengujian Agregat Kasar	77
4.2 RANCANG CAMPUR.....	81
4.3 METODE PENGOLAHAN DATA	85
4.3.1 Metode Nilai Rata – Rata	85
4.3.2 Metode Chi Square	85
4.4 ANALISA HASIL UJI TEKAN BETON	87
4.5 ANALISA HASIL UJI TARIK BELAH BETON	94
4.6 ANALISA HASIL UJI TARIK LENTUR BETON.....	100
4.7 HUBUNGAN KUAT TEKAN DENGAN KUAT TARIK LENTUR.....	106
4.8 HUBUNGAN KUAT TARIK BELAH DENGAN KUAT TARIK LENTUR	109
4.9 HUBUNGAN KUAT TEKAN DENGAN KUAT TARIK BELAH	111
4.10 ANALISA TERHADAP HASIL PENELITIAN SEBELUMNYA	114
4.10.1 Perbandingan Pengaruh Kenaikan FAS terhadap Kuat Tekan Beton dengan berbagai Umur Beton	115
4.10.2 Hubungan Hasil Kuat Tekan antara Kedua Penelitian.....	119
4.11 PERBANDINGAN GRAFIK KUAT TEKAN DENGAN LITERATUR	124
4.12 PENGARUH PENURUNAN DERAJAT KEPERCAYAAN PADA METODE CHI SQUARE	127
5. PENUTUP.....	121
5.1 KESIMPULAN	121
5.2 SARAN.....	123
DAFTAR REFERENSI	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Test Slump	10
Gambar 2.2	Pengaruh usia beton pada kuat tekan beton tipe OPC pada rasio water/semen yang berbeda	12
Gambar 2.3	Pengaruh agregat/semen rasio pada kekuatan beton	13
Gambar 2.4	Uji lentur dengan metode pembebanan tiga titik	15
Gambar 2.5	Grafik hubungan antara modulus keruntuhan dan kuat tarik langsung	15
Gambar 2.6	Grafik modulus keruntuhan berbagai dimensi balok dengan pembebanan titik tengah dan titik sepertiga.....	16
Gambar 2.7	Penempatan pelat baja pada garis sampel beton	17
Gambar 2.8	Uji tarik belah (BS 1881: Part 117: 1983)	18
Gambar 2.9	Grafik kuat tarik belah silinder pada beberapa variasi kuat tekan	19
Gambar 2.10	Kurva compressive strength-time in days dari mineral penyusun Portland Semen	26
Gambar 3.1	Bagan Alir Metodologi Penelitian	40
Gambar 3.2	Pengujian kuat lentur pada balok uji dengan metode pembebanan pada 1/3 bentang balok.....	64
Gambar 3.3	Keruntuhan lentur terjadi pada tengah bentang	65
Gambar 3.4	Keruntuhan lentur terjadi pada tepi bentang	67
Gambar 3.5	Cara penandaan dengan menggunakan alat	68
Gambar 3.7	Detail pelat besi untuk <i>splitting test</i>	68
Gambar 4.1	Standar gradasi agregat halus.....	74
Gambar 4.2	Perbandingan warna dengan organic plate.....	76
Gambar 4.3	Standar gradasi agregat kasar.....	80
Gambar 4.4	Grafik kebutuhan material.....	85
Gambar 4.5	Grafik kuat tekan vs umur beton dengan metode rata – rata.....	89
Gambar 4.6	Grafik kuat tekan vs umur beton dengan metode chi square	89
Gambar 4.7	Grafik kuat tekan vs FAS dengan metode rata – rata.....	92
Gambar 4.8	Grafik kuat tekan vs FAS dengan metode chi square	92
Gambar 4.9	Grafik kuat tarik belah vs umur beton dengan metode rata – rata	95
Gambar 4.10	Grafik kuat tarik belah vs umur beton dengan metode chi square	96
Gambar 4.11	Grafik kuat tarik belah vs FAS dengan metode rata – rata	98
Gambar 4.12	Grafik kuat tarik belah vs FAS dengan metode chi square	98
Gambar 4.13	Grafik kuat tarik lentur vs umur beton dengan metode rata – rata	101
Gambar 4.14	Grafik kuat tarik lentur vs umur beton dengan metode chi square	102
Gambar 4.15	Grafik kuat tarik lentur vs FAS dengan metode rata – rata.....	104
Gambar 4.16	Grafik kuat tarik lentur vs FAS dengan metode chi square	104
Gambar 4.17	Grafik kuat tekan – kuat tarik lentur dengan metode rata – rata	106
Gambar 4.18	Grafik kuat tekan – kuat tarik lentur dengan metode chi square	107

Gambar 4.19	Grafik kuat tarik belah – kuat tarik lentur dengan metode rata – rata	109
Gambar 4.20	Grafik kuat tarik belah – kuat tarik lentur dengan metode chi square.....	110
Gambar 4.21	Grafik kuat tekan – kuat tarik belah dengan metode rata – rata	111
Gambar 4.22	Grafik kuat tekan – kuat tarik belah dengan metode chi square	112
Gambar 4.23	Grafik kuat tekan – FAS beton 7 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata.....	115
Gambar 4.24	Grafik kuat tekan – FAS beton 14 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata.....	115
Gambar 4.25	Grafik kuat tekan – FAS beton 28 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata.....	116
Gambar 4.26	Grafik kuat tekan – FAS beton 7 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode chi square	117
Gambar 4.27	Grafik kuat tekan – FAS beton 14 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode chi square	118
Gambar 4.28	Grafik kuat tekan – FAS beton 28 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode chi square	118
Gambar 4.29	Grafik perbandingan kuat tekan 7 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata	119
Gambar 4.30	Grafik perbandingan kuat tekan 14 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata	119
Gambar 4.31	Grafik perbandingan kuat tekan 28 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata	120
Gambar 4.32	Grafik perbandingan kuat tekan 7 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode chi square	121
Gambar 4.33	Grafik perbandingan kuat tekan 14 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode chi square	121
Gambar 4.34	Grafik perbandingan kuat tekan 28 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode chi square.....	122
Gambar 4.35	Perbandingan grafik dengan Concrete Technical Report No.29 untuk hasil kuat tekan dengan metode rata – rata	123
Gambar 4.36	Perbandingan grafik dengan Concrete Technical Report No.29 untuk hasil kuat tekan dengan metode chi square.....	124
Gambar 4.37	Perbandingan grafik dengan SNI untuk hasil kuat tekan dengan metode rata-rata.....	125
Gambar 4.38	Perbandingan grafik dengan SNI untuk hasil kuat tekan dengan metode rata-rata.....	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis beton menurut kuat tekannya	7
Tabel 2.2	Rasio kuat tekan silinder-kubus	14
Tabel 2.3	Perbandingan kuat tekan antara silinder dengan kubus	14
Tabel 2.4	Hasil uji kuat tarik beton	19
Tabel 2.5	Susunan unsur semen Portland.....	25
Tabel 2.6	Senyawa penyusun semen Portland	25
Tabel 2.7	Karakteristik senyawa penyusun semen Portland	26
Tabel 2.8	Persentase komposisi semen portland.....	29
Tabel 2.9	Kandungan kimia OPC (ASTM C 114).....	30
Tabel 2.10	Gradasi standar agregat halus (ASTM C 33 – 78).....	33
Tabel 2.11	Batas-batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-1992).....	34
Tabel 2.12	Persyaratan kekerasan agregat kasar untuk beton normal.....	35
Tabel 2.13	Gradasi standar agregat kasar (ASTM C 33 – 78).....	35
Tabel 2.14	Batas-batas gradasi agregat kasar (SNI 03- 2834-1992).....	36
Tabel 3.1	Jumlah benda uji	38
Tabel 3.2	Kapasitas wadah pemeriksaan berat isi.....	47
Tabel 3.3	Berat contoh agregat kering minimum.....	50
Tabel 3.4	Ukuran agregat maksimum yang dianjurkan dalam bermacam- macam tipe struktur.....	57
Tabel 3.5	Ukuran slump maksimum untuk bermacam – macam konstruksi beton.....	57
Tabel 3.6	Perkiraan jumlah agregat kasar dan jumlah air per meter kubik beton dan proporsi pasir terhadap total agregat	58
Tabel 3.7	Perkiraan kuat tekan beton untuk berbagai nilai FAS (w/c) untuk beton dengan A.E saja dan beton dengan A.E.+W.R.A.....	58
Tabel 3.8	Harga – harga t untuk berbagai keadaan hasil pengujian benda uji	58
Tabel 3.9	Penyesuaian harga perbandingan material	60
Tabel 4.1	Hasil uji konsistensi normal semen hidrolisis.....	70
Tabel 4.2	Hasil uji waktu ikat semen hidrolisis.....	70
Tabel 4.3	Hasil uji specific gravity dan absorbs agregat halus	71
Tabel 4.4	Hasil uji berat isi agregat halus metode lepas	72
Tabel 4.5	Hasil uji berat isi agregat halus metode tusuk.....	72
Tabel 4.6	Hasil uji berat isi agregat halus metode goyang.....	73
Tabel 4.7	Hasil uji analisa saringan agregat halus	74
Tabel 4.8	Hasil uji pemeriksaan bahan lewat saringan no.200	75
Tabel 4.9	Hasil uji pemeriksaan kotoran organik	76
Tabel 4.10	Hasil uji specific gravity dan absorbs agregat kasar	77
Tabel 4.11	Hasil uji berat isi agregat kasar metode lepas	78
Tabel 4.12	Hasil uji berat isi agregat kasar metode tusuk.....	78
Tabel 4.13	Hasil uji berat isi agregat kasar metode goyang.....	79
Tabel 4.14	Hasil uji analisa saringan agregat kasar	80
Tabel 4.15	Hasil uji keausan agregat	81
Tabel 4.16	Penyesuaian S/A dan W untuk rancang campur	82
Tabel 4.17	Penyesuaian S/A dan W untuk setiap FAS	83
Tabel 4.18	Kebutuhan material (kg) per m ³	83

Tabel 4.19	Kebutuhan material per sampel beton.....	84
Tabel 4.20	Total kebutuhan material untuk seluruh sampel per FAS dan jenis sampel.....	84
Tabel 4.21	Jumlah material keseluruhan yang dibutuhkan untuk penelitian	84
Tabel 4.22	Rekapitulasi hasil uji tekan dengan metode rata – rata.....	88
Tabel 4.23	Rekapitulasi hasil uji tekan dengan metode chi square.....	88
Tabel 4.24	Rekapitulasi hasil uji tarik belah dengan metode rata – rata.....	94
Tabel 4.25	Rekapitulasi hasil uji tarik belah dengan metode chi square	94
Tabel 4.26	Rekapitulasi hasil uji tarik lentur dengan metode rata – rata....	100
Tabel 4.27	Rekapitulasi hasil uji tarik lentur dengan metode chi square....	100
Tabel 4.28	Hubungan hasil kuat tarik lentur beton dengan akar kuat tekan dengan metode rata – rata	106
Tabel 4.29	Hubungan hasil kuat tarik lentur beton dengan akar kuat tekan dengan metode chi square	107
Tabel 4.30	Persentase kuat lentur terhadap kuat tekan	107
Tabel 4.30	Hubungan hasil kuat tarik belah dengan kuat tarik lentur dengan metode rata – rata	109
Tabel 4.31	Hubungan hasil kuat tarik belah dengan kuat tarik lentur dengan metode chi square	110
Tabel 4.32	Hubungan hasil kuat tarik belah dengan kuat tekan dengan metode rata – rata	111
Tabel 4.33	Hubungan hasil kuat tarik belah dengan kuat tekan dengan metode chi square	112
Tabel 4.35	Persentase kuat tarik belah terhadap kuat tekan	112
Tabel 4.34	Hasil perbandingan dengan uji tekan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata	114
Tabel 4.35	Hasil perbandingan dengan uji tekan penelitian sebelumnya dengan metode chi square	117
Tabel 4.38	Perbandingan hasil kuat tekan metode chi square derajat kepercayaan 99.5% dan 95%	126
Tabel 4.39	Perbandingan hasil kuat tarik belah metode chi square derajat kepercayaan 99.5% dan 95%	127
Tabel 4.40	Perbandingan hasil kuat lentur metode chi square derajat kepercayaan 99.5% dan 95%	127
Tabel 4.41	Perbandingan persamaan hubungan kuat tekan-kuat tarik belah dengan metode berbeda terhadap literatur ACI 318M-05.....	127
Tabel 4.42	Perbandingan persamaan hubungan kuat tarik belah-kuat lentur dengan metode berbeda terhadap literatur ACI 318M-05.....	128
Tabel 4.43	Perbandingan persamaan hubungan kuat tekan-kuat lentur dengan metode berbeda terhadap literatur ACI 318M-05.....	128

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pelaksanaan pembangunan infrastruktur di Indonesia turut meningkatkan pertumbuhan di berbagai bidang. Hal ini sesuai dengan studi kelayakan bangunan yang dilaksanakan sebelum proses konstruksi. Untuk mendukung kelancaran suatu proses konstruksi, teknologi konstruksi terus dikembangkan baik dari segi struktural maupun material. Material menjadi aspek yang cukup penting dalam pelaksanaan konstruksi yang dituntut untuk lebih efisien dari segi waktu maupun biaya.

Salah satu material utama untuk konstruksi di Indonesia adalah beton. Beton adalah material yang berupa campuran agregat kasar, agregat halus, semen dan air yang dipergunakan hampir pada semua aspek teknik sipil. Hal ini berarti semua struktur dalam dunia teknik sipil dapat menggunakan beton, minimal untuk pekerjaan struktur bawah. Membangun suatu bangunan dengan konstruksi beton akan menghasilkan bangunan yang lebih kuat dan mudah untuk dibentuk. Seiring dengan kemajuan dunia, maka penggunaan material beton terhadap kebutuhan manusia semakin meningkat. Kualitas dari beton senantiasa berkembang seiring dengan kebutuhan manusia dan kecepatan pemenuhan kebutuhan hidup. Oleh karena itu penelitian dan pembelajaran mengenai teknologi material khususnya beton menjadi hal yang penting untuk kemajuan pembangunan konstruksi di Indonesia.

Sebagai salah satu bahan pembentuk beton, kualitas semen turut menentukan mutu beton. Semen yang biasa digunakan sebagai elemen utama pembentuk sebuah konstruksi bangunan beton adalah semen portland. Semen portland memiliki sifat yang berbeda – beda di tiap tipe sesuai dengan kandungan bahan kimianya. Penelitian tentang teknologi semen Portland telah banyak dilaksanakan dan masih terus dikembangkan. *Ordinary Portland Cement (OPC)* merupakan salah satu semen yang banyak diproduksi di Indonesia karena dapat dipergunakan secara luas untuk konstruksi umum yaitu konstruksi bangunan yang tidak

memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal, antara lain bangunan perumahan, gedung-gedung bertingkat, jembatan, dan jalan raya.

Salah satu proses yang sangat penting dalam pembuatan beton adalah penakaran. Takaran yang tidak tepat dapat mengakibatkan kualitas beton yang dihasilkan kurang memenuhi syarat mutu, terutama takaran yang berkaitan dengan banyaknya air dan semen. Jika faktor air semen tidak tepat maka akan sangat mempengaruhi kualitas betonnya. Makin besar harga faktor air semen pada komposisi bahan yang sama, akan makin kecil kekuatan beton yang dihasilkan.

Di lapangan sering dijumpai cara-cara membuat beton yang tidak benar, sehingga menghasilkan beton yang tidak memenuhi syarat – syarat yang ditentukan. Apabila kandungan air terlalu banyak maka beton tersebut akan ditolak dan dikembalikan ke perusahaan beton *ready mix*. Hal ini tentu saja akan mengganggu penjadwalan proyek yang telah disusun dan dapat berakibat kerugian secara materi, padahal kondisi proyek konstruksi sekarang ini menekankan pada kecepatan pelaksanaan dan kepastian volume pemakaian material. Dengan bahan yang tepat, maka beton yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi syarat mutu yang ditentukan dan berujung pada kepastian biaya dan waktu pelaksanaan proyek.

1.2 PERUMUSAN DAN BATASAN MASALAH

Dalam analisisnya, beton dianggap hanya dapat menahan gaya tekan dan kekuatan tarik beton diabaikan karena kekuatan tarik beton sangat kecil dibandingkan kekuatan tekannya. Oleh karena itu, gaya tarik yang timbul seluruhnya dianggap ditahan oleh baja tulangan. Akan tetapi penelitian mengenai kekuatan tarik beton diperlukan untuk memperkirakan beban yang akan menyebabkan beton mengalami retak – retak kecil. Retak tersebut memungkinkan udara lembab masuk dan dapat membuat baja tulangan berkarat.

Kekuatan tarik beton sering kali diukur berdasarkan modulus tarik (*modulus of rupture*), yaitu kekuatan tarik beton dalam keadaan lentur akibat momen. Nilai

kekuatan tarik dengan uji tarik lentur ini sedikit lebih besar dari nilai kekuatan tarik sesungguhnya. Tetapi saat ini lebih sering ditentukan oleh kekuatan belah silinder beton yang nilainya lebih mendekati nilai kekuatan tarik sebenarnya. Oleh sebab itu penelitian ini menggunakan dua uji tarik tersebut untuk menentukan kekuatan tarik dari beton.

Hasil kuat tarik beton yang diperoleh di penelitian memerlukan adanya pembandingan berupa hasil kuat tekannya. Adanya penelitian mengenai kuat tekan beton yang kemudian dibandingkan dengan hasil kuat tarik dari kedua uji tarik tersebut akan memberi gambaran persentase kuat tarik atas kuat tekan. Persentase ini selanjutnya dapat digunakan oleh sampel beton dengan campuran yang sama untuk mengetahui perkiraan kuat tariknya meski hanya dengan melakukan pengujian tekan. Persyaratan mutu beton dalam kaitannya terhadap daya serap dan kestabilan beton dipengaruhi oleh jumlah air dan semen pada campuran beton. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan kepada analisa pengaruh Faktor Air Semen (FAS) terhadap kekuatan tekan, kekuatan tarik belah, serta kekuatan tarik lentur yang terjadi beton.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mempelajari penggunaan semen OPC sebagai bahan konstruksi beton.
2. Meneliti perilaku kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur pada beton semen tipe OPC.
3. Mengetahui pengaruh faktor air semen terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur pada beton semen tipe OPC.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Penelitian ini dibatasi oleh :

1. Variasi faktor air semen yang digunakan adalah 0.3, 0.35, 0.45, 0.55, 0.65, 0.75, dan 0.8
2. Ordinary Portland Semen yang digunakan adalah semen hasil fabrikasi PT Gresik, Tbk.
3. Agregat halus yang digunakan adalah pasir Galunggung dari PT. JHS.
4. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah Kusuma dari PT. Jayamix
5. Penelitian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur pada beton semen OPC.
6. Perilaku kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur beton OPC diamati pada umur 7, 14 dan 28 hari.
7. Benda uji yang digunakan untuk uji kuat tekan adalah silinder 10x20cm, uji kuat tarik belah adalah silinder 15x30cm dan uji kuat lentur adalah balok 15x15x60cm
8. Metode rancang campur yang digunakan merupakan modifikasi dari cara US BUREAU of RECLAMATION yang dikembangkan oleh JSCE (*Japan Society of Civil Engineer*).
9. Pengujian benda uji dilakukan sesuai dengan *American Society for Testing Material (ASTM)*.
10. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

1.5 HIPOTESIS

Semakin besar rasio air-semen pada campuran beton, maka kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur beton akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan rasio air-semen yang tinggi akan menurunkan volume semen atas air sehingga kekuatan beton berkurang. Kekuatan tarik yang dihasilkan dari uji tarik belah akan lebih rendah dibandingkan dengan kuat lentur. Kekuatan tarik belah dan kuat lentur beton yang dihasilkan adalah berkisar antara 8 – 15 % dari kekuatan tekan beton.

1.6 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium dan studi literatur sebagai acuan penelitian. Adapun urutan langkah-langkah metode penelitian secara sistematis adalah sebagai berikut;

1. Studi pustaka.
2. Persiapan bahan – bahan penyusun benda uji,
3. Pengujian terhadap bahan-bahan penyusun benda uji.
4. Perancangan campuran benda uji.
5. Pembuatan benda uji di laboratorium.
6. Pengujian terhadap benda uji.
7. Analisa hasil pengujian.
8. Penyusunan kesimpulan.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang digunakan dalam adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan berisikan latar belakang dan alasan pemilihan materi penelitian, perumusan dan batasan masalah berdasarkan latar belakang penelitian, tujuan penelitian, batasan penelitian, hipotesis awal sebelum dilakukan penelitian, metode penelitian yang digunakan, serta sistematika penulisan.

BAB 2 STUDI LITERATUR

Tinjauan Pustaka berisikan teori yang menjadi acuan penelitian yaitu mengenai karakteristik beton, material pembentuk beton serta pengujian material dan sampel. Teori berasal dari beberapa referensi berupa buku literature dan hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian berisikan mengenai metode pengujian bahan penyusun beton yang digunakan, metode rancang campur beton yang digunakan, metode pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat

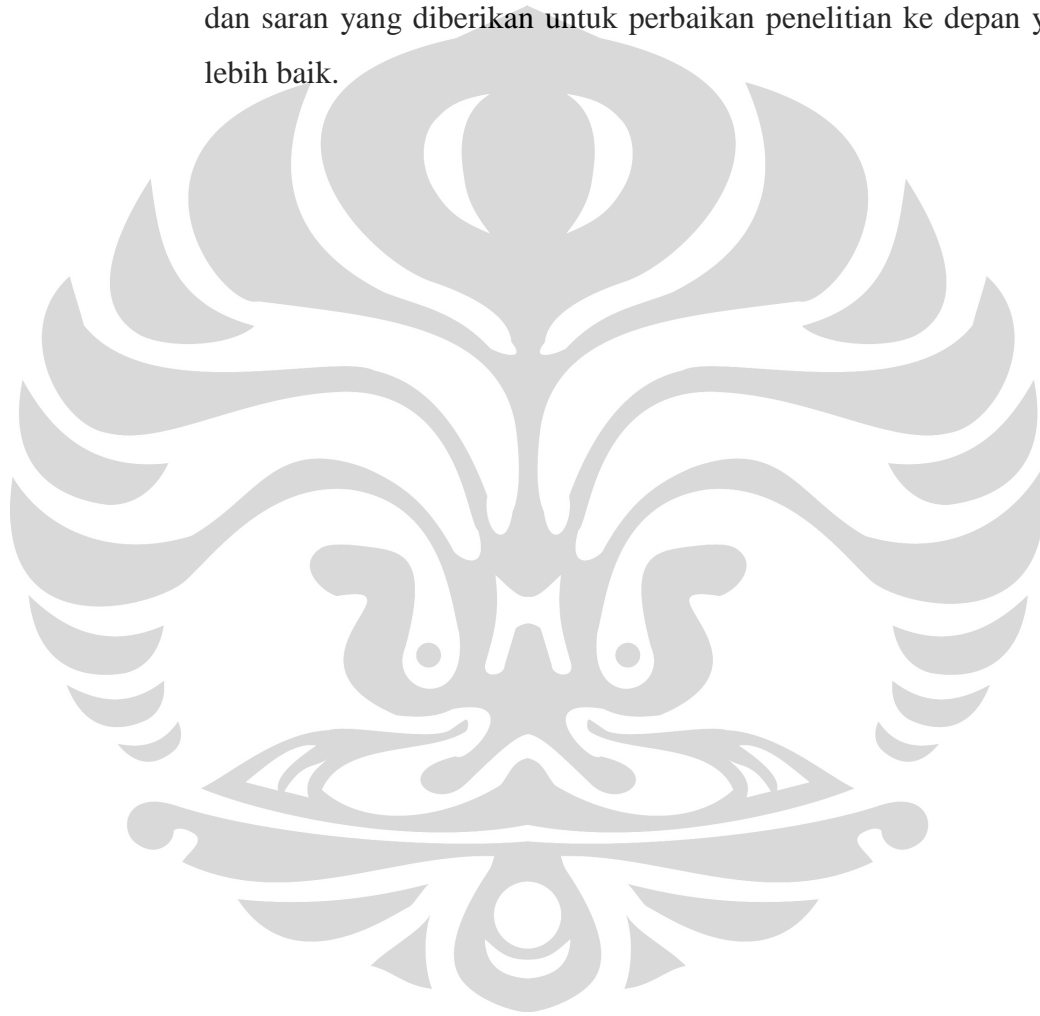
tarik lentur yang dilaksanakan di laboratorium, serta jumlah sampel dan jadwal penelitian.

BAB 4 ANALISA HASIL PENELITIAN

Pada bab Analisa Hasil Penelitian dipaparkan hasil penelitian yang diperoleh berikut dengan analisis.

BAB 5 PENUTUP

Penutup berisikan kesimpulan yang merupakan ringkasan penelitian, dan saran yang diberikan untuk perbaikan penelitian ke depan yang lebih baik.



BAB 2 STUDI LITERATUR

2.1 GAMBARAN UMUM BETON

Beton merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan campuran antara semen, air, pasir dan kerikil yang mengeras menyerupai batu (Rahim, Syahril H., & Wahyudi, Laurentius, 1997). Air dan semen membentuk pasta yang akan mengisi rongga – rongga di antara butir – butir pasir dan kerikil. Sedangkan struktur beton dapat didefinisikan sebagai bangunan beton yang terletak di atas tanah yang menggunakan tulangan atau tidak menggunakan tulangan (ACI 318-89, 1990, p. 1-1). Beton bersifat getas, sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Beton dengan kuat tekan yang tinggi merupakan beton dengan mutu yang tinggi yang memiliki karakteristik yang baik pula.

Tabel 2. 1 Jenis beton menurut kuat tekannya

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)	Fungsi
Beton sederhana	Sampai 10	Lantai kerja, dinding non struktural dsb.
Beton normal	15 – 30	Beton bertulang
Beton pra tegang	30 – 40	Balok prategang
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80	Bantalan rel kereta api, tiang pancang
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80	Balok bertulang bangunan tingkat tinggi

(Sumber: Tjokrodinuljo, 2007)

Proses pemilihan dan penentuan jumlah bahan pembentuk beton yang tepat dapat dilakukan dengan mempertimbangkan syarat mutu beton, kekuatan (*strength*), ketahanan (*durability*) dan kemudahan pengerjaan (*workability*) serta perancangan campuran beton (*concrete mix design*). Proporsi bahan pembentuk beton tergantung pada dua kondisi, yaitu kondisi plastisitas dan kekerasannya. Apabila sifat plastisitas beton tidak bekerja, maka akan menyulitkan dalam proses pembetonan karena beton akan menjadi sulit dituangkan dan dipadatkan. Oleh karena itu kemudahan pengerjaan beton menjadi hal yang penting untuk diperhatikan.

Penggunaan struktur beton untuk konstruksi bangunan memiliki beberapa keuntungan dan kerugian yaitu :

Keuntungan struktur beton:

- Mampu memikul beban tekan yang besar
- Ekonomis dari segi material penyusunnya
- Dapat dibuat dengan berbagai bentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- Tahan terhadap temperatur yang tinggi hingga 1–3 jam tanpa bahan kedap api tambahan
- Biaya pemeliharaan rendah

Kekurangan struktur beton:

- Kekuatan tarik rendah sehingga mudah retak.
- Membutuhkan biaya untuk bekisting dan perancah.
- Mengalami rangkai jangka panjang dan susut.
- Kekuatan per satuan berat atau satuan volume relatif rendah.
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi

Pengolahan beton ialah proses pembuatan beton dari pencampuran bahan-bahan beton, pengangkutan adukan, penuangan adukan, pemadatan adukan, perataan adukan, dan perawatan selama pengerasan. Pengadukan secara umum dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu pengadukan manual dengan menggunakan tangan maupun pengadukan dengan mesin. Cara pengangkutan adukan beton akan tergantung pada jumlah adukan yang dibuat dan keadaan tempat penuangan. Pemadatan adukan beton dilakukan dengan tujuan untuk memperkecil pori-pori yang ada di dalam beton. Sedangkan tahap terakhir yaitu perawatan beton dilakukan dengan menjaga agar permukaan beton selalu lembab.

Kualitas beton ditentukan oleh perancangan komposisi bahan pembentuk beton. Tidak hanya kondisi bahan pembentuk beton yang harus baik, melainkan juga keseragamannya harus sesuai. Selain itu, karakteristik beton yang baik ditentukan dengan kepadatannya yang baik, yaitu keadaan dimana ruang yang ada pada beton sedapat mungkin terisi oleh agregat dan pasta semen. Beton juga harus

mempunyai daya tahan dan kekuatan terhadap berbagai jenis kegagalan serta faktor air semen yang digunakan harus sesuai sehingga memenuhi persyaratan kekuatan beton yang direncanakan (Nawy, Edward G.1990).

Untuk dapat mencapai kondisi – kondisi yang disebutkan di atas, harus ada kontrol yang baik atas parameter – parameter yang mempengaruhi kualitas beton, yaitu sebagai berikut :

- Kualitas semen.
- Proporsi semen terhadap air dalam campurannya.
- Kekuatan dan kebersihan agregat.
- Perancangan komposisi bahan-bahan pembentuk beton.
- Penempatan dan pemadatan beton yang benar.
- Perawatan beton.

2.2 KARAKTERISTIK BETON

2.2.1 Workability dan Consistency

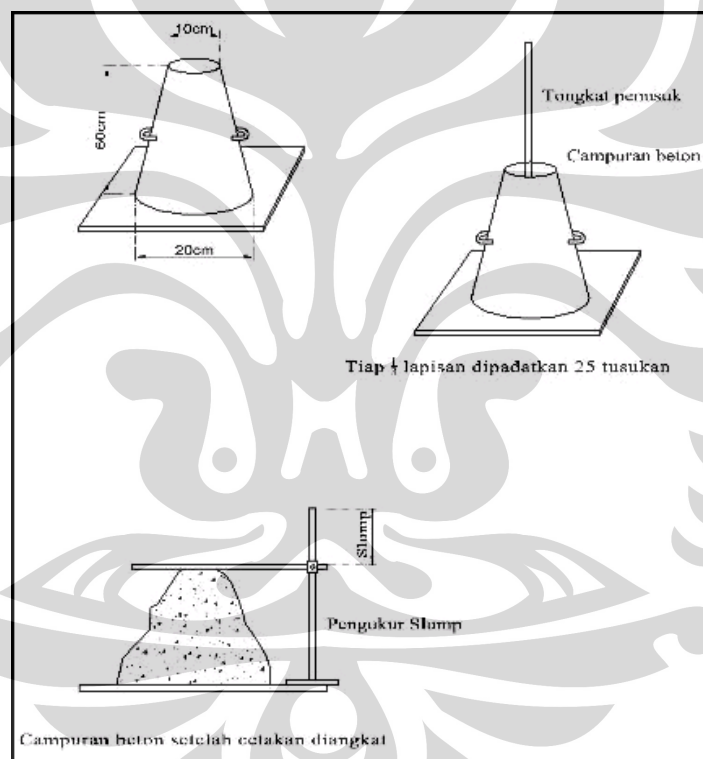
Workability adalah kemudahan beton untuk ditempatkan dan dipindahkan mulai dari pencampuran hingga menjadi struktur. Workability bergantung pada sejumlah faktor yang saling berinteraksi yaitu air, tipe agregat dan pembagian butirnya, perbandingan agregat dan semen, *admixtures* serta kehalusan semen. Faktor utama yang mempengaruhi workability adalah jumlah air pada campuran. Beberapa cara untuk meningkatkan workability beton adalah :

1. meningkatkan rasio air semen
2. meningkatkan ukuran maksimum agregat
3. menggunakan agregat bulat dan halus, bukan agregat dengan bentuk tak beraturan
4. meningkatkan waktu pencampuran
5. meningkatkan suhu pencampuran

Consistency adalah derajat kekentalan beton. Consistency bergantung pada proporsi dan sifat – sifat dari campuran beton. Nilai konsistensi beton diukur

dengan metode *Slump Test*. Slump beton menentukan besarnya konsistensi dan juga workability beton. Nilai slump digunakan sebagai petunjuk ketepatan jumlah pemakaian air dalam hubungannya dengan faktor air semen (FAS) yang ingin dicapai.

Dalam pengetesan slump, contoh beton plastis dituang ke dalam wadah berbentuk *cone* dari metal yang telah dibasahi dengan air sebagaimana yang diterangkan dalam ASTM Standart C-143. Kemudian tiap 1/3 lapisan beton ditusuk dengan tongkat penusuk sebanyak 25 kali. Setelah penuh, wadah diangkat sehingga beton mengalami kemrosotan (*slump*). Penurunan tinggi beton dibandingkan dengan tinggi cone adalah nilai slump yang menunjukkan konsistensi beton.



Gambar 2. 1 Test Slump

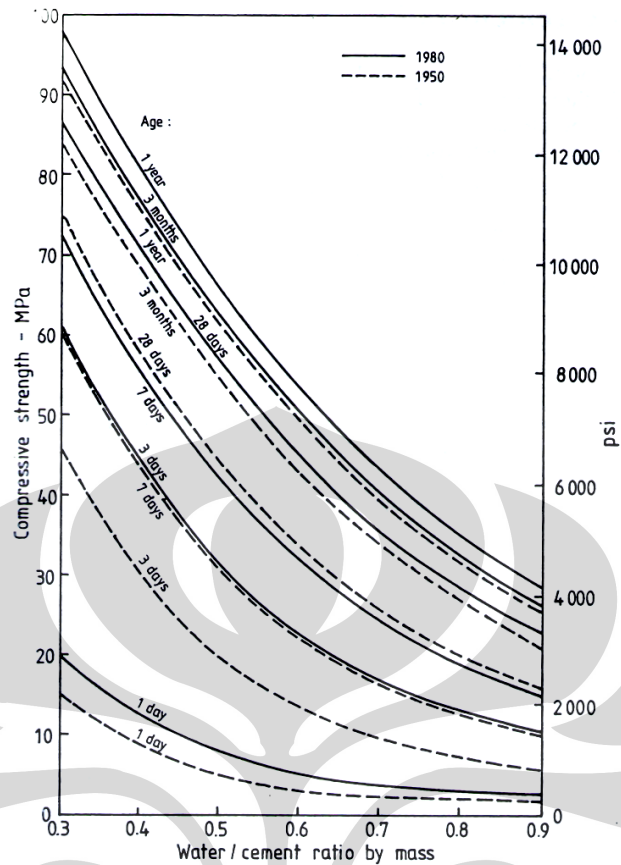
Secara umum, semakin besar ukuran agregat, semakin sedikit semen yang dibutuhkan untuk rasio air semen tertentu, oleh karena itu tingkat kemudahan pengerjaan beton akan meningkat sebanding dengan semakin besarnya ukuran agregat. Akan tetapi, kuat tekan cenderung menurun apabila ukuran agregat semakin besar.

Di lapangan, tingkat kemudahan pengerjaan ini bergantung pada tiga faktor, yaitu ukuran beton yang direncanakan, jumlah penulangan, dan metode pemadatan yang akan digunakan. Untuk ukuran yang sempit dan sulit dengan banyak sudut atau bagian-bagian yang sulit terjangkau, beton harus memiliki tingkat kemudahan pengerjaan yang tinggi sehingga pemadatan penuh dapat dicapai dengan usaha-usaha tertentu seperti menggunakan bantuan alat vibrator dsb. Ini juga berlaku untuk jumlah tulangan dan peralatan pemadatan yang tersedia di lapangan.

2.2.2 Faktor Air Semen (FAS)

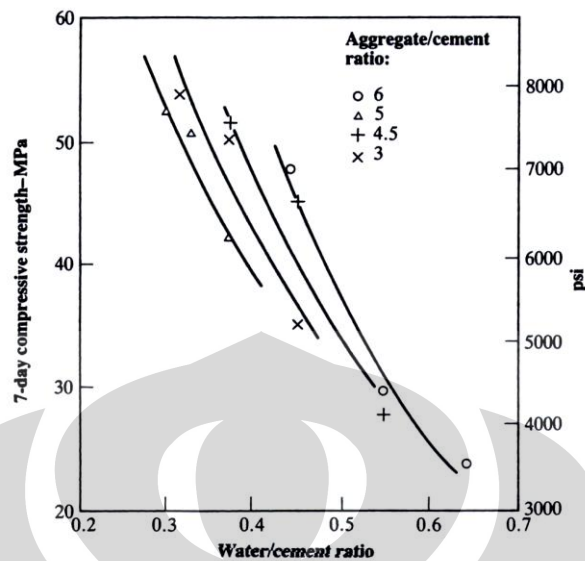
Teori faktor air semen menyatakan bahwa untuk suatu kombinasi bahan yang sudah memenuhi konsistensi maka kekuatan beton yang dibentuknya bergantung pada perbandingan berat air dan berat semen dalam campuran beton (Nawy, Edward G., 1990). Faktor air semen atau yang disebut juga dengan rasio air-semen (*water-cement ratio*) adalah suatu angka yang menyatakan perbandingan antara berat air (kg) dibagi dengan berat semen (kg) dalam adukan beton tersebut.

Faktor air semen selain menentukan sifat mudah dikerjakan, juga berpengaruh terhadap kekuatan beton yang dihasilkan. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, akan semakin rendah mutu kekuatan beton. Akan tetapi, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti kekuatan beton akan semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu pada saat pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.



Gambar 2. 2 Pengaruh usia beton pada kuat tekan beton tipe OPC pada rasio water/semen yang berbeda
(Concrete Technical Report No.29, Changes in the properties of ordinary Portland cement and their effects on concrete, 1986)

Pada dasarnya jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi adalah sekitar 25% dari berat semen. Jika air yang digunakan kurang dari 25%, maka *workability* atau kemudahan pada pengerjaan tidak akan tercapai. Beton untuk konstruksi gedung umumnya memiliki nilai rasio air-semen sebesar 0,45-0,65. Dengan rasio tersebut dapat dihasilkan beton yang kedap air, namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pemadatan dan daya kerja. Pemadatan yang kurang baik, misalnya tanpa menggunakan *vibrator* cenderung akan menyebabkan beton menjadi keropos. Demikian pula, bila adukan beton mempunyai daya kerja yang rendah. Untuk memperbaiki hal ini, umumnya diperlukan bahan aditif, sehingga daya kerja beton menjadi lebih baik, tanpa mempengaruhi kekuatan maupun rasio air-semen.



Gambar 2.3 Pengaruh agregat/semen rasio pada kekuatan beton
(B.G.SING, Specific surface of aggregates related to compressive and flexural strength of concrete, J.Amer. Concr. Inst., 54, pp.897 – 907, April 1958)

Semakin tingginya nilai rasio air-semen mengindikasikan semakin besar jumlah air yang dikandung beton sehingga pengupuan yang terjadi lebih besar bila dibandingkan terhadap beton dengan nilai rasio air-semen lebih rendah. Hal ini berarti besar susut yang terjadi juga semakin tinggi.

2.2.3 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton (f'_c) adalah kemampuan beton menahan gaya tekan persatuan luas bidang tekannya. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur beton. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dibutuhkan. Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang disyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari f'_c seperti yang telah disyaratkan.

Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau SNI 03-1974-1990 dan kubus dengan prosedur BS-1881 Part 115; Part 116 pada umur 28

hari. Kekuatan tekan relatif antara benda uji silinder dengan benda uji kubus ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 2 Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus

Kuat Tekan (MPa)	7,00	15,20	20,00	24,10	26,20	34,50	36,50	40,70	44,10	50,30
Kuat Rasio Silinder/Kubus	0,76	0,77	0,81	0,87	0,91	0,94	0,87	0,92	0,91	0,96

(Sumber: Neville, "Properties of Concrete", 3rd Edition, Pitman Publishing, London, 1981, p.544)

Tabel 2. 3 Perbandingan Kuat Tekan antara Silinder dengan Kubus

Kuat Tekan Silinder (MPa)	2	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Kuat Tekan Kubus (MPa)	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55

(Sumber: ISO Standard 3893-1977)

Faktor – faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton adalah sebagai berikut :

1. Kondisi bahan penyusun beton.

Kondisi agregat yaitu persentase kadar lumpur agregat, kandungan bahan organik agregat, gradasi agregat serta kondisi semen dan kemurnian air.

2. Rancang campur.

Metode perhitungan rancang campur, Faktor Air Semen (FAS) yang dipilih untuk rancang campur dan penentuan proporsi bahan.

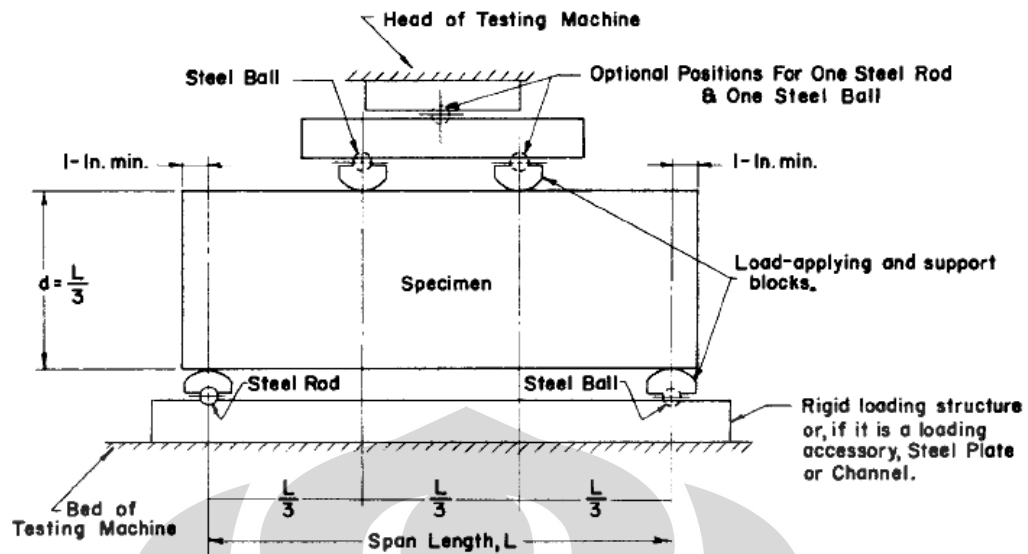
3. Perawatan (Curing)

4. Pelaksanaan pengecoran.

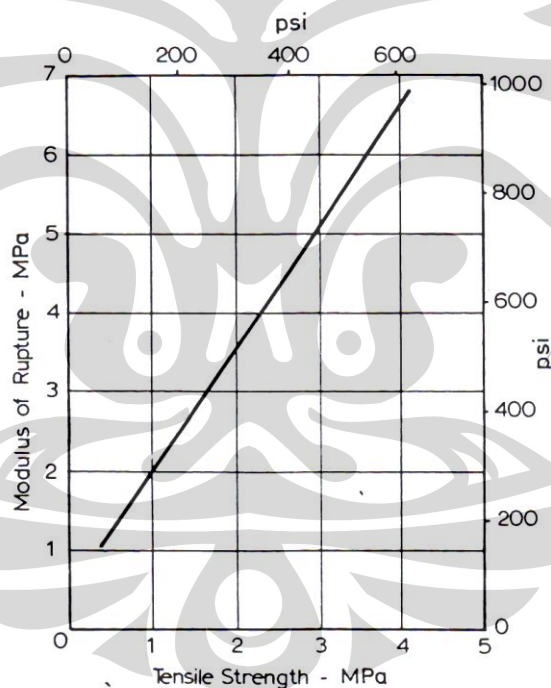
Pengaruh suhu dan kelembapan saat pengecoran, tingkat kekeringan atau kebasahan agregat saat digunakan, serta pengadukan dan pemadatan campuran beton.

2.2.4 Kuat Tarik Lentur Beton

Kuat tarik lentur (f_r) adalah kekuatan tarik beton dalam keadaan lentur akibat momen. Kekuatan yang dikenal sebagai modulus tarik (modulus of rupture) ini adalah hal yang cukup penting untuk menentukan retak – retak dan lendutan dari suatu balok yang dibebani. Nilai ini ditentukan berdasarkan percobaan pada sebuah balok beton sederhana tanpa tulangan dengan sisi – sisi penampang 150 mm dan panjang 500 mm yang diberi beban pada 2 buah titik dengan jarak 1/3 bentang sampai benda uji patah.



Gambar 2. 4 Uji lentur dengan metode pembebanan tiga titik
(Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02, C78 – 96, 1994)



Gambar 2. 5 Grafik hubungan antara modulus keruntuhan dan kuat tarik langsung
(Sumber: H. Gonnerman dan E.C. Shuman, 1928)

Nilai modulus runtuh sedikit lebih besar dari nilai kekuatan tarik sesungguhnya.
ACI-89 menetapkan nilai modulus runtuh sebagai berikut :

$$f_r = 7.5 \text{ — } \text{ untuk beton normal}$$

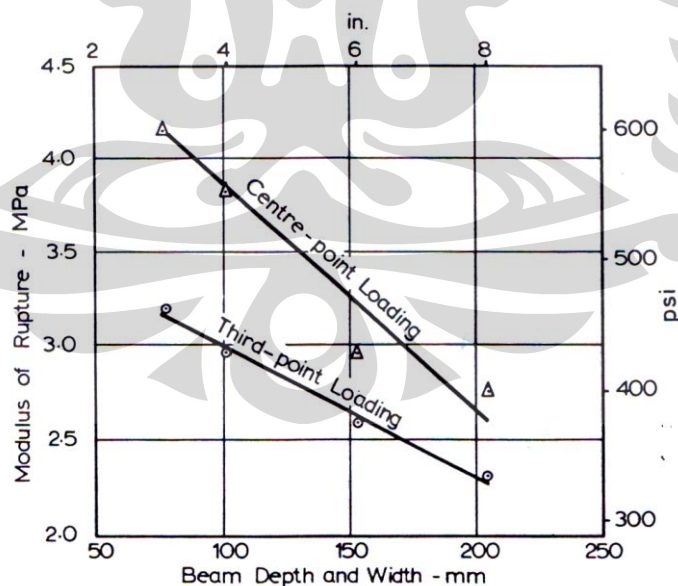
$f_r = 6.4$ ————— untuk beton pasir ringan
 $f_r = 5.6$ ————— untuk beton ringan total

f_r dalam psi bila f_c' dalam psi. Sedangkan dalam SNI03-1726-2002 pasal 11.5.3 ditetapkan bahwa besarnya modulus runtuh mengikuti rumus :

$f_r = 0.70$ ————— untuk beton normal

f_r dalam MPA bila f_c' dalam MPA. Harga f_r ini harus dikalikan faktor 0.75 untuk beton ringan total dan 0.85 untuk beton ringan berpasir.

Nilai dari modulus runtuh bergantung pada dimensi balok dan kondisi pembebanan. Sistem pembebanan yang digunakan ada dua, pertama adalah beban terpusat di tengah bentang yang akan menghasilkan distribusi momen lentur berbentuk segitiga sehingga tegangan maksimum hanya ada pada satu potongan pada balok dan yang kedua pembebanan di dua titik yang simetris yang menghasilkan momen lentur yang konstan di antara kedua titik tersebut. Perbedaan hasil dari uji tarik lentur dengan 2 tipe pembebanan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Grafik modulus keruntuhan berbagai dimensi balok dengan pembebanan titik tengah dan titik sepertiga

(Sumber: P.J.F. Wright, The effect of the method of test on the flexural strength of concrete)

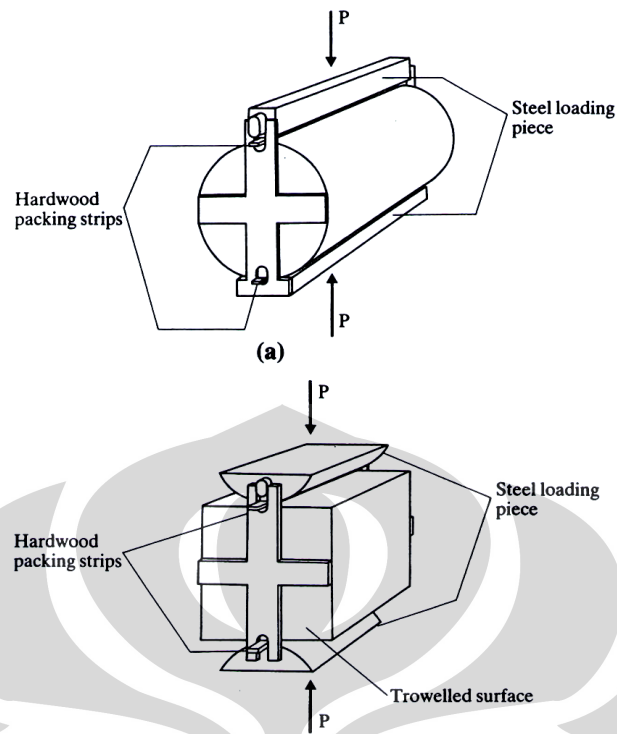
2.2.5 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton merupakan metode uji tarik yang dicetuskan oleh Fernando Carneiro, seorang warga negara Brasil sehingga tes ini juga dikenal sebagai *Brazilian test*. Test ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan di sepanjang tinggi dari benda uji silinder, caranya dengan memberikan tekanan pada sisi silinder sampai keruntuhan pada beton terjadi.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan pelat baja yang tipis untuk uji kuat belah yang diletakkan pada bagian bawah dan atas benda uji. Fungsinya untuk memindahkan beban dari mesin secara merata di sepanjang tinggi silinder. Beban maksimum yang dihasilkan diterima oleh bagian geometris di sepanjang silinder untuk mendapatkan pemisahan kekuatan tarik beton.



Gambar 2. 7 Penempatan pelat baja pada garis sampel beton



Gambar 2. 8 Uji tarik belah
(BS 1881: Part 117: 1983)

Kekuatan belah beton biasanya lebih besar dari kekuatan regang beton dan lebih rendah dibandingkan kuat lentur. Kekuatan belah beton digunakan dalam perancangan struktur beton untuk meninjau kekuatan tarik yang dihasilkan beton. Berikut adalah rumus untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton :

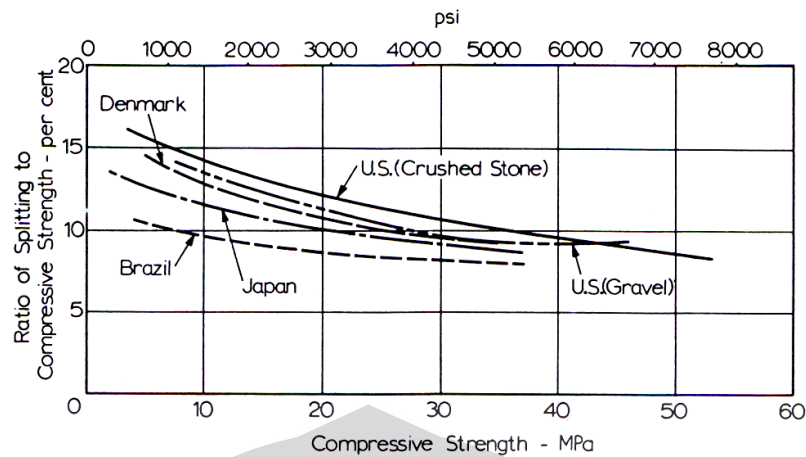
$T =$ Kuat belah beton (MPa)

$P =$ Beban maksimum yang ditunjukkan mesin tes (N)

$l =$ Tinggi silinder (300 mm)

$d =$ Diameter silinder (150 mm)

Hasil dari uji kuat tarik belah pada beton yang berbeda ditunjukkan pada grafik di bawah ini :



Gambar 2. 9 Grafik kuat tarik belah silinder pada beberapa variasi kuat tekan
(Sumber: S. Thaulow, Tensile splitting test and high strength concrete cylinders, 1995)

Uji kuat tarik belah cukup sederhana untuk menampilkan dan memberikan hasil yang lebih seragam dibanding dengan hasil uji tarik yang lain seperti pada Tabel 2.4. Kuat tarik yang diperoleh dengan uji tarik belah lebih mendekati nilai kuat tarik yang sebenarnya dibandingkan dengan uji tarik lentur. Dengan menggunakan agregat normal, partikel berukuran besar di dekat permukaan yang dibebani kemungkinan mempengaruhi kuat tarik. Keuntungan dari uji tarik belah adalah dengan menggunakan tipe spesimen yang sama dapat digunakan untuk tes uji tekan dan tes uji tarik (Nawy, Edward G., 1990).

Tabel 2. 4 Hasil Uji Kuat Tarik Beton

Tipe Pengujian	Kekuatan (Mpa)	Kekuatan (psi)
Uji Tarik Belah	2.79	405
Uji Tarik Langsung	1.90	275
Uji Tarik Lentur	4.17	605
Uji Tekan Kubus	41.23	5980

(Sumber: J.W. Murdock and C.E. Kesler, 1952)

2.3 PENGOLAHAN BETON

2.3.1 *Mixing*

Mixing merupakan pencampuran dari bahan – bahan pembentuk beton. Tujuan dari pencampuran tersebut adalah untuk memastikan bahwa setiap partikel pencampur beton akan terbungkus oleh pasta semen secara merata. *Mixing* terdiri dari penimbangan atau pengukuran bahan agar komposisinya tepat serta proses pengadukan.

Pengadukan beton pada semua mutu beton, kecuali mutu Bo, harus dilakukan dengan mesin pengaduk, agar pengadukan dapat sempurna. Selama pengadukan berlangsung, kekentalan adukan beton harus dijaga. Waktu pengadukan bergantung pada kapasitas pengaduk, tetapi pada umumnya lama pengadukan diambil paling sedikit 1,5 menit setelah semua bahan dimasukkan ke dalam drum pengaduk. Pertama-tama pasir dan agregat kasar dicampur dalam mesin aduk. Setelah merata, pada campuran itu kita tambahkan semen dan air sesuai ukuran. Apabila pengadukan sempurna hasil adukan mempunyai warna yang sama.

2.3.2 *Placing*

Placing merupakan penempatan beton segar ke dalam cetakan. Beton segar harus ditempatkan ke dalam suatu wadah segera setelah pencampuran selesai. Bentuk-bentuk dan bahan wadah yang digunakan untuk *placing* adalah *pywood and steel frame, all aluminium, plywood attached to steel hardware, all plywood, all steel, fiberglass*, dan *wood / lumber*. Wadah dapat berbentuk kotak maupun silinder. Wadah harus cukup kuat untuk menahan berat dari beton segar dan beban.

Pengangkutan beton campuran dari tempat pencampuran hingga tempat pengecoran harus dilaksanakan secara halus dan secara efisien untuk mencegah segregasi dan kehilangan bahan-bahan (air,semen, atau agregat). Beton harus dituangkan dalam wadah dengan satu cara sehingga tidak terjadi segregasi agregat, serta tidak ada beton yang harus dijatuhkan secara bebas dari satu ketinggian lebih besar dari 1,50 meter.

2.3.3 *Compacting*

Compacting merupakan proses pemadatan terhadap adukan beton segar. Pemadatan adukan beton dilakukan dengan tujuan untuk memperkecil pori-pori yang ada di dalam beton dan mencegah terjadinya rongga – rongga kosong dan sarang – sarang kerikil. Untuk pembuatan sampel dengan keperluan penelitian, pemadatan dapat dilakukan dengan menumbuk adukan atau dengan memukul - mukul cetakan. Sedangkan metode pemadatan yang dilakukan secara umum di lapangan dapat dengan menggunakan tangan dan jarum penggetar.

Metode pemadatan dengan tangan yaitu dengan cara menumbuk atau menusuk-nusuk dengan tongkat penusuk. Sedangkan metode dengan jarum getar yaitu pemadatan dengan menggunakan alat mekanis yang disebut jarum penggetar atau vibrator. Cara praktis untuk mengetahui cukup tidaknya pemadatan yaitu dengan melihat keluarnya gelembung – gelembung udara yang besar kemudian disertai gelembung – gelembung yang kecil. Juga dapat dilihat pada permukaan beton yang akan mulai bersinar akibat cukupnya air.

2.3.4 *Curing*

Curing merupakan proses perawatan yang dilakukan untuk menjaga supaya permukaan beton tidak retak sewaktu beton mengeras. Tindakan ini diambil setelah penuangan, agar mendapat situasi pengerasan yang optimal sehingga menghasilkan mutu beton yang sesuai dengan yang diharapkan. Pada umumnya beton yang baru selesai dicor harus dilindungi terhadap hujan dan panas matahari serta kerusakan-kerusakan lainnya yang disebabkan oleh gaya-gaya sentuhan sebelum beton menjadi keras. Tujuan dari perawatan beton yaitu :

1. Mencegah koehilangan kadar air pada beton (tidak kurang dari 80%)
2. Mempertahankan suhu yang baik selama durasi waktu tertentu (diatas suhu beku dan dibawah 50 derajat Celcius)

Pengaruh temperatur terhadap beton :

1. Semakin tinggi suhu, semakin cepat terjadinya reaksi hidrasi
2. Suhu ideal adalah suhu ruang

3. Bila beton membeku selama 24 jam pertama, maka beton tersebut tidak akan pernah mencapai kembali sifat awalnya
4. Suhu perawatan diatas 50 derajat C dapat merusak beton karena semen mengeras terlalu cepat
5. Perawatan yang dipercepat dapat menghasilkan beton yang lebih kuat namun memiliki durabilitas yang rendah

Jenis-jenis curing antara lain :

1. Steam Curing

- Menguntungkan bila menginginkan kekuatan awal
- Panas tambahan dibutuhkan untuk menyelesaikan hidrasi (misal pada musim dingin)
- Ada 2 metoda, yaitu Live steam (tekanan atmosferik) & Autoclave (tekanan tinggi)

2. Penyemprotan/ Fogging

- Metoda yang baik untuk kondisi dengan suhu di atas suhu beku dan humiditas rendah
- Kekurangannya yaitu tingginya biaya dan dapat menyebabkan erosi pada permukaan beton yang baru mengeras

3. Penggenangan/Perendaman

- Ideal untuk mencegah hilangnya moisture
- Mempertahankan suhu yang seragam
- Kekurangannya yaitu membutuhkan tenaga kerja yang banyak dan perlu pengawasan & tidak praktis untuk proyek yang besar

4. Lembaran Plastik (Sesuai ASTM C171)

- Lapisan Polyethylene dgn ketebalan 4 mm
- Kelebihannya yaitu ringan, efektif sbg penghalang hilangnya moisture, & mudah diterapkan
- Kekurangannya yaitu dapat menyebabkan *discoloration* permukaan, lebih terlihat bila lapisan plastik bergelombang, & diperlukan penambahan air secara periodik

5. Penutup Basah (Sesuai ASTM C171)

- Menggunakan bahan yang dapat mempertahankan *moisture*, seperti burlap (karung goni) yang dibasahi
- Kelebihannya yaitu tidak terjadi discoloration dan tahan terhadap api
- Kekurangannya yaitu memerlukan penambahan air secara periodik dan diperlukan lapisan plastik penutup burlap untuk mengurangi kebutuhan penambahan air

6. Curing Compound (Sesuai ASTM C 309)

- Membentuk lapisan tipis pada permukaan untuk menghalangi penguapan
- Efisiensinya diuji dengan ASTM C 156

2.4 MATERIAL PEMBENTUK BETON

Kualitas beton secara langsung juga ditentukan oleh kualitas dari bahan – bahan pembentuknya. Bahan – bahan beton dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu : bahan aktif dan bahan pasif. Kelompok bahan aktif yaitu semen dan air yang berfungsi sebagai perekat. Sedangkan kelompok bahan pasif adalah agregat kasar dan agregat halus yang berfungsi sebagai bahan pengisi.

2.4.1 Semen

2.4.1.1 Semen Portland

Semen pertama kali ditemukan di zaman Kerajaan Romawi, tepatnya di Pozzuoli, dekat teluk Napoli, Italia. Sedangkan kata semen sendiri berasal dari caementum (bahasa Latin), yang berarti “memotong bagian – bagian kecil tak beraturan”. Joseph Aspdin, insinyur berkebangsaan Inggris, pada tahun 1824 mengurus hak paten semen Portland. Pertama kali semen portland diproduksi di Amerika Serikat di kota Coplay, Pennsylvania, pada tahun 1875.

Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air sehingga membentuk material batu padat. Pada umumnya, semen untuk bahan bangunan adalah semen portland. Menurut ASTM C-150-1985, semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya terdiri dari satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama – sama dengan bahan utamanya. Semen portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia.

Semen portland dibuat dari bahan yang mengandung kapur, silika dan alumina serta oksida besi dengan perbandingan tertentu. Ketiga bahan dasar ini dicampur dan dibakar pada suhu 2700° Fahrenheit sehingga terbentuk klinker, kemudian klinker dihaluskan sambil ditambahkan gypsum kurang lebih 5% untuk mengatur waktu ikatnya, hasil penggilingan ini sangat halus sehingga hampir seluruh partikel semen tersebut lolos ayakan dengan jumlah lubang 40.000 per in². Beberapa jenis dari semen Portland dibuat dengan mengadakan variasi baik dalam perbandingan unsur – unsur utamanya maupun dalam derajat kehalusannya.

Semen portland merupakan bahan ikat untuk merekatkan butir – butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat. Persentase dari oksida – oksida yang terkandung di dalam semen Portland adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 5 Susunan unsur semen portland

Oksida	Persentase
Kapur (CaO)	60 – 66 %
Silika (SiO ₂)	16 – 25 %
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8 %
Ferro oksida (Fe ₂ O ₃)	0.5 – 5 %
Magnesia (MgO)	0.5 – 4 %
Sulfur (SO ₃)	1 – 2 %

Susunan unsur oksida di atas membentuk senyawa yang lebih kompleks, sebagai berikut:

Tabel 2. 6 Senyawa penyusun semen portland

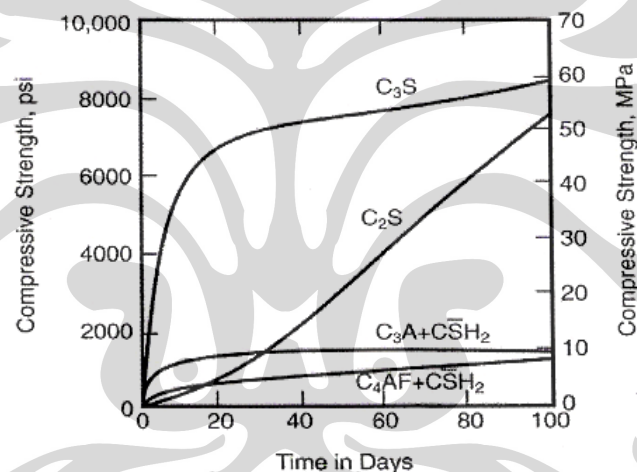
Senyawa	Komposisi kimia	Simbol
Trikalsium silikat	3CaO.SiO ₂	C ₃ S
Dikalsium silikat	2CaO.SiO ₂	C ₂ S
Trikalsium aluminat	2CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A
Tetrakalsium aluminoforit	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF

(Sumber: Neville, 1981)

Senyawa C₃S dan C₂S biasanya merupakan 70 sampai 80 dari semen sehingga merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen. Jika C₃S mempunyai persentase yang lebih tinggi akan menghasilkan proses pengerasan yang cepat pada pembentukan kekuatan awalnya disertai suatu proses panas hidrasi yang tinggi. Sebaliknya, persentase C₂S yang lebih tinggi menghasilkan proses pengerasan yang lambat, panas hidrasi yang sedikit, dan ketahanan terhadap serangan kimia yang baik. Di dalam beton, hasil reaksi C₃A dengan sulfat akan menghasilkan bentuk zat kimia baru yang dinamakan ettringite, volumenya lebih besar (mengembang), sehingga membuat beton retak – retak. Oleh karena itu semen tahan sulfat tidak boleh mengandung unsur C₃A lebih dari 5%. Unsur C₄AF kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen. Karakteristik senyawa penyusun semen portland lebih spesifik ditunjukkan oleh Tabel 2.5.

Tabel 2. 7 Karakteristik senyawa penyusun semen portland

Senyawa	Sifat - sifat
C_3S	<ul style="list-style-type: none"> • Segera berhidrasi dan menghasilkan panas bila semen terkena air. • Berpengaruh besar terhadap pengerasan semen, terutama sebelum mencapai umur 14 hari. • Membebaskan kalsium hidroksida hampir 3 kali lebih banyak daripada yang dibebaskan oleh C_2S • Bereaksi dengan air sebanyak $\pm 24\%$ beratnya
C_2S	<ul style="list-style-type: none"> • Bereaksi dengan air lebih lambat. • Berpengaruh terhadap pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari, dan memberikan kekuatan akhir. • Membuat semen tahan terhadap serangan kimia dan juga mengurangi susut akibat penguapan. • Bereaksi dengan air sebanyak $\pm 21\%$ beratnya
C_3A	<ul style="list-style-type: none"> • Berhidrasi secara exothermic dan bereaksi sangat cepat • Memberikan kekuatan setelah 24 jam • Bereaksi dengan air sebanyak $\pm 40\%$ beratnya • Mudah bereaksi dengan larutan sulfat



Gambar 2. 10 Kurva Compressive Strength-Time in Days dari Mineral Penyusun Portland Semen

(Sumber: S. Mindess and J. F. Young, 1981)

Fungsi dari semen portland adalah untuk merekatkan butir – butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat, selain itu juga untuk mengisi rongga – rongga di antara butiran agregat. Pemakaian semen portland pada bahan bangunan sebagai bahan pengikat hidrolis adalah karena sifat – sifat yang lebih baik dan angka kepadatannya tinggi, yaitu bila dicampur dengan air maka akan terjadi proses pengerasan. Selain sebagai perekat, semen portland juga berfungsi

sebagai isolator dan bahan pengawet, serta dapat mengurangi sifat mudah terbakar.

Sifat semen dapat dibedakan menjadi dua yaitu sifat fisika dan sifat kimia.

1. Sifat Fisika

- **Kehalusan Butir (Fineness)**

Kehalusan butir semen akan berpengaruh pada proses hidrasi. Semakin luas permukaan semen (dari berat semen yang sama), semakin cepat proses hidrasinya. Hal ini berarti bahwa, semakin halus butir semen maka proses hidrasinya semakin cepat dibanding dengan semen yang berbutir lebih kasar., sehingga kekuatan awal tinggi tetapi kekuatan akhir berkurang.

- **Berat Jenis (density)**

Berat semen yang disyaratkan oleh ASTM adalah 3150 kg/m^3 . Berat jenis semen berpengaruh pada proporsi semen dalam campuran beton. Pengujian berat jenis semen dapat dilakukan dengan alat turbidimeter.

- **Waktu pengikatan (*setting time*)**

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan untuk semen mengeras terhitung sejak bereaksinya air dengan semen (dicampur). Waktu dari saat pencampuran semen dengan air sampai kehilangan sifat keplastisannya disebut waktu ikat awal, pada semen portland biasanya tidak boleh kurang dari 60 menit. Waktu sampai pasta semen menjadi massa yang keras disebut waktu ikat akhir, pada semen portland tidak boleh lebih dari 480 menit.

- **Panas hidrasi**

Panas hidrasi adalah kuantitas panas dalam kalori/gram yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air. Untuk jenis semen biasa, panas hidrasi bervariasi antara 37 kalori/gram pada 5°C sampai dengan 80 kalori/gram pada 40°C . Dalam pelaksanaan, perkembangan panas ini dapat menimbulkan retakan pada saat pendinginan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan pendinginan melalui *curing* pada saat pelaksanaan.

2. Sifat Kimia

- Kesegaran Semen

Kesegaran semen adalah ukuran dari kehilangan berat akibat pembakaran semen sampai sekitar $900^{\circ} - 1000^{\circ}\text{C}$. Kehilangan berat terjadi karena adanya kelembaban dan adanya karbondioksida dalam bentuk kapur bebas atau magnesium yang menguap. Semakin sedikit kehilangan berat berarti semakin sedikit unsur pengisinya, dan ini berarti semen semakin baik.

- Sisa yang Tak Larut

Sisa bahan yang tidak habis bereaksi dengan air adalah bagian yang tidak aktif dari semen. Semakin sedikit sisa yang tak larut maka semakin baik semennya. Nilai maksimum sisa yang diizinkan adalah 0.85 %.

2.4.1.2 Ordinary Portland Cement (OPC)

Di Indonesia, berdasarkan SK SNI T-15-1990-03:2) tipe semen portland dibedakan menjadi lima sebagai berikut :

1. Tipe I (Ordinary Portland Cement)

Semen Portland tipe ini digunakan untuk segala macam konstruksi apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus, misalnya tahan terhadap sulfat, panas hiderasi, dan sebagainya. Semen ini mengandung 5 % MgO dan 2,5 -3% SO₃.

2. Tipe II (Moderate Heat Portland Cement)

Semen ini digunakan untuk bahan konstruksi yang memerlukan sifat khusus tahan terhadap sulfat dan panas hiderasi yang sedang, biasanya digunakan untuk daerah pelabuhan dan bangunan sekitar pantai. Semen ini mengandung 20% SiO₂, 6 % Al₂O₃, 6% Fe₂O₃, 6% MgO, dan 8% C₃A.

3. Tipe III (High Early Strength Portland Cement)

Semen ini merupakan semen yang digunakan biasanya dalam keadaan-keadaan darurat dan musim dingin. Digunakan juga pada pembuatan beton tekan. Semen ini memiliki kandungan C₃S yang lebih tinggi dibandingkan semen portland tipe I dan tipe II sehingga proses pengerasan terjadi lebih

cepat dan cepat mengeluarkan kalor. Semen ini tersusun dari 3,5-4% Al_2O_3 , 6% Fe_2O_3 , 35% C_3S , 6% MgO , 40% C_2S dan 15% C_3A

4. Tipe IV (Low Heat Portland Cement)

Semen tipe ini digunakan pada bangunan dengan tingkat panas hidrasi yang rendah misalnya pada bangunan beton yang besar dan tebal, baik sekali untuk mencegah keretakan. Low Heat Portland Cement ini memiliki kandungan C_3S dan C_3A lebih rendah sehingga kalor yang dilepas lebih rendah. Semen ini tersusun dari 6,5 % MgO , 2,3 % SO_3 , dan 7 % C_3A .

5. Tipe V (Super Sulphated Cement)

Semen yang sangat tahan terhadap pengaruh sulphat misalnya pada tempat pengeboran lepas pantai, pelabuhan, dan terowongan. Komposisi komponen utamanya adalah slag tanur tinggi dengan kandungan aluminanya yang tinggi, 5% terak portland cement , 6 % MgO , 2.3 % SO_3 , dan 5 % C_3A .

Tabel 2. 8 Persentase komposisi semen portland

	Komposisi dalam persen (%)							Karakteristik Umum
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	CaSO_4	CaO	MgO	
Tipe I, Normal	49	25	12	8	2.9	0.8	2.4	Semen untuk semua tujuan
Tipe II, Modifikasi	46	29	6	12	2.8	0.6	3	Relatif sedikit pelepasan panas, di gunakan untuk struktur besar.
Tipe III, Kekuatan Awal Tinggi	56	15	12	8	3.9	1.4	2.6	Mencapai kekuatan awal yang tinggi pada umur 3 hari
Tipe IV, Panas Hidrasi Rendah	30	46	5	13	2.9	0.3	2.7	Di pakai pada bendungan beton
Tipe V, Tahan Sulfat	43	36	4	12	2.7	0.4	1.6	Dipakai pada saluran dan struktur yang diekspose terhadap sulfat.

(Sumber: Nawy, 1990)

Seperti yang telah disebutkan di atas, Ordinary Portland Cement (OPC) adalah salah satu jenis semen portland yang banyak diproduksi dan digunakan di Indonesia. Komposisi kandungan kimia semen portland tipe OPC ditunjukkan oleh Tabel 2.7.

Tabel 2. 9 Kandungan kimia OPC (ASTM C 114)

Komposisi Kimia	Persentase
Silikon Dioksida, SiO ₂	20.4
Ferri Oksida, Fe ₂ O ₃	3.49
Aluminium Oksida, Al ₂ O ₃	5.50
Kalsium Oksida, CaO	65.4
Magnesium Oksida, MgO	1.24
Sulfur Trioksida, SO ₃	2.28

Pembatasan komposisi kimia dari OPC berdasarkan British Standards 12: 1978 adalah faktor *lime saturation* tidak lebih besar dari 1,02 dan tidak kurang dari 0,66. Faktor tersebut ditentukan sebagai :

dimana setiap komponen dinyatakan dalam persentase berat senyawa yang terdapat pada semen. Namun, standar ASTM dan sebagian besar spesifikasi Eropa untuk semen tidak menentukan adanya pembatasan untuk kandungan kapur (Neville,A.M., 1981).

Selama bertahun – tahun, terjadi beberapa perubahan pada karakteristik OPC (Thomson, H.F., 1959). Semen modern memiliki kandungan C₃S yang lebih tinggi dan kehalusan yang lebih besar dibanding dengan 40 tahun yang lalu.

2.4.2 Agregat

2.4.2.1 Pengertian Umum Agregat

Dalam SNI T-15-1991-03 agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil , batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama – sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolis atau adukan. Dari pengalaman menunjukkan bahwa kandungan agregat dalam campuran beton sangat tinggi sekitar 60-70%. Walaupun agregat hanya berfungsi sebagai pengisi tetapi karena komposisinya cukup tinggi, maka karakteristik agregat perlu dipelajari. Agregat dalam campuran beton dapat berupa agregat alami maupun agregat buatan (*artifial aggregates*).

1. Agregat Alami

Merupakan jenis agregat yang terbentuk secara alami oleh alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan menurut sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sedimen, dan agregat metamorf. Contohnya: pasir alam (pasir sungai, pasir galian, pasir pantai), kerikil alami, pumise/batu apung.

2. Agregat Buatan

Merupakan jenis agregat yang dibuat oleh manusia. Agregat mulai dibuat oleh manusia oleh karena lokasi mendapatkan agregat alami sangat jauh/jarang atau mungkin juga karena kualitasnya yang lebih baik dari agregat alami. Agregat buatan dapat berupa: batu pecah, pecahan bata/genteng, tanah liat bakar, expanded shale, fly-ash, terak dingin, dsb.

Sebagaimana dinyatakan dalam pasal 3.4(7) PBI-71, maupun ACI-Code pasal 3.3.3, ukuran nominal butir agregat terbesar tidak boleh melebihi nilai berikut :

1. seperlima jarak terkecil antara bidang – bidang samping cetakan
2. sepertiga tebal pelat
3. tiga perempat jarak bersih minimum antarbatang tulangan, berkas batang tulangan, ataupun kabel prategang atau tendon prategang

Kekasaran agregat turut mempengaruhi proporsi campuran. Semakin kasar agregat, semakin kuat ikatan antara agregat dengan semen. Tipe agregat juga mempengaruhi rasio agregat-semen. Satu hal yang penting dalam pencampuran beton adalah keseragaman ukuran agregat yang digunakan.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam memilih agregat:

- Ukuran (diameter)
- Permukaan
- Kebersihan
- Berat jenis
- Bentuk
- Kandungan air
- Ketahanan aus
- Tingkat kekerasan, dsb

2.4.2.2 Klasifikasi Agregat

Klasifikasi agregat berdasarkan ukuran butirannya dibedakan menjadi dua, agregat halus dan agregat kasar. Perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar tergantung dari gradasi. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran agregat. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai persentase dari berat butiran yang tertinggal atau lewat di dalam suatu susunan ayakan dengan ukuran tertentu.

1. Agregat Halus

Agregat halus menurut SK SNI 03-2847-2002 adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi ‘alami’ dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5.0 mm. Sedangkan menurut ASTM C 125-92, agregat halus ialah agregat yang lewat ayakan 3/8 in (9,5 mm) dan hampir seluruhnya melewati saringan 4.75 mm (saringan No.4 Standar ASTM) dan tertahan pada ayakan 75- μ m (No.200). Untuk penelitian digunakan campuran antara agregat alam dan daur ulang yaitu Pasir yang berasal Adhi Mix dan pasir hasil daur ulang dari Pioneer Beton.

Agregat halus yang umum dipakai sebagai campuran beton adalah pasir alam. Menurut asal dan cara mendapatkannya, pasir alam dapat digolongkan menjadi:

- Pasir galian, diperoleh dari permukaan tanah dengan cara menggali. Pasir jenis ini biasanya berbentuk tajam, bersudut, berpori, bebas dari kandungan garam, tetapi perlu dicuci dahulu untuk membersihkan kotoran tanah.

- Pasir sungai, diperoleh dari dasar sungai, umumnya berbentuk bulat karena gesekan dengan air, sehingga kurang dapat diikat dengan kuat. Butirannya relatif halus, baik untuk pekerjaan plesteran.
- Pasir laut, diperoleh dari pantai, butirannya bulat dan halus. Kurang baik karena kandungan garamnya tinggi yang menyebabkan besarnya absorpsi dan pengembangan pada beton.

Berikut persyaratan agregat halus untuk bahan bangunan yang sebaiknya dipilih (Standar SK SNI S-04-1989-F) :

- Butir - butirnya tajam dan keras.
- Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
- Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0.06 mm) lebih dari 5 %.
- Tidak boleh mengandung zat organis terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3 % NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna standar .
- Modulus halus butir antara 1,50 – 3,80 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi pada Tabel 2.8 dan 2.9.
- Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat halus harus tidak reaktif terhadap alkali.
- Agregat halus dari laut / pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan – bahan yang diakui.

Tabel 2. 10 Gradasi Standar Agregat Halus (ASTM C 33 – 78)

Diameter ayakan	Prosentase Lolos
9.5 mm (No.2)	100
4.75 mm (no.4)	95 sampai 100
2.36 mm (No.8)	80 sampai 100
1.18 mm (No.16)	50 sampai 85
600 µm (No.30)	25 sampai 60

300 μm (No.50)	10 sampai 30
150 μm (No.100)	2 sampai 10

Tabel 2. 11 Batas-batas Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-1992)

Ukuran Saringan	Persentase berat yang lolos saringan			
	Gradasi Zone I	Gradasi Zone II	Gradasi Zone III	Gradasi Zone IV
9.60 mm	100	100	100	100
4.80 mm	90-100	90-100	90-100	95-100
2.40 mm	60-95	75-100	85-100	95-100
1.20 mm	30-70	55-90	75-100	90-100
0.60 mm	15-34	35-59	60-79	80-10
0.30 mm	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15 mm	0-10	0-10	0-10	0-15

2. Agregat Kasar

Agregat kasar menurut SK 03-2847-2002 adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi 'alami' dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Sedangkan menurut ASTM C 125-92, agregat kasar adalah porsi dari agregat yang tertahan (9.5 mm) dan pada saringan 4.75 mm (saringan No.4 Standar ASTM).

Fungsi agregat kasar adalah sebagai penyusun kekuatan sedangkan agregat halus berfungsi sebagai pengisi ruang kosong. Dalam praktek, agregat halus bekerja dengan bahan matriks membentuk suatu mortar yang melingkupi seluruh permukaan agregat kasar dan memberikan sifat adhesive. Asumsi umum yang ada mengenai ukuran butiran agregat kasar yang baik adalah ukuran butiran yang berkisar antara 5 mm sampai 25 mm, dengan prediksi bahwa ukuran yang relatif lebih kecil akan menghasilkan beton dengan kuat tekan lebih baik. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin luas bidang kontak dari agregat kasar tersebut akan menyebabkan reaksi pengikatan yang lebih sempurna.

Berikut persyaratan agregat kasar untuk bahan bangunan yang sebaiknya dipilih (Standar SK SNI S-04-1989-F) :

- Butir butirnya keras dan tidak merpori. Indeks kekerasan dengan menggunakan mesin Los Angeles sesuai dengan Tabel 2.10.
- Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
- Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0.06 mm) lebih dari 1 %.
- Tidak boleh mengandung zat – zat yang reaktif terhadap alkali.
- Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20 %.
- Modulus halus butir antara 6 – 7,10 dan variasi butir sesuai dengan standar gradasi pada Tabel 2. 11 dan 2. 12.
- Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari : 1/5 jarak terkecil antara bidang – bidang samping cetakan, 1/3 tebal pelat beton, 3/4 jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.

Tabel 2. 12 Persyaratan Kekerasan Agregat Kasar untuk Beton Normal

Kekuatan beton	Maksimum bagian yang hancur dengan Mesin Los Angelos, lolos ayakan 1,7 mm (%)
Kelas I (sampai 10 MPa)	50
Kelas II (10 MPa – 20 MPa)	40
Kelas III (di atas 20 MPa)	27

Tabel 2. 13 Gradasi standar agregat kasar (ASTM C 33 – 78)

Diameter ayakan	Persentase Lolos
25.4 mm (1")	100
19.0 mm (3/4")	90 sampai 100
9.50 mm (3/8")	20 sampai 55
4.75 mm (No.4)	0 sampai 10
2.36 mm (No.8)	0 sampai 5

Tabel 2. 14 Batas-batas Gradasi Agregat Kasar (SNI 03- 2834-1992)

	Persentase berat yang lolos saringan	
	5 mm sampai 38 mm	5 mm sampai 19 mm
38.0 mm	90-100	100
19.0 mm	35-70	90-100
9.6 mm	10-40	50-85
4.8 mm	0-5	0-10

2.4.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan campuran beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk membuat campuran menjadi mudah dalam pengerjaannya dalam proses pengadukan, penuangan, maupun pemadatan. Proporsi air dinyatakan dalam rasio air semen. Air yang dipakai untuk membuat campuran beton dan perawatan beton setelah beton mengeras harus memenuhi syarat sebagai berikut (Standar SK-SNI S-04-1989-F) :

- Air harus bersih
- Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual. Benda – benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram per liter.
- Tidak mengandung garam – garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0.5 gram/liter. Khusus untuk beton pra-tegang kandungan khlorida tidak boleh lebih dari 0.05 gram per liter.
- Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO₃) lebih dari 1 gram/liter.

Untuk bereaksi dengan semen, air yang dibutuhkan hanya sekitar 25-30% dari berat semen, namun pada prakteknya bila nilai FAS yang didapat kurang dari 0,35 adukan akan sulit dikerjakan. Oleh karena itu, biasanya diambil nilai FAS lebih dari 0,40 yang berarti kelebihan air digunakan sebagai pelumas agar adukan beton mudah dikerjakan. Akan tetapi perlu dicatat bahwa jumlah air yang terlalu banyak dapat menyebabkan kekuatan beton menjadi rendah.

Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan. Jika pemeriksaan kualitas kimia air sulit dilakukan, air boleh dipakai untuk bahan pencampur beton bila air tersebut dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling dengan bahan perbandingan campuran sama.



BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 RENCANA PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh faktor air semen terhadap kuat tarik belah, kuat tarik lentur dan susut pada beton semen tipe OPC. Langkah pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan material penyusun benda uji yang terdiri dari semen tipe OPC, agregat halus dan agregat kasar. Material semen berasal dari hasil fabrikasi PT. Gresik,Tbk., agregat halus adalah pasir Galunggung dan agregat kasar berupa batu belah Kusuma.

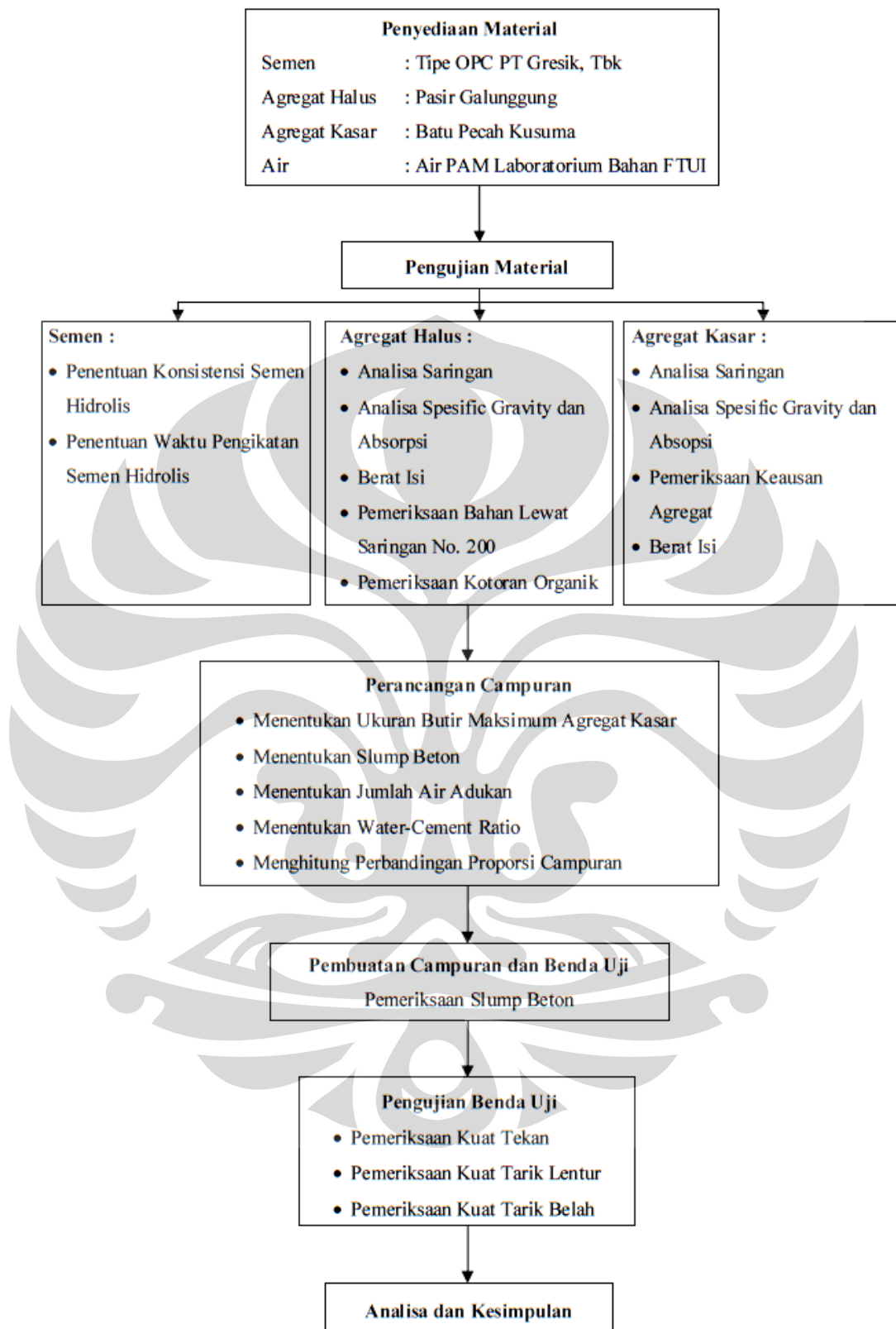
Setelah material seluruhnya tersedia, dilakukan pengujian terhadap material tersebut. Setelah material penyusun dinyatakan telah lolos uji, maka langkah selanjutnya adalah merencanakan campuran benda uji dengan metode rancang campur sehingga dapat diketahui kebutuhan masing-masing bahan penyusun benda uji. Langkah selanjutnya adanya pencampuran bahan untuk pembuatan benda uji. Selanjutnya, dilaksanakan pengujian terhadap beton segar, yakni *slump test*. Setelah nilai slump memenuhi, maka beton segar segera dicetak. Jumlah benda uji yang dibutuhkan adalah seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji

Rasio Air Semen	Uji Tekan Silinder (10x20)			Uji Tarik Belah Silinder (15x30)			Uji Tarik Lentur Balok (15x15x60)			Jumlah
	Jumlah (buah)			Jumlah (buah)			Jumlah (buah)			
	Umur 7 hari	Umur 14 hari	Umur 28 hari	Umur 7 hari	Umur 14 hari	Umur 28 hari	Umur 7 hari	Umur 14 hari	Umur 28 hari	
0.3	5	5	5	5	5	5	3	3	3	39
0.35	5	5	5	5	5	5	3	3	3	39
0.45	5	5	5	5	5	5	3	3	3	39
0.55	5	5	5	5	5	5	3	3	3	39
0.65	5	5	5	5	5	5	3	3	3	39
0.75	5	5	5	5	5	5	3	3	3	39
0.8	5	5	5	5	5	5	3	3	3	39
Jumlah	35	35	35	35	35	35	21	21	21	273

Selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik lentur dan kuat tarik belah pada benda uji yang telah dibuat. Hasil yang diperoleh dari pengujian kemudian dianalisa untuk diamati bagaimana pengaruh faktor air-semen terhadap kuat tekan, kuat tarik lentur, dan kuat tarik belah pada beton dengan semen tipe OPC. Langkah terakhir adalah penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Secara keseluruhan dapat ditunjukkan oleh diagram berikut yang merupakan bagan alir dari langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian (Gambar 3.1) :





Gambar 3. 1 Bagan Alir Metodologi Penelitian

3.2 BAHAN PEMBENTUK BETON

Bahan utama pembentuk beton yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Semen

- jenis : *Ordinary Portland Cement*
- merk : Semen Gresik
- sumber : Distributor PT. Gresik, Tbk.

2. Agregat Halus

- jenis : pasir Galunggung
- asal : Sukabumi, Jawa Barat
- sumber : PT. JHS

3. Agregat Kasar

- jenis : batu belah Kusuma
- asal : Bogor, Jawa Barat
- sumber : PT. Jaya Mix

4. Air

- jenis : air PAM
- sumber : Laboratorium Beton FT-UI Depok

3.3 PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN

3.3.1 Pengujian Semen OPC

3.3.1.1 Penentuan Konsistensi Normal Semen Hidrolis

Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM C 187 – 98.

a. Tujuan :

Menentukan konsistensi normal dari semen hidrolis untuk keperluan penentuan waktu pengikatan semen. [Menentukan jumlah air yang dibutuhkan untuk mempersiapkan pasta semen hidrolis untuk pengetesan].

b. Bahan :

Semen Portland (tipe I) \pm 3,5 kg (untuk \pm 6 percobaan); Air bersih (dengan suhu kamar).

c. Peralatan :

- Mesin aduk (mixer), dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.
- Alat vicat.
- Timbangan dengan kepekaan sampai 1,0 gram.
- Alat pengorek (scraper) dibuat dari karet yang agak kaku.
- Gelas ukur dengan kapasitas 150 atau 200 ml.
- Sendok perata (trowel).
- Sarung tangan karet.

d. Prosedur :

- Pasang daun pengaduk serta mangkuk pada alat pengaduk.
- Masukkan bahan untuk percobaan dalam mangkuk dan campurlah sebagai berikut:
 - a. Tuangkan air ($\pm 155 - 125$ cc untuk semen tipe I dan $\pm 130 - 140$ cc untuk semen tipe III).
 - b. Masukkan 500 gram semen kedalam air dan biarkan untuk penyerapan selama 30 detik.
 - c. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan rendah (140 ± 5 ppm) dan aduklah untuk 1 menit.
 - d. Hentikan mesin pengaduk untuk 15 detik dan sapulah bahan (pasta) dari dinding sisi mangkuk.
 - e. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan sedang (285 ± 10 ppm) dan aduklah untuk 1 menit.
 - f. Segera ambil pasta dari mangkuk dan bentuklah sebagai bola. Lemparkan bola pasta tersebut dari tangan yang satu ke tangan yang lain (dengan jarak ± 15 cm) sebanyak 25 kali. Kemudian tempatkan pada alat vicat. Tekankan ke dalam cincin konis sehingga memenuhi cincin tersebut.
 - g. Tempatkan cincin tersebut pada pelat gelas dan tuanglah kelebihan pasta semen dari kedua sisi cincin. Ratakan bagian atas dari pasta semen dengan sendok adukan sedemikian rupa sehingga tidak menekan adukan.

- h. Pusatkan cincin berisi pasta tersebut dibawah batang dan sentuhkan dan kuncilah jarum pada permukaan pasta.
- i. Tempatkan indikator tepat pada angka nol yang atas. Lepaskan batang bersamaan jarum dengan memutar kunci. Jarum akan masuk ke dalam pasta.
- j. Bila dalam waktu 30 detik kedalaman masuk jarum kedalam pasta besarnya 10 ± 1 mm dari permukaan, maka konsistensi pasta semen tersebut adalah normal.
- k. Bila konsistensi normal belum tercapai, ulangi langkah-langkah tersebut di atas hingga tercapai konsistensi normal.

3.3.1.2 Penentuan Waktu Ikat Semen Hidrolis

Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM C 191 – 04b.

a. Tujuan :

Menentukan waktu pengikatan semen hidrolis (dalam keadaan konsistensi normal) dengan alat vicat

b. Bahan :

Semen Portland tipe I (500 x 2) gr, Air bersih dengan suhu kamar

Peralatan :

- Mesin aduk [*mixer*], dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.
- Alat vicat.
- Timbangan dengan kepekaan sampai 1,0 gram.
- Alat pengorek [*scraper*] dibuat dari karet yang agak kaku.
- Gelas ukur dengan kapasitas 150 atau 200 ml.
- Ruang lembab yang mampu memberikan kelembabab relatif minimum 90%.

c. Prosedur :

- Tempatkan sudu serta mangkuk [kering] pada alat aduk dalam posisi mengaduk.
- Tempatkan bahan-bahan untuk satu “batch” ke dalam mangkuk dengan cara sbb :

- a. Masukkan semua air pencampur yang jumlahnya telah ditetapkan sebelumnya dalam pembuatan pasta semen dengan konsistensi normal untuk semen 500 gram.
 - b. Masukkan 500 gram semen ke dalam air tersebut dan biarkan menyerap selama 30 detik.
- Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan rendah [140 ± 5 ppm] dan aduklah selama 30 detik.
 - Hentikan mesin pengaduk untuk 15 detik dan sapulah bahan [pasta] dari dinding sisi mangkuk.
 - Jalankan mesin pengaduk dengan sedang [285 ± 10 ppm] dan aduklah selama 1 menit.
 - Segera ambil pasta semen dari mangkuk dan bentuklah sebagai bola, dan tekankan ke dalam cincin konis sesuai cara dalam penentuan konsistensi normal.
 - Segera masukkan benda coba tersebut ke dalam ruang lembab dan biarkan di sana terus kecuali bila mau dipakai untuk percobaan.
 - Setelah 30 menit di dalam ruang lembab, tempatkan benda coba pada alat vicat. Turunkan jarum D hingga menyentuh permukaan pasta semen. Keraskan sekrup E dan geser jarum penunjuk F pada bagian atas dari skala dan lakukan pembacaan awal.
 - Lepaskan batang B dengan memutar sekrup E dan biarkan jarum mapan pada permukaan pasta untuk 30 detik. Adakan pembacaan untuk menetapkan dalamnya penetrasi. Apabila pasta ternyata terlalu lembek, lambatkan penurunan batang B untuk mencegah melengkungnya jarum.
 - Jarak untuk setiap penetrasi pada pasta tidak boleh lebih kecil dari 6 mm. Untuk setiap semen Tipe I, Percobaan dilakukan segera setelah diambil dari ruang lembab dan setiap 15 menit sesudahnya sampai tercapai penetrasi sebesar 25 mm atau kurang. Untuk semen tipe III, percobaan dilakukan segera setelah diambil dari ruang lembab dan setiap 10 menit sesudahnya sampai tercapai penetrasi sebesar 25 mm atau kurang.

- Gambarkan penetrasi dalam suatu grafik, besarnya penetrasi jarum vicat sebagai fungsi dari waktu untuk semen-semen tipe I atau III.
- Catat hasil semua percobaan penetrasi. Tentukan waktu tercapainya penetrasi sebesar 25 mm. Inilah waktu ikat.

3.3.2 Pengujian Agregat Halus

3.3.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 128 – 04a.

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan *bulk* dan *apparent specific gravity* dan absorpsi dari agregat halus menurut ASTM C 128 guna menentukan agregat dalam beton.

b. Peralatan :

1. Neraca timbangan dengan kepekaan 0,1 *gram* dan kapasitas minimum 1 *kg*.
2. Piknometer kapasitas 500 *gram*.
3. Cetakan kerucut pasir.
4. Tongkat pemadat dari logam untuk cetakan kerucut pasir.

c. Bahan :

Seribu *gram* agregat halus, diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat.

d. Prosedur :

1. Agregat halus dibuat jenuh air dengan cara merendam selama 1 hari, kemudian dikeringkan sampai merata (Free Flowing Condition).
2. Sebagian benda uji dimasukkan pada *metal sand cone mold*. Benda uji kemudian dipadatkan dengan tongkat pemadat sampai 25 kali tumbukan. Kondisi SSD (*Surface Dry Condition*) diperoleh jika cetakan diangkat, agregat halus runtuh/longsor.
3. Agregat halus dalam keadaan SSD sebanyak 500 *gram* dimasukkan ke dalam piknometer dan diisikan air sampai 90 % kapasitas. Gelembung-gelembung udara dihilangkan dengan cara mengoyang-goyangkan piknometer. Rendam dalam air dengan temperatur air 73.4 ± 30 °F

selama paling sedikit 1 hari. Tentukan berat piknometer benda uji dan air.

4. Pisahkan benda uji dari piknometer dan dikeringkan pada temperatur 212 – 230°F selama 1 hari.
5. Tentukan berat piknometer berisi air sesuai kapasitas kalibrasi pada temperatur 73.4 ± 30 °F dengan ketelitian 0.1 gram.

e. Perhitungan:

$$\bullet \text{ Bulk Specific Gravity (SSD)} : \frac{500}{B + 500 - C} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\bullet \text{ Apparent Specific Gravity} : \frac{A}{B + A - C} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$\bullet \text{ Prosentasi Absorpsi} : \frac{500 - A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

A = Berat (*gram*) dari benda uji *oven dry*

B = Berat (*gram*) dari piknometer berisi air

C = Berat (*gram*) dari piknometer dengan benda uji dan air sesuai kapasitas kalibrasi

3.3.2.2 Pemeriksaan Berat Isi Agregat

Pengujian ini berdasarkan ASTM C 29/29M - 97.

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini dimaksud untuk menentukan berat isi agregat halus.

Berat isi adalah perbandingan berat dengan isi.

b. Peralatan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0.1 % berat contoh
2. Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat
3. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat sebaiknya terbuat dari baja tahan karat
4. Mistar perata (*straight edge*)
5. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang, berkapasitas sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Kapasitas Wadah Pemeriksaan Berat Isi

Kapasitas (liter)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Tebal Wadah Minimum (mm)		Ukuran Butir Maksimum (mm)
			Dasar	Sisi	
2.832	152.4 ± 2.5	154,9 ± 2.5	5.08	2.54	12.7
9.435	203.2 ± 2.5	292,1 ± 2.5	5.08	2.54	25.4
14.158	254.0 ± 2.5	279,4 ± 2.5	5.08	3.00	38.1
28.316	355.6 ± 2.5	284,4 ± 2.5	5.08	3.00	101.8

c. Benda Uji :

Masukkan contoh agregat ke dalam talam sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah sesuai tabel III.1, keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ sampai berat tetap.

d. Prosedur :

- ✓ Berat isi lepas
 - Timbang dan catat berat wadah (w_1).
 - Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir dari ketinggian maksimum 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
 - Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (w_2).
 - Hitunglah berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$).
- ✓ Berat isi padat agregat ukuran butir maksimum 36.1 mm ($1\frac{1}{2}$ "") dengan cara penusukkan
 - Timbanglah dan catat berat wadah (w_1).
 - Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
 - Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (w_2).
 - Hitunglah berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$).
- ✓ Berat isi pada agregat ukuran butir antara 38.1 mm ($1\frac{1}{2}$ "") sampai 101.8 mm (4"") dengan cara penggoyangan
 - Timbanglah dan catat berat wadah (w_1).

- Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal.
- Padatkan setiap lapisan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah seperti berikut:
 - ~ Letakkan wadah di atas tempat yang kokoh dan datar, angkatlah salah satu sisinya kira-kira setinggi 5 cm kemudian lepaskan.
 - ~ Ulangi hal ini pada sisi yang berlawanan. Padatkan lapisan sebanyak 25 kali untuk setiap sisi.
 - ~ Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (w_2).
- Hitunglah berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$).

e. Perhitungan :

$$\text{Berat Isi Agregat} = \frac{W_3}{V} \text{ kg/dm}^3 \dots\dots\dots(3.4)$$

3.3.2.3 Analisa Saringan

Pengujian ini berdasarkan standar ASTM C 136 – 04.

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan.

b. Peralatan :

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0.2 % dari berat benda uji.
- Satu set saringan : 76.2 mm (3"); 63.5 mm (2½"); 50.8 mm (2"); 37.5 mm (1½"); 25 mm (1"); 19.1 mm (¾"); 12.5 mm (½"); 9.5 mm (¼"); No.4; No.8; No.16; No.30; No.50; No.100; No.200 (standar ASTM).
- Oven yang dilengkapi dengan pengukur suhu untuk memanasi sampai (110±5)°C.
- Alat pemisah contoh (*sample splitter*).
- Mesin penggetar saringan.
- Talam-talam.
- Kuas, sikat kuningan, sendok, dan alat-alat lainnya.

c. Bahan :

- Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat.
 - ~ Ukuran maksimum No.4 berat minimum 500 *gram*.
 - ~ Ukuran maksimum No.8 berat minimum 100 *gram*

d. Prosedur :

- Sediakan benda uji sebanyak 500 *gram*.
- Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- Menyaring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran No.8, 16, 30, 50, 100, 200, pan. Kemudian saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
- Timbang berat agregat halus pada masing-masing saringan

e. Perhitungan :

Menghitung persentase gerak benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

III.3.2.4 Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No. 200

Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No. 200 sesuai dengan standar ASTM C 117 - 04.

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan No.200 dengan cara pencucian.

b. Peralatan :

1. Saringan No.16 dan No.200.
2. Wadah pencucian benda uji berkapasitas cukup besar sehingga pada waktu diguncang-guncang, benda uji dan atau air pencuci tidak tumpah.
3. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $[110\pm 5]^{\circ}\text{C}$.
4. Timbangan dengan ketelitian 0.1 % berat contoh.
5. Talam berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.

c. Bahan :

- ✓ Berat contoh agregat kering minimum tergantung pada ukuran agregat maksimum sesuai tabel dibawah ini :

Tabel 3. 3 Berat Contoh Agregat Kering Minimum

Ukuran Agregat Maksimum		Berat Contoh Agregat Kering Minimum
<i>mm</i>	<i>inci</i>	<i>Gram</i>
2,36	No. 8	100
1,18	No. 4	500
9,5	¼	2000
19,1	¾	2500
38,1	1½	5000

d. Persiapan benda uji :

- Masukkan contoh agregat lebih kurang 25 kali berat benda uji ke dalam talam, keringkan dalam oven dengan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- Siapkan benda uji dengan berat $[w_1]$ sesuai dengan tabel III.2.

e. Prosedur :

1. Masukkan benda uji ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
2. Guncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian ke dalam susunan saringan No.16 dan No.200. Pada waktu menuangkan air cucian, usahakan agar bahan-bahan yang kasar tidak ikut tertuang.
3. Masukkan air pencuci baru, dan ulanglah pekerjaan No.2 sampai air cucian menjadi bersih.
4. Semua bahan yang tertahan No.16 dan No.200 kembalikan ke dalam wadah; kemudian masukkan seluruh bahan tersebut ke dalam talam yang telah diketahui beratnya $[w_2]$ dan keringkan dalam oven dengan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
5. Setelah kering timbang dan catatlah beratnya $[w_3]$.
6. Hitunglah berat bahan kering tersebut $[w_4 = w_3 - w_2]$.

f. Perhitungan :

$$\text{Jumlah bahan lewat saringan No.200} = \frac{w_1 - w_4}{w_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

3.3.2.5 Pemeriksaan Kotoran Organik Dalam Agregat Halus

Pemeriksaan ini berdasarkan standar ASTM C 40-04.

a. Tujuan :

Menentukan adanya bahan organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran mortar atau beton.

b. Bahan :

pasir 115ml (kira-kira 1/3 isi botol)

c. Peralatan :

- Botol gelas tidak berwarna mempunyai tutup dari karet, gabus atau lainnya yang tidak larut dalam NaOH, dengan isi sekitar 350ml.
- Standar warna (*organic plate*)
- Larutan NaOH

d. Prosedur :

- Masukkan benda uji kedalam botol
- Tambahkan larutan NaOH 3%. Setelah dikocok, isinya harus mencapai kira-kira 2/3 isi botol
- Tutup botol, lalu kocok lagi kuat-kuat dan biarkan selama 24 jam
- Setelah 24 jam bandingkan warna cairan yang terlihat diatas benda uji dengan warna standar no.3

3.3.3 Pengujian Agregat Kasar

3.3.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 127 - 04.

a. Tujuan :

Menentukan *bulk* dan *apparent specific gravity* dan absorpsi dari agregat kasar menurut ASTM C 127 guna menentukan volume agregat dalam beton.

b. Peralatan :

- Timbangan dengan ketelitian 0.5 *gram*, kapasitas minimum 5 *kg*.
- Panjang besi 8 *in* dan tinggi 2.5 *in*.
- Alat penggantung keranjang
- Oven

- Handuk
- c. Bahan :
- 11 liter agregat [SSD] diperoleh dari alat pemisah contoh atau alat perempatan. Bahan benda uji lewat saringan No.4 dibuang.
- d. Prosedur :
- Benda uji direndam 24 jam.
 - Benda uji digulung dengan handuk, sehingga air permukaannya habis, tetapi harus masih tampak lembab (kondisi SSD). Timbang.
 - Benda uji dimasukkan ke keranjang dan direndam kembali dalam air. Temperatur air $73,4 \pm 3^{\circ}\text{F}$ dan ditimbang sebelum *container* diisi benda uji, digoyang-goyang dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap.
 - Benda uji dikeringkan pada temperatur $212 - 230^{\circ}\text{F}$. Didinginkan dan ditimbang.
- e. Perhitungan :
- *Bulk Specific Gravity* (SSD) : $\frac{B}{B - C}$ (3.6)
 - *Apparent Specific Gravity* : $\frac{A}{A - C}$ (3.7)
 - Persentase Absorpsi : $\frac{B - A}{A} \times 100\%$ (3.8)

Keterangan:

A = Berat (*gram*) dari benda uji *oven-dry* di udara.

B = Berat (*gram*) dari benda uji pada kondisi SSD.

C = Berat (*gram*) dari benda uji pada kondisi jenuh.

3.3.2.2 Pemeriksaan Berat Isi Agregat

Pengujian ini berdasarkan ASTM C 29/29M - 97.

- a. Tujuan :
- Pemeriksaan ini dimaksud untuk menentukan berat isi agregat kasar. Berat isi adalah perbandingan berat dengan isi.
- b. Peralatan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0.1 % berat contoh
 2. Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat
 3. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat sebaiknya terbuat dari baja tahan karat
 4. Mistar perata (*straight edge*)
 5. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang.
- c. Benda Uji :
- Masukkan contoh agregat ke dalam talam sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah sesuai tabel III.1; keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- d. Prosedur :
- ✓ Berat isi lepas
 - Timbang dan catat berat wadah (w_1)
 - Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir dari ketinggian maksimum 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh
 - Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata
 - Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (w_2)
 - Hitunglah berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$)
 - ✓ Berat isi padat agregat ukuran butir maksimum 36.1 mm ($1\frac{1}{2}$ "") dengan cara penusukkan
 - Timbanglah dan catat berat wadah (w_1)
 - Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
 - Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata
 - Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (w_2)
 - Hitunglah berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$)
 - Berat isi pada agregat ukuran butir antara 38,1 mm ($1\frac{1}{2}$ "") sampai 101,8 mm (4"") dengan cara penggoyangan

- Timbanglah dan catat berat wadah (w_1)
- Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal
- Padatkan setiap lapisan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah seperti berikut:
- Letakkan wadah di atas tempat yang kokoh dan datar, angkatlah salah satu sisinya kira-kira setinggi 5 cm kemudian lepaskan
- Ulangi hal ini pada sisi yang berlawanan. Padatkan lapisan sebanyak 25 kali untuk setiap sisi
- Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata
- Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (w_2)
- Hitunglah berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$).

3.3.2.3 Analisa Saringan

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 136 – 04.

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan.

b. Peralatan :

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0.2 % dari berat benda uji.
- Satu set saringan : 76.2 mm (3"); 63.5 mm (2½"); 50.8 mm (2"); 37.5 mm (1½"); 25 mm (1"); 19.1 mm (¾"); 12.5 mm (½"); 9.5 mm (¼"); No.4; No.8; No.16; No.30; No.50; No.100; No.200 (standar ASTM).
- Oven yang dilengkapi dengan pengukur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- Alat pemisah contoh (*sample splitter*).
- Mesin penggetar saringan.
- Talam-talam.
- Kuas, sikat kuningan, sendok, dan alat-alat lainnya.

c. Bahan :

Benda uji diperoleh dari alat pemisah.

d. Prosedur :

- Sediakan benda uji sebanyak 2.5 kg.

- Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
- Menyaring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran 1, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$, 4, 8, dan pan. Kemudian saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
- Timbang berat agregat halus pada masing-masing saringan

e. Perhitungan :

Menghitung persentase gerak benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

3.3.2.4 Pemeriksaan Abrasi dengan Menggunakan Mesin Los Angeles

Pemeriksaan ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 131 - 03.

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini dimaksudkan ini untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan mempergunakan mesin Los Angeles. Keausan agregat tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan No. 12 terhadap berat semula, dalam persen.

b. Peralatan :

- Saringan $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$.
- Mesin Los Angeles; mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (26") panjang dalam 50 cm (20"). Silinder tertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Dibagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8.9 cm (3.56").
- Saringan No. 12 dan saringan-saringan lainnya seperti tercantum dalam No.1.
- Timbangan dengan ketelitian 5 gram.
- Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4.68 cm dan berat masing-masing antara 390 gram sampai 445 gram.

- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

c. Bahan :

- Berat dengan gradasi benda uji sesuai tabel III.1.
- Bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.

d. Prosedur :

- Keringkan aggragat kasar dalam oven $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ selama 1 hari
- Saring benda uji dalam saringan $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$
- Benda uji dan bola-bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles.
- Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm, 500 putaran untuk gradasi A dan B selam 15 menit.
- Tunggu 5 menit agar agregat yang menempel pada dinding mesin berkumpul di bawah.
- Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No.12. Butiran yang tertahan dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.

e. Perhitungan :

$$\text{Keausan} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan:

A = Berat benda uji semula (*gram*)

B = Berat benda uji tertahan saringan No. 12 (*gram*)

3.4 PERANCANGAN CAMPURAN

3.4.1 Menentukan Ukuran Butir Maksimum Agregat Kasar

Ukuran maksimum butir agregat kasar ditentukan berdasarkan jenis, dimensi dan kerapatan tulangan pada struktur tersebut. Beberapa standar telah memberi

ketentuan penggunaan ukuran maksimum butir agregat kasar seperti terlihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Ukuran Agregat Maksimum yang dianjurkan dalam bermacam-macam Tipe Struktur

Dimensi Bagian Konstruksi [cm]	Ukuran agregat maksimum [mm] untuk:		
	Dinding balok; kolom bertulang	Slab dengan penulangan maksimum	Slab dengan Penulangan minimum
12,5	-	20-40	20-40
15-30	20-40	40	40-80
30-75	40-80	80	80-150
75	40-80	80	150

(Sumber: US Bureau of Reclamation. "Concrete Manual". 8th edition. 1975

3.4.2 Menentukan Slump Beton

Workabilitas campuran beton adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat kemudahan pekerjaan dari beton tersebut yang dinyatakan dengan *slump* dalam cm. Semakin tinggi nilai slump berarti semakin tinggi tingkat kemudahan pekerjaannya, dan dalam hal ini berarti semakin banyak air yang diperlukan, dimana juga akan menghasilkan kuat tekan beton yang semakin rendah. Slump suatu beton lebih baik ditentukan serendah-rendahnya tetapi masih dapat dikerjakan dengan baik. Dalam beberapa standar telah ditentukan nilai slump beton untuk beberapa jenis struktur yang ditentukan oleh US Bureau of Reclamation "Concrete Manual" seperti yang terlihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Ukuran Slump Maksimum untuk bermacam – macam Konstruksi Beton

Jenis konstruksi	Slump maksimum [cm]
1. heavy mass concrete	5
2. canal lining dengan tabel >8cm	8
3. slap dan tunnel invert	5
4. walls, pier, parapet, dan curb	5
5. side walls, tunnel lining	10
6. konstruksi lainnya	8

(Sumber: US Bureau of Reclamation, "Concrete Manual", 8th edition 1975, tabel-13)

3.4.3 Menentukan Jumlah Air Adukan

Untuk menentukan jumlah air adukan, digunakan Tabel 3.6. Dengan tabel ini jumlah air adukan ditentukan berdasarkan ukuran butir maksimum agregat kasar

dan bersamaan dengan ini juga dapat ditentukan kandungan udara dalam beton dan persentase pasir terhadap total agregat (S/A)

Tabel 3. 6 Perkiraan Jumlah Agregat Kasar dan Jumlah Air per meter kubik Beton dan Proporsi Pasir terhadap Total Agregat

Size of Agregate [mm]	Uint Coarse agregate Content by Volume [%]	Concrete without AE ad.			
		Entrapped Air [%]	Sand Percent S/A[%]	Water content W [kg]	Air Content [%]
15	53	2.5	49	190	7.0
20	61	2.0	45	185	6.0
25	66	1.5	41	175	5.0
40	72	1.2	36	165	4.5
50	75	1.0	33	155	4.0
80	81	0.5	31	140	3.5

(Sumber: Japan Society of Civil Engineer (JSCE), "The Concrete Standart Specification")

Catatan: *harga-harga diatas berlaku untuk beton yang menggunakan pasir alam dengan FM = 2.8, dan slump beton dalam mixer 8cm.

3.4.4 Menentukan Water-Cement Ratio

Faktor air semen ditentukan berdasarkan kuat tekan beton yang diinginkan dengan menggunakan Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Perkiraan Kuat Tekan Beton untuk berbagai Nilai FAS (w/c) untuk Beton dengan A.E saja dan Beton dengan A.E.+W.R.A.

Water-cement ratio [W/C]	Compressive strength pada umur 28 hari [kg/cm ²]	
	Beton dengan A.E saja	Beton dengan A.E+W.R.A
0.40	400	450
0.45	340	390
0.50	290	340
0.55	250	290
0.60	220	250
0.65	180	220
0.70	150	190

Dalam menentukan FAS berdasarkan kuat tekan beton, kuat tekan beton rencana harus dinaikkan dengan suatu koefisien (increment coefficient) yang besarnya dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{.....(3.10)}$$

C = increment coefficient

t = konstanta (tabel 3.7)

v = koefisien variasi

.....(3.11)

.....(3.12)

Jadi penentuan FAS harus diambil dari target kuat tekan beton.

Tabel 3. 8 Harga – harga t untuk berbagai keadaan hasil pengujian benda uji

Persentase kuat tekan yang lebih besar dari rencana	t
75 %	0,703
80 %	0,883
85 %	1,100

3.4.5 Menghitung Perbandingan Proporsi Campuran

Perbandingan proporsi campuran beton dinyatakan dalam berat per m³ beton dan pada umumnya dihitung dengan tahapan seperti berikut :

1. Menentukan ukuran butir agregat kasar maksimum, slump dan FAS (w/c)
2. Berdasarkan ukuran butir agregat kasar maksimum dengan menggunakan table 3.6 dapat ditentukan :
 - ~ jumlah air adukan (W) dalam kg
 - ~ persentase pasir terhadap total agregat (S/A)
3. Dengan didapat jumlah air (W) dan FAS (w/c), maka dapat ditentukan jumlah semen (C) :

.....(3.13)

4. Menghitung volume total agregat, dengan menggunakan rumus berikut :

.....(3.14)

dimana : g_w = berat jenis air

g_c = berat jenis semen

5. Dengan didapatnya S/A dan Ag , maka dapat dihitung volume pasir (S) dari agregat kasar (Ca)

$$\dots\dots\dots(3.15)$$

$$\dots\dots\dots(3.16)$$

Kemudian berat pasir dan agregat kasar dapat dihitung.

3.5 PEMBUATAN BETON

Setelah didapatkan jumlah berat semua material beton, maka campuran ini dicoba di laboratorium. Volume percobaan di laboratorium tidak harus 1 m³ beton akan tetapi disesuaikan dengan kebutuhan percobaan. Pada percobaan campuran ini yang dikontrol adalah workabilitas (slump) beton. Apabila pada percobaan campuran ini slump yang didapat tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka dilakukan perhitungan ulang dengan melakukan penyesuaian menggunakan Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Penyesuaian Harga Perbandingan Material

<i>Change in material or proportion</i>		<i>Correction on s/a and w</i>	
		<i>Sand percent s/a [%]</i>	<i>Water content W [kg]</i>
1	<i>Each 0.1 increase or decrease in FM of sand</i>	± 0.5	<i>No correction</i>
2	<i>Each 1 cm increase or decrease in slump</i>	<i>No correction</i>	$\pm 1.2 \%$
3	<i>Each 1 % increase or decrease in air content</i>	$\pm 0.5 \sim 1$	$\pm 3 \%$
4	<i>Using crushed coarse aggregate</i>	$\pm 3 \sim 5$	$\pm 9 \sim 15$
5	<i>Using crushed coarse sand</i>	$\pm 2 \sim 3$	$\pm 6 \sim 9$
6	<i>Each 0.05 increase or decrease in water-cement ratio</i>	± 4	<i>No correction</i>
7	<i>Each 1 % increase or decrease in S/A</i>	<i>No correction</i>	± 1.5

(Sumber: Japan Society of Civil Engineer (JSCE), "The Concrete Standart Specification")

Berikut adalah hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan benda uji :

1. Ukuran sesuai dengan pengujian yang diperlukan :
 - Benda Uji Balok 15 cm x 15 cm x 55 cm, untuk pengujian kuat tarik lentur
 - Benda Uji Silinder 15 cm x 30 cm, untuk pengujian kuat tarik belah
 - Benda Uji Balok 10 cm x 10 cm x 50 cm, untuk pengujian susut

2. Benda uji dibuat tujuh variasi rasio air-semen: 0,3;0,35;0,45;0,55;0,65;0,75; dan 0,8.
3. Dalam satu kali pembuatan, dibuat 5 benda uji (ACI 544.2R - 89 / minimal 3 buah benda uji untuk setiap pengujian) untuk masing-masing pengujian.
4. Prosedur:

Persiapan Cetakan:

- a. Satu hari sebelum pembuatan beton, keluarkan cetakan yang akan digunakan untuk pencetakan.
- b. Minyak cetakan dengan oli atau gemuk, agar memudahkan saat cetakan dibuka.

Pengadukan [dengan mesin pengaduk]:

- a. Masukkan agregat kasar dan air pencampur sebanyak 30 % sampai 40 % ke dalam pengaduk. Jalankan mesin pengaduk, masukkan agregat halus semen dan sisa air pencampur. Setelah semua bahan campuran beton dimasukkan ke dalam pengaduk, biarkan adukan beton selama 3 menit.
- b. Ambillah tutup pengaduk dan jalankan mesin pengaduk selama 2 menit. Tuangkan beton ke dalam talem dan aduklah lagi dengan sekop merata.
- c. Tentukan *slump*. Apabila *slump* yang didapat tidak sesuai dengan yang dikehendaki, ulangi pekerjaan dengan menambah atau mengurangi agregat sampai mendapat *slump* yang dikehendaki. Kemudian tentukan berat isi.
- d. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap – tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga, tongkat pemadat tidak boleh masuk kira – kira 25.4 mm ke dalam lapisan di bawahnya. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan – lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup.
- e. Ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan kedap air serta tahan karat. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.

Perawatan Benda Uji:

- a. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.

- b. Rendamlah benda uji dalam bak perendam beisi air yang telah memenuhi persyaratan untuk perawatan [*curing*], selama waktu yang dikehendaki.
- c. Biarkan beton direndam dalam bak perawatan sampai satu hari sebelum waktu pengetesan.

3.6 PENGUJIAN BENDA UJI

3.6.1 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dilakukan sesuai ASTM C 39/C 39M – 04a. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan besarnya beban tekan maksimum dari suatu benda uji beton per satuan luasnya. Umur pengujian adalah 7, 14, dan 28 hari. Benda uji berupa silinder 10 cm x 20 cm.

Peralatan :

- Mesin Uji Tekan Laboratorium Departemen Teknik Sipil FTUI
- Pelat Baja
- Benda Uji Silinder 10 x 20 cm.

Langkah kerja :

1. Benda uji silinder 10x20 cm yang sudah mengalami proses perawatan dan pengeringan disiapkan dan ditimbang.
2. Bagian atas permukaan benda uji yang kasar diberi lapisan belerang (capping) yang bertujuan meratakan permukaan beton.
3. Setelah lapisan belerang mengeras, benda uji diletakkan pada mesin uji tekan dan posisinya diatur agar tepat berada di tengah-tengah bidang penekan.
4. Pembebanan dilakukan perlahan-lahan secara kontinu dengan mesin hidraulik sampai benda uji mengalami kehancuran (jarum penunjuk berhenti kemudian salah satunya berrgerak turun).
5. Catat beban maksimum yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk.

Dalam memperhitungkan gaya – gaya yang didistribusikan secara kontinu, kuat tekan diperoleh dengan menggunakan rumus gaya tekan, yaitu :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

dimana: σ = Kuat tekan benda uji (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm^2)

Maka untuk luas bidang tekan yang semakin kecil dengan tekanan konstan diperoleh pembebanan P semakin kecil pula.

3.6.2 Pengujian Kuat Tarik Lentur

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan ASTM C 78 - 94 dengan metode *Third-Point Loading*. Sedangkan umur pengujian adalah 7, 14, dan 28 hari. Adapun tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui *modulus of rupture*, yaitu kuat lentur maksimum yang diderita oleh serat bawah balok pada beton yang mengeras dengan umur 28 hari. Benda uji balok beton ukuran 15 cm x 15 cm x 55 cm.

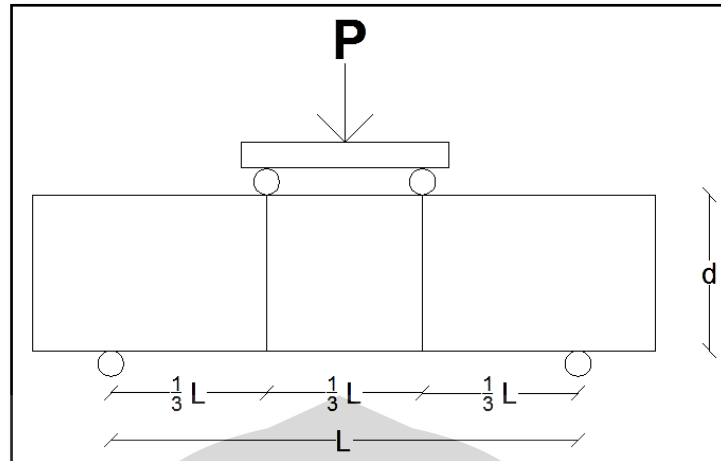
Peralatan:

- Mesin Uji Lentur (*Flexural Strength Testing Machine*) Beton Kapasitas 100 kN Laboratorium Beton Universitas Indonesia
- *Beam mold* 15 cm x 15 cm x 60 cm

Langkah Kerja:

1. Benda uji balok yang sudah mengalami proses perawatan dan pengeringan disiapkan, diukur dimensinya (juga untuk mengetahui balok tersebut memenuhi persyaratan keseragaman sampel).
2. Tentukan panjang bentang yaitu tiga kali tinggi balok pada posisi simetris memanjang dan mengatur posisi roda baja bagian bawah untuk meletakkan benda uji.
3. Balok diletakkan di kedua perletakan mesin uji lentur secara simetris dan diberi beban garis sejarak 1/3 bagian dari perletakan secara simetris.
4. Hidupkan mesin dan berikan beban secara tetap dan berkesinambungan tanpa ada beban kejut sampai keruntuhan terjadi.
5. Besar beban maksimum yang terjadi catat untuk perhitungan.

Pada test kuat lentur ini digunakan empat variabel yaitu sebagai berikut :



Gambar 3. 2 Pengujian kuat lentur pada balok uji dengan metode pembebanan pada 1/3 bentang balok

Perhitungan nilai *modulus of rupture* tergantung dari lokasi patahan yang terjadi pada balok, yaitu:

- Bila patahan terjadi pada 1/3 bagian tengah bentang dari balok, tidak lebih dari 5% panjang bentang balok, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{Pl}{bd^2} \dots\dots\dots(3.17)$$

Dimana :

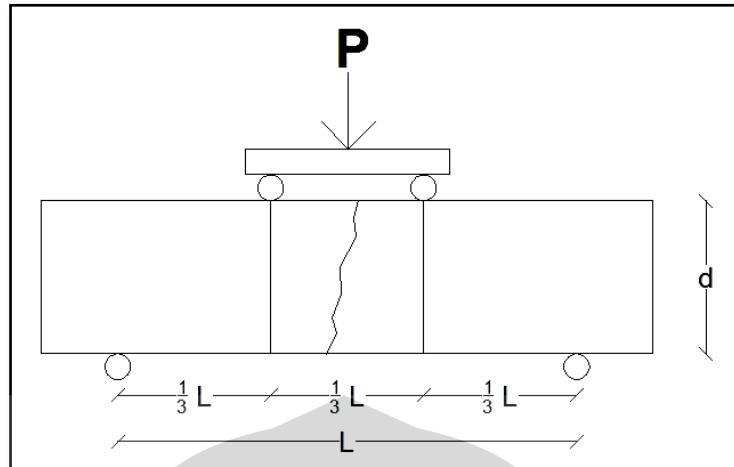
R = Modulus Runtuh, *psi* atau *Mpa*

P = Maksimum Beban, *lbf* atau *N*

l = Panjang bentang, *in* atau *mm*

b = Rata-rata lebar benda uji, *in* atau *mm*

d = Rata-rata ketinggian benda uji, *in* atau *mm*



Gambar 3. 3 Keruntuhan lentur terjadi pada tengah bentang

- Bila patahan terjadi pada 1/3 bagian tepi bentang, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{3Pl}{bd^2} \dots\dots\dots(3.18)$$

Dimana :

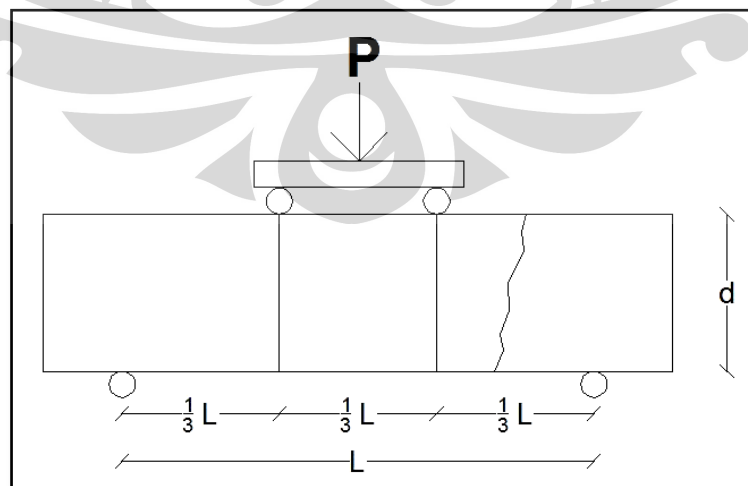
R = Modulus Runtuh, *psi* atau *MPa*

P = Maksimum Beban, *lbf* atau *N*

l = Panjang bentang, *in* atau *mm*

b = Rata-rata lebar benda uji, *in* atau *mm*

d = Rata-rata ketinggian benda uji, *in* atau *mm*



Gambar 3. 4 Keruntuhan lentur terjadi pada tepi bentang

- Bila patahan terjadi pada 1/3 bagian tepi bentang balok dengan jarak lebih dari 5 % panjang bentang, hasil ini harus dianulir.

3.6.3 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian ini dilakukan sesuai ASTM C 496 yaitu *Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. Test ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik di sepanjang tinggi dari benda uji silinder. Umur pengujian adalah 7 dan 28 hari.

Peralatan :

- Mesin Uji Tekan Laboratorium Departemen Teknik Sipil FTUI
- Pelat Baja
- Benda Uji Silinder 15 x 30

Langkah Kerja :

1. Penandaan

Dengan cara menggambar garis diameter pada bagian atas dan bawah silinder dengan suatu alat seperti pada gambar 3.5 pada sumbu yang sama dan berada pada diameter.

2. Pengukuran

Menentukan garis tengah dari benda uji sampai mendekati 0,25 mm dengan cara mengukur rata – rata dari 3 kali pengukuran garis tengah di tempat yang sudah disediakan. Selanjutnya menandakan bagian panjang benda uji sampai mendekati 2 mm dengan paling sedikit 2 kali pengukuran.

3. Posisi penempatan pelat baja pada garis

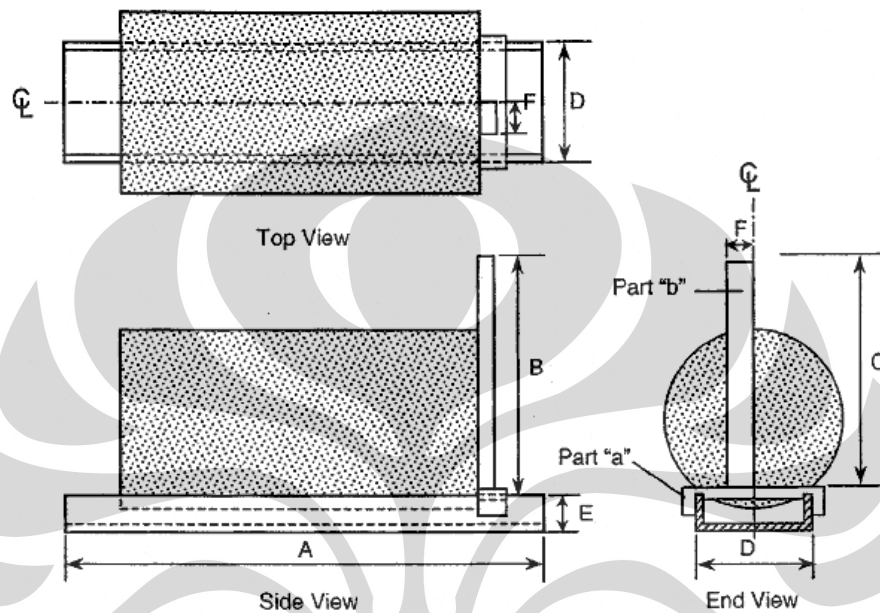
Pelat baja ditaruh sepanjang garis yang sudah ditandai sebelumnya di tempat benda uji untuk bagian bawah. Kemudian menempatkan benda uji silinder di atas pelat baja tersebut. Yang terakhir menempatkan pelat baja di atas benda uji silinder tepat pada garis yang sudah dibuat sebelumnya.

4. Posisi pada saat tes

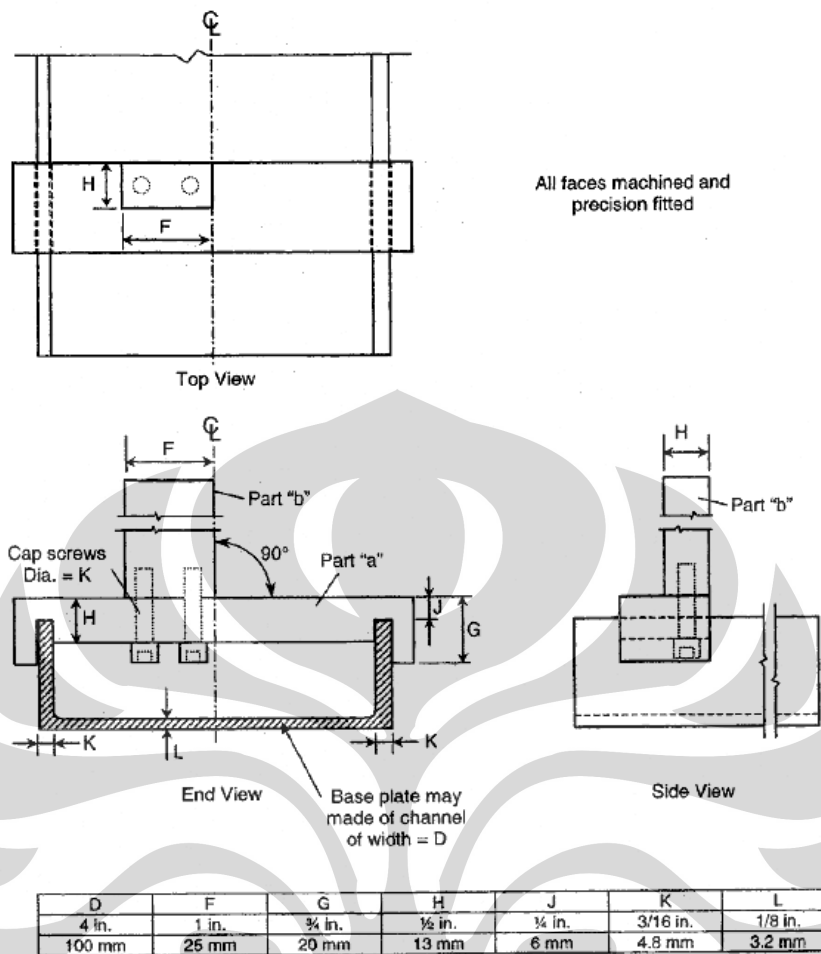
Penempatan benda uji yang sudah di set pada alat tes tekan, dengan menaruh tepat pada pusat ke pusat. Agar beban yang diberikan tepat pada pertengahan benda uji.

5. Penambahan beban

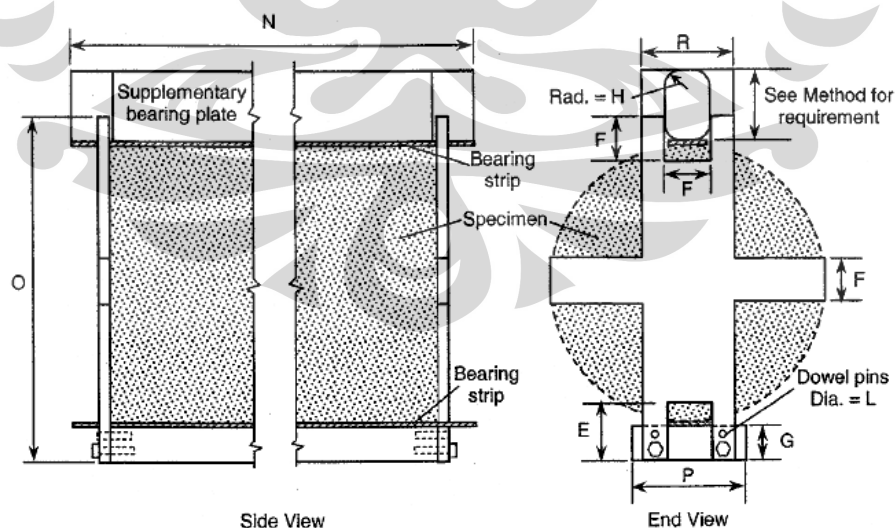
Diberikan beban dengan kecepatan konstan $0,7 \text{ MPa}$ per menit sampai $1,4 \text{ MPa}$ per menit sampai benda uji mengalami kegagalan struktur. Beban maksimum pada mesin tes tekan merupakan kekuatan tarik belah dari beton tersebut.



Gambar 3.5 Cara penandaan dengan menggunakan alat
(Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02, C496/C496M – 04, 1994)



Gambar 3. 6 Detail penandaan
(Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02, C496/C496M – 04, 1994)



Gambar 3. 7 Detail pelat besi untuk *splitting test*
(Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02, C496/C496M – 04, 1994)

Berikut adalah rumus untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton :

$$\text{---} \dots\dots\dots (3.19)$$

T = Kuat belah beton (MPa)

P = Beban maksimum yang ditunjukkan mesin tes (N)

l = Tinggi silinder (300 mm)

d = Diameter silinder (150 mm)



BAB 4 ANALISA HASIL PENELITIAN

4.1 ANALISA HASIL PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN

4.1.1 Analisa Hasil Pengujian Semen Tipe OPC

4.1.1.1 Penentuan Konsistensi Normal Semen Hidrolis

Pengujian semen yang pertama adalah penentuan konsistensi normal semen hidrolisis. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan volume air yang dibutuhkan untuk mempersiapkan pasta semen hingga mencapai kedalaman penetrasi sebesar 10 ± 1 mm dengan menggunakan alat vicat.

Berdasarkan pengujian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil uji konsistensi normal semen hidrolisis

Berat Semen (gram)	Volume Air (ml)	Kedalaman Penetrasi (mm)
500	120	3
500	123	6
500	125	11

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Untuk mencapai kedalaman penetrasi jarum alat vicat sebesar 10 ± 1 mm dalam waktu 30 detik diperlukan air sebanyak 125 ml pada campuran pasta semen tipe OPC.
- Selanjutnya volume air sebanyak 125 ml ini akan digunakan untuk membuat pasta semen pada pengujian penentuan waktu ikat semen.

4.1.1.2 Penentuan Waktu Ikat Semen Hidrolis

Selanjutnya dilakukan pengujian penentuan waktu ikat semen hidrolis jumlah air yang digunakan sesuai dengan hasil konsistensi normal semen hidrolis.

Berdasarkan pengujian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil uji waktu ikat semen hidrolis

No.	Waktu Penetrasi (menit)	Kedalaman Penetrasi (mm)
1.	15	40
2.	30	40

3.	45	40
4.	60	38
5.	75	25

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Jarum penetrasi mencapai kedalaman 25 mm setelah pengujian per 15 menit ke – 5 yaitu pada total menit ke 75. Waktu 75 menit inilah yang dimaksud dengan waktu ikat semen tipe OPC.

4.1.2 Analisa Hasil Pengujian Agregat Halus

4.1.2.1 Analisa Specific Gravity & Absorpsi

Pengujian pertama untuk agregat halus adalah menentukan SG (Specific Gravity) dan penyerapan agregat terhadap air (absorpsi). Nilai SG diperoleh dengan menguji sebanyak 2 sampel agregat sesuai prosedur, kemudian mengambil nilai rata – rata dari hasil uji kedua sampel tersebut. Nilai SG ini selanjutnya akan digunakan untuk perancangan campuran.

Berdasarkan pengujian analisa specific gravity dan absorpsi agregat halus, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil uji specific gravity dan absorpsi agregat halus

A) Weight of Oven-Dry Specimen in Air	(gram)	490	489
B) Weight of Pycnometer Filled with Water	(gram)	663	667
C) Weight of Pycnometer with Specimen and Water to Calibration Mark	(gram)	967	970
Bulk Specific Gravity	$= \frac{A}{B + 500 - C}$	2.500	2.482
Average of Above		2.491	
SSD Specific Gravity (Saturated-Surface-Dry Basis)	$= \frac{500}{B + 500 - C}$	2.551	2.538
Average of Above		2.545	
Apparent Specific Gravity	$= \frac{A}{B + A - C}$	2.634	2.629
Average of Above		2.632	
Absorption (%)	$= \frac{500 - A}{A} \times 100\%$	2.041	2.249
Average of Above	(%)	2.145	

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Specific Gravity yang akan digunakan untuk rancang campur adalah SSD Specific Gravity yaitu 2.545
- Absorpsi agregat halus sebesar 2.15 %

4.1.2.2 Berat Isi Agregat Halus

Berat isi agregat halus ditentukan dengan melakukan pengujian berat isi agregat sebanyak 2 sampel, kemudian diambil nilai rata – ratanya.

Berdasarkan pengujian berat isi agregat halus, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil uji berat isi agregat halus metode lepas

Sample	I	II
a) Weight of Measure (kg)	1,042	1,042
b) Weight of Measure + Water (kg)	3,055	3,055
c) Weight of Measure and Sample (kg)	4,074	4,080
d) Weight of Sample (kg)	3,032	3,036
e) Volume of Measure (liter)	2,013	2,013
f) Unit weight of aggregate (kg/liter)	1,506	1,508
B) Average of above (kg/liter)	1,507	
A) Bulk Specific Gravity of Aggregate	2,491	
W) Unit Weight of Water (kg/liter)	1	
Void (%)	39.54	39.46
Average	39.50%	

Tabel 4.5 Hasil uji berat isi agregat halus metode tusuk

Sample	I	II
a) Weight of Measure (kg)	1,042	1,042
b) Weight of Measure + Water (kg)	3,055	3,055
c) Weight of Measure and Sample (kg)	4,368	4,366
d) Weight of Sample (kg)	3,326	3,324
e) Volume of Measure (liter)	2,013	2,013
f) Unit weight of aggregate (kg/liter)	1,652	1,651
B) Average of above (kg/liter)	1,6515	
A) Bulk Specific Gravity of Aggregate	2,491	
W) Unit Weight of Water (kg/liter)	1	
Void (%)	33.68	33.72
Average	33.70%	

Tabel 4.6 Hasil uji berat isi agregat halus metode goyang

Sample	I	II
a) Weight of Measure (kg)	1,042	1,042
b) Weight of Measure + Water (kg)	3,055	3,055
c) Weight of Measure and Sample (kg)	4,450	4,453
d) Weight of Sample (kg)	3,408	3,411
e) Volume of Measure (liter)	2,013	2,013
f) Unit weight of aggregate (kg/liter)	1,693	1,694
B) Average of above (kg/liter)	1,6935	
A) Bulk Spesific Gravity of Aggregate	2.491	
W) Unit Weight of Water (kg/liter)	1	
Void (%)	32.03	31.99
Average	32.01%	

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

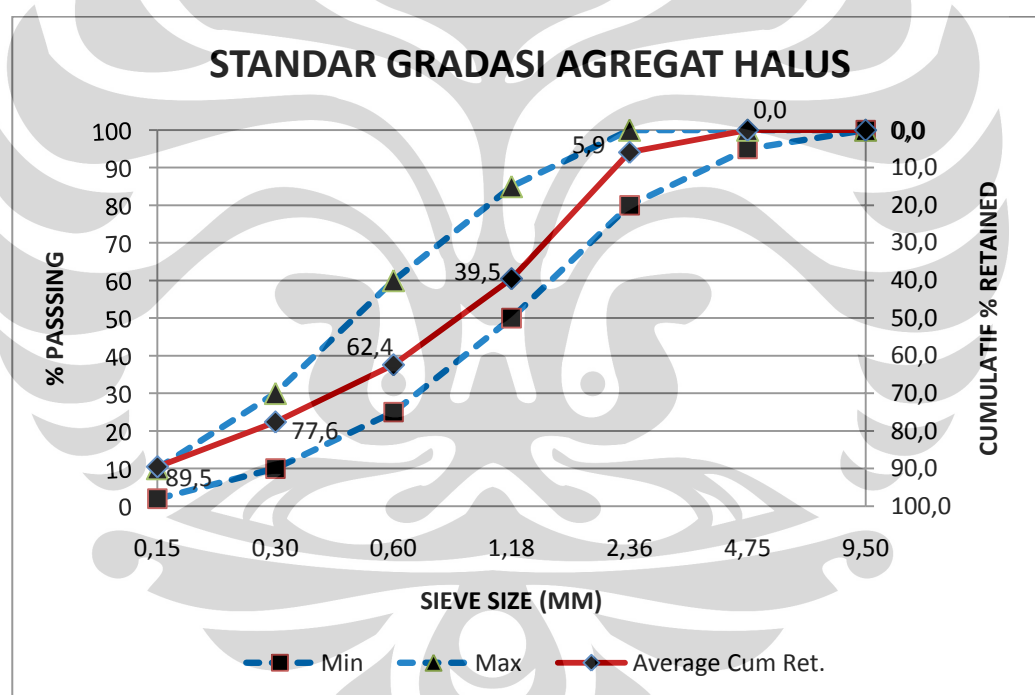
- Penggunaan ketiga metode yaitu lepas, tusuk dan goyang menghasilkan berat isi secara berurutan sebesar 1.507, 1.6515, 1.6935 kg/liter.
- Sedangkan persentase void (celah) agregat yang dihasilkan dari metode lepas, tusuk dan goyang secara berurutan adalah 39.50%, 33.70% dan 32.01%.
- Metode lepas merupakan metode yang menghasilkan berat isi terkecil dan memiliki persentase celah terbesar, sedangkan metode goyang menghasilkan berat isi terbesar sehingga persentase celah yang dibentuk antar agregat pun semakin kecil. Dalam hal ini, penggoyangan adalah metode pengurangan celah yang paling baik untuk pembuatan beton.

4.1.2.3 Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan ini dilakukan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus serta mendapatkan nilai *fineness modulus* (FM) yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung rancang campur beton. Berdasarkan pengujian analisa saringan agregat halus, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil uji analisa saringan agregat halus

Sieve Size		Sample No. 1			Sample No. 2			Average			
		Weight Ret. Grams	Ind. % Ret.	Cum. % Ret.	Weight Ret. Grams	Ind. % Ret.	Cum. % Ret.	Ind. % Ret.	Cum. % Ret.	Total % Passing	
mm	No.										
9.50	$\frac{3}{8}$ "		0	0		0	0	0	0	100	
4.75	No. 4	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	100.0	
2.36	No. 8	9	1.8	1.8	50	10.0	10.0	5.9	5.9	94.1	
1.18	No. 16	212	42.4	44.2	124	24.8	34.8	33.6	39.5	60.5	
0.60	No. 30	112	22.4	66.6	117	23.4	58.2	22.9	62.4	37.6	
0.30	No. 50	67	13.4	80.0	85	17.0	75.2	15.2	77.6	22.4	
0.15	No. 100	51	10.2	90.2	68	13.6	88.8	11.9	89.5	10.5	
0.074	No. 200	34	6.8	97.0	39	7.8	96.6	7.3	96.8	3.2	
PAN		15	3.0	100	17	3.4	92	3.2	100	0	
TOTAL		500	100		500	100		100			
FM					2.749						



Gambar 4.1 Standar gradasi agregat halus

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Nilai FM agregat halus yang akan digunakan untuk rancang campur adalah 2.75, hasil ini adalah hasil yang cukup baik karena kualitas pasir yang kami gunakan pun cukup baik mengingat sumbernya adalah perusahaan *ready mix* beton mutu tinggi

- Gradasi agregat halus berada di dalam kurva standard gradasi yang menunjukkan pembagian ukuran butiran (gradasi) cukup baik dan memenuhi syarat untuk digunakan dalam pembuatan sampel beton.

4.1.2.4 Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No.200

Pengujian ini sering disebut dengan pengujian kadar lumpur agregat karena dilakukan dengan mencuci agregat halus di atas saringan No. 200 hingga air yang lolos saringan tidak lagi mengandung lumpur atau sudah jernih. Hasil yang diperoleh berupa berat bahan yang lolos saringan yaitu selisih berat agregat sebelum dicuci dan setelah dicuci. Berat lumpur yang diperoleh tidak boleh melebihi 5% dari berat agregat halus.

Berdasarkan pengujian pemeriksaan bahan lewat saringan no.200, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.8 Hasil uji pemeriksaan bahan lewat saringan no.200

SAMPLE	I	II
B) Original dry weight of sample (gr)	500	500
C) Dry weight of sample (gr)	492	494
A) Percentage of material finer than a No. 200 sieve by washing (%)	1,6	1,2
Average of above (%)	1,4%	
$A = \frac{B-C}{B} \times 100\%$		

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Masing – masing sampel memiliki persentase kadar lumpur yang terkandung tidak melebihi batas yang disarankan yaitu sebesar 5%, sehingga dapat dikatakan cukup baik sebagai material penyusun beton.
- Persentase kadar lumpur di atas 5% dapat mempengaruhi mutu agregat halus yang akan mempengaruhi mutu beton.

4.1.2.5 Pemeriksaan Kotoran Organik

Kotoran organik yaitu bahan – bahan organik yang dapat menimbulkan efek merugikan terhadap mutu beton oleh karena itu kandungannya pada pasir harus

dibatasi. Kadar kotoran organik yang dikandung oleh agregat halus dapat ditentukan dengan pengujian menggunakan larutan NaOH yang reaksinya dengan agregat halus akan menghasilkan warna yang dapat dibandingkan dengan standar warna (*organic plate*).

Berdasarkan pengujian pemeriksaan kotoran organik pada agregat halus, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.9 Hasil uji pemeriksaan kotoran organik

Nearest Color of The Liquid of the Test Sample	Organic Plate Number
Lighter / Equal / Darker Color to	1
	2
	3 (standard)
	4
	5



Gambar 4.2 Perbandingan warna dengan organic plate

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Reaksi agregat halus dengan larutan NaOH menghasilkan warna sama (*equal*) dengan standar warna no. 3 pada organic plate.
- Kandungan organik pada agregat halus masih berada pada batas normal, sehingga agregat halus dinyatakan layak sebagai material beton.

4.1.3 Analisa Hasil Pengujian Agregat Kasar

4.1.3.1 Analisa Specific Gravity & Absorpsi

Pengujian ini bertujuan sama dengan yang dilakukan pada pengujian pertama untuk agregat halus yaitu menentukan SG (Specific Gravity) dan penyerapan agregat terhadap air (absorpsi). Nilai SG diperoleh dengan menguji sebanyak 2 sampel agregat sesuai prosedur, kemudian mengambil nilai rata – rata dari hasil uji kedua sampel tersebut. Nilai SG ini selanjutnya akan digunakan untuk perancangan campuran.

Berdasarkan pengujian analisa specific gravity dan absorpsi agregat kasar, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.10 Hasil uji specific gravity dan absorpsi agregat kasar

A) Weight of Oven-Dry Specimen in Air	(gram)	4825	4828
B) Weight of SSD Specimen in Air	(gram)	5000	5000
C) Weight of Saturated Specimen in Water	(gram)	3071	3072
Bulk Specific Gravity	$= \frac{A}{B - C}$	2.501	2.504
Average of Above		2.503	
Ssd Specific Gravity	$= \frac{B}{B - C}$	2.592	2.593
Average of Above		2.593	
Apparent Specific Gravity	$= \frac{A}{A - C}$	2.751	2.749
Average of Above		2.750	
Absorption (%)	$= \frac{B - A}{A} \times 100\%$	3.627	3.563
Average of Above	(%)	3.595	

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Specific Gravity yang akan digunakan untuk rancang campur adalah SSD Specific Gravity yaitu 2.593
- Absorpsi agregat kasar sebesar 3.6 %

4.1.3.2 Berat Isi Agregat Kasar

Berat isi agregat kasar ditentukan dengan melakukan pengujian berat isi agregat sebanyak 2 sampel, kemudian diambil nilai rata – ratanya.

Berdasarkan pengujian berat isi agregat kasar, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.11 Hasil uji berat isi agregat kasar metode lepas

Sample	I	II
a) Weight of Measure (kg)	5,055	5,055
b) Weight of Measure + Water (kg)	14,361	14,361
c) Weight of Measure and Sample (kg)	17,881	17,890
d) Weight of Sample (kg)	12,826	12,835
e) Volume of Measure (liter)	9,306	9,306
f) Unit weight of aggregate (kg/liter)	1,378	1,379
B) Average of above (kg/liter)	1,3785	
A) Bulk Spesific Gravity of Aggregate	2,503	
W) Unit Weight of Water (kg/liter)	1	
Void (%)	44,937	44,897
Average	44,917%	

Tabel 4.12 Hasil uji berat isi agregat kasar metode tusuk

Sample	I	II
a) Weight of Measure (kg)	5,055	5,055
b) Weight of Measure + Water (kg)	14,361	14,361
c) Weight of Measure and Sample (kg)	19,323	19,348
d) Weight of Sample (kg)	14,268	14,293
e) Volume of Measure (liter)	9,306	9,306
f) Unit weight of aggregate (kg/liter)	1,533	1,536
B) Average of above (kg/liter)	1,5345	
A) Bulk Spesific Gravity of Aggregate	2,5026	
W) Unit Weight of Water (kg/liter)	1	
Void (%)	38,744	38,624
Average	38,684%	

Tabel 4.13 Hasil uji berat isi agregat kasar metode goyang

Sample	I	II
a) Weight of Measure (kg)	5,055	5,055
b) Weight of Measure + Water (kg)	14,361	14,361
c) Weight of Measure and Sample (kg)	19,344	19,355
d) Weight of Sample (kg)	14,289	14,300
e) Volume of Measure (liter)	9,306	9,306
f) Unit weight of aggregate (kg/liter)	1,535	1,537

B) Average of above (kg/liter)	1,536	
A) Bulk Spesific Gravity of Aggregate	2,5026	
W) Unit Weight of Water (kg/liter)	1	
Void (%)	38,664	38,584
Average	38,624%	

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Penggunaan ketiga metode yaitu lepas, tusuk dan goyang menghasilkan berat isi secara berurutan sebesar 1.3785, 1.5345, 1.536 kg/liter.
- Sedangkan persentase void (celah) agregat yang dihasilkan dari metode lepas, tusuk dan goyang secara berurutan adalah 44.917%, 38.684% dan 38.624%.
- Metode lepas merupakan metode yang menghasilkan berat isi terkecil dan memiliki persentase celah terbesar, sedangkan metode goyang menghasilkan berat isi terbesar sehingga persentase celah yang dibentuk antar agregat pun semakin kecil. Dalam hal ini, penggoyangan adalah metode pengurangan celah yang paling baik untuk pembuatan beton.

4.1.3.3 Analisa Saringan

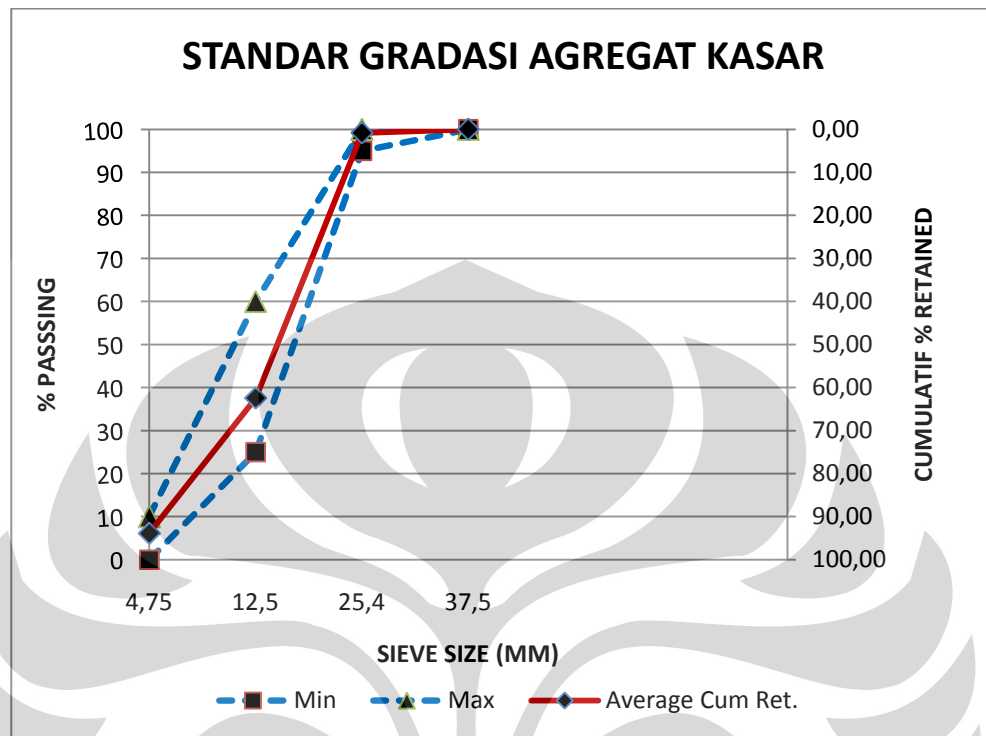
Pengujian analisa saringan ini dilakukan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar.

Berdasarkan pengujian analisa saringan agregat kasar, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.14 Hasil uji analisa saringan agregat kasar

Sieve Size		Sample No. 1			Sample No. 2			Average		
		Weight Ret.	Ind. %	Cum. %	Weight Ret.	Ind. %	Cum. %	Ind. %	Cum. %	Total %
mm	No.	Grams	Ret.	Ret.	Grams	Ret.	Ret.	Ret.	Ret.	Passing
25.4	No. 1	60	1.2	1.2	22	0.44	0.44	0.82	0.82	99.18
19	No.3/4	760	15.2	16.4	1122	22.44	22.88	18.82	19.64	80.36
12.5	No. 1/2	2116	42.32	58.72	2162	43.24	66.12	42.78	62.42	37.58
9.50	No. 3/8	958	19.16	77.88	796	15.92	82.04	17.54	79.96	20.04
4.75	No. 4	796	15.92	93.8	594	11.88	93.92	13.9	93.86	6.14
2.36	No. 8	0	0	93.8	0	0	93.92	0	93.86	6.14
1.18	No. 16	0	0	93.8	0	0	93.92	0	93.86	6.14
0.60	No. 30	0	0	93.8	0	0	93.92	0	93.86	6.14
0.30	No. 50	0	0	93.8	0	0	93.92	0	93.86	6.14
0.15	No. 100	0	0	93.8	0	0	93.92	0	93.86	6.14

PAN	310	6.2	100	304	6.08	100	6.14	100	0
TOTAL	5000	100		5000	100		100		



Gambar 4.3 Standar gradasi agregat kasar

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Kurva standard gradasi yang menunjukkan dibentuk dari ASTM C33-03, *TABLE 2 Grading Requirements for Coarse Aggregates*, dengan ukuran nominal agregat kasar 25.4 – 4.75 mm yang memiliki data sebagai berikut :

Ukuran Saringan	Rata - rata Akumulasi Tertahan	Min	Maks
4.75	93.86	0	10
12.5	62.42	25	60
25.4	0.82	95	100
37.5	0.00	100	100

- Gradasi agregat kasar berada di dalam kurva standard gradasi yang menunjukkan pembagian ukuran butiran (gradasi) cukup baik dan memenuhi syarat untuk digunakan dalam pembuatan sampel beton.

4.1.3.4 Keausan Agregat

Pengujian keausan agregat ini akan menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan. Keausan agregat dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no. 12 terhadap berat semula dalam persen.

Berdasarkan pengujian keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.15 Hasil uji keausan agregat

Grading		B	
Number of balls		11	
Sieve Size (mm)		Weight of Indicated Size (gram)	
Passing	Retained on	I	II
19,0	12,7	2500	2500
12,7	9,5	2500	2500
Total weight of sample before test (A)		5000	5000
Weight of sample retained on 1,7 mm sieve after test (B)		3493	3624
Abrasion Loss = $\frac{A - B}{A} \times 100$ (%)		30,14	27,52
Average of above (%)		28,83%	

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan :

- Persentase keausan agregat kasar yang terjadi sebesar 28.83% yang ternyata melebihi batas yang disarankan yaitu sebesar 25%, hal ini menunjukkan bahwa agregat kasar yang akan digunakan beton memiliki ketahanan terhadap keausan sedikit lebih kecil (3.83%) dari batas normal.

4.2 RANCANG CAMPUR

4.2.1 Perhitungan Rancang Campur

Rancang campur menggunakan metode modifikasi cara *US Bureau of Reclamation* yang dikembangkan oleh JSCE (*Japan Society of Civil Engineer*)

Data awal yang diperlukan :

MSA	=	25 mm
Slump	=	100 mm
SG Semen	=	3.15
SG Pasir	=	2.545
SG Kerikil	=	2.593

$$\text{FM Pasir} = 2.75$$

Prosedur perancangan sesuai dengan yang telah disebutkan pada *Bab 3*

Metodologi Penelitian :

1. Menentukan ukuran maksimum agregat kasar $\rightarrow 25 \text{ mm}$

Menentukan slump $\rightarrow 10 \text{ cm}$

Menentukan FAS $\rightarrow 0.80, 0.75, 0.65, 0.55, 0.45, 0.35, \text{ dan } 0.30$

2. Dari tabel 3.5 dengan ukuran agregat maksimum agregat kasar 25 mm , didapat

:

$$W = 175 \text{ kg}$$

$$S/A = 41\%$$

$$A = 1,5\%$$

Besaran ini adalah untuk slump beton = 8 cm dan menggunakan pasir alam dengan FM 2,8. Oleh karena itu harus dilakukan penyesuaian dengan menggunakan tabel 3.9, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.16 Penyesuaian S/A dan W untuk rancang campur

Yang diinginkan	Penyesuaian S/A	Penyesuaian W
FM = 2,4	$41 + \frac{2.75 - 2.8}{0.1} = 40.75$	tidak ada koreksi
Slump = 10 cm	tidak ada koreksi	$175 + \frac{1.2}{100}(10 - 8) \times 175 = 179.2 \text{ kg}$
Batu pecah	$40.75 + 4 = 44.75$	$179.2 + 9 = 188.2 \text{ kg}$
S/A=41%	tidak ada koreksi	$188.2 + 1,5(44.75 - 41) = 193.825 \text{ kg}$

Dari penyesuaian ini didapat : W = 193.825 kg

$$S/A = 44.75\%$$

Untuk FAS=0,8

3. Dari w/c = 0.8 dan W = 193.825 kg

$$\text{Dapat dihitung jumlah semen : } C = \frac{193.825}{0.8} = 242.28 \text{ kg}$$

4. Menghitung volume total agregat (Ag)

$$Ag = 1 - \frac{193.825}{1000} - \frac{242.28}{3150} - \frac{1,5}{100} = 0.7143$$

$$S/A = 44.75\%$$

Dapat dihitung pasir dan agregat kasar, yaitu :

$$S = \frac{44.75}{100} \times 0.7143 = 0.3196 m^3 = 0.3196 m^3 \times 2545 = 813.46 kg$$

$$Ca = 0.7143 - 0.3196 = 0.3946 m^3 = 0.3946 \times 2593 = 1023.27 kg$$

Dari hasil perhitungan ini, untuk per m^3 beton didapat campuran sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C &= 242.28 \text{ kg} \\ W &= 193.825 \text{ kg} \\ S &= 813.46 \text{ kg} \\ Ca &= 1023.27 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perhitungan rancang campur untuk nilai FAS lainnya dilakukan dengan mengoreksi nilai W dan S/A sesuai dengan *Tabel 3. 9 Penyesuaian Harga Perbandingan Material* untuk setiap kenaikan atau penurunan 0.05 rasio air-semen, dengan hasil penyesuaian sebagai berikut :

Tabel 4.17 Penyesuaian S/A dan W untuk setiap FAS

FAS	0.8	0.75	0.65	0.55	0.45	0.35	0.3
W (kg)	193.825	192.325	189.325	186.325	183.325	180.325	178.825
S/A	44.75	43.75	41.75	39.75	37.75	35.75	34.75

Kemudian dengan FAS yang lain dilakukan langkah – langkah selanjutnya sesuai prosedur di atas.

4.2.2 *Kebutuhan Material*

Berdasarkan perhitungan rancang campur yang telah diperoleh di atas, didapatkan hasil selanjutnya berupa jumlah kebutuhan material penyusun beton sampel yang akan dibuat sebagai berikut :

Tabel 4.18 Kebutuhan material (kg) per m^3

FAS	W (kg/m3)	C (kg/m3)	S (kg/m3)	Ca (kg/m3)
0.80	193.83	242.28	813.46	1023.27
0.75	192.33	256.43	791.95	1037.43
0.65	189.33	291.27	747.19	1062.14
0.55	186.33	338.77	699.17	1079.74
0.45	183.33	407.39	645.95	1085.26
0.35	180.33	515.21	583.31	1068.10
0.30	178.83	596.08	545.62	1043.82

Tabel 4.19 Kebutuhan material per sampel beton

FAS	Silinder 10x20				Silinder 15x30				Balok			
	W (kg)	C (kg)	S (kg)	Ca (kg)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	Ca (kg)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	Ca (kg)
0.80	0.31	0.38	1.29	1.62	1.03	1.29	4.32	5.43	2.62	3.27	10.98	13.81
0.75	0.30	0.41	1.25	1.64	1.02	1.36	4.21	5.51	2.60	3.46	10.69	14.01
0.65	0.30	0.46	1.18	1.68	1.01	1.55	3.97	5.64	2.56	3.93	10.09	14.34
0.55	0.29	0.54	1.10	1.71	0.99	1.80	3.71	5.73	2.52	4.57	9.44	14.58
0.45	0.29	0.64	1.02	1.71	0.97	2.16	3.43	5.76	2.47	5.50	8.72	14.65
0.35	0.28	0.81	0.92	1.69	0.96	2.74	3.10	5.67	2.43	6.96	7.87	14.42
0.30	0.28	0.94	0.86	1.65	0.95	3.17	2.90	5.54	2.41	8.05	7.37	14.09

Tabel 4.20 Total kebutuhan material untuk seluruh sampel per FAS dan jenis sampel

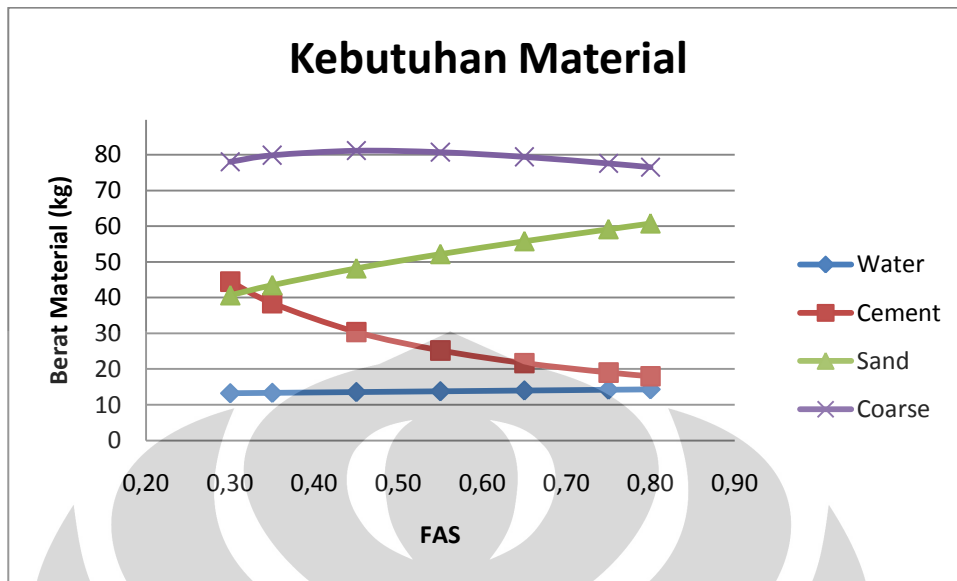
FAS	Silinder 10x20				Silinder 15x30				Balok			
	W (kg)	C (kg)	S (kg)	Ca (kg)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	Ca (kg)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	Ca (kg)
0.80	1.53	1.91	6.43	8.08	5.15	6.43	21.60	27.17	7.85	9.81	32.95	41.44
0.75	1.52	2.03	6.26	8.20	5.11	6.81	21.03	27.54	7.79	10.39	32.07	42.02
0.65	1.50	2.30	5.90	8.39	5.03	7.73	19.84	28.20	7.67	11.80	30.26	43.02
0.55	1.47	2.68	5.52	8.53	4.95	8.99	18.56	28.67	7.55	13.72	28.32	43.73
0.45	1.45	3.22	5.10	8.57	4.87	10.82	17.15	28.81	7.42	16.50	26.16	43.95
0.35	1.42	4.07	4.61	8.44	4.79	13.68	15.49	28.36	7.30	20.87	23.62	43.26
0.30	1.41	4.71	4.31	8.25	4.75	15.83	14.49	27.71	7.24	24.14	22.10	42.27

Maka, jumlah material keseluruhan yang dibutuhkan untuk penelitian seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.21 Jumlah material keseluruhan yang dibutuhkan untuk penelitian

FAS	Total Material			
	W (kg)	C (kg)	S (kg)	Ca (kg)
0.80	14.5	18.2	61.0	76.7
0.75	14.4	19.2	59.4	77.8
0.65	14.2	21.8	56.0	79.6
0.55	14.0	25.4	52.4	80.9
0.45	13.7	30.5	48.4	81.3
0.35	13.5	38.6	43.7	80.1
0.30	13.4	44.7	40.9	78.2
Jumlah	97.8	198.4	361.8	554.6

Kurva kebutuhan material untuk setiap kenaikan FAS adalah :



Gambar 4.4 Grafik kebutuhan material

4.3 METODE PENGOLAHAN DATA

4.3.1 Metode Nilai Rata – Rata

Metode pertama yang digunakan penyusun untuk mendapatkan gambaran hasil pengujian adalah metode rata – rata. Yang dimaksud dengan metode rata – rata di sini adalah menentukan nilai standar deviasi masing – masing dari 5 sampel pada variasi FAS dan umur beton yang sama terhadap rata – ratanya, kemudian mengeliminasi sampel yang standar deviasinya melebihi batas ASTM C39 yaitu 10.6%.

Selanjutnya setelah selesai mengeliminasi data sampel, data yang ada kemudian dirata – rata sehingga nilai rata – rata ini yang akan digunakan sebagai hasil uji pada FAS dan umur beton tertentu. Apabila terdapat kelompok sampel yaitu dengan FAS dan umur beton yang sama memiliki jumlah sampel dengan standar deviasi $> 10.6\%$ melebihi 2, maka yang akan dihilangkan tetap hanya 2 sampel dengan persentase standar deviasi terbesar.

4.3.2 Metode Chi Square

Metode selanjutnya adalah dengan metode *chi square*, yang merupakan salah satu metode statistik untuk mengestimasi varians formula yang sangat diperlukan untuk mengetahui sejauh mana sebaran nilai parameter sehingga dapat dijadikan untuk mengambil langkah – langkah dalam mengendalikannya. Hal ini penting karena pada banyak situasi, contohnya yang berkaitan dengan penelitian ini, penyusun menginginkan agar tidak hanya nilai rata – rata yang memenuhi persyaratan.

Pertama yang dilakukan adalah mendefinisikan batas kepercayaan yaitu 99.5%, selanjutnya dengan tabel distribusi dan rumus chi square (χ^2) kita dapat mengestimasi deviasi standar populasi (σ) dalam batas kepercayaan yang telah dispesifikasikan. Berikut adalah rumus chi square :

$$\chi^2 = \frac{Ns^2}{\sigma^2}$$

Sehingga interval kepercayaan 99.5%-nya adalah :

$$\chi_{0.005}^2 < \frac{Ns^2}{\sigma^2} < \chi_{0.995}^2$$

maka σ diperkirakan berada di dalam interval :

$$\frac{s\sqrt{N}}{\chi_{0.995}} < \sigma < \frac{s\sqrt{N}}{\chi_{0.005}}$$

Berdasarkan perhitungan dengan rumus di atas didapatkan nilai batas bawah dan batas atas standar deviasi dan dengan menggunakan nilai rata – rata (*mean*) hasil uji dapat diketahui interval nilai hasil uji :

$$\text{Mean} - \text{batas bawah} < \text{Kekuatan beton} < \text{Mean} + \text{batas bawah}$$

Selanjutnya, sampel dengan nilai kekuatan beton di luar interval tersebut harus dibuang, hasil uji sampel yang tersisa kemudian dirata-rata dan nilai rata-rata

inilah yang akan digunakan sebagai hasil uji yang mewakili beberapa sampel tersebut.

4.4 ANALISA HASIL UJI TEKAN BETON

Pengujian tekan dilakukan untuk mendapatkan hubungan kekuatan tekan beton dengan variasi faktor air semen yang digunakan. Benda uji yang digunakan adalah beton silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dalam umur 7, 14 dan 28 hari sebanyak 105 buah. Grafik yang diperoleh berupa pengaruh kenaikan umur beton terhadap kuat tekan dengan beberapa variasi FAS serta pengaruh kenaikan FAS terhadap kuat tekan pada beberapa variasi umur beton.

Untuk mengetahui nilai kuat tekan dalam penelitian ini digunakan metode uji kuat tekan beton (*crushing silinder test*) dengan rumus:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

dimana: σ = Kuat tekan benda uji (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm^2)

Kode sampel yang digunakan adalah :

Jenis Uji – FAS – Umur (hari) – Mix – No.Sampel → **TK – 0.3 – 7 – I – 1**

TK : Tekan

0.3 : FAS 0.3

7 : 7 hari

I : Pengecoran ke I pada hari pengecoran yang sama

1 : Sampel no 1 untuk uji, FAS, dan umur beton yang sama.

Setelah dilakukan pengujian dan diperoleh data hasil pengujian seperti yang terdapat pada lampiran, berikut adalah rekapitulasi kuat tekan (MPa) dengan berbagai variasi FAS dan umur beton yang diolah dengan menggunakan metode nilai rata – rata dan metode chi square.

Tabel 4.22 Rekapitulasi hasil uji tekan dengan metode rata - rata

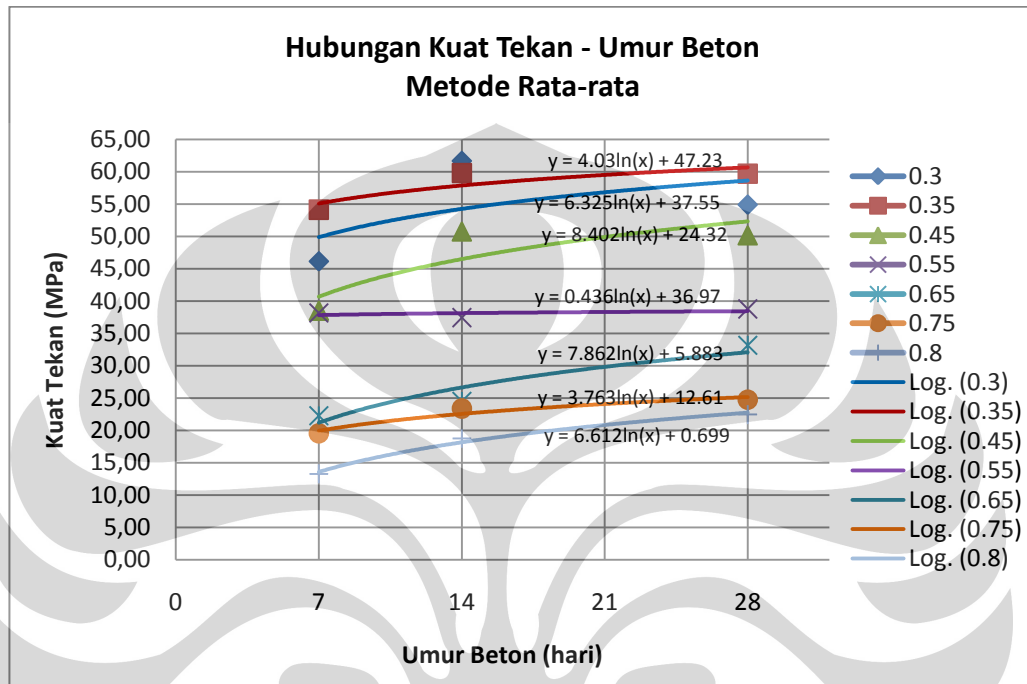
FAS	Umur (hari)	Rata - rata Kuat tekan (MPa)	Std. Dev	FAS	Umur (hari)	Rata - rata Kuat tekan (MPa)	Std. Dev
0.3	3	51.7292	1.3682	0.65	7	22.2532	0.0000
	7	46.1523	0.6285		14	24.4929	1.9752
	14	61.6862	0.3996		28	33.1531	0.3123
	28	54.9217	6.3287		0.75	7	19.5244
0.35	7	54.1236	0.9675	14		23.3730	2.6130
	14	59.7837	4.6141	28	24.7418	2.8265	
	28	59.7104	0.7120	0.8	7	13.2729	0.5346
0.45	7	38.5320	4.4145		14	18.7393	0.6194
	14	50.7715	2.0722		28	22.4398	0.3733
	28	50.1796	3.1771				
0.55	7	38.1691	3.4540				
	14	37.4433	2.0204				
	28	38.7739	3.3521				

Tabel 4.23 Rekapitulasi hasil uji tekan dengan metode chi square

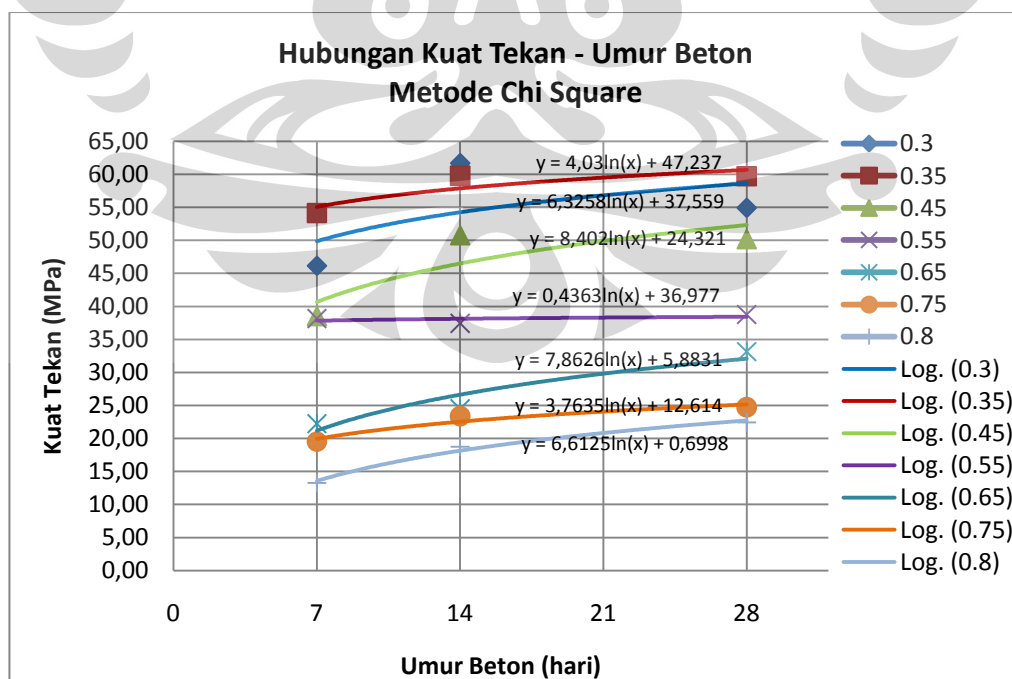
FAS	Umur (hari)	Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
				0.955	0.005	Bawah	Atas	
0.3	3	51.7292	1.3682	0.79	3.90	50.94	55.63	52.2423
	7	45.2481	4.9927	2.90	14.23	42.35	59.48	47.2900
	14	57.7034	5.4663	3.17	15.58	54.53	73.29	61.6862
	28	54.8035	6.6865	3.88	19.06	50.92	73.87	59.2543
0.35	7	53.8702	9.7484	5.65	27.79	48.22	81.66	57.8861
	14	59.8407	6.8636	3.98	19.57	55.86	79.41	64.3362
	28	57.4970	9.0351	5.24	25.76	52.26	83.25	61.3311
0.45	7	36.7485	6.9578	4.04	19.84	32.71	56.58	39.4392
	14	50.7715	2.0722	1.20	5.91	49.57	56.68	51.2162
	28	51.5841	4.1754	2.42	11.90	49.16	63.49	54.2376
0.55	7	36.5620	4.1479	2.41	11.83	34.16	48.39	39.2577
	14	37.8041	4.0193	2.33	11.46	35.47	49.26	40.2254
	28	38.3868	3.9217	2.27	11.18	36.11	49.57	41.1930
0.65	7	22.7758	2.1050	1.22	6.00	21.55	28.78	23.2797
	14	25.0902	3.0962	1.80	8.83	23.29	33.92	26.9815
	28	33.1531	0.3123	0.18	0.89	32.97	34.04	33.2651
0.75	7	20.6674	2.7054	1.57	7.71	19.10	28.38	21.3200
	14	22.7399	3.6011	2.09	10.27	20.65	33.01	25.2395
	28	25.0155	3.6536	2.12	10.42	22.90	35.43	27.4792
0.8	7	15.7452	3.4089	1.98	9.72	13.77	25.46	17.5991
	14	17.5613	3.4197	1.98	9.75	15.58	27.31	19.0578
	28	21.9546	1.1322	0.66	3.23	21.30	25.18	22.4398

4.4.1 Pengaruh Kenaikan Umur Beton terhadap Kuat Tekan Beton dengan Variasi FAS

Berikut adalah grafik hubungan kuat tekan dengan umur beton yang dihasilkan dari penelitian dengan menggunakan metode nilai rata – rata untuk pengolahan data.



Gambar 4.5 Grafik kuat tekan vs umur beton dengan metode rata – rata



Gambar 4.6 Grafik kuat tekan vs umur beton dengan metode chi square

Berdasarkan kedua grafik di atas, dapat diketahui hasil penelitian untuk kuat tekan bahwa untuk seluruh beton dengan nilai FAS 0.3, 0.35, 0.45, 0.55, 0.65, 0.75 dan 0.8 rata – rata meningkat kuat tekannya sesuai peningkatan umur beton. Namun apabila ditinjau berdasarkan titik, pada umur beton 14 hari terdapat keganjilan karena pada FAS 0.3, 0.35, 0.45 nilainya lebih tinggi dibanding kuat tekan pada hari ke- 28. Pengujian yang dilakukan pada 3 umur beton yaitu 7, 14 dan 28 hari ini menghasilkan kurva logaritma yang teratas adalah pada FAS 0.35, Hal ini disebabkan karena kuat tekan beton dengan FAS 0.3 pada umur 7 dan 28 hari lebih rendah dibanding kuat tekan beton FAS 0.35 pada umur yang sama. Sedangkan kurva logaritma terbawah adalah sampel dengan FAS 0.8 yang berarti memiliki rata – rata nilai kuat tekan terendah dibanding dengan FAS yang lain.

Pada hasil uji untuk beton dengan FAS 0.55, terjadi hasil *error* yaitu kuat tekan pada umur 7 hari yang ternyata lebih besar dibanding hari ke – 14 dan hari ke – 28. Selain itu terjadi data *error* pada FAS 0.3 dan 0.35 yang sudah disebutkan sebelumnya. Menurut literatur dan hipotesa, semakin kecil w/c beton, akan menghasilkan kuat tekan beton yang semakin besar. Namun ternyata kuat tekan beton FAS 0.3 pada umur 7 dan 28 hari lebih kecil dari beton FAS 0.35 pada umur yang sama. Hanya pada umur 14 hari kuat tekan beton dengan FAS 0.3 lebih besar dibanding beton dengan FAS 0.35.

Segala kesalahan hasil yang diperoleh atau penyimpangan terhadap literatur dan hipotesa yang telah diungkap di bab sebelumnya, khususnya pada hasil grafik kuat tekan di atas, disebabkan oleh beberapa faktor. Khusus untuk uji kuat tekan ini hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kondisi pelaksanaan pengecoran yang berbeda – beda, kondisi material yang berbeda – beda, metode pemadatan yang berbeda, serta kondisi *capping* pada kepala beton uji tekan.

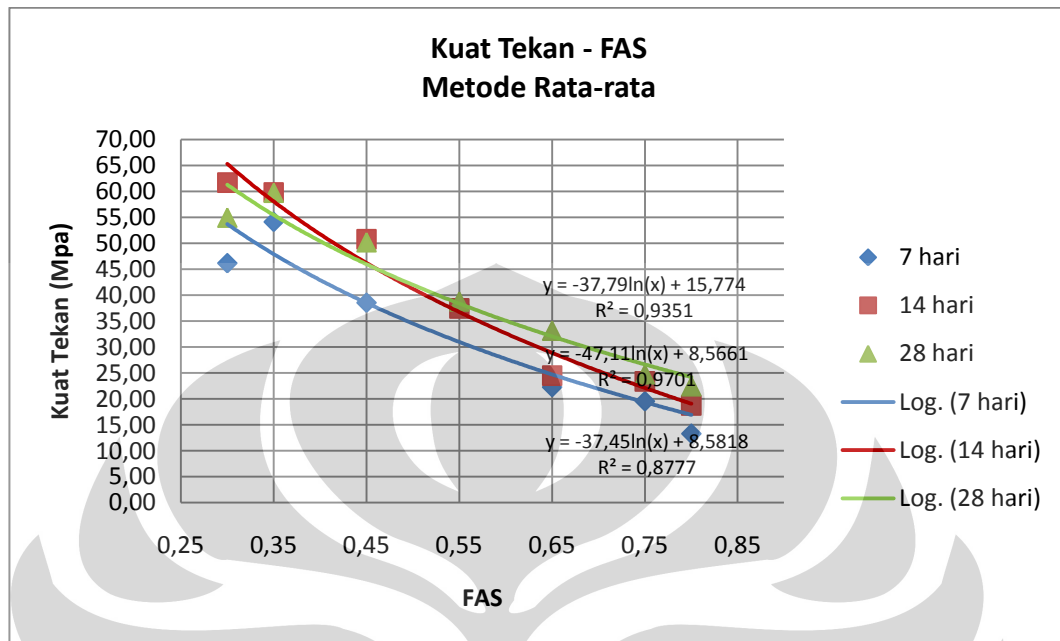
Kesalahan pada grafik FAS 0.55 disebabkan karena pelaksanaan pengecoran beton umur 7 hari menggunakan material yang lebih disesuaikan kondisi SSD-nya seperti yang terdapat pada diari praktikum penyesuaian untuk menyeimbangkan kondisi kerikil yang sedikit kering. Sedangkan untuk pengecoran beton umur 14 dan 28 hari, kondisi material adalah basah, namun tidak dilakukan penyesuaian

pada jumlah air, sehingga rasio air semen sesungguhnya meningkat, hal ini menurunkan kekuatan beton.

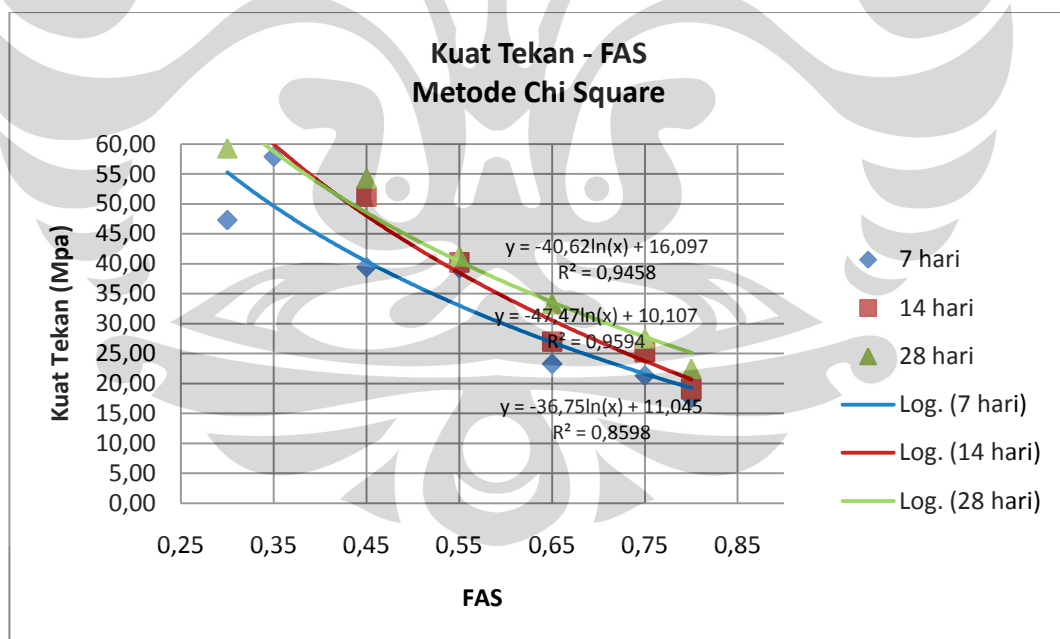
Pada saat melaksanakan pengecoran untuk FAS 0.3 terdapat perbedaan yang cukup signifikan dibanding dengan FAS yang lain. Metode pemadatan untuk FAS 0.3 ini menggunakan meja vibrator. Buruknya workabilitas beton yang ditambah dengan kesulitan penggunaan meja vibrator memunculkan kemungkinan pembuatan beton ini kurang berjalan dengan baik. Sedangkan untuk FAS di atas 0.3, pemadatan mulai menggunakan vibrator tangan. Hal ini dirasa lebih baik karena adanya efisiensi waktu dan tenaga, beton tidak semakin keras karena waktu pemadatan yang terlalu lama. Selain itu workabilitas beton semakin bertambah seiring dengan meningkatnya FAS yang digunakan. Pelaksanaan pengecoran yang berbeda ini mempengaruhi hasil kuat tekan beton.

Kegagalan juga dapat terjadi akibat cara pengujian yang salah. Tingkat kekeringan sampel ketika akan diuji mempengaruhi hasil pengujian. Hal ini menyebabkan kekuatan beton pada umur 14 dan 28 hari meskipun kenyataannya dilaksanakan pengecoran pada hari dan metode pengerjaan yang sama pula, terdapat kesalahan yaitu penurunan kekuatan dari umur 14 ke 28 hari.

4.4.2 Pengaruh Kenaikan FAS terhadap Kuat Tekan Beton dengan berbagai Umur Beton



Gambar 4.7 Grafik kuat tekan vs FAS dengan metode rata – rata



Gambar 4.8 Grafik kuat tekan vs FAS dengan metode chi square

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton akan menurun apabila FAS yang digunakan pada campuran beton meningkat. Letak kurva terbawah adalah kurva kuat tekan beton pada pengujian hari ke-7,

menunjukkan bahwa beton pada umur ini memiliki rata – rata kekuatan di bawah umur 14 dan 28. Menurut literatur, seharusnya grafik 28 hari adalah yang memiliki rata – rata kekuatan tertinggi sehingga kurvanya pun seharusnya yang teratas, akan tetapi ternyata pada FAS kecil yaitu 0.3, 0.35, dan 0.45, grafik 14 hari berada di atas grafik 28 hari. Hal ini telah disebutkan sebelumnya bahwa kuat tekan beton umur 14 hari pada FAS 0.3, 0.35 dan 0.45 memang lebih tinggi dibanding beton umur 28 hari karena perbedaan kondisi pengeringan sampel sebelum pengujian.

4.5 ANALISA HASIL UJI TARIK BELAH BETON

Pengujian tarik belah dilakukan untuk mendapatkan hubungan kekuatan tarik belah beton dengan variasi faktor air semen yang digunakan. Benda uji yang digunakan adalah beton silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dalam umur 7, 14 dan 28 hari sebanyak 105 buah. Grafik yang diperoleh berupa pengaruh kenaikan umur beton terhadap kuat tarik belah dengan beberapa variasi FAS serta pengaruh kenaikan FAS terhadap kuat tarik belah pada beberapa variasi umur beton.

Untuk mengetahui nilai kuat tarik dalam penelitian ini digunakan metode uji kuat tarik belah beton (*splitting silinder test*) dengan rumus:

$$T = \frac{2.P}{\pi.L.D}$$

dimana: T = kuat belah beton (MPa)

P = Beban maksimum yang ditunjukkan mesin tes (N)

L = Tinggi silinder (300 mm)

D = diameter silinder (150 mm)

Kode sampel yang digunakan adalah :

Jenis Uji – FAS – Umur (hari) – Mix – No.Sampel → **TB – 0.3 – 7 – I – 1**

TB : Tarik Belah

0.3 : FAS 0.3

7 : 7 hari

I : Pengecoran ke I pada hari pengecoran yang sama

1 : Sampel no 1 untuk uji, FAS, dan umur beton yang sama.

Setelah dilakukan pengujian dan diperoleh data hasil pengujian seperti yang terdapat pada lampiran, berikut adalah rekapitulasi kuat tarik belah (MPa) dengan berbagai variasi FAS dan umur beton yang diolah dengan menggunakan metode nilai rata – rata dan metode chi square.

Tabel 4.24 Rekapitulasi hasil uji tarik belah dengan metode rata - rata

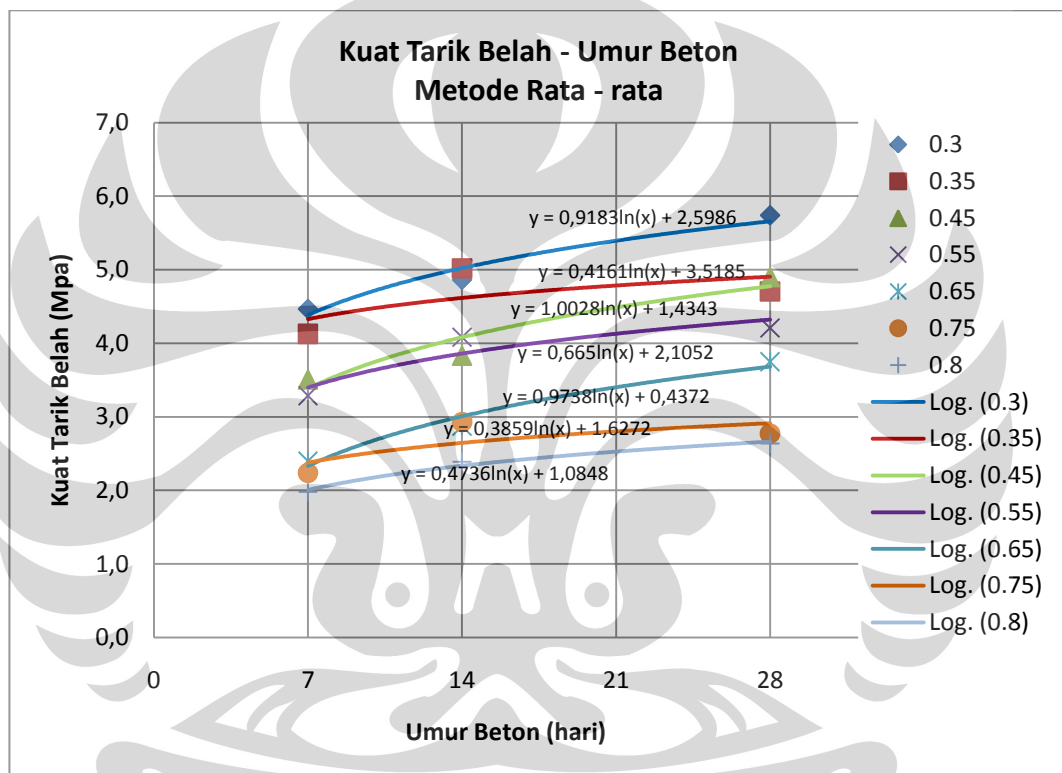
FAS	Umur (hari)	Rata - rata Kuat Belah (MPa)	Std. Dev	FAS	Umur (hari)	Rata - rata Kuat Belah (MPa)	Std. Dev
0.3	3	4.1157	0.2421	0.65	7	2.3989	0.1494
	7	4.4650	0.6689		14	2.8734	0.3531
	14	4.8635	0.1258		28	3.7489	0.2528
	28	5.7380	0.2738		0.75	7	2.2373
0.35	7	4.1273	0.1592	14		2.9273	0.0498
	14	5.0187	0.1937	28		2.7723	0.1477
	28	4.7042	0.1779	0.8		7	1.9796
0.45	7	3.5097	0.1335		14	2.3882	0.2163
	14	3.8328	0.4279		28	2.6362	0.1473
	28	4.8999	0.0484				
0.55	7	3.2875	0.2282				
	14	4.0836	0.1272				
	28	4.2094	0.1739				

Tabel 4.25 Rekapitulasi hasil uji tarik belah dengan metode chi square

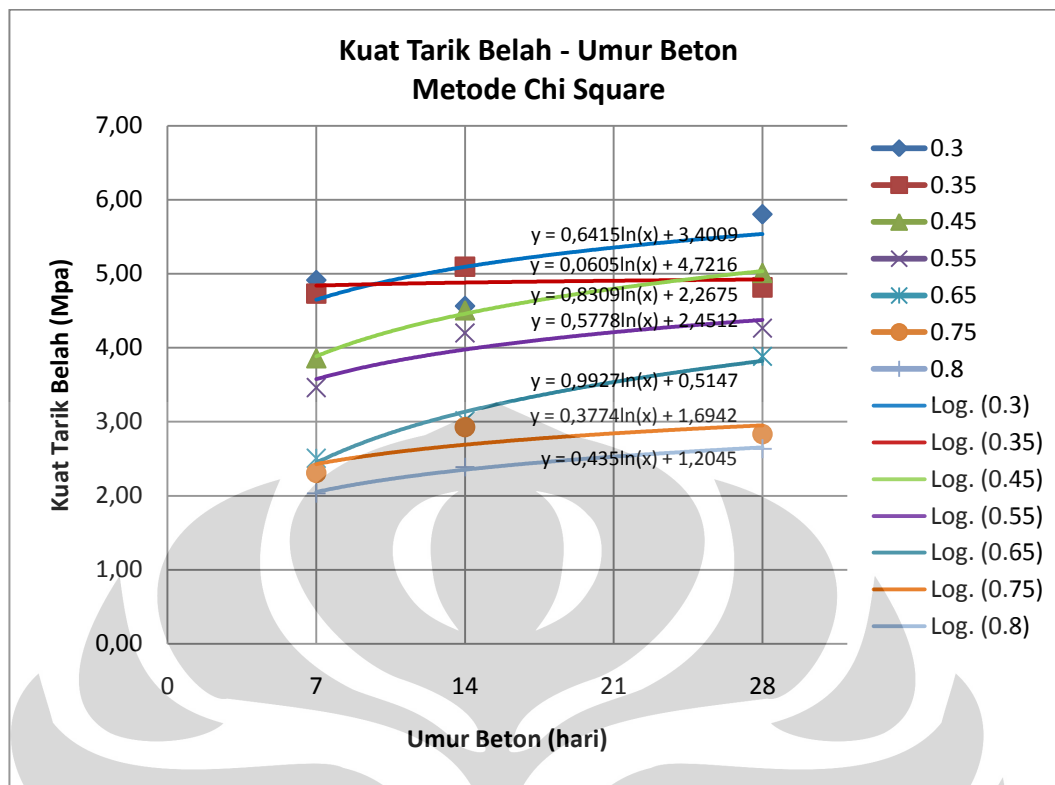
FAS	Umur (hari)	Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
				0.955	0.005	Bawah	Atas	
0.3	3	4.1157	0.3534	0.21	1.01	3.91	5.12	4.2429
	7	4.3651	0.7630	0.44	2.18	3.92	6.54	4.9138
	14	4.8635	0.5357	0.31	1.53	4.55	6.39	4.5644
	28	5.4390	0.7270	0.42	2.07	5.02	7.51	5.8031
0.35	7	4.3769	0.6595	0.38	1.88	3.99	6.26	4.7321
	14	5.2025	0.4798	0.28	1.37	4.92	6.57	5.0955
	28	4.7042	0.1779	0.10	0.51	4.60	5.21	4.8160
0.45	7	3.6815	0.4012	0.23	1.14	3.45	4.83	3.8607
	14	3.9920	0.9451	0.55	2.69	3.44	6.69	4.5077
	28	5.2203	0.4401	0.26	1.25	4.97	6.47	5.0127
0.55	7	3.2875	0.3074	0.18	0.88	3.11	4.16	3.4629
	14	4.0836	0.1272	0.07	0.36	4.01	4.45	4.2010
	28	4.2094	0.1739	0.10	0.50	4.11	4.71	4.2639
0.65	7	2.3906	0.3369	0.20	0.96	2.20	3.35	2.5068
	14	2.8734	0.4503	0.26	1.28	2.61	4.16	3.0136

	28	3.7069	0.5040	0.29	1.44	3.41	5.14	3.8829
0.75	7	2.2226	0.2503	0.15	0.71	2.08	2.94	2.3101
	14	2.7872	0.3635	0.21	1.04	2.58	3.82	2.9273
	28	2.7723	0.1477	0.09	0.42	2.69	3.19	2.8333
0.8	7	1.9796	0.1465	0.08	0.42	1.89	2.40	2.0331
	14	2.2957	0.2163	0.13	0.62	2.17	2.91	2.3882
	28	2.5263	0.2769	0.16	0.79	2.37	3.32	2.6362

4.5.1 Pengaruh Kenaikan Umur Beton terhadap Kuat Tarik Belah Beton dengan Variasi FAS



Gambar 4.9 Grafik kuat tarik belah vs umur beton dengan metode rata – rata



Gambar 4.10 Grafik kuat tarik belah vs umur beton dengan metode chi square

Berdasarkan kedua grafik di atas, dapat diketahui hasil penelitian untuk kuat belah bahwa untuk seluruh beton dengan nilai FAS 0.3, 0.35, 0.45, 0.55, 0.65, 0.75 dan 0.8 rata – rata meningkat kuat belahnya sesuai peningkatan umur beton. Namun apabila ditinjau berdasarkan titik, pada umur beton 14 hari terdapat keganjilan karena pada FAS 0.35, 0.55 dan 0.75 nilainya lebih tinggi dibanding kuat tekan pada hari ke- 28.

Pengujian yang dilakukan pada 3 umur beton yaitu 7, 14 dan 28 hari ini menghasilkan kurva logaritma yang teratas adalah pada FAS 0.3. Hal ini menunjukkan bahwa FAS 0.3 yang merupakan FAS terkecil ini memiliki rata – rata nilai kuat tarik belah tertinggi. Sedangkan kurva logaritma terbawah adalah sampel dengan FAS 0.8 yang berarti memiliki rata – rata nilai kuat tarik belah terendah dibanding dengan FAS yang lain.

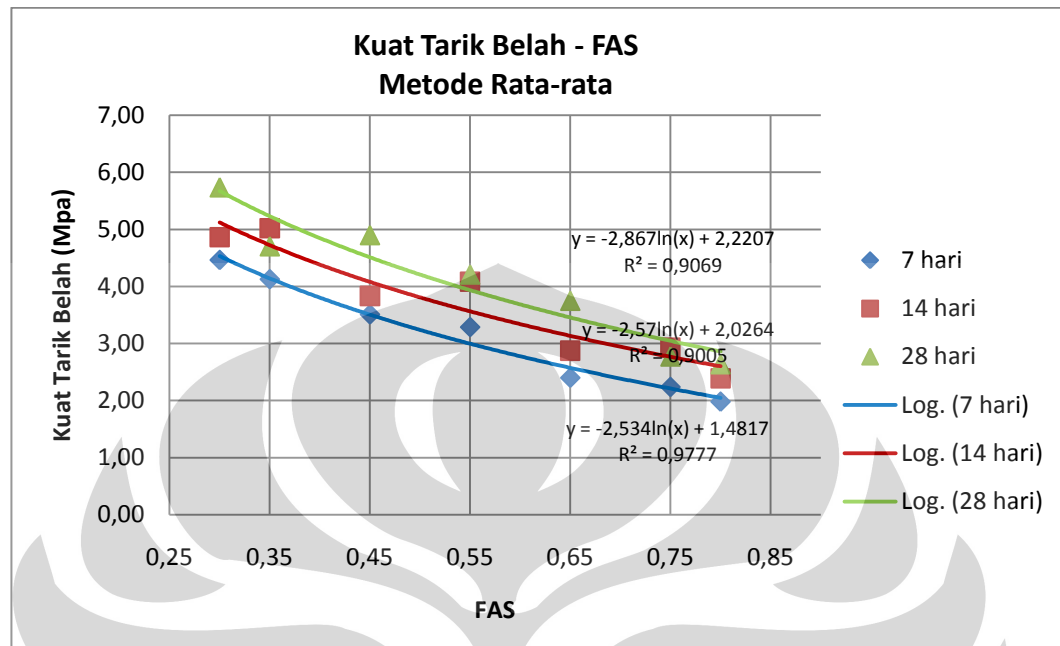
Segala kesalahan hasil yang diperoleh atau penyimpangan terhadap literatur dan hipotesa yang telah diungkap di bab sebelumnya, khususnya pada hasil grafik kuat tarik belah di atas, disebabkan oleh beberapa faktor. Khusus untuk uji kuat tarik

belah ini hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kondisi pelaksanaan pengecoran yang berbeda – beda, kondisi material yang berbeda – beda, dan metode pemadatan yang berbeda.

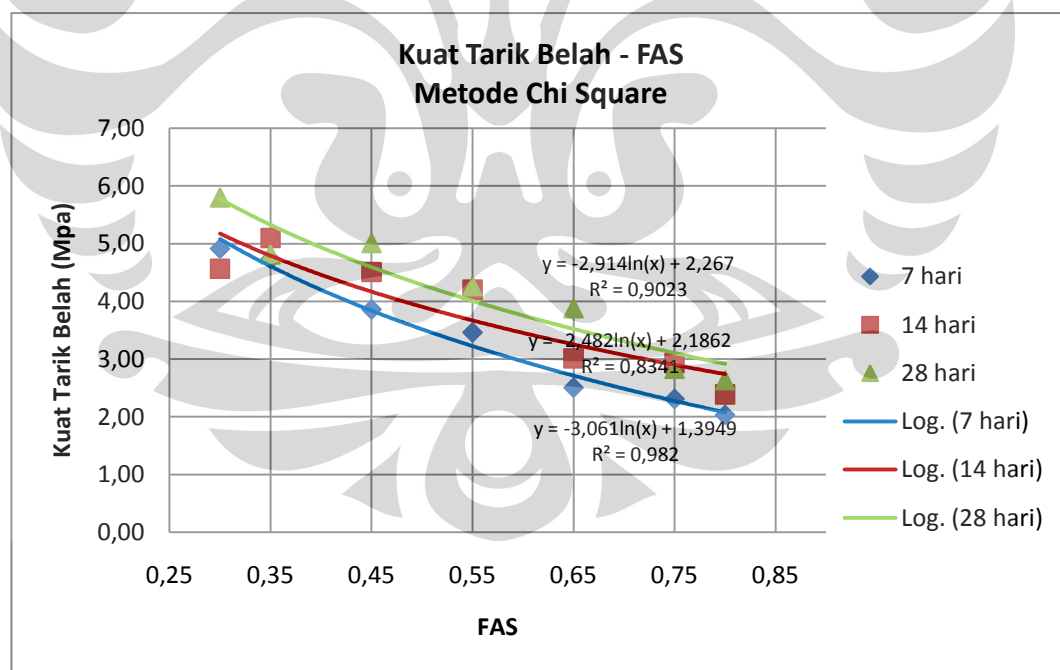
Kegagalan juga dapat terjadi akibat cara pengujian yang salah. Tingkat kekeringan sampel ketika akan diuji mempengaruhi hasil pengujian. Hal ini menyebabkan kekuatan beton pada umur 14 dan 28 hari untuk FAS 0.35 dan 0.55, meskipun kenyataannya dilaksanakan pengecoran pada hari dan metode pengerjaan yang sama pula, terdapat kesalahan yaitu penurunan kekuatan dari umur 14 ke 28 hari.

Kesalahan pada grafik FAS 0.75 adalah jatuhnya kekuatan pada umur beton 28 hari. Hal ini disebabkan karena pelaksanaan pengecoran beton umur 28 hari dilaksanakan pada hari yang berbeda dengan beton umur 7 dan 14 hari. Selain itu terdapat perbedaan pemadatan di dua hari pengecoran yang berbeda ini. Untuk pengecoran beton 28 hari menggunakan vibrator tangan, hal ini ternyata menyebabkan air semen naik dan terjadi *bleeding*. Kondisi ini membuat pemadatan diganti dengan metode tusukan secara manual dengan batang besi untuk pengecoran beton selanjutnya pada FAS dan umur beton yang sama. Pengalaman pertama melakukan pemadatan dengan tusukan ternyata kurang berjalan dengan baik sehingga terdapat beberapa sampel yang keropos karena pemadatan tidak merata. Sedangkan untuk pengecoran beton umur 7 dan 14 hari, pemadatan dengan menggunakan tusukan sudah jauh lebih baik pelaksanaannya sehingga terhindar dari resiko sampel beton keropos.

4.5.2 Pengaruh Kenaikan FAS terhadap Kuat Tarik Belah Beton dengan berbagai Umur Beton



Gambar 4.11 Grafik kuat tarik belah vs FAS dengan metode rata – rata



Gambar 4.12 Grafik kuat tarik belah vs FAS dengan metode chi square

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa kekuatan tarik belah beton akan menurun apabila FAS yang digunakan pada campuran beton meningkat. Letak kurva terbawah adalah kurva kuat tarik belah beton pada pengujian hari ke-7,

menunjukkan bahwa beton pada umur ini memiliki rata – rata kekuatan terendah, selanjutnya meningkat sesuai umur beton yaitu 14 hari dan tertinggi adalah 28 hari. Hal ini sesuai dengan teori yang disebutkan pada bab studi literatur yaitu kekuatan beton akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton dan semakin menurun seiring dengan bertambahnya nilai FAS.

4.6 ANALISA HASIL UJI TARIK LENTUR BETON

Pengujian tarik lentur dilakukan untuk mendapatkan hubungan kekuatan tarik lentur beton dengan variasi faktor air semen yang digunakan. Benda uji yang digunakan adalah beton balok panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 60 cm dalam umur 7, 14 dan 28 hari sebanyak 63 buah. Grafik yang diperoleh berupa pengaruh kenaikan umur beton terhadap kuat tarik lentur dengan beberapa variasi FAS serta pengaruh kenaikan FAS terhadap kuat tarik lentur pada beberapa variasi umur beton.

Untuk mengetahui nilai kuat tarik dalam penelitian ini digunakan metode uji kuat tarik lentur beton (*flexural test*) dengan rumus:

$$R = \frac{Pl}{bd^2}$$

dimana : R = Modulus Runtuh (*Mpa*)
 P = Maksimum Beban (*N*)
 l = Panjang bentang (*mm*)
 b = Rata-rata lebar benda uji (*mm*)
 d = Rata-rata ketinggian benda uji (*mm*)

Kode sampel yang digunakan adalah :

Jenis Uji – FAS – Umur (hari) – *Mix* – No.Sampel → **TL – 0.3 – 7 – I – 1**

TL : Tarik Lentur

0.3 : FAS 0.3

7 : 7 hari

I : Pengecoran ke I pada hari pengecoran yang sama

1 : Sampel no 1 untuk uji, FAS, dan umur beton yang sama.

Setelah dilakukan pengujian dan diperoleh data hasil pengujian seperti yang terdapat pada lampiran, berikut adalah rekapitulasi kuat tarik lentur (MPa) dengan berbagai variasi FAS dan umur beton yang diolah dengan menggunakan metode nilai rata – rata dan metode chi square.

Tabel 4.26 Rekapitulasi hasil uji tarik lentur dengan metode rata - rata

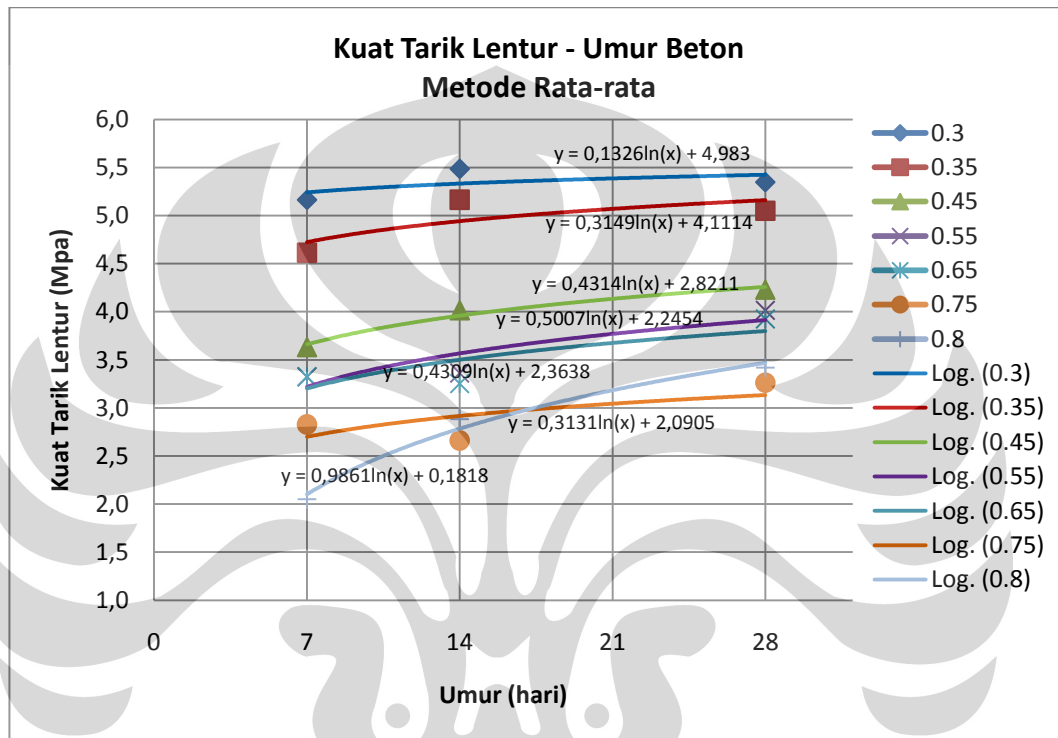
FAS	Umur (hari)	Rata - rata Kuat tekan (MPa)	Std. Dev	FAS	Umur (hari)	Rata - rata Kuat tekan (MPa)	Std. Dev
0.3	3	5.1644	0.0000	0.65	7	3.3266	0.0000
	7	5.4860	0.0975		14	3.2521	0.2352
	14	5.3482	0.0975		28	3.9238	0.0796
	28	4.6130	0.2105		0.75	7	3.3216
0.35	7	5.1644	0.1949	14		3.3630	0.1756
	14	5.0495	0.1194	28		4.0157	0.0975
	28	3.6325	0.4512	0.8	7	2.0514	0.0960
0.45	7	4.0157	0.1378		14	2.8830	0.1921
	14	4.0157	0.1378		28	3.4185	0.1592
	28	4.2306	0.1130				
0.55	7	3.3216	0.1731				
	14	3.3630	0.1756				
	28	4.0157	0.0975				

Tabel 4.27 Rekapitulasi hasil uji tarik lentur dengan metode chi square

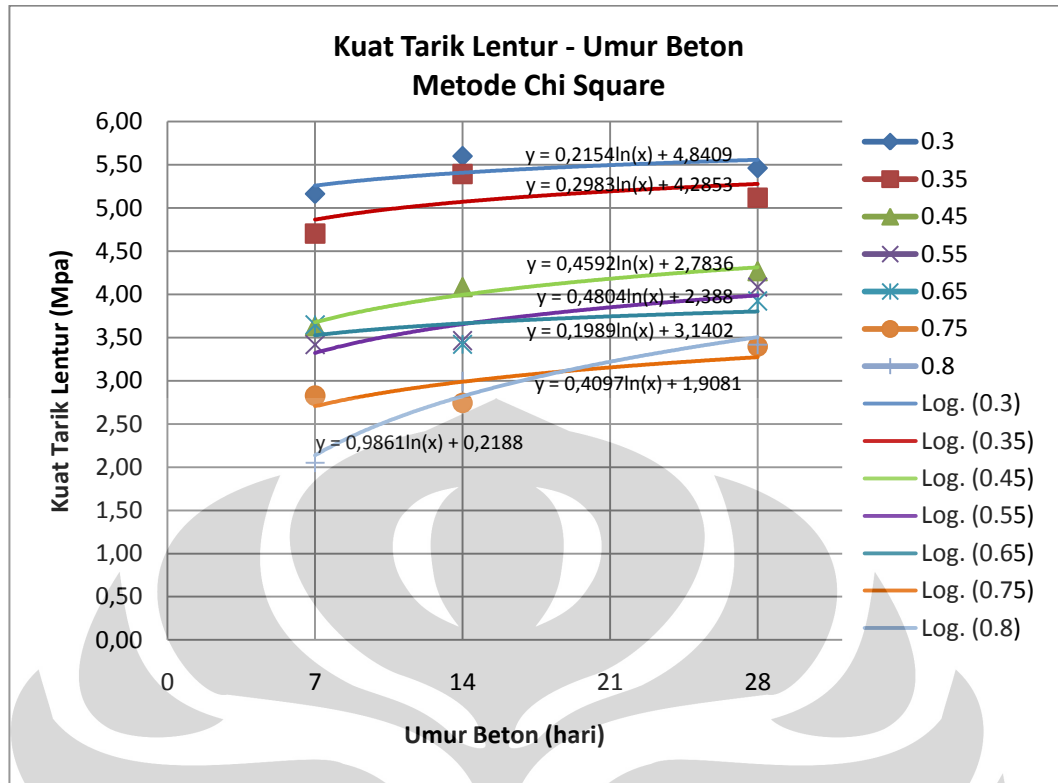
FAS	Umur (hari)	Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
				0.995	0.005	Bawah	Atas	
0.3	7	5.1644	0.0796	0.0547	1.2223	5.1097	6.3867	5.1644
	14	5.4860	0.2105	0.1446	3.2339	5.3414	8.7199	5.6009
	28	5.3482	0.2869	0.1971	4.4071	5.1511	9.7552	5.4630
0.35	7	4.6130	0.2105	0.1446	3.2339	4.4684	7.8470	4.7049
	14	5.1644	0.5739	0.3942	8.8142	4.7702	13.9786	5.3941
	28	5.0495	0.1194	0.0820	1.8335	4.9675	6.8830	5.1184
0.45	7	3.6325	0.4512	0.3100	6.9309	3.3226	10.5634	3.6325
	14	4.0157	0.1378	0.0947	2.1171	3.9211	6.1328	4.0847
	28	4.2306	0.1130	0.0776	1.7357	4.1530	5.9663	4.2691
0.55	7	3.3216	0.1731	0.1189	2.6590	3.2027	5.9807	3.4187
	14	3.3630	0.1756	0.1206	2.6973	3.2424	6.0603	3.4644
	28	4.0157	0.1378	0.0947	2.1171	3.9211	6.1328	4.0847
0.65	7	3.6482	0.5571	0.3826	8.5562	3.2655	12.2043	3.6482
	14	3.2521	0.3458	0.2375	5.3118	3.0146	8.5639	3.4228
	28	3.9238	0.0796	0.0547	1.2223	3.8692	5.1462	3.9238
0.75	7	2.6167	0.3653	0.2509	5.6103	2.3658	8.2270	2.8276
	14	2.6612	0.1663	0.1143	2.5547	2.5470	5.2160	2.7444

	28	3.2616	0.2419	0.1661	3.7151	3.0955	6.9767	3.3955
0.8	7	2.0514	0.0960	0.0660	1.4750	1.9854	3.5263	2.0514
	14	2.8830	0.1921	0.1319	2.9499	2.7511	5.8330	2.9939
	28	3.4185	0.1592	0.1093	2.4446	3.3091	5.8631	3.4185

4.6.1 Pengaruh Kenaikan Umur Beton terhadap Kuat Tarik Belah Beton dengan Variasi FAS



Gambar 4.13 Grafik kuat tarik lentur vs umur beton dengan metode rata – rata



Gambar 4.14 Grafik kuat tarik lentur vs umur beton dengan metode chi square

Berdasarkan kedua grafik di atas, dapat diketahui hasil penelitian untuk kuat lentur bahwa untuk seluruh beton dengan nilai FAS 0.3, 0.35, 0.45, 0.55, 0.65, 0.75 dan 0.8 rata – rata meningkat kuat lenturnya sesuai peningkatan umur beton. Namun apabila ditinjau berdasarkan titik, pada umur beton 14 hari terdapat keganjilan karena pada FAS 0.3 dan 0.35 nilainya lebih tinggi dibanding kuat lentur pada hari ke- 28. Sedangkan pada FAS 0.55, 0.65 dan 0.75 kekuatan beton umur 14 hari lebih rendah dibanding beton 7 hari. Selain itu grafik FAS 0.8 terlihat berada di atas grafik FAS 0.75 pada usia 28 hari, hal ini disebabkan karena nilai kuat lentur FAS 0.8 naik secara signifikan di setiap penambahan umur betonnya dan nilai kekuatan pada umur 28 hari hampir sama dengan kekuatan beton FAS 0.75 pada umur yang sama.

Pengujian yang dilakukan pada 3 umur beton yaitu 7, 14 dan 28 hari ini menghasilkan kurva logaritma yang teratas adalah pada FAS 0.3. Hal ini menunjukkan bahwa FAS 0.3 yang merupakan FAS terkecil ini memiliki rata – rata nilai kuat tarik lentur tertinggi. Sedangkan kurva logaritma terbawah adalah

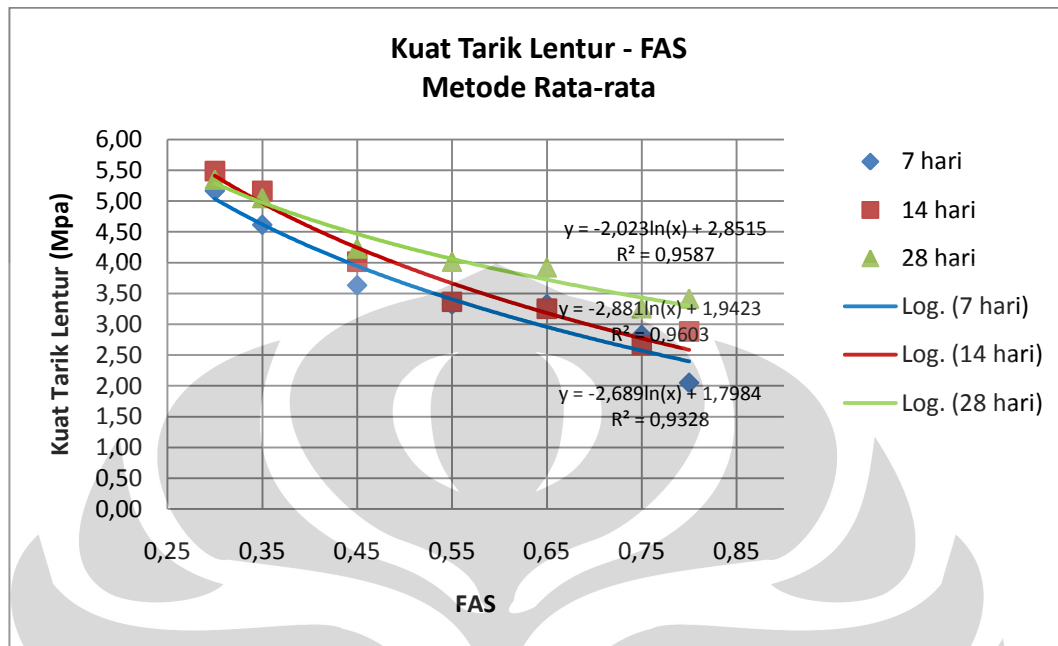
sampel dengan FAS 0.8 yang berarti memiliki rata – rata nilai kuat tarik lentur terendah dibanding dengan FAS yang lain.

Segala kesalahan hasil yang diperoleh atau penyimpangan terhadap literatur dan hipotesa yang telah diungkap di bab sebelumnya, khususnya pada hasil grafik kuat tekan di atas, disebabkan oleh beberapa faktor. Khusus untuk uji kuat tarik lentur ini hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kondisi pelaksanaan pengecoran yang berbeda – beda, kondisi material yang berbeda – beda, serta metode pemadatan yang berbeda yang menyebabkan penyebaran material menjadi tidak merata.

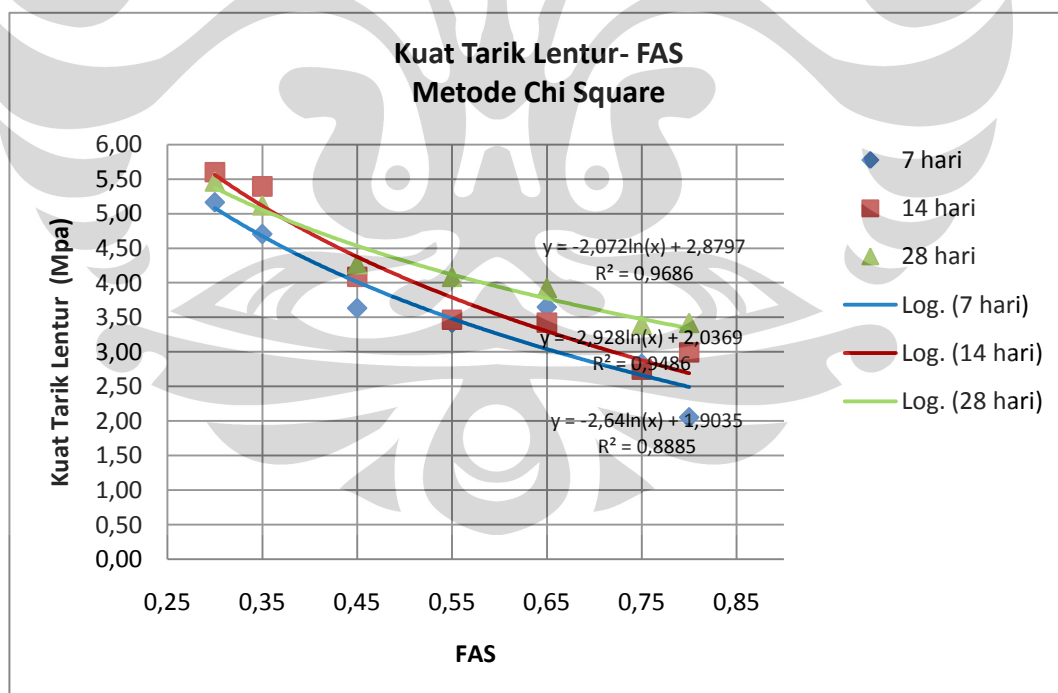
Untuk FAS 0.3 dan 0.35, kegagalan dapat terjadi akibat cara pengujian yang salah. Tingkat kekeringan sampel ketika akan diuji mempengaruhi hasil pengujian. Hal ini menyebabkan kekuatan beton pada umur 14 dan 28 hari untuk FAS 0.3 dan 0.35, meskipun kenyataannya dilaksanakan pengecoran pada hari dan metode pengerjaan yang sama pula, terdapat kesalahan yaitu penurunan kekuatan dari umur 14 ke 28 hari.

Pada hasil uji untuk beton dengan FAS 0.55, 0.65 dan 0.75 terjadi hasil *error* yaitu kuat tekan pada umur 7 hari yang ternyata lebih besar dibanding hari ke-14. Menurut literatur dan hipotesa, semakin bertambahnya umur beton, akan menghasilkan kuat lentur beton yang semakin besar. Berdasarkan catatan praktikum, hal ini kemungkinan kembali disebabkan oleh pelaksanaan pengecoran di hari yang berbeda. Beton dengan FAS 0.55, 0.65 dan 0.75 yang diuji pada umur 7 hari adalah beton yang dibuat di sepertiga periode pengecoran terakhir. Pelaksanaan di periode terakhir ini kemungkinan lebih baik dikarenakan pengalaman yang lebih dibanding pengecoran awal. Pengecoran yang baik akan menghasilkan beton dengan mutu yang lebih baik juga. Selain itu pelaksanaan pengecoran FAS 0.55, 0.65 dan 0.75 untuk beton umur 7 hari ini telah dilakukan penyesuaian jumlah air untuk kondisi SSD agregat yang jumlahnya dapat dilihat pada lampiran diari praktikum. Segala penyesuaian ini dapat menghasilkan kekuatan beton yang lebih akurat.

4.6.2 Pengaruh Kenaikan FAS terhadap Kuat Tarik Belah Beton dengan berbagai Umur Beton



Gambar 4.15 Grafik kuat tarik lentur vs FAS dengan metode rata – rata



Gambar 4.16 Grafik kuat tarik lentur vs FAS dengan metode chi square

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa kekuatan tarik lentur beton akan menurun apabila FAS yang digunakan pada campuran beton meningkat. Letak

kurva terbawah adalah kurva kuat lentur beton pada pengujian hari ke-7, menunjukkan bahwa beton pada umur ini memiliki rata – rata kekuatan terendah, selanjutnya meningkat sesuai umur beton yaitu 14 hari dan tertinggi adalah 28 hari. Hal ini sesuai dengan teori yang disebutkan pada bab studi literatur yaitu kekuatan beton akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton dan semakin menurun seiring dengan bertambahnya nilai FAS. Akan tetapi pada FAS kecil yaitu 0.3 dan 0.35 grafik 14 hari berada di atas grafik 28 hari. Hal ini telah disebutkan sebelumnya bahwa kuat lentur beton umur 14 hari pada FAS 0.3 dan 0.35 memang lebih tinggi dibanding beton umur 28 hari karena perbedaan kondisi pengeringan sampel sebelum pengujian.

4.7 HUBUNGAN KUAT TEKAN DENGAN KUAT TARIK LENTUR

Pada bab studi literatur telah disebutkan bahwa hubungan antara kuat tekan (f_c') dan kuat tarik lentur (f_r) beton SNI 03-1726-2002 nilai *modulus of rupture* adalah

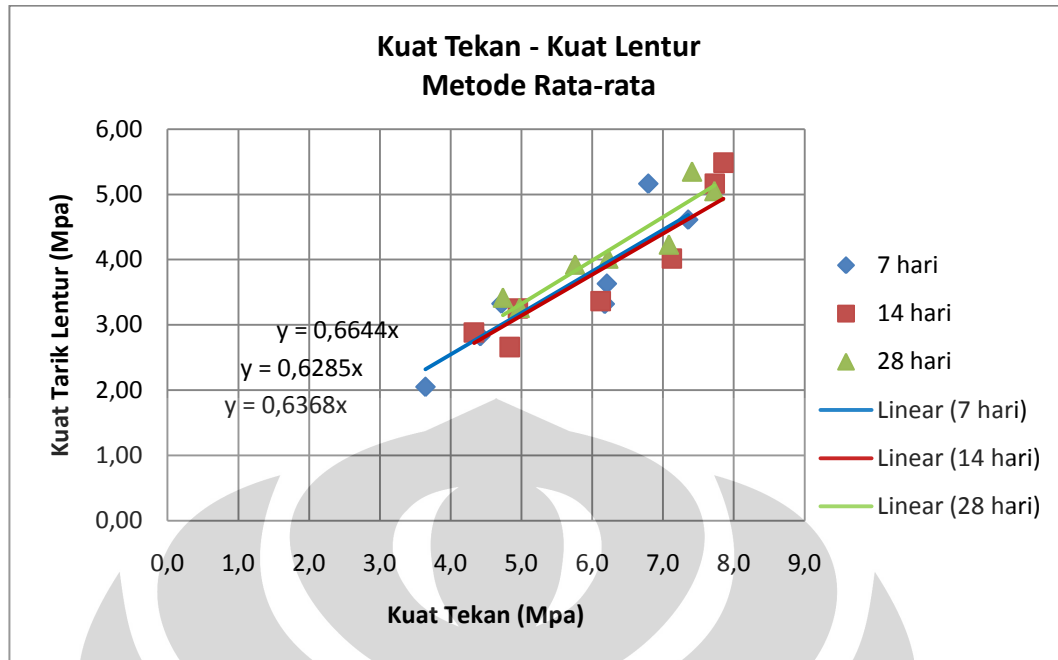
$$\text{—} \quad (4.1)$$

untuk beton normal, f_r dalam *MPa* bila f_c' dalam *MPa*.

Sedangkan menurut standar ACI 318M-05 hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik lentur beton, dapat dirumuskan sebagai berikut:

—

Selanjutnya, dengan membuat suatu hubungan berupa grafik antara hasil kuat tarik lentur beton (sumbu y) dengan akar kuat tekannya (sumbu x), berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh dari metode nilai rata - rata seperti di bawah ini, dapat diperoleh persamaan linear yang dapat dibandingkan dengan literatur di atas.



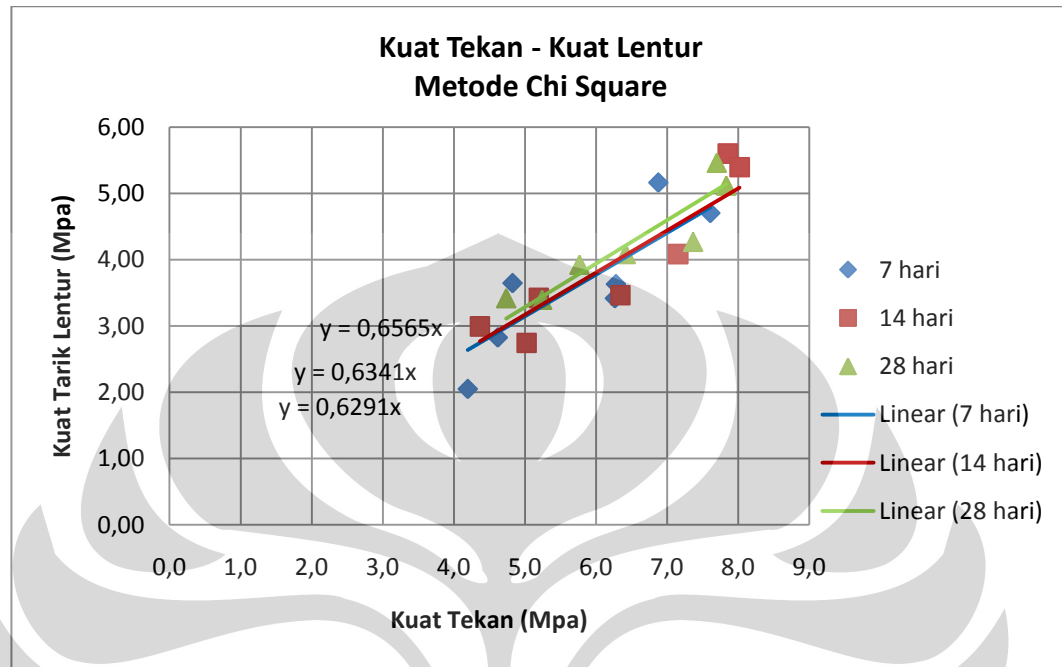
Gambar 4.17 Grafik kuat tekan – kuat tarik lentur dengan metode rata – rata

Tabel 4.28 Hubungan hasil kuat lentur beton dengan akar kuat tekan dengan metode rata - rata

FAS	fr			$\sqrt{fc'}$			fr/ $\sqrt{fc'}$		
	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari
0.3	5.164	5.486	5.348	6.794	7.854	7.411	0.760	0.698	0.722
0.35	4.613	5.164	5.050	7.357	7.732	7.727	0.627	0.668	0.653
0.45	3.633	4.016	4.231	6.207	7.125	7.084	0.585	0.564	0.597
0.55	3.322	3.363	4.016	6.178	6.119	6.227	0.538	0.550	0.645
0.65	3.327	3.252	3.924	4.717	4.949	5.758	0.705	0.657	0.681
0.75	2.828	2.661	3.262	4.419	4.835	4.974	0.640	0.550	0.656
0.8	2.051	2.883	3.418	3.643	4.329	4.737	0.563	0.666	0.722
	Rata - rata						0.631	0.622	0.668

Berdasarkan grafik di atas diperoleh hubungan kuat tarik lentur dengan kuat tekan yang berbeda – beda pada setiap umur beton yang berbeda. Begitu pula dengan rata – rata hasil dari fr/fc' menghasilkan konstanta yang berbeda. Akan tetapi dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh seluruhnya mendekati literatur ACI 318 – 83 yaitu $fr = 0.62\sqrt{fc'}$ untuk umur beton 7 dan 14 hari dan mendekati literatur SNI 03-1726-2002 yaitu $fr = 0.7\sqrt{fc'}$ untuk beton 28 hari. Berdasarkan grafik dihasilkan persamaan dengan perbedaan konstanta terhadap literatur sebesar 5 – 9 %. Begitu pula yang dihasilkan oleh grafik berdasarkan pengolahan

data menggunakan metode chi square menghasilkan perbedaan konstanta sebesar 6 – 10 % seperti yang ditunjukkan oleh grafik di bawah ini.



Gambar 4.18 Grafik kuat tekan – kuat lentur dengan metode chi square

Tabel 4.29 Hubungan hasil kuat lentur beton dengan akar kuat tekan dengan metode chi square

FAS	fr			$\sqrt{f_c'}$			fr/ $\sqrt{f_c'}$			
	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari	
0.3	5.164	5.601	5.463	6.877	7.854	7.698	0.751	0.713	0.710	
0.35	4.705	5.394	5.118	7.608	8.021	7.831	0.618	0.672	0.654	
0.45	3.633	4.085	4.269	6.280	7.157	7.365	0.578	0.571	0.580	
0.55	3.419	3.464	4.085	6.266	6.342	6.418	0.546	0.546	0.636	
0.65	3.648	3.423	3.924	4.825	5.194	5.768	0.756	0.659	0.680	
0.75	2.828	2.744	3.395	4.617	5.024	5.242	0.612	0.546	0.648	
0.8	2.051	2.994	3.418	4.195	4.366	4.737	0.489	0.686	0.722	
	Rata - rata							0.622	0.628	0.661

Nilai persentase lentur terhadap nilai kuat tekan yang dihasilkan mendekati hipotesa awal yaitu $\pm 8 - 15\%$ seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4.30 Persentase kuat lentur terhadap kuat tekan

Kuat Tekan (Mpa)			Kuat Lentur (Mpa)			Persentase Kuat Lentur terhadap Kuat Tekan		
7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari
47.29	61.69	59.25	5.1644	5.6009	5.3482	10.92%	9.08%	9.03%

57.89	64.34	61.33	4.6130	5.1644	5.1184	7.97%	8.03%	8.35%
39.44	51.22	54.24	3.6325	4.0847	4.2306	9.21%	7.98%	7.80%
39.26	38.99	41.19	3.4187	3.4644	4.0847	8.71%	8.89%	9.92%
23.28	27.48	33.27	3.6482	3.4228	3.9238	15.67%	12.46%	11.80%
21.32	25.24	27.48	2.8276	2.7444	3.3955	13.26%	10.87%	12.36%
17.60	19.06	21.69	2.0514	2.9939	3.4185	11.66%	15.71%	15.76%

4.8 HUBUNGAN KUAT TARIK BELAH DENGAN KUAT LENTUR

Persamaan yang menunjukkan hubungan antara kuat tekan (f_c') dengan kuat tarik belah (f_t) disebutkan dalam literatur ACI 318M-05 adalah :

$$f_t = 0.556\sqrt{f_c'}$$

Sedangkan menurut standar ACI 318 – 83 hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton, dapat dirumuskan sebagai berikut:

Sehingga didapat hubungan kuat tarik belah dengan kuat lentur adalah :

$$f_r = 1.115f_t$$

Pada bab studi literatur telah disebutkan bahwa dalam suatu penelitian didapatkan hasil uji tarik seperti tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2. 4 Hasil Uji Kuat Tarik Beton

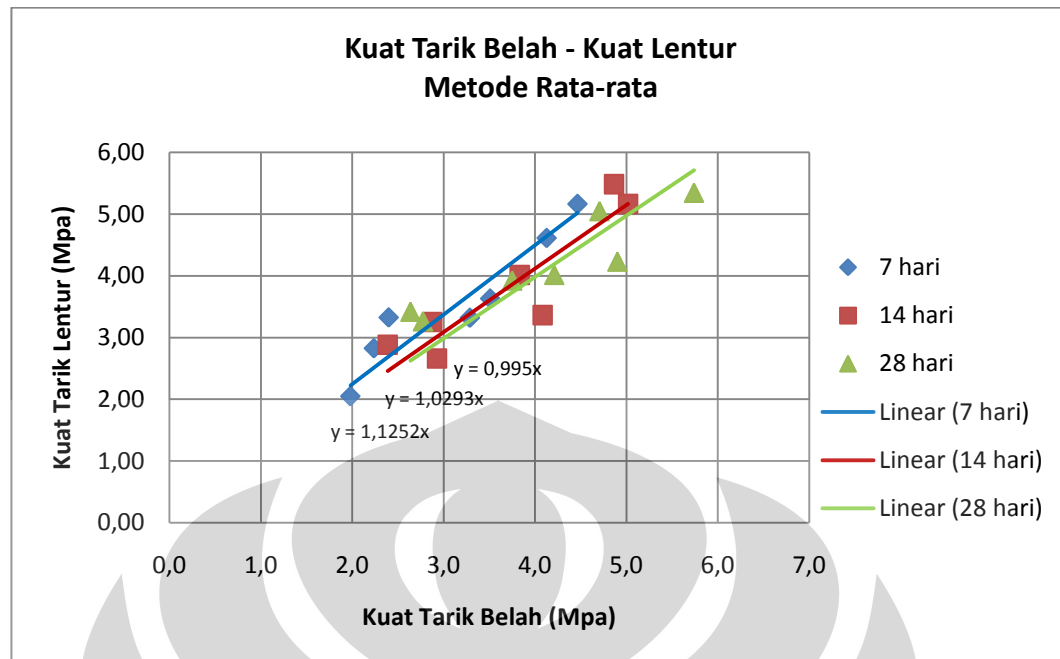
Tipe Pengujian	Kekuatan (Mpa)	Kekuatan (psi)
Uji Tarik Belah	2.79	405
Uji Tarik Langsung	1.90	275
Uji Tarik Lentur	4.17	605
Uji Tekan Kubus	41.23	5980

(Sumber: J.W. Murdock and C.E. Kesler, 1952)

Dari tabel tersebut dapat diketahui perkiraan konstanta hubungan antara kuat tarik lentur (f_r) dengan kuat tarik belah (f_t) yaitu sebesar :

$$f_r = 1.494f_t$$

Konstanta yang diperoleh tersebut dapat dijadikan acuan perkiraan untuk grafik hubungan kuat tarik lentur (sumbu y) dan kuat tarik belah (sumbu x) di bawah ini.



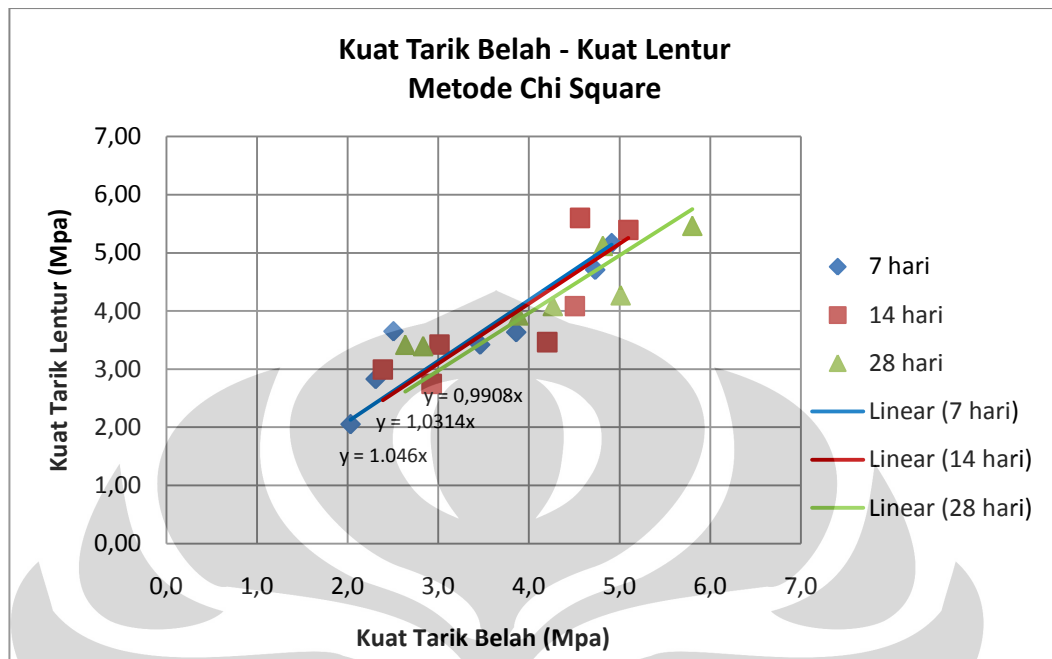
Gambar 4.19 Grafik kuat tarik belah – kuat tarik lentur dengan metode rata – rata

Tabel 4.31 Hubungan hasil kuat tarik belah dengan kuat tarik lentur dengan metode rata – rata

FAS	fr			ft			fr/ft		
	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari
0.3	5.164	5.486	5.348	4.465	4.864	5.738	1.157	1.128	0.932
0.35	4.613	5.164	5.050	4.127	5.019	4.704	1.118	1.029	1.073
0.45	3.633	4.016	4.231	3.510	3.833	4.900	1.035	1.048	0.863
0.55	3.322	3.363	4.016	3.288	4.084	4.209	1.010	0.824	0.954
0.65	3.327	3.252	3.924	2.399	2.873	3.749	1.387	1.132	1.047
0.75	2.828	2.661	3.262	2.237	2.927	2.772	1.264	0.909	1.176
0.8	2.051	2.883	3.418	1.980	2.388	2.636	1.036	1.207	1.297
	Rata - rata						1.144	1.039	1.049

Hasil yang diperoleh ternyata mendekati 1.0, dalam hal ini berarti nilai kuat tarik beton yang diperoleh dari dua pengujian yang berbeda yaitu uji lentur dan uji belah beton adalah hampir sama. Hal ini mendekati persamaan ACI yaitu $fr = 1.115ft$ dengan perbedaan antara 0.8 – 10.8 % untuk metode rata – rata dan 6.2 – 11.2 % untuk metode chi square. Akan tetapi tidak mendekati literatur bahwa kuat tarik lentur adalah mendekati 1.494 kali dari kuat tarik belah beton. Berdasarkan grafik dihasilkan persamaan dengan perbedaan konstanta terhadap literatur sebesar 25 – 33 %. Begitu pula yang dihasilkan oleh grafik berdasarkan

pengolahan data menggunakan metode chi square menghasilkan perbedaan konstanta sebesar 39 – 34 % seperti yang ditunjukkan oleh grafik di bawah ini.



Gambar 4.20 Grafik kuat tarik belah – kuat lentur dengan metode chi square

Tabel 4.32 Hubungan hasil kuat tarik belah dengan kuat lentur dengan metode chi square

FAS	fr			ft			fr/ft		
	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari
0.3	5.164	5.601	5.463	4.914	4.564	5.803	0.951	0.815	1.062
0.35	4.705	5.394	5.118	4.732	5.096	4.816	1.006	0.945	0.941
0.45	3.633	4.085	4.269	3.861	4.508	5.013	1.063	1.104	1.174
0.55	3.419	3.464	4.085	3.463	4.201	4.264	1.013	1.213	1.044
0.65	3.648	3.423	3.924	2.507	3.014	3.883	0.687	0.880	0.990
0.75	2.828	2.744	3.395	2.310	2.927	2.833	0.817	1.067	0.834
0.8	2.051	2.994	3.418	2.033	2.388	2.636	0.991	0.798	0.771
	Rata - rata						0.933	0.974	0.974

4.9 HUBUNGAN KUAT TEKAN DENGAN KUAT TARIK BELAH

Persamaan yang menunjukkan hubungan antara kuat tekan (f_c') dengan kuat tarik belah (f_t) disebutkan dalam literatur ACI 318M-05 adalah :

$$f_t = 0.556\sqrt{f_c'}$$

Selain itu dapat juga digunakan dua analisa sebelumnya sebagai parameter bentuk persamaannya. Diketahui dari subbab 4.8 Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Kua Tarik Lentur, hubungan kuat tarik lentur (f_r) dengan kuat tarik belah adalah :

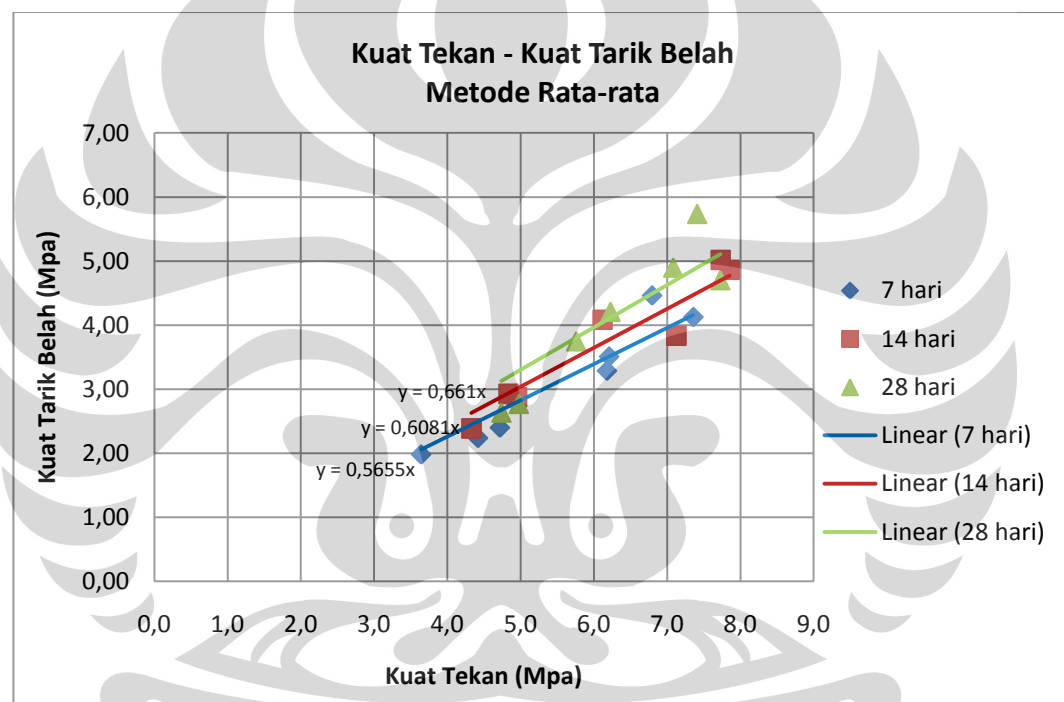
$$f_r = 1.494 f_t$$

dan hubungan antara kuat tekan dengan kuat tarik lentur berdasarkan SNI 03-1726-2002 adalah :

dari dua persamaan di atas dapat ditentukan sebuah persamaan baru :

$$f_t = 1.046 \sqrt{f_c'}$$

Konstanta yang diperoleh tersebut dapat dijadikan acuan perkiraan untuk grafik hubungan kuat tarik belah (y) dan akar kuat tekan (x) di bawah ini.

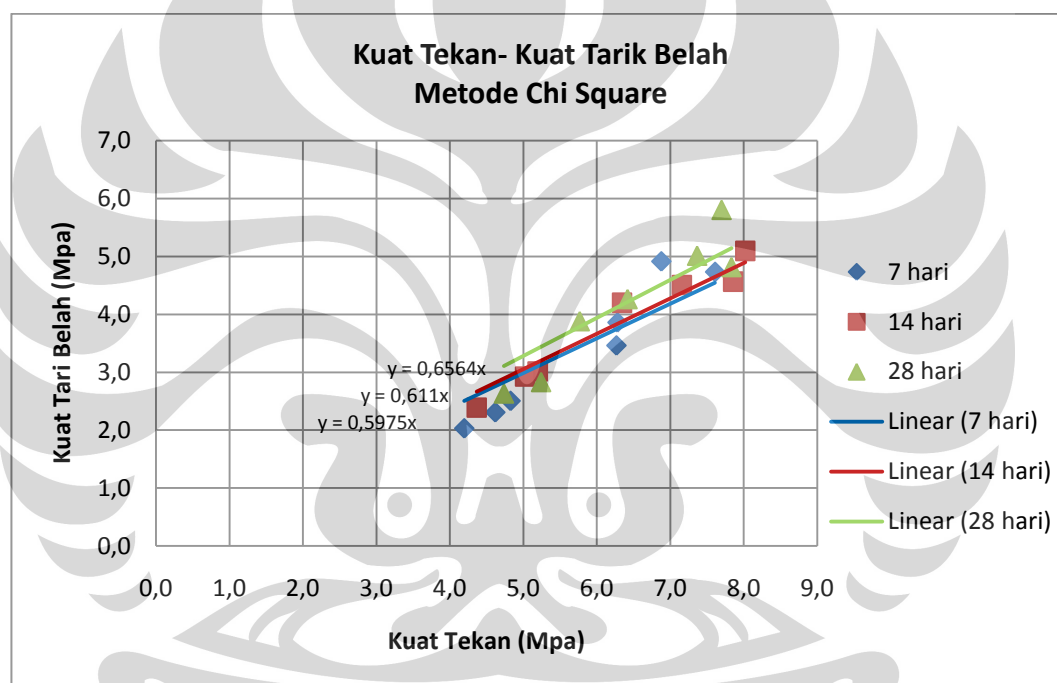


Gambar 4.21 Grafik kuat tekan – kuat tarik belah dengan metode rata – rata

Tabel 4.33 Hubungan hasil kuat tarik belah dengan kuat tekan dengan metode rata – rata

FAS	ft (MPa)			$\sqrt{f_c'}$ (MPa)			ft/ $\sqrt{f_c'}$		
	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari
0.3	4.465	4.864	5.738	6.794	7.854	7.411	0.657	0.619	0.774
0.35	4.127	5.019	4.704	7.357	7.732	7.727	0.561	0.649	0.609
0.45	3.510	3.833	4.900	6.207	7.125	7.084	0.565	0.538	0.692
0.55	3.288	4.084	4.209	6.178	6.119	6.227	0.532	0.667	0.676
0.65	2.399	2.873	3.749	4.717	4.949	5.758	0.509	0.581	0.651
0.75	2.237	2.927	2.772	4.419	4.835	4.974	0.506	0.606	0.557
0.8	1.980	2.388	2.636	3.643	4.329	4.737	0.543	0.552	0.557
	Rata - rata						0.553	0.602	0.645

Hasil yang diperoleh pada pengujian belah penelitian ini ternyata lebih mendekati ACI 318 M-05 dengan perbedaan sebesar 1.6 – 18.9 % untuk metode rata – rata dan 7.4 – 18 % untuk metode chi square. Akan tetapi, seperti yang telah dibahas pada analisa sebelumnya, hubungan kuat tarik lentur dan kuat tarik belah tidak mendekati $f_r = 1.494 f_t$, sehingga apabila literatur tersebut kembali digunakan untuk hubungan kuat tarik belah dengan kuat tekan menghasilkan persamaan dengan perbedaan konstanta yang cukup signifikan yaitu sebesar 20 – 41 %. Begitu pula yang dihasilkan oleh grafik berdasarkan pengolahan data menggunakan metode chi square menghasilkan perbedaan konstanta sebesar 27 – 40 % seperti yang ditunjukkan oleh grafik di bawah ini.



Gambar 4.22 Grafik kuat tekan – kuat tarik belah dengan metode chi square

Tabel 4.34 Hubungan hasil kuat tarik belah dengan kuat tekan dengan metode chi square

FAS	ft			$\sqrt{f_c'}$			ft/ $\sqrt{f_c'}$		
	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari
0.3	4.914	4.564	5.803	6.877	7.854	7.698	0.715	0.581	0.754
0.35	4.732	5.096	4.816	7.608	8.021	7.831	0.622	0.635	0.615
0.45	3.861	4.508	5.013	6.280	7.157	7.365	0.615	0.630	0.681
0.55	3.463	4.201	4.264	6.266	6.342	6.418	0.553	0.662	0.664
0.65	2.507	3.014	3.883	4.825	5.194	5.768	0.520	0.580	0.673
0.75	2.310	2.927	2.833	4.617	5.024	5.242	0.500	0.583	0.540
0.8	2.033	2.388	2.636	4.195	4.366	4.737	0.485	0.547	0.557
Rata - rata							0.573	0.603	0.641

Nilai kuat tarik belah terhadap nilai kuat tekan yang dihasilkan mendekati hipotesa awal yaitu $\pm 8 - 15\%$ seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4.35 Persentase kuat tarik belah terhadap kuat tekan

Kuat Tekan (Mpa)			Kuat Tarik Belah (Mpa)			Persentase Kuat Tarik Belah terhadap Kuat Tekan		
7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari	7hari	14hari	28hari
47.29	61.69	59.25	4.9138	5.2493	5.7380	10.39%	8.51%	9.68%
57.89	64.34	61.33	4.7321	5.4789	4.8160	8.17%	8.52%	7.85%
39.44	51.22	54.24	3.8607	4.5077	5.4525	9.79%	8.80%	10.05%
39.26	38.99	41.19	3.4629	4.2010	4.2639	8.82%	10.78%	10.35%
23.28	27.48	33.27	2.5068	3.0136	3.8829	10.77%	10.97%	11.67%
21.32	25.24	27.48	2.3101	2.9273	2.8333	10.84%	11.60%	10.31%
17.60	19.06	21.69	2.0331	2.3882	2.6362	11.55%	12.53%	12.15%

4.10 ANALISA TERHADAP HASIL PENELITIAN SEBELUMNYA

Subbab ini membahas tentang perbandingan hasil kuat tekan dari penelitian ini terhadap penelitian sebelumnya yaitu Penelitian Strategis Nasional 2009 yang dilaksanakan oleh Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil FTUI. Penelitian ini dimaksudkan untuk meneliti beton yang menggunakan bahan dasar lokal untuk mendapatkan grafik hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen. Grafik hubungan antara kuat tekan dengan umur beton dan grafik hubungan antara persentase kuat tekan umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari ini diperlukan karena selama ini grafik hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen ini masih menggunakan hasil penelitian dari luar negeri.

Penelitian Strategis Nasional 2009 ini menggunakan ukuran sampel yang berbeda dengan penelitian pada skripsi ini yaitu silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pendekatannya dilakukan dengan melakukan konversi sebesar 1/1.04 untuk mengubah hasil dari penelitian skripsi ini ke ukuran yang sama dengan penelitian sebelumnya yaitu silinder 15x30. Selain itu kedua penelitian ini juga menggunakan material lokal yang berbeda – beda.

4.10.1 Perbandingan Pengaruh Kenaikan FAS terhadap Kuat Tekan Beton dengan berbagai Umur Beton

Hasil uji tekan berdasarkan pengolahan data dengan metode nilai rata – rata dari kedua penelitian yaitu **penelitian A** yang merupakan penelitian pada skripsi ini yang dilaksanakan tahun 2010 mengenai pengaruh FAS terhadap beton menggunakan semen tipe OPC dan **penelitian B** yang merupakan penelitian strategis nasional tahun 2009, disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.36 Hasil perbandingan dengan uji tekan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata

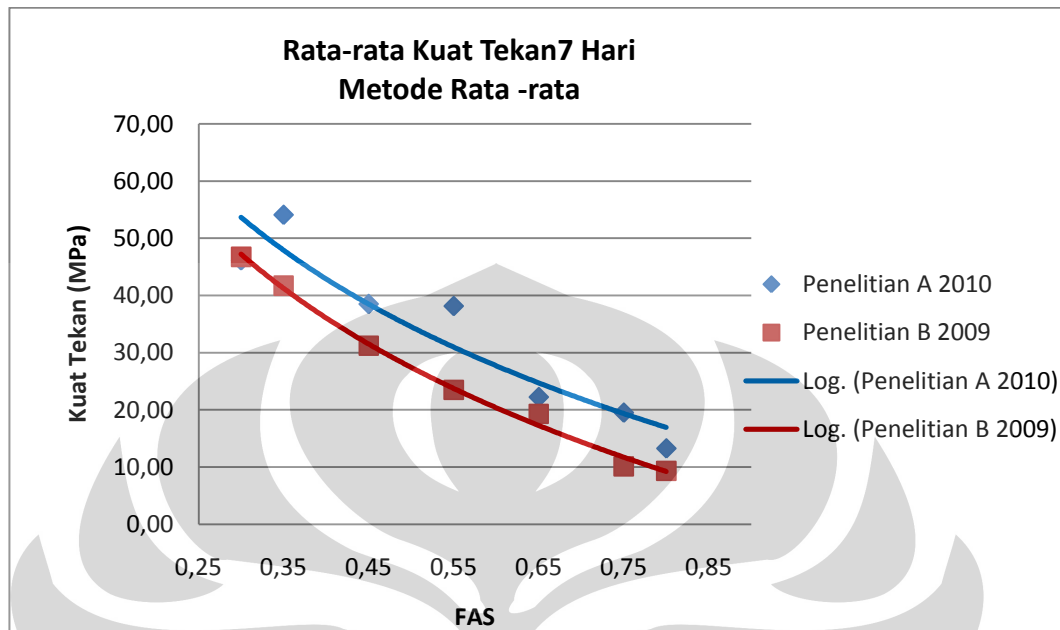
FAS	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)								
	7 hari			14 hari			28 hari		
	A	B	KR	A	B	KR	A	B	KR
0.3	46.15	46.76	1.29%	61.69	48.74	26.57%	54.92	67.57	18.71%
0.35	54.12	41.71	29.78%	59.78	43.91	36.14%	59.71	47.17	26.60%
0.45	38.53	31.24	23.35%	50.77	35.51	42.98%	50.18	39.22	27.96%
0.55	38.17	23.48	62.53%	37.44	26.97	38.81%	38.77	30.56	26.89%
0.65	22.25	19.30	15.32%	24.49	23.10	6.05%	33.15	26.48	25.18%
0.75	19.52	10.13	92.75%	23.37	13.10	78.42%	24.74	14.54	70.13%
0.8	13.27	9.34	42.15%	18.74	11.63	61.14%	22.44	13.02	72.41%

Pada tabel tersebut dapat diketahui besar kuat tekan (f_c') rata-rata pada masing – masing penelitian dengan FAS 0.3, 0.35, 0.45, 0.55, 0.65, 0.75, dan 0.8 pada umur beton 7, 14 dan 28 hari. Sehingga didapatkan perkiraan selisih keduanya dalam bentuk persentase kesalahan relatif (KR) yang diperoleh dari rumus :

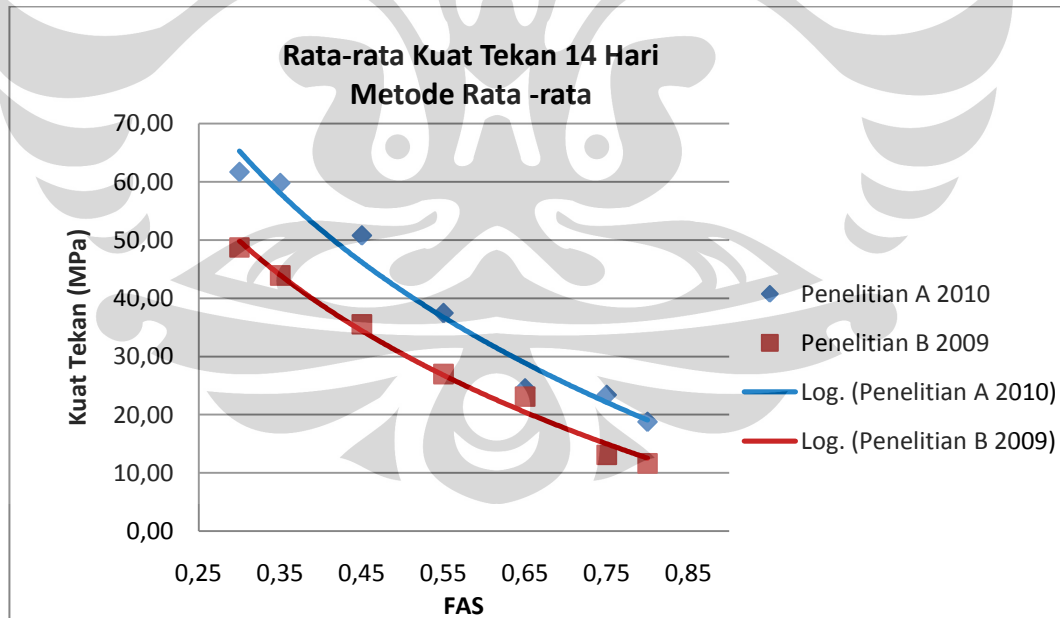
$$KR = \left| \frac{f_c' A - f_c' B}{f_c' B} \right| \times 100\%$$

Persentase KR yang diperoleh ternyata cukup beragam. Untuk beton umur 7 hari selisih terbesar mencapai 92% yaitu pada beton FAS 0.75. Untuk beton umur 14 hari selisih terbesar mencapai 78.42% yang juga pada beton FAS 0.75. Sedangkan untuk beton umur 28 hari selisih terbesar mencapai 72.41% pada beton FAS 0.8. Perbedaan yang besar pada FAS beton tertentu ini ditekankan disebabkan oleh kondisi dan penggunaan material yang berbeda, pelaksanaan yang berbeda serta kondisi lingkungan yang berbeda dari waktu ke waktu.

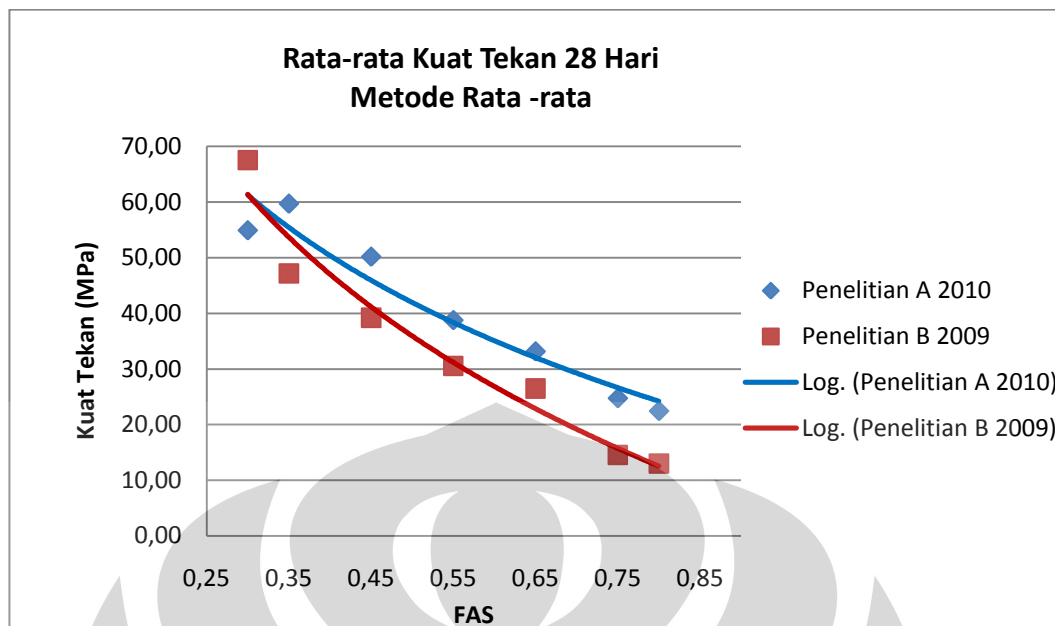
Berikut adalah grafik yang diplot berdasarkan hasil yang terdapat pada tabel di atas.



Gambar 4.23 Grafik kuat tekan – FAS beton 7 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode rata-rata



Gambar 4.24 Grafik kuat tekan – FAS beton 14 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode rata-rata



Gambar 4.25 Grafik kuat tekan – FAS beton 28 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode rata - rata

Kurva logaritma yang diplot berdasarkan titik – titik hasil kuat tekan di ketiga umur beton di atas menunjukkan seberapa jauh perbedaan hasil dari kedua penelitian yang berbeda tersebut selain menggunakan persentase KR. Grafik untuk umur beton 7 hari menunjukkan kuat tekan antara penelitian A dan B yaitu semakin meningkatnya FAS maka selisih keduanya cenderung tetap. Grafik untuk umur beton 14 hari menunjukkan bahwa semakin meningkatnya FAS maka selisih keduanya semakin kecil. Sedangkan grafik untuk umur beton 28 hari menunjukkan bahwa semakin meningkatnya FAS maka selisih keduanya semakin besar.

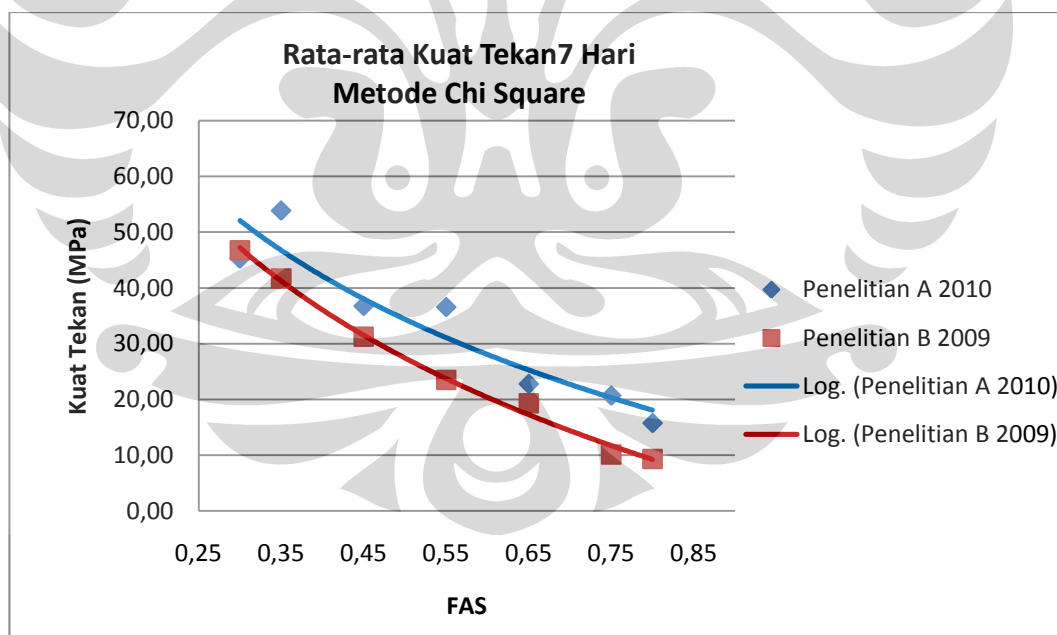
Perbandingan dari kedua kurva antara hasil kuat tekan penelitian mahasiswa pada skripsi ini (penelitian A) dengan penelitian laboratorium (penelitian B) menunjukkan bahwa penelitian A menghasilkan rata – rata kuat tekan yang lebih besar dibanding dengan penelitian B. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kemungkinan penggunaan material seperti yang digunakan pada penelitian A dapat menghasilkan beton dengan mutu yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan material seperti pada penelitian B. Dalam hal ini material yang digunakan pada penelitian B adalah agregat kasar Rumpin dan Purwakarta dan

untuk agregat halusnya digunakan agregat halus yang berasal dari Citarum dan Cimangkok.

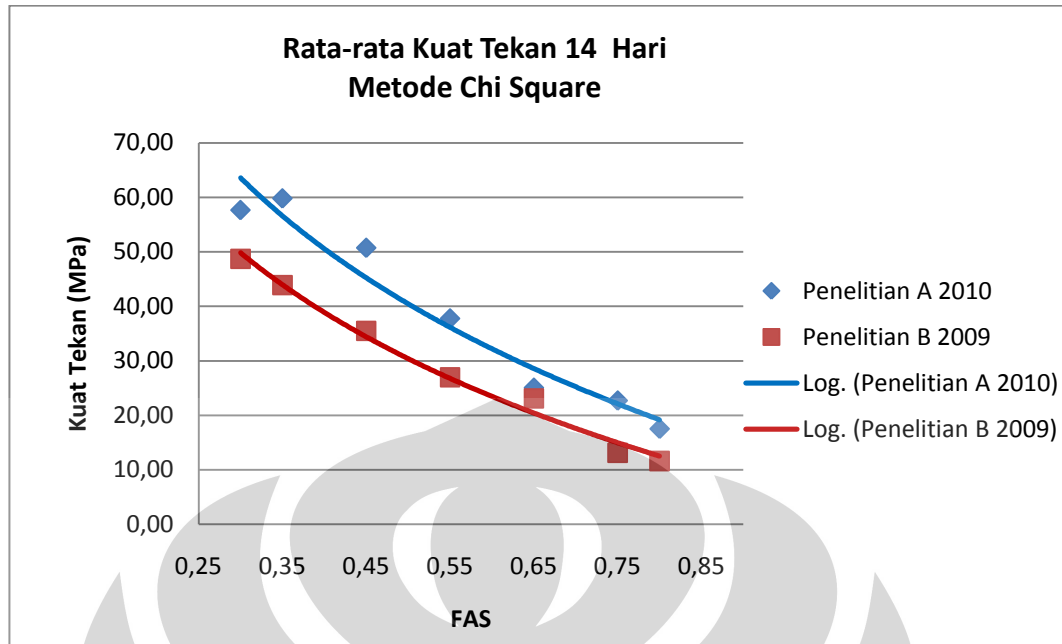
Demikian pula analisa hasil perbandingan kuat tekan dari kedua penelitian yang diperoleh menggunakan pengolahan data metode chi square berupa tabel dan grafik seperti di bawah ini.

Tabel 4.37 Hasil perbandingan dengan uji tekan penelitian sebelumnya dengan metode chi square

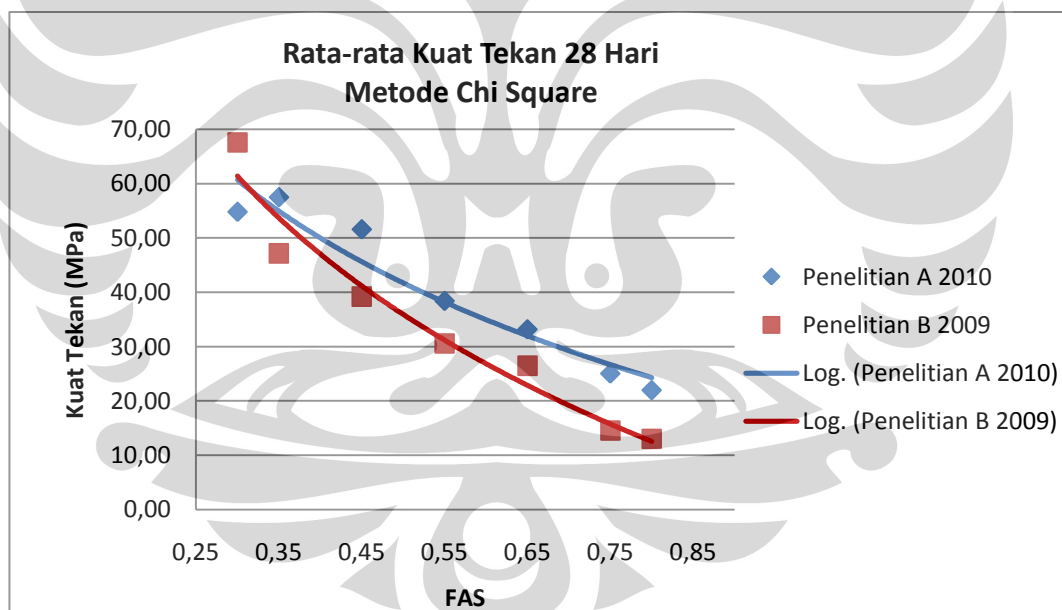
FAS	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)								
	7 hari			14 hari			28 hari		
	A	B	KR	A	B	KR	A	B	KR
0.3	45.25	46.76	3.23%	57.70	48.74	18.40%	54.80	67.57	18.89%
0.35	53.87	41.71	29.17%	59.84	43.91	36.27%	57.50	47.17	21.90%
0.45	36.75	31.24	17.65%	50.77	35.51	42.98%	51.58	39.22	31.54%
0.55	36.56	23.48	55.69%	37.80	26.97	40.15%	38.39	30.56	25.62%
0.65	22.78	19.30	18.03%	25.09	23.10	8.64%	33.15	26.48	25.18%
0.75	20.67	10.13	104.04%	22.74	13.10	73.58%	25.02	14.54	72.01%
0.8	15.75	9.34	68.63%	17.56	11.63	51.01%	21.95	13.02	68.68%



Gambar 4.26 Grafik kuat tekan – FAS beton 7 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode chi square



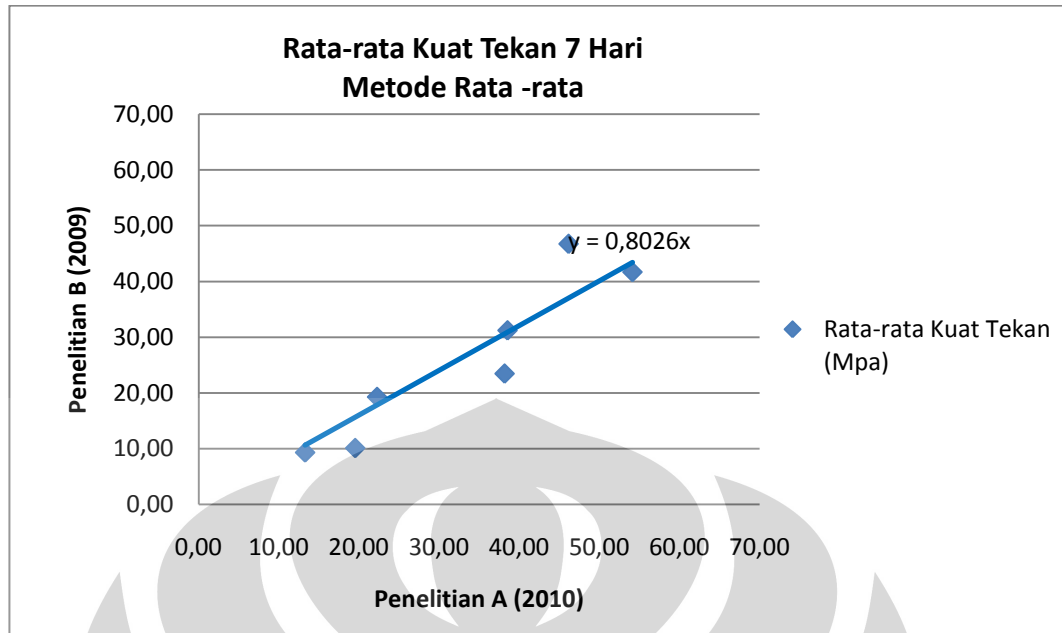
Gambar 4.27 Grafik kuat tekan – FAS beton 14 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode chi square



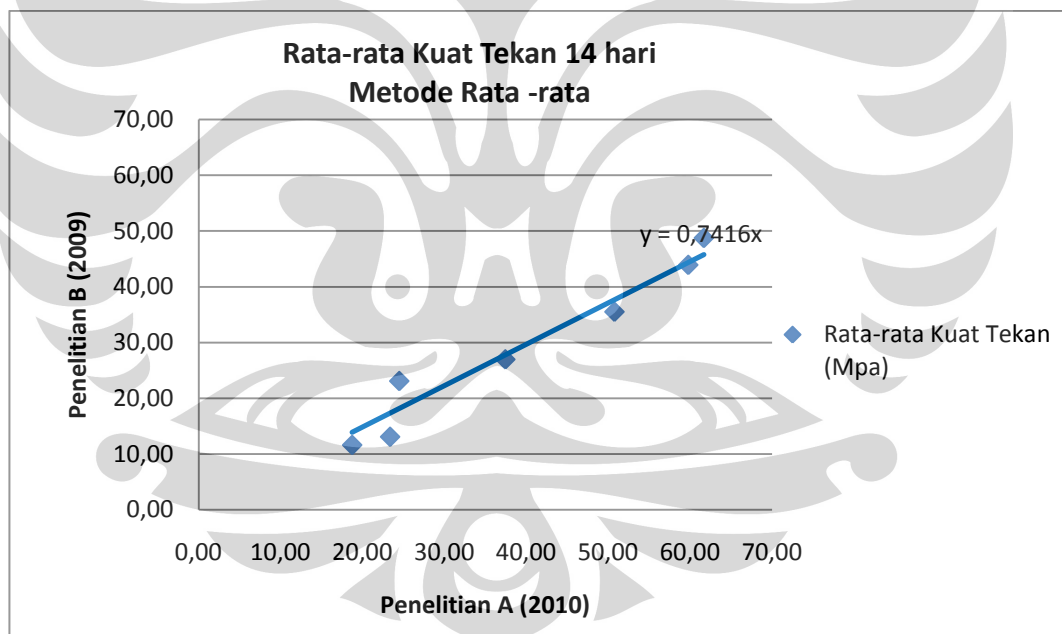
Gambar 4.28 Grafik kuat tekan – FAS beton 28 hari dengan perbandingan penelitian sebelumnya dengan metode chi square

4.10.2 Hubungan Hasil Kuat Tekan antara Kedua Penelitian

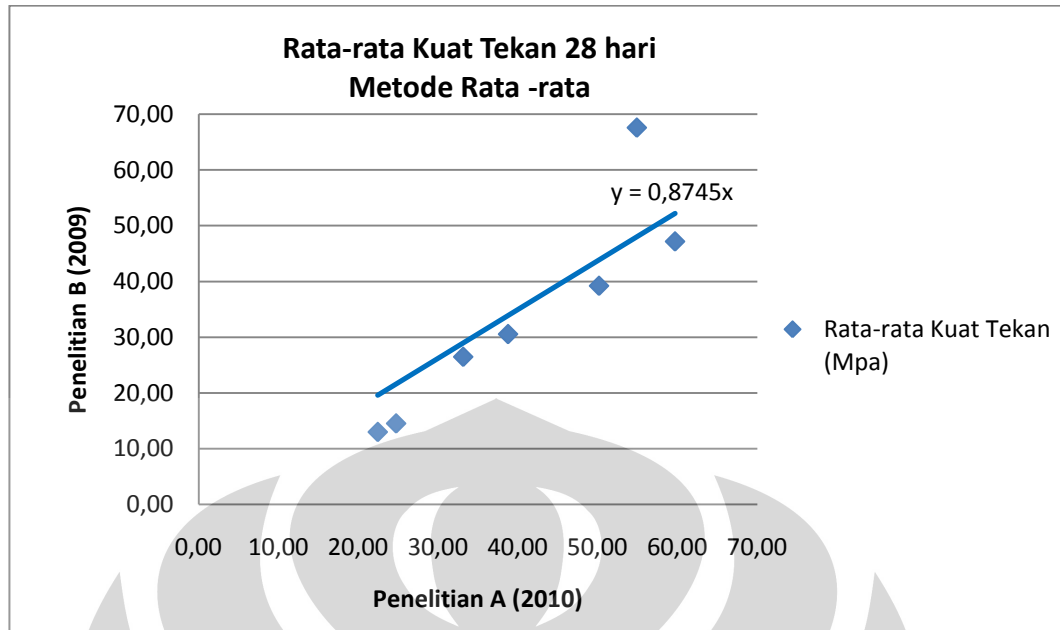
Grafik di bawah ini menunjukkan hubungan kuat tekan antara kedua penelitian sehingga menghasilkan persamaan linier antara hubungan keduanya.



Gambar 4.29 Grafik perbandingan kuat tekan 7 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode rata - rata

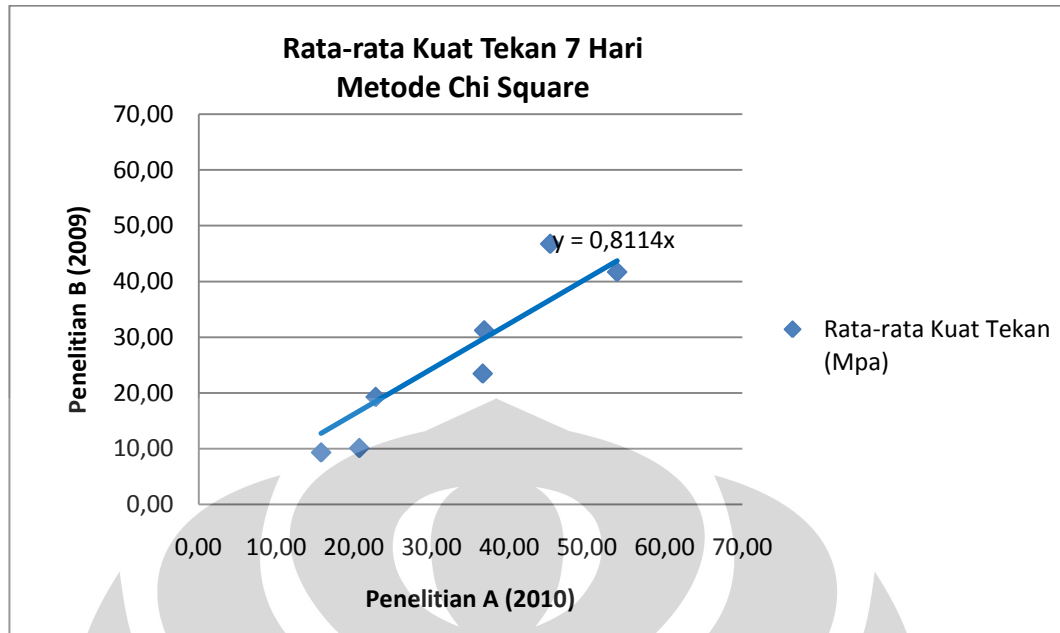


Gambar 4.30 Grafik perbandingan kuat tekan 14 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata

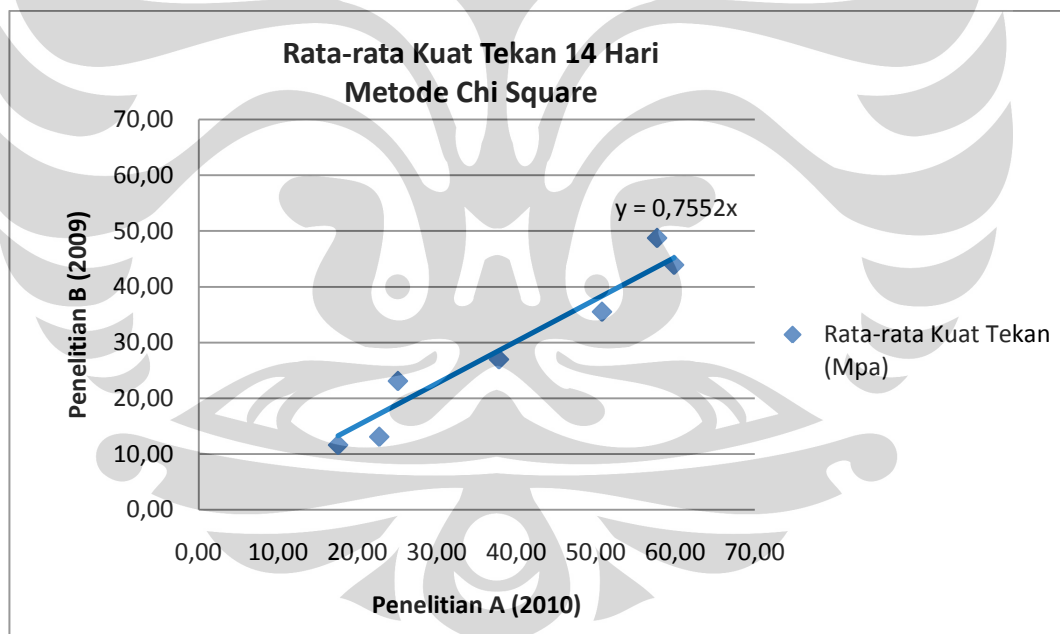


Gambar 4.31 Grafik perbandingan kuat tekan 28 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode rata – rata

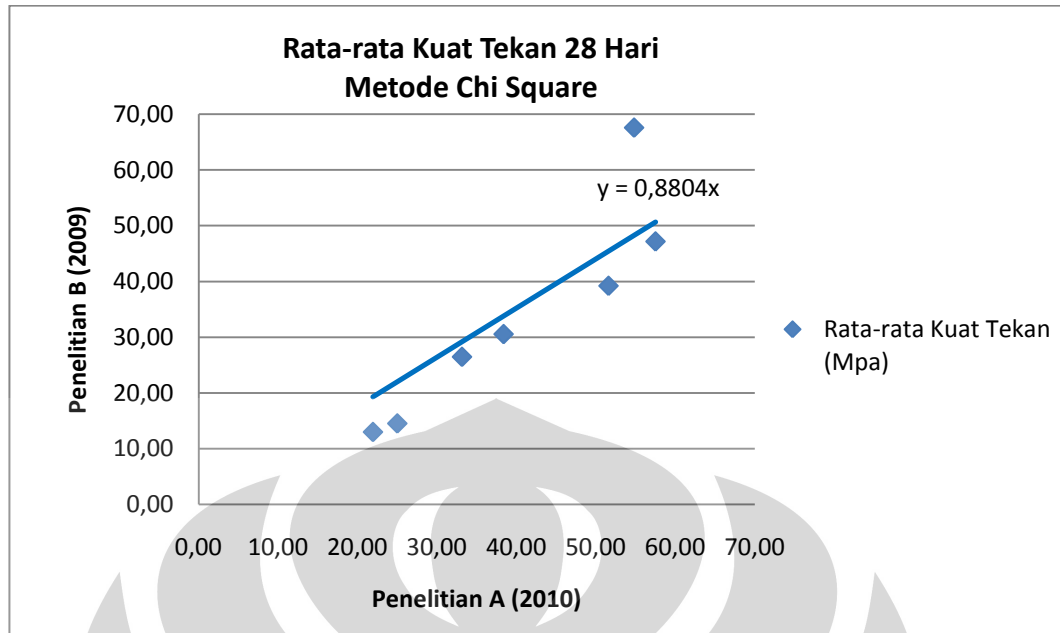
Berdasarkan pengolahan data menggunakan metode rata – rata, perbedaan yang dihasilkan antara kedua penelitian berdasarkan kurva linier pada grafik di atas adalah sekitar 12.6 – 25.9%. Perbedaan terbesar dihasilkan oleh grafik untuk beton umur 14 hari dan perbedaan terkecil dihasilkan oleh grafik untuk beton umur 28 hari. Begitu pula persamaan yang diperoleh dari grafik berdasarkan pengolahan data menggunakan metode chi square di bawah ini dengan perbedaan yang dihasilkan antara kedua penelitian berdasarkan kurva linier pada grafik adalah sekitar 12– 24.5%.



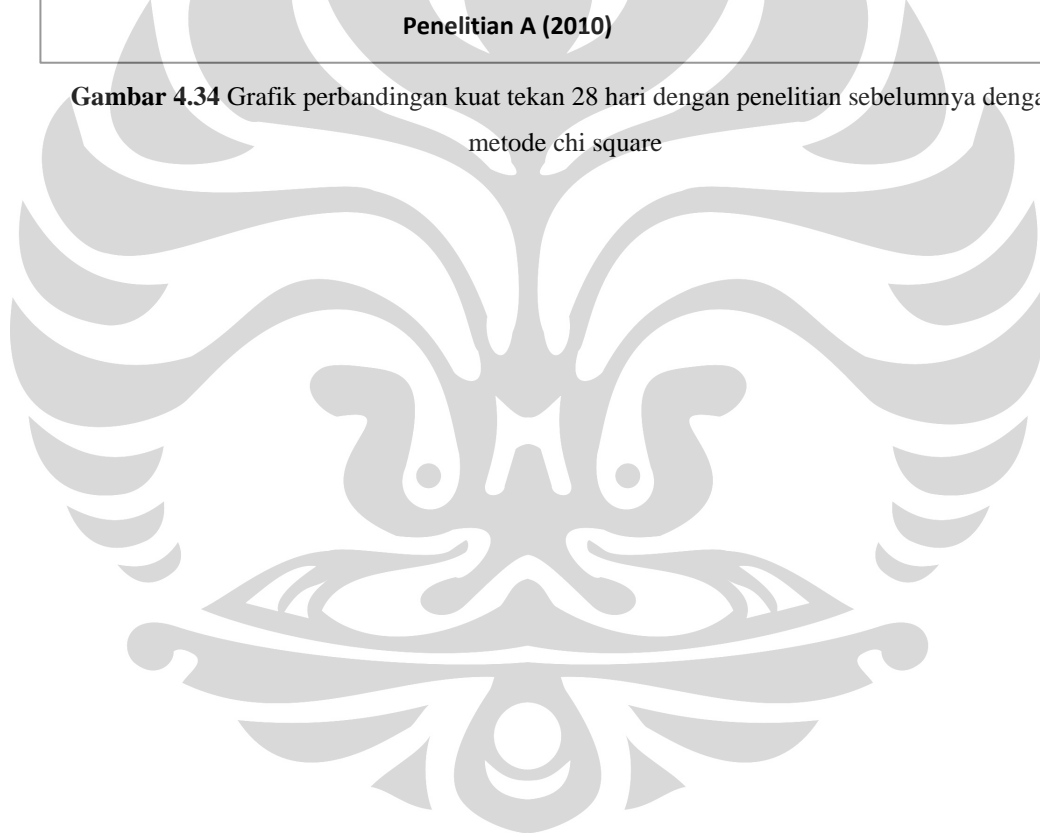
Gambar 4.32 Grafik perbandingan kuat tekan 7 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode chi square



Gambar 4.33 Grafik perbandingan kuat tekan 14 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode chi square

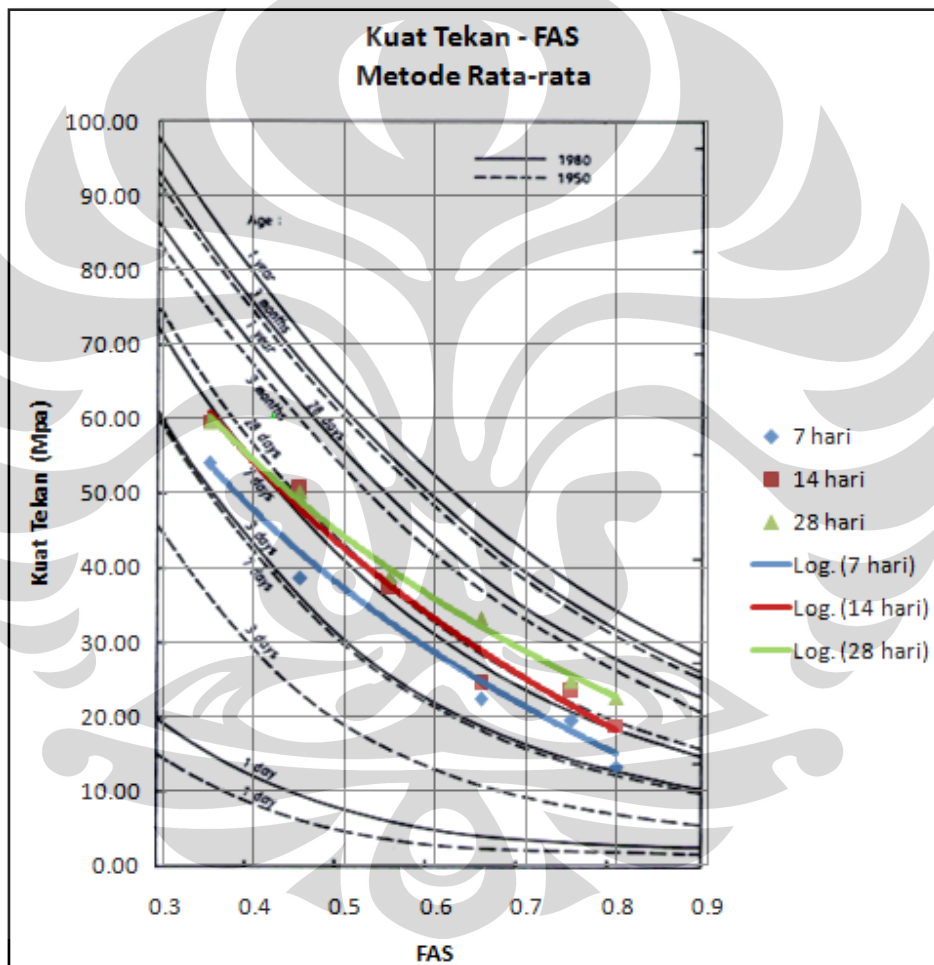


Gambar 4.34 Grafik perbandingan kuat tekan 28 hari dengan penelitian sebelumnya dengan metode chi square

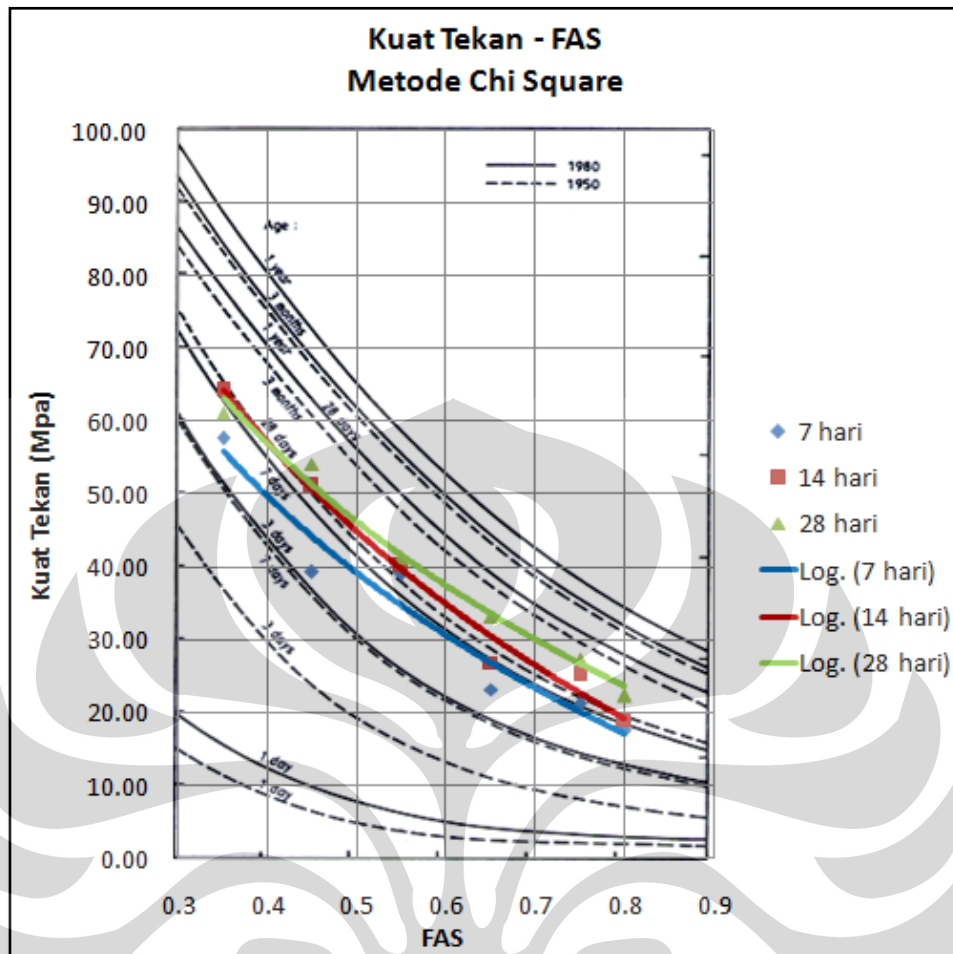


4.11 PERBANDINGAN GRAFIK KUAT TEKAN DENGAN LITERATUR

Hasil uji kuat tekan berupa grafik diplot pada suatu grafik literatur mengenai hubungan kuat tekan dengan FAS beton menggunakan semen tipe OPC yang terdapat pada *Concrete Technical Report No.29, Changes in the properties of ordinary Portland cement and their effects on concrete, 1986* sebagai pembandingan langsung bentuk kurva yang didapat dari penelitian ini terhadap literatur yaitu sebagai berikut :



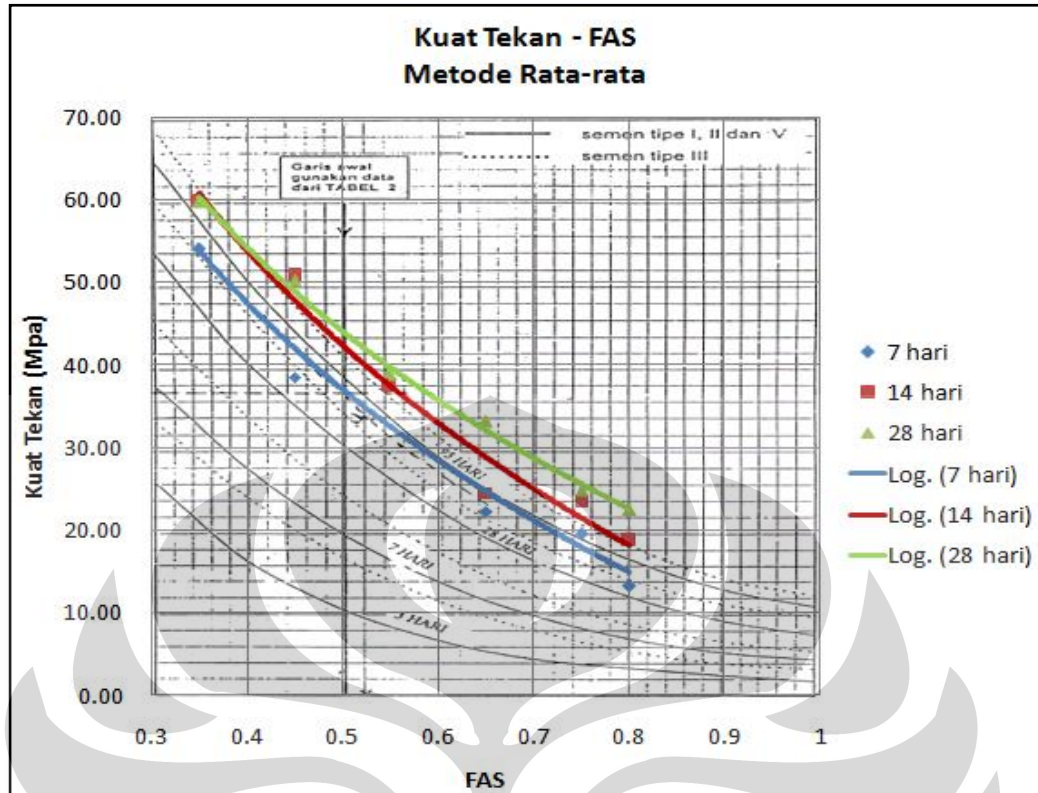
Gambar 4.35 Perbandingan grafik dengan Concrete Technical Report No.29 untuk hasil kuat tekan dengan metode rata - rata



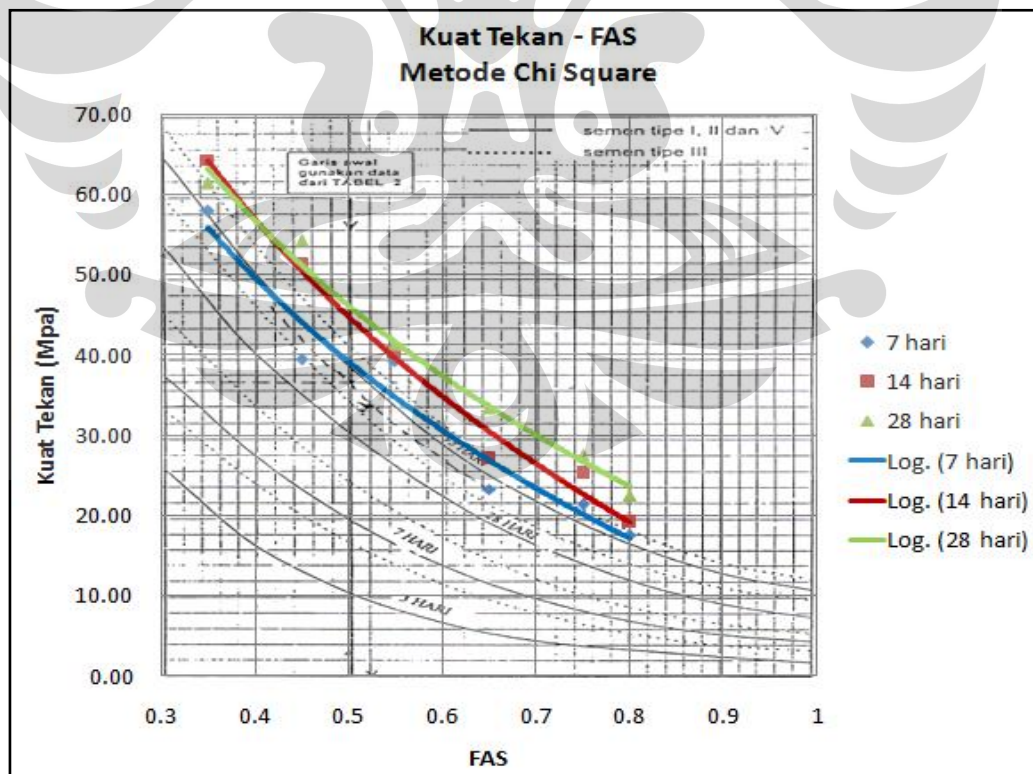
Gambar 4.36 Perbandingan grafik dengan Concrete Technical Report No.29 untuk hasil kuat tekan dengan metode chi square

Penelitian pada literatur dilakukan dua kali yaitu pada tahun 1950 dan 1980. Setelah penelitian pada skripsi ini diplot bersamaan pada literatur, diperoleh ternyata grafiknya lebih mendekati penelitian tahun 1950 yang berupa garis putus – putus. Sedangkan grafik penelitian tahun 1980 memiliki nilai kuat tekan yang lebih besar dari keduanya. Penelitian ini memiliki kurva yang lebih landai pada pada FAS 0.3 hingga 0.6 dibanding literatur dan cenderung sejajar pada FAS 0.6 – 0.8. Grafik kuat tekan beton umur 28 hari bersilangan dengan literatur dengan umur beton yang sama, akan tetapi untuk beton umur 7 hari ternyata memiliki kuat tekan lebih tinggi dibanding literatur. Analisa ini berlaku untuk kedua metode pengolahan data.

Selanjutnya perbandingan terhadap grafik pada SNI tentang hubungan kuat tekan dengan FAS beton menggunakan semen Portland seperti di bawah ini.



Gambar 4.37 Perbandingan grafik dengan SNI 03-2834-1993 untuk hasil kuat tekan dengan metode rata-rata



Gambar 4.38 Perbandingan grafik dengan SNI 03-2834-1993 untuk hasil kuat tekan dengan metode rata-rata

Kurva kuat tekan yang dihasilkan pada penelitian ini, untuk beton dengan semen tipe I pada grafik di atas terlihat lebih besar dibanding kuat tekan yang dihasilkan pada grafik SNI 03-2834-1993. Bahkan kekuatan tekan beton umur 28 hari masih lebih tinggi dibanding kekuatan tekan beton umur 95 hari pada grafik SNI yang hampir berhimpit dengan kekuatan tekan beton umur 7 hari pada penelitian ini. Bentuk kemiringan kurva antara dua penelitian ini hampir mendekati. Analisa ini berlaku untuk kedua metode pengolahan data.

Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa penelitian ini untuk hasil kuat tekan lebih mendekati penelitian pada Concrete Technical Report No.29 sedangkan bentuk kurvanya lebih mendekati SNI.

4.12 PENGARUH PENURUNAN DERAJAT KEPERCAYAAN PADA METODE CHI SQUARE

Hasil pengolahan data menggunakan metode chi square pada penelitian ini merupakan pengolahan statistik dengan derajat kepercayaan mencapai 99.5%. Subbab ini membahas bagaimana pengaruh hasil penelitian apabila derajat kepercayaan yang cukup tinggi itu diturunkan menjadi 95%. Berikut adalah tabel yang diperoleh dengan membandingkan kekuatan yang dihasilkan dengan metode chi square derajat kepercayaan 99.5% dengan 95%.

Tabel 4.38 Perbandingan hasil kuat tekan metode chi square derajat kepercayaan 99.5% dan 95%

FAS	Kuat Tekan 7 hari (MPa)			Kuat Tekan 14 hari (MPa)			Kuat Tekan 28 hari (MPa)		
	0.995	0.95	KR	0.995	0.95	KR	0.995	0.95	KR
0.3	47.29	47.29	0.00%	61.69	61.69	0.00%	59.25	59.25	0.00%
0.35	57.89	57.89	0.00%	64.34	64.34	0.00%	61.33	61.33	0.00%
0.45	39.44	39.44	0.00%	51.22	51.22	0.00%	54.24	54.24	0.00%
0.55	39.26	39.26	0.00%	40.23	38.99	3.08%	41.19	41.19	0.00%
0.65	23.28	23.28	0.00%	26.98	27.48	-1.84%	33.27	33.27	0.00%
0.75	21.32	21.32	0.00%	25.24	25.24	0.00%	27.48	27.48	0.00%
0.8	17.60	17.60	0.00%	19.06	19.06	0.00%	22.44	21.69	3.33%

Tabel 4.39 Perbandingan hasil kuat tarik belah metode chi square derajat kepercayaan 99.5% dan 95%

FAS	Kuat Tarik Belah 7 hari (MPa)			Kuat Tarik Belah 14 hari (MPa)			Kuat Tarik Belah 28 hari (MPa)		
	0.995	0.95	KR	0.995	0.95	KR	0.995	0.95	KR
0.3	4.914	4.914	0.00%	4.564	5.249	-15.01%	5.803	5.738	1.12%
0.35	4.732	4.732	0.00%	5.096	5.479	-7.52%	4.816	4.816	0.00%
0.45	3.861	3.861	0.00%	4.508	4.508	0.00%	5.013	5.453	-8.78%
0.55	3.463	3.463	0.00%	4.201	4.201	0.00%	4.264	4.264	0.00%
0.65	2.507	2.507	0.00%	3.014	3.014	0.00%	3.883	3.883	0.00%
0.75	2.310	2.310	0.00%	2.927	2.927	0.00%	2.833	2.833	0.00%
0.8	2.033	2.033	0.00%	2.388	2.388	0.00%	2.636	2.636	0.00%

Tabel 4.40 Perbandingan hasil kuat lentur metode chi square derajat kepercayaan 99.5% dan 95%

FAS	Kuat Lentur 7 hari (MPa)			Kuat Lentur 14 hari (MPa)			Kuat Lentur 28 hari (MPa)		
	0.995	0.95	KR	0.995	0.95	KR	0.995	0.95	KR
0.3	5.164	5.164	0.00%	5.601	5.601	0.00%	5.463	5.348	2.10%
0.35	4.705	4.613	1.95%	5.394	5.164	4.26%	5.118	5.118	0.00%
0.45	3.633	3.633	0.00%	4.085	4.085	0.00%	4.269	4.231	0.90%
0.55	3.419	3.419	0.00%	3.464	3.464	0.00%	4.085	4.085	0.00%
0.65	3.648	3.648	0.00%	3.423	3.423	0.00%	3.924	3.924	0.00%
0.75	2.828	2.828	0.00%	2.744	2.744	0.00%	3.395	3.395	0.00%
0.8	2.051	2.051	0.00%	2.994	2.994	0.00%	3.418	3.418	0.00%

Berdasarkan tabel diketahui bahwa penurunan derajat kepercayaan dari 99.5% menjadi 95% tidak berpengaruh terlalu besar pada kekuatan beton. Untuk kuat tekan, dari 21 variasi beton yang seluruhnya mengalami perubahan batas bawah dan batas atas, hanya sebanyak 3 variasi yang mengalami perubahan rata – rata kuat tekan, selebihnya tetap. Begitu pula untuk kuat tarik belah hanya 3 variasi, sedangkan kuat lentur yang berubah rata – ratanya sebanyak 4 variasi. Perubahan derajat kepercayaan menghasilkan persamaan hubungan antar kekuatan beton berubah seperti di bawah ini.

Tabel 4.41 Perbandingan persamaan hubungan kuat tekan-kuat tarik belah dengan metode berbeda terhadap literatur ACI 318M-05

Umur	Persamaan Kuat Tekan- Kuat Tarik Belah					
	Metode Rata-rata		Metode Chi Square (99.5%)		Metode Chi Square (95%)	
	Persamaan	KR	Persamaan	KR	Persamaan	KR
7 hari	$y = 0.565x$	1.6%	$y = 0.597x$	7.4%	$y = 0.597x$	7.4%
14 hari	$y = 0.608x$	25.5%	$y = 0.611x$	9.9%	$y = 0.640x$	15.1%
28 hari	$y = 0.661x$	18.9%	$y = 0.656x$	18.0%	$y = 0.666x$	19.8%

Tabel 4.42 Perbandingan persamaan hubungan kuat tarik belah-kuat lentur dengan metode berbeda terhadap literatur ACI 318M-05

Umur	Persamaan Kuat Tarik Belah-Kuat Lentur					
	Metode Rata-rata		Metode Chi Square (99.5%)		Metode Chi Square (95%)	
	Persamaan	KR	Persamaan	KR	Persamaan	KR
7 hari	$y = 1.125x$	0.7%	$y = 1.046x$	-6.2%	$y = 1.041x$	-6.6%
14 hari	$y = 1.029x$	-7.7%	$y = 1.031x$	-7.5%	$y = 0.977x$	-12.4%
28 hari	$y = 0.995x$	-10.8%	$y = 0.990x$	-11.2%	$y = 0.967x$	-13.3%

Tabel 4.43 Perbandingan persamaan hubungan kuat tekan-kuat lentur dengan metode berbeda terhadap literatur ACI 318M-05

Umur	Persamaan Kuat Tekan-Kuat Tarik Belah					
	Metode Rata-rata		Metode Chi Square (99.5%)		Metode Chi Square (95%)	
	Persamaan	KR	Persamaan	KR	Persamaan	KR
7 hari	$y = 0.636x$	2.6%	$y = 0.629x$	1.5%	$y = 0.626x$	1.0%
14 hari	$y = 0.628x$	1.3%	$y = 0.634x$	2.3%	$y = 0.628x$	1.3%
28 hari	$y = 0.664x$	7.1%	$y = 0.656x$	5.8%	$y = 0.653x$	5.3%

Berdasarkan tabel persamaan di atas, diketahui bahwa hubungan kuat tekan dengan kuat lentur yang paling mendekati literatur — adalah metode chi square dengan derajat kepercayaan 99.5% yaitu perbedaan pada umur 28 sebesar 18%. Untuk persamaan hubungan kuat tarik belah dengan kuat lentur yang paling mendekati persamaan $f_r = 1.115f_t$ adalah metode rata – rata, selain itu metode chi square dengan derajat kepercayaan 99.5% lebih mendekati literatur dibandingkan 95%. Sedangkan untuk hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah yang mendekati literatur $f_t = 0.556\sqrt{f_c'}$ adalah metode chi square dengan derajat kepercayaan 95%. Hal ini menunjukkan, metode apapun yang digunakan tidak dapat dipastikan mana yang mendekati literatur. Akan tetapi penulis menyarankan menggunakan metode chi square dengan derajat kebebasan yang lebih besar.

BAB 5 PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan mengenai pengaruh faktor air semen terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur pada beton normal yang menggunakan semen tipe OPC diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar nilai faktor air semen yang digunakan maka semakin kecil kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur yang dihasilkan.
2. Pengujian material agregat halus dan agregat kasar menunjukkan hasil bahwa material tersebut layak pakai untuk pembuatan beton dengan hasil sebagai berikut :

Agregat Halus	
SSD Specific Gravity	2,545 gr/cm ³
Absorption	2145%
Sieve Analisis	FM 2,75
Kadar Lumpur	1.40%
Kadar Organik	No. 3

Agregat Kasar	
SSD Specific Gravity	2,593 gr/cm ³
Absorption	3593%
Sieve Analiiys	MSA 25
Abrasi	2,83%

3. Penggunaan dua metode statistik untuk pengolahan data yaitu Metode Rata – rata dan Metode Chi Square dengan tingkat kepercayaan 99.5% dan 95% menghasilkan suatu grafik dan persamaan hubungan antar kekuatan beton yang berbeda – beda sehingga memiliki kesalahan relatif terhadap literatur yang berbeda-beda pula, namun penulis menyatakan bahwa penggunaan metode chi square dengan derajat kepercayaan yang lebih tinggi untuk pengolahan data, lebih mendekati literatur.

4. Grafik hubungan kuat tekan dengan kuat lentur menghasilkan persamaan dengan perbedaan konstanta terhadap literatur ACI 318 – M-05 yaitu $f_r = 0.62 \sqrt{f_c}$ ($y = 0.62 x$) ditunjukkan tabel di bawah ini.

Umur	Persamaan Kuat Tekan-Kuat Lentur		
	Metode Rata-rata	Metode Chi Square (99.5%)	Metode Chi Square (95%)
7 hari	$y = 0.636x$	$y = 0.629x$	$y = 0.626x$
14 hari	$y = 0.628x$	$y = 0.634x$	$y = 0.628x$
28 hari	$y = 0.664x$	$y = 0.656x$	$y = 0.653x$

5. Grafik hubungan kuat lentur dengan kuat tarik belah menghasilkan persamaan dengan perbedaan konstanta terhadap persamaan $f_r = 1.115 f_t$ ($y = 1.115 x$) ditunjukkan tabel di bawah ini.

Umur	Persamaan Kuat Tarik Belah-Kuat Lentur		
	Metode Rata-rata	Metode Chi Square (99.5%)	Metode Chi Square (95%)
7 hari	$y = 1.125x$	$y = 1.046x$	$y = 1.041x$
14 hari	$y = 1.029x$	$y = 1.031x$	$y = 0.977x$
28 hari	$y = 0.995x$	$y = 0.990x$	$y = 0.967x$

6. Grafik hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah menghasilkan persamaan dengan perbedaan konstanta terhadap literatur ACI 318 M-05 yaitu $f_t = 0.556 \sqrt{f_c}$ ($y = 0.556 x$) ditunjukkan tabel di bawah ini.

Umur	Persamaan Kuat Tekan- Kuat Tarik Belah		
	Metode Rata-rata	Metode Chi Square (99.5%)	Metode Chi Square (95%)
7 hari	$y = 0.565x$	$y = 0.597x$	$y = 0.597x$
14 hari	$y = 0.608x$	$y = 0.611x$	$y = 0.640x$
28 hari	$y = 0.661x$	$y = 0.656x$	$y = 0.666x$

7. Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa kuat tarik belah memiliki nilai lebih rendah dibandingkan nilai kuat tarik lentur. Sedangkan kuat tarik belah dan kuat lentur yang dihasilkan adalah sebesar 7.85 – 12.15 % dan 7.8 – 15.76 % dari kuat tekan.
8. Segala penyimpangan hasil uji tekan, uji tarik belah dan uji tarik lentur yang diperoleh kemungkinan disebabkan oleh kondisi pelaksanaan pengecoran, kondisi material, kondisi lingkungan, dan metode pemadatan yang berbeda – beda.

9. Perbandingan dari kedua kurva antara hasil kuat tekan penelitian mahasiswa pada skripsi ini (penelitian A) dengan Penelitian Strategis Nasional 2009 (penelitian B) menghasilkan rata – rata kuat tekan yang lebih besar pada penelitian A dibanding dengan penelitian B sebesar 12.6 – 25.9% untuk metode rata – rata dan 12– 24.5% untuk metode chi square.



5.2 SARAN

Penelitian ini secara keseluruhan masih jauh dari sempurna. Diperlukan peningkatan untuk penelitian selanjutnya. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Perhitungan penjadwalan pelaksanaan praktikum dan pengetasan dibuat dengan baik khususnya untuk penelitian dengan jumlah sampel yang besar dan waktu yang terbatas.
2. Pelaksanaan praktikum diusahakan terjadi pada kondisi material, kondisi lingkungan dan pelaksanaan yang hampir sama untuk semua pengecoran dan pengetasan agar data lebih akurat.
3. Kondisi SSD material lebih diperhatikan apabila desain yang digunakan untuk perhitungan adalah material berada pada kondisi SSD. Kondisi SSD dari agregat ini harus bisa dipertahankan sehingga membutuhkan tempat yang khusus untuk memperoleh kondisi yang seragam.
4. Kondisi mesin uji baik uji tekan, uji tarik belah maupun uji lentur lebih diperhatikan agar pembebanan yang terjadi sudah tepat dan presisi mengenai sampel.
5. Pemberian tanda dengan benar berupa garis pada sampel uji tarik belah dan uji lentur sesuai yang dibutuhkan pada masing – masing uji akan sangat membantu pelaksanaan pengetasan.
6. Untuk mengantisipasi terjadinya penurunan kekuatan pada saat pengujian maka harus teliti dan sesuai dengan prosedur yang telah disyaratkan pada saat penimbangan, pengecoran, pemadatan, perawatan, *capping* dan pengujian kekuatannya.
7. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui karakteristik beton OPC yang lain seperti pengujian terhadap rangkai, susut, permeabilitas, modulus elastisitas dan lain-lain.
8. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan material dari sumber yang berbeda serta dapat dilakukan juga penelitian mengenai pengaruh penambahan aditif dan *admixture*.

Demikianlah saran yang didapat dari penelitian ini. Semoga dengan saran yang disampaikan dapat meningkatkan keakuratan terhadap hasil-hasil pengujian selanjutnya.



DAFTAR REFERENSI

- Ariyuni, Essy. (2009). *Penelitian Strategis Nasional 2009*. Depok: Laboratorium Struktur Dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Buku Panduan Pedoman Praktikum. (2008). *Pemeriksaan Bahan Beton Dan Mutu Beton*. Depok: Laboratorium Struktur Dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Kardiyono. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit KMTS FT UGM.
- Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Nawy, Edward G.(1990).*Reinforced Concrete A-Fundamental Approach*. Bandung: PT.Eresco.
- Neville,A.M.(1981).*Properties of Concrete,Third Edition*.Singapore: Longman Singapore Publiser.
- Neville, A.M. (1995) “*Properties of Concrete*”, 4th Edition, London: Longman Group Limited.
- Rahim,Syahril H., & Wahyudi,Laurentius. (1997). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Gramedia
- Thomson, H.F.(1959).*Modern Concrete*.Chicago
- US Bureau of Reclamation (1975). “*Concrete Manual*”. 8th edition.

LAMPIRAN A-1 HASIL UJI TEKAN

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	SLUMP (CM)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	TEGANGAN		MODEL HANCUR
	COR	TEST								(KG/CM ²)	(MPA)	
					SIL 10X20							
1	8/2/10	11/2/10	3	TK-0.3-03-1	78.5	0	3.629	33000	42511.0	521	52.1	C
				TK-0.3-03-2	78.5	0	3.662	32500	41952.5	514	51.4	C
				TK-0.3-03-3	78.5	0	3.624	34000	43628.0	534	53.4	C
				TK-0.3-03-4	78.5	0	3.686	31250	40556.3	497	49.7	B
				TK-0.3-03-5	78.5	0	3.676	33000	42511.0	521	52.1	C
2	8/2/10	15/2/10	7	TK-0.3-07-1	78.5	0	3.762	29000	37975.0	465	46.5	B
				TK-0.3-07-2	78.5	0	3.699	28250	37086.3	454	45.4	C
				TK-0.3-07-3	78.5	0	3.795	29000	37975.0	465	46.5	C
				TK-0.3-07-4	78.5	0	3.694	32000	41394.0	507	50.7	B
				TK-0.3-07-5	78.5	0	3.678	22500	30272.5	371	37.1	C
3	8/2/10	22/2/10	14	TK-0.3-14-1	78.5	0	3.716	40500	50701.0	621	62.1	C
				TK-0.3-14-2	78.5	0	3.718	39750	50050.8	613	61.3	B
				TK-0.3-14-3	78.5	0	3.716	40000	50330.0	616	61.6	C
				TK-0.3-14-4	78.5	0	3.733	32500	41952.5	514	51.4	C
				TK-0.3-14-5	78.5	0	3.646	33000	42511.0	521	52.1	C
4	8/2/10	8/3/10	28	TK-0.3-28-1	78.5	0	3.646	40000	50330.0	616	61.6	B
				TK-0.3-28-2	78.5	0	3.708	39750	50050.8	613	61.3	C
				TK-0.3-28-3	78.5	0	3.656	30500	39718.5	487	48.7	C
				TK-0.3-28-4	78.5	0	3.66	35000	44745.0	548	54.8	B
				TK-0.3-28-5	78.5	0	3.709	29750	38863.8	476	47.6	C

LAMPIRAN A-1 HASIL UJI TEKAN (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	SLUMP (CM)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	TEGANGAN		MODEL HANCUR
	COR	TEST								(KG/CM ²)	(MPA)	
					SIL 10X20							
5	30/4/10	7/5/10	7	TK-0.35-7-I-1	78.5	1.7	3.702	40000	50330.0	616	61.6	C
				TK-0.35-7-I-2	78.5	1.7	3.692	34000	43628.0	534	53.4	C
				TK-0.35-7-II-3	78.5	2	3.736	35000	44745.0	548	54.8	C
				TK-0.35-7-II-4	78.5	2	3.729	40000	50330.0	616	61.6	C
				TK-0.35-7-II-5	78.5	2	3.746	23000	30865.0	378	37.8	B
6	15/2/10	1/3/10	14	TK-0.35-14-I-1	78.5	1.8	3.673	42500	52185.0	639	63.9	C
				TK-0.35-14-I-2	78.5	1.8	3.723	47500	55895.0	685	68.5	C
	16/2/10	2/3/10		TK-0.35-14-IV-3	78.5	1.5	3.754	39250	49492.3	606	60.6	B
				TK-0.35-14-IV-4	78.5	1.5	3.721	32500	41952.5	514	51.4	C
				TK-0.35-14-IV-5	78.5	1.5	3.755	35000	44745.0	548	54.8	C
7	15/2/10	15/3/10	28	TK-0.35-28-II-1	78.5	1	3.499	38000	48096.0	589	58.9	C
				TK-0.35-28-II-2	78.5	1	3.461	38750	48933.8	599	59.9	C
				TK-0.35-28-II-3	78.5	1	3.561	39000	49213.0	603	60.3	C
				TK-0.35-28-III-4	78.5	1.5	3.695	26000	34420.0	422	42.2	B
				TK-0.35-28-III-5	78.5	1.5	3.745	45000	54040.0	662	66.2	C
8	30/4/10	7/5/10	7	TK-0.45-7-III-1	78.5	3	3.617	25500	33827.5	414	41.4	B
				TK-0.45-7-III-2	78.5	3	3.62	26000	34420.0	422	42.2	C
				TK-0.45-7-IV-3	78.5	2	3.57	15000	21215.0	260	26.0	C
				TK-0.45-7-IV-4	78.5	2	3.595	20000	27310.0	335	33.5	C
				TK-0.45-7-IV-5	78.5	2	3.615	25000	33235.0	407	40.7	C

LAMPIRAN A-1 HASIL UJI TEKAN (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	SLUMP (CM)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	TEGANGAN		MODEL HANCUR
	COR	TEST								(KG/CM ²)	(MPA)	
					SIL 10X20							
9	22/3/10	5/4/10	14	TK-0.45-14-I-1	78.5	4	3.639	34500	44186.5	541	54.1	B
				TK-0.45-14-I-2	78.5	4	3.668	32500	41952.5	514	51.4	C
				TK-0.45-14-II-3	78.5	4	3.665	31250	40556.3	497	49.7	C
				TK-0.45-14-II-4	78.5	4	3.59	30750	39997.8	490	49.0	B
				TK-0.45-14-II-5	78.5	4	3.654	31250	40556.3	497	49.7	B
10	22/2/10	22/3/10	28	TK-0.45-28-II-1	78.5	2.8	3.625	36750	46699.8	572	57.2	C
				TK-0.45-28-II-2	78.5	2.8	3.648	34500	44186.5	541	54.1	C
				TK-0.45-28-II-3	78.5	2.5	3.647	29750	38863.8	476	47.6	C
				TK-0.45-28-I-4	78.5	2.5	3.622	32500	41952.5	514	51.4	C
				TK-0.45-28-I-5	78.5	2.5	3.63	29750	38863.8	476	47.6	C
11	14/5/10	21/5/10	7	TK-0.55-7-I-1	78.5	5	3.761	24500	32642.5	400	40.0	C
				TK-0.55-7-I-2	78.5	5	3.76	25500	33827.5	414	41.4	C
				TK-0.55-7-II-3	78.5	6	3.656	19750	27005.3	331	33.1	B
				TK-0.55-7-II-4	78.5	6	3.728	19000	26091.0	320	32.0	C
				TK-0.55-7-II-5	78.5	6	3.692	22000	29680.0	364	36.4	C
12	1/3/10	15/3/10	14	TK-0.55-14-I-1	78.5	5.5	3.418	19750	27005.3	331	33.1	B
				TK-0.55-14-I-2	78.5	5.5	3.417	23000	30865.0	378	37.8	C
				TK-0.55-14-II-3	78.5	6	3.388	27000	35605.0	436	43.6	C
				TK-0.55-14-II-4	78.5	6	3.407	24000	32050.0	393	39.3	C
				TK-0.55-14-II-5	78.5	6	3.418	21250	28791.3	353	35.3	C

LAMPIRAN A-1 HASIL UJI TEKAN (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	SLUMP (CM)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	TEGANGAN		MODEL HANCUR
	COR	TEST								(KG/CM ²)	(MPA)	
					SIL 10X20							
13	1/3/10	29/3/10	28	TK-0.55-28-III-1	78.5	5	3.637	21000	28495.0	349	34.9	C
				TK-0.55-28-III-2	78.5	5	3.629	20000	27310.0	335	33.5	C
				TK-0.55-28-IV-3	78.5	6	3.691	25000	33235.0	407	40.7	B
				TK-0.55-28-IV-4	78.5	6	3.627	26000	34420.0	422	42.2	C
				TK-0.55-28-IV-5	78.5	6	3.621	25000	33235.0	407	40.7	C
14	14/5/10	21/5/10	7	TK-0.65-7-III-1	78.5	7	3.668	12500	18167.5	223	22.3	C
				TK-0.65-7-III-2	78.5	7	3.675	12500	18167.5	223	22.3	B
				TK-0.65-7-IV-3	78.5	8	3.655	11500	16948.5	208	20.8	B
				TK-0.65-7-IV-4	78.5	8	3.634	12500	18167.5	223	22.3	C
				TK-0.65-7-IV-5	78.5	8	3.642	15250	21519.8	264	26.4	C
15	8/3/10	22/3/10	14	TK-0.65-14-III-1	78.5	7.5	3705	17500	24262.5	297	29.7	B
				TK-0.65-14-III-2	78.5	7.5	3648	14500	20605.5	252	25.2	C
				TK-0.65-14-IV-3	78.5	7.5	3646	12500	18167.5	223	22.3	B
				TK-0.65-14-IV-4	78.5	7.5	3692	15000	21215.0	260	26.0	C
				TK-0.65-14-IV-5	78.5	7.5	3714	12500	18167.5	223	22.3	B
16	8/3/10	5/4/10	28	TK-0.65-28-I-1	78.5	8	3.604	20000	27310.0	335	33.5	B
				TK-0.65-28-I-2	78.5	8	3.625	19500	26700.5	327	32.7	B
				TK-0.65-28-II-3	78.5	8	3.521	20000	27310.0	335	33.5	C
				TK-0.65-28-II-4	78.5	8	3.598	19750	27005.3	331	33.1	B
				TK-0.65-28-II-5	78.5	8	3.589	19750	27005.3	331	33.1	C

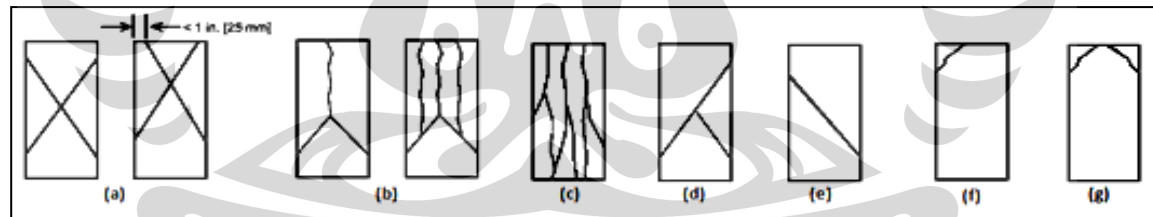
LAMPIRAN A-1 HASIL UJI TEKAN (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	SLUMP (CM)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	TEGANGAN		MODEL HANCUR
	COR	TEST								(KG/CM ²)	(MPA)	
					SIL 10X20							
17	16/4/10	23/4/10	7	TK-0.75-7-I-1	78.5	9	3.589	14500	20605.5	252	25.2	C
				TK-0.75-7-I-2	78.5	9	3.649	11250	16643.8	204	20.4	C
				TK-0.75-7-II-3	78.5	9	3.811	10750	16034.3	196	19.6	C
				TK-0.75-7-II-4	78.5	9	3.659	9750	14742.0	181	18.1	B
				TK-0.75-7-II-5	78.5	9	3.627	11000	16339.0	200	20.0	C
18	16/4/10	30/4/10	14	TK-0.75-14-III-1	78.5	8	3.616	11250	16643.8	204	20.4	C
				TK-0.75-14-III-2	78.5	8	3.622	9500	14364.0	176	17.6	C
				TK-0.75-14-IV-3	78.5	10	3.628	14000	19996.0	245	24.5	C
				TK-0.75-14-IV-4	78.5	10	3.555	14500	20605.5	252	25.2	C
				TK-0.75-14-IV-5	78.5	10	3.619	15000	21215.0	260	26.0	C
19	22/3/10	19/4/10	28	TK-0.75-28-I-1	78.5	10	3.507	12000	17558.0	215	21.5	C
				TK-0.75-28-I-2	78.5	10	3.532	11750	17253.3	211	21.1	B
				TK-0.75-28-II-3	78.5	12	3.538	15500	21824.5	267	26.7	C
				TK-0.75-28-II-4	78.5	12	3.543	17500	24262.5	297	29.7	C
				TK-0.75-28-II-5	78.5	12	3.513	15000	21215.0	260	26.0	C
20	7/6/10	14/6/10	7	TK-0.8-7-I-1	78.5	10	3.652	10500	15729.5	193	19.3	C
				TK-0.8-7-I-2	78.5	10	3.678	10750	16034.3	196	19.6	C
				TK-0.8-7-II-3	78.5	10	3.688	7500	11340.0	139	13.9	B
				TK-0.8-7-II-4	78.5	14	3.586	7000	10584.0	130	13.0	C
				TK-0.8-7-II-5	78.5	14	3.616	7000	10584.0	130	13.0	C

LAMPIRAN A-1 HASIL UJI TEKAN (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	SLUMP (CM)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	TEGANGAN		MODEL HANCUR
	COR	TEST								(KG/CM ²)	(MPA)	
					SIL 10X20							
21	9/4/10	23/5/10	14	TK-0.8-14-I-1	78.5	15	3.638	11000	16339.0	200	20.0	B
				TK-0.8-14-I-2	78.5	15	3.591	6250	9450.0	116	11.6	B
				TK-0.8-14-I-3	78.5	15	3.629	10250	15424.8	189	18.9	C
				TK-0.8-14-II-4	78.5	11	3.593	10500	15729.5	193	19.3	C
				TK-0.8-14-II-5	78.5	11	3.656	9750	14742.0	181	18.1	C
22	9/4/10	7/5/10	28	TK-0.8-III-1	78.5	10	3.625	11000	16339.0	200	20.0	B
				TK-0.8-III-2	78.5	10	3.63	12500	18167.5	223	22.3	B
				TK-0.8-IV-3	78.5	12	3.648	12500	18167.5	223	22.3	B
				TK-0.8-IV-4	78.5	12	3.641	13000	18777.0	230	23.0	B
				TK-0.8-IV-5	78.5	12	3.594	12500	18167.5	223	22.3	B

Model kehancuran :



LAMPIRAN A-2 HASIL UJI TARIK BELAH

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	KUAT TARIK		KET.
	COR	TES							(KG/CM ²)	(MPA)	
					SILINDER 15X30						
1	8/2/10	11/2/10	3	TB-0.3-03-1	5298.75	12.440	22000	29680.0	42.0099	4.201	
				TB-0.3-03-2	5298.75	12.346	24000	32050.0	45.3645	4.5364	
				TB-0.3-03-3	5298.75	12.482	20500	27902.5	39.4940	3.9494	
				TB-0.3-03-4	5298.75	12.332	18500	25481.5	36.0672	3.6067	
				TB-0.3-03-5	5298.75	12.478	22500	30272.5	42.8485	4.2849	
2	8/2/10	15/2/10	7	TB-0.3-07-1	5298.75	12.369	26000	34420.0	48.7190	4.8719	
				TB-0.3-07-2	5298.75	12.284	17250	23957.8	33.9105	3.391	
				TB-0.3-07-3	5298.75	12.505	19000	26091.0	36.9299	3.693	
				TB-0.3-07-4	5298.75	12.508	27000	35605.0	50.3963	5.0396	
				TB-0.3-07-5	5298.75	12.413	25750	34123.8	48.2997	4.83	
3	8/2/10	22/2/10	14	TB-0.3-14-1	5298.75	12.513	22500	30272.5	42.8485	4.2849	
				TB-0.3-14-2	5298.75	12.587	22500	30272.5	42.8485	4.2849	
				TB-0.3-14-3	5298.75	12.414	27500	36197.5	51.2350	5.1235	
				TB-0.3-14-4	5298.75	12.463	29000	37975.0	53.7509	5.3751	
				TB-0.3-14-5	5298.75	12.387	28250	37086.3	52.4929	5.2493	
4	8/2/10	8/3/10	28	TB-0.3-28-1	5298.75	12.407	33000	42511.0	60.1713	6.0171	
				TB-0.3-28-2	5298.75	12.482	33000	42511.0	60.1713	6.0171	
				TB-0.3-28-3	5298.75	12.513	22250	29976.3	42.4292	4.2429	
				TB-0.3-28-4	5298.75	12.427	29000	37975.0	53.7509	5.3751	
				TB-0.3-28-5	5298.75	12.373	30000	39160.0	55.4282	5.5428	

LAMPIRAN A-2 HASIL UJI TARIK BELAH (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	KUAT TARIK		KET.
	COR	TES							(KG/CM ²)	(MPA)	
					SILINDER 15X30						
5	30/4/10	7/5/10	7	TB-0.35-7-I-1	5298.75	12.343	25000	33235.0	47.0418	4.7042	
				TB-0.35-7-I-2	5298.75	12.419	20000	27310.0	38.6553	3.8655	
				TB-0.35-7-II-3	5298.75	12.380	29000	37975.0	53.7509	5.3751	
				TB-0.35-7-II-4	5298.75	12.418	21500	29087.5	41.1713	4.1171	
				TB-0.35-7-II-5	5298.75	12.398	19750	27005.3	38.2240	3.8224	
6	15/2/10	1/3/10	14	TB-0.35-14-I-1	5298.75	12.150	27500	36197.5	51.2350	5.1235	
				TB-0.35-14-I-2	5298.75	12.250	25500	33827.5	47.8804	4.788	
	16/2/10	2/3/10		TB-0.35-14-IV-1	5298.75	12.200	29000	37975.0	53.7509	5.3751	
				TB-0.35-14-IV-2	5298.75	12.300	25500	33827.5	47.8804	4.788	
				TB-0.35-14-IV-3	5298.75	12.451	32500	41952.5	59.3808	5.9381	
7	15/2/10	15/3/10	28	TB-0.35-28-II-1	5298.75	12.422	26500	35012.5	49.5577	4.9558	
				TB-0.35-28-III-2	5298.75	12.502	25500	33827.5	47.8804	4.788	
				TB-0.35-28-III-3	5298.75	12.447	25000	33235.0	47.0418	4.7042	
				TB-0.35-28-III-4	5298.75	12.500	24000	32050.0	45.3645	4.5364	
				TB-0.35-28-III-5	5298.75	12.226	24000	32050.0	45.3645	4.5364	
8	30/4/10	7/5/10	7	TB-0.35-7-III-1	5298.75	12.297	17250	23957.8	33.9105	3.391	
				TB-0.35-7-III-2	5298.75	12.167	18000	24872.0	35.2045	3.5205	
				TB-0.35-7-IV-3	5298.75	12.376	23000	30865.0	43.6872	4.3687	
				TB-0.35-7-IV-4	5298.75	12.322	17500	24262.5	34.3418	3.4342	
				TB-0.35-7-IV-5	5298.75	12.298	19000	26091.0	36.9299	3.693	

LAMPIRAN A-2 HASIL UJI TARIK BELAH (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	KUAT TARIK		KET.
	COR	TES							(KG/CM ²)	(MPA)	
					SILINDER 15X30						
9	22/3/10	5/4/10	14	TB-0.45-14-I-1	5298.75	12.357	29500	38567.5	54.5895	5.459	
				TB-0.45-14-I-2	5298.75	12.305	19500	26700.5	37.7926	3.7793	
				TB-0.45-14-I-3	5298.75	12.372	22500	30272.5	42.8485	4.2849	
				TB-0.45-14-I-4	5298.75	12.216	15000	21215.0	30.0283	3.0028	
				TB-0.45-14-II-5	5298.75	12.261	17500	24262.5	34.3418	3.4342	
10	22/2/10	22/3/10	28	TB-0.45-28-I-1	5298.75	12.315	26000	34420.0	48.7190	4.8719	
				TB-0.45-28-I-2	5298.75	12.310	26500	35012.5	49.5577	4.9558	
				TB-0.45-28-I-3	5298.75	12.305	31000	40277.0	57.0092	5.7009	
				TB-0.45-28-I-4	5298.75	12.298	31000	40277.0	57.0092	5.7009	
				TB-0.45-28-II-5	5298.75	12.305	26000	34420.0	48.7190	4.8719	
11	14/5/10	21/5/10	7	TB-0.55-7-I-1	5298.75	12.343	19000	26091.0	36.9299	3.693	PATAH
				TB-0.55-7-I-2	5298.75	12.275	15500	21824.5	30.8910	3.0891	
				TB-0.55-7-I-3	5298.75	12.306	18000	24872.0	35.2045	3.5205	
				TB-0.55-7-I-4	5298.75	12.296	16000	22434.0	31.7537	3.1754	
				TB-0.55-7-II-5	5298.75	12.319	14750	20910.3	29.5970	2.9597	
12	1/3/10	15/3/10	14	TB-0.55-14-I-1	5298.75	11.965	20500	27902.5	39.4940	3.9494	
				TB-0.55-14-I-2	5298.75	12.112	22500	30272.5	42.8485	4.2849	
				TB-0.55-14-I-3	5298.75	12.253	21500	29087.5	41.1713	4.1171	
				TB-0.55-14-I-4	5298.75	12.256	21000	28495.0	40.3326	4.0333	
				TB-0.55-14-II-5	5298.75	12.075	21000	28495.0	40.3326	4.0333	

LAMPIRAN A-2 HASIL UJI TARIK BELAH (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	KUAT TARIK		KET.
	COR	TES							(KG/CM ²)	(MPA)	
					SILINDER 15X30						
13	1/3/10	29/3/10	28	TB-0.55-28-III-1	5298.75	12.346	22000	29680.0	42.0099	4.201	
				TB-0.55-28-III-2	5298.75	12.398	22500	30272.5	42.8485	4.2849	
				TB-0.55-28-III-3	5298.75	12.206	21500	29087.5	41.1713	4.1171	
				TB-0.55-28-III-4	5298.75	12.214	23500	31457.5	44.5258	4.4526	
				TB-0.55-28-IV-5	5298.75	12.084	20750	28198.8	39.9133	3.9913	
14	14/5/10	21/5/10	7	TB-0.65-7-III-1	5298.75	12.304	11000	16339.0	23.1267	2.3127	PATAH, KEROPOS
				TB-0.65-7-III-2	5298.75	12.217	12500	18167.5	25.7148	2.5715	
				TB-0.65-7-III-3	5298.75	12.195	11000	16339.0	23.1267	2.3127	
				TB-0.65-7-III-4	5298.75	12.159	14000	19996.0	28.3029	2.8303	
				TB-0.65-7-IV-5	5298.75	12.102	9000	13608.0	19.2611	1.9261	
15	8/3/10	22/3/10	14	TB-0.65-14-III-1	5298.75	12.180	11000	16339.0	23.1267	2.3127	
				TB-0.65-14-III-2	5298.75	12.157	17500	24262.5	34.3418	3.4342	
				TB-0.65-14-III-3	5298.75	12.152	13000	18777.0	26.5775	2.6577	
				TB-0.65-14-III-4	5298.75	12.203	16250	22738.8	32.1851	3.2185	
				TB-0.65-14-IV-5	5298.75	12.195	13500	19386.5	27.4402	2.744	
16	8/3/10	5/4/10	28	TB-0.65-28-I-1	5298.75	12.098	21000	28495.0	40.3326	4.0333	
				TB-0.65-28-I-2	5298.75	12.064	19500	26700.5	37.7926	3.7793	
				TB-0.65-28-I-3	5298.75	12.227	22500	30272.5	42.8485	4.2849	
				TB-0.65-28-I-4	5298.75	12.219	15000	21215.0	30.0283	3.0028	
				TB-0.65-28-II-5	5298.75	12.076	17500	24262.5	34.3418	3.4342	

LAMPIRAN A-2 HASIL UJI TARIK BELAH (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	KUAT TARIK		KET.
	COR	TES							(KG/CM ²)	(MPA)	
					SILINDER 15X30						
17	21/3/10	28/3/10	7	TB-0.75-7-I-1	5298.75	12.152	11000	16339.0	23.1267	2.3127	
				TB-0.75-7-I-2	5298.75	12.366	12250	17862.8	25.2834	2.5283	
				TB-0.75-7-I-3	5298.75	12.264	9750	14742.0	20.8662	2.0866	
				TB-0.75-7-I-4	5298.75	12.248	8750	13230.0	18.7261	1.8726	
				TB-0.75-7-II-5	5298.75	12.117	11000	16339.0	23.1267	2.3127	
18	16/4/10	30/4/10	14	TB-0.75-14-III-1	5298.75	12.243	15000	21215.0	30.0283	3.0028	
				TB-0.75-14-III-2	5298.75	12.253	15500	21824.5	30.8910	3.0891	
				TB-0.75-14-III-3	5298.75	12.032	10500	15729.5	22.2640	2.2264	
				TB-0.75-14-III-4	5298.75	11.923	15000	21215.0	30.0283	3.0028	
				TB-0.75-14-IV-5	5298.75	12.053	12750	18472.3	26.1461	2.6146	
19	22/3/10	19/4/10	28	TB-0.75-28-I-1	5298.75	11.956	13570	19471.8	27.5610	2.7561	KEROPOS
				TB-0.75-28-I-2	5298.75	12.037	14500	20605.5	29.1656	2.9166	
				TB-0.75-28-I-3	5298.75	12.028	14000	19996.0	28.3029	2.8303	
				TB-0.75-28-I-4	5298.75	12.056	14000	19996.0	28.3029	2.8303	
				TB-0.75-28-II-5	5298.75	11.679	12250	17862.8	25.2834	2.5283	KEROPOS
20	7/6/10	14/6/10	7	TB-0.8-7-I-1	5298.75	12.039	9250	13986.0	19.7962	1.9796	
				TB-0.8-7-I-2	5298.75	12.049	9750	14742.0	20.8662	2.0866	
				TB-0.8-7-I-3	5298.75	12.028	10000	15120.0	21.4013	2.1401	
				TB-0.8-7-I-4	5298.75	12.179	9000	13608.0	19.2611	1.9261	
				TB-0.8-7-II-5	5298.75	12.217	8250	12474.0	17.6561	1.7656	KEROPOS

LAMPIRAN A-2 HASIL UJI TARIK BELAH (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	LUAS PENAMPANG (CM ²)	BERAT (KG)	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	KUAT TARIK		KET.
	COR	TES							(KG/CM ²)	(MPA)	
					SILINDER 15X30						
21	9/4/10	23/5/10	14	TB-0.8-14-I-1	5298.75	12.172	9000	13608.0	19.2611	1.9261	
				TB-0.8-14-I-2	5298.75	12.379	11500	16948.5	23.9894	2.3989	
				TB-0.8-14-I-3	5298.75	12.154	12000	17558.0	24.8521	2.4852	
				TB-0.8-14-I-4	5298.75	12.226	11000	16339.0	23.1267	2.3127	
				TB-0.8-14-II-5	5298.75	12.145	11250	16643.8	23.5580	2.3558	
22	9/4/10	7/5/10	28	TB-0.8-28-III-1	5298.75	12.232	13000	18777.0	26.5775	2.6577	
				TB-0.8-28-III-2	5298.75	12.054	12500	18167.5	25.7148	2.5715	KEROPOS, BASAH
				TB-0.8-28-III-3	5298.75	12.153	14000	19996.0	28.3029	2.8303	KEROPOS
				TB-0.8-28-III-4	5298.75	12.296	12000	17558.0	24.8521	2.4852	
				TB-0.8-28-IV-5	5298.75	12.037	9750	14742.0	20.8662	2.0866	

LAMPIRAN A-3 HASIL UJI LENTUR

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	VOLUME (CM3)	MOMEN LENTUR (KG.CM)	KUAT LENTUR	
	COR	TEST							(KG/CM2)	(MPA)
				BALOK 15X15X60						
1	8/2/10	15/2/10	7	TL-0.3-7-I-1	3344	3838.82	562.5	28791	51.1843	5.1184
				TL-0.3-7-I-2	3468	3942.20	562.5	29566	52.5626	5.2563
				TL-0.3-7-I-3	3344	3838.82	562.5	28791	51.1843	5.1184
2	8/2/10	22/2/10	14	TL-0.3-14-II-1	3672	4148.95	562.5	31117	55.3194	5.5319
				TL-0.3-14-II-2	3774	4252.33	562.5	31892	56.6977	5.6698
				TL-0.3-14-II-3	3468	3942.20	562.5	29566	52.5626	5.2563
3	8/2/10	8/3/10	28	TL-0.3-28-II-1	3774	4252.33	562.5	31892	56.6977	5.6698
				TL-0.3-28-II-2	3468	3942.20	562.5	29566	52.5626	5.2563
				TL-0.3-28-II-3	3366	3838.82	562.5	28791	51.1843	5.1184
4	30/4/10	7/5/10	7	TL-0.35-7-I-1	3162	3632.07	562.5	27241	48.4276	4.8428
				TL-0.35-7-II-2	2856	3321.94	562.5	24915	44.2925	4.4292
				TL-0.35-7-II-3	2958	3425.31	562.5	25690	45.6708	4.5671
5	15/2/10	1/3/10	14	TL-0.35-14-I-1	3060	3528.69	562.5	26465	47.0492	4.7049
				TL-0.35-14-IV-1	3876	4355.71	562.5	32668	58.0761	5.8076
	16/2/10	2/3/10		TL-0.35-14-IV-2	3264	3735.44	562.5	28016	49.8059	4.9806
6	15/2/10	15/3/10	28	TL-0.35-28-II-1	3366	3838.82	562.5	28791	51.1843	5.1184
				TL-0.35-28-II-2	3213	3683.76	562.5	27628	49.1167	4.9117
				TL-0.35-28-III-3	3366	3838.82	562.5	28791	51.1843	5.1184
7	30/4/10	7/5/10	7	TL-7-0.45-III-1	2754	3218.56	562.5	24139	42.9141	4.2914
				TL-7-0.45-IV-2	2652	3115.18	562.5	23364	41.5358	4.1536
				TL-7-0.45-IV-3	2754	3218.56	562.5	24139	42.9141	4.2914

LAMPIRAN A-3 HASIL UJI LENTUR (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	VOLUME (CM3)	MOMEN LENTUR (KG.CM)	KUAT LENTUR	
	COR	TEST							(KG/CM2)	(MPA)
				BALOK 15X15X60						
8	22/3/10	5/4/10	14	TL-0.45-14-I-1	2652	3115.18	562.5	23364	41.5358	4.1536
				TL-0.45-14-II-2	2550	3011.81	562.5	22589	40.1574	4.0157
				TL-0.45-14-II-3	2448	2908.43	562.5	21813	38.7790	3.8779
9	22/2/10	22/3/10	28	TL-0.45-28-I-1	2652	3115.18	562.5	23364	41.5358	4.1536
				TL-0.45-28-II-2	2805	3270.25	562.5	24527	43.6033	4.3603
				TL-0.45-28-II-3	2448	2908.43	562.5	21813	38.7790	3.8779
10	14/5/10	21/5/10	7	TL-0.55-7-I-1	1938	2370.17	562.5	17776	31.6023	3.1602
				TL-0.55-7-II-2	1887	2307.80	562.5	17309	30.7707	3.0771
				TL-0.55-7-II-3	1734	2120.68	562.5	15905	28.2758	2.8276
11	1/3/10	15/3/10	14	TL-0.55-14-II-1	1938	2370.17	562.5	17776	31.6023	3.1602
				TL-0.55-14-II-2	2142	2598.30	562.5	19487	34.6440	3.4644
				TL-0.55-14-I-3	2142	2598.30	562.5	19487	34.6440	3.4644
12	1/3/10	29/3/10	28	TL-0.55-28-III-1	2550	3011.81	562.5	22589	40.1574	4.0157
				TL-0.55-28-IV-2	2652	3115.18	562.5	23364	41.5358	4.1536
				TL-0.55-28-IV-3	2448	2908.43	562.5	21813	38.7790	3.8779
13	14/5/10	21/5/10	7	TL-0.65-7-II-1	2754	3218.56	562.5	24139	42.9141	4.2914
				TL-0.65-7-II-2	2040	2494.92	562.5	18712	33.2656	3.3266
				TL-0.65-7-III-3	2040	2494.92	562.5	18712	33.2656	3.3266
14	8/3/10	22/3/10	14	TL-0.65-14-III-1	2244	2701.67	562.5	20263	36.0223	3.6022
				TL-0.65-14-IV-2	1758	2183.06	562.5	16373	29.1074	2.9107
				TL-0.65-14-IV-3	1989	2432.55	562.5	18244	32.4340	3.2434

LAMPIRAN A-3 HASIL UJI LENTUR (LANJUTAN)

NO.	TANGGAL		UMUR (HARI)	KODE	BEBAN (KG)	KOREKSI KALIBRASI	VOLUME (CM3)	MOMEN LENTUR (KG.CM)	KUAT LENTUR	
	COR	TEST							(KG/CM2)	(MPA)
				BALOK 15X15X60						
15	8/3/10	5/4/10	28	TL-0.65-28-I-1	2448	2908.43	562.5	21813	38.7790	3.8779
				TL-0.65-28-II-2	2448	2908.43	562.5	21813	38.7790	3.8779
				TL-0.65-28-II-3	2550	3011.81	562.5	22589	40.1574	4.0157
16	21/3/10	28/3/10	7	TL-0.75-7-I-1	1734	2120.68	562.5	15905	28.2758	2.8276
				TL-0.75-7-II-2	1734	2120.68	562.5	15905	28.2758	2.8276
				TL-0.75-7-II-3	1530	1871.19	562.5	14034	24.9492	2.4949
17	16/4/10	30/4/10	14	TL-0.75-14-III-1	1734	2120.68	562.5	15905	28.2758	2.8276
				TL-0.75-14-IV-2	1632	1995.94	562.5	14970	26.6125	2.6612
				TL-0.75-14-IV-3	1530	1871.19	562.5	14034	24.9492	2.4949
18	22/3/10	19/4/10	28	TL-0.75-28-I-1	2040	2494.92	562.5	18712	33.2656	3.3266
				TL-0.75-28-II-2	2142	2598.30	562.5	19487	34.6440	3.4644
				TL-0.75-28-II-3	1836	2245.43	562.5	16841	29.9390	2.9939
19	7/6/10	14/6/10	7	TL-0.8-7-I-1	1224	1496.95	562.5	11227	19.9594	1.9959
				TL-0.8-7-II-2	1326	1621.70	562.5	12163	21.6226	2.1623
				TL-0.8-7-II-3	1224	1496.95	562.5	11227	19.9594	1.9959
20	9/4/10	23/5/10	14	TL-0.75-14-I-1	1836	2245.43	562.5	16841	29.9390	2.9939
				TL-0.75-14-II-2	1836	2245.43	562.5	16841	29.9390	2.9939
				TL-0.75-14-II-3	1632	1995.94	562.5	14970	26.6125	2.6612
21	9/4/10	7/5/10	28	TL-0.75-14-III-1	2040	2494.92	562.5	18712	33.2656	3.3266
				TL-0.75-14-IV-2	2040	2494.92	562.5	18712	33.2656	3.3266
				TL-0.75-14-IV-3	2244	2701.67	562.5	20263	36.0223	3.6022

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Deviasi	Rata - rata baru	Std. Dev
						(kg/cm ²)	(Mpa)				
0.3	3	TK-0.3-03-1	33000	42511.0	78.5	520.71	52.07	51.7292	0.66%	51.7292	1.3682
		TK-0.3-03-2	32500	41952.5	78.5	513.87	51.39		0.66%		
		TK-0.3-03-3	34000	43628.0	78.5	534.39	53.44		3.31%		
		TK-0.3-03-4	31250	40556.3	78.5	496.77	49.68		3.97%		
		TK-0.3-03-5	33000	42511.0	78.5	520.71	52.07		0.66%		
7	7	TK-0.3-07-1	29000	37975.0	78.5	465.15	46.52	45.2481	2.80%	46.1523	0.6285
		TK-0.3-07-2	28250	37086.3	78.5	454.27	45.43		0.39%		
		TK-0.3-07-3	29000	37975.0	78.5	465.15	46.52		2.80%		
		TK-0.3-07-4	32000	41394.0	78.5	507.03	50.70		12.06%		
		TK-0.3-07-5	22500	30272.5	78.5	370.80	37.08		18.05%		
14	14	TK-0.3-14-1	40500	50701.0	78.5	621.03	62.10	57.7034	7.62%	61.6862	0.3996
		TK-0.3-14-2	39750	50050.8	78.5	613.07	61.31		6.24%		
		TK-0.3-14-3	40000	50330.0	78.5	616.49	61.65		6.84%		
		TK-0.3-14-4	32500	41952.5	78.5	513.87	51.39		10.95%		
		TK-0.3-14-5	33000	42511.0	78.5	520.71	52.07		9.76%		
28	28	TK-0.3-28-1	40000	50330.0	78.5	616.49	61.65	54.8035	12.49%	54.9217	6.3287
		TK-0.3-28-2	39750	50050.8	78.5	613.07	61.31		11.87%		
		TK-0.3-28-3	30500	39718.5	78.5	486.51	48.65		11.23%		
		TK-0.3-28-4	35000	44745.0	78.5	548.08	54.81		0.01%		
		TK-0.3-28-5	29750	38863.8	78.5	476.04	47.60		13.14%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Deviasi	Rata - rata baru	Std. Dev
						(kg/cm ²)	(Mpa)				
0.35	7	TK-0.35-7-I-1	40000	50330.0	78.5	616.49	61.65	53.8702	14.44%	54.1236	0.9675
		TK-0.35-7-I-2	34000	43628.0	78.5	534.39	53.44		0.80%		
		TK-0.35-7-II-3	35000	44745.0	78.5	548.08	54.81		1.74%		
		TK-0.35-7-II-4	40000	50330.0	78.5	616.49	61.65		14.44%		
		TK-0.35-7-II-5	23000	30865.0	78.5	378.06	37.81		29.82%		
	14	TK-0.35-14-I-1	42500	52185.0	78.5	639.21	63.92	59.8407	6.82%	59.7837	4.6141
		TK-0.35-14-I-2	47500	55895.0	78.5	684.65	68.47		14.41%		
		TK-0.35-14-IV-1	39250	49492.3	78.5	606.23	60.62		1.31%		
		TK-0.35-14-IV-2	32500	41952.5	78.5	513.87	51.39		14.13%		
		TK-0.35-14-IV-3	35000	44745.0	78.5	548.08	54.81		8.41%		
	28	TK-0.35-28-II-1	38000	48096.0	78.5	589.12	58.91	57.4970	2.46%	59.7104	0.7120
		TK-0.35-28-II-2	38750	48933.8	78.5	599.38	59.94		4.25%		
		TK-0.35-28-II-3	39000	49213.0	78.5	602.80	60.28		4.84%		
		TK-0.35-28-III-4	26000	34420.0	78.5	421.61	42.16		26.67%		
		TK-0.35-28-III-5	45000	54040.0	78.5	661.93	66.19		15.12%		
0.45	7	TK-0.45-7-III-1	25500	33827.5	78.5	414.35	41.43	36.7485	12.75%	38.5320	4.4145
		TK-0.45-7-III-2	26000	34420.0	78.5	421.61	42.16		14.73%		
		TK-0.45-7-IV-3	15000	21215.0	78.5	259.86	25.99		29.29%		
		TK-0.45-7-IV-4	20000	27310.0	78.5	334.52	33.45		8.97%		
		TK-0.45-7-IV-5	25000	33235.0	78.5	407.09	40.71		10.78%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Deviasi	Rata - rata baru	Std. Dev
						(kg/cm ²)	(Mpa)				
	14	TK-0.45-14-I-1	34500	44186.5	78.5	541.24	54.12	50.7715	6.60%	50.7715	2.0722
		TK-0.45-14-I-2	32500	41952.5	78.5	513.87	51.39		1.21%		
		TK-0.45-14-II-3	31250	40556.3	78.5	496.77	49.68		2.16%		
		TK-0.45-14-II-4	30750	39997.8	78.5	489.93	48.99		3.50%		
		TK-0.45-14-II-5	31250	40556.3	78.5	496.77	49.68		2.16%		
	28	TK-0.45-28-II-1	36750	46699.8	78.5	572.02	57.20	51.5841	10.89%	50.1796	3.1771
		TK-0.45-28-II-2	34500	44186.5	78.5	541.24	54.12		4.92%		
		TK-0.45-28-II-3	29750	38863.8	78.5	476.04	47.60		7.72%		
		TK-0.45-28-I-4	32500	41952.5	78.5	513.87	51.39		0.38%		
		TK-0.45-28-I-5	29750	38863.8	78.5	476.04	47.60		7.72%		
0.55	7	TK-0.55-7-I-1	24500	32642.5	78.5	399.83	39.98	36.5620	9.36%	38.1691	3.4540
		TK-0.55-7-I-2	25500	33827.5	78.5	414.35	41.43		13.33%		
		TK-0.55-7-II-3	19750	27005.3	78.5	330.78	33.08		9.53%		
		TK-0.55-7-II-4	19000	26091.0	78.5	319.59	31.96		12.59%		
		TK-0.55-7-II-5	22000	29680.0	78.5	363.55	36.35		0.57%		
	14	TK-0.55-14-I-1	19750	27005.3	78.5	330.78	33.08	37.8041	12.50%	37.4433	2.0204
		TK-0.55-14-I-2	23000	30865.0	78.5	378.06	37.81		0.01%		
		TK-0.55-14-II-3	27000	35605.0	78.5	436.12	43.61		15.36%		
		TK-0.55-14-II-4	24000	32050.0	78.5	392.58	39.26		3.85%		
		TK-0.55-14-II-5	21250	28791.3	78.5	352.66	35.27		6.71%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Deviasi	Rata - rata baru	Std. Dev
						(kg/cm ²)	(Mpa)				
	28	TK-0.55-28-III-1	21000	28495.0	78.5	349.03	34.90	38.3868	9.07%	38.7739	3.3521
		TK-0.55-28-III-2	20000	27310.0	78.5	334.52	33.45		12.86%		
		TK-0.55-28-IV-3	25000	33235.0	78.5	407.09	40.71		6.05%		
		TK-0.55-28-IV-4	26000	34420.0	78.5	421.61	42.16		9.83%		
		TK-0.55-28-IV-5	25000	33235.0	78.5	407.09	40.71		6.05%		
0.65	7	TK-0.65-7-III-1	12500	18167.5	78.5	222.53	22.25	22.7758	2.29%	22.2532	0.0000
		TK-0.65-7-III-2	12500	18167.5	78.5	222.53	22.25		2.29%		
		TK-0.65-7-IV-3	11500	16948.5	78.5	207.60	20.76		8.85%		
		TK-0.65-7-IV-4	12500	18167.5	78.5	222.53	22.25		2.29%		
		TK-0.65-7-IV-5	15250	21519.8	78.5	263.59	26.36		15.73%		
	14	TK-0.65-14-III-1	17500	24262.5	78.5	297.19	29.72	25.0902	18.45%	24.4929	1.9752
		TK-0.65-14-III-2	14500	20605.5	78.5	252.39	25.24		0.60%		
		TK-0.65-14-IV-3	12500	18167.5	78.5	222.53	22.25		11.31%		
		TK-0.65-14-IV-4	15000	21215.0	78.5	259.86	25.99		3.57%		
		TK-0.65-14-IV-5	12500	18167.5	78.5	222.53	22.25		11.31%		
	28	TK-0.65-28-I-1	20000	27310.0	78.5	334.52	33.45	33.1531	0.90%	33.1531	0.3123
		TK-0.65-28-I-2	19500	26700.5	78.5	327.05	32.71		1.35%		
		TK-0.65-28-II-3	20000	27310.0	78.5	334.52	33.45		0.90%		
		TK-0.65-28-II-4	19750	27005.3	78.5	330.78	33.08		0.23%		
		TK-0.65-28-II-5	19750	27005.3	78.5	330.78	33.08		0.23%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Deviasi	Rata - rata baru	Std. Dev
						(kg/cm ²)	(Mpa)				
0.75	7	TK-0.75-7-I-1	14500	20605.5	78.5	252.39	25.24	20.6674	22.12%	19.5244	1.0245
		TK-0.75-7-I-2	11250	16643.8	78.5	203.87	20.39		1.36%		
		TK-0.75-7-I-3	10750	16034.3	78.5	196.40	19.64		4.97%		
		TK-0.75-7-II-4	9750	14742.0	78.5	180.57	18.06		12.63%		
		TK-0.75-7-II-5	11000	16339.0	78.5	200.13	20.01		3.16%		
	14	TK-0.75-14-III-1	11250	16643.8	78.5	203.87	20.39	22.7399	10.35%	23.3730	2.6130
		TK-0.75-14-III-2	9500	14364.0	78.5	175.94	17.59		22.63%		
		TK-0.75-14-IV-3	14000	19996.0	78.5	244.93	24.49		7.71%		
		TK-0.75-14-IV-4	14500	20605.5	78.5	252.39	25.24		10.99%		
		TK-0.75-14-IV-5	15000	21215.0	78.5	259.86	25.99		14.28%		
	28	TK-0.75-28-I-1	12000	17558.0	78.5	215.07	21.51	25.0155	14.03%	24.7418	2.8265
		TK-0.75-28-I-2	11750	17253.3	78.5	211.33	21.13		15.52%		
		TK-0.75-28-I-3	15500	21824.5	78.5	267.33	26.73		6.86%		
		TK-0.75-28-II-4	17500	24262.5	78.5	297.19	29.72		18.80%		
		TK-0.75-28-II-5	15000	21215.0	78.5	259.86	25.99		3.88%		
0.8	7	TK-0.8-7-I-1	10500	15729.5	78.5	192.67	19.27	15.7452	22.37%	13.2729	0.5346
		TK-0.8-7-I-2	10750	16034.3	78.5	196.40	19.64		24.74%		
		TK-0.8-7-II-3	7500	11340.0	78.5	138.90	13.89		11.78%		
		TK-0.8-7-II-4	7000	10584.0	78.5	129.64	12.96		17.66%		
		TK-0.8-7-II-5	7000	10584.0	78.5	129.64	12.96		17.66%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Deviasi	Rata - rata baru	Std. Dev
						(kg/cm ²)	(Mpa)				
	14	TK-0.8-14-I-1	11000	16339.0	78.5	200.13	20.01	17.5613	13.96%	18.7393	0.6194
		TK-0.8-14-I-2	6250	9450.0	78.5	115.75	11.58		34.09%		
		TK-0.8-14-I-3	10250	15424.8	78.5	188.94	18.89		7.59%		
		TK-0.8-14-II-4	10500	15729.5	78.5	192.67	19.27		9.71%		
		TK-0.8-14-II-5	9750	14742.0	78.5	180.57	18.06		2.82%		
	28	TK-0.8-III-1	11000	16339.0	78.5	200.13	20.01	21.9546	8.84%	22.4398	0.3733
		TK-0.8-III-2	12500	18167.5	78.5	222.53	22.25		1.36%		
		TK-0.8-IV-3	12500	18167.5	78.5	222.53	22.25		1.36%		
		TK-0.8-IV-4	13000	18777.0	78.5	230.00	23.00		4.76%		
		TK-0.8-IV-5	12500	18167.5	78.5	222.53	22.25		1.36%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE RATA – RATA

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Deviasi	Rata-rata baru	Std. Dev
							(kg/cm ²)	(Mpa)				
0.3	3	TB-0.3-03-1	12.44	22000	29680.0	1413	42.0099	4.2010	4.1157	2.07%	4.1157	0.2421
		TB-0.3-03-2	12.346	24000	32050.0	1413	45.3645	4.5364		10.22%		
		TB-0.3-03-3	12.482	20500	27902.5	1413	39.4940	3.9494		4.04%		
		TB-0.3-03-4	12.332	18500	25481.5	1413	36.0672	3.6067		12.37%		
		TB-0.3-03-5	12.478	22500	30272.5	1413	42.8485	4.2849		4.11%		
	7	TB-0.3-07-1	12.369	26000	34420.0	1413	48.7190	4.8719	4.3651	11.61%	4.4650	0.6689
		TB-0.3-07-2	12.284	17250	23957.8	1413	33.9105	3.3910		22.31%		
		TB-0.3-07-3	12.505	19000	26091.0	1413	36.9299	3.6930		15.40%		
		TB-0.3-07-4	12.508	27000	35605.0	1413	50.3963	5.0396		15.45%		
		TB-0.3-07-5	12.413	25750	34123.8	1413	48.2997	4.8300		10.65%		
	14	TB-0.3-14-1	12.513	22500	30272.5	1413	42.8485	4.2849	4.8635	11.90%	4.8635	0.1258
		TB-0.3-14-2	12.587	22500	30272.5	1413	42.8485	4.2849		11.90%		
		TB-0.3-14-3	12.414	27500	36197.5	1413	51.2350	5.1235		5.35%		
		TB-0.3-14-4	12.463	29000	37975.0	1413	53.7509	5.3751		10.52%		
		TB-0.3-14-5	12.387	28250	37086.3	1413	52.4929	5.2493		7.93%		
	28	TB-0.3-28-1	12.407	33000	42511.0	1413	60.1713	6.0171	5.4390	10.63%	5.7380	0.2738
		TB-0.3-28-2	12.482	33000	42511.0	1413	60.1713	6.0171		10.63%		
		TB-0.3-28-3	12.513	22250	29976.3	1413	42.4292	4.2429		21.99%		
		TB-0.3-28-4	12.427	29000	37975.0	1413	53.7509	5.3751		1.18%		
		TB-0.3-28-5	12.373	30000	39160.0	1413	55.4282	5.5428		1.91%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Deviasi	Rata-rata baru	Std. Dev
							(kg/cm ²)	(Mpa)				
0.35	7	TB-0.35-7-I-1	12.343	25000	33235.0	1413	47.0418	4.7042	4.3769	7.48%	4.1273	0.1592
		TB-0.35-7-I-2	12.419	20000	27310.0	1413	38.6553	3.8655		11.68%		
		TB-0.35-7-II-3	12.38	29000	37975.0	1413	53.7509	5.3751		22.81%		
		TB-0.35-7-II-4	12.418	21500	29087.5	1413	41.1713	4.1171		5.93%		
		TB-0.35-7-II-5	12.398	19750	27005.3	1413	38.2240	3.8224		12.67%		
	14	TB-0.35-14-I-1	12.15	27500	36197.5	1413	51.2350	5.1235	5.2025	1.52%	5.0187	0.1937
		TB-0.35-14-I-2	12.25	25500	33827.5	1413	47.8804	4.7880		7.97%		
		TB-0.35-14-IV-1	12.2	29000	37975.0	1413	53.7509	5.3751		3.32%		
		TB-0.35-14-IV-2	12.3	25500	33827.5	1413	47.8804	4.7880		7.97%		
		TB-0.35-14-IV-3	12.451	32500	41952.5	1413	59.3808	5.9381		14.14%		
	28	TB-0.35-28-II-1	12.422	26500	35012.5	1413	49.5577	4.9558	4.7042	5.35%	4.7042	0.1779
		TB-0.35-28-III-2	12.502	25500	33827.5	1413	47.8804	4.7880		1.78%		
		TB-0.35-28-III-3	12.447	25000	33235.0	1413	47.0418	4.7042		0.00%		
		TB-0.35-28-III-4	12.5	24000	32050.0	1413	45.3645	4.5364		3.57%		
		TB-0.35-28-III-5	12.226	24000	32050.0	1413	45.3645	4.5364		3.57%		
0.45	7	TB-0.35-7-III-1	12.297	17250	23957.8	1413	33.9105	3.3910	3.6815	7.89%	3.5097	0.1335
		TB-0.35-7-III-2	12.167	18000	24872.0	1413	35.2045	3.5205		4.37%		
		TB-0.35-7-IV-3	12.376	23000	30865.0	1413	43.6872	4.3687		18.67%		
		TB-0.35-7-IV-4	12.322	17500	24262.5	1413	34.3418	3.4342		6.72%		
		TB-0.35-7-IV-5	12.298	19000	26091.0	1413	36.9299	3.6930		0.31%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Deviasi	Rata-rata baru	Std. Dev
							(kg/cm ²)	(Mpa)				
	14	TB-0.45-14-I-1	12.357	29500	38567.5	1413	54.5895	5.4590	3.9920	36.75%	3.8328	0.4279
		TB-0.45-14-I-2	12.305	19500	26700.5	1413	37.7926	3.7793		5.33%		
		TB-0.45-14-I-3	12.372	22500	30272.5	1413	42.8485	4.2849		7.34%		
		TB-0.45-14-I-4	12.216	15000	21215.0	1413	30.0283	3.0028		24.78%		
		TB-0.45-14-II-5	12.261	17500	24262.5	1413	34.3418	3.4342		13.97%		
	28	TB-0.45-28-I-1	12.315	26000	34420.0	1413	48.7190	4.8719	5.2203	6.67%	4.8999	0.0484
		TB-0.45-28-I-2	12.31	26500	35012.5	1413	49.5577	4.9558		5.07%		
		TB-0.45-28-I-3	12.305	31000	40277.0	1413	57.0092	5.7009		9.21%		
		TB-0.45-28-I-4	12.298	31000	40277.0	1413	57.0092	5.7009		9.21%		
		TB-0.45-28-II-5	12.305	26000	34420.0	1413	48.7190	4.8719		6.67%		
0.55	7	TB-0.55-7-I-1	12.343	19000	26091.0	1413	36.9299	3.6930	3.2875	12.33%	3.2875	0.2282
		TB-0.55-7-I-2	12.275	15500	21824.5	1413	30.8910	3.0891		6.04%		
		TB-0.55-7-I-3	12.306	18000	24872.0	1413	35.2045	3.5205		7.09%		
		TB-0.55-7-I-4	12.296	16000	22434.0	1413	31.7537	3.1754		3.41%		
		TB-0.55-7-II-5	12.319	14750	20910.3	1413	29.5970	2.9597		9.97%		
	14	TB-0.55-14-I-1	11.965	20500	27902.5	1413	39.4940	3.9494	4.0836	3.29%	4.0836	0.1272
		TB-0.55-14-I-2	12.112	22500	30272.5	1413	42.8485	4.2849		4.93%		
		TB-0.55-14-I-3	12.253	21500	29087.5	1413	41.1713	4.1171		0.82%		
		TB-0.55-14-I-4	12.256	21000	28495.0	1413	40.3326	4.0333		1.23%		
		TB-0.55-14-II-5	12.075	21000	28495.0	1413	40.3326	4.0333		1.23%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Deviasi	Rata-rata baru	Std. Dev
							(kg/cm ²)	(Mpa)				
	28	TB-0.55-28-III-1	12.346	22000	29680.0	1413	42.0099	4.2010	4.2094	0.20%	4.2094	0.1739
		TB-0.55-28-III-2	12.398	22500	30272.5	1413	42.8485	4.2849		1.79%		
		TB-0.55-28-III-3	12.206	21500	29087.5	1413	41.1713	4.1171		2.19%		
		TB-0.55-28-III-4	12.214	23500	31457.5	1413	44.5258	4.4526		5.78%		
		TB-0.55-28-IV-5	12.084	20750	28198.8	1413	39.9133	3.9913		5.18%		
0.65	7	TB-0.65-7-III-1	12.304	11000	16339.0	1413	23.1267	2.3127	2.3906	3.26%	2.3989	0.1494
		TB-0.65-7-III-2	12.217	12500	18167.5	1413	25.7148	2.5715		7.56%		
		TB-0.65-7-III-3	12.195	11000	16339.0	1413	23.1267	2.3127		3.26%		
		TB-0.65-7-III-4	12.159	14000	19996.0	1413	28.3029	2.8303		18.39%		
		TB-0.65-7-IV-5	12.102	9000	13608.0	1413	19.2611	1.9261		19.43%		
	14	TB-0.65-14-III-1	12.18	11000	16339.0	1413	23.1267	2.3127	2.8734	19.52%	2.8734	0.3531
		TB-0.65-14-III-2	12.157	17500	24262.5	1413	34.3418	3.4342		19.52%		
		TB-0.65-14-III-3	12.152	13000	18777.0	1413	26.5775	2.6577		7.51%		
		TB-0.65-14-III-4	12.203	16250	22738.8	1413	32.1851	3.2185		12.01%		
		TB-0.65-14-IV-5	12.195	13500	19386.5	1413	27.4402	2.7440		4.50%		
	28	TB-0.65-28-I-1	12.098	21000	28495.0	1413	40.3326	4.0333	3.7069	8.80%	3.7489	0.2528
		TB-0.65-28-I-2	12.064	19500	26700.5	1413	37.7926	3.7793		1.95%		
		TB-0.65-28-I-3	12.227	22500	30272.5	1413	42.8485	4.2849		15.59%		
		TB-0.65-28-I-4	12.219	15000	21215.0	1413	30.0283	3.0028		18.99%		
		TB-0.65-28-II-5	12.076	17500	24262.5	1413	34.3418	3.4342		7.36%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Deviasi	Rata-rata baru	Std. Dev
							(kg/cm ²)	(Mpa)				
0.75	7	TB-0.75-7-I-1	12.152	11000	16339.0	1413	23.1267	2.3127	2.2226	4.05%	2.2373	0.2503
		TB-0.75-7-I-2	12.366	12250	17862.8	1413	25.2834	2.5283		13.76%		
		TB-0.75-7-I-3	12.264	9750	14742.0	1413	20.8662	2.0866		6.12%		
		TB-0.75-7-I-4	12.248	8750	13230.0	1413	18.7261	1.8726		15.75%		
		TB-0.75-7-II-5	12.117	11000	16339.0	1413	23.1267	2.3127		4.05%		
	14	TB-0.75-14-III-1	12.243	15000	21215.0	1413	30.0283	3.0028	2.7872	7.74%	2.9273	0.0498
		TB-0.75-14-III-2	12.253	15500	21824.5	1413	30.8910	3.0891		10.83%		
		TB-0.75-14-III-3	12.032	10500	15729.5	1413	22.2640	2.2264		20.12%		
		TB-0.75-14-III-4	11.923	15000	21215.0	1413	30.0283	3.0028		7.74%		
		TB-0.75-14-IV-5	12.053	12750	18472.3	1413	26.1461	2.6146		6.19%		
	28	TB-0.75-28-I-1	11.956	13570	19471.8	1413	27.5610	2.7561	2.7723	0.59%	2.7723	0.1477
		TB-0.75-28-I-2	12.037	14500	20605.5	1413	29.1656	2.9166		5.20%		
		TB-0.75-28-I-3	12.028	14000	19996.0	1413	28.3029	2.8303		2.09%		
		TB-0.75-28-I-4	12.056	14000	19996.0	1413	28.3029	2.8303		2.09%		
		TB-0.75-28-II-5	11.679	12250	17862.8	1413	25.2834	2.5283		8.80%		
0.8	7	TB-0.8-7-I-1	12.039	9250	13986.0	1413	19.7962	1.9796	1.9796	0.00%	1.9796	0.1465
		TB-0.8-7-I-2	12.049	9750	14742.0	1413	20.8662	2.0866		5.41%		
		TB-0.8-7-I-3	12.028	10000	15120.0	1413	21.4013	2.1401		8.11%		
		TB-0.8-7-I-4	12.179	9000	13608.0	1413	19.2611	1.9261		2.70%		
		TB-0.8-7-II-5	12.217	8250	12474.0	1413	17.6561	1.7656		10.81%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Koreksi Kalibrasi	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Deviasi	Rata-rata baru	Std. Dev
							(kg/cm ²)	(Mpa)				
	14	TB-0.8-14-I-1	12172	9000	13608.0	1413	19.2611	1.9261	2.2957	16.10%	2.3882	0.2163
		TB-0.8-14-I-2	12379	11500	16948.5	1413	23.9894	2.3989		4.49%		
		TB-0.8-14-I-3	12154	12000	17558.0	1413	24.8521	2.4852		8.25%		
		TB-0.8-14-I-4	12226	11000	16339.0	1413	23.1267	2.3127		0.74%		
		TB-0.8-14-II-5	12145	11250	16643.8	1413	23.5580	2.3558		2.62%		
	28	TB-0.8-28-III-1	12.232	13000	18777.0	1413	26.5775	2.6577	2.5263	5.20%	2.6362	0.1473
		TB-0.8-28-III-2	12.054	12500	18167.5	1413	25.7148	2.5715		1.79%		
		TB-0.8-28-III-3	12.153	14000	19996.0	1413	28.3029	2.8303		12.03%		
		TB-0.8-28-III-4	12.296	12000	17558.0	1413	24.8521	2.4852		1.63%		
		TB-0.8-28-IV-5	12.037	9750	14742.0	1413	20.8662	2.0866		17.40%		



LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT LENTUR METODE RATA – RATA

FAS	Umur	Kode	Beban	Koreksi Kalibrasi	W	Flexural (M)	Flexural Stress		Rata - rata	Deviasi	Rata - rata baru	Std. Dev
							(kg,cm ²)	(Mpa)				
0.3	7	TL-0.3-7-I-1	3366	3838.82	562.5	28791.16	51.184	5.118	5.164	0.89%	5.164	0.0000
		TL-0.3-7-I-2	3468	3942.20	562.5	29566.49	52.563	5.256		1.78%		
		TL-0.3-7-I-3	3366	3838.82	562.5	28791.16	51.184	5.118		0.89%		
	14	TL-0.3-14-II-1	3672	4148.95	562.5	31117.14	55.319	5.532	5.486	0.84%	5.486	0.0975
		TL-0.3-14-II-2	3774	4252.33	562.5	31892.47	56.698	5.670		3.35%		
		TL-0.3-14-II-3	3468	3942.20	562.5	29566.49	52.563	5.256		4.19%		
	28	TL-0.3-28-II-1	3774	4252.33	562.5	31892.47	56.698	5.670	5.348	6.01%	5.348	0.0975
		TL-0.3-28-II-2	3468	3942.20	562.5	29566.49	52.563	5.256		1.72%		
		TL-0.3-28-II-3	3366	3838.82	562.5	28791.16	51.184	5.118		4.30%		
0.35	7	TL-0.35-7-I-1	3162	3632.07	562.5	27240.50	48.428	4.843	4.613	4.98%	4.613	0.2105
		TL-0.35-7-II-2	2856	3321.94	562.5	24914.52	44.292	4.429		3.98%		
		TL-0.35-7-II-3	2958	3425.31	562.5	25689.85	45.671	4.567		1.00%		
	14	TL-0.35-14-I-1	3060	3528.69	562.5	26465.18	47.049	4.705	5.164	8.90%	5.164	0.1949
		TL-0.35-14-IV-1	3876	4355.71	562.5	32667.80	58.076	5.808		12.46%		
		TL-0.35-14-IV-2	3264	3735.44	562.5	28015.83	49.806	4.981		3.56%		
	28	TL-0.35-28-II-1	3366	3838.82	562.5	28791.16	51.184	5.118	5.050	1.36%	5.050	0.1194
		TL-0.35-28-II-2	3213	3683.76	562.5	27628.17	49.117	4.912		2.73%		
		TL-0.35-28-III-3	3366	3838.82	562.5	28791.16	51.184	5.118		1.36%		
0.45	7	TL-7-0.45-III-1	2754	3218.56	562.5	24139.19	33.720	3.372	3.633	7.17%	3.633	0.4512
		TL-7-0.45-IV-2	2652	3115.18	562.5	23363.87	41.536	4.154		14.34%		
		TL-7-0.45-IV-3	2754	3218.56	562.5	24139.19	33.720	3.372		7.17%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT LENTUR METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban	Koreksi Kalibrasi	W	Flexural (M)	Flexural Stress		Rata - rata	Deviasi	Rata - rata baru	Std. Dev
							(kg.cm ²)	(Mpa)				
	14	TL-0.45-14-I-1	2652	3115.18	562.5	23363.87	41.536	4.154	4.016	3.43%	4.016	0.1378
		TL-0.45-14-II-2	2550	3011.81	562.5	22588.54	40.157	4.016		0.00%		
		TL-0.45-14-II-3	2448	2908.43	562.5	21813.21	38.779	3.878		3.43%		
	28	TL-0.45-28-I-1	2652	3115.18	562.5	23363.87	41.536	4.154	4.231	1.82%	4.231	0.1130
		TL-0.45-28-II-2	2805	3270.25	562.5	24526.86	43.603	4.360		3.07%		
		TL-0.45-28-II-3	2448	2908.43	562.5	21813.21	41.779	4.178		1.25%		
0.55	7	TL-0.55-7-I-1	1938	2370.17	562.5	17776.31	34.602	3.460	3.322	4.17%	3.322	0.1731
		TL-0.55-7-II-2	1887	2307.80	562.5	17308.51	33.771	3.377		1.67%		
		TL-0.55-7-II-3	1734	2120.68	562.5	15905.12	31.276	3.128		5.84%		
	14	TL-0.55-14-II-1	1938	2370.17	562.5	17776.31	31.602	3.160	3.363	6.03%	3.363	0.1756
		TL-0.55-14-II-2	2142	2598.30	562.5	19487.23	34.644	3.464		3.01%		
		TL-0.55-14-I-3	2142	2598.30	562.5	19487.23	34.644	3.464		3.01%		
	28	TL-0.55-28-III-1	2550	3011.81	562.5	22588.54	40.157	4.016	4.016	0.00%	4.016	0.0975
		TL-0.55-28-IV-2	2652	3115.18	562.5	23363.87	41.536	4.154		3.43%		
		TL-0.55-28-IV-3	2448	2908.43	562.5	21813.21	38.779	3.878		3.43%		
0.65	7	TL-0.65-7-II-1	2754	3218.56	562.5	24139.19	42.914	4.291	3.648	17.63%	3.327	0.0000
		TL-0.65-7-II-2	2040	2494.92	562.5	18711.90	33.266	3.327		8.82%		
		TL-0.65-7-III-3	2040	2494.92	562.5	18711.90	33.266	3.327		8.82%		
	14	TL-0.65-14-III-1	2244	2701.67	562.5	20262.56	36.022	3.602	3.252	10.77%	3.252	0.2352
		TL-0.65-14-IV-2	1785	2183.06	562.5	16372.91	29.107	2.911		10.50%		
		TL-0.65-14-IV-3	1989	2432.55	562.5	18244.10	32.434	3.243		0.27%		

LAMPIRAN B-1 HASIL UJI KUAT LENTUR METODE RATA – RATA (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban	Koreksi Kalibrasi	W	Flexural (M)	Flexural Stress		Rata - rata	Deviasi	Rata - rata baru	Std. Dev
							(kg.cm ²)	(Mpa)				
	28	TL-0.65-28-I-1	2448	2908.43	562.5	21813.21	38.779	3.878	3.924	1.17%	3.924	0.0796
		TL-0.65-28-II-2	2448	2908.43	562.5	21813.21	38.779	3.878		1.17%		
		TL-0.65-28-II-3	2550	3011.81	562.5	22588.54	40.157	4.016		2.34%		
0.75	7	TL-0.75-7-I-1	1734	2120.68	562.5	15905.12	28.276	2.828	2.617	8.06%	2.828	0.3653
		TL-0.75-7-II-2	1734	2120.68	562.5	15905.12	28.276	2.828		8.06%		
		TL-0.75-7-II-3	1530	1871.19	562.5	14033.93	21.949	2.195		16.12%		
	14	TL-0.75-14-III-1	1734	2120.68	562.5	15905.12	28.276	2.828	2.661	6.25%	2.661	0.1663
		TL-0.75-14-IV-2	1632	1995.94	562.5	14969.52	26.612	2.661		0.00%		
		TL-0.75-14-IV-3	1530	1871.19	562.5	14033.93	24.949	2.495		6.25%		
	28	TL-0.75-28-I-1	2040	2494.92	562.5	18711.90	33.266	3.327	3.262	1.99%	3.262	0.2419
		TL-0.75-28-II-2	2142	2598.30	562.5	19487.23	34.644	3.464		6.22%		
		TL-0.75-28-II-3	1836	2245.43	562.5	16840.71	29.939	2.994		8.21%		
0.8	7	TL-0.8-7-I-1	1224	1496.95	562.5	11227.14	19.959	1.996	2.051	2.70%	2.051	0.0960
		TL-0.8-7-II-2	1326	1621.70	562.5	12162.74	21.623	2.162		5.41%		
		TL-0.8-7-II-3	1224	1496.95	562.5	11227.14	19.959	1.996		2.70%		
	14	TL-0.75-14-I-1	1836	2245.43	562.5	16840.71	29.939	2.994	2.883	3.85%	2.883	0.1921
		TL-0.75-14-II-2	1836	2245.43	562.5	16840.71	29.939	2.994		3.85%		
		TL-0.75-14-II-3	1632	1995.94	562.5	14969.52	26.612	2.661		7.69%		
	28	TL-0.75-14-III-1	2040	2494.92	562.5	18711.90	33.266	3.327	3.418	2.69%	3.418	0.1592
		TL-0.75-14-IV-2	2040	2494.92	562.5	18711.90	33.266	3.327		2.69%		
		TL-0.75-14-IV-3	2244	2701.67	562.5	20262.56	36.022	3.602		5.38%		

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5%

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
0.3	3	TK-0.3-03-1	42511.00	78.5	520.71	52.07	51.7292	1.3682	0.79	3.90	50.94	55.63	52.24
		TK-0.3-03-2	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.3-03-3	43628.00	78.5	534.39	53.44							
		TK-0.3-03-4	40556.25	78.5	496.77	49.68							
		TK-0.3-03-5	42511.00	78.5	520.71	52.07							
	7	TK-0.3-07-1	37975.00	78.5	465.15	46.52	45.2481	4.9927	2.90	14.23	42.35	59.48	47.29
		TK-0.3-07-2	37086.25	78.5	454.27	45.43							
		TK-0.3-07-3	37975.00	78.5	465.15	46.52							
		TK-0.3-07-4	41394.00	78.5	507.03	50.70							
		TK-0.3-07-5	30272.50	78.5	370.80	37.08							
	14	TK-0.3-14-1	50701.00	78.5	621.03	62.10	57.7034	5.4663	3.17	15.58	54.53	73.29	61.69
		TK-0.3-14-2	50050.75	78.5	613.07	61.31							
		TK-0.3-14-3	50330.00	78.5	616.49	61.65							
		TK-0.3-14-4	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.3-14-5	42511.00	78.5	520.71	52.07							
	28	TK-0.3-28-1	50330.00	78.5	616.49	61.65	54.8035	6.6865	3.88	19.06	50.92	73.87	59.25
		TK-0.3-28-2	50050.75	78.5	613.07	61.31							
		TK-0.3-28-3	39718.50	78.5	486.51	48.65							
		TK-0.3-28-4	44745.00	78.5	548.08	54.81							
		TK-0.3-28-5	38863.75	78.5	476.04	47.60							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
0.35	7	TK-0.35-7-I-1	50330.00	78.5	616.49	61.65	53.8702	9.7484	5.65	27.79	48.22	81.66	57.89
		TK-0.35-7-I-2	43628.00	78.5	534.39	53.44							
		TK-0.35-7-II-3	44745.00	78.5	548.08	54.81							
		TK-0.35-7-II-4	50330.00	78.5	616.49	61.65							
		TK-0.35-7-II-5	30865.00	78.5	378.06	37.81							
	14	TK-0.35-14-I-1	52185.00	78.5	639.21	63.92	59.8407	6.8636	3.98	19.57	55.86	79.41	64.34
		TK-0.35-14-I-2	55895.00	78.5	684.65	68.47							
		TK-0.35-14-IV-1	49492.25	78.5	606.23	60.62							
		TK-0.35-14-IV-2	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.35-14-IV-3	44745.00	78.5	548.08	54.81							
	28	TK-0.35-28-II-1	48096.00	78.5	589.12	58.91	57.4970	9.0351	5.24	25.76	52.26	83.25	61.33
		TK-0.35-28-II-2	48933.75	78.5	599.38	59.94							
		TK-0.35-28-II-3	49213.00	78.5	602.80	60.28							
		TK-0.35-28-III-4	34420.00	78.5	421.61	42.16							
		TK-0.35-28-III-5	54040.00	78.5	661.93	66.19							
0.45	7	TK-0.45-7-III-1	33827.50	78.5	414.35	41.43	36.7485	6.9578	4.04	19.84	32.71	56.58	39.44
		TK-0.45-7-III-2	34420.00	78.5	421.61	42.16							
		TK-0.45-7-IV-3	21215.00	78.5	259.86	25.99							
		TK-0.45-7-IV-4	27310.00	78.5	334.52	33.45							
		TK-0.45-7-IV-5	33235.00	78.5	407.09	40.71							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
	14	TK-0.45-14-I-1	44186.50	78.5	541.24	54.12	50.7715	2.0722	1.20	5.91	49.57	56.68	51.22
		TK-0.45-14-I-2	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.45-14-II-3	40556.25	78.5	496.77	49.68							
		TK-0.45-14-II-4	39997.75	78.5	489.93	48.99							
		TK-0.45-14-II-5	40556.25	78.5	496.77	49.68							
	28	TK-0.45-28-II-1	46699.75	78.5	572.02	57.20	51.5841	4.1754	2.42	11.90	49.16	63.49	54.24
		TK-0.45-28-II-2	44186.50	78.5	541.24	54.12							
		TK-0.45-28-II-3	38863.75	78.5	476.04	47.60							
		TK-0.45-28-I-4	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.45-28-I-5	38863.75	78.5	476.04	47.60							
0.55	7	TK-0.55-7-I-1	32642.50	78.5	399.83	39.98	36.5620	4.1479	2.41	11.83	34.16	48.39	39.26
		TK-0.55-7-I-2	33827.50	78.5	414.35	41.43							
		TK-0.55-7-II-3	27005.25	78.5	330.78	33.08							
		TK-0.55-7-II-4	26091.00	78.5	319.59	31.96							
		TK-0.55-7-II-5	29680.00	78.5	363.55	36.35							
	14	TK-0.55-14-I-1	27005.25	78.5	330.78	33.08	37.8041	4.0193	2.33	11.46	35.47	49.26	40.23
		TK-0.55-14-I-2	30865.00	78.5	378.06	37.81							
		TK-0.55-14-II-3	35605.00	78.5	436.12	43.61							
		TK-0.55-14-II-4	32050.00	78.5	392.58	39.26							
		TK-0.55-14-II-5	28791.25	78.5	352.66	35.27							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
	28	TK-0.55-28-III-1	28495.00	78.5	349.03	34.90	38.3868	3.9217	2.27	11.18	36.11	49.57	41.19
		TK-0.55-28-III-2	27310.00	78.5	334.52	33.45							
		TK-0.55-28-IV-3	33235.00	78.5	407.09	40.71							
		TK-0.55-28-IV-4	34420.00	78.5	421.61	42.16							
		TK-0.55-28-IV-5	33235.00	78.5	407.09	40.71							
0.65	7	TK-0.65-7-III-1	18167.50	78.5	222.53	22.25	22.7758	2.1050	1.22	6.00	21.55	28.78	23.28
		TK-0.65-7-III-2	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.65-7-IV-3	16948.50	78.5	207.60	20.76							
		TK-0.65-7-IV-4	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.65-7-IV-5	21519.75	78.5	263.59	26.36							
	14	TK-0.65-14-III-1	24262.50	78.5	297.19	29.72	25.0902	3.0962	1.80	8.83	23.29	33.92	26.98
		TK-0.65-14-III-2	20605.50	78.5	252.39	25.24							
		TK-0.65-14-IV-3	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.65-14-IV-4	21215.00	78.5	259.86	25.99							
		TK-0.65-14-IV-5	18167.50	78.5	222.53	22.25							
	28	TK-0.65-28-I-1	27310.00	78.5	334.52	33.45	33.1531	0.3123	0.18	0.89	32.97	34.04	33.27
		TK-0.65-28-I-2	26700.50	78.5	327.05	32.71							
		TK-0.65-28-II-3	27310.00	78.5	334.52	33.45							
		TK-0.65-28-II-4	27005.25	78.5	330.78	33.08							
		TK-0.65-28-II-5	27005.25	78.5	330.78	33.08							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.955	0.005	Bawah	Atas	
0.75	7	TK-0.75-7-I-1	20605.50	78.5	252.39	25.24	20.6674	2.7054	1.57	7.71	19.10	28.38	21.32
		TK-0.75-7-I-2	16643.75	78.5	203.87	20.39							
		TK-0.75-7-I-3	16034.25	78.5	196.40	19.64							
		TK-0.75-7-II-4	14742.00	78.5	180.57	18.06							
		TK-0.75-7-II-5	16339.00	78.5	200.13	20.01							
	14	TK-0.75-14-III-1	16643.75	78.5	203.87	20.39	22.7399	3.6011	2.09	10.27	20.65	33.01	25.24
		TK-0.75-14-III-2	14364.00	78.5	175.94	17.59							
		TK-0.75-14-IV-3	19996.00	78.5	244.93	24.49							
		TK-0.75-14-IV-4	20605.50	78.5	252.39	25.24							
		TK-0.75-14-IV-5	21215.00	78.5	259.86	25.99							
	28	TK-0.75-28-I-1	17558.00	78.5	215.07	21.51	25.0155	3.6536	2.12	10.42	22.90	35.43	27.48
		TK-0.75-28-I-2	17253.25	78.5	211.33	21.13							
		TK-0.75-28-I-3	21824.50	78.5	267.33	26.73							
		TK-0.75-28-II-4	24262.50	78.5	297.19	29.72							
		TK-0.75-28-II-5	21215.00	78.5	259.86	25.99							
0.8	7	TK-0.8-7-I-1	15729.50	78.5	192.67	19.27	15.7452	3.4089	1.98	9.72	13.77	25.46	17.60
		TK-0.8-7-I-2	16034.25	78.5	196.40	19.64							
		TK-0.8-7-II-3	11340.00	78.5	138.90	13.89							
		TK-0.8-7-II-4	10584.00	78.5	129.64	12.96							
		TK-0.8-7-II-5	10584.00	78.5	129.64	12.96							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.955	0.005	Bawah	Atas	
	14	TK-0.8-14-I-1	16339.00	78.5	200.13	20.01	17.5613	3.4197	1.98	9.75	15.58	27.31	19.06
		TK-0.8-14-I-2	9450.00	78.5	115.75	11.58							
		TK-0.8-14-I-3	15424.75	78.5	188.94	18.89							
		TK-0.8-14-II-4	15729.50	78.5	192.67	19.27							
		TK-0.8-14-II-5	14742.00	78.5	180.57	18.06							
	28	TK-0.8-III-1	16339.00	78.5	200.13	20.01	21.9546	1.1322	0.66	3.23	21.30	25.18	22.44
		TK-0.8-III-2	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.8-IV-3	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.8-IV-4	18777.00	78.5	230.00	23.00							
		TK-0.8-IV-5	18167.50	78.5	222.53	22.25							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5%

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Selimut (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
0.3	3	TB-0.3-03-1	12.44	29680.00	1413	42.0099	4.2010	4.1157	0.3534	0.21	1.01	3.91	5.12	4.2429
		TB-0.3-03-2	12.346	32050.00	1413	45.3645	4.5364							
		TB-0.3-03-3	12.482	27902.50	1413	39.4940	3.9494							
		TB-0.3-03-4	12.332	25481.50	1413	36.0672	3.6067							
		TB-0.3-03-5	12.478	30272.50	1413	42.8485	4.2849							
	7	TB-0.3-07-1	12.369	34420.00	1413	48.7190	4.8719	4.3651	0.7630	0.44	2.18	3.92	6.54	4.9138
		TB-0.3-07-2	12.284	23957.75	1413	33.9105	3.3910							
		TB-0.3-07-3	12.505	26091.00	1413	36.9299	3.6930							
		TB-0.3-07-4	12.508	35605.00	1413	50.3963	5.0396							
		TB-0.3-07-5	12.413	34123.75	1413	48.2997	4.8300							
	14	TB-0.3-14-1	12.513	30272.50	1413	42.8485	4.2849	4.8635	0.5357	0.31	1.53	4.55	6.39	4.5644
		TB-0.3-14-2	12.587	30272.50	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.3-14-3	12.414	36197.50	1413	51.2350	5.1235							
		TB-0.3-14-4	12.463	37975.00	1413	53.7509	5.3751							
		TB-0.3-14-5	12.387	37086.25	1413	52.4929	5.2493							
	28	TB-0.3-28-1	12.407	42511.00	1413	60.1713	6.0171	5.4390	0.7270	0.42	2.07	5.02	7.51	5.8031
		TB-0.3-28-2	12.482	42511.00	1413	60.1713	6.0171							
		TB-0.3-28-3	12.513	29976.25	1413	42.4292	4.2429							
		TB-0.3-28-4	12.427	37975.00	1413	53.7509	5.3751							
		TB-0.3-28-5	12.373	39160.00	1413	55.4282	5.5428							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Selimut (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
0.35	7	TB-0.35-7-I-1	12.343	33235.00	1413	47.0418	4.7042	4.3769	0.6595	0.38	1.88	3.99	6.26	4.7321
		TB-0.35-7-I-2	12.419	27310.00	1413	38.6553	3.8655							
		TB-0.35-7-II-3	12.38	37975.00	1413	53.7509	5.3751							
		TB-0.35-7-II-4	12.418	29087.50	1413	41.1713	4.1171							
		TB-0.35-7-II-5	12.398	27005.25	1413	38.2240	3.8224							
	14	TB-0.35-14-I-1	12.15	36197.50	1413	51.2350	5.1235	5.2025	0.4798	0.28	1.37	4.92	6.57	5.0955
		TB-0.35-14-I-2	12.25	33827.50	1413	47.8804	4.7880							
		TB-0.35-14-IV-1	12.2	37975.00	1413	53.7509	5.3751							
		TB-0.35-14-IV-2	12.3	33827.50	1413	47.8804	4.7880							
		TB-0.35-14-IV-3	12.451	41952.50	1413	59.3808	5.9381							
	28	TB-0.35-28-II-1	12.422	35012.50	1413	49.5577	4.9558	4.7042	0.1779	0.10	0.51	4.60	5.21	4.8160
		TB-0.35-28-III-2	12.502	33827.50	1413	47.8804	4.7880							
		TB-0.35-28-III-3	12.447	33235.00	1413	47.0418	4.7042							
		TB-0.35-28-III-4	12.5	32050.00	1413	45.3645	4.5364							
		TB-0.35-28-III-5	12.226	32050.00	1413	45.3645	4.5364							
0.45	7	TB-0.35-7-III-1	12.297	23957.75	1413	33.9105	3.3910	3.6815	0.4012	0.23	1.14	3.45	4.83	3.8607
		TB-0.35-7-III-2	12.167	24872.00	1413	35.2045	3.5205							
		TB-0.35-7-IV-3	12.376	30865.00	1413	43.6872	4.3687							
		TB-0.35-7-IV-4	12.322	24262.50	1413	34.3418	3.4342							
		TB-0.35-7-IV-5	12.298	26091.00	1413	36.9299	3.6930							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Selimut (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
	14	TB-0.45-14-I-1	12.357	38567.50	1413	54.5895	5.4590	3.9920	0.9451	0.55	2.69	3.44	6.69	4.5077
		TB-0.45-14-I-2	12.305	26700.50	1413	37.7926	3.7793							
		TB-0.45-14-I-3	12.372	30272.50	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.45-14-I-4	12.216	21215.00	1413	30.0283	3.0028							
		TB-0.45-14-II-5	12.261	24262.50	1413	34.3418	3.4342							
	28	TB-0.45-28-I-1	12.315	34420.00	1413	48.7190	4.8719	5.2203	0.4401	0.26	1.25	4.97	6.47	5.0127
		TB-0.45-28-I-2	12.31	35012.50	1413	49.5577	4.9558							
		TB-0.45-28-I-3	12.305	40277.00	1413	57.0092	5.7009							
		TB-0.45-28-I-4	12.298	40277.00	1413	57.0092	5.7009							
		TB-0.45-28-II-5	12.305	34420.00	1413	48.7190	4.8719							
0.55	7	TB-0.55-7-I-1	12.343	26091.00	1413	36.9299	3.6930	3.2875	0.3074	0.18	0.88	3.11	4.16	3.4629
		TB-0.55-7-I-2	12.275	21824.50	1413	30.8910	3.0891							
		TB-0.55-7-I-3	12.306	24872.00	1413	35.2045	3.5205							
		TB-0.55-7-I-4	12.296	22434.00	1413	31.7537	3.1754							
		TB-0.55-7-II-5	12.319	20910.25	1413	29.5970	2.9597							
	14	TB-0.55-14-I-1	11.965	27902.50	1413	39.4940	3.9494	4.0836	0.1272	0.07	0.36	4.01	4.45	4.2010
		TB-0.55-14-I-2	12.112	30272.50	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.55-14-I-3	12.253	29087.50	1413	41.1713	4.1171							
		TB-0.55-14-I-4	12.256	28495.00	1413	40.3326	4.0333							
		TB-0.55-14-II-5	12.075	28495.00	1413	40.3326	4.0333							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Selimut (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
	28	TB-0.55-28-III-1	12.346	29680.00	1413	42.0099	4.2010	4.2094	0.1739	0.10	0.50	4.11	4.71	4.2639
		TB-0.55-28-III-2	12.398	30272.50	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.55-28-III-3	12.206	29087.50	1413	41.1713	4.1171							
		TB-0.55-28-III-4	12.214	31457.50	1413	44.5258	4.4526							
		TB-0.55-28-IV-5	12.084	28198.75	1413	39.9133	3.9913							
0.65	7	TB-0.65-7-III-1	12.304	16339.00	1413	23.1267	2.3127	2.3906	0.3369	0.20	0.96	2.20	3.35	2.5068
		TB-0.65-7-III-2	12.217	18167.50	1413	25.7148	2.5715							
		TB-0.65-7-III-3	12.195	16339.00	1413	23.1267	2.3127							
		TB-0.65-7-III-4	12.159	19996.00	1413	28.3029	2.8303							
		TB-0.65-7-IV-5	12.102	13608.00	1413	19.2611	1.9261							
	14	TB-0.65-14-III-1	12.18	16339.00	1413	23.1267	2.3127	2.8734	0.4503	0.26	1.28	2.61	4.16	3.0136
		TB-0.65-14-III-2	12.157	24262.50	1413	34.3418	3.4342							
		TB-0.65-14-III-3	12.152	18777.00	1413	26.5775	2.6577							
		TB-0.65-14-III-4	12.203	22738.75	1413	32.1851	3.2185							
		TB-0.65-14-IV-5	12.195	19386.50	1413	27.4402	2.7440							
	28	TB-0.65-28-I-1	12.098	28495.00	1413	40.3326	4.0333	3.7069	0.5040	0.29	1.44	3.41	5.14	3.8829
		TB-0.65-28-I-2	12.064	26700.50	1413	37.7926	3.7793							
		TB-0.65-28-I-3	12.227	30272.50	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.65-28-I-4	12.219	21215.00	1413	30.0283	3.0028							
		TB-0.65-28-II-5	12.076	24262.50	1413	34.3418	3.4342							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Selimut (cm2)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm2)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
0.75	7	TB-0.75-7-I-1	12.152	16339.00	1413	23.1267	2.3127	2.2226	0.2503	0.15	0.71	2.08	2.94	2.3101
		TB-0.75-7-I-2	12.366	17862.75	1413	25.2834	2.5283							
		TB-0.75-7-I-3	12.264	14742.00	1413	20.8662	2.0866							
		TB-0.75-7-I-4	12.248	13230.00	1413	18.7261	1.8726							
		TB-0.75-7-II-5	12.117	16339.00	1413	23.1267	2.3127							
	14	TB-0.75-14-III-1	12.243	21215.00	1413	30.0283	3.0028	2.7872	0.3635	0.21	1.04	2.58	3.82	2.9273
		TB-0.75-14-III-2	12.253	21824.50	1413	30.8910	3.0891							
		TB-0.75-14-III-3	12.032	15729.50	1413	22.2640	2.2264							
		TB-0.75-14-III-4	11.923	21215.00	1413	30.0283	3.0028							
		TB-0.75-14-IV-5	12.053	18472.25	1413	26.1461	2.6146							
	28	TB-0.75-28-I-1	11.956	19471.83	1413	27.5610	2.7561	2.7723	0.1477	0.09	0.42	2.69	3.19	2.8333
		TB-0.75-28-I-2	12.037	20605.50	1413	29.1656	2.9166							
		TB-0.75-28-I-3	12.028	19996.00	1413	28.3029	2.8303							
		TB-0.75-28-I-4	12.056	19996.00	1413	28.3029	2.8303							
		TB-0.75-28-II-5	11.679	17862.75	1413	25.2834	2.5283							
0.8	7	TB-0.8-7-I-1	12.039	13986.00	1413	19.7962	1.9796	1.9796	0.1465	0.08	0.42	1.89	2.40	2.0331
		TB-0.8-7-I-2	12.049	14742.00	1413	20.8662	2.0866							
		TB-0.8-7-I-3	12.028	15120.00	1413	21.4013	2.1401							
		TB-0.8-7-I-4	12.179	13608.00	1413	19.2611	1.9261							
		TB-0.8-7-II-5	12.217	12474.00	1413	17.6561	1.7656							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Berat (kg)	Beban (kg)	Selimut (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
	14	TB-0.8-14-I-1	12172	13608.00	1413	19.2611	1.9261	2.2957	0.2163	0.13	0.62	2.17	2.91	2.3882
		TB-0.8-14-I-2	12379	16948.50	1413	23.9894	2.3989							
		TB-0.8-14-I-3	12154	17558.00	1413	24.8521	2.4852							
		TB-0.8-14-I-4	12226	16339.00	1413	23.1267	2.3127							
		TB-0.8-14-II-5	12145	16643.75	1413	23.5580	2.3558							
	28	TB-0.8-28-III-1	12.232	18777.00	1413	26.5775	2.6577	2.5263	0.2769	0.16	0.79	2.37	3.32	2.6362
		TB-0.8-28-III-2	12.054	18167.50	1413	25.7148	2.5715							
		TB-0.8-28-III-3	12.153	19996.00	1413	28.3029	2.8303							
		TB-0.8-28-III-4	12.296	17558.00	1413	24.8521	2.4852							
		TB-0.8-28-IV-5	12.037	14742.00	1413	20.8662	2.0866							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT LENTUR METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5%

FAS	Umur	Kode	Beban	W	Flexural (M)	Flexural Stress		Rata - rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg.cm ²)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
0.3	7	TL-0.3-7-I-1	3838.82	562.5	28791.16	51.1843	5.1184	5.1644	0.0796	0.05	1.22	5.1097	6.3867	5.1644
		TL-0.3-7-I-2	3942.20	562.5	29566.49	52.5626	5.2563							
		TL-0.3-7-I-3	3838.82	562.5	28791.16	51.1843	5.1184							
	14	TL-0.3-14-II-1	4148.95	562.5	31117.14	55.3194	5.5319	5.4860	0.2105	0.14	3.23	5.3414	8.7199	5.6009
		TL-0.3-14-II-2	4252.33	562.5	31892.47	56.6977	5.6698							
		TL-0.3-14-II-3	3942.20	562.5	29566.49	52.5626	5.2563							
	28	TL-0.3-28-II-1	4252.33	562.5	31892.47	56.6977	5.6698	5.3482	0.2869	0.20	4.41	5.1511	9.7552	5.4630
		TL-0.3-28-II-2	3942.20	562.5	29566.49	52.5626	5.2563							
		TL-0.3-28-II-3	3838.82	562.5	28791.16	51.1843	5.1184							
0.35	7	TL-0.35-7-I-1	3632.07	562.5	27240.5	48.4276	4.8428	4.6130	0.2105	0.14	3.23	4.4684	7.8470	4.7049
		TL-0.35-7-II-2	3321.94	562.5	24914.52	44.2925	4.4292							
		TL-0.35-7-II-3	3425.31	562.5	25689.85	45.6708	4.5671							
	14	TL-0.35-14-I-1	3528.69	562.5	26465.18	47.0492	4.7049	5.1644	0.5739	0.39	8.81	4.7702	13.9786	5.3941
		TL-0.35-14-IV-1	4355.71	562.5	32667.8	58.0761	5.8076							
		TL-0.35-14-IV-2	3735.44	562.5	28015.83	49.8059	4.9806							
	28	TL-0.35-28-II-1	3838.82	562.5	28791.16	51.1843	5.1184	5.0495	0.1194	0.08	1.83	4.9675	6.8830	5.1184
		TL-0.35-28-II-2	3683.76	562.5	27628.17	49.1167	4.9117							
		TL-0.35-28-III-3	3838.82	562.5	28791.16	51.1843	5.1184							
0.45	7	TL-7-0.45-III-1	3218.56	562.5	24139.19	33.7200	3.3720	3.6325	0.4512	0.31	6.93	3.3226	10.5634	3.6325
		TL-7-0.45-IV-2	3115.18	562.5	23363.87	41.5358	4.1536							
		TL-7-0.45-IV-3	3218.56	562.5	24139.19	33.7200	3.3720							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT LENTUR METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban	W	Flexural (M)	Flexural Stress		Rata - rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg.cm2)	(Mpa)			0.995	0.005	Bawah	Atas	
	14	TL-0.45-14-I-1	3115.18	562.5	23363.87	41.5358	4.1536	4.0157	0.1378	0.09	2.12	3.9211	6.1328	4.0847
		TL-0.45-14-II-2	3011.81	562.5	22588.54	40.1574	4.0157							
		TL-0.45-14-II-3	2908.43	562.5	21813.21	38.7790	3.8779							
	28	TL-0.45-28-I-1	3115.18	562.5	23363.87	41.5358	4.1536	4.2306	0.1130	0.08	1.74	4.1530	5.9663	4.2691
		TL-0.45-28-II-2	3270.25	562.5	24526.86	43.6033	4.3603							
		TL-0.45-28-II-3	2908.43	562.5	21813.21	41.7790	4.1779							
0.55	7	TL-0.55-7-I-1	2370.17	562.5	17776.31	34.6023	3.4602	3.3216	0.1731	0.12	2.66	3.2027	5.9807	3.4187
		TL-0.55-7-II-2	2307.80	562.5	17308.51	33.7707	3.3771							
		TL-0.55-7-II-3	2120.68	562.5	15905.12	31.2758	3.1276							
	14	TL-0.55-14-II-1	2370.17	562.5	17776.31	31.6023	3.1602	3.3630	0.1756	0.12	2.70	3.2424	6.0603	3.4644
		TL-0.55-14-II-2	2598.30	562.5	19487.23	34.6440	3.4644							
		TL-0.55-14-I-3	2598.30	562.5	19487.23	34.6440	3.4644							
	28	TL-0.55-28-III-1	3011.81	562.5	22588.54	40.1574	4.0157	4.0157	0.1378	0.09	2.12	3.9211	6.1328	4.0847
		TL-0.55-28-IV-2	3115.18	562.5	23363.87	41.5358	4.1536							
		TL-0.55-28-IV-3	2908.43	562.5	21813.21	38.7790	3.8779							
0.65	7	TL-0.65-7-II-1	3218.56	562.5	24139.19	42.9141	4.2914	3.6482	0.5571	0.38	8.56	3.2655	12.2043	3.6482
		TL-0.65-7-II-2	2494.92	562.5	18711.9	33.2656	3.3266							
		TL-0.65-7-III-3	2494.92	562.5	18711.9	33.2656	3.3266							
	14	TL-0.65-14-III-1	2701.67	562.5	20262.56	36.0223	3.6022	3.2521	0.3458	0.24	5.31	3.0146	8.5639	3.4228
		TL-0.65-14-IV-2	2183.06	562.5	16372.91	29.1074	2.9107							
		TL-0.65-14-IV-3	2432.55	562.5	18244.1	32.4340	3.2434							

LAMPIRAN B-2 HASIL UJI KUAT LENTUR METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 99.5% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban	W	Flexural (M)	Flexural Stress		Rata - rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg.cm2)	(Mpa)			0.955	0.005	Bawah	Atas	
	28	TL-0.65-28-I-1	2908.43	562.5	21813.21	38.7790	3.8779	3.9238	0.0796	0.05	1.22	3.8692	5.1462	3.9238
		TL-0.65-28-II-2	2908.43	562.5	21813.21	38.7790	3.8779							
		TL-0.65-28-II-3	3011.81	562.5	22588.54	40.1574	4.0157							
0.75	7	TL-0.75-7-I-1	2120.68	562.5	15905.12	28.2758	2.8276	2.6167	0.3653	0.25	5.61	2.3658	8.2270	2.8276
		TL-0.75-7-II-2	2120.68	562.5	15905.12	28.2758	2.8276							
		TL-0.75-7-II-3	1871.19	562.5	14033.93	21.9492	2.1949							
	14	TL-0.75-14-III-1	2120.68	562.5	15905.12	28.2758	2.8276	2.6612	0.1663	0.11	2.55	2.5470	5.2160	2.7444
		TL-0.75-14-IV-2	1995.94	562.5	14969.52	26.6125	2.6612							
		TL-0.75-14-IV-3	1871.19	562.5	14033.93	24.9492	2.4949							
	28	TL-0.75-28-I-1	2494.92	562.5	18711.9	33.2656	3.3266	3.2616	0.2419	0.17	3.72	3.0955	6.9767	3.3955
		TL-0.75-28-II-2	2598.30	562.5	19487.23	34.6440	3.4644							
		TL-0.75-28-II-3	2245.43	562.5	16840.71	29.9390	2.9939							
0.8	7	TL-0.8-7-I-1	1496.95	562.5	11227.14	19.9594	1.9959	2.0514	0.0960	0.07	1.47	1.9854	3.5263	2.0514
		TL-0.8-7-II-2	1621.70	562.5	12162.74	21.6226	2.1623							
		TL-0.8-7-II-3	1496.95	562.5	11227.14	19.9594	1.9959							
	14	TL-0.75-14-I-1	2245.43	562.5	16840.71	29.9390	2.9939	2.8830	0.1921	0.13	2.95	2.7511	5.8330	2.9939
		TL-0.75-14-II-2	2245.43	562.5	16840.71	29.9390	2.9939							
		TL-0.75-14-II-3	1995.94	562.5	14969.52	26.6125	2.6612							
	28	TL-0.75-14-III-1	2494.92	562.5	18711.9	33.2656	3.3266	3.4185	0.1592	0.11	2.44	3.3091	5.8631	3.4185
		TL-0.75-14-IV-2	2494.92	562.5	18711.9	33.2656	3.3266							
		TL-0.75-14-IV-3	2701.67	562.5	20262.56	36.0223	3.6022							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95%

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi (kg)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
0.3	3	TK-0.3-03-1	42511.00	78.5	520.71	52.07	51.7292	1.3682	0.99	2.63	50.74	54.36	52.24
		TK-0.3-03-2	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.3-03-3	43628.00	78.5	534.39	53.44							
		TK-0.3-03-4	40556.25	78.5	496.77	49.68							
		TK-0.3-03-5	42511.00	78.5	520.71	52.07							
7	7	TK-0.3-07-1	37975.00	78.5	465.15	46.52	45.2481	4.9927	3.62	9.61	41.62	54.86	47.29
		TK-0.3-07-2	37086.25	78.5	454.27	45.43							
		TK-0.3-07-3	37975.00	78.5	465.15	46.52							
		TK-0.3-07-4	41394.00	78.5	507.03	50.70							
		TK-0.3-07-5	30272.50	78.5	370.80	37.08							
14	14	TK-0.3-14-1	50701.00	78.5	621.03	62.10	57.7034	5.4663	3.97	10.52	53.74	68.23	61.69
		TK-0.3-14-2	50050.75	78.5	613.07	61.31							
		TK-0.3-14-3	50330.00	78.5	616.49	61.65							
		TK-0.3-14-4	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.3-14-5	42511.00	78.5	520.71	52.07							
28	28	TK-0.3-28-1	50330.00	78.5	616.49	61.65	54.8035	6.6865	4.85	12.87	49.95	67.67	59.25
		TK-0.3-28-2	50050.75	78.5	613.07	61.31							
		TK-0.3-28-3	39718.50	78.5	486.51	48.65							
		TK-0.3-28-4	44745.00	78.5	548.08	54.81							
		TK-0.3-28-5	38863.75	78.5	476.04	47.60							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi (kg)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
0.35	7	TK-0.35-7-I-1	50330.00	78.5	616.49	61.65	53.8702	9.7484	7.08	18.76	46.79	72.63	57.89
		TK-0.35-7-I-2	43628.00	78.5	534.39	53.44							
		TK-0.35-7-II-3	44745.00	78.5	548.08	54.81							
		TK-0.35-7-II-4	50330.00	78.5	616.49	61.65							
		TK-0.35-7-II-5	30865.00	78.5	378.06	37.81							
	14	TK-0.35-14-I-1	52185.00	78.5	639.21	63.92	59.8407	6.8636	4.98	13.21	54.86	73.05	64.34
		TK-0.35-14-I-2	55895.00	78.5	684.65	68.47							
		TK-0.35-14-IV-1	49492.25	78.5	606.23	60.62							
		TK-0.35-14-IV-2	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.35-14-IV-3	44745.00	78.5	548.08	54.81							
	28	TK-0.35-28-II-1	48096.00	78.5	589.12	58.91	57.4970	9.0351	6.56	17.39	50.94	74.89	61.33
		TK-0.35-28-II-2	48933.75	78.5	599.38	59.94							
		TK-0.35-28-II-3	49213.00	78.5	602.80	60.28							
		TK-0.35-28-III-4	34420.00	78.5	421.61	42.16							
		TK-0.35-28-III-5	54040.00	78.5	661.93	66.19							
0.45	7	TK-0.45-7-III-1	33827.50	78.5	414.35	41.43	36.7485	6.9578	5.05	13.39	31.70	50.14	39.44
		TK-0.45-7-III-2	34420.00	78.5	421.61	42.16							
		TK-0.45-7-IV-3	21215.00	78.5	259.86	25.99							
		TK-0.45-7-IV-4	27310.00	78.5	334.52	33.45							
		TK-0.45-7-IV-5	33235.00	78.5	407.09	40.71							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi (kg)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
	14	TK-0.45-14-I-1	44186.50	78.5	541.24	54.12	50.7715	2.0722	1.50	3.99	49.27	54.76	51.22
		TK-0.45-14-I-2	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.45-14-II-3	40556.25	78.5	496.77	49.68							
		TK-0.45-14-II-4	39997.75	78.5	489.93	48.99							
		TK-0.45-14-II-5	40556.25	78.5	496.77	49.68							
	28	TK-0.45-28-II-1	46699.75	78.5	572.02	57.20	51.5841	4.1754	3.03	8.04	48.55	59.62	54.24
		TK-0.45-28-II-2	44186.50	78.5	541.24	54.12							
		TK-0.45-28-II-3	38863.75	78.5	476.04	47.60							
		TK-0.45-28-I-4	41952.50	78.5	513.87	51.39							
		TK-0.45-28-I-5	38863.75	78.5	476.04	47.60							
0.55	7	TK-0.55-7-I-1	32642.50	78.5	399.83	39.98	36.5620	4.1479	3.01	7.98	33.55	44.55	39.26
		TK-0.55-7-I-2	33827.50	78.5	414.35	41.43							
		TK-0.55-7-II-3	27005.25	78.5	330.78	33.08							
		TK-0.55-7-II-4	26091.00	78.5	319.59	31.96							
		TK-0.55-7-II-5	29680.00	78.5	363.55	36.35							
	14	TK-0.55-14-I-1	27005.25	78.5	330.78	33.08	37.8041	4.0193	2.92	7.74	34.89	45.54	38.99
		TK-0.55-14-I-2	30865.00	78.5	378.06	37.81							
		TK-0.55-14-II-3	35605.00	78.5	436.12	43.61							
		TK-0.55-14-II-4	32050.00	78.5	392.58	39.26							
		TK-0.55-14-II-5	28791.25	78.5	352.66	35.27							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi (kg)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
	28	TK-0.55-28-III-1	28495.00	78.5	349.03	34.90	38.3868	3.9217	2.85	7.55	35.54	45.94	41.19
		TK-0.55-28-III-2	27310.00	78.5	334.52	33.45							
		TK-0.55-28-IV-3	33235.00	78.5	407.09	40.71							
		TK-0.55-28-IV-4	34420.00	78.5	421.61	42.16							
		TK-0.55-28-IV-5	33235.00	78.5	407.09	40.71							
0.65	7	TK-0.65-7-III-1	18167.50	78.5	222.53	22.25	22.7758	2.1050	1.53	4.05	21.25	26.83	23.28
		TK-0.65-7-III-2	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.65-7-IV-3	16948.50	78.5	207.60	20.76							
		TK-0.65-7-IV-4	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.65-7-IV-5	21519.75	78.5	263.59	26.36							
	14	TK-0.65-14-III-1	24262.50	78.5	297.19	29.72	25.0902	3.0962	2.25	5.96	22.84	31.05	27.48
		TK-0.65-14-III-2	20605.50	78.5	252.39	25.24							
		TK-0.65-14-IV-3	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.65-14-IV-4	21215.00	78.5	259.86	25.99							
		TK-0.65-14-IV-5	18167.50	78.5	222.53	22.25							
	28	TK-0.65-28-I-1	27310.00	78.5	334.52	33.45	33.1531	0.3123	0.23	0.60	32.93	33.75	33.27
		TK-0.65-28-I-2	26700.50	78.5	327.05	32.71							
		TK-0.65-28-II-3	27310.00	78.5	334.52	33.45							
		TK-0.65-28-II-4	27005.25	78.5	330.78	33.08							
		TK-0.65-28-II-5	27005.25	78.5	330.78	33.08							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi (kg)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
0.75	7	TK-0.75-7-I-1	20605.50	78.5	252.39	25.24	20.6674	2.7054	1.96	5.21	18.70	25.88	21.32
		TK-0.75-7-I-2	16643.75	78.5	203.87	20.39							
		TK-0.75-7-I-3	16034.25	78.5	196.40	19.64							
		TK-0.75-7-II-4	14742.00	78.5	180.57	18.06							
		TK-0.75-7-II-5	16339.00	78.5	200.13	20.01							
	14	TK-0.75-14-III-1	16643.75	78.5	203.87	20.39	22.7399	3.6011	2.61	6.93	20.13	29.67	25.24
		TK-0.75-14-III-2	14364.00	78.5	175.94	17.59							
		TK-0.75-14-IV-3	19996.00	78.5	244.93	24.49							
		TK-0.75-14-IV-4	20605.50	78.5	252.39	25.24							
		TK-0.75-14-IV-5	21215.00	78.5	259.86	25.99							
	28	TK-0.75-28-I-1	17558.00	78.5	215.07	21.51	25.0155	3.6536	2.65	7.03	22.36	32.05	27.48
		TK-0.75-28-I-2	17253.25	78.5	211.33	21.13							
		TK-0.75-28-I-3	21824.50	78.5	267.33	26.73							
		TK-0.75-28-II-4	24262.50	78.5	297.19	29.72							
		TK-0.75-28-II-5	21215.00	78.5	259.86	25.99							
0.8	7	TK-0.8-7-I-1	15729.50	78.5	192.67	19.27	15.7452	3.4089	2.47	6.56	13.27	22.31	17.60
		TK-0.8-7-I-2	16034.25	78.5	196.40	19.64							
		TK-0.8-7-II-3	11340.00	78.5	138.90	13.89							
		TK-0.8-7-II-4	10584.00	78.5	129.64	12.96							
		TK-0.8-7-II-5	10584.00	78.5	129.64	12.96							

LAMPIRAN B3 HASIL UJI KUAT TEKAN METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban koreksi (kg)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan		Rata-rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
					(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
	14	TK-0.8-14-I-1	16339.00	78.5	200.13	20.01	17.5613	3.4197	2.48	6.58	15.08	24.14	19.06
		TK-0.8-14-I-2	9450.00	78.5	115.75	11.58							
		TK-0.8-14-I-3	15424.75	78.5	188.94	18.89							
		TK-0.8-14-II-4	15729.50	78.5	192.67	19.27							
		TK-0.8-14-II-5	14742.00	78.5	180.57	18.06							
	28	TK-0.8-III-1	16339.00	78.5	200.13	20.01	21.9546	1.1322	0.82	2.18	21.13	24.13	21.69
		TK-0.8-III-2	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.8-IV-3	18167.50	78.5	222.53	22.25							
		TK-0.8-IV-4	18777.00	78.5	230.00	23.00							
		TK-0.8-IV-5	18167.50	78.5	222.53	22.25							

LAMPIRAN B3 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Luas (cm ²)	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
0.3	3	TB-0.3-03-1	29680.00	5298.75	1413	42.0099	4.2010	4.1157	0.3534	0.26	0.68	3.86	4.80	4.2429
		TB-0.3-03-2	32050.00	5298.75	1413	45.3645	4.5364							
		TB-0.3-03-3	27902.50	5298.75	1413	39.4940	3.9494							
		TB-0.3-03-4	25481.50	5298.75	1413	36.0672	3.6067							
		TB-0.3-03-5	30272.50	5298.75	1413	42.8485	4.2849							
7	7	TB-0.3-07-1	34420.00	5298.75	1413	48.7190	4.8719	4.3651	0.7630	0.55	1.47	3.81	5.83	4.9138
		TB-0.3-07-2	23957.75	5298.75	1413	33.9105	3.3910							
		TB-0.3-07-3	26091.00	5298.75	1413	36.9299	3.6930							
		TB-0.3-07-4	35605.00	5298.75	1413	50.3963	5.0396							
		TB-0.3-07-5	34123.75	5298.75	1413	48.2997	4.8300							
14	14	TB-0.3-14-1	30272.50	5298.75	1413	42.8485	4.2849	4.8635	0.5357	0.39	1.03	4.47	5.89	5.2493
		TB-0.3-14-2	30272.50	5298.75	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.3-14-3	36197.50	5298.75	1413	51.2350	5.1235							
		TB-0.3-14-4	37975.00	5298.75	1413	53.7509	5.3751							
		TB-0.3-14-5	37086.25	5298.75	1413	52.4929	5.2493							
28	28	TB-0.3-28-1	42511.00	5298.75	1413	60.1713	6.0171	5.4390	0.7270	0.53	1.40	4.91	6.84	5.7380
		TB-0.3-28-2	42511.00	5298.75	1413	60.1713	6.0171							
		TB-0.3-28-3	29976.25	5298.75	1413	42.4292	4.2429							
		TB-0.3-28-4	37975.00	5298.75	1413	53.7509	5.3751							
		TB-0.3-28-5	39160.00	5298.75	1413	55.4282	5.5428							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Luas (cm ²)	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
0.35	7	TB-0.35-7-I-1	33235.00	5298.75	1413	47.0418	4.7042	4.3769	0.6595	0.48	1.27	3.90	5.65	4.7321
		TB-0.35-7-I-2	27310.00	5298.75	1413	38.6553	3.8655							
		TB-0.35-7-II-3	37975.00	5298.75	1413	53.7509	5.3751							
		TB-0.35-7-II-4	29087.50	5298.75	1413	41.1713	4.1171							
		TB-0.35-7-II-5	27005.25	5298.75	1413	38.2240	3.8224							
	14	TB-0.35-14-I-1	36197.50	5298.75	1413	51.2350	5.1235	5.2025	0.4798	0.35	0.92	4.85	6.13	5.4789
		TB-0.35-14-I-2	33827.50	5298.75	1413	47.8804	4.7880							
		TB-0.35-14-IV-1	37975.00	5298.75	1413	53.7509	5.3751							
		TB-0.35-14-IV-2	33827.50	5298.75	1413	47.8804	4.7880							
		TB-0.35-14-IV-3	41952.50	5298.75	1413	59.3808	5.9381							
	28	TB-0.35-28-II-1	35012.50	5298.75	1413	49.5577	4.9558	4.7042	0.1779	0.13	0.34	4.58	5.05	4.8160
		TB-0.35-28-III-2	33827.50	5298.75	1413	47.8804	4.7880							
		TB-0.35-28-III-3	33235.00	5298.75	1413	47.0418	4.7042							
		TB-0.35-28-III-4	32050.00	5298.75	1413	45.3645	4.5364							
		TB-0.35-28-III-5	32050.00	5298.75	1413	45.3645	4.5364							
0.45	7	TB-0.35-7-III-1	23957.75	5298.75	1413	33.9105	3.3910	3.6815	0.4012	0.29	0.77	3.39	4.45	3.8607
		TB-0.35-7-III-2	24872.00	5298.75	1413	35.2045	3.5205							
		TB-0.35-7-IV-3	30865.00	5298.75	1413	43.6872	4.3687							
		TB-0.35-7-IV-4	24262.50	5298.75	1413	34.3418	3.4342							
		TB-0.35-7-IV-5	26091.00	5298.75	1413	36.9299	3.6930							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Luas (cm ²)	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
	14	TB-0.45-14-I-1	38567.50	5298.75	1413	54.5895	5.4590	3.9920	0.9451	0.69	1.82	3.31	5.81	4.5077
		TB-0.45-14-I-2	26700.50	5298.75	1413	37.7926	3.7793							
		TB-0.45-14-I-3	30272.50	5298.75	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.45-14-I-4	21215.00	5298.75	1413	30.0283	3.0028							
		TB-0.45-14-II-5	24262.50	5298.75	1413	34.3418	3.4342							
	28	TB-0.45-28-I-1	34420.00	5298.75	1413	48.7190	4.8719	5.2203	0.4401	0.32	0.85	4.90	6.07	5.4525
		TB-0.45-28-I-2	35012.50	5298.75	1413	49.5577	4.9558							
		TB-0.45-28-I-3	40277.00	5298.75	1413	57.0092	5.7009							
		TB-0.45-28-I-4	40277.00	5298.75	1413	57.0092	5.7009							
		TB-0.45-28-II-5	34420.00	5298.75	1413	48.7190	4.8719							
0.55	7	TB-0.55-7-I-1	26091.00	5298.75	1413	36.9299	3.6930	3.2875	0.3074	0.22	0.59	3.06	3.88	3.4629
		TB-0.55-7-I-2	21824.50	5298.75	1413	30.8910	3.0891							
		TB-0.55-7-I-3	24872.00	5298.75	1413	35.2045	3.5205							
		TB-0.55-7-I-4	22434.00	5298.75	1413	31.7537	3.1754							
		TB-0.55-7-II-5	20910.25	5298.75	1413	29.5970	2.9597							
	14	TB-0.55-14-I-1	27902.50	5298.75	1413	39.4940	3.9494	4.0836	0.1272	0.09	0.24	3.99	4.33	4.2010
		TB-0.55-14-I-2	30272.50	5298.75	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.55-14-I-3	29087.50	5298.75	1413	41.1713	4.1171							
		TB-0.55-14-I-4	28495.00	5298.75	1413	40.3326	4.0333							
		TB-0.55-14-II-5	28495.00	5298.75	1413	40.3326	4.0333							

LAMPIRAN B3 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Luas (cm ²)	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
	28	TB-0.55-28-III-1	29680.00	5298.75	1413	42.0099	4.2010	4.2094	0.1739	0.13	0.33	4.08	4.54	4.2639
		TB-0.55-28-III-2	30272.50	5298.75	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.55-28-III-3	29087.50	5298.75	1413	41.1713	4.1171							
		TB-0.55-28-III-4	31457.50	5298.75	1413	44.5258	4.4526							
		TB-0.55-28-IV-5	28198.75	5298.75	1413	39.9133	3.9913							
0.65	7	TB-0.65-7-III-1	16339.00	5298.75	1413	23.1267	2.3127	2.3906	0.3369	0.24	0.65	2.15	3.04	2.5068
		TB-0.65-7-III-2	18167.50	5298.75	1413	25.7148	2.5715							
		TB-0.65-7-III-3	16339.00	5298.75	1413	23.1267	2.3127							
		TB-0.65-7-III-4	19996.00	5298.75	1413	28.3029	2.8303							
		TB-0.65-7-IV-5	13608.00	5298.75	1413	19.2611	1.9261							
	14	TB-0.65-14-III-1	16339.00	5298.75	1413	23.1267	2.3127	2.8734	0.4503	0.33	0.87	2.55	3.74	3.0136
		TB-0.65-14-III-2	24262.50	5298.75	1413	34.3418	3.4342							
		TB-0.65-14-III-3	18777.00	5298.75	1413	26.5775	2.6577							
		TB-0.65-14-III-4	22738.75	5298.75	1413	32.1851	3.2185							
		TB-0.65-14-IV-5	19386.50	5298.75	1413	27.4402	2.7440							
	28	TB-0.65-28-I-1	28495.00	5298.75	1413	40.3326	4.0333	3.7069	0.5040	0.37	0.97	3.34	4.68	3.8829
		TB-0.65-28-I-2	26700.50	5298.75	1413	37.7926	3.7793							
		TB-0.65-28-I-3	30272.50	5298.75	1413	42.8485	4.2849							
		TB-0.65-28-I-4	21215.00	5298.75	1413	30.0283	3.0028							
		TB-0.65-28-II-5	24262.50	5298.75	1413	34.3418	3.4342							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Luas (cm ²)	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
0.75	7	TB-0.75-7-I-1	16339.00	5298.75	1413	23.1267	2.3127	2.2226	0.2503	0.18	0.48	2.04	2.70	2.3101
		TB-0.75-7-I-2	17862.75	5298.75	1413	25.2834	2.5283							
		TB-0.75-7-I-3	14742.00	5298.75	1413	20.8662	2.0866							
		TB-0.75-7-I-4	13230.00	5298.75	1413	18.7261	1.8726							
		TB-0.75-7-II-5	16339.00	5298.75	1413	23.1267	2.3127							
	14	TB-0.75-14-III-1	21215.00	5298.75	1413	30.0283	3.0028	2.7872	0.3635	0.26	0.70	2.52	3.49	2.9273
		TB-0.75-14-III-2	21824.50	5298.75	1413	30.8910	3.0891							
		TB-0.75-14-III-3	15729.50	5298.75	1413	22.2640	2.2264							
		TB-0.75-14-III-4	21215.00	5298.75	1413	30.0283	3.0028							
		TB-0.75-14-IV-5	18472.25	5298.75	1413	26.1461	2.6146							
	28	TB-0.75-28-I-1	19471.83	5298.75	1413	27.5610	2.7561	2.7723	0.1477	0.11	0.28	2.67	3.06	2.8333
		TB-0.75-28-I-2	20605.50	5298.75	1413	29.1656	2.9166							
		TB-0.75-28-I-3	19996.00	5298.75	1413	28.3029	2.8303							
		TB-0.75-28-I-4	19996.00	5298.75	1413	28.3029	2.8303							
		TB-0.75-28-II-5	17862.75	5298.75	1413	25.2834	2.5283							
0.8	7	TB-0.8-7-I-1	13986.00	5298.75	1413	19.7962	1.9796	1.9796	0.1465	0.11	0.28	1.87	2.26	2.0331
		TB-0.8-7-I-2	14742.00	5298.75	1413	20.8662	2.0866							
		TB-0.8-7-I-3	15120.00	5298.75	1413	21.4013	2.1401							
		TB-0.8-7-I-4	13608.00	5298.75	1413	19.2611	1.9261							
		TB-0.8-7-II-5	12474.00	5298.75	1413	17.6561	1.7656							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT TARIK BELAH METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban (kg)	Luas (cm ²)	Keliling (cm ²)	Tarik belah		Rata2	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg/cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
	14	TB-0.8-14-I-1	13608.00	5298.75	1413	19.2611	1.9261	2.2957	0.2163	0.16	0.42	2.14	2.71	2.3882
		TB-0.8-14-I-2	16948.50	5298.75	1413	23.9894	2.3989							
		TB-0.8-14-I-3	17558.00	5298.75	1413	24.8521	2.4852							
		TB-0.8-14-I-4	16339.00	5298.75	1413	23.1267	2.3127							
		TB-0.8-14-II-5	16643.75	5298.75	1413	23.5580	2.3558							
	28	TB-0.8-28-III-1	18777.00	5298.75	1413	26.5775	2.6577	2.5263	0.2769	0.20	0.53	2.33	3.06	2.6362
		TB-0.8-28-III-2	18167.50	5298.75	1413	25.7148	2.5715							
		TB-0.8-28-III-3	19996.00	5298.75	1413	28.3029	2.8303							
		TB-0.8-28-III-4	17558.00	5298.75	1413	24.8521	2.4852							
		TB-0.8-28-IV-5	14742.00	5298.75	1413	20.8662	2.0866							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT LENTUR METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban	W	Flexural (M)	Flexural Stress		Rata - rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg.cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
0.3	7	TL-0.3-7-I-1	3839	562.5	28791.16	51.18	5.118	5.164	0.0796	0.07	0.51	5.092	5.671	5.164
		TL-0.3-7-I-2	3942	562.5	29566.49	52.56	5.256							
		TL-0.3-7-I-3	3839	562.5	28791.16	51.18	5.118							
	14	TL-0.3-14-II-1	4149	562.5	31117.14	55.32	5.532	5.486	0.2105	0.19	1.34	5.294	6.826	5.601
		TL-0.3-14-II-2	4252	562.5	31892.47	56.70	5.670							
		TL-0.3-14-II-3	3942	562.5	29566.49	52.56	5.256							
	28	TL-0.3-28-II-1	4252	562.5	31892.47	56.70	5.670	5.348	0.2869	0.26	1.83	5.086	7.175	5.348
		TL-0.3-28-II-2	3942	562.5	29566.49	52.56	5.256							
		TL-0.3-28-II-3	3839	562.5	28791.16	51.18	5.118							
0.35	7	TL-0.35-7-I-1	3632	562.5	27240.5	48.43	4.843	4.613	0.2105	0.19	1.34	4.421	5.953	4.613
		TL-0.35-7-II-2	3322	562.5	24914.52	44.29	4.429							
		TL-0.35-7-II-3	3425	562.5	25689.85	45.67	4.567							
	14	TL-0.35-14-I-1	3529	562.5	26465.18	47.05	4.705	5.164	0.5739	0.52	3.65	4.640	8.817	5.164
		TL-0.35-14-IV-1	4356	562.5	32667.8	58.08	5.808							
		TL-0.35-14-IV-2	3735	562.5	28015.83	49.81	4.981							
	28	TL-0.35-28-II-1	3839	562.5	28791.16	51.18	5.118	5.050	0.1194	0.11	0.76	4.940	5.809	5.118
		TL-0.35-28-II-2	3684	562.5	27628.17	49.12	4.912							
		TL-0.35-28-III-3	3839	562.5	28791.16	51.18	5.118							
0.45	7	TL-7-0.45-III-1	3219	562.5	24139.19	33.72	3.372	3.633	0.4512	0.41	2.87	3.220	6.505	3.633
		TL-7-0.45-IV-2	3115	562.5	23363.87	41.54	4.154							
		TL-7-0.45-IV-3	3219	562.5	24139.19	33.72	3.372							

LAMPIRAN B-3 HASIL UJI KUAT LENTUR METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

FAS	Umur	Kode	Beban	W	Flexural (M)	Flexural Stress		Rata - rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg.cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
	14	TL-0.45-14-I-1	3115	562.5	23363.87	41.54	4.154	4.016	0.1378	0.13	0.88	3.890	4.893	4.085
		TL-0.45-14-II-2	3012	562.5	22588.54	40.16	4.016							
		TL-0.45-14-II-3	2908	562.5	21813.21	38.78	3.878							
	28	TL-0.45-28-I-1	3115	562.5	23363.87	41.54	4.154	4.231	0.1130	0.10	0.72	4.127	4.950	4.231
		TL-0.45-28-II-2	3270	562.5	24526.86	43.60	4.360							
		TL-0.45-28-II-3	2908	562.5	21813.21	41.78	4.178							
0.55	7	TL-0.55-7-I-1	2370	562.5	17776.31	34.60	3.460	3.322	0.1731	0.16	1.10	3.163	4.424	3.419
		TL-0.55-7-II-2	2308	562.5	17308.51	33.77	3.377							
		TL-0.55-7-II-3	2121	562.5	15905.12	31.28	3.128							
	14	TL-0.55-14-II-1	2370	562.5	17776.31	31.60	3.160	3.363	0.1756	0.16	1.12	3.203	4.481	3.464
		TL-0.55-14-II-2	2598	562.5	19487.23	34.64	3.464							
		TL-0.55-14-I-3	2598	562.5	19487.23	34.64	3.464							
	28	TL-0.55-28-III-1	3012	562.5	22588.54	40.16	4.016	4.016	0.1378	0.13	0.88	3.890	4.893	4.085
		TL-0.55-28-IV-2	3115	562.5	23363.87	41.54	4.154							
		TL-0.55-28-IV-3	2908	562.5	21813.21	38.78	3.878							
0.65	7	TL-0.65-7-II-1	3219	562.5	24139.19	42.91	4.291	3.648	0.5571	0.51	3.55	3.139	7.194	3.648
		TL-0.65-7-II-2	2495	562.5	18711.9	33.27	3.327							
		TL-0.65-7-III-3	2495	562.5	18711.9	33.27	3.327							
	14	TL-0.65-14-III-1	2702	562.5	20262.56	36.02	3.602	3.252	0.3458	0.32	2.20	2.936	5.454	3.423
		TL-0.65-14-IV-2	2183	562.5	16372.91	29.11	2.911							
		TL-0.65-14-IV-3	2433	562.5	18244.1	32.43	3.243							

LAMPIRAN B3 HASIL UJI KUAT LENTUR METODE CHI SQUARE DERAJAT KEPERCAYAAN 95% (LANJUTAN)

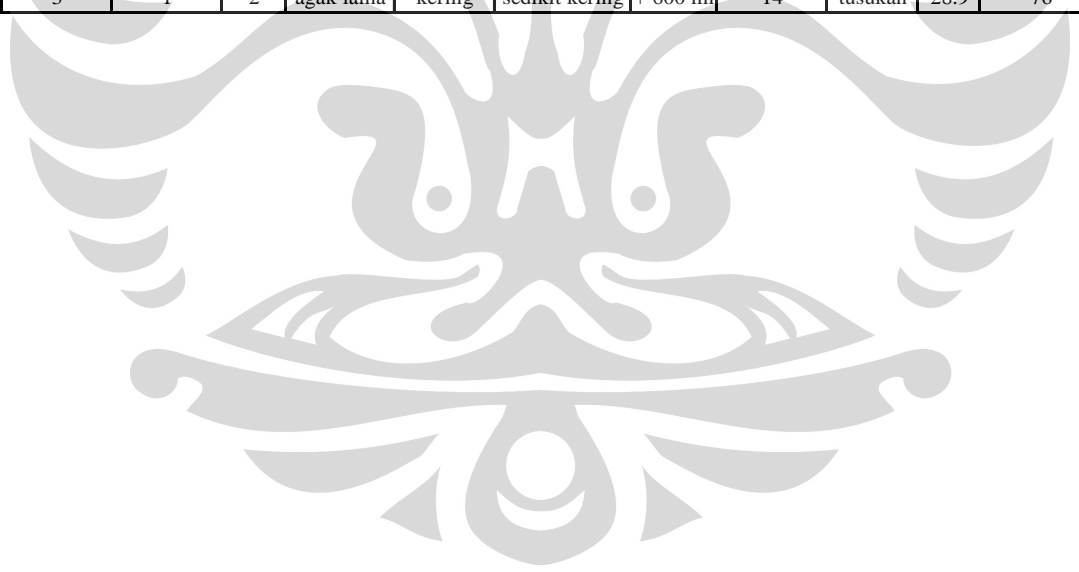
FAS	Umur	Kode	Beban	W	Flexural (M)	Flexural Stress		Rata - rata	Std. Dev (σ)	σ		Batas		Rata - rata baru
						(kg.cm ²)	(Mpa)			0.950	0.050	Bawah	Atas	
	28	TL-0.65-28-I-1	2908	562.5	21813.21	38.78	3.878	3.924	0.0796	0.07	0.51	3.851	4.430	3.924
		TL-0.65-28-II-2	2908	562.5	21813.21	38.78	3.878							
		TL-0.65-28-II-3	3012	562.5	22588.54	40.16	4.016							
0.75	7	TL-0.75-7-I-1	2121	562.5	15905.12	28.28	2.828	2.617	0.3653	0.33	2.33	2.283	4.942	2.828
		TL-0.75-7-II-2	2121	562.5	15905.12	28.28	2.828							
		TL-0.75-7-II-3	1871	562.5	14033.93	21.95	2.195							
	14	TL-0.75-14-III-1	2121	562.5	15905.12	28.28	2.828	2.661	0.1663	0.15	1.06	2.509	3.720	2.744
		TL-0.75-14-IV-2	1996	562.5	14969.52	26.61	2.661							
		TL-0.75-14-IV-3	1871	562.5	14033.93	24.95	2.495							
	28	TL-0.75-28-I-1	2495	562.5	18711.9	33.27	3.327	3.262	0.2419	0.22	1.54	3.041	4.801	3.395
		TL-0.75-28-II-2	2598	562.5	19487.23	34.64	3.464							
		TL-0.75-28-II-3	2245	562.5	16840.71	29.94	2.994							
0.8	7	TL-0.8-7-I-1	1497	562.5	11227.14	19.96	1.996	2.051	0.0960	0.09	0.61	1.964	2.663	2.051
		TL-0.8-7-II-2	1622	562.5	12162.74	21.62	2.162							
		TL-0.8-7-II-3	1497	562.5	11227.14	19.96	1.996							
	14	TL-0.75-14-I-1	2245	562.5	16840.71	29.94	2.994	2.883	0.1921	0.18	1.22	2.708	4.106	2.994
		TL-0.75-14-II-2	2245	562.5	16840.71	29.94	2.994							
		TL-0.75-14-II-3	1996	562.5	14969.52	26.61	2.661							
	28	TL-0.75-14-III-1	2495	562.5	18711.9	33.27	3.327	3.418	0.1592	0.15	1.01	3.273	4.432	3.418
		TL-0.75-14-IV-2	2495	562.5	18711.9	33.27	3.327							
		TL-0.75-14-IV-3	2702	562.5	20262.56	36.02	3.602							

LAMPIRAN C-1 DIARI PRAKTIKUM

Tanggal	Umur	FAS	SAMPSEL				Kondisi Bahan				Slump (cm)	Jenis Vibrator	Kondisi		Cuaca	Keterangan
			Cor	Beton (hari)	No.Cor	sild 10x20	sild 15x30	balok	Semen	Pasir			Kerikil	Air		
8/2/10	3, 7, 14, 28	0.3	I	0	7	0	baru	SSD	SSD	tetap	0	Meja	28.2	76	panas	pengerjaan sangat berat akibat FAS yang sangat kecil dan penggunaan vibrator table
			II	0	7	0	baru	SSD	SSD	tetap	0	Meja	28.2	76	panas	
			III	0	6	0	baru	SSD	SSD	tetap	0	Meja	28.5	77	panas	
			IV	20	0	0	baru	SSD	SSD	tetap	0	Meja	28.9	78	panas	
15/2/10	14, 28	0.35	I	2	4	1	agak lama	kering	SSD	tetap	1.8	Tangan	27.9	80	panas	pertama kali menggunakan vibrator tangan
			II	3	1	2	agak lama	kering	SSD	tetap	1	Tangan	28.2	79	panas	
			III	2	4	1	agak lama	kering	SSD	tetap	1.5	Tangan	29	80	panas	
16/2/10	14, 28	0.35	IV	3	1	2	agak lama	kering	SSD	tetap	1.5	Tangan	28.8	81	panas	
22/2/10	14, 28	0.45	I	2	4	1	baru	SSD	basah	tetap	2.5	Tangan	28.4	80	panas	
			II	3	1	2	baru	SSD	basah	tetap	2.8	Tangan	29	80	panas	
1/3/10	14, 28	0.55	I	2	4	1	baru	SSD	SSD	tetap	5.5	Tangan	28.7	69	panas	
			II	3	1	2	baru	SSD	basah	tetap	6	Tangan	30.5	71	panas	
			III	2	4	1	baru	SSD	SSD	tetap	5	Tangan	26.4	82	panas	
			IV	3	1	2	baru	SSD	basah	tetap	6	Tangan	25.7	89	panas	
8/3/10	14, 28	0.65	I	2	4	1	agak lama	SSD	SSD	tetap	8	Tangan	28.8	86	sejuk	
			II	3	1	2	agak lama	SSD	SSD	tetap	8	Tangan	28.1	87	hujan	
			III	2	4	1	agak lama	SSD	SSD	tetap	7.5	Tangan	27.5	88	sejuk	
			IV	3	1	2	agak lama	SSD	SSD	tetap	7.5	Tangan	27.2	88	sejuk	
22/3/10	28	0.75	I	2	4	1	baru	SSD	SSD	tetap	10	Tangan	29.3	74	panas	
			II	3	1	2	baru	SSD	SSD	tetap	12	Tangan	30.3	73	panas	
		0.45	I	2	4	1	baru	basah	SSD	tetap	4	Tangan	29	76	sejuk	
			II	3	1	2	baru	basah	SSD	tetap	4	Tangan	29	76	sejuk	
9/4/10	14, 28	0.8	I	2	4	1	baru	basah	SSD kering	tetap	15	Tusukan	29.9	74	panas	pemadatan menggunakan tusukan saja dikarenakan penggunaan vibrator menyebabkan air semen naik (bleeding)
			II	3	1	2	baru	basah	SSD kering	- 500 ml	11	Tusukan	30.2	67	panas	
			III	2	4	1	baru	basah	SSD kering	- 300 ml	10	Tusukan	30.5	65	panas	
			IV	3	1	2	baru	basah	SSD kering	tetap	12	Tusukan	30.8	65	panas	
16/4/10	7, 14	0.75	I	2	4	1	baru	1/2 basah	sangat kering	+ 300 ml	9	Tusukan	28.5	76	sejuk	
			II	3	1	2	baru	1/2 basah	sangat kering	tetap	9	Tusukan	28.5	74	sejuk	
			III	2	4	1	baru	1/2 basah	sangat kering	tetap	8	Tusukan	28.6	71	sejuk	
			IV	3	1	2	baru	1/2 basah	sangat kering	tetap	10	Tusukan	28.7	70	sejuk	

LAMPIRAN C-1 DIARI PRAKTIKUM (LANJUTAN)

Tanggal	Umur	FAS	SAMPHEL				Kondisi Bahan				Slump (cm)	Jenis Vibrator	Kondisi		Cuaca	Keterangan
			Cor	Beton (hari)	No.Cor	sild 10x20	sild 15x30	balok	Semen	Pasir			Kerikil	Air		
23/4/10	7, 14,28	0.3	I	0	0	3	baru	1/2 basah	sedikit kering	tetap	0	Tangan	30.2	65	panas	
			II	0	0	3	baru	1/2 basah	sedikit kering	+ 300 ml	0	Tangan	30	65	panas	
			III	0	0	3	baru	1/2 basah	sedikit kering	+ 300 ml	0	Tangan	30.2	65	panas	
30/4/10	7	0.35	I	2	4	1	baru	1/2 basah	kering	+ 500 ml	1.7	Tangan	29	71	panas	
			II	3	1	2	baru	1/2 basah	kering	+ 500 ml	2	Tangan	29.2	69	panas	
		0.45	III	2	4	1	baru	1/2 basah	kering	+ 500 ml	3	Tangan	28.8	68	panas	
			IV	3	1	2	baru	1/2 basah	kering	+ 500 ml	2	Tangan	29	68	panas	
14/5/10	7	0.55	I	2	4	1	baru	1/2 basah	sedikit kering	+ 300 ml	5	Tangan	27	80	sejuk	
			II	3	1	2	baru	1/2 basah	sedikit kering	+ 300 ml	6	Tangan	27.7	80	sejuk	
		0.65	III	2	4	1	baru	1/2 basah	sedikit kering	+ 300 ml	7	Tangan	27.8	78	sejuk	
			IV	3	1	2	baru	1/2 basah	sedikit kering	+ 300 ml	8	Tangan	28	79	sejuk	
7/6/10	7	0.8	I	2	4	1	agak lama	kering	sedikit kering	+ 600 ml	10	tusukan	28.8	80	sejuk	
			II	3	1	2	agak lama	kering	sedikit kering	+ 600 ml	14	tusukan	28.9	76	sejuk	



LAMPIRAN D-1 FOTO UJI MATERIAL



Spesific Gravity Agregrat Kasar



Spesific Gravity Agregrat Halus



Bahan Lolos Saringan No.200

LAMPIRAN D-1 FOTO UJI MATERIAL (LANJUTAN)



Berat Isi



Analisa Saringan



Kandungan Organik

LAMPIRAN D-2 FOTO PEMBUATAN SAMPEL



Pengukuran Suhu da Kelembapan



Uji Slump



Pengukuran Slump

LAMPIRAN D-2 FOTO PEMBUATAN SAMPEL (LANJUTAN)



Meja Penggetar (*Vibrator Table*)



Hand Vibrator



Beton Segar (*Fresh Concrete*)

LAMPIRAN D-3 FOTO BENDA UJI



Beton Setelah Mengeras (*Hardened Concrete*)

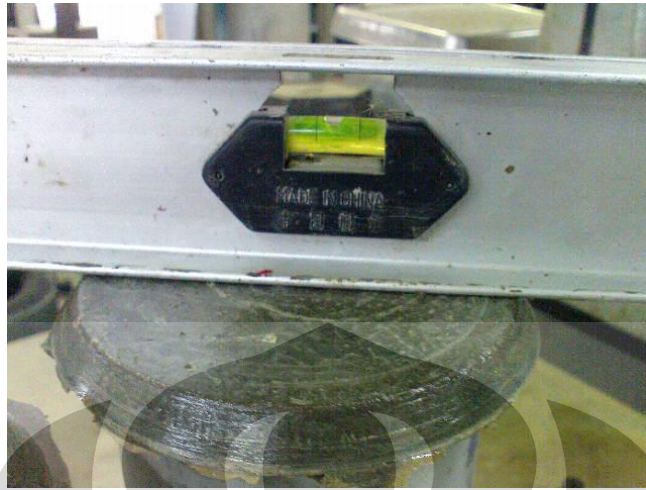


Perendaman Beton (*Curing*)



Pengeringan Sebelum Pengetesan

LAMPIRAN D-4 FOTO PENGUJIAN SAMPEL



Pengecekan Kemiringan *Capping*



Uji Tekan



Hasil Uji Tekan

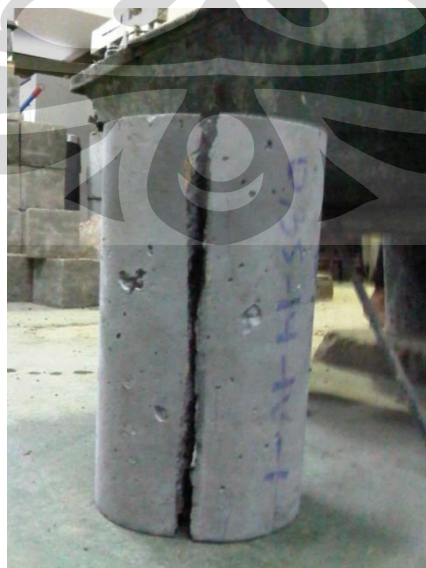
LAMPIRAN D-4 FOTO PENGUJIAN SAMPEL (LANJUTAN)



Uji Belah



Hasil Uji Belah 1



Hasil Uji Belah 2

LAMPIRAN D-4 FOTO PENGUJIAN SAMPEL (LANJUTAN)



Penandaan Uji Lentur



Uji Lentur



Hasil Uji Lentur