



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PERILAKU SUSUT DAN KUAT TEKAN PADA BETON
DENGAN MENGGUNAKAN SERAT KAWAT BENDRAT**

SKRIPSI

**ADI SAPUTRA HENDRI L
0706265970**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JUNI 2011**

1017/FT.01/SKRIP/07/2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PERILAKU SUSUT DAN KUAT TEKAN PADA BETON
DENGAN MENGGUNAKAN SERAT KAWAT BENDRAT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**ADI SAPUTRA HENDRI L
0706265970**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN STRUKTUR
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Adi Saputra Hendri L

NPM : 0706265970

Tanda Tangan: 

Tanggal : 17 Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Adi Saputra Hendri L
NPM : 0706265970
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : “Studi Perilaku Susut dan Kuat Tekan pada Beton dengan Menggunakan Serat Kawat Bendrat”

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 1 : Dr.Ir.Elly Tjahjono,DEA (*Elly Tjahjono*)
Pembimbing 2 : Ir.Essy Arijoeni,MSc,PhD (*Essy Arijoeni*)
Penguji 1 : Ir.H. Madsuri, M.T (*Madsuri*)
Penguji 2 : Dr.Ir.Heru Purnomo, DEA (*Heru Purnomo*)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 23 Juni 2011

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan, karena atas berkat dan perlindungannya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari, 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) Dr.Ir.Elly Tjahjono, DEA, dan Ir.Essy Arijoeni,MSc, PhD selaku dosen pembimbing pertama dan kedua yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Pihak Adhimix khususnya Bapak Moko yang telah memberikan bantuan material berupa agregat halus dan kasar;
- (3) Keluarga tersayang, yang selalu memberikan motivasi baik moril dan materiil dan kasih sayangnya;
- (4) Teman satu perjuangan, Ayu Widya dan Ivan Christian Lukito atas segala kerja samanya, semangat, dan bantuan yang sangat berarti bagi saya selama menyelesaikan skripsi;
- (5) Teman-teman Sipil UI dan KMBUI 2007 yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu atas keceriaan dan kebersamaan yang telah dilalui bersama-sama.

Akhir kata, saya berharap Tuhan berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 2011



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Adi Saputra Hendri L
NPM : 0706265970
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demikian 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 :

Studi Perilaku Susut dan Kuat Tekan pada Beton dengan Menggunakan Serat Kawat Bendrat

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 : 17 Juni 2011
Yang menyatakan



(Adi Saputra Hendri L)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Hipotesis	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Bahan Baku Pembuatan Beton	5
2.1.1 Semen Portland	5
2.1.2 Agregat.....	10
2.1.2.1 Tekstur dan Bentuk Agregat.....	11
2.1.2.2 Ikatan Agregat	12
2.1.2.3 Kekuatan dan Kekerasan Agregat	13
2.1.2.4 Gradasi dari Agregat.....	14
2.1.2.5 Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>) dan Kadar Air Agregat	16
2.1.3 Air	18
2.1.4 Admixture	18
2.1.4.1 <i>Fly Ash</i>	18
2.1.4.2 Serat Kawat	21
2.2 Karakteristik Beton.....	22
2.2.1 <i>Workability</i>	22
2.2.3 <i>Mixing, Placing and Curing</i>	25
2.2.3.1 <i>Mixing</i>	25
2.2.3.2 <i>Placing</i>	25
2.2.3.3 <i>Curing</i>	25
2.2.4 <i>Compressive Strength</i> (Kuat Tekan).....	26
2.2.5 <i>Shrinkage</i> (Susut).....	28
2.2.5.1 Definisi Susut	28
2.2.5.2 Mekanisme Susut	28
2.2.5.3 Faktor yang Mempengaruhi Susut (<i>Shrinkage</i>).....	30
2.3 Beton Berserat (<i>Fiber Reinforced Concrete</i>)	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	37
3.2 Standar Pengujian.....	38
3.3 Material yang Digunakan	39
3.4 Metode Pengujian Material	39
3.4.1 Metode Pengujian Konsistensi Semen Hidrolis.....	39
3.4.2 Metode Pengujian Waktu Ikut Semen Hidrolis	42
3.4.3 Metode Pengujian Berat Isi dan <i>Void</i> dalam Agregat Kasar	44
3.4.4 Metode Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Absorpsi Agregat Kasar ...	47
3.4.5 Metode Pengujian Abrasi.....	48
3.4.6 Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar.....	50
3.4.7 Metode pengujian <i>Specific Gravity</i> dan absorpsi agregat halus	52
3.4.8 Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	53
3.4.9 Metode Pengujian Kadar Air Agregat Kasar dan Agregat Halus....	54
3.4.10 Metode Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	56
3.4.11 Metode Pengujian Kotoran Organik	57
3.4.12 <i>Mix Design</i> Benda Uji dengan Metode ACI.....	57
3.4.13 Pengujian Kuat Tekan beton.....	63
3.4.14 Pengujian Susut Beton (ASTM C490-04&UNI 6555).....	64
BAB IV ANALISIS DATA DAN HASIL PENELITIAN.....	67
4.1 ANALISA PENGUJIAN MATERIAL DAN HASIL UJI BETON	68
4.1.1 Semen.....	68
4.1.1.1 Penentuan Konsistensi Normal Semen Hidrolis.....	68
4.1.1.2 Penentuan Waktu Ikut Semen Hidrolis.....	68
4.1.2 Agregat Kasar	69
4.1.2.1 Hasil dan Analisa Pengujian Terhadap Agregat Kasar	69
4.1.2.2 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar.....	69
4.1.2.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	70
4.1.2.4 Pengujian Abrasi dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	71
4.1.3 Agregat Halus	71
4.1.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus.....	71
4.1.3.2 Pengujian Berat Isi Agregat Halus	72
4.1.3.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	73
4.1.3.4 Pengujian Bahan Lewat Saringan No. 200.....	74
4.2 Hasil dan Analisa Campuran Beton	76
4.2.1 Perhitungan <i>Mix Design</i>	76
4.2.2 Persiapan Material	77
4.2.2 Pencampuran dan Uji <i>Slump</i>	78
4.2.3 Perawatan Benda Uji	80
4.3 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton yang Telah Mengeras.....	81
4.3.1 Analisa Kuat Tekan Beton.....	83
4.3.1.1 <i>Failure</i> akibat <i>Compression</i>	89
4.3.1.2 Perhitungan Konversi Silinder Kecil ke Silinder Besar	91
4.3.2 Analisa Susut Beton.....	92
4.4 Hasil Penelitian dibandingkan Penelitian Lain.....	99
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	100
5.1 Kesimpulan.....	100
5.2 Saran	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengaruh Komposisi Kimia dari Semen Portland Terhadap Kuat Tekan Beton.....	7
Gambar 2.2	Macam-Macam Bentuk Agregat	11
Gambar 2.3	Macam-Macam Tekstur Permukaan Agregat.....	12
Gambar 2.4	Pembebanan pada Struktur Agregat	14
Gambar 2.5	ASTM <i>Grading Limits for Fine Aggregate and for Coarse Aggregate with a Maximum Particle Size of 38.1 mm.</i>	16
Gambar 2.6	Kadar Air Dalam Agregat	17
Gambar 2.7	Uji Tes <i>Slump</i>	23
Gambar 2.8	Jenis-Jenis <i>Slump</i>	24
Gambar 2.9	Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dan Faktor Air-Semen	27
Gambar 2.10	Grafik Regangan Susut Beton Terhadap Waktu	29
Gambar 2.11	Grafik pengaruh W/C dan Kandungan Agregat Terhadap Susut ..	31
Gambar 2.12	Grafik Pengaruh Agregat terhadap Perbandingan Susut Beton terhadap Susut pada Pasta	32
Gambar 2.13	Perbandingan Susut Pengeringan dan Pengarbonasian pada Kelembaban Relatif yang Berbeda.....	33
Gambar 2.14	Penyusutan dari Beton yang Disimpan pada Kelembaban Relatif yang Berbeda; Waktu dari 28 Hari Setelah Curing Basah	33
Gambar 2.15	Diagram Tegangan-Regangan Silinder Beton Tanpa Serat dan dengan Penambahan Serat 2% dan 3%	36
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 3.2	Alat Vicat Jarum Untuk Pengujian Konsistensi Semen Hidrolis ..	42
Gambar 3.3	Alat Vicat Dengan Jarum Untuk Pengujian Waktu Ikat Semen Hidrolis	44
Gambar 3.4	Mesin <i>Los Angeles</i> (Abrasi) dan Bagian-Bagiannya.....	50
Gambar 3.5	Saringan Agregat Kasar.....	51
Gambar 3.6	Saringan Agregat Halus.....	54
Gambar 3.7	Pola Retak.....	64
Gambar 4.1	Grafik Konsistensi Semen Hidrolisis	68
Gambar 4.2	Grafik Waktu Ikat Semen Hidrolisis.....	68
Gambar 4.3	Gradasi Agregat Kasar dibandingkan dengan SNI 02-2384-1992	70
Gambar 4.4	Gradasi Agregat Halus	74
Gambar 4.5	Pengujian <i>Organic Impurities</i>	76
Gambar 4.6	Kawat Bendrat yang Telah Dipotong ± 3 cm (kanan).....	77
Gambar 4.7	Proses Penuangan Kawat Bendrat dan Mesin Molen.....	78
Gambar 4.8	Pengukuran Suhu & Kelembaban Relatif (kiri) dan Pengukuran <i>Slump</i> (kanan).....	79
Gambar 4.9	Silinder 15x30 cm & Silinder 10x20 cm.....	79
Gambar 4.10	Bekisting Susut 7,5x7,5x25,4cm (biru) & Bekisting Susut 10x10x50cm	80
Gambar 4.11	Benda Uji dalam Bekisting (Tekan dan Susut)	80
Gambar 4.12	Proses <i>Curing</i> Beton di kolam beton (Benda Uji Tekan) dan disemprot (Benda Uji Susut)	81

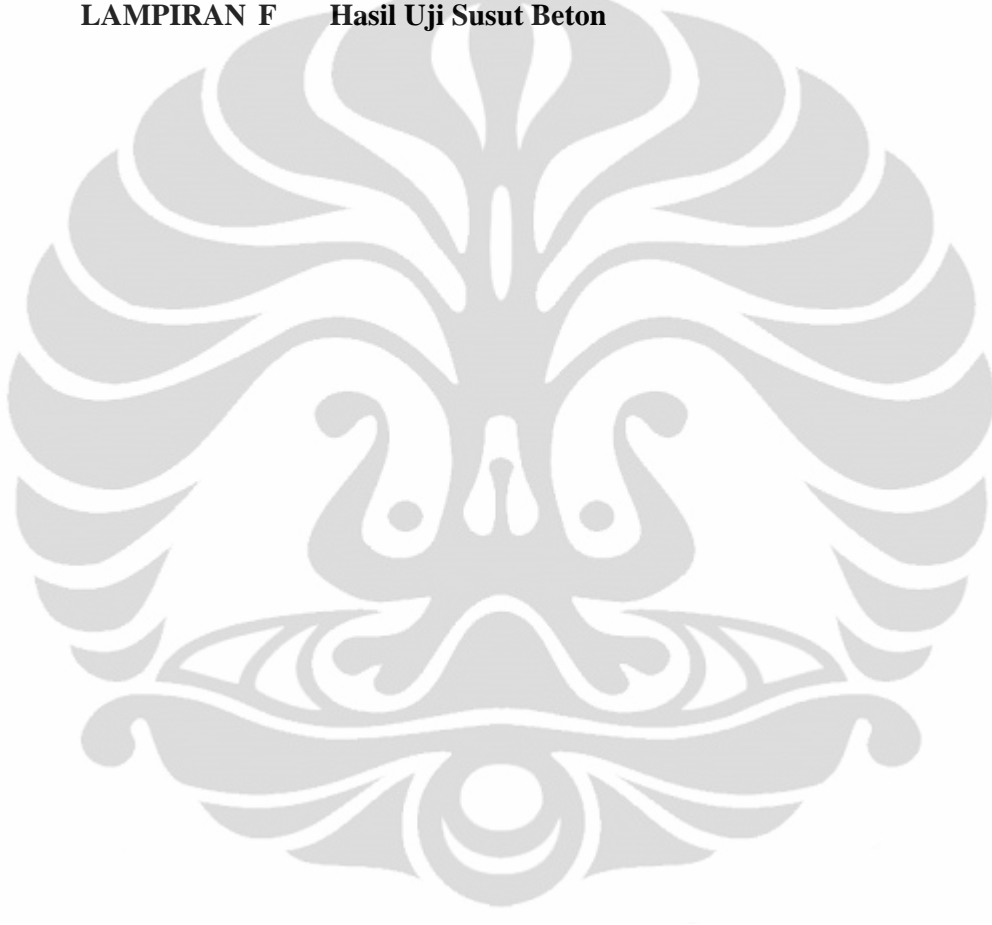
Gambar 4.13	Benda Uji setelah <i>Curing</i> diangkat minimal 18 jam sebelum Pengetesan (Benda Uji Kuat Tekan)	81
Gambar 4.14	Grafik <i>Density</i> Beton Masing-Masing Variasi Penambahan Bendrat	82
Gambar 4.15	Grafik <i>Slump</i> Beton selama <i>Mixing</i>	82
Gambar 4.16	Grafik W/C yang Berubah karena Adanya Penambahan Air	83
Gambar 4.17	Peristiwa terjadinya <i>Balling Effect</i>	85
Gambar 4.18	Grafik Kuat Tekan vs Umur	87
Gambar 4.19	Grafik Kuat Tekan vs Persentase <i>Fiber</i>	88
Gambar 4.20	Proses <i>Capping</i> Beton dan Beton yang telah dicapping.....	89
Gambar 4.21	Alat Uji Kuat Tekan dan Proses Pengujian Kuat Tekan	89
Gambar 4.22	Pola Retak B (kiri) dan Pola Retak C (kanan).....	90
Gambar 4.23	Pola Retak yang Tidak Wajar/Geser	90
Gambar 4.24	Konversi Kuat Tekan Silinder	91
Gambar 4.25	Perbandingan Kuat Tekan Silinder Kecil dan Silinder Besar pada Umur 28 Hari	91
Gambar 4.26	Grafik Susut Beton Normal	92
Gambar 4.27	Grafik Susut Beton dengan Penambahan 4% <i>Fiber</i>	93
Gambar 4.28	Grafik Susut Beton dengan Penambahan 6% <i>Fiber</i>	93
Gambar 4.29	Grafik Susut Beton dengan Penambahan 8% <i>Fiber</i>	94
Gambar 4.30	Grafik Susut Beton dengan Penambahan 10% <i>Fiber</i>	94
Gambar 4.31	Grafik Susut Beton dengan Penambahan 10% <i>Fiber</i> (ASTM C490-04)	95
Gambar 4.32	Grafik Susut Beton dengan Penambahan 12% <i>Fiber</i>	96
Gambar 4.33	Grafik Susut Beton dengan Penambahan 12% <i>Fiber</i> (ASTM C490-04)	97
Gambar 4.34	Pengujian Susut dengan Standar ASTM dan UNI (10% & 12% <i>Fiber</i>).....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.3	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sifat dari Beton	9
Tabel 2.4	Persyaratan Kekerasan Agregat.....	13
Tabel 2.5	Syarat Besar Butir Agregat Kasar	15
Tabel 2.6	Syarat Besar Butir Agregat Halus	15
Tabel 2.7	Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> Berdasarkan Jenisnya terhadap Komposisi Semen.....	20
Tabel 2.8	Sifat–Sifat Berbagai Macam Kawat yang Digunakan Sebagai Bahan <i>Fiber</i> Lokal.....	22
Tabel 2.9	Koefisien Standar Susut Beton	30
Tabel 3.1	Jumlah Benda Uji Untuk Setiap Variasi Kadar Kawat Bendrat....	38
Tabel 3.2	Kapasitas Wadah	45
Tabel 3.3	Berat Untuk Setiap Gradasi Benda Uji.....	49
Tabel 3.4	Berat Contoh Agregat Minimum.....	55
Tabel 3.5	<i>Recommended Slump for Various Type of Construction Design According to ACI 211.1-9</i>	58
Tabel 3.6	<i>Approximate Mixing Water and Air Content Requirements for Different Slumps and Maximum Aggregate Sizes</i>	59
Tabel 3.7	<i>Relation Between Water/Cement Ratio and Average Compressive Strength of Concrete</i>	60
Tabel 3.8	<i>Volume of Coarse Agregate or Unit Volume of PCC for Different Fine Aggregate Fineness Modulus for Pavement PCC</i>	61
Tabel 3.9	<i>First Estimate of Density (Unit Weight) of Fresh Concrete</i>	61
Tabel 3.10	Jumlah Sampel Untuk Uji Tekan	63
Tabel 3.11	Jumlah Sampel Untuk Uji Susut.....	65
Tabel 4.1	Percobaan Konsistensi Normal.....	66
Tabel 4.2	Percobaan Waktu Ikut Semen.....	68
Tabel 4.3	Hasil Percobaan Analisa <i>Specific Gravity</i> dan Absorpsi dari Agregat Kasar	69
Tabel 4.4	Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar	69
Tabel 4.5	Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar	70
Tabel 4.6	Hasil Abrasi dengan Menggunakan Mesin <i>Los Angeles</i>	71
Tabel 4.7	Hasil Percobaan Analisa <i>Specific Gravity</i> dan Absorpsi dari Agregat Halus	72
Tabel 4.8	Hasil Percobaan Berat Isi Agregat Halus	72
Tabel 4.9	Hasil Analisa Saringan Agregat Halus	73
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Pemeriksaan Bahan lewat Saringan No.200	75
Tabel 4.11	Kebutuhan Material Pembentuk Beton per m ³	77
Tabel 4.12	Hasil Kuat Tekan 3 Hari Untuk Masing-Masing Komposisi	84
Tabel 4.13	Hasil Kuat Tekan 7 Hari Untuk Masing-Masing Komposisi	85
Tabel 4.14	Hasil Kuat Tekan 14 Hari Untuk Masing-Masing Komposisi	86
Tabel 4.15	Hasil Kuat Tekan Masing-Masing Komposisi	86
Tabel 4.16	Faktor Konversi Silinder Kecil ke Besar.....	91
Tabel 4.17	Perhitungan <i>Shrinkage</i> dengan metode <i>Volume/Surface Ratio</i>	96
Tabel 4.18	Perincian Hasil Pengujian Susut Masing-Masing Komposisi <i>Fiber</i>	97

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Hasil Uji Material
LAMPIRAN B	Hasil Uji XRF <i>Fly Ash</i>
LAMPIRAN C	<i>Mix Design</i>
LAMPIRAN D	Alat dan Material
LAMPIRAN E	Hasil Uji Kuat Tekan Beton
LAMPIRAN F	Hasil Uji Susut Beton



ABSTRAK

Nama :Adi Saputra Hendri L
Program Studi :Teknik Sipil
Title :Studi Perilaku Susut dan Kuat Tekan pada Beton dengan Menggunakan Serat Kawat Bendrat

Banyak penelitian yang telah menggunakan serat baja dalam campuran beton normal dan telah dilakukan dalam beberapa negara bagian di dunia. Namun, dikarenakan harga serat kawat baja itu sangat mahal di Indonesia, maka penggunaan serat kawat bendrat untuk menggantikan serat baja itu dan menggunakannya dalam campuran beton yang diteliti dalam penelitian ini. Serat kawat bendrat ini berdiameter 0,8mm dipotong dengan panjang 30 mm dan digunakan dalam campuran beton sebagai tulangan mikro beton yang diprediksi mampu meningkatkan kuat tekan beton dan mengurangi susut beton. Jumlah serat ini digunakan dari berat semen PCC dengan variasi 0%, 4%, 6%, 8%, 10% dan 12% dengan target kuat tekan f_c' 25MPa.

Untuk uji kuat tekan beton, benda uji akan dibuat dalam silinder kecil yang berdiameter 100mm dan tinggi 200 mm yang dites pada hari ke 3,7,14, dan 28 hari serta silinder besar dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm yang akan di tes 28 hari agar diperoleh faktor konversi silinder kecil ke besar. Sedangkan untuk pengujian susut beton di uji pada balok berukuran 100mm x 100mm x 500mm (Standar UNI 6555) dan balok 75mm x 75mm x 254mm (Standar ASTM C490-04) yang diuji selama 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat kawat bendrat dalam campuran beton meningkatkan kuat tekan beton sebesar 5,682% pada komposisi 6% serat kawat bendrat dan mengurangi susut sebesar 7,93% pada komposisi 10% serat kawat bendrat dan juga penggunaan serat kawat bendrat menurunkan kelecakan nilai *slump* beton.

Kata Kunci: beton, serat baja, kawat bendrat, *slump* beton, kuat tekan, susut beton.

ABSTRACT

Name :Adi Saputra Hendri L
Study Program:Civil Engineering
Title :Study of Shrinkage Behaviour and Compressive Strength in
Concrete With Using Annealed-Wire Fiber

Many experiments on the use of steel fiber to strengthen the quality of normal concrete have been done in some regions of the world. As the price of this fiber in Indonesia is considerably expensive, the use of annealed wire is proposed to be a replacement of it and used as additives for concrete mixture is investigated in this research. This annealed wire of 0,8mm diameter is cut into pieces size of 30 mm length named as annealed-wire fiber (AW fiber) and added into normal concrete mixture as reinforcing fiber to increase the concrete compressive strength and reduce the shrinkage of concrete. The amount of this fiber measured in weight proportion to the content of Portland Composite Cement (PCC) is designed as 0%, 4%, 6%, 8%, 10%, and 12% based on the moderate concrete compressive strength $f_c' > 25\text{MPa}$.

The concrete compressive strength is evaluated to numbers of cylinder type specimens size of 100 mm diameter by 200 mm height tested on 3 days, 7 days and 14 days and of 150 mm diameter by 300 mm height tested on 28 days of concrete age. And the shrinkage test is evaluated to numbers of beam type specimens size 100mm x 100mm x 500mm (UNI 6555 Standard) and 75mm x 75mm x 254mm (ASTM C490-04) The result from this experiment shows that the addition of AW fiber is increased the concrete compressive strength until 5,682% at 6% annealed-wire fiber composition and reduce 7,93% shrinkage at 10% annealed-wire fiber composition but decrease the workability by reducing the slump value.

Keyword: concrete, steel fiber, annealed wire, concrete slump, compressive strength, shrinkage

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan konstruksi yang paling sering digunakan dalam struktur bangunan. Kelebihan beton antara lain material dasar yang mudah diperoleh, dapat dibentuk sesuai dengan yang dikehendaki, dan mampu menerima kuat tekan dengan baik dan mudah perawatannya. Beton dipilih karena kemudahan dalam pengerjaannya dan sekarang teknologi material sudah berkembang pesat. Ide-ide untuk menemukan, menggabungkan, dan merekayasa suatu material telah banyak dilakukan dan diujikan dalam penelitian. Salah satunya adalah perkembangan dalam rekayasa material campuran beton. Penggunaan *fly ash* yang merupakan residu dari pembakaran batu bara merupakan salah satu rekayasa penggunaan material yang ramah lingkungan dalam campuran beton yang mengurangi penggunaan semen. Penelitian mengenai campuran beton ini sangat menarik, karena dapat mengurangi kelemahan yang ada pada sifat beton. Salah satu pengembangannya ialah dengan memperbaiki sifat dari kelemahan beton yang tidak mampu menahan kuat tarik. Nilai kuat tarik beton berkisar 9-15% dari kuat tekannya (Dipohusodo, 1994). Salah satu material tambahan yang dapat digunakan dalam campuran beton adalah serat, dimana beton ini dinamakan beton berserat (*fiber concrete*).

Beton berserat (*fiber concrete*) adalah bagian dari komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Serat ini dapat berupa batang-batang ataupun lembaran-lembaran (filamen) yang memiliki diameter antara 5 sampai 5000 mikrometer dan panjangnya sekitar 25 hingga 100 mm. Beton serat dapat berupa serat metal (kawat bendrat atau serat *mesh*), serat polimer (serat karbon, *acrylic*, *polypropylene*), serat kaca (*glass fiber*) dan serat-serat alamiah (asbeston

dan serat tumbuh-tumbuhan yang mencakup rami, bambu, ijuk, dan sabuk kelapa). Adapun tujuan ditambahkan serat ini adalah untuk mencegah retakan-retakan yang terlalu dini akibat pembebanan maupun panas hidrasi (Soroussihan dan Bayasi, 1987). Dengan demikian diharapkan kemampuan beton untuk mendukung tegangan-tegangan internal (tarik, lentur, dan geser) akan meningkat dengan penambahan serat pada campuran beton.

Di Indonesia, penggunaan serat baja pada campuran beton belum terlalu dikenal. Selain itu pengadaan serat baja itu masih sulit karena harus di datangkan dari luar negeri dan harganya cukup mahal. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan produk lokal yang lebih mudah di dapat dan lebih ekonomis yaitu kawat bendrat.

Jika serat yang dipakai memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada beton, misalnya kawat baja, maka beton serat akan memiliki kuat tekan, kuat tarik, susut maupun modulus elastisitas yang lebih baik dibandingkan dengan beton tanpa serat. Hal ini menggugah untuk meneliti lebih luas mengenai penggunaan bahan lokal untuk beton serat. Penelitian ini menggunakan bahan lokal yang mudah didapat di Indonesia dengan menggunakan kawat bendrat sebagai serat untuk campuran beton.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan serat kawat bendrat terhadap kuat tekan dan susut beton dengan variasi kadar serat pada beton masing-masing 4%,6%,8%,10%, dan 12% dari berat semen.
2. Komposisi serat yang paling optimum untuk kuat tekan dan susut beton yang masing-masing akan diuji pada umur beton 3,7,14, dan 28 hari untuk kuat tekan dan untuk uji susut pada umur beton 28 hari.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui karakteristik bahan penyusun beton, meliputi :

- a. Agregat kasar : gradasi, ketahanan aus, berat jenis, kadar air agregat kasar, *fineness modulus*.
 - b. Agregat halus : gradasi, kadar lumpur, berat jenis, *fineness modulus*
2. Mengetahui pengaruh penambahan serat kawat bendrat terhadap *workability* yaitu kemudahan pengerjaan beton.
 3. Mengetahui hubungan kuat tekan dan susut pada beton dengan komposisi penambahan serat 4%, 6%, 8%, 10% dan 12%

1.4 Batasan Masalah

Secara khusus, penelitian ini difokuskan pada penggunaan kawat bendrat sebagai serat pada sampel beton. Semen yang digunakan dalam pembuatan sampel adalah PCC (*Portland Composite Cement*) dengan nilai faktor air semen pada kisaran 0,5. Dengan menggunakan agregat dari alam (pasir ex.Cimangkok dan *split* ex.Rumpin) serta penambahan kawat bendrat dengan panjang $3\pm 0,3$ cm dan berdiameter 0,8mm.

Selain itu, dalam campuran beton juga digunakan *admixture* yang berupa *fly ash* ex.Surlaya. Untuk penelitian digunakan 15% *fly ash* menggantikan berat semen. Mutu beton yang direncanakan dalam penelitian adalah $f_c' 25$ MPa dengan slump 15 ± 2 cm. Penelitian yang dilakukan meliputi kuat tekan dan susut dari sampel beton. Benda uji berupa silinder berdimensi 10 x 20 cm dan 15 x 30 cm digunakan untuk uji kuat tekan dan benda uji berupa balok berukuran 10 x 10 x 50 cm dan 7,5 x 7,5 x 25,4 cm digunakan untuk uji susut.

Variasi yang akan digunakan sebagai pembanding adalah variasi penambahan kawat bendrat dengan variasi 4%, 6%, 8%, 10%, 12%. Dimana beton tanpa penambahan serat kawat bendrat diklasifikasikan sebagai beton dengan kadar serat 0%.

1.5 Hipotesis

Dengan penambahan serat yang mengurangi berat semen akan meningkatkan kuat tekan beton dan mengurangi susut pada beton.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang dilakukan penelitian, hipotesis awal, perumusan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas dasar-dasar teori tentang material dan pengujian yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian dari berbagai sumber referensi yang ada.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini akan dibahas prosedur-prosedur dari penelitian dan pola berpikir dalam desain.

BAB IV ANALISIS DATA DAN HASIL PENELITIAN

Dalam bab ini akan dibahas hasil dari pengujian sampel dan analisa data hasil pengujian kuat tekan dan susut beton baik beton tanpa serat dan beton dengan serat kawat bendrat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diambil kesimpulan mengenai hasil pengolahan data dan analisa serta saran untuk evaluasi penelitian agar dapat dikembangkan dan diteliti lebih lanjut.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 BAHAN BAKU PEMBUATAN BETON

2.1.1 SEMEN PORTLAND

Semen Portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis, bersama bahan tambahan yang biasanya digunakan adalah gypsum. Klinker adalah penamaan untuk gabungan komponen produk semen yang belum diberikan tambahan bahan lain untuk memperbaiki sifat dari semen. Campuran semen dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi. (Tjokrodimulyo, 1995).

Pada umumnya semen berfungsi untuk:

1. Bercampur dengan untuk mengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton.
2. Mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat.

Komposisi dari semen Portland dan senyawa kimia yang terkandung didalamnya akan dijabarkan dalam tabel berikut:

Tabel 2.1 Komposisi Semen Portland

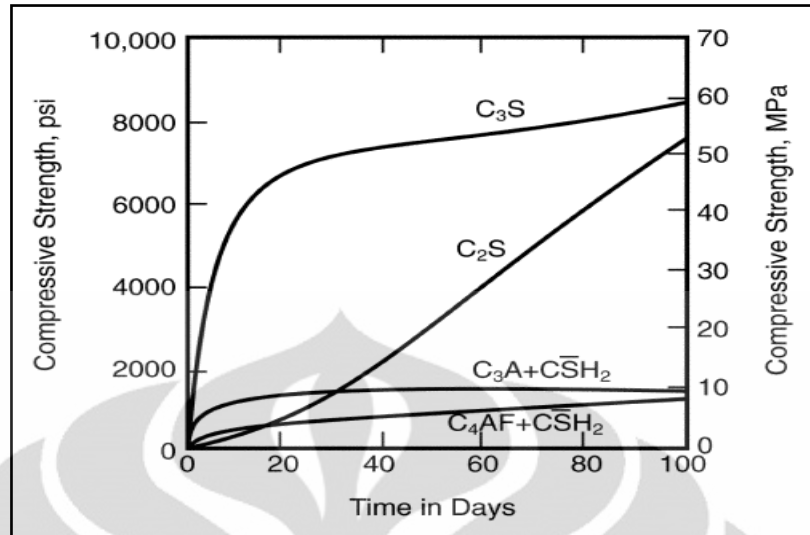
Oksida	Kandungan (%)
CaO	60-67
SiO ₂	17-25
Al ₂ O ₃	3-8
Fe ₂ O ₃	0,5-0,6
MgO	0,1-4
Alkalis	0,2-1,3
SO ₃	1-3

Sumber: A.M. NEVILLE, *Approximate Composition Limits of Portland Cement, Properties of Concrete*, hal. 11 (London, 1981)

Tabel 2.2 Senyawa Kimia Penyusun Semen Portland

Cement	Value	Compound composition, per cent							Number of Ignition samples	
		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaSO ₄	Free CaO	MgO Loss		
Type I	Max.	67	31	14	12	3-4	1-5	3-8	2-3	21
	Min.	42	8	5	6	2-6	0-0	0-7	0-6	
	Mean	49	25	12	8	2-9	0-8	2-4	1-2	
Type II	Max.	55	39	8	16	3-4	1-8	4-4	2-0	28
	Min.	37	19	4	6	2-1	0-1	1-5	0-5	
	Mean	46	29	6	12	2-8	0-6	3-0	1-0	
Type III	Max.	70	38	17	10	4-6	4-2	4-8	2-7	5
	Min.	34	0	7	6	2-2	0-1	1-0	1-1	
	Mean	56	15	12	8	3-9	1-3	2-6	1-9	
Type IV	Max.	44	57	7	18	3-5	0-9	4-1	1-9	16
	Min.	21	34	3	6	2-6	0-0	1-0	0-6	
	Mean	30	46	5	13	2-9	0-3	2-7	1-0	
Type V	Max.	54	49	5	15	3-9	0-6	2-3	1-2	22
	Min.	35	24	1	6	2-4	0-1	0-7	0-8	
	Mean	43	36	4	12	2-7	0-4	1-6	1-0	

Sumber : A.M. NEVILLE, *Approximate Composition Limits o Portland Cement, Properties of Concrete*, hal. 64 (London, 1981)



Gambar 2.1 Pengaruh Komposisi Kimia dari Semen Portland Terhadap Kuat Tekan Beton
 Sumber: Seminar INDOCEMENT, *Materials Technology II*, HOLDERBANK

Dari grafik dapat diambil kesimpulan bahwa senyawa C_3S memberikan pengaruh kekuatan beton yang signifikan pada umur awal beton dan cenderung stabil setelah 28 hari karena C_3S mempunyai sifat yang hampir sama dengan semen, yaitu jika ditambahkan air akan cepat terjadi proses *setting* (pengerasan). Sedangkan senyawa C_2S mempunyai sifat jika ditambah air, perkembangannya stabil dan lambat pada beberapa minggu, meskipun ketika sampai pada kekuatan akhir hampir sama dengan C_3S . C_3A mempunyai sifat yang jika ditambah air akan bereaksi yang menimbulkan panas hidrasi yang cukup tinggi dan akan meningkat terus hingga umur 28 hari. Perkembangan kekuatan yang disebabkan C_3A terjadi pada umur 1 sampai 2 hari namun tetap rendah. C_4AF mempunyai sifat, jika ditambah air bereaksi dengan cepat dan pasta terbentuk dalam beberapa menit. Selain itu C_4AF juga mempengaruhi warna pada semen.

Menurut ASTM C 150-94 dan Standar Industri Indonesia (SII) 0031-81 semen yang diproduksi di Indonesia dibedakan menjadi lima jenis semen, yaitu :

- Semen Portland Tipe I (*Ordinary Portland Cement*)
 Semen ini biasa digunakan untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Cocok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat antara

0,01% - 0,10% dan dapat digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat dan lain-lain.

➤ Semen Portland Tipe II (*Modified Portland Cement*)

Semen ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan dari beton massa (tebal) yang memerlukan ketahanan sulfat (pada lokasi tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0,1%-0,2%) dan panas hidrasi sedang, misalkan bangunan dipinggir laut, bangunan di bekas tanah rawa, saluran irigasi, beton massa, dam-dam dan landasan jembatan.

➤ Semen Portland Tipe III (*High Early strength Portland Cement*)

Semen ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan tekan awal tinggi pada fase permulaan setelah pengikatan terjadi, misalnya untuk pembuatan jalan beton, bangunan-bangunan tingkat tinggi, bangunan-bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat. Semen yang mempunyai panas hidrasi tinggi, untuk penggunaan beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras). Kekuatan yang dicapainya dalam 24 jam akan sama dengan kekuatan beton dari semen biasa dalam 7 hari. Hanya sekitar 3 hari kekuatan tekannya setara dengan kekuatan tekan 28 hari beton dengan semen biasa.

➤ Semen Portland Tipe IV (*Low Heat Portland Cement*)

Semen yang mempunyai panas hidrasi rendah, biasa digunakan untuk pengecoran dengan volume yang sangat besar.

➤ Semen Portland Tipe V (*Sulphate Resistant Portland Cement*)

Semen ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan pada tanah/air yang mengandung sulfat melebihi 0,20% dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan dan pembangkit tenaga nuklir.

Tabel 2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sifat dari Beton

PROPERTIES	FACTORS							
	Cement	Aggregate	Admixture	Mix ratio	Placing	Curing	Surface treatment	Construction design
Early strength	●	●	○	●	●	●	—	—
Final strength	○	—	●	○	●	●	—	—
Shrinkage	○	—	○	○	○	○	—	—
Cracking	●	●	○	○	○	○	○	○
Setting	●	—	○	○	—	○	—	—
Workability	●	○	○	○	—	—	—	—
Bleeding	●	○	○	○	●	—	—	—
Abrasion	—	○	○	○	○	○	○	○
Water permeability	—	○	○	○	○	○	○	○
Freeze thaw resistance	—	○	○	○	○	○	○	○
Corrosion resistance	○	—	●	○	○	○	○	○
Heat of hardening	○	—	●	○	—	○	—	○
Surface appearance	●	○	○	○	○	○	○	○
Heat conductivity	—	○	—	○	○	—	—	○

— no effect
 ○ very small effect
 ● small effect
 ○ Medium effect
 ○ strong effect
 ● very strong effect

Source : Cement Seminar, Materials Technology II, HOLDERBANK



Sumber: Seminar INDOCEMENT, *Materials Technology II*, HOLDERBANK

Semen mengalami proses hidrasi. Hidrasi adalah proses ketika semen bereaksi dengan air yang pada akhirnya menghasilkan campuran yang terikat setelah mengeras. Proses hidrasi dapat dibagi 2 tahap, yaitu:

1. *Setting* (Pengikatan)

Ketika semen dicampur dengan air dalam jumlah yang cukup, pasta yang dihasilkan akan kehilangan plastisitasnya dan perlahan-lahan berubah menjadi keras. Pengikatan adalah proses melalui reaksi kimia, yang timbul setelah penambahan air pencampur, yang menghasilkan peningkatan rigiditas dari campuran semen secara gradual sesuai ASTM C 125 – 03. Dalam kondisi yang mendukung, dalam waktu 1 – 2 jam, campuran sudah kehilangan cairannya (*fluidity*), setelah beberapa jam, campuran akan mengeras. Proses inilah yang disebut *setting*. Proses ini dibagi dua, yaitu:

- a. Waktu ikat awal, yaitu ketika campuran mulai kaku
- b. Waktu ikat akhir, yaitu ketika campuran mulai mengeras dan mampu menahan beban

Waktu ikat adalah waktu yang dibutuhkan sejak penambahan air pencampur sampai campuran mencapai derajat kekakuan tertentu seperti yang diukur melalui prosedur sesuai ASTM C 125 – 03.

Waktu ikat dipengaruhi oleh kehalusan semen, komposisi kimia semen, kondisi penyimpanan, jumlah air dan suhu ruangan. Semakin halus semen, maka waktu ikat dan proses hidrasi menjadi lebih cepat. Penambahan C_3A dan C_3S memperlambat waktu ikat. Waktu ikat juga dapat diukur dari waktu melepas panas hidrasi.

2. *Hardening* (Pengerasan)

Berbeda dengan pengikatan, proses pengerasan tidak berlangsung selama beberapa bulan atau tahun. Pengerasan itu sendiri adalah hasil dari proses hidrasi. Proses hidrasi selalu dibarengi dengan pelepasan panas, dengan kata lain proses hidrasi adalah proses eksotermik. Panas yang dilepaskan tergantung dari komposisi kimia dari semen, kehalusan, dan suhu ruangan. Panas hidrasi ini meningkatkan suhu beton. C_3A menghasilkan panas yang paling besar, sedangkan C_2A adalah yang paling sedikit. Panas hidrasi ini harus dikontrol, karena pada kondisi tertentu dapat mengakibatkan retak pada beton.

2.1.2 AGREGAT

Agregat merupakan material utama pembentuk beton disamping semen. Hampir 60-80 % dari volume total beton berisi agregat. Oleh karena itu, kualitas agregat berpengaruh terhadap kualitas beton (Nugroho, 1983). Penggunaan agregat bertujuan untuk memberi bentuk pada beton, memberi kekerasan yang dapat menahan beban, goresan dan cuaca, mengontrol *workability*, serta agar lebih ekonomis karena menghemat pemakaian semen.

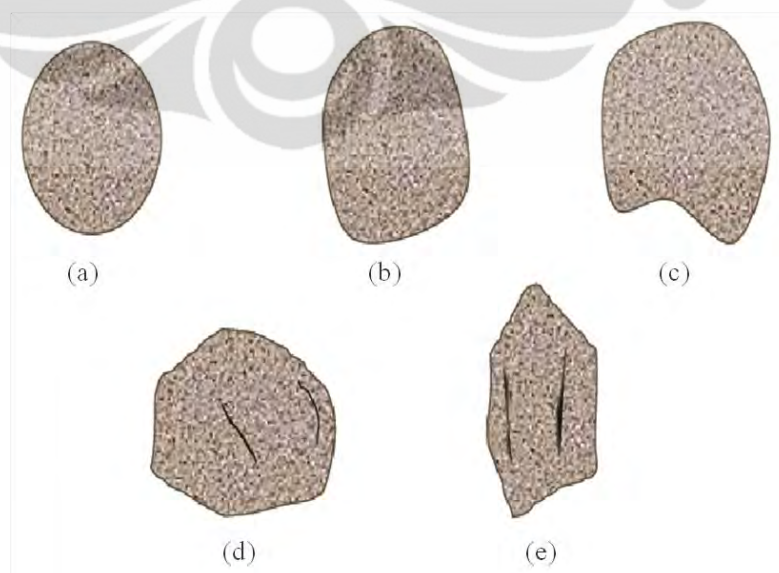
Agregat beton dapat berasal dari bahan alami (pasir dan kerikil) dan buatan (batu pecah). Selain persyaratan teknis yang harus dipenuhi, hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis agregat adalah faktor ekonomis dan kualitasnya. Persyaratan teknis agregat beton mengacu pada standar ASTM C 33-97. Agregat yang dipakai campuran beton dibedakan menjadi dua jenis yaitu agregat halus (berukuran antara

150 μm sampai 4,75 mm) dan agregat kasar (berukuran lebih besar dari 4,75 mm).

2.1.2.1 Tekstur dan Bentuk Agregat

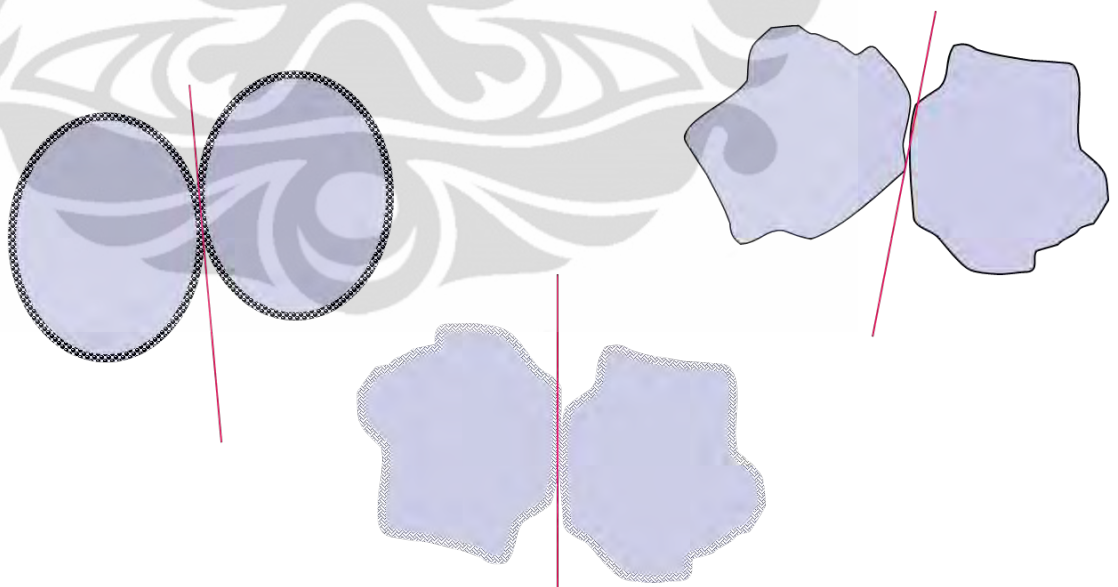
Agregat untuk pembuatan beton memiliki tekstur dan bentuk yang sangat bervariasi. Ukuran dan bentuk dari agregat adalah satu hal yang penting dalam karakteristik agregat. Dalam hal ini, terdapat istilah *roundness*, yaitu ukuran relatif besarnya sudut-sudut dari tepi agregat. *Roundness* pada umumnya dikontrol oleh kekuatan dan ketahanan dari batu induk. Dalam kasus *crushed aggregates*, bentuk dari agregat bergantung pada kondisi alami dari batu induk dan juga dari tipe penghancurnya serta rasio reduksinya, yaitu rasio ukuran dari material yang dimasukkan ke dalam alat penghancur dengan produk agregat yang dihasilkan. Klasifikasi dari bentuk agregat pada umumnya adalah sebagai berikut:

- *well rounded* (bentuk asli dari batuan induk sudah tidak ada)
- *rounded* (bentuk asli batuan induk sudah hampir hilang)
- *subrounded* (permukaan sudah halus namun bentuk asli batu induk masih ada)
- *Subangular* (terdapat permukaan yang halus)
- *Angular* (bentuk tidak beraturan)



Gambar 2.2 Macam-Macam Bentuk Agregat (a) *well rounded*, (b) *rounded*, (c) *subrounded*, (d) *subangular*, (e) *angular*

Selain bentuk agregat, perlu diperhatikan juga tekstur permukaan agregat. Tekstur permukaan agregat ini bergantung pada kekerasan, ukuran butiran, porositas dari material induknya, dan juga besarnya energi yang terjadi pada permukaan, yang membuat agregat lebih halus atau lebih kasar. Klasifikasi tekstur permukaan agregat ini didasarkan pada derajat apakah permukaan agregat licin atau tidak, halus atau kasar. Bentuk dan tekstur permukaan dari agregat mempengaruhi kekuatan dari beton, dimana *flexural strength* lebih terpengaruh dibandingkan dengan *compressive strength*. Pengaruh ini didasarkan pada asumsi bahwa tekstur yang lebih kasar akan menghasilkan kekuatan adhesi yang lebih besar antara partikel dengan matriks semen. Sama halnya dengan semakin luas permukaan dari agregat maka semakin besar kekuatan adhesi yang dapat dihasilkan. Namun di satu sisi, dengan digunakannya agregat yang permukaannya kasar, akan menyebabkan dibutuhkan air yang lebih banyak pada campuran beton. Selain agregat kasar, bentuk dan tekstur dari agregat halus juga memiliki pengaruh yang signifikan dalam mendapatkan kebutuhan air ketika proses pembuatan beton.



Gambar 2.3 Macam-Macam Tekstur Permukaan Agregat (kasar, sedang, dan halus)

2.1.2.2 Ikatan Agregat

Ikatan antar agregat dan pasta semen adalah faktor penting dalam menyanggah kekuatan beton, terutama dalam kuat tariknya. Pada

permukaan yang kasar, seperti pecahan batu, akan memberikan ikatan yang lebih kuat dengan pasta semen. Ikatan yang lebih baik juga didapatkan dari partikel yang kandungan mineralnya heterogen dan bersifat *porous*. Selain itu, ikatan agregat juga dipengaruhi oleh properti fisik dan kimiawi dari agregat, yang berhubungan dengan komposisi mineral serta kimiawi serta kondisi elektrostatis dari permukaan agregat.

2.1.2.3 Kekuatan dan Kekerasan Agregat

Kekuatan agregat yang digunakan dalam campuran beton harus memiliki kekuatan yang lebih baik dari kekuatan beton yang akan dicapai, karena tekanan yang terjadi pada titik kontak satu partikel dalam beton akan menjadi lebih besar dari kuat tekan yang diberikan beton itu sendiri. Namun agak sulit menentukan kekuatan dan kekerasan dari agregat. Tetapi data kekuatan agregat tersebut bisa didapat secara tidak langsung dengan percobaan (*crushing test, bulk specific gravity*, atau performa agregat dalam beton).

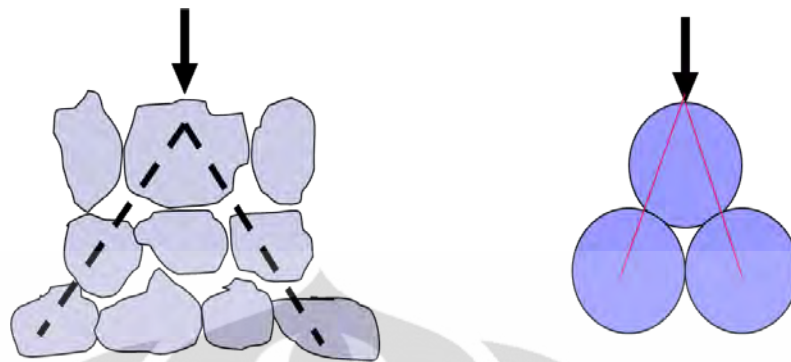
Apabila pada saat uji kuat tekan ada agregat yang hancur, maka kekuatan dari agregat tersebut lebih rendah dari kuat nominal kuat tekan dari campuran beton, atau dengan kata lain hanya dapat digunakan pada campuran beton dengan kekuatan yang lebih rendah.

Untuk mengetahui seberapa kekuatan dari agregat, biasanya pengujian yang dilakukan adalah dengan test abrasi dengan menggunakan mesin Los Angeles sesuai dengan SNI 03-2417-1991, Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi *Los Angeles*. Berdasarkan SII No. 52-1980, persyaratan kekerasan agregat untuk beton adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Persyaratan Kekerasan Agregat

Kelas dan Mutu Beton	Kekerasan dengan bejana geser Los Angeles; bagian hancur menembus ayakan 1.7mm (%)
Beton Kelas I dan mutu B0 serta B1	40 – 50
Beton Kelas II : K125, K175, K225	27 – 40
Beton Kelas III : Beton mutu di atas K225 atau beton pretekan	Kurang dari 27

Sumber: SNI 03-2417-1991



Gambar 2.4 Pembebanan pada Struktur Agregat

2.1.2.4 Gradasi dari Agregat

Gradasi agregat cukup berpengaruh terhadap kepadatan beton. Untuk menghasilkan beton yang padat, diantara butiran harus saling mengisi sehingga tidak ada rongga dalam beton. Untuk itu maka diperlukan variasi butiran agregat dari yang paling besar sampai yang paling kecil. Untuk mengetahui susunan butiran pada agregat dilakukan dengan analisa saringan. Agregat yang akan diuji dimasukkan ke dalam saringan yang telah ditentukan, kemudian saringan tersebut digetarkan selama 15 menit. Agregat yang tertahan pada masing-masing dianalisa, kemudian hasilnya dibandingkan dengan persyaratan atau spesifikasi yang ada. Syarat susunan butiran agregat untuk beton telah diatur dalam peraturan-peraturan seperti SK-SNI, ASTM dan *British Standard*. Menurut standar tersebut, gradasi agregat harus memenuhi syarat seperti tersebut di bawah ini:

Tabel 2.3 Syarat Besar Butir Agregat Kasar

TABLE 2 Grading Requirements for Coarse Aggregates

Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent														
		100 mm (4 in.)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (¾ in.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	300 µm (No.50)	
1	90 to 37.5 mm (3½ to 1½ in.)	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
2	63 to 37.5 mm (2½ to 1½ in.)	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
3	50 to 25.0 mm (2 to 1 in.)	...	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...
357	50 to 4.75 mm (2 in. to No. 4)	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	...	0 to 5	...	...
4	37.5 to 19.0 mm (1½ to ¾ in.)	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...
467	37.5 to 4.75 mm (1½ in. to No. 4)	...	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...
5	25.0 to 12.5 mm (1 to ½ in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...
56	25.0 to 9.5 mm (1 to ¾ in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	...	...
57	25.0 to 4.75 mm (1 in. to No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...
6	19.0 to 9.5 mm (¾ to ¾ in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	...	...
67	19.0 to 4.75 mm (¾ in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	...	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...
7	12.5 to 4.75 mm (½ in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	...
8	9.5 to 2.36 mm (¾ in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5
89	9.5 to 1.18 mm (¾ in. to No. 16)	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10	0 to 5
9*	4.75 to 1.18 mm (No. 4 to No. 16)	100	85 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5

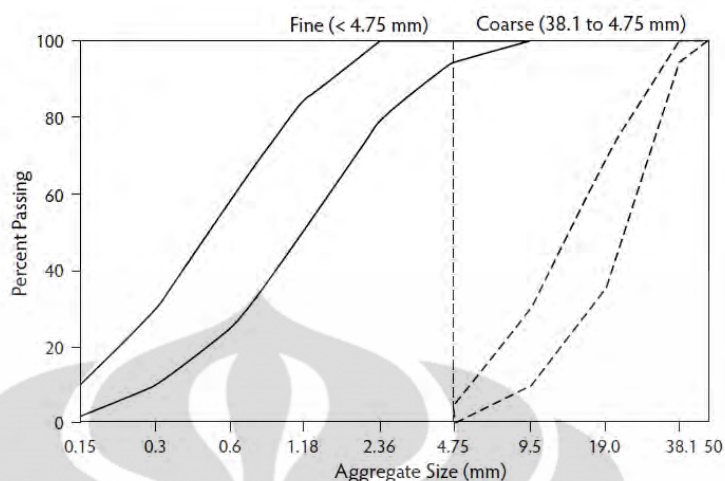
* Size number 9 aggregate is defined in Terminology C 125 as a fine aggregate. It is included as a coarse aggregate when it is combined with a size number 8 material to create a size number 89, which is a coarse aggregate as defined by Terminology C 125.

Sumber: ASTM C33-03

Tabel 2.4 Syarat Besar Butir Agregat Halus

Sieve No.	Percent passing
9.5-mm (3/8-in)	100
4.75-mm (No.4)	95-100
2.36-mm (No.8)	80-100
1.18-mm (No.16)	50-85
600-µm (No.30)	25-60
300-µm (No.50)	5-30
150-µm (No.100)	0-10

Sumber: ASTM C33-03



Gambar 2.5 ASTM Grading Limits for Fine Aggregate and for Coarse Aggregate with a Maximum Particle Size of 38.1 mm.

Sumber: Edward G Nawy in *Concrete Construction Engineering Handbook* P.1-15

2.1.2.5 Berat Jenis (*Specific Gravity*) dan Kadar Air Agregat

Berat dari beton sangat dipengaruhi oleh berat jenis agregat yang digunakan. Berat jenis agregat juga sangat menentukan terhadap metode rancangan campuran (*mix design*) yang akan dipakai. Berat jenis pada agregat ada 3 macam, yaitu :

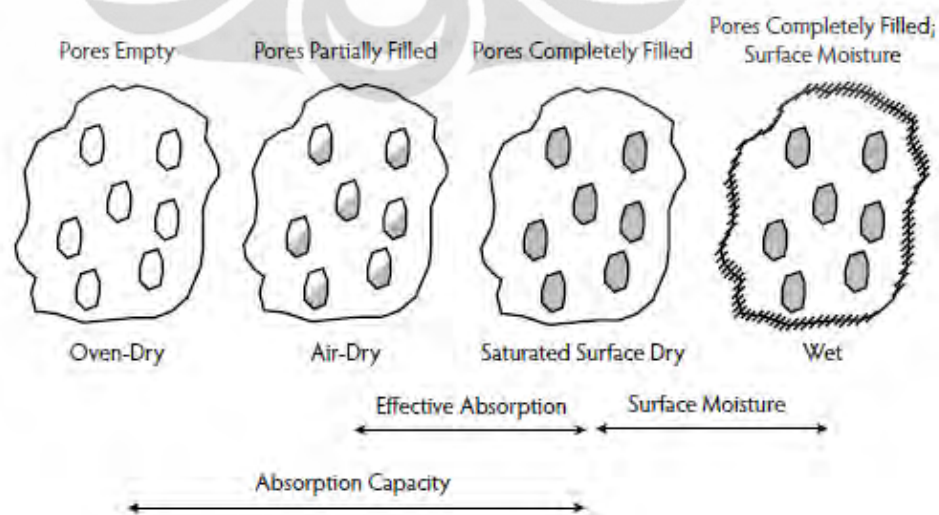
1. Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada kondisi suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry/SSD*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam jenuh pada suhu tertentu.
3. Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

Penyerapan air oleh agregat (*absorbtion*) adalah kemampuan suatu agregat untuk menyerap air dari keadaan kering menjadi keadaan SSD. Penyerapan air pada agregat dipengaruhi terutama oleh banyaknya pori, diameter pori, serta kontinuitas pori dari agregat. Agregat yang memiliki

porositas yang tinggi, dan memiliki lubang pori besar serta lubang porinya menerus, penyerapan airnya akan tinggi.

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi tekanan air untuk adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat lapangan. Kadar air dalam agregat dibedakan atas beberapa hal berikut :

- Keadaan kering oven (*oven-dry*), yaitu agregat benar-benar dalam keadaan kering atau tidak mengandung air. Keadaan ini menyebabkan agregat dapat secara penuh menyerap air.
- Keadaan kering udara (*Air Dry*), permukaan butir-butir dalam keadaan kering tetapi dalam butiran masih mengandung air. Pasir atau kerikil dalam keadaan ini masih dapat menyerap sedikit air.
- Jenuh kering permukaan (*Saturated and Surface-Dry, SSD*). Pada keadaan ini permukaan agregat kering (tidak ada air), tetapi butiran-butiran agregat jenuh dengan air. Sehingga pada keadaan ini tidak menyerap air dan tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran beton.
- Basah (*Wet*), pada keadaan ini butiran-butiran agregat banyak mengandung air, baik dalam butiran maupun dalam permukaan agregat sehingga jika dipakai dalam campuran beton penggunaan air harus dikurangi.



Gambar 2.6 Kadar Air Dalam Agregat

Sumber: Edward G Nawy, *in Concrete Construction Engineering Handbook* P.1-17

2.1.3 AIR

Material yang paling penting dalam campuran beton adalah air. Air merupakan bahan campuran beton yang sangat penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan 25 % dari berat semen saja. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton dengan cara pembasahan (*curing*) setelah dicor (Tjokrodimuljo, 1996).

Kebutuhan kualitas air untuk beton mutu tinggi tidak jauh berbeda dengan air untuk beton normal. Pengerasan beton dipengaruhi reaksi semen dan air, maka air yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu. Air yang memenuhi persyaratan air minum merupakan air yang memenuhi syarat untuk bahan campuran beton, tetapi air untuk campuran beton adalah air yang bila dipakai akan menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90 % dari kekuatan beton yang menggunakan air suling.

Persyaratan air yang digunakan dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

- a. Air tidak boleh mengandung lumpur (benda-benda melayang lain) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Air tidak boleh mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Air tidak boleh mengandung *Chlorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

2.1.4 ADMIXTURE

2.1.4.1 *Fly Ash*

Pemakaian abu terbang sebagai bahan substitusi didasarkan atas beberapa alasan. Abu terbang merupakan limbah industri dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan limbah bahan bakar mesin-mesin pabrik. Indonesia memiliki dua PLTU dengan bahan bakar batubara yang setiap

tahunnya menghasilkan banyak sekali limbah abu terbang. Melihat begitu banyaknya limbah yang dihasilkan, maka masalah yang timbul adalah bagaimana memanfaatkan limbah tersebut agar tidak mencemari lingkungan dan bila perlu limbah tersebut menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis.

Ukuran partikel *fly ash* berdiameter kurang dari 1 mikron sampai 100 mikron, dengan lebih dari 20% dibawah 20 mikron. Kelas yang *high calcium fly ash* secara kimia lebih aktif daripada kelas F yang *low calcium fly ash*. Pada aplikasinya, *fly ash* dapat mereduksi kebutuhan air sehingga menurunkan susut beton.

Penggunaan *fly ash* yang tidak tepat akan dapat memicu terjadinya masalah pada struktur beton yang dihasilkan, seperti *meningkatkan drying shrinkage* (susut kering) yang mengakibatkan penurunan *durability* dan *early age strength*.

(1) Sifat fisik

Abu terbang merupakan material yang di hasilkan dari proses pembakaran batubara pada alat pembangkit listrik, sehingga semua sifat-sifatnya juga ditentukan oleh komposisi dan sifat-sifat mineral-mineral pengotor dalam batubara serta proses pembakarannya. Dalam proses pembakaran batubara ini titik leleh abu batu bara lebih tinggi dari temperatur pembakarannya. Dan kondisi ini menghasilkan abu yang memiliki tekstur butiran yang sangat halus. Abu terbang batubara terdiri dari butiran halus yang umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batubara *bituminous* lebih kecil dari 0,075mm. Kerapatan abu terbang berkisar antara 2100 sampai 3000 kg/m³ dan luas area spesifiknya (diukur berdasarkan metode permeabilitas udara *Blaine*) antara 170 sampai 1000 m²/kg. Adapun sifat-sifat fisiknya antara lain :

- a) Warna : abu-abu keputihan
- b) Ukuran butir : sangat halus yaitu sekitar 88 %

(2) Kehalusan

Berdasarkan ASTM C 311-77 dalam keadaan kering distribusi ukuran abu terbang adalah tertahan di ukuran 45- μm . Dalam beberapa kasus, abu terbang berisi partikel yang diameternya lebih kecil dari 1- μm .

(3) Komposisi Kimia

Komposisi dari *fly ash* sebagian besar terdiri dari *silikat dioksida* (SiO_2), *aluminium* (Al_2O_3), *besi* (Fe_2O_3), dan *kalsium* (CaO) sedangkan *magnesium*, *potasium*, *sodium*, *titanium*, dan *sulfur* juga ada tetapi dalam jumlah yang lebih sedikit. Sebagian besar komposisi kimia dari *fly ash* ini tergantung dari jenis dan asal batu bara yang digunakan.

Berdasarkan komposisi kimia yang terkandung didalamnya, jenis-jenis abu terbang menjadi tiga, yakni: Jenis F, C, dan N. Bahan-bahan penyusun abu terbang dan semen diperlihatkan melalui tabel berikut:

Tabel 2.5 Komposisi Kimia Fly Ash Berdasarkan Jenisnya terhadap Komposisi Semen

Komposisi Kimia	Jenis Abu Terbang			Semen
	F	C	N	
SiO	54.90	39.90	58.20	22.60
Al_2O_3	25.80	16.70	18.40	4.30
Fe_2O_3	6.90	5.80	9.30	2.40
CaO	8.70	24.30	3.30	64.40
MgO	1.80	4.60	3.90	2.10
SO_3	0.60	3.30	1.10	2.30
$\text{Na}_2\text{O} \& \text{K}_2\text{O}$	0.60	1.30	1.10	0.60

Sumber: www.headwaterresources.com

Informasi mengenai masing-masing klasifikasi abu terbang, antara lain:

(1) Jenis F

- a. Berasal dari pembakaran bitumen batu bara
- b. Memiliki tingkat kehalusan dan komposisi karbon yang konstan
- c. Memiliki partikel karbon yang cenderung kasar
- d. Ukuran partikelnya adalah 45- μm
- e. Perbandingan penggunaan pada beton adalah 15-25% dari berat semen (berdasarkan ACI)

(2) Jenis C

- a. Berasal dari pembakaran *lignite* atau sub-bitumen batu bara
- b. Perbandingan penggunaan pada beton adalah 15-40% dari berat semen (berdasarkan ACI)
- c. Lebih reaktif terhadap air karena memiliki %CaO yang besar (Ca termasuk golongan IIA)

(3) Jenis N

- a. Pozzolan alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah *diatomic*, *opaline chertz* dan *shales*, *tuff* dan abu vulkanik dimana bisa diproses melalui pembakaran maupun tidak.
- b. Mempunyai sifat pozzolan yang baik.

Pencampuran abu terbang dalam beton bisa bervariasi tergantung mutu beton yang dibutuhkan. Biasanya pencampuran yang maksimal untuk beton struktur memiliki perbandingan semen dan abu terbang sekitar 85% banding 15%. Sedangkan menurut ACI penambahan maksimum *fly ash* adalah 10-25%.

2.1.4.2 Serat Kawat

Menurut Sudarmoko (Tjokrodinuljo, 1996: hal.122) jika serat yang dipakai memiliki modulus elastisitas lebih tinggi daripada beton, misalnya kawat baja, maka beton serat akan mempunyai kuat tekan, kuat tarik, maupun modulus elastisitas yang sedikit lebih tinggi dari beton biasa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suhendro (1990) membuktikan bahwa sifat-sifat kurang baik dari beton, yaitu getas, praktis tidak mampu menahan tegangan tarik, dan ketahanan yang rendah terhadap beban *impact* dapat diperbaiki dengan menambahkan *fiber* lokal yang terbuat dari potongan kawat pada adukan beton. Selain itu dibuktikan pula bahwa tingkat perbaikan yang diperoleh dengan *fiber* lokal tidak banyak berbeda dengan hasil – hasil yang dilaporkan di luar negeri dengan menggunakan *steel fiber*.

Secara umum kawat yang digunakan sebagai *fiber* lokal tersebut antara lain, kawat biasa, kawat bendrat, dan kawat baja. Diameter yang dipilih adalah $\pm 0,8$ s/d 1.0 mm. Selanjutnya ketiga macam kawat tersebut

dipotong dengan panjang ± 6 cm, sehingga secara visual telah menyerupai *fiber* baja yang dipakai di luar negeri. Kawat bendrat tersebut mempunyai kuat tarik sebesar $38,5 \text{ N/mm}^2$, perpanjangan saat putus 5,5 % dan berat jenis 6,68. Nilai *aspect ratio* 60-70 memberikan hasil yang optimal karena *pull-out resistance* cukup tinggi dan memberikan kelecakan yang baik. Mengingat berbagai peningkatan *mechanical properties* (kuat tekan, kuat tarik, tegangan kejut, dan daktilitas) dan dari segi harga persatuan berat kawat-lokal tersebut (termurah adalah kawat bendrat, sedangkan kawat baja dan kawat biasa berturut-turut 10 kali dan 1,5 kali harga kawat bendrat), maka *fiber* kawat lokal yang paling optimal potensinya adalah yang terbuat dari kawat bendrat. Oleh karena itu penelitian-penelitian berikutnya difokuskan ke beton *fiber* lokal yang *fibernya* terbuat dari kawat bendrat.

Tabel 2.6 Sifat-Sifat Berbagai Macam Kawat yang Digunakan Sebagai Bahan *Fiber* Lokal

No	Jenis Kawat	Kuat Tarik (Mpa)	Perpanjangan Pada Saat Putus (%)	Specific Gravity
1.	Kawat baja	230,0	10,5	7,77
2.	Kawat bendrat	38,5	5,5	6,68
3.	Kawat biasa	25,0	30,0	7,70

Sumber: Suhendro, 2000

2.2 KARAKTERISTIK BETON

2.2.1 *Workability*

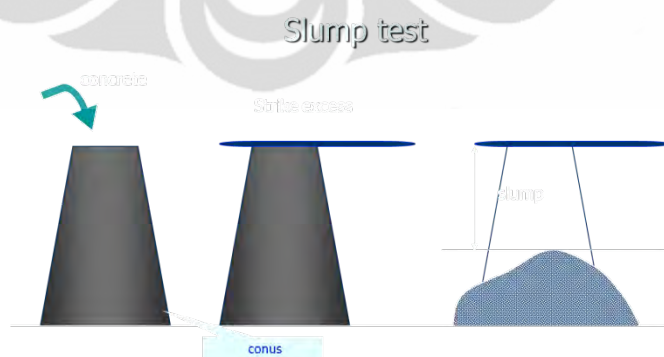
Workability adalah bahwa bahan-bahan beton setelah diaduk bersama, menghasilkan adukan yang bersifat sedemikian rupa sehingga adukan mudah diangkut, dituang atau dicetak dan dipadatkan tanpa menimbulkan kesukaran atau penurunan kekuatannya. *Workability* biasa dibagi menjadi 3 karakteristik independen yang umum digunakan, yaitu:

- *Consistency*, *Workability* tergantung dari komposisi penyusun beton segar tersebut, karakter fisik dari campuran semen dan agregat.
- *Mobility*, peralatan untuk pencampuran (*mixing*), perpindahan tempat (*transporting*) dan pemadatan (*compacting*); ukuran dan jarak dari perkerasan beton.
- *Compactibility*, besar serta bentuk dari struktur yang menjadi beban.

Untuk kemudahan pekerjaan (*workability*) yang baik maka diperlukan porsi semen yang tinggi, jumlah material bermutu yang cukup, sedikitnya agregat bertipe *coarse*, dan jumlah air yang tinggi. Komposisi partikel yang seimbang sangat dibutuhkan untuk mendapatkan sifat plastis dalam campuran beton. Sifat kemudahan dalam pengerjaan beton ini dipengaruhi oleh komposisi dari material dan sifat dari masing-masing material tersebut.

2.2.2 Consistency And Slump

Consistency merupakan tolak ukur dari sifat kebasahan pada beton (*fluidity*). Konsistensi ini sangat bergantung pada proporsi dan sifat-sifat dari campuran beton. Hal-hal tersebut di atas merupakan komponen penting dari *workability*. Konsistensi biasanya diukur dengan metode *Slump Test*. Hasil dari *slump test* ini juga digunakan untuk mengukur tingkat *workability* walaupun sebenarnya yang diukur disini hanyalah satu macam sifat yaitu konsistensi.



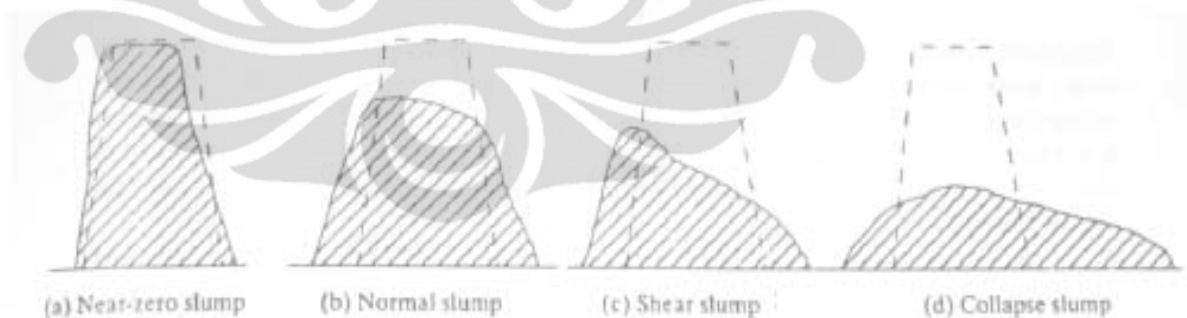
Gambar 2.7 Uji Tes Slump

Tes *slump* beton dilakukan segera setelah beton selesai dicampur, hal ini untuk mengukur *slump* beton secara akurat, karena semakin lama waktu jeda yang dipakai untuk melakukan tes *slump*, maka ikatan beton

akan semakin mengeras, dan *slump* yang dihasilkan tidak akurat lagi. Campuran yang sangat kering, yaitu yang kandungan airnya sangat kecil, akan memiliki *slump* yang mendekati nol. Agregat yang ringan akan lebih banyak menyerap air, sehingga campuran menjadi kasar dan *slump* lebih rendah.

Beton yang memiliki proporsi campuran yang baik akan turun (*slump*) secara bertahap dan mendapatkan bentuk awalnya, artinya ikatan dalam campuran tidak terlepas, dan homogenitas campuran tetap terjaga. Campuran yang buruk akan terjadi pemisahan, dan campuran akan jatuh karena ikatannya terlepas. Beton yang nilai plastisitas dan kohesinya rendah akan menghasilkan *slump* geser. Beton yang kasar atau sangat basah akan menghasilkan *collapse slump*, dimana pemisahan dari material halus dari partikel yang lebih kasar akan terlihat.

Jika dalam pengetesan terjadi pemisahan massa yang besar, maka hasil uji tidak dapat digunakan, bila hal tersebut terjadi sebanyak dua kali maka beton dapat dipastikan memiliki plastisitas dan kohesi yang sangat rendah. Akibat proses hidrasi dan penguapan air, nilai *slump* akan turun seiring waktu, yang disebut kehilangan *slump*, dimana penurunannya akan meningkat juga seiring suhu udara meningkat.



Gambar 2.8 Jenis-Jenis Slump

Sumber: Shan Somayaji, *Civil Engineering Materials*, 2001

2.2.3 MIXING, PLACING AND CURING

2.2.3.1 *Mixing*

Tujuan dari pencampuran atau *mixing* dari bahan penyusun adalah untuk memastikan bahwa setiap partikel pencampur beton akan menyatu dengan semen secara merata. Tahap awal dari *mixing* adalah *batching*, tahap dimana material penyusun beton ditimbang dan diukur untuk memastikan bahwa tiap partikel penyusun beton berkomposisi secara tepat. Beton dapat dicampur dengan tangan atau dengan mesin. Pertama-tama pasir dan agregat kasar dicampur dalam mesin aduk. Setelah merata, pada campuran itu kita tambahkan semen dan air sesuai ukuran. Kemudian diaduk-aduk sehingga membentuk campuran yang merata.

2.2.3.2 *Placing*

Placing untuk beton segar harus ditempatkan ke dalam suatu cetakan (*bekisting*) segera setelah pencampuran selesai. Bentuk-bentuk dan bahan cetakan yang digunakan untuk *placing* adalah *Plywood and steel frame, all aluminium, plywood attached to steel hardware, all plywood, all steel, fiberglass, dan wood / lumber*. Wadah harus cukup kuat untuk menahan berat dari beton segar dan beban dari tukang konstruksi serta mesin-mesin yang lain.

2.2.3.3 *Curing*

Curing adalah suatu proses untuk menjaga tingkat kelembaban dan temperatur ideal untuk mencegah hidrasi yang berlebihan serta menjaga agar hidrasi terjadi secara berkelanjutan. Biasanya lingkungan sekitar beton yang baru dicampur diusahakan agar tetap lembap. *Curing* bertujuan untuk mencegah penguapan yang berlebihan oleh beton tersebut, dengan membuat keadaan lingkungan yang lembab lebih memudahkan proses *curing*.

Ada beberapa metode dalam *curing*, yang dibagi dalam 3 bagian:

- ✓ Metode yang menjaga tingkat komposisi air, membiarkan adonan hasil campuran di dalam satu lapisan air. Seperti *ponding, fog spraying* atau *sprinkling*.

- ✓ Metode yang mencegah hilangnya air dalam campuran beton, melibatkan teknik dan material tambahan untuk mencegah penguapan dari air yang telah tercampur.
- ✓ Metode yang mempercepat hidrasi dengan memberikan tambahan panas dan pelembab, melibatkan tambahan panas dan air untuk mempercepat proses hidrasi. *Curing* dapat dicapai dengan menggunakan 4 material, diantaranya air, *matts* / selimut, kertas anti air atau bungkus plastik, dan membran cair / *forming compound*.

2.2.4 COMPRESSIVE STRENGTH (KUAT TEKAN)

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas, pemberian gaya ini tegak lurus terhadap sumbunya. Penentuan kekuatannya ini dilakukan dengan menggunakan alat uji kuat tekan.

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

dimana :

σ = kuat tekan benda uji (MPa)

P = beban tekan maksimum (N)

A = luas bidang tekan (mm²)

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh banyak variabel, termasuk lingkungan dan kondisi *curing*. Kekuatan beton yang sebenarnya tidak akan sama dengan kekuatan yang diukur saat pengujian dilakukan. Kuat tekan ini sendiri dipengaruhi oleh:

1. Efek dari Jenis dan Jumlah Semen

Semakin banyak jumlah semen yang terdapat dalam campuran, maka kuat tekan beton akan semakin tinggi.

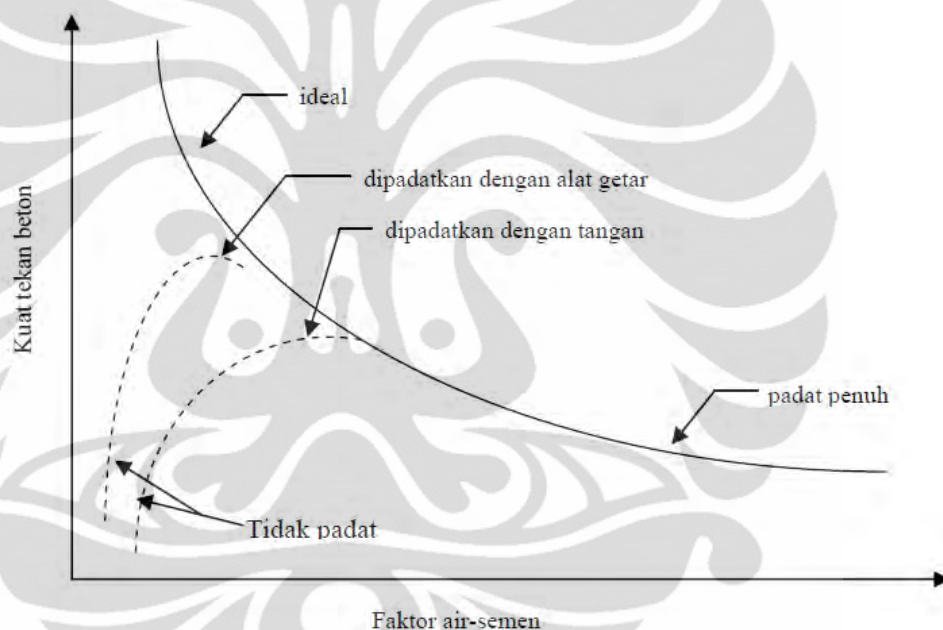
2. Efek dari Agregat

- a. Kekuatan beton meningkat seiring peningkatan dari modulus kehalusan dari agregat halus, yang menggambarkan ukuran dari agregatnya.

b. Agregat kasar dengan tekstur permukaannya yang kasar serta bersudut seperti granit dan kapur dapat meningkatkan kekuatan beton sampai 20% dibanding dengan menggunakan batu kali dengan rasio air-semen yang sama.

3. Efek dari Rasio Air-Semen

Rasio air-semen adalah perbandingan antara berat air dan semen dalam campuran beton. Kekuatan optimum dapat dicapai bila jumlah air campuran cukup untuk proses hidrasi, namun ketika kadar air meningkat, dengan jumlah semen yang tetap, maka rongga yang ada semakin besar dan kuat tekannya akan menurun.



Gambar 2.9 Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dan Faktor Air-Semen

Sumber: NATIONAL SAND AND GRAVEL ASSOCIATION, *Joint Tech. Information Letter No.155*

4. Pengaruh *void* (rongga udara)

Peningkatan kandungan air akan meningkatkan *void* dalam beton, sehingga daya tahan, impermeabilitas dan kuat tekan menjadi berkurang.

5. Keuntungan dari *curing*

Beton memiliki kekuatan yang semakin besar seiring dengan waktu dan *curing* yang baik. *Curing* yang baik dapat menjaga kelembaban dan suhu, serta mengontrol hidrasi dari beton.

6. Peran *air-entrainment*

Udara yang terperangkap dalam beton akibat proses konsolidasi yang kurang baik akan mengurangi kuat tekan dari beton kehalusan dari agregat halus, yang menggambarkan ukuran dari agregatnya.

2.2.5 *SHRINKAGE* (SUSUT)

2.2.5.1 Definisi Susut

Susut didefinisikan sebagai perubahan volume sebelum menerima beban (Bischoff,2001). Susut juga diartikan sebagai berkurangnya volume beton seiring penambahan waktu setelah proses pengerasan beton. Merupakan sifat utama dari pasta semen beton, yaitu akibat proses hidrasi yang terjadi saat air bercampur dengan semen. Proses penguapan air yang bebas dari pasta semen ini terjadi saat beton mengalami proses pengeringan yang sejalan dengan waktu *setting*.

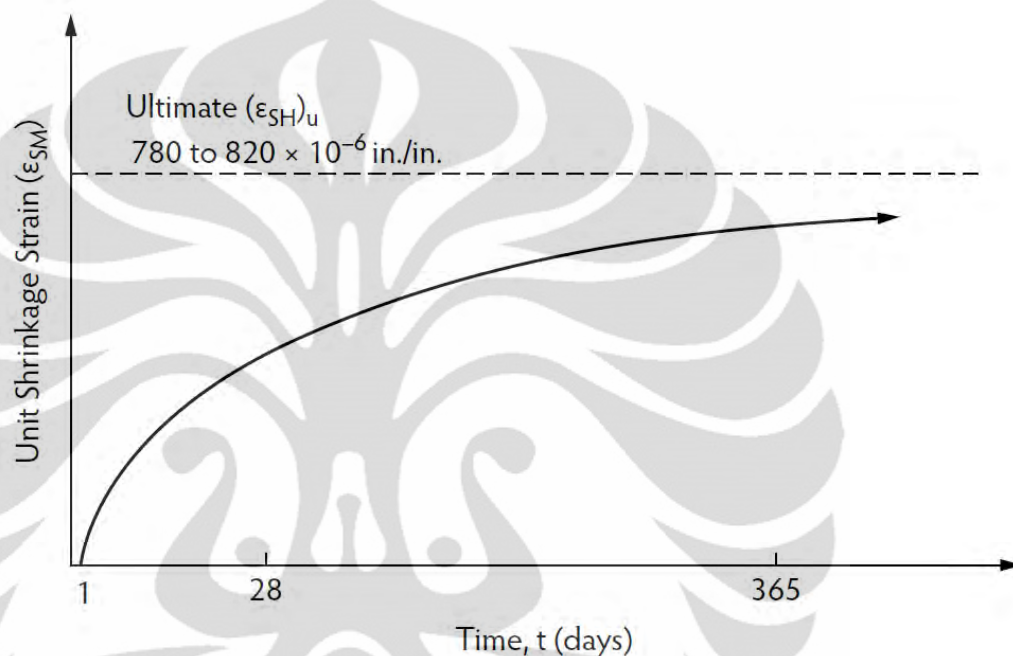
Susut yang berlebihan memiliki keterkaitan dengan retak beton, bahkan kegagalan (*failure*). Pada beton usia awal, karena memiliki kuat tekan yang masih rendah maka tegangan akibat *drying shrinkage* dapat menyebabkan retak beton. Retak akibat susut ini dapat menjadi permulaan kegagalan beton sebelum waktunya, seperti dapat menyebabkan korosi pada besi tulangan. Sama halnya pada beton pratekan, susut beton juga menjadi salah satu faktor utama yang berkontribusi menghilangkan tekanan awal.

Pada umumnya, beton yang semakin tahan terhadap susut akan mempunyai kecenderungan rangkai yang rendah, sebab kedua fenomena ini berhubungan dengan proses hidrasi pada semen.

2.2.5.2 Mekanisme Susut

Berdasarkan mekanismenya, terdapat 4 (empat) jenis utama dari susut beton: *plastic*, *autogeneous*, *carbonation*, dan *drying shrinkage*. Susut plastis (*plastic shrinkage*) terjadi karena kehilangan kelembaban dari beton sebelum beton mengalami *setting*. Susut *autogeneous* terkait dengan kehilangan air dari pori-pori kapiler karena hidrasi semen [Holt, 1998]. Jenis susut ini cenderung meningkat pada suhu tinggi dan jumlah semen

yang besar. Namun secara umum relatif kecil dan tidak berbeda dari susut akibat pengeringan beton. Susut karbonasi (*carbonation s hrinkage*) disebabkan oleh reaksi kimia dari berbagai produk hidrasi semen dengan karbondioksida bebas diudara. Susut jenis ini biasanya terjadi pada permukaan beton [Dilger, 1997]. Susut pengeringan (*drying s hrinkage*) didefinisikan sebagai perubahan volumetrik karena beton mengering.



Gambar 2.10 Grafik Regangan Susut Beton Terhadap Waktu

Grafik diatas merupakan grafik yang terbentuk dari pertambahan regangan susut beton terhadap waktu t menunjukkan kelajuan perubahannya berkurang terhadap waktu karena semakin tua umur beton maka akan semakin tahan terhadap regangan dan semakin sedikit mengalami susut.

a) Susut Plastis

Susut plastis terjadi beberapa jam setelah beton segar dihamparkan. Hal ini terlihat ketika terjadinya penurunan agregat dan naiknya air semen pada saat pencetakan edan umumnya tidak terjadi keretakan.

Ketika pasta semen dalam keadaan plastis, terjadi penyusutan volume air. Susut plastis disebabkan oleh hilangnya air akibat evaporasi dari permukaan beton atau akibat penyerapan beton kering di bagian sisi atau bawah permukaan beton.

Permukaan pelat lantai akan lebih mudah dipengaruhi oleh udara kering karena adanya bidang kontak yang luas. Dengan hal demikian, terjadi penguapan yang lebih cepat melalui permukaan beton. Oleh sebab itu, pencegahan evaporasi setelah pencetakan beton harus dilakukan untuk mengurangi terjadinya susut.

b) Susut Pengeringan

Susut pengeringan terjadi setelah beton sudah terbentuk (*setting*) dan proses hidrasi semen telah selesai. Susut pengeringan akan mengurangi volume elemen beton saat terjadi kehilangan uap air karena penguapan. Susut adalah proses yang tidak *reversibel*. Jika beton yang sudah mengalami susut kemudian dijenuhkan dengan air, maka tidak akan tercapai volume asalnya. Air bebas saat pertama pencampuran, menyebabkan sedikit banyak terjadinya susut beton. Pada saat pengeringan berlangsung, penguapan terus berjalan dan perubahan volume pasta semen tidak ditahan. Pada saat itulah terjadi kehilangan air sekitar 1%, maka perubahan ukuran(dimensi) pasta semen dalam waktu pengerasan mencapai minimal 4×10^{-6} sampai 10×10^{-6} mm.

Tabel 2.7 Koefisien Standar Susut Beton

Kekuatan karakteristik f_c' [MPa]	20	25	30	35	40 – 60
Koef. susut maksimum $\epsilon_{cs,t}$	0,000174	0,000170	0,000163	0,000161	0,000153

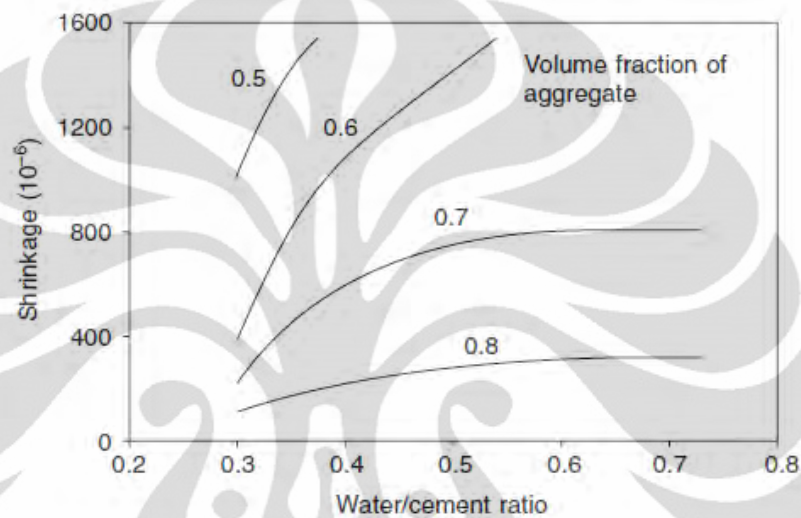
Sumber: RSNI T-12-2004

2.2.5.3 Faktor yang Mempengaruhi Susut (*Shrinkage*)

Komposisi beton pada dasarnya dapat didefinisikan dengan faktor air semen (FAS), jenis semen, jenis agregat serta kandungan semen dan agregat. Susut akan semakin besar dengan meningkatnya FAS dan kandungan semen. Demikian pula, semakin banyak agregat yang digunakan semakin sedikit susut yang terjadi. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya susut dapat dijabarkan sebagai berikut:

1) Agregat

Agregat berperan sebagai penahan susut pasta semen. Sehingga beton dengan kadar agregat yang semakin tinggi akan mengurangi perubahan volume beton akibat susut. Kontribusi dari agregat kasar adalah menurunkan susut beton yang mengacu kepada penurunan volume dari pasta semen pada campuran beton.

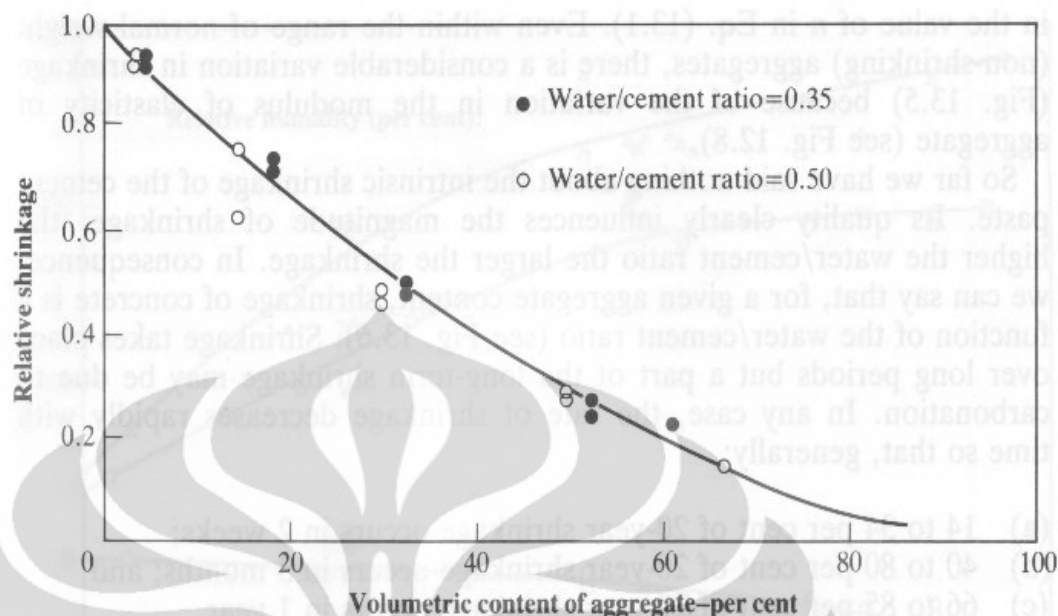


Gambar 2.11 Grafik pengaruh W/C dan Kandungan Agregat Terhadap Susut

Sumber: S.T.A. ODMAN, 1968

2) Rasio air terhadap semen (W/C)

Jumlah air berpengaruh besar terhadap susut pengeringan pada pasta semen dan beton. Beton yang memiliki proporsi semen dan agregat tertentu, kelembaban konstan dengan faktor air semen yang tinggi akan memperbesar susut. Sebaliknya, semakin kecil faktor air semen, maka akan memperkecil susut yang terjadi.



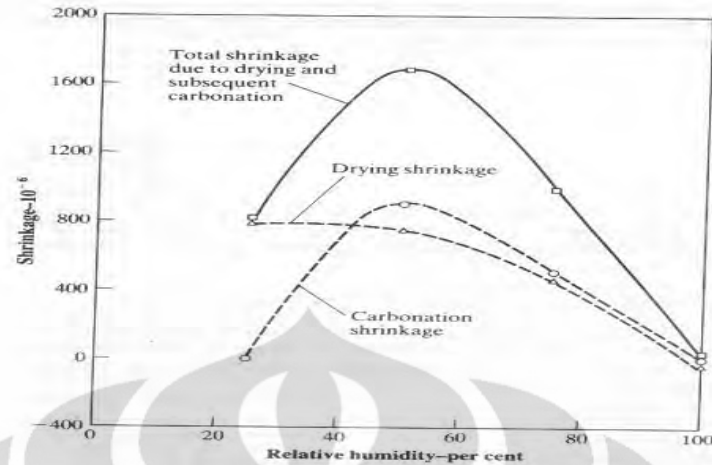
Gambar 2.12 Grafik Pengaruh Agregat terhadap Perbandingan Susut Beton terhadap Susut pada Pasta

Sumber: G.Pichett, 1956

3) Carbonation

Susut karbonasi disebabkan oleh adanya reaksi antara karbondioksida (CO_2) yang ada di udara dan yang ada dalam pasta semen. Besarnya karbonasi tergantung pada kadar air dari beton, kelembaban relatif dan ukuran dari agregat. Karbonasi mulai terjadi di permukaan kemudian masuk ke dalam beton tetapi sangat lambat. Besarnya karbonasi akan bertambah bersamaan dengan tingginya rasio air semen. Karbonasi dapat menyebabkan terjadinya korosi pada tulangan beton bila karbonasi mencapai tulangan beton.

Besarnya susut bervariasi, bergantung pada urutan kejadian antara proses susut karbonasi dan susut pengeringan. Jika kedua fenomena ini terjadi bersamaan, maka susut yang terjadi lebih kecil. Berbeda dengan pada proses susut pengeringan, proses karbonasi sangat berkurang pada kelembaban relatif di bawah 50%.



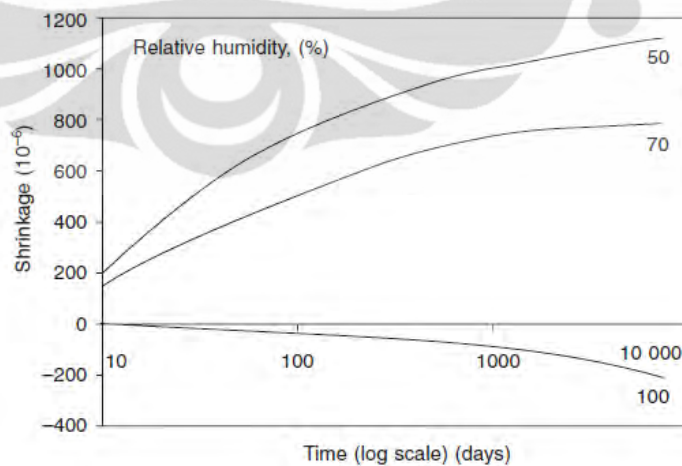
Gambar 2.13 Perbandingan Susut Pengeringan dan Pengarbonasian pada Kelembaban Relatif yang Berbeda

Sumber: A.M Neville, 2005:445

4) Chemical admixture

Pengaruh yang ditimbulkan sangat bervariasi, tergantung pada bahan kimia tambahan yang digunakan. *Accelerator* seperti kalsium klorida digunakan untuk memproses *setting* pada beton dan memperbesar susut. Sedangkan bahan kimia *air en training* hanya mempunyai sedikit pengaruh terhadap susut.

5) Kelembaban Relatif



Gambar 2.14 Penyusutan dari Beton Yang Disimpan pada Kelembaban Relatif yang Berbeda; Waktu dari 28 Hari Setelah *Curing Basah*

Sumber: Troxel, 1958

6) Penggunaan abu terbang (*fly ash*)

Penggunaan *fly ash* saat ini menjadi tren dalam dunia konstruksi karena memanfaatkan limbah abu batu bara yang dicampurkan ke beton. Ini merupakan salah satu langkah untuk mencegah *global warming* dengan menggunakan kembali limbah menjadi sesuatu yang dapat dipakai lagi. Secara umum, penggunaan *fly ash* akan meningkatkan kebutuhan air dalam campuran beton.

Ukuran partikel berdiameter kurang dari 1 mikron sampai 100 mikron, dengan lebih dari 20% dibawah 20 mikron. Kelas yang *high calcium fly ash* secara kimia lebih aktif daripada kelas F yang *low calcium fly ash*. Pada aplikasinya, *fly ash* tipe F dapat mengurangi susut. Penggunaan *fly ash* tipe C yang tidak tepat akan dapat memicu terjadinya masalah pada struktur beton yang dihasilkan, seperti meningkatkan *drying shrinkage* (susut kering) dikarenakan kandungan kapur pada *fly ash* tipe C sehingga membutuhkan air yang lebih banyak, dampaknya terjadi penurunan *durability* dan *early age strength*.

6) Kondisi lingkungan

Faktor luar yang juga sangat mempengaruhi susut adalah temperatur udara dan kelembaban. Kelembaban relatif disekeliling beton sangat mempengaruhi besarnya susut, laju perubahan susut semakin kecil pada lingkungan dengan kelembaban relatif tinggi. Temperatur disekeliling juga merupakan faktor yang menentukan, yaitu susut akan tertahan pada temperatur rendah.

2.3 BETON BERSERAT (*FIBER REINFORCED CONCRETE*)

Salah satu bahan tambah beton ialah serat (*fiber*). Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fiber reinforced concrete*). Karena ditambah serat, maka menjadi suatu bahan komposit yaitu beton dan serat. Serat dapat berupa asbestos, gelas / kaca, plastik, baja atau serat tumbuh-tumbuhan seperti rami, ijuk. Konsep utama penambahan serat kedalam beton adalah untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis beton, terutama menambah kuat tarik beton danmengingat kelemahan beton

adalah pada sifat tariknya. Kuat tarik yang rendah berakibat beton mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya penambahan serat, ternyata beton menjadi lebih tahan terhadap retak. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas. Penggunaan serat ini juga diperkirakan mampu meningkatkan performa dari beton hingga 90 tahun. (Gani MSJ, 1997)

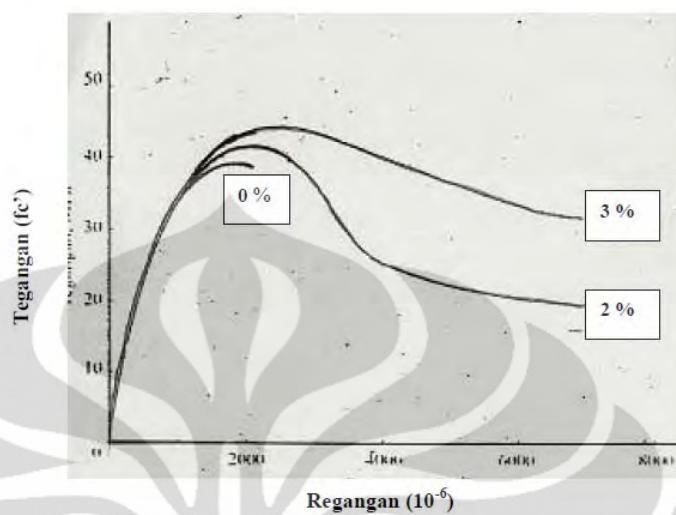
Serat baja dapat berupa potongan-potongan kawat atau dibuat khusus dengan permukaan halus / rata atau *deform*, lurus atau bengkok untuk memperbesar lekatan dengan betonnya. Serat baja akan berkarat dipermukaan beton, namun akan sangat awet jika didalam beton. Beton serat sudah sering dipakai pada beberapa konstruksi:

- a. lapisan perkerasan jalan dan lapangan udara, untuk mengurangi retak dan mengurangi ketebalannya.
- b. *spillway* pada dam untuk mengurangi kerusakan akibat adanya *cavitasi*.
- c. Konstruksi pada daerah yang rawan gempa dan membutuhkan kapasitas deformasi inelastis untuk menahan gaya gempa

Kekuatan mekanis dari beton berserat ini sangat dipengaruhi parameter dari serat, kekuatan dari matriks beton, dan pengaruh/interaksi satu sama lainnya. Interaksi dari kekuatan dari matriks beton ini merupakan faktor yang sangat penting dalam memperbaiki kekuatan antar jembatan matriks beton agar mencegah retak-retak rambut pada matriks beton. (Thomas and Ramaswamy, 2007)

Penggunaan serat pada adukan beton pada intinya memberikan pengaruh yang baik yaitu dapat memperbaiki sifat beton antara lain dapat meningkatkan daktilitas dan kuat lentur beton serta mengurangi susut beton. Pada area yang luas, susut sering terjadi dikarenakan penguapan tetapi dengan adanya serat ini maka air dalam campuran diikat sehingga mengurangi *bleeding* dan segregasi. Retak-retak yang membawa keruntuhan pada struktur beton biasanya dimulai dari retak rambut (*micro crack*). Untuk penggunaan serat baja pada umumnya memiliki panjang 12-

38 mm dan diameter 0,25-25 mm (Balaguru, P. N., and S.P. Shah *Fiber reinforced cement composites* 282).



Gambar 2.15 Diagram Tegangan-Regangan Silinder Beton Tanpa Serat dan dengan Penambahan Serat 2% dan 3%

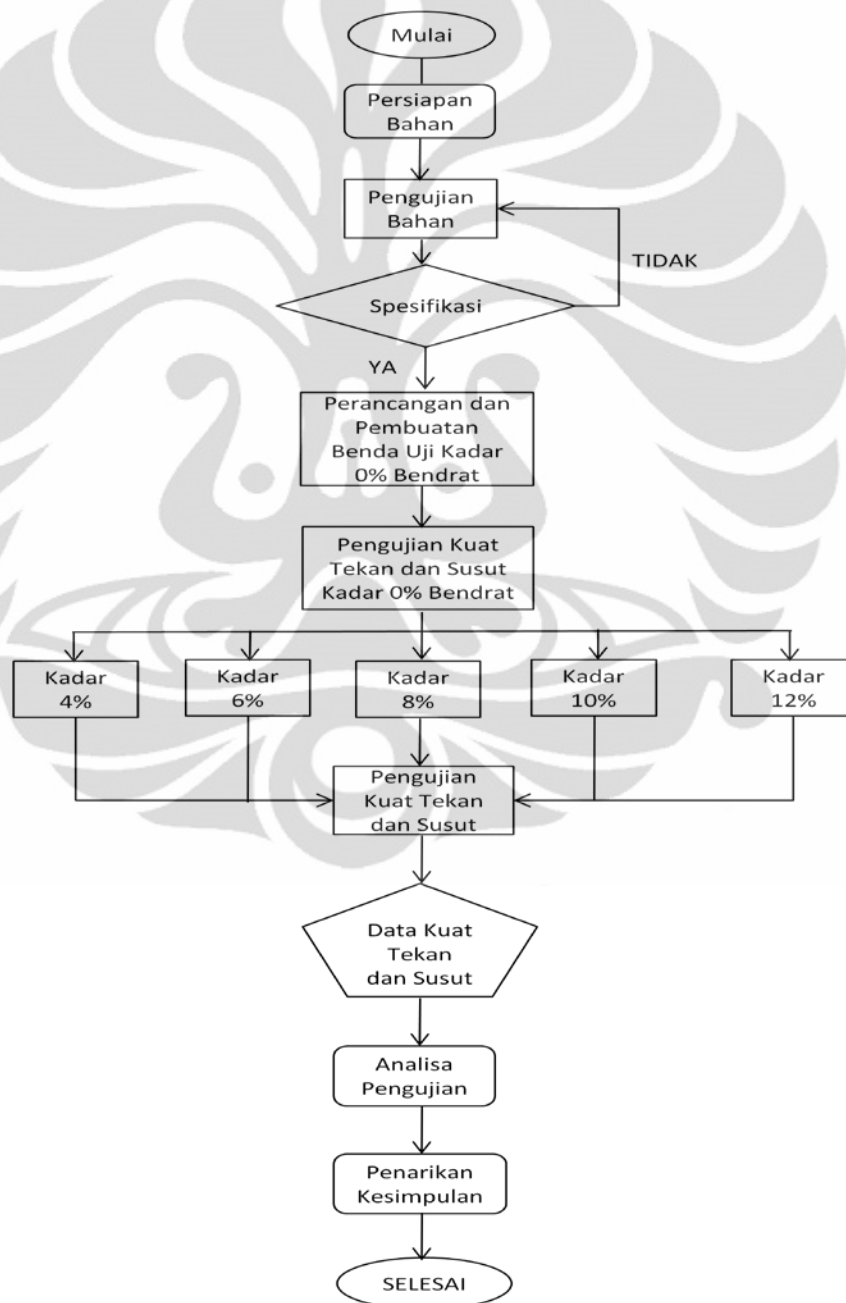
Sumber: Mindess 1981

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Diagram alir penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji Untuk Setiap Variasi Kadar Kawat Bendrat

No	Kadar serat	Jumlah Benda Uji Silinder untuk Tes Kuat Tekan	Jumlah Benda Uji Balok untuk Tes Susut
1	0%	5 buah (3 hari)	3 buah (28 hari)
		5 buah (7 hari)	
		5 buah (14 hari)	
		6 buah (28 hari)*	
2	4%	5 buah (3 hari)	3 buah (28 hari)
		5 buah (7 hari)	
		5 buah (14 hari)	
		6 buah (28 hari)*	
3	6%	5 buah (3 hari)	3 buah (28 hari)
		5 buah (7 hari)	
		5 buah (14 hari)	
		6 buah (28 hari)*	
4	8%	5 buah (3 hari)	3 buah (28 hari)
		5 buah (7 hari)	
		5 buah (14 hari)	
		6 buah (28 hari)*	
5	10%	5 buah (3 hari)	6 buah (28 hari)**
		5 buah (7 hari)	
		5 buah (14 hari)	
		6 buah (28 hari)*	
6	12%	5 buah (3 hari)	6 buah (28 hari)**
		5 buah (7 hari)	
		5 buah (14 hari)	
		6 buah (28 hari)*	
Jumlah		126 buah	24 buah

Keterangan: * = 3 buah silinder kecil dan 3 buah silinder besar agar di peroleh faktor konversi silinder kecil ke silinder besar.

** = 3 buah balok besar (10x10x50cm) dan 3 buah balok kecil (7,5x7,5x25,4cm)

3.2 STANDAR PENGUJIAN

Semua pengujian yang akan dilakukan akan mengacu pada standar *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Adapun standar pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian agregat kasar

- a. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sesuai dengan ASTM C-127-88
- b. Analisa saringan agregat kasar sesuai dengan ASTM C-136-01
2. Pengujian agregat halus
 - a. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus sesuai dengan ASTM C-128-97
 - b. Kadar Organik Agregat ASTM C 40-99
 - c. Analisa saringan agregat halus sesuai dengan ASTM C 136-01
3. Pengujian *slump* beton
Pengujian mengacu kepada ASTM C-143M-03
4. Pengujian kuat tekan beton
Pengujian mengacu kepada ASTM C 39/C 39M – 99
5. Pengujian susut pada beton
Pengujian mengacu kepada ASTM C 490 93A dan UNI 6555

3.3 Material yang Digunakan

Material yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Semen PCC Tiga Roda
2. Agregat Kasar (Batu Kali Pecah ex.Rumpin)
3. Agregat Halus (Pasir Alam ex.Cimangkok)
4. *Fly Ash* ex.Suralaya
5. Kawat Bendrat
6. Air Suling Laboratorium Struktur dan Material FTUI

3.4 Metode Pengujian Material

3.4.1 Metode Pengujian Konsistensi Semen Hidrolis

A. Tujuan Percobaan

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. Peralatan Percobaan

1. Mesin aduk (*mixer*), dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.
2. Alat vicat (Gambar 1 & 2 pada lampiran beserta petunjuk bagiannya).
3. Timbangan dengan kepekaan sampai 1,0 gram.
4. Gelas ukur dengan kapasitas 150 atau 200 ml.
5. Alat pengorek (*scraper*) dibuat dari karet yang agak kaku
6. Sendok perata (*trowel*).
7. Plastik putih transparan (pengganti sarung tangan).

C. Bahan Percobaan

1. Semen PCC Tiga Roda 500 gram untuk 1 kali percobaan
2. Air bersih (dengan suhu kamar).

D. Prosedur PercobaanPembuatan Pasta Semen

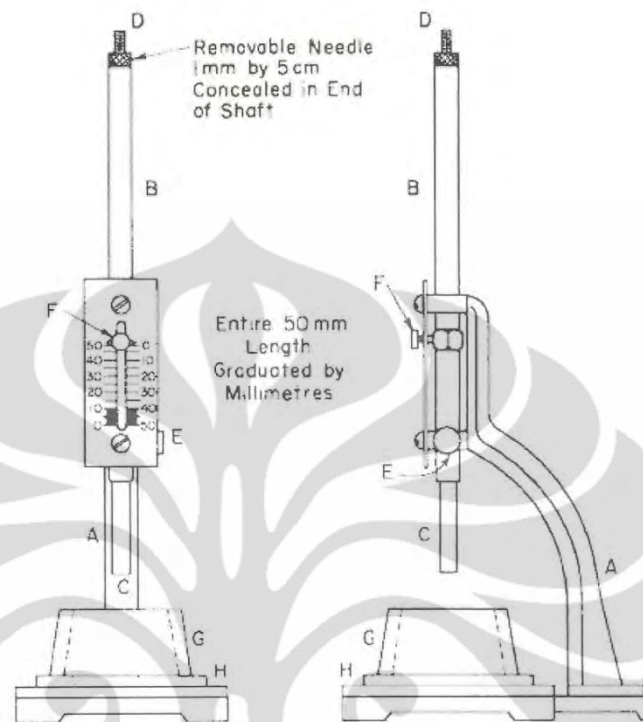
1. Pasang daun pengaduk serta mangkuk pada alat pengaduk.
2. Masukkan bahan untuk percobaan dalam mangkuk, kemudian campurlah bahan-bahan berikut:
 - a. Air bersih ($\pm 125-155$ cc)
 - b. Semen sebanyak 500 gram, dan biarkan untuk penyerapan selama 30 detik
3. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan rendah (140 ± 5 ppm) dan aduk selama 30 detik.
4. Hentikan mesin pengaduk untuk 15 detik dan sapulah bahan pasta dari dinding sisi mangkuk
5. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan sedang (285 ± 10 ppm) dan aduk selama 1 menit.

Pengujian dengan Alat Vicat

6. Segera ambil pasta dari mangkuk dengan tangan yang sudah dilapisi plastik, lalu bentuklah seperti bola. Lemparkan bola

pasta tersebut dari satu tangan ke tangan yang lain (dengan jarak ± 15 cm) beberapa kali. Kemudian tempatkan pada alat vicat. Letakkan pasta yang berbentuk bola di atas cincin konus (yang sudah diletakkan pada pelat gelas).

7. Beri getaran pada cincin konus dengan memukul-mukul sisinya hingga pasta masuk dan memenuhi cincin konus. Ratakan bagian atas pasta semen dengan sendok adukan sedemikian rupa sehingga tidak memberi tekanan pada adukan.
8. Pusatkan cincin berisi pasta dibawah batang B. Sentuhkan batang tersebut tepat pada permukaan pasta semen dan kuncilah jarum C.
9. Tempatkan indikator F pada bilangan bulat (agar penurunannya mudah dibaca). Lepaskan jarum C dengan membuka kunci E, sehingga jarum C akan masuk ke dalam pasta.
10. Bila dalam waktu 30 detik kedalaman masuk jarum C ke dalam pasta besarnya 10 ± 1 mm dari permukaan, maka konsistensi pasta semen tersebut adalah normal.
11. Bila konsistensi normal belum tercapai, ulangi langkah 1-10 hingga tercapai.
12. Catatlah jumlah air yang dibutuhkan untuk mencapai konsistensi normal.



Gambar 3.2 Alat Vicat Jarum Untuk Pengujian Konsistensi Semen Hidrolis

3.4.2 Metode Pengujian Waktu Ikut Semen Hidrolis

A. Tujuan Percobaan

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

B. Peralatan Percobaan

1. Mesin aduk (*mixer*), dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.
2. 2 buah alat vicat (Gambar 1 & 2 pada lampiran beserta petunjuk bagiannya).
3. Timbangan dengan kepekaan sampai 1,0 gram.
4. Gelas ukur dengan kapasitas 500 ml.
5. Sendok perata (*trowel*).
6. Plastik putih transparan (pengganti sarung tangan).
7. Alat pengorek (*scraper*) dibuat dari karet yang agak kaku.

C. Bahan Percobaan

1. Semen PCC Tiga Roda Tipe I $\pm 3,5$ kg (untuk ± 6 percobaan).
2. Air Suling (dengan suhu kamar).

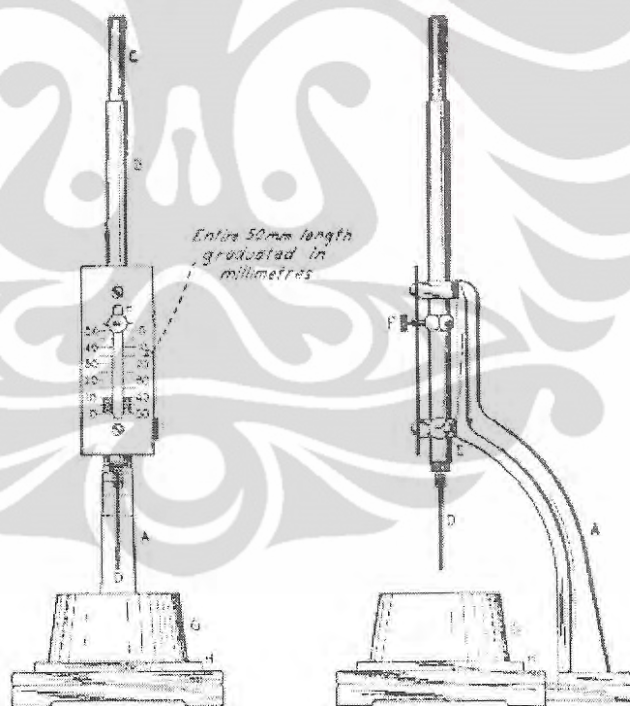
D. Prosedur PercobaanPembuatan Pasta Semen

1. Pasang daun pengaduk serta mangkuk pada alat pengaduk.
2. Masukkan bahan untuk percobaan dalam mangkuk, kemudian campurlah bahan-bahan berikut:
 - a. Air bersih (± 270 cc)
 - b. Semen sebanyak 1000 gram
3. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan rendah (140 ± 5 ppm) dan aduk selama 30 detik.
4. Hentikan mesin pengaduk untuk 15 detik.
5. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan sedang (285 ± 10 ppm) dan aduk selama 1 menit.

Pengujian dengan Alat Vicat

6. Segera ambil pasta dari mangkuk dengan tangan yang sudah dilapisi plastik, lalu bentuklah seperti bola. Lemparkan bola pasta tersebut dari satu tangan ke tangan yang lain (dengan jarak ± 15 cm) beberapa kali. Kemudian tempatkan pada alat vicat. Letakkan pasta yang berbentuk bola di atas cincin konus (yang sudah diletakkan pada pelat gelas).
7. Beri getaran pada cincin konus dengan memukul-mukul sisinya hingga pasta masuk dan memenuhi cincin konus. Ratakan bagian atas pasta semen dengan sendok perata sedemikian rupa sehingga tidak memberi tekanan pada adukan.
8. Turunkan jarum D hingga menyentuh tepat pada permukaan pasta semen. Keraskan sekrup E dan geser jarum penunjuk pada angka 0. Biarkan selama 45 menit.

9. Setelah 45 menit, lepaskan batang B hingga jarum masuk ke dalam pasta semen. Biarkan selama 30 detik. Adakan pembacaan untuk menentukan dalamnya penetrasi.
10. Angkat kembali jarum, letakkan tepat pada permukaan pasta, biarkan selama 15 menit.
11. Setelah 15 menit, ulangi langkah 9 dan 10. Jarak untuk setiap penetrasi pasta tidak boleh lebih kecil dari 6 mm. Percobaan dilakukan hingga tercapai penetrasi sebesar 25 mm atau kurang.
12. Catat hasil semua percobaan penetrasi. Tentukan waktu tercapainya penetrasi sebesar 25 mm.



Gambar 3.3 Alat Vicat Dengan Jarum Untuk Pengujian Waktu Ikat Semen Hidrolis

3.4.3 Metode Pengujian Berat Isi dan *Void* dalam Agregat Kasar

A. Tujuan Percobaan

Tujuan percobaan ini adalah untuk menentukan berat isi dalam agregat kasar dan halus.

B. Peralatan Percobaan

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

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. BAHAN PERCOBAAN

Agregat Kasar

D. PROSEDUR PERCOBAAN

Masukkan contoh agregat ke dalam talam sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah sesuai tabel 3.2, keringkan dalam oven dengan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

Berat isi lepas

1. Timbang dan catat berat wadah [w_1]
2. Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir dari ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh
3. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata
4. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji [w_2]
5. Hitunglah berat benda uji [$w_3 = w_2 - w_1$]

Berat isi pada agregat dengan butir maksimum 38,1 mm [1 ½"] dengan cara penusukan

1. Timbang dan catat berat wadah [w_1]
2. Isilah wadah dengan benda uji dalam 3 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.
3. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata
4. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji [w_2]
5. Hitunglah berat benda uji [$w_3 = w_2 - w_1$]

Berat isi pada agregat ukuran butir antara 38,1 mm [1 ½"] sampai 101,6 mm [4"] dengan cara penggoyangan

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

3.4.4 Metode Pengujian *Specific Gravity* dan Absorpsi Agregat Kasar

A. Tujuan Percobaan

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

B. Peralatan Percobaan

1. Neraca timbangan dengan kepekaan 0,5 gram dan kapasitas minimum 5 kg
2. Besi dengan panjang 8 inci dan tinggi 2,5 inci
3. Alat penggantung keranjang
4. Oven, dengan ukuran mencukupi dan dapat mempertahankan suhu $[110 \pm 5]^{\circ} \text{C}$
5. Handuk

C. Bahan Percobaan

10000 gram (2 x 5000 gram) agregat kasar dalam kondisi SSD, diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat. Bahan benda uji lewat saringan no.4 dibuang.

D. Prosedur Percobaan

1. Benda uji direndam 24 jam.
2. Benda uji digulung dengan handuk, sampai air permukaannya habis, tetapi harus masih tampak lembab [kondisi SSD]. Timbang.
3. Benda uji dimasukkan ke keranjang dan direndam kembali dalam air. Temperatur air $[73,4 \pm 3]^{\circ} \text{F}$ dan ditimbang. Sebelum di timbang, container diisi benda uji, lalu digoyang-goyangkan dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap.
4. Benda uji dikeringkan dalam oven pada temperatur $[212 - 230]^{\circ} \text{F}$. didinginkan, kemudian ditimbang.

3.4.5 Metode Pengujian Abrasi

A. Tujuan Percobaan

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, dengan persen.

B. Peralatan Percobaan

1. Mesin Los Angeles; mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm [26"] panjang dalam 50 cm [20"]. Selinder tertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Selinder berlubang untuk memasukkan benda uji melintang penuh setinggi 8,9 [3,56"].
2. Saringan no.12
3. Timbangan dengan ketelitian 5 gram
4. Oven, dengan ukuran mencukupi dan dapat mempertahankan suhu $[110 \pm 5]^{\circ} \text{C}$
5. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm [1,84"] dan berat masing-masing antara 390 gram sampai 445 gram

C. Bahan Percobaan

1. Berat benda uji 2500 gram untuk ukuran saringan yang lewat 19,05 mm dan tertahan 6,35 mm. 2500 gram untuk ukuran saringan lewat 9,51 mm dan tertahan 4,75 mm
2. Bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu $[110 \pm 5]^{\circ} \text{C}$ sampai berat tetap

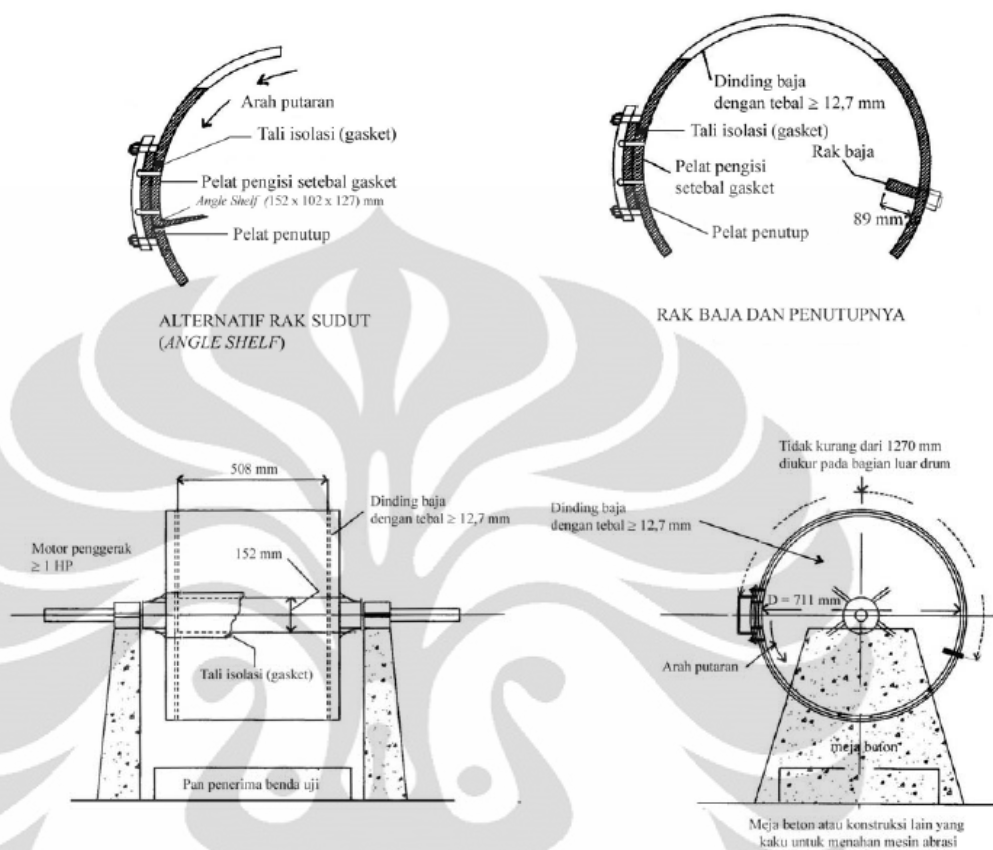
D. Prosedur Percobaan

1. Benda uji direndam 24 jam.
2. Benda uji digulung dengan handuk, sampai air permukaannya habis, tetapi harus masih tampak lembab [kondisi SSD]. Timbang.

3. Benda uji dimasukkan ke keranjang dan direndam kembali dalam air. Temperatur air $[73,4 \pm 3] ^\circ\text{F}$ dan ditimbang. Sebelum di timbang, container diisi benda uji, lalu digoyang-goyangkan dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap.
4. Benda uji dikeringkan dalam oven pada temperatur $[212 - 230] ^\circ\text{F}$, didinginkan dan kemudian ditimbang.

Tabel 3.3 Berat Untuk Setiap Gradasi Benda Uji

Ukuran Saringan		Berat dengan Gradasi Benda Uji [gram]						
Lewat [mm]	Tertahan[mm]	A	B	C	D	E	F	G
76,2	63,5					2500		
63,5	50,8					2500		
50,8	38,1					5000	5000	
38,1	25,4	1250					5000	5000
25,4	19,05	1250						5000
19,05	12,7	1250	2500					
12,7	9,51	1250	2500					
9,51	6,35			2500				
6,35	4,75			2500				
4,75	2,36				5000			
Jumlah Bola		12	11	8	6	12	12	12
Berat Bola [gram]		5000	4584	3330	2500	5000	5000	5000
		± 25	± 25	± 25	± 15	± 25	± 25	± 25



Gambar 3.4 Mesin Los Angeles (Abrasi) dan Bagian-Bagiannya

3.4.6 Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

A. Tujuan Percobaan

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

B. Peralatan

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
2. Satu set saringan : 1/2, 3/8, 1/4, No. 4, PAN. [Standar ASTM]
3. Oven, yang dilengkapi dengan pengukur suhu untuk memanasi sampai $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$.
4. Alat pemisah contoh [*simple splitter*].
5. Mesin penggetar saringan.

6. Talam-talam.
7. Kuas, sikat kuningan, sendok dan alat – alat lainnya.

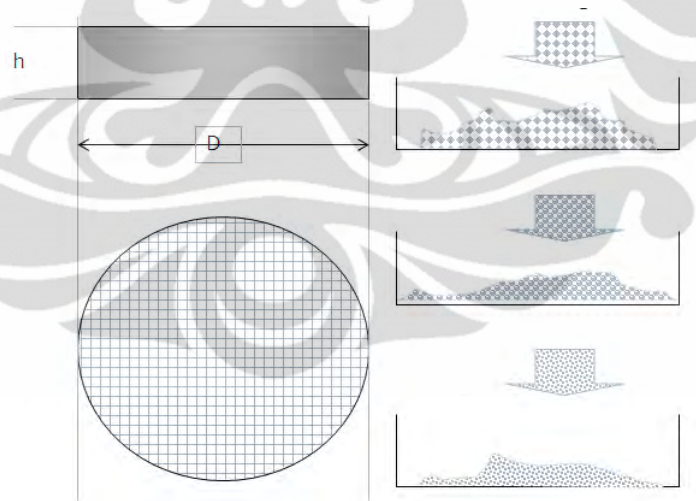
C. Bahan

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat yang berupa agregat kasar sebanyak :

Ukuran maksimum $\frac{1}{2}$, berat minimum 1500 gram.

D. Prosedur Percobaan

1. Pertama – tama agregat halus tersebut dipanaskan dalam oven dengan suhu $[110\pm 5]$ sampai berat tetap.
2. Timbang beratnya.
3. Dengan menggunakan saringan ukuran $\frac{1}{2}$ sampai paling bawah (*Pan*), saringlah agregat tersebut.
4. Getarkan dengan mesin penggetar selama 15 menit.
5. Timbang berat benda yang tertahan di masing – masing saringan kemudian catat.



Gambar 3.5 Saringan Agregat Kasar

3.4.7 Metode pengujian *specific gravity* dan absorpsi agregat halus

A. Tujuan Percobaan

Menentukan *bulk* dan *apparent specific gravity* dan absorpsi dari agregat halus menurut ASTM C 128, guna menentukan volume agregat dalam beton.

B. Peralatan

1. Neraca timbangan dengan kepekaan 0,1 gram dan kapasitas maksimum 1 kg.
2. Piknometer kapasitas 500 gram.
3. Cetakan kerucut pasir.
4. Tongkat pemadat (*Tamper*) dari logam untuk cetakan kerucut pasir.
5. Oven, dengan ukuran yang mencukupi dan dapat mempertahankan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$
6. Talam
7. Ember

C. Bahan

1000 gram (2 x 500 gram) agregat halus, diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat.

D. Prosedur Percobaan

1. Ambil agregat halus sebanyak kurang lebih 1000 gram dengan menggunakan talam.
2. Biarkan di udara bebas selama 1 hari.
3. Timbang agregat halus 2 x 500 gram.
4. Ambil piknometer
5. Catat berat piknometer+air (tertera pada piknometer)
6. Masukkan 1000 gram agregat halus ke dalam piknometer @ 500 gram
7. Tambahkan air hingga 90% piknometer

8. Mengguncang piknometer hingga agregat halus tercampur merata dengan air (hingga tidak keluar gelembung udara ketika diguncang).
9. Tambahkan air hingga batas yang tertera pada piknometer
10. Timbang berat piknometer+agregat+air, catat
11. Rendam piknometer di dalam air hingga tiga per empat bagian piknometer terendam dan biarkan 1 hari (dapat dilakukan di bak atau ember).
12. Keluarkan agregat dari piknometer ke talam
13. Masukkan ke dalam oven (110 ± 5)°C selama 1 hari.
14. Keluarkan dari oven dan tusuk dengan menggunakan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
15. Timbang berat agregat halus, catat.

3.4.8 Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

A. Tujuan Percobaan

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

B. Peralatan

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
2. Satu set saringan : No. 4; No. 8; No.16; No.30; No.50; No.100; No.200 [Standar ASTM]
3. Oven, yang dilengkapi dengan pengukur suhu untuk memanasi sampai [110 ± 5]°C.
4. Alat pemisah contoh [*simple splitter*].
5. Mesin penggetar saringan.
6. Talam-talam.
7. Kuas, sikat kuning, sendok dan alat – alat lainnya.

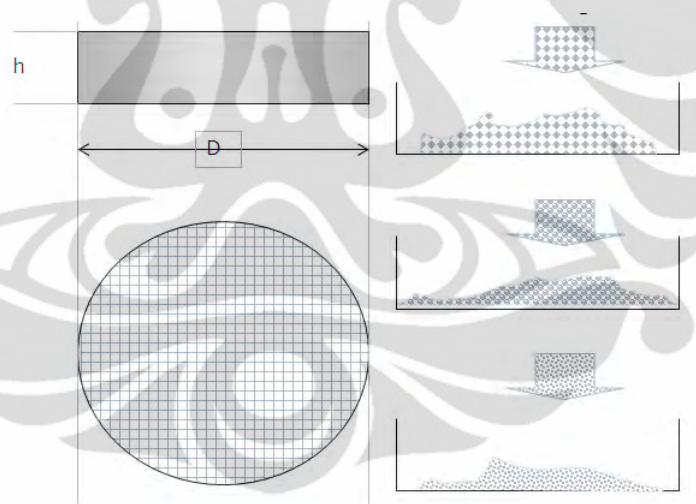
C. Bahan

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat yang berupa agregat halus sebanyak :

Ukuran maksimum No.4 ; berat minimum 500 gram

D. Prosedur Percobaan

1. Pertama – tama agregat halus tersebut dipanaskan dalam oven dengan suhu $[110\pm 5]$ sampai berat tetap.
2. Timbang beratnya.
3. Dengan menggunakan saringan ukuran No.4 sampai paling bawah (*pan*), saringlah agregat tersebut.
4. Getarkan dengan mesin penggetar selama 15 menit.
5. Timbang berat benda yang tertahan di masing – masing saringan kemudian catat.



Gambar 3.6 Saringan Agregat Halus

3.4.9 Metode Pengujian Kadar Air Agregat Kasar dan Agregat Halus

A. Tujuan Percobaan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air agregat dengan cara mengeringkannya. Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Percobaan ini digunakan untuk

menyesuaikan berat takaran beton apabila terjadi perubahan kadar kelembaban beton.

B. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh
2. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
3. Talam logam

C. Bahan

Berat contoh agregat minimum tergantung pada ukuran butir maksimum.

Tabel 3.4 Berat Contoh Agregat Minimum

Ukuran Butir Maksimum		Berat Contoh Minimum
(mm)	(inchi)	(kg)
6,3	¼	0,5
9,5	3/8	1,0
12,7	½	2,0
19,1	¾	3,0
25,4	1	4,0
38,1	1 ½	5,0
50,8	2	8,0
63,5	2 ½	10,0
76,2	3	13,0
88,9	3 ½	16,0
101,6	4	25,0
152,4	6	50,0

D. Prosedur

1. Timbang dan catat berat talam (w_1)
2. Masukkan benda uji kedalam talam kemudian timbang dan catat beratnya (w_2)
3. Hitunglah berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$)

4. Keringkan benda uji beserta talam dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap
5. Setelah kering, timbang dan catatlah benda uji beserta talam (w_4)
6. Hitung berat benda uji kering ($w_5 = w_4 - w_1$)

3.4.10 Metode Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

A. Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksud 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. Talam
3. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$
4. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh

C. Bahan

Agregat Halus

D. Prosedur

1. Ambil benda uji (agregat), masukkan benda uji ke dalam talam
2. Benda uji dioven selama 24 jam.
3. Siapkan 500 gram benda uji
4. Dari talam, benda uji dituangkan ke saringan no.16 dan no.200 yang telah ditumpuk sambil disiram dengan menggunakan air
5. Penyiraman dilakukan sekaligus dengan mengguncang saringan no.16 dan no.200. Pencucian dilakukan hingga bahan terlihat cukup bersih
6. Timbang berat talam
7. Bahan yang telah tersaring dituangkan ke talam
8. Talam dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam

9. Keluarkan talem dari oven
10. Timbang berat bahan

3.4.11 Metode Pengujian Kotoran Organik

A. Tujuan Percobaan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan adanya bahan organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton.

B. Peralatan

1. Botol gelas kaca tidak berwarna dengan isi sekitar 350 ml.
2. Standar warna (*organik plate*)
3. Larutan NaOH 3%

C. Bahan

1. Agregat halus sebanyak 500 gr (*kondisi oven dry*)
2. Air sebanyak 485 ml
3. NaOH 15 gr

D. Prosedur

1. Masukkan benda uji ke dalam botol
2. Tambahkan larutan NaOH 3%
3. Tutuplah botol, lalu kocok kuat-kuat dan biarkan selama 24 jam
4. Setelah 24 jam bandingkan warna cairan yang terlihat di atas agregat dengan warna standar no.3

3.4.12 Mix Design Benda Uji dengan Metode ACI

Prosedur perhitungan campuran beton secara garis besarnya adalah sebagai berikut:

1. Uji terhadap material beton,
 - a. *Specific Gravity* dan absorpsi agregat kasar dan halus
 - b. Kadar air agregat kasar dan agregat halus
 - c. Kadar lumpur dan kandungan organik agregat halus

- d. Berat isi agregat kasar dan halus
 - e. Analisa saringan agregat kasar dan halus
 - f. Penentuan waktu ikat dan konsistensi normal semen hidrolisis
2. Pemilihan nilai *slump*

Nilai *slump* pada umumnya diberikan untuk pekerjaan struktur tertentu, namun bila tidak diberikan, maka nilai *slump* dapat diambil dari tabel berikut:

Tabel 3.5 Recommended Slump For Various Type of Construction Design According to ACI 211.1-9

<i>Type of Construction</i>	<i>Range of Slump</i>	
	mm	in
<i>Reinforced foundation walls and footings</i>	20-80	1-3
<i>Plain footings, caissons, and substructure walls</i>	20-80	1-3
<i>Beams and reinforced walls</i>	20-100	1-4
<i>Building columns</i>	20-100	1-4
<i>Pavements and slabs</i>	20-80	1-3
<i>Mass concrete</i>	20-80	1-3

3. Menentukan ukuran butir maksimum agregat kasar
 - a. Ukuran maksimum tidak boleh lebih besar dari 1/5 dimensi minimum elemen struktur, 1/3 tebal pelat, atau $\frac{3}{4}$ ruang bebas antar tulangan. Batasan ini memberikan nilai agregat maksimum sebesar 1,5 in (40 mm), kecuali untuk produksi massal.
 - b. Perkembangan saat ini menyarankan, untuk nilai *W/C ratio* yang sama, maka pengurangan ukuran maksimum agregat akan meningkatkan kekuatan betonnya.
4. Estimasi jumlah air pencampur dan kandungan udara

Estimasi jumlah air pencampur (W) dapat dihitung berdasarkan tabel berikut:

Tabel 3.6 Approximate Mixing Water and Air Content Requirements for Different Slumps and Maximum Aggregate Sizes

Slump	<i>Mixing Water Quantity in kg/m³ (lb/yd³) for the listed Nominal Maximum Aggregate Size</i>							
	10 mm	12.5 mm	20	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm	150 mm
	(0.375 in.)	(0.5 in.)	(0.75 in.)	(1 in.)	(1.5 in.)	(2 in.)	(3 in.)	(6 in.)
Non-Air-Entrained PCC								
30-50 (1 - 2)	205 -350	200 -335	185 -315	180 -300	160 -275	155 -260	145 -220	125 -190
80-100 (3 - 4)	225 -385	215 -365	200 -340	195 -325	175 -300	170 -285	160 -245	140 -210
150-180 (6 - 7)	240 -410	230 -385	210 -360	205 -340	185 -315	180 -300	170 -270	-
<i>Typical entrapped air (%)</i>	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Air-Entrained PCC								
30-50 (1 - 2)	180 -305	175 -295	165 -280	160 -270	145 -250	140 -240	135 -205	120 -180
80-100 (3 - 4)	200 -340	190 -325	180 -305	175 -295	160 -275	155 -265	150 -225	135 -200
150 - 180 (6 - 7)	215 -365	205 -345	190 -325	185 -310	170 -290	165 -280	160 -260	-
Recommended Air Content (percent)								
<i>Mild Exposure</i>	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
<i>Moderate Exposure</i>	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
<i>Severe Exposure</i>	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Sumber: ACI,2000

5. Water-cement Ratio

Rasio air-semen ditentukan oleh kekuatan dan ketahanan yang diinginkan.

- a. Kekuatan dari beton dapat di estimasi dari nilai rasio air-semen dapat ditentukan berdasarkan kekuatannya melalui tabel 3.7.
- b. Ketahanan. Jika terdapat kondisi lingkungan yang cukup ekstrim, seperti beku, terkena air laut secara langsung, atau sulfat, maka nilai rasio air-semen harus dilakukan penyesuaian lagi.

Tabel 3.7 Relation Between Water/Cement Ratio and Average Compressive Strength of Concrete

Average compressive strength at 28 days*		Effective water / cement ratio (by mass)	
Mpa	psi	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
45	-	0,38	-
-	6000	0,41	-
40	-	0,43	-
35	5000	0,48	0,4
30	-	0,55	0,46
-	4000	0,57	0,48
25	-	0,62	0,53
-	3000	0,68	0,59
20	-	0,7	0,61
15	-	0,8	0,71
-	2000	0,82	0,74

* Measured on standard cylinders. The values given are for maximum size of aggregate 20 to 25 mm (3/4 to 1"), for concrete containing not more than the percentage of air shown table 2 and for ordinary portland (Type I) cement.

Sumber: ACI 211.1-91

6. Menghitung jumlah semen (C) yang diperlukan

Berat satuan semen (C) dapat dihitung dari berat satuan air (W) dan *water-cement ratio* (W/C).

$$C = \frac{W}{W/C}$$

7. Estimasi jumlah agregat kasar (CA) yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Volume of Coarse Agregate or Unit Volume of PCC for Different Fine Aggregate Fineness Modulus for Pavement PCC

<i>Nominal Maximum Aggregate Size</i>	<i>Fine Aggregate Fineness Modulus</i>			
	2,4	2,6	2,8	3
10 mm (0.375 inches)	0,5	0,48	0,46	0,44
12.5 mm (0.5 inches)	0,59	0,57	0,55	0,53
20 mm (0.75 inches)	0,66	0,64	0,62	0,6
25 mm (1 inches)	0,71	0,69	0,67	0,65
40 mm (1.5 inches)	0,75	0,73	0,71	0,69
50 mm (2 inches)	0,78	0,76	0,74	0,72
70 mm (3 inches)	0,82	0,8	0,78	0,76
150 mm (6 inches)	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber: ACI,2000

8. Menentukan estimasi jumlah agregat halus

Estimasi kandungan agregat halus, dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu:

- a. Metode Massa
- b. Metode Volume

Metode massa mengestimasi berat jenis beton yang akan dibuat dari tabel 3.9

Tabel 3.9 First Estimate of Density (Unit Weight) of Fresh Concrete

<i>Nominal Maximum Aggregate Size</i>	<i>Non-air entrained</i>		<i>Air-entrained</i>	
	kg/m³	lb/yd³	kg/m³	lb/yd³
10 mm (0.375 inches)	2285	3840	2190	3690
12.5 mm (0.5 inches)	2315	3890	2235	3760
20 mm (0.75 inches)	2355	3960	2280	3840
25 mm (1 inches)	2375	4010	2315	3900
40 mm (1.5 inches)	2420	4070	2355	3960
50 mm (2 inches)	2445	4120	2375	4000
70 mm (3 inches)	2465	4160	2400	4040
150 mm (6 inches)	2505	4230	2435	4120

Sumber: ACI 211.1-91

Atau dapat dihitung dengan persamaan:

$$\rho(\text{dalam } kg/m^3) = 10\gamma_a(100 - A) + C \left(1 - \frac{\gamma_a}{\gamma}\right) - W(\gamma_a - 1)$$

Maka massa agregat halus per unit volume beton adalah

$$S = \rho - (W + C + CA)$$

Atau dengan metode volume, estimasi massa agregat halus per unit volume beton didapat lebih akurat:

$$S = \gamma_S \left[100 - \left(W + \frac{C}{\gamma} + \frac{CA}{\gamma_{CA}} + 10A \right) \right]$$

Dengan:

S = Massa agregat halus per unit volume beton

γ_S = Berat jenis pasir

W = Berat satuan air

C = Berat satuan semen

γ = Berat jenis semen

CA = Jumlah agregat kasar

γ_{CA} = Berat jenis agregat kasar

A = Persentase rongga udara

9. Penyesuaian jumlah agregat dilakukan terhadap kandungan kelembaban permukaan agregatnya. Penyesuaian jumlah agregat dilakukan karena agregat kasar dan halus memiliki kelembaban (*moisture*) dan kemampuan menyerap air (*absorption*) yang harus diperhitungkan.

$$CA' = CA(1 + CA_{moisture} - CA_{absorption})$$

$$FA' = FA(1 + FA_{moisture} - FA_{absorption})$$

$$W' = W - [CA(CA_{moisture} - CA_{absorption}) + FA(FA_{moisture} - FA_{absorption})]$$

Dengan:

CA = *Coarse Aggregate*

FA = *Fine Aggregate*

W = Jumlah air sebelum kelembaban dan penyerapan air

W' = Jumlah air setelah kelembaban dan penyerapan air

10. Percobaan di laboratorium.

3.4.13 Pengujian Kuat Tekan beton

Untuk kuat tekan beton pengujiannya akan dilakukan sesuai dengan prosedur ASTM C 39/C 39M – 03. Sampel akan dibuat dengan silinder ukuran 15 cm x 30 cm. Dalam hal ini jumlah sampel yang akan dibuat adalah :

Tabel 3.10 Jumlah Sampel Untuk Uji Tekan

Kadar Kawat Bendrat	Pengujian pada umur			
	3 hari	7 hari	14 hari	28 hari
0 %	5 sampel	5 sampel	5 sampel	6 sampel*
4%	5 sampel	5 sampel	5 sampel	6 sampel*
6%	5 sampel	5 sampel	5 sampel	6 sampel*
8%	5 sampel	5 sampel	5 sampel	6 sampel*
10%	5 sampel	5 sampel	5 sampel	6 sampel*
12%	5 sampel	5 sampel	5 sampel	6 sampel*

Keterangan: * = 3 buah silinder kecil dan 3 buah silinder besar agar di peroleh faktor konversi silinder kecil ke silinder besar.

Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Persiapan pengujian.
 - a. Benda uji yang akan ditentukan kekuatannya diambil dari bak perendam sehari sebelum diuji tekan. Benda uji ditempatkan ditempat yang kering.
 - b. Berat dan ukuran benda uji ditentukan.
 - c. Permukaan atas benda uji dilapisi (*capping*) dengan sulfur dengan cara sebagai berikut: Sulfur padat dilelehkan dalam pot peleleh (*melting pot*) sampai suhu kira-kira 130 °C. Sulfur yang telah cair dituangkan ke dalam cetakan pelapis (*capping plate*) yang telah dilapisi oleh oli. Kemudian benda uji diletakkan tagak lurus pada cetakan pelapis sampai sulfur cair menjadi keras.
 - d. Benda uji siap untuk diperiksa.
2. Prosedur uji tekan

- Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara centris.
- Mesin dijalankan, tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
- Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat.

Perhitungan untuk kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

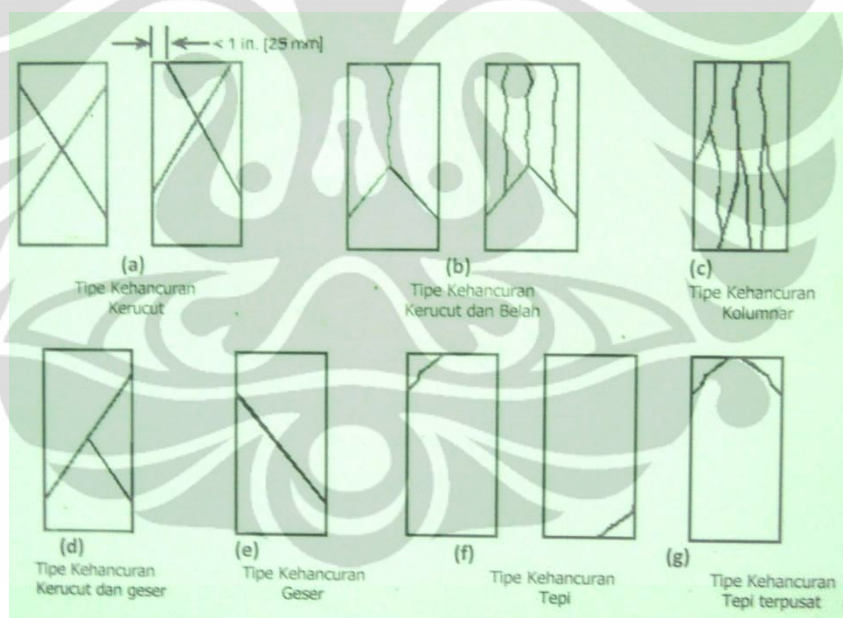
$$\text{Kekuatan tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

di mana:

P = beban maksimum [kg]

A = luas penampang benda uji [cm²]

Setelah pengujian maka keretakan harus memenuhi syarat :



Gambar 3.7 Pola Retak

Sumber: ASTM C 39/C 39M – 03

3.4.14 Pengujian Susut Beton (ASTM C490-04&UNI 6555)

Untuk pengujian susut pada beton akan mengacu kepada ASTM C 490 -04 dan UNI (*Italian Organization for Standardization*). Yang membedakan pengujian kedua standar ini adalah dimensi benda uji dan cara meletakkan benda uji yaitu pada standar ASTM benda uji diletakkan secara vertikal

pada komparator dan pada standar UNI benda uji diletakkan secara horizontal. Dalam hal ini jumlah sampel yang akan dibuat adalah :

Tabel 3.11 Jumlah Sampel Untuk Uji Susut

Kadar Kawat Bendrat	Pengujian pada umur 28 hari	
	UNI	ASTM C490-04
0 %	3 sampel	-
4%	3 sampel	-
6%	3 sampel	-
8%	3 sampel	-
10%	3 sampel	3 sampel
12%	3 sampel	3 sampel

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perubahan panjang, peningkatan atau pengurangan dalam dimensi linear benda uji, diukur sepanjang sumbu longitudinal, tanpa adanya pembebanan. Pengujian dilakukan selama 28 hari. Benda uji balok beton berukuran 7,5 cm x 7,5 cm x 25 cm (ASTM C490-04) dan 10 cm x 10 cm x 50 cm (UNI 6555). Dalam hal ini benda uji ASTM C490-04 hanya dibuat 2 komposisi dikarenakan ketersediaan *mould* saat penelitian pada awalnya hanya untuk standar UNI saja sehingga ketika *mould* untuk ASTM dibuat hanya mampu untuk membuat untuk 2 komposisi terakhir saja dikarenakan keterbatasan waktu.

Peralatan:

1. Alat ukur susut.
2. *Length comparator* , berukuran 25,4 cm (ASTM C490-04)
3. *Length comparator* , berukuran 50 cm (UNI 6555)
4. *Dial gauge*, ketelitian 0,001 mm
5. Alat pengukur kelembaban dan suhu
6. *Beam mould* 7,5 cm x 7,5 cm x 25,4 cm (UNI 6555)
7. *Beam mould* 10 cm x 10 cm x 50 cm (ASTM C490-04)
8. Kain Majun

Langkah Kerja:

1. Benda uji balok yang sudah mengalami proses perawatan disiapkan berukuran 7,5 cm x 7,5 cm x 25,4 cm (ASTM C490-04) dan 10 cm x 10 cm x 50 cm (UNI 6555), diukur dimensinya (juga untuk mengetahui balok tersebut memenuhi persyaratan keseragaman sampel).
2. Tempatkan balok uji pada ruang yang dijaga kelembaban dan suhunya.
3. Ukur *reference bar* terlebih dahulu pada alat pembacaan *comparator* sebelum mengukur benda uji. Baca *dial gauge*.
4. Ukur benda uji dengan letak yang sama dengan *comparator* pada alat uji. Baca *dial gauge* dan catat suhu dan kelembabannya.
5. Setelah pembacaan, bersihkan pelat pada alat ukur, untuk membersihkannya dari air dan pasir.
6. Letakan benda uji pada tempatnya dengan dilapisi kain majun yang telah dibasahi untuk menjaga kelembabannya.
7. Pembacaan dilakukan pada umur awal dengan *comparator*, kemudian diukur setiap harinya sampai benda uji berumur 28 hari.

Perhitungan perubahan panjang (Susut)

$$L = \frac{(L_x - L_i)}{G} \times 100$$

Dimana :

L = Perubahan panjang pada umur x, %

L_x = Pembacaan *comparator* pada benda uji pada umur x dikurangi pembacaan *comparator* pada *reference bar* pada umur x, mm

L_i = Pembacaan *comparator* awal dikurangi pembacaan *comparator* pada *reference bar* pada waktu yang sama, mm.

G = *Nominal gauge length*, 25,4 mm. (ASTM C490-04)

G = *Nominal gauge length*, 50 mm. (UNI 6555)

BAB 4

ANALISIS DATA DAN HASIL PENELITIAN

4.1 ANALISA PENGUJIAN MATERIAL DAN HASIL UJI BETON

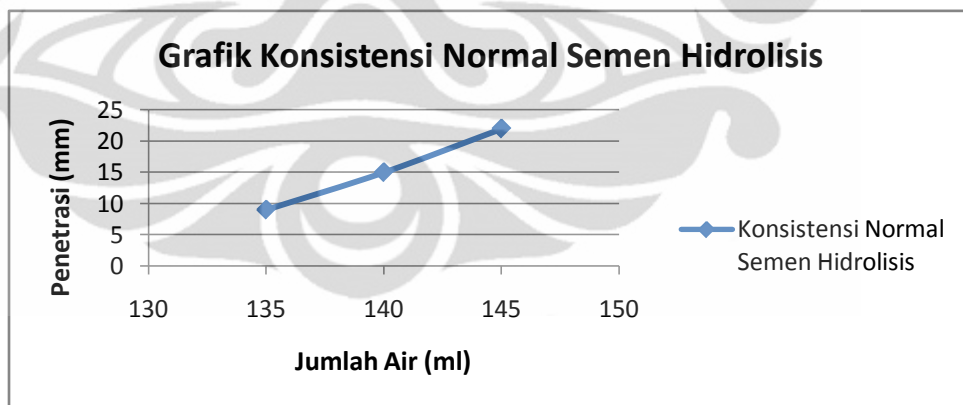
4.1.1 Semen

4.1.1.1 Penentuan Konsistensi Normal Semen Hidrolis

Pengujian konsistensi normal semen hidrolis untuk menentukan keperluan waktu pengikatan semen (*setting*) atau menentukan jumlah air yang dibutuhkan untuk mempersiapkan pasta semen hidrolis untuk pengepresan. Konsistensi normal adalah keadaan dimana jarum penetrase mencapai 10 ± 1 mm dalam waktu 30 detik. Prosedur pengujian dilakukan berdasarkan ASTM C187-98. Berikut ini adalah penentuan kadar air untuk mencapai konsistensi normal:

Tabel 4.1 Percobaan Konsistensi Normal

No	Jumlah air	Penetrasi
1	145 ml	22 mm
2	140 ml	15 mm
3	135 ml	9 mm



Gambar 4.1 Grafik Konsistensi Semen Hidrolis

Dari percobaan yang dilakukan diperoleh konsistensi normal pada pengujian yang ketiga dengan menggunakan 145 ml air. Sehingga konsistensi normal yang diperoleh dari percobaan adalah 22 mm. Menurut SNI 03-6826-2002 nilai konsistensi hendaknya tidak boleh melampaui 30 mm. Hal ini menunjukkan semen yang digunakan telah memenuhi syarat konsistensi normal. Faktor yang mempengaruhi dalam pengujian ini antara

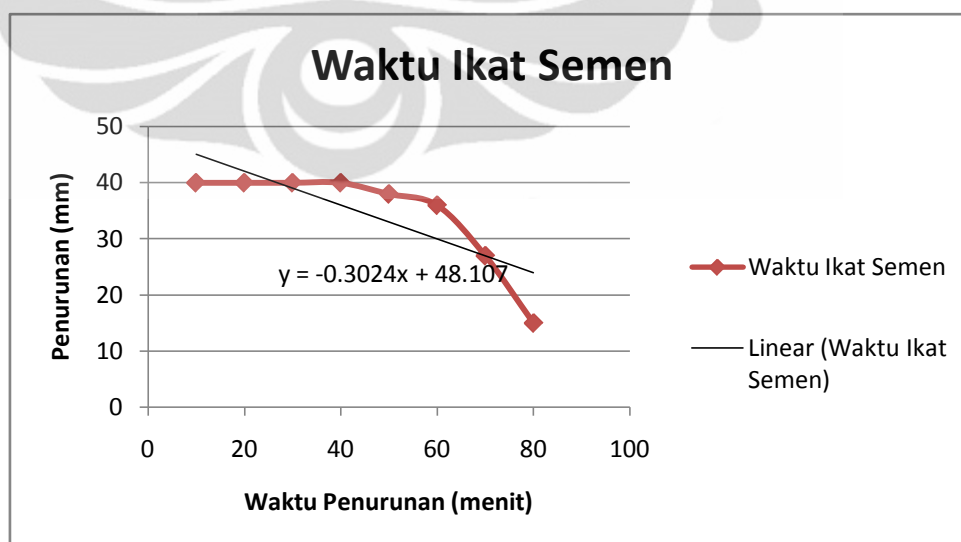
lain yaitu kondisi dari *portland cement* itu sendiri, waktu pengadukan dan suhu serta kelembaban relatif saat pengujian yang mempengaruhi hasil pengujian ini.

4.1.1.2 Penentuan Waktu Ikat Semen Hidrolis

Percobaan waktu ikat semen hidrolis bertujuan untuk menentukan waktu pengikatan semen hidrolis dalam keadaan konsistensi normal dengan alat vikat. Waktu ikat adalah waktu yang dibutuhkan sejak penambahan air pencampur sampai campuran mencapai derajat kekakuan tertentu seperti yang diukur melalui prosedur spesifik. Prosedur yang dilakukan mengikuti ASTM C 91 -82. Menurut standar, waktu ikat terjadi ketika penetrasi telah mencapai 25 mm. Waktu ikat terjadi pada menit ke-80 sebagaimana terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Percobaan Waktu Ikat Semen

no	Waktu Penurunan (menit)	Penurunan (mm)
1	10	40
2	20	40
3	30	40
4	40	40
5	50	38
6	60	36
7	70	27
8	80	15



Gambar 4.2 Grafik Waktu Ikat Semen Hidrolis

Sehingga diperoleh waktu ikat hingga mencapai penurunan 25 mm pada menit ke 76,412 yang artinya lebih cepat dari standar yang ditetapkan oleh ASTM yaitu 90 menit. Ini menandakan bahwa semen lebih cepat mengeras (*setting*) dan membutuhkan air lebih banyak.

4.1.2 Agregat Kasar

4.1.2.1 Hasil dan Analisa Pengujian Terhadap Agregat Kasar

Tabel 4.3 Hasil Percobaan Analisa Specific Gravity dan Absorpsi dari Agregat Kasar

<i>Bulk Specific Gravity</i>	2.79	gr/cm ³
SSD	2.91	gr/cm ³
<i>Apparent Specific Gravity</i>	3.15	gr/cm ³
Absorpsi	4.10%	

Dari hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa berat jenis agregat kasar ex. Rumpin memenuhi syarat berat jenis agregat kasar pada ASTM C127-04 yaitu berkisar antara 2,7-3 gr/cm³. Sedangkan nilai absorpsi yang disyaratkan adalah dibawah 4%. Dari hasil percobaan nilai absorpsi yang diperoleh sedikit lebih tinggi dari yang disyaratkan. Adapun absorpsi yang tinggi dari agregat akan menyebabkan penurunan kekuatan tekan beton.

4.1.2.2 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

Nilai berat isi agregat bergantung pada tigha l, yaitu bentuk agregat, tekstur agregat, serta cara pematatannya. Bentuk dan tekstur akan mempengaruhi kekuatan dari beton. Bentuk agregat yang baik adalah berbentuk *angular* memiliki kekuatan yang baik. Sedangkan bentuk agregat yang pipih justru akan menurunkan kekuatan beton. Pengujian dilakukan berdasarkan ASTM C29 /29M-97. Hasil pengujian berat isi agregat adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

Perlakuan	Berat isi (kg/dm ³)	Rongga Udara
Lepas	1.39	50.08%
Penusukkan	1.51	45.72%
Penggoyangan	1.55	44.43%

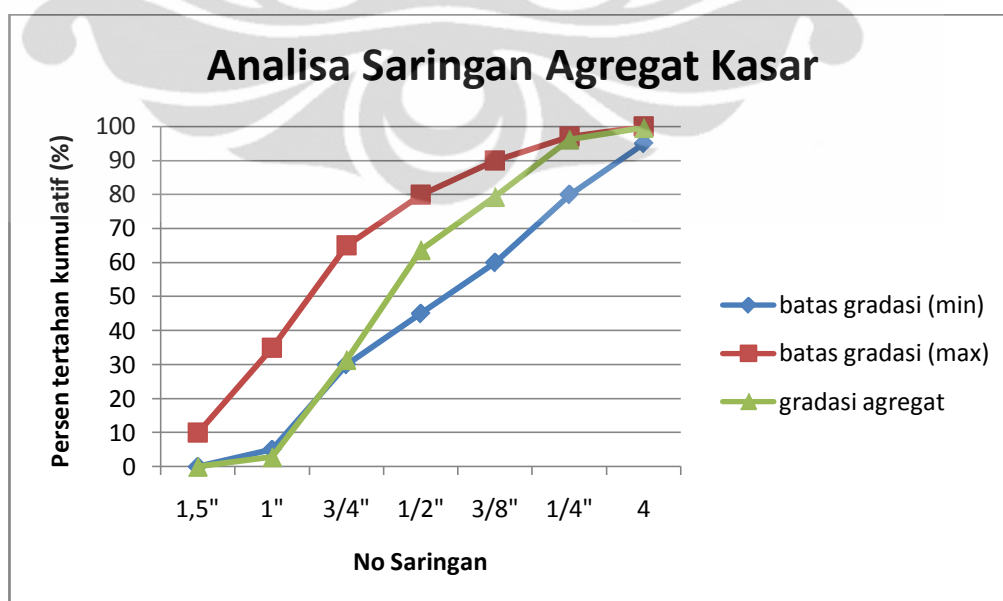
4.1.2.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi dari agregat kasar yang diujikan, kemudian menentukan apakah memenuhi syarat untuk menghasilkan *workability* yang memadai. Pengujian analisa saringan agregat kasar mengikuti ASTM C136-05. Hasil analisa saringan agregat kasar ex.Rumpin dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar

No	Ukuran saringan	Rata-Rata		SNI 02-2384-1992
		%tertahan kumulatif	%lolos kumulatif	% lolos kumulatif
1	1 ½" (38,1 mm)	0	100	90-100
2	1" (25,4 mm)	2,80	97,20	
3	¾" (19,1 mm)	31,42	68,58	35-70
4	½" (12,7 mm)	63,72	36,28	
5	3/8" (9,52 mm)	79,32	20,68	10-40
6	¼" (6,35 mm)	96,18	3,82	
7	4 (4,75 mm)	99,60	0,40	0-5
8	Pan	100,00	0,00	

Dan setelah dilakukan pengujian analisa saringan, agregat kasar yang digunakan memenuhi rentang nilai yang dibandingkan dengan SNI 02-2384-1992. Adapun hasil analisa saringan tersebut dapat dilihat dalam grafik berikut:



Gambar 4.3 Gradasi Agregat Kasar dibandingkan dengan SNI 02-2384-1992

Dari grafik menunjukkan bahwa hasil analisis saringan berada di antara batas maksimum dan minimum sehingga agregat kasar yang digunakan sudah memenuhi syarat analisis saringan yang ideal.

4.1.2.4 Pengujian Abrasi dengan Mesin *Los Angeles*

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Keausan agregat tersebut dinyatakan dengan perbandingan berat bahan aus lewat saringan No.12 terhadap berat awal, dalam persen. Pengujian abrasi dengan *Los Angeles* mengikuti ASTM C131-89. Hasil pengujian di laboratorium dengan menggunakan mesin *Los Angeles* didapatkan sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Abrasi dengan Menggunakan Mesin *Los Angeles*

Gradasi pemeriksaan		Gradasi B	
Ukuran saringan			
Lewat	Tertahan	Berat sebelum	Berat sesudah
¾	1/2	2500	3391
½	3/8	2500	
JUMLAH		5000	3391
Keausan		32,18 %	

Gradasi yang dilakukan pada percobaan ialah gradasi B di mana material agregat kasar memiliki ukuran butir maksimum 19,0 mm ($3/4''$) sampai dengan agregat yang memiliki ukuran butir 9,5 mm ($3/8''$). Menurut ASTM C 131 – 89, persentase abrasi ideal berada antara nilai 15 – 45%. Hasil yang didapatkan dari percobaan menunjukkan keausan agregat sebesar 32,18% yang berada di antara rentang yang disyaratkan.

4.1.3 Agregat Halus

4.1.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan *bulk* dan *apparent specific gravity* dan absorpsi dari agregat halus guna mendapatkan volume agregat dalam beton. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali. Berikut ialah rata-rata nilai *specific gravity* yang didapat:

Tabel 4.7 Hasil Percobaan Analisa *Specific Gravity* dan Absorpsi dari Agregat Halus

Berat Jenis	Nilai
Berat Jenis Curah (<i>Bulk Specific Gravity</i>)	2,52
Berat Jenis SSD (<i>Saturated Surface Dry</i>)	2,58
Berat Jenis Semu (<i>Apparent Specific Gravity</i>)	2,69
Absorpsi	2,46%

Berdasarkan ASTM C 128-93, nilai absorpsi yang baik untuk agregat halus maksimal sebesar 2%. Dari hasil percobaan diperoleh nilai absorpsi sebesar 2,46%. Hal ini menunjukkan agregat halus yang digunakan menyerap air lebih banyak dari batas yang disyaratkan. Sehingga dampak yang terjadi antara lain penggunaan air yang lebih banyak dan mengakibatkan penurunan kekuatan beton akibat lemahnya ikatan antara agregat dan pasta semen. Sedangkan nilai *apparent specific gravity* yang ideal berada di antara 2,6 – 2,7 dan dari percobaan didapatkan hasil 2,69. Sehingga dapat disimpulkan agregat halus yang digunakan telah memenuhi nilai *specific gravity* yang telah ditentukan oleh ASTM.

4.1.3.2 Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi dan rongga udara pada agregat halus. Dimana berat isi memiliki pengertian perbandingan berat dengan isi atau volume. Berdasarkan ASTM C29/29M-97 dijelaskan bahwa ada tiga metode yang digunakan untuk mencari berat isi agregat halus. Metode-metode tersebut ialah berat isi lepas, berat isi dengan cara penusukan, dan berat isi dengan cara penggoyangan. Nilai berat isi untuk masing-masing metode beserta rongga udaranya terdapat dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4.8 Hasil Percobaan Berat Isi Agregat Halus

Berat Isi	Nilai	Rongga Udara
Berat Isi Lepas	1,01	59,8%
Berat Isi Dengan Penggoyangan	1,11	56,19%
Berat Isi Dengan Penusukan	1,07	57,53%

Dari tabel di atas terlihat bahwa metode yang memiliki nilai berat isi paling besar yaitu 1,11 dan rongga udara paling kecil yaitu sebesar 56,19% adalah berat isi dengan cara penggoyangan. Hal ini dikarenakan komponen antar agregat halus saling mengisi rongga-rongga yang kosong

sehingga menjadi lebih padat dan memiliki volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan kedua metode lainnya.

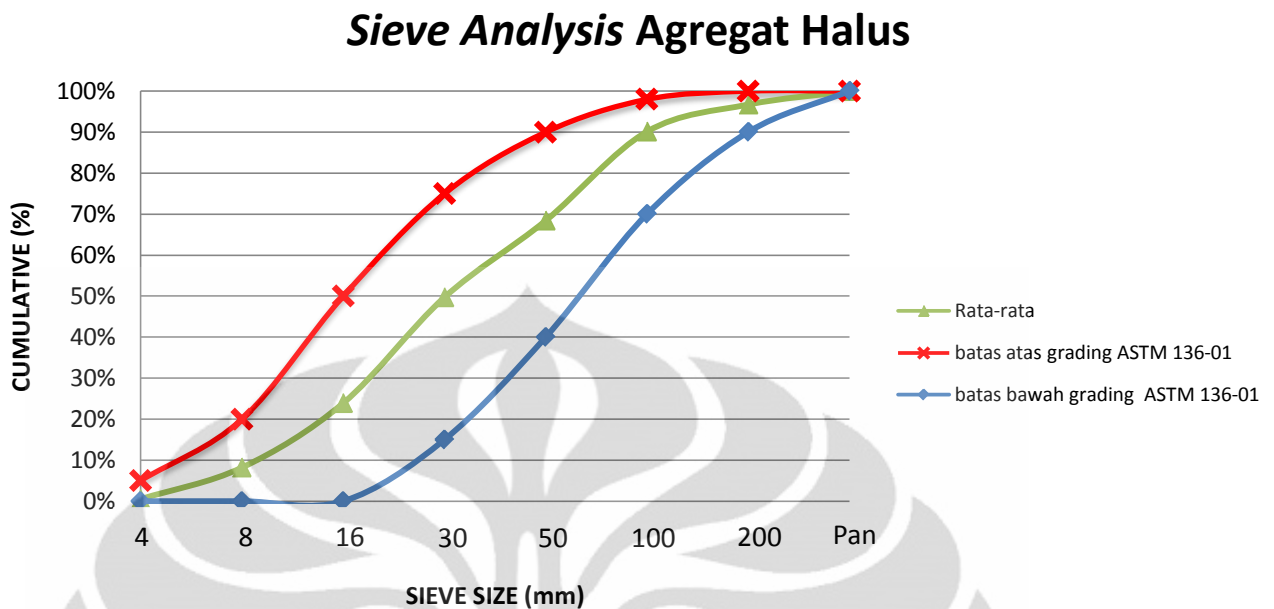
4.1.3.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan agregat halus bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat halus dengan menggunakan saringan. Prosedur pengujian analisa saringan pada agregat halus sama dengan agregat kasar hanya berbeda pada ukuran saringan yang digunakan. Ketentuan mengenai pengujian ini diatur dalam ASTM 136-01. Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali di mana masing-masing pengujian menggunakan agregat halus sebanyak 500 gr. Berikut adalah rata-rata perhitungan *sieve analysis* agregat halus ex.Cimangkok:

Tabel 4.9 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus

No	Saringan	Rata-rata		Gradasi Zone II
		%tertahan kumulatif	%lolos kumulatif	%lolos kumulatif
1	4	0.50%	99.50%	90 – 100
2	8	8.20%	91.80%	75 – 100
3	16	23.90%	76.10%	55 – 90
4	30	49.70%	50.30%	35 – 59
5	50	68.40%	31.60%	8 – 30
6	100	90.10%	9.90%	0 – 10
7	200	96.70%	3.30%	
8	pan	100.00%	0.00%	
	FM	2.40		

Fineness Modul us (FM) didefinisikan sebagai nilai ke halusan distribusi butiran. Kisaran nilai FM untuk agregat halus yang ideal berada antara 2,3 hingga 3. Kegunaan dari *fineness modulus* ialah mempengaruhi kelecakan (*workability*) dari beton segar. Jika dibandingkan dengan hasil yang didapat, maka dapat dikatakan bahwa agregat halus yang digunakan telah memiliki ke halusan yang ideal dan mudah dalam pengerjaannya. Untuk menentukan jenis gradasinya, dapat dianalisis dari grafik di bawah ini:



Gambar 4.4 Gradasi Agregat Halus

Dari grafik dapat dilihat bahwa hasil gradasi agregat halus berada diantara batas minimum dan batas maksimum gradasi agregat halus. Terdapat 4 zona gradasi dalam agregat halus. Yaitu zona I, zona II, zona III, dan zona IV. Dikarenakan gradasi ini masuk dalam batas zona II yang telah ditetapkan didalam IS 383-1963, maka pasir C imangkoy yang digunakan dalam pengujian diklasifikasikan dalam zona II.

4.1.3.4 Pengujian Bahan Lewat Saringan No. 200

Pengujian ini memiliki tujuan untuk menentukan jumlah bahan atau partikel lain (lumpur dan partikel kecil lainnya) yang terdapat dalam agregat halus lewat saringan no.200 dengan cara pencucian. Menurut ASTM C117-04 minimum agregat yang lolos saringan no.4 yang diuji adalah 300 gr, dalam pengujian agregat halus yang digunakan sebesar 500gr. Pengujian dilakukan dengan mengkondisikan agregat kering oven selama 24 jam kemudian dicuci melewati saringan no.16 dan 200. Agregat yang tertahan pada saringan tersebut dioven 24 jam dan ditimbang. Berikut ini ialah data yang diperoleh dalam pengujian ini:

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Pemeriksaan Bahan lewat Saringan No.200

Berat	Awal	500
	Akhir	453
Kadar lumpur		9,40%

Menurut ASTM C117 -04 “*Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No.200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*” disebutkan bahwa kadar lumpur dalam agregat halus tidak boleh melebihi 5%. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa kadar lumpur yang terkandung sebesar 9,4%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kadar lumpur ini tidak memenuhi syarat ASTM. Sehingga perlu dilakukan pencucian agregat halus sebelum dicampur dengan beton sebelum pencampuran. Namun dikarenakan jumlah pasir yang harus digunakan cukup banyak maka pencucian yang dilakukan hanya dibasahkan dengan air agar lumpur dari pasir berkurang. Cara pencucian dengan menyiram pasir dilakukan beberapa hari sebelum pasir digunakan agar pasir tetap berada dalam kondisi SSD. Adapun dampak yang dapat terjadi antara lain penurunan kekuatan beton dan menyebabkan korosi pada kawat (*Steel Fiber*).

4.1.3.5 Pengujian Kadar Organik dalam Agregat Halus

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan adanya bahan organik dalam pemeriksaan pasir alam yang digunakan sebagai bahan campuran mortar atau beton. Pengujian ini dimulai dengan mencampurkan agregat halus dengan larutan NaOH lalu dibandingkan warna dengan *organic plate*. Kandungan bahan organik yang terdapat dalam agregat halus dapat dilihat dari warna yang terdapat pada *organic plate*, no.1 menunjukkan kandungan organik yang terkandung sangat sedikit dan no.6 menunjukkan banyaknya kandungan organik dalam agregat halus tersebut. Nilai kandungan organik yang diizinkan hanya sampai warna no.3 dalam *organic plate*. Pengujian kadar organik dalam agregat halus mengikuti ASTM C 40-04. Dari hasil pengujian didapatkan kandungan organik warna no.1 seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.5 Pengujian *Organic Impurities*

4.2 Hasil dan Analisa Campuran Beton

4.2.1 Perhitungan *Mix Design*

Data-data perhitungan *mix design* untuk membuat beton normal adalah sebagai berikut:

- a) $f_c' = 25 \text{ MPa}$
- b) $MSA = 25 \text{ mm}$
- c) $Slump = 15 \pm 2 \text{ cm}$
- d) Berat Jenis Agregat Kasar = $2,91 \text{ gr/cm}^3$
- e) Berat Jenis Agregat Halus = $2,59 \text{ gr/cm}^3$
- f) *Normal Weight Aggregate* = 1,550
- g) FM pasir = 2,4
- h) Berat Jenis Semen = $3,15 \text{ gr/cm}^3$
- i) $W/C \text{ Ratio} = 0,5$

Dari data-data di atas dilakukan perhitungan (terlampir) dengan metode ACI sehingga diperoleh kebutuhan material per 1 m^3 . Selain semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, pada penelitian ini juga ditambahkan *fly ash* sebesar 15% dari jumlah semen. Fungsi dari *fly ash* ini sebagai *cementitious* atau material pengganti semen. Kemudian juga ditambahkan kawat benrat dengan variasi 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12% dari berat semen. Sehingga jumlah semen yang digunakan per m^3 berbeda untuk tiap variasi kawat benrat, karena selain dikurangi dengan *fly ash*, jumlah semen juga dikurangi dengan jumlah kawat benrat. Berikut adalah

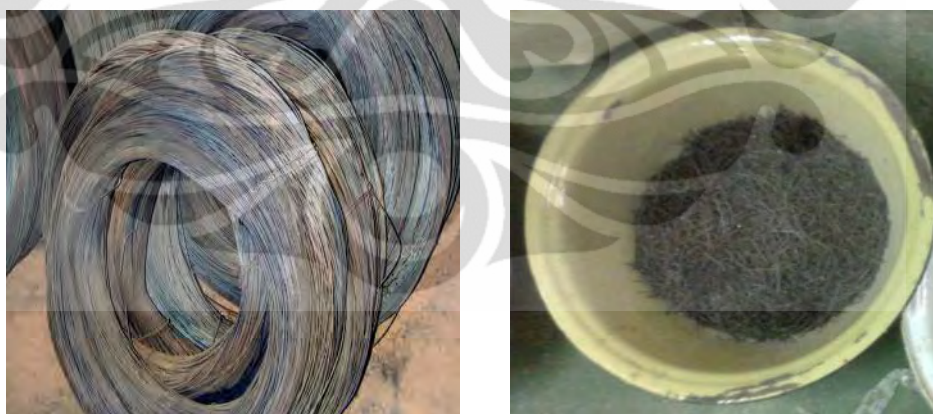
detail perincian kebutuhan material per m^3 setiap variasi penambahan kawat bendrat:

Tabel 4.11 Kebutuhan Material Pembentuk Beton per m^3

<i>Fiber (%)</i>	<i>Water (kg/m³)</i>	<i>Cement (kg/m³)</i>	<i>Coarse Aggregate (kg/m³)</i>	<i>Sand (kg/m³)</i>	<i>Fly Ash (kg/m³)</i>	<i>Kawat Bendrat (kg/m³)</i>
0	202	343.4	1101	716,31	60.6	0
4	202	327.24	1101	716,31	60.6	16.16
6	202	319.16	1101	716,31	60.6	24.24
8	202	311.08	1101	716,31	60.6	32.32
10	202	303.00	1101	716,31	60.6	40.4
12	202	294.92	1101	716,31	60.6	48.48

4.2.2 Persiapan Material

Langkah pertama dalam persiapan kawat bendrat yaitu memotongnya dengan panjang ± 3 cm. Kawat bendrat yang telah dipotong ditutup dalam sebuah wadah agar tidak cepat berkarat. Jumlah material pembentuk beton lainnya di siapkan mengikuti perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk data perhitungan campuran beton dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4.6 Kawat Bendrat yang Telah Dipotong ± 3 cm (kanan)

Adapun hal yang perlu diperhatikan yaitu setiap jumlah kawat bendrat yang terkandung dalam campuran beton, maka dibutuhkan air untuk mencapai nilai *slump* yang dikehendaki dan juga *workability* pembuatan beton menjadi lebih sulit. Dengan penambahan air ini akan membuat *w/c* berubah yang nantinya mempengaruhi kekuatan dan ikatan dari matriks beton. Selain itu, ketika kawat bendrat telah tercampur dalam

adukan beton maka campuran beton tidak boleh dibiarkan terlalu lama karena, berat jenis kawat bendrat yang lebih tinggi akan membuat kawat menggumpal (*balling effect*) di dasar campuran beton. Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah suhu dan kelembaban dalam pengecoran karena dapat mempengaruhi nilai *slump* 15 ± 2 cm.

4.2.2 Pencampuran dan Uji *Slump*

Proses pencampuran diawali dengan mencampur semen, *fly ash* dan agregat halus terlebih dahulu. Setelah tercampur merata, air ditambahkan ke dalam campuran hingga terbentuk *ettringite*. Kemudian setelah terbentuk *ettringite*, agregat kasar baru dicampurkan ke dalam molen dan ditambahkan air hingga terbentuk adonan beton segar. Setelah itu, kawat bendrat dituangkan secara perlahan dengan disebar secara acak pada adukan beton agar merata. Kemudian dibiarkan mesin molen mengaduk $\pm 30-60$ detik dan kemudian dilakukan test *slump*.

Pengadukan benda uji dimulai dengan memasukkan agregat kasar dan agregat halus pada *mixer*, kemudian setelah agregat kasar dan agregat halus tercampur dimasukkan semen dan air secara perlahan-lahan. Setelah campuran merata kemudian dilakukan test *slump*. Tidak lupa pengukuran suhu dan kelembaban relatif saat pengecoran juga dilakukan untuk mengestimasi penambahan/pengurangan air akibat cuaca saat pengecoran.



Gambar 4.7 Proses Penuangan Kawat Bendrat dan Mesin Molen

Kemudahan pengerjaan atau *workability* dari suatu campuran beton ditentukan oleh nilai *slump*. *Slump* yang diharapkan sebesar 15 ± 2 cm. Namun pada pelaksanaan di lapangan seringkali terjadi penambahan air

untuk mengejar nilai *slump* yang telah direncanakan. Semakin besar penambahan bendrat, maka *workability* dalam pengerjaan beton semakin sulit. Proses pengukuran *slump* dapat dilihat pada gambar berikut:

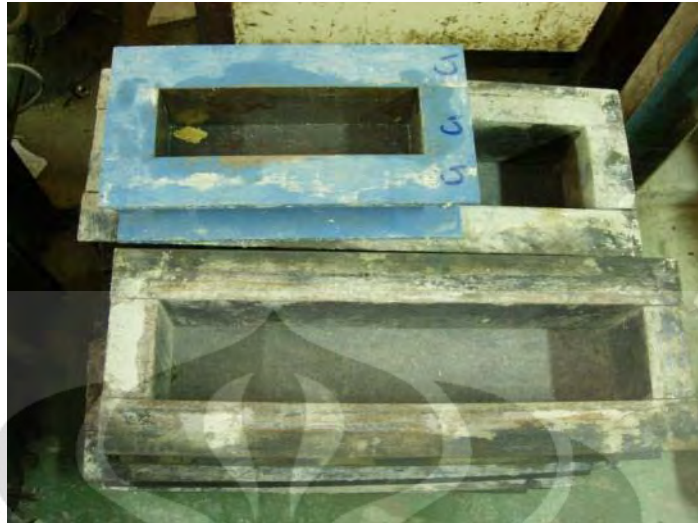


Gambar 4.8 Pengukuran Suhu & Kelembaban Relatif (kiri) dan Pengukuran *Slump* (kanan)

Setelah nilai *slump* rencana tercapai, maka beton segar dimasukkan ke dalam bekisting yang telah disediakan. Sebelumnya bekisting harus sudah diolesin oli terlebih dahulu agar pada saat membuka bekisting lebih mudah. Untuk tes tekan digunakan 2 jenis silinder ukuran 10 x 20 cm dan 15 x 30 cm. Sedangkan untuk susut digunakan benda uji berukuran 10 x 10 x 50 cm dan 7,5 x 7,5 x 25,4 cm.



Gambar 4.9 Silinder 15x30 cm & Silinder 10x20 cm



Gambar 4.10 Bekisting Susut 7,5x7,5x25,4cm(biru) & Bekisting Susut 10x10x50cm



Gambar 4.11 Benda Uji dalam Bekisting (Tekan dan Susut)

4.2.3 Perawatan Benda Uji

Benda uji yang telah dibuka dari bekisting langsung di *curing*. Proses *curing* bertujuan untuk mencegah penguapan air dari beton yang dapat menyebabkan retak. Proses *curing* sendiri dilakukan di kolam beton Laboratorium Struktur dan Material FTUI. Benda uji yang akan dites, harus dikeluarkan minimal 18 jam sebelum pengujian dilakukan. Sedangkan benda uji untuk tes susut tidak di *curing* pada kolam beton tetapi langsung dipasang pada alat komparator dan di *curing* dengan cara disemprot secara berkala dan intensif pada 1 minggu awal. Berikut ialah gambar dari proses *curing* dan benda uji yang akan dites setelah *curing*:



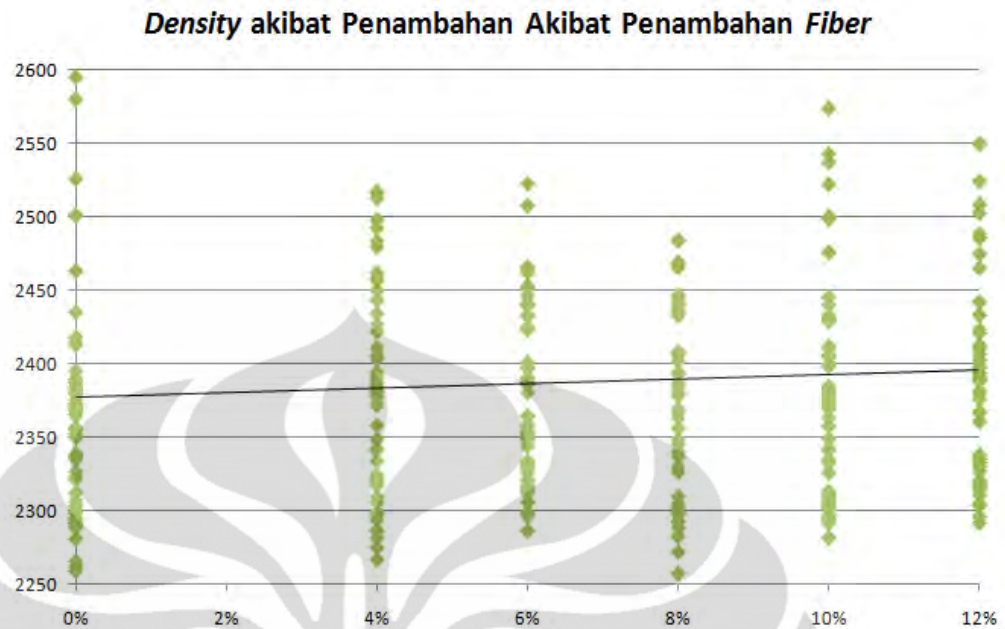
Gambar 4.12 Proses *Curing* Beton di kolam beton (benda uji tekan) dan disemprot (benda uji susut)



Gambar 4.13 Benda Uji setelah *Curing* diangkat minimal 18 jam sebelum pengetesan (benda uji kuat tekan)

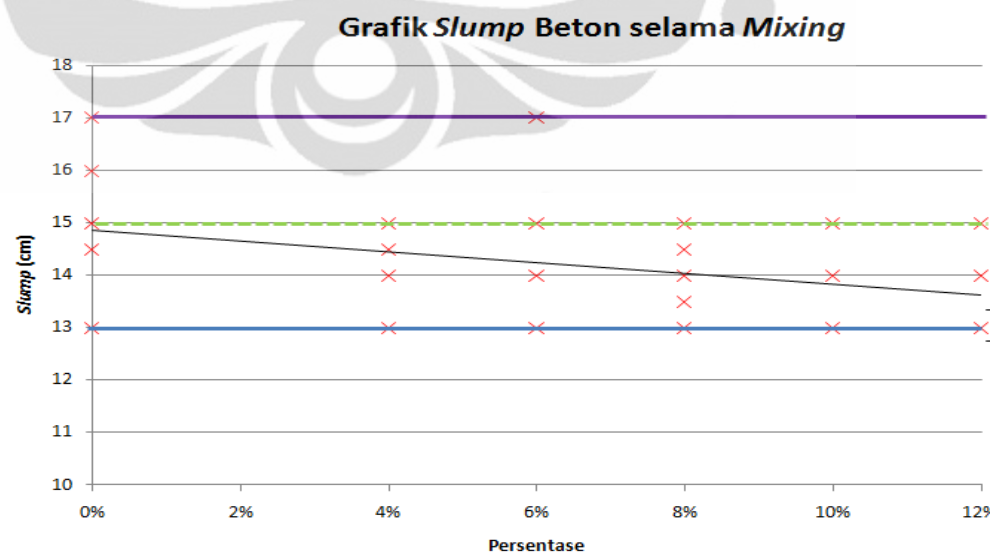
4.3 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton yang Telah Mengeras

Pada beton yang telah mengeras (*setting*) dilakukan pengetesan kuat tekan beton dan uji susut. Data yang didapatkan dari hasil pengujian ini ditabulasikan. Dengan penambahan *fiber* ini diperoleh bahwa *density* dari beton meningkat dengan adanya penambahan kawat bendrat yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini:

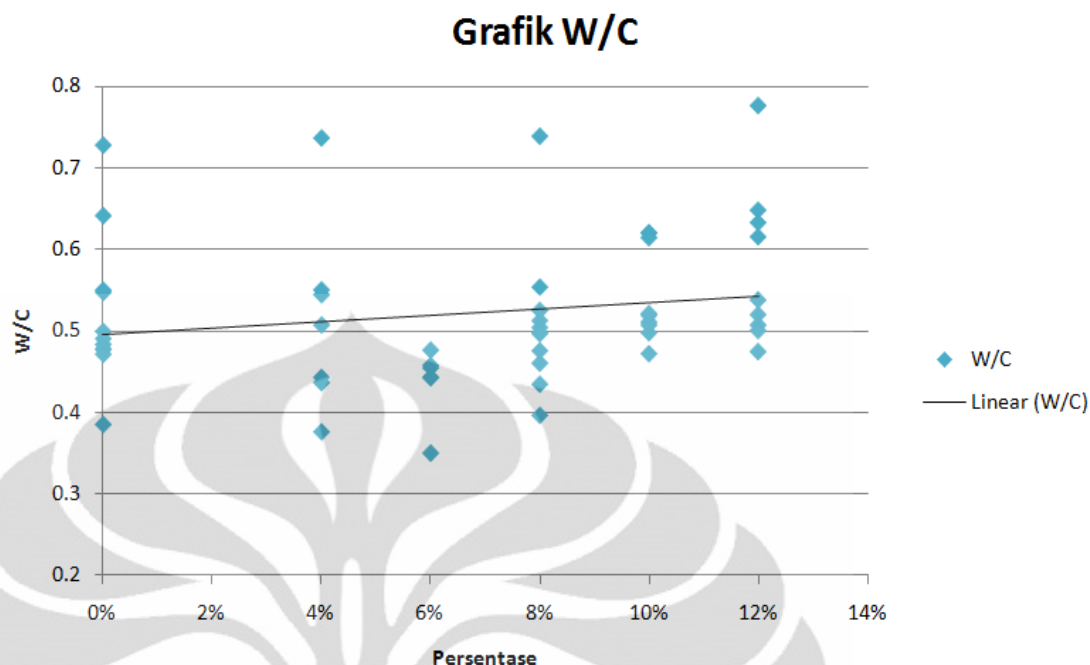


Gambar 4.14 Grafik Density Beton Masing-Masing Variasi Penambahan Bendrat

Selama pengecoran terjadi penambahan air yang menyebabkan perubahan w/c ratio, yang dapat berdampak pada kuat tekan dan susut beton. Ini dikarenakan peneliti menambahkan air hingga mencapai *slump* yang telah direncanakan bukan mempertahankan w/c ratio. Adapun resiko mempertahankan *slump* mengakibatkan adanya perubahan dari w/c ini karena dipengaruhi penambahan *fiber* yang dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.15 Grafik Slump Beton selama Mixing



Gambar 4.16 Grafik W/C yang berubah karena Adanya Penambahan Air

Kemudian diteliti pengaruh penambahan kawat benrat terhadap kuat tekan beton dan uji susut dan dibandingkan dengan beton tanpa serat kawat benrat.

4.3.1 Analisa Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan benda menggunakan 2 jenis benda uji berupa silinder dengan ukuran 15 x 30 cm untuk pengetesan 28 hari dan 10 x 20 cm untuk pengetesan 3,7,14 dan 28 hari. Kemudian benda uji 10 x 20 cm untuk pengetesan hari ke 3,7, dan 14 hari di buat sebanyak 5 sampel. Kemudian untuk benda uji silinder kecil 10 x 20 cm dibuat 3 sampel untuk umur 28 hari. Untuk silinder besar ukuran 15 x 30 cm di buat 3 sampel umur 28 hari. Benda uji ini akan digunakan sebagai acuan konversi kuat tekan benda uji dari sampel silinder kecil 10 x 20 cm ke sampel silinder besar 15 x 30 cm. Konversi di gunakan karena pengujian ini ada yang menggunakan silinder kecil ukuran 10 x 20 cm, sehingga untuk mengetahui f_c' harus dilakukan konversi ke silinder besar ukuran 15 x 30 cm. Akan tetapi, konversi ini juga akan dibandingkan dengan konversi standar dari silinder kecil ke silinder besar. Setelah dilakukan pengujian data yang diambil adalah data yang memiliki standar deviasi kurang dari 14% (sesuai ASTM C 39/C 39M – 03). Apabila benda uji melebihi standar

deviasi yang disyaratkan, maka benda uji tersebut tidak dimasukkan dalam perhitungan (minimal 3 benda uji).

Benda uji dibuat dalam variasi bendrat sebesar 0%, 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12% serat kawat bendrat yang menggantikan berat semen. Benda uji 0% dibuat sebagai pembandingan antara beton berserat dengan yang tidak berserat. Sehingga, dapat dilihat hasil kuat tekan beton akibat penambahan dari serat kawat bendrat dengan menggantikan berat semen.

Perhitungan untuk kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kekuatan tekan beton} = \frac{P}{A} (\text{kg/cm}^2)$$

di mana:

P = beban maksimum [kg]

A = luas penampang benda uji [cm²]

Berikut adalah hasil kuat tekan untuk masing-masing komposisi *Fiber* :

Tabel 4.12 Hasil Kuat Tekan 3 Hari Untuk Masing-Masing Komposisi

Hasil Kuat Tekan Masing-Masing Komposisi			
% <i>Fiber</i>	fc' 3 hari (MPa)	Naik/Turun	Kenaikan/Penurunan Kekuatan (dibandingkan ke 0% <i>Fiber</i>)
0	14.362	-	0%
4	13.053	Turun	-9.113%
6	13.129	Turun	-8.585%
8	16.776	Naik	16.807%
10	11.297	Turun	-21.341%
12	10.066	Turun	-29.912%

Dari tabel 4.12 terlihat bahwa terjadi peningkatan kuat tekan umur 3 hari pada komposisi penambahan *Fiber* 8% yang cukup signifikan yaitu sebesar 16,807%. Untuk komposisi 4% dan 6% untuk kuat tekan umur 3 hari mengalami penurunan 9,113% dan 8,585%. Untuk komposisi bendrat 10% dan 12% terjadi penurunan kuat tekan yang cukup signifikan yaitu 21,341% dan 29,912%. Hal ini dapat terjadi karena pada saat penambahan *Fiber* yang cukup banyak akan terjadi *balling effect* yaitu penggumpalan serat kawat bendrat dalam campuran beton saat pengadukan yang dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.17 Peristiwa terjadinya *BallingEffect*

Tabel 4.13 Hasil Kuat Tekan 7 Hari Untuk Masing-Masing Komposisi

Hasil Kuat Tekan Masing-Masing Komposisi			
%Fiber	fc' 7 hari (MPa)	Naik/Turun	Kenaikan/Penurunan Kekuatan (dibandingkan ke 0% Fiber)
0	21.696	-	0%
4	20.764	Turun	-4.297%
6	17.831	Turun	-17.813%
8	20.030	Turun	-7.681%
10	15.877	Turun	-26.820%
12	14.422	Turun	-33.530%

Dari tabel 4.13 terlihat bahwa terjadi penurunan pada seluruh komposisi 4%-12% penambahan *Fiber*. Untuk komposisi 4% dan 8% penurunan yang terjadi kurang dari 10%. Ini dapat dikarenakan ikatan matriks beton pada komposisi ini lebih cepat mengikat pada umur awal beton. Ini dapat terjadi karena proses ikatan matriks beton dan serat kawat bendrat belum maksimal sehingga terjadi penurunan yang cukup drastis terutama pada komposisi 10% dan 12% *Fiber*.

Tabel 4.14 Hasil Kuat Tekan 14 Hari Untuk Masing-Masing Komposisi

Hasil Kuat Tekan Masing-Masing Komposisi			
%Fiber	fc' 14 hari (MPa)	Naik/Turun	Kenaikan/Penurunan Kekuatan (dibandingkan ke 0% Fiber)
0	24.212	-	0%
4	20.582	Turun	-14.992%
6	23.511	Turun	-2.896%
8	22.309	Turun	-7.860%
10	18.816	Turun	-22.287%
12	17.800	Turun	-26.483%

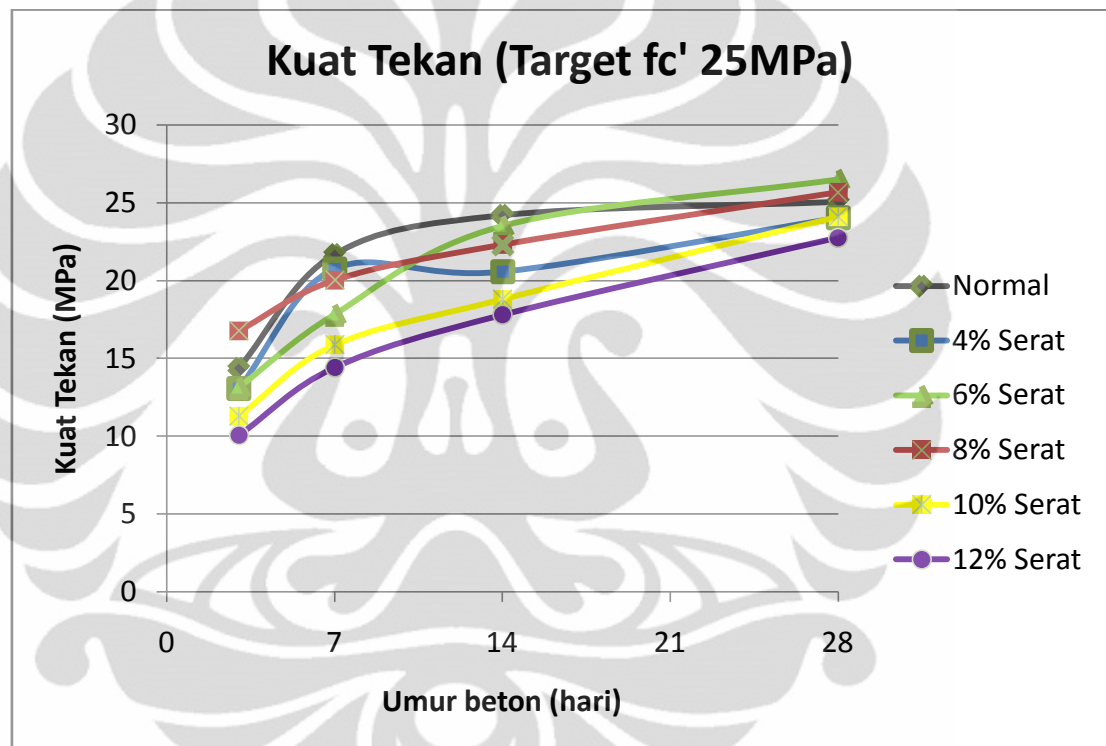
Pada umur 14 hari beton sudah mencapai sekitar 88% ke kuatannya yang direncanakan. Dari tabel 4.14 terlihat bahwa terjadi penurunan pada seluruh komposisi 4% -12% penambahan *Fiber*. Dan penurunan terbesar masih pada komposisi 10% dan 12% karena banyaknya kawat yang menyebabkan *balling effect* pada saat *mixing*, matrix betonnya belum saling mengikat dengan serat kawat bendrat. Hanya pada komposisi 6% dan 8% yang penurunannya cukup kecil yaitu 2,896% dan 7,86%. Ini dikarenakan pada komposisi 6% dan 8% ke kuatannya sudah hampir mencapai maksimum sehingga matriks beton dan serat kawat bendrat sudah mulai menyatu.

Tabel 4.15 Hasil Kuat Tekan Masing-Masing Komposisi

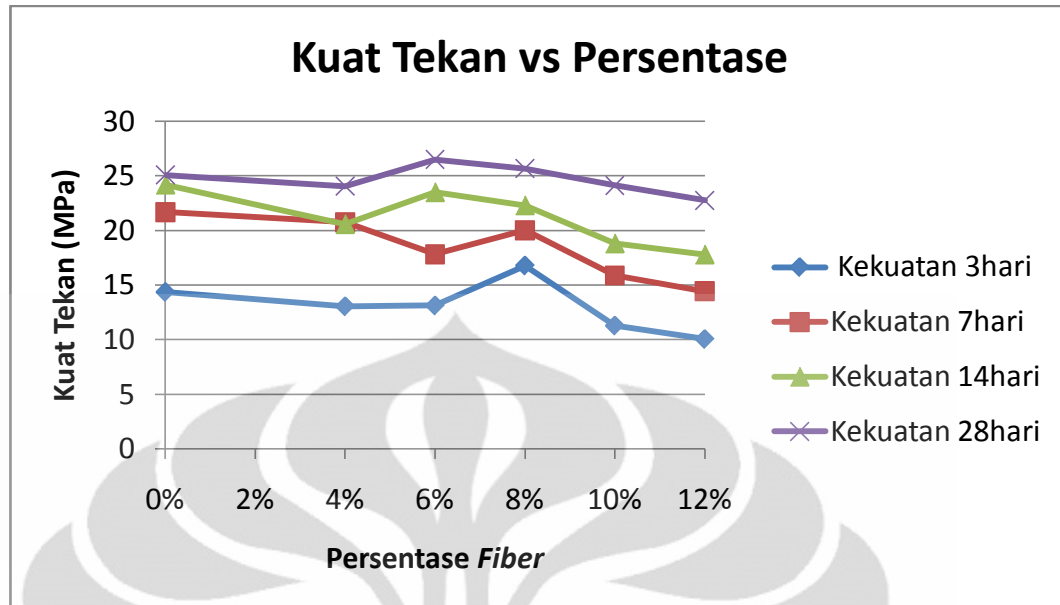
Hasil Kuat Tekan Masing-Masing Komposisi			
%Fiber	fc' 28 hari (MPa)	Naik/Turun	Kenaikan/Penurunan Kekuatan (dibandingkan ke 0% Fiber)
0	25.078	-	0%
4	24.051	Turun	-4.097%
6	26.503	Naik	5.682%
8	25.673	Naik	2.372%
10	24.111	Turun	-3.856%
12	22.753	Turun	-9.272%

Umur beton 28 hari adalah kondisi dimana kuat tekan beton telah mencapai 100% (maksimum). Dari tabel 4.15 terlihat bahwa terjadi kenaikan kuat tekan beton pada komposisi 6% dan 8% masing-masing sebesar 5,682% dan 2,372% dibandingkan beton tanpa serat kawat bendrat. Sedangkan untuk komposisi 4%, 10%, dan 12% tidak terjadi kenaikan melainkan mengalami penurunan kuat tekan, tetapi tidak terlalu

signifikan. Penurunan terbesar terjadi pada komposisi 12% sebesar 9,272% yang dapat disebabkan ikatan matriks beton dengan serat tidak optimum dikarenakan banyaknya rongga-rongga udara yang terperangkap karena adanya serat kawat benang dan terjadinya *balling effect* pada saat pencampuran. Pada komposisi *Fiber* 6% di buat sampel lebih dan dilakukan tes kuat tekan 56 hari dan kuat tekan terus meningkat hingga mencapai 29,5 MPa. Berikut adalah grafik hasil kuat tekan dibandingkan dengan umur beton dengan masing-masing komposisi:



Gambar 4.18 Grafik Kuat Tekan vs Umur



Gambar 4.19 Grafik Kuat Tekan vs Persentase Fiber

Dari pe ngujian kuat t ekan 28 hari di g unakan analisis de ngan regresi pol inomial unt uk mendapatkan kua t t ekan maksimum de ngan komposisi t eroptimum y aitu pa da kom posisi *Fiber* 4,54%. D ata y ang disajikan merupakan rata-rata ku at t ekan 28 hari pa da masing-masing komposisi kemudian ditarik garis regresi polinomial ini.

Prosedur da lam pe ngetesan s esuai de ngan A STM C 39/ C 39M – 03. Pertama benda uji harus sudah dikeluarkan dari kolam *curing* minimal 18 jam sebelum dites. Setelah benda uji kering udara, benda uji di *capping* terlebih da hulu k emudian di t imbang. T ujuan da ri *capping* sendiri ag ar permukaan be nda uji i rata saat di bebani. K emudian benda uji diletakkan ditengah-tengah alat uji dan ditekan dengan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm^2 per de tik hingga m engalami *failure*. Berikut ialah gambar dari tes kuat tekan:



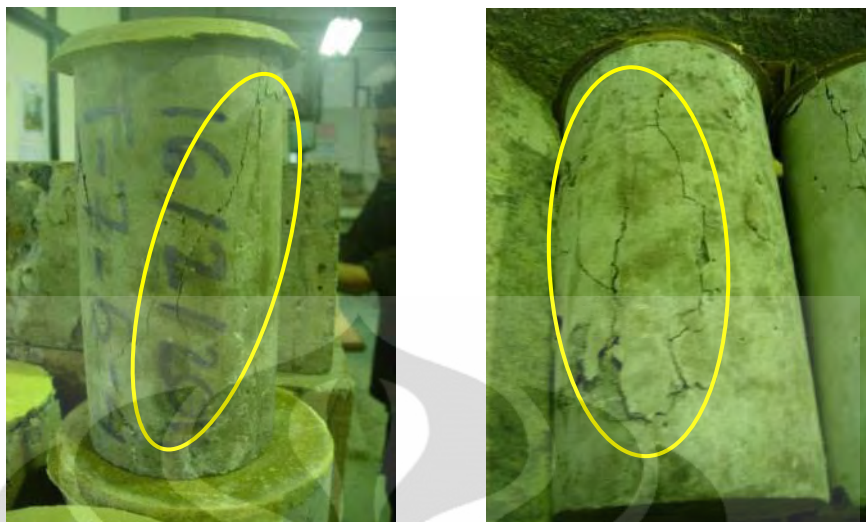
Gambar 4.20 Proses *Capping* Beton dan Beton yang telah dicapping



Gambar 4.21 Alat Uji Kuat Tekan dan Proses Pengujian Kuat Tekan

4.3.1.1 *Failure* akibat *Compression*

Analisa lebih lanjut mengenai pola retak hasil uji kuat tekan beton dengan penambahan serat ka wat be ndrat cenderung sama dengan beton tanpa serat.



Gambar 4.22 Pola Retak B (kiri) dan Pola Retak C (kanan)

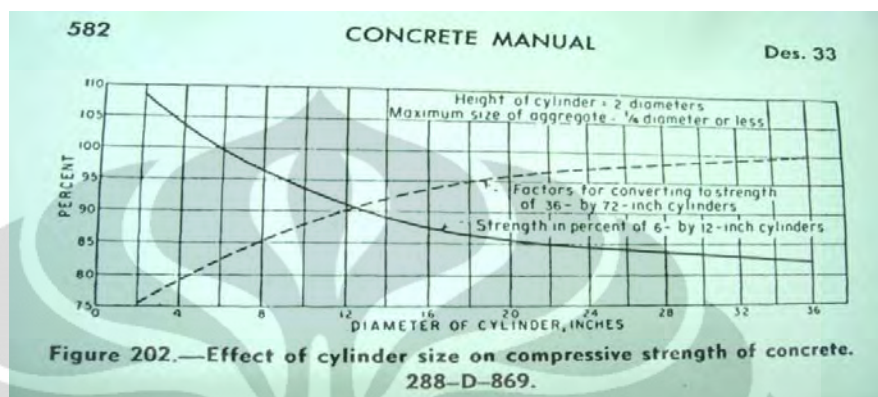
Pada umur awal 3,7, dan 14 hari cenderung terjadi *failure* pola B (tipe kehancuran kerucut dan belah) yang ditunjukkan gambar 4.20 (kiri). Sedangkan pada umur 28 hari rata-rata terjadi *failure* pola C (tipe kehancuran kolomnar) gambar 4.20 (kanan). Untuk jenis-jenis *failure* secara umum dapat dilihat pada gambar 3.7 Selain itu terjadi juga pola retak melintang/geser (*shear failure*) yang bisa disebabkan *capping* yang tidak rata baik pada sisi atas dan bawahnya dan terdapat sisi yang dapat bergeser, dalam hal ini adalah sisi bawah yang tidak diberi *capping*, sehingga ketika pembebanan berlangsung, beban dari atas maupun dari bawah silinder tidak bertemu justru menjadi beban terpusat pada salah satu sisi. Hal ini menyebabkan kuat tekan beton menurun cukup signifikan. Berikut adalah gambar terjadinya *shear failure* pada saat pengetesan:



Gambar 4.23 Pola Retak yang Tidak Wajar/Geser

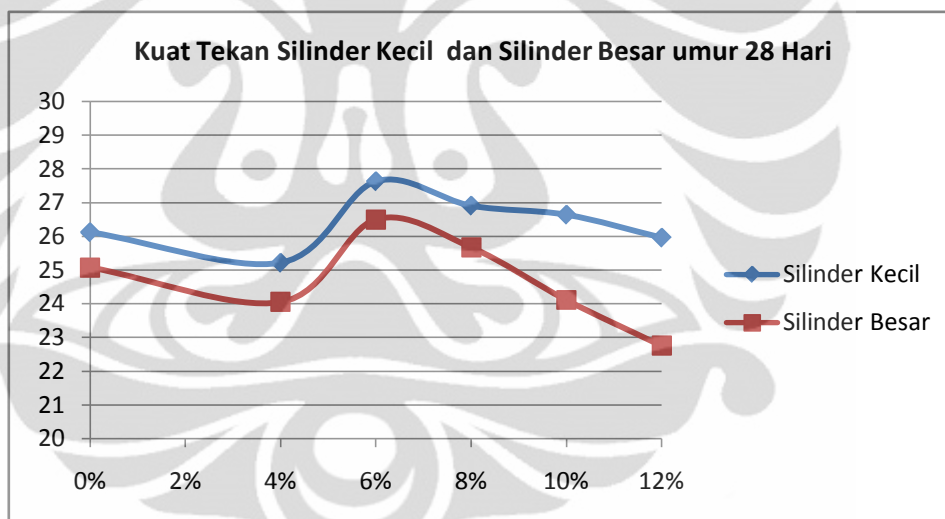
4.3.1.2 Perhitungan Konversi Silinder Kecil ke Silinder Besar

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal maka dapat dibuat konversi dari silinder kecil ke silinder besar. Nilai konversi untuk umur 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut :



Gambar 4.24 Konversi Kuat Tekan Silinder

Sumber: Department of Environment



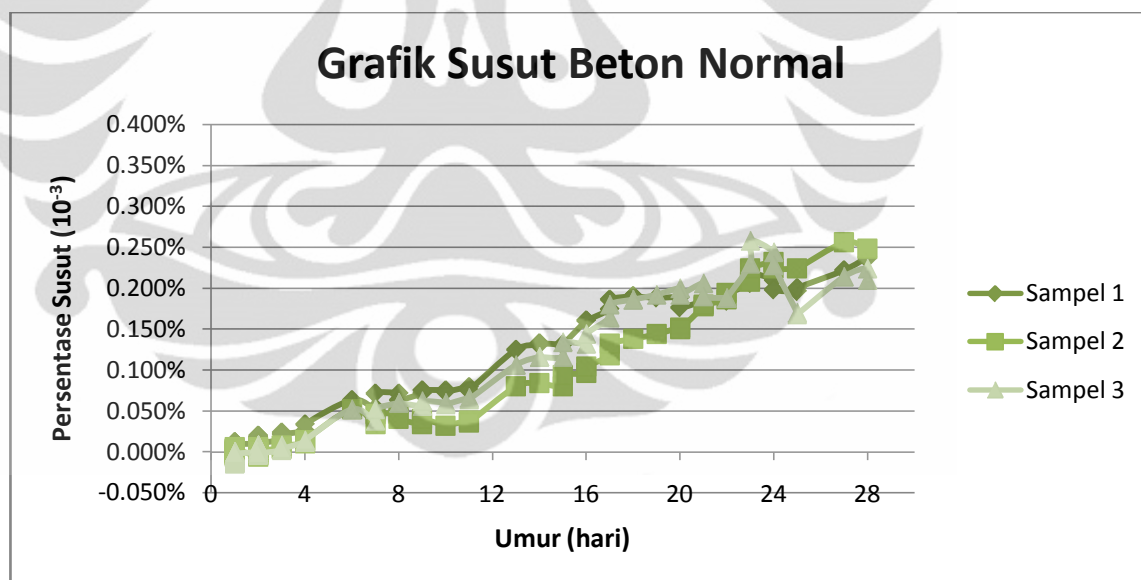
Gambar 4.25 Perbandingan Kuat Tekan Silinder Kecil dan Silinder Besar pada Umur 28 Hari

Tabel 4.16 Faktor Konversi Silinder Kecil ke Besar

% Fiber	Silinder Kecil (10 x 20) cm	Silinder Besar (15 x 30) cm	Faktor Konversi
0	26.123	25.078	1.042
4	25.219	24.051	1.049
6	27.629	26.503	1.042
8	26.908	25.673	1.048
10	26.640	24.111	1.105
12	25.961	22.753	1.141

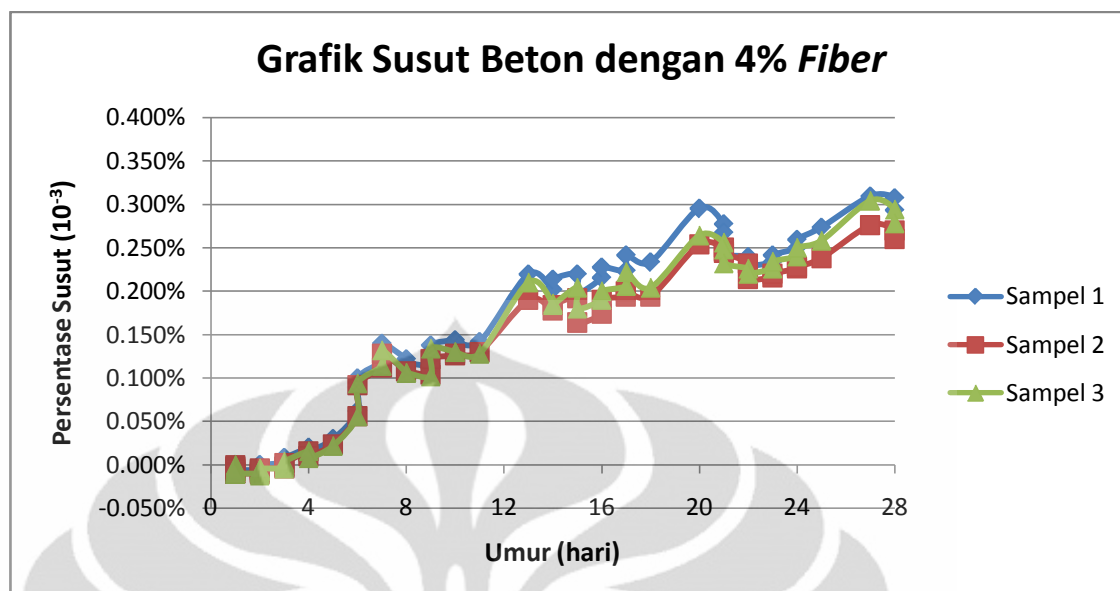
4.3.2 Analisa Susut Beton

Perubahan volume dapat terjadi ketika proses *setting* telah selesai, dapat berupa penyusutan (*shrinkage*) ataupun pengembangan (*swelling*). Hidrasi yang terus menerus, akibat masih adanya air yang tersisa akan menyebabkan pengembangan. Sebaliknya, jika beton melepaskan panas dan air akan menyebabkan penyusutan dari beton. Penyusutan dan pengembangan dari beton juga sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban relatif lingkungannya. Semakin rendah kelembaban relatif yang lebih besar karena relatif lebih tinggi gradien kelembaban antara beton dan lingkungan meningkatkan banyaknya kehilangan air dalam beton sehingga penyusutan akan lebih besar. Sebaliknya jika kelembaban relatif 100% maka akan terjadi pengembangan atau susut yang terjadi 6 kali lebih kecil dibandingkan susut saat kelembaban relatif 70% yang dapat dilihat pada gambar 2.14. Berikut adalah grafik penyusutan beton dari masing-masing komposisi penambahan *Fiber*:



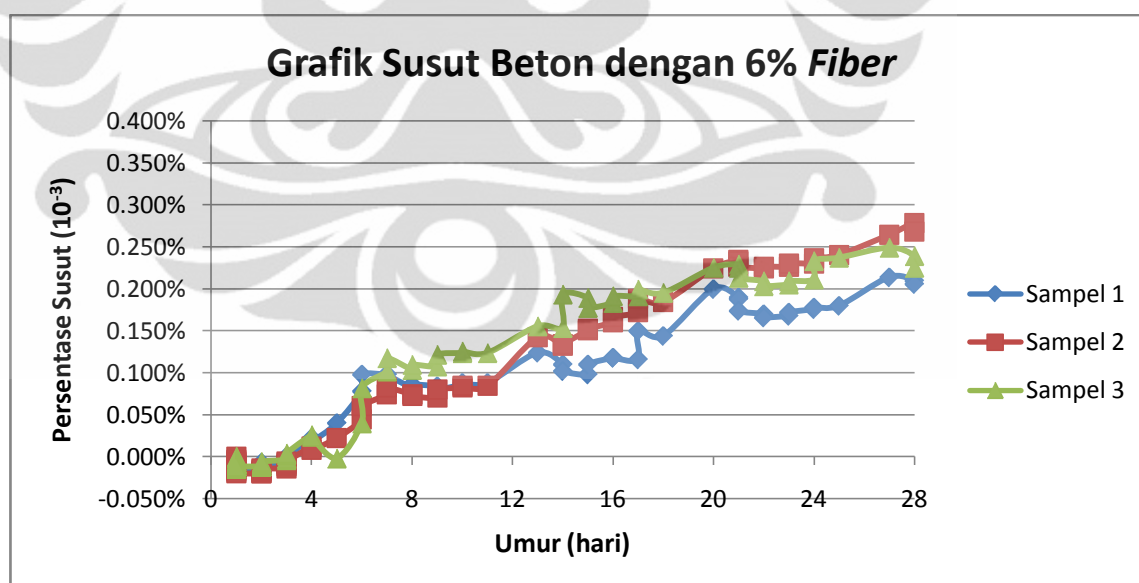
Gambar 4.26 Grafik Susut Beton Normal

Dari pengujian susut beton tanpa serat kawat benang diperoleh penyusutan pada sampel 1 sebesar 0,238% , sampel 2 sebesar 0,256%, sampel 3 sebesar 0,258%. Dengan rata-rata penyusutan sebesar 0,251% pada umur 28 hari.



Gambar 4.27 Grafik Susut Beton dengan Penambahan 4% *Fiber*

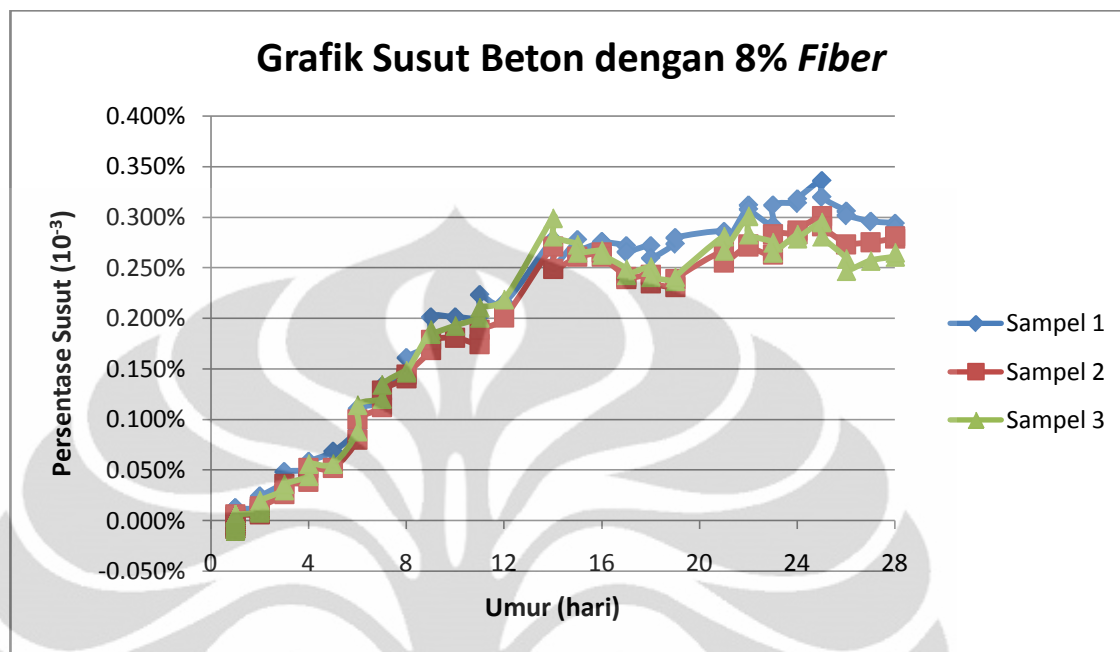
Pengujian s usut be ton de ngan pe nambahan s erat ka wat be ndrat sebesar 4% di peroleh penyusutan pada sampel 1 sebesar 0,309% , sampel 2 sebesar 0,276%, sampel 3 sebesar 0,304%. Dengan rata-rata penyusutan sebesar 0,296% pada umur 28 hari atau 18,33% lebih besar penyusutannya dari beton tanpa serat pada umur yang sama.



Gambar 4.28 Grafik Susut Beton dengan Penambahan 6% *Fiber*

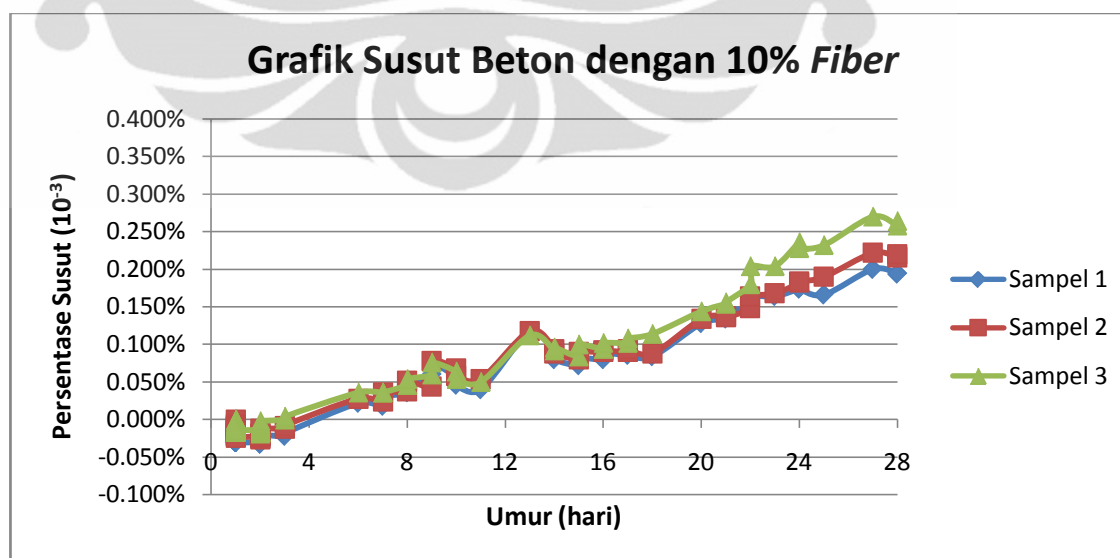
Pengujian s usut be ton de ngan pe nambahan s erat ka wat be ndrat sebesar 6% di lakukan s erentak de ngan pengujian s usut be ton 4% pa da tempat yang sama. Data yang diperoleh pada penyusutan sampel 1 sebesar 0,214% , sampel 2 sebesar 0,278%, sampel 3 sebesar 0,249%. Dengan

rata-rata penyusutan sebesar 0,247% pada umur 28 hari atau 1,47% lebih kecil dibandingkan penyusutan tanpa serat kawat bendrat.



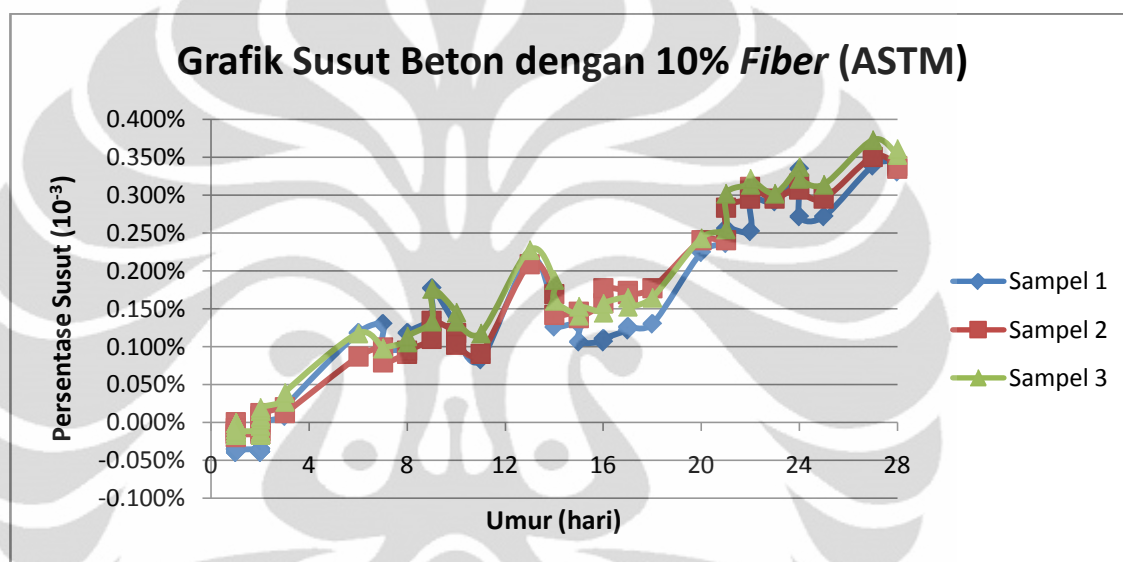
Gambar 4.29 Grafik Susut Beton dengan Penambahan 8% Fiber

Pengujian susut beton dengan penambahan serat kawat bendrat sebesar 8% dilakukan. Data yang diperoleh pada penyusutan sampel 1 sebesar 0,336%, sampel 2 sebesar 0,301%, sampel 3 sebesar 0,301%. Dengan rata-rata penyusutan sebesar 0,313% pada umur 28 hari atau 24,85% lebih besar dibandingkan penyusutan tanpa serat kawat bendrat.



Gambar 4.30 Grafik Susut Beton dengan Penambahan 10% Fiber

Pengujian susut beton dengan penambahan serat kaca berat sebesar 10% dilakukan. Data yang diperoleh pada penyusutan sampel 1 sebesar 0,200% , sampel 2 sebesar 0,222%, sampel 3 sebesar 0,270%. Dengan rata-rata penyusutan sebesar 0,231% pada umur 28 hari atau 7,93% lebih kecil dibandingkan penyusutan tanpa serat kaca berat. Untuk komposisi 10% di buat pembandingan benda uji yang sesuai dengan standar ASTM C490-04 yang berukuran 7,5x7,5x25,4 cm agar didapatkan faktor pembandingan dengan benda uji 10x10x50 cm (UNI Standard).



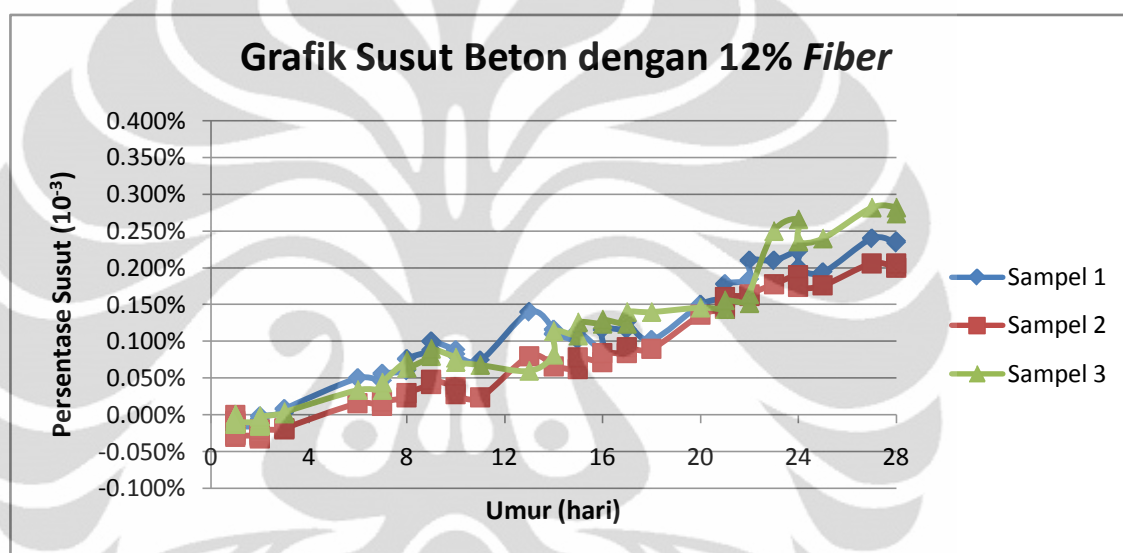
Gambar 4.31 Grafik Susut Beton dengan Penambahan 10% *Fiber* (ASTM C490-04)

Pengujian susut beton dengan penambahan serat kaca berat sebesar 10% dilakukan sesuai dengan metode ASTM C490-04 dengan benda uji berukuran 7,5x7,5x25,4 cm yang dapat dilihat pada gambar 4.32. Data yang diperoleh pada penyusutan sampel 1 sebesar 0,343% , sampel 2 sebesar 0,350%, sampel 3 sebesar 0,373%. Dengan rata-rata penyusutan sebesar 0,355% pada umur 28 hari. Penyusutan yang terjadi pada sampel yang mengikuti standar ASTM diuji secara vertikal lebih besar 1,54 kali daripada susut yang mengikuti UNI. Ini disebabkan perbandingan volume/surface ratio dari masing-masing benda uji dan melalui perhitungan koreksi sesuai standar ACI 209R-92 dimana $\gamma_{vs}(Shrinkage) = 1.2 \exp(-0.00472 v/s)$ di peroleh bahwa pada benda uji yang lebih kecil diperoleh susut yang lebih besar yang dapat dilihat pada tabel 4.17 Selain itu, dimensi sampel yang lebih kecil, cenderung lebih mudah menyusut

dibandingkan sampel dengan dimensi yang lebih besar ini dikarenakan pada sampel besar lebih dapat menyimpan air ketika *curing* sehingga susut yang terjadi pada sampel besar lebih kecil.

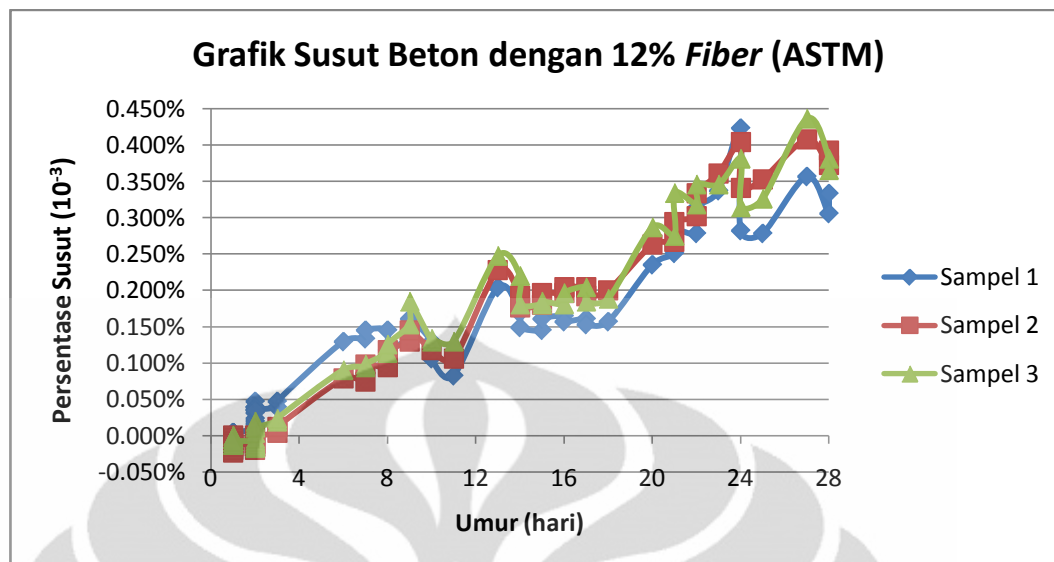
Tabel 4.17 Perhitungan *Shrinkage* dengan metode *Volume/Surface Ratio*

Dimensi Benda Uji	(10x10x50) cm	(7,5x7,5x25,4) cm
Volume	0.005	0.00142875
Surface Ratio	0.22	0.081825
V/S	0.022727273	0.017461045
Shrinkage	1.19987128	1.199901105



Gambar 4.32 Grafik Susut Beton dengan Penambahan 12% Fiber

Pengujian susut beton dengan penambahan serat kawat benrat sebesar 12% dilakukan serentak dengan pengujian susut 10% serat kawat benrat di tempat yang sama. Data yang diperoleh pada penyusutan sampel 1 sebesar 0,240% , sampel 2 sebesar 0,206%, sampel 3 sebesar 0,282%. Dengan rata-rata penyusutan sebesar 0,243% pada umur 28 hari atau 3,14% lebih kecil dibandingkan penyusutan tanpa serat kawat benrat.



Gambar 4.33 Grafik Susut Beton dengan Penambahan 12% Fiber (ASTM C490-04)

Pengujian susut beton dengan penambahan serat kapur bedrat sebesar 12% dilakukan sesuai dengan metode ASTM C490-04 dengan benda uji berukuran 7,5x7,5x25,4 cm yang dapat dilihat pada gambar 4.37. Data yang diperoleh pada penyusutan sampel 1 sebesar 0,424% , sampel 2 sebesar 0,408%, sampel 3 sebesar 0,437%. Dengan rata-rata penyusutan sebesar 0,423% pada umur 28 hari. Penyusutan yang terjadi pada sampel vertikal (ASTM) lebih besar 1,742 kali dibandingkan penyusutan yang terjadi pada sampel horizontal (UNI). Ini menunjukkan bahwa sampel dengan dimensi lebih kecil mengalami penyusutan yang lebih besar dibandingkan susut dengan dimensi yang lebih besar. Berikut adalah rincian kenaikan atau penurunan susut yang terjadi:

Tabel 4.18 Perincian Hasil Pengujian Susut Masing-Masing Komposisi Fiber

Fiber(%)	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata	Naik/Turun	Δ SUSUT
0	0.238%	0.256%	0.258%	0.251%	-	-
4	0.309%	0.276%	0.304%	0.296%	NAIK	18.33%
6	0.214%	0.278%	0.249%	0.247%	TURUN	-1.47%
8	0.336%	0.301%	0.301%	0.313%	NAIK	24.85%
10	0.200%	0.222%	0.270%	0.231%	TURUN	-7.93%
12	0.240%	0.206%	0.282%	0.243%	TURUN	-3.14%

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi keakuratan dalam pengujian susut beton ini, antara lain:

- Letak benda uji tidak berada pada satu tempat saja.

- Pengujian susut tidak dapat dilakukan untuk semua komposisi *Fiber* sehingga tidak homogen.
- Adanya getaran-getaran dari sekitar lingkungan tempat pengujian meski sudah dialas dengan styrofoam agar meredam getaran tetapi getaran tetap diterima *dial gauge*.
- Suhu dan kelembaban relatif yang berubah-ubah akibat aktifitas di laboratorium yang kadang meningkat dan sepi.
- Adanya perbedaan panjang benda uji pada masing-masing benda uji dan *surface ratio* yang berbeda.
- Kurang tepatnya meletakkan benda uji saat mengukur, titik pembacaan yang belum tentu sama dengan pembacaan sebelumnya.
- Debu dari benda uji yang mengganggu pembacaan *dial gauge*.
- Penyemprotan saat *curing* tidak merata ke semua benda uji



Gambar 4.34 Pengujian Susut dengan Standar ASTM dan UNI (10% & 12%Fiber)

4.4 Hasil Penelitian dibandingkan Penelitian Lain

Hasil Penelitian	Adi Saputra	Kasno	Ananta Ariatama	Job Thomas & Ananth Ramaswamy
Komposisi <i>Fiber</i>	6% dari semen	7,5% dari semen	2% dari volume	1,5% dari volume
Jenis <i>Fiber</i>	Bendrat	Bendrat	Bendrat	Dramix (<i>Hooked Ends</i>)
Kuat Tekan Target	25 MPa	30 MPa	50 MPa	35 Mpa
Peningkatan Kuat Tekan	5.682%	7.50%	14.67%	8,33%
Panjang & Diameter <i>Fiber</i>	3cm & 0,8mm	8cm & 1mm	6,75cm & 0,9mm	5cm & 0,5mm

Dari hasil penelitian mengenai beton *fiber* diperoleh hasil kuat tekan dengan peningkatan berbeda dengan variasi panjang dan diameter *fiber* yang berbeda. Bentuk dan geometri *fiber* juga mempengaruhi sifat mekanis dari beton. Dari tabulasi di atas terdapat 2 jenis *fiber* yaitu kawat bendrat dan *steel fiber* Dramix yang memiliki bentuk berbeda dengan kawat bendrat. Ikatan matriks beton dengan *fiber* juga dipengaruhi oleh mutu dari beton. Dari referensi-referensi dan hasil penelitian yang menggunakan kawat bendrat memiliki peningkatan kuat kurang dari 15%. Hal ini menunjukkan bahwa *fiber* tidak terlalu memberikan penambahan kuat tekan secara signifikan. *Fiber* lebih memperbaiki sifat mekanis beton pada kuat tarik dan lentur dan pola keruntuhan yang terjadi pada beton.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian perilaku susut dan uji kuat tekan beton dengan penambahan *fiber* kawat bendrat dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Campuran beton yang ditambahkan *fiber* membuat *workability* menjadi lebih sulit dan butuh lebih banyak air untuk mencapai *slump* rencana.
- 2) *Density* beton yang dihasilkan memiliki deviasi yang cukup besar yang dikarenakan beton harus berada dalam kondisi ke ring oven agar diperoleh *density* sebenarnya. Sedangkan penimbangan massa beton pada saat beton diangkat 1 hari sebelum di tes.
- 3) Penambahan *fiber* kawat bendrat pada campuran beton meningkatkan kuat tekan beton sebesar 5,682% pada umur 28 hari dengan penambahan komposisi *fiber* optimum sebanyak 6%. Ini menunjukkan bahwa penggunaan *fiber* kawat bendrat tidak banyak memberikan peningkatan kuat tekan dari beton.
- 4) Penambahan *fiber* sebanyak 8% mampu meningkatkan kuat tekan awal pada umur 3 hari sebesar 16,807%.
- 5) Semakin banyak *fiber* yang ditambahkan akan menimbulkan peristiwa *balling effect* yaitu penggumpalan kawat saat pencampuran beton sehingga menyebabkan persebaran *fiber* tidak merata.
- 6) Faktor konversi silinder kecil 10 x 20 cm ke silinder besar 15 x 30 cm tidak menyimpang jauh dari standar konversi yang ada yaitu sebesar 1,04. Hanya pada komposisi *fiber* 10% dan 12% konversi silinder kecil ke besar meningkat cukup besar yaitu 1,105 dan 1,141.
- 7) Penyusutan yang terjadi pada beton dengan penambahan serat kawat bendrat terlihat menurun pada komposisi *fiber* 6%, 10%, dan 12% dengan penurunan susut yang teroptimum pada komposisi *fiber* 10% sebesar 7,93% dibandingkan dengan beton tanpa *fiber*. Dengan

- 8) penggunaan *fiber* kawat bendrat, susut yang di sebabkan oleh *microcrack* dapat dihindari karena adanya *shear bonding* yang mencegah retak-retak rambut yang dapat memperbesar terjadinya susut beton.
- 9) Ketidak homogenan dan ketidak akuratan sampel pengujian susut karena dilakukan pengujian pada tempat yang berbeda dan sangat dipengaruhi keadaan di sekitar pengujian susut termasuk suhu dan kelembaban relatif ruangan pengujian.
- 10) Pengujian susut menggunakan standar ASTM dengan posisi vertikal dan standar UNI dengan posisi horizontal terdapat penyusutan yang lebih besar pada benda uji ASTM dengan posisi vertikal yang dipengaruhi oleh *volume/surface ratio*.
- 11) Selama pengecoran terjadi penambahan air yang menyebabkan *w/c ratio* berubah akibat penambahan air, tetapi *slump* tetap di pertahankan 15 ± 2 cm.
- 12) Hasil uji material agregat halus ex.C imangkok mengandung kadar lumpur 9,4% atau melebihi batas yang disyaratkan di ASTM. Sehingga memberikan dampak penurunan kuat tekan pada beton akibat banyaknya kandungan lumpur.
- 13) Hasil pengujian kuat tekan dari penelitian ini tidak berbeda jauh dari beberapa penelitian sebelumnya. Antara lain pada penelitian Kasno, Ananta Ariatama, dan Job Thomas dan Ananth Ramaswamy

5.2 SARAN

Adapun saran untuk penyempurnaan penelitian beton *fiber* dengan menggunakan kawat bendrat, antara lain:

- 1) Menggunakan *high range water reducer* agar mencapai *workability* yang lebih mudah dan target *slump* mampu tercapai sesuai rencana.
- 2) Pengontrolan suhu dan kelembaban untuk pengujian susut harus lebih diperhatikan agar pengujian lebih akurat dan tidak terjadi penyimpangan karena kondisi yang berbeda.
- 3) Pengujian kuat tekan akan lebih akurat jika menggunakan sampel dengan ukuran yang sama yaitu silinder besar berukuran 15 x 30 cm.

- 4) *Curing* pada benda uji susut harus dilakukan secara intensif selama 7 hari awal agar tidak terjadi *crack*.
- 5) Pada saat *capping* beton diusahakan tegak lurus permukaan (rata) agar saat pengetesan tidak terjadi kegagalan yang tidak diharapkan, setelah *capping* lakukan pengukuran dengan menggunakan *waterpass*.
- 6) Agar mendapatkan hasil yang lebih akurat perlu memperbanyak sampel dan memperkecil range komposisi *fiber* yang ditambahkan kedalam campuran beton. Disarankan penambahan bendrat pada kisaran 5-7% dari berat semen.
- 7) Pada pengujian susut cukup dilakukan pengujian dengan 1 standar saja dengan posisi saat pengujian juga sama (contoh: horizontal) sehingga bisa diperoleh hasil penyusutan dari beton yang lebih akurat dari komposisi masing-masing *fiber*.
- 8) Perlu dilakukan studi lebih lanjut menggunakan benda uji susut yang diletakkan secara vertikal akibat pengaruh dari beban sendiri beton.
- 9) Perlu mencari metode yang tepat untuk pencampuran kawat bendrat ke dalam campuran beton agar *fiber* kawat bendrat tercampur merata dalam adukan beton.
- 10) Pada saat pencampuran kawat tidak boleh mengaduk campuran beton terlalu lama karena dapat menyebabkan terjadinya *balling effect* dan serat kawat bendrat mengendap di dasar campuran bila terlalu lama dilakukan pengadukan.
- 11) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap karakteristik modulus elastisitas, permeabilitas, dan konduktivitas thermal dari beton *fiber* dengan serat bendrat.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. (2005). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-05) and Commentary (ACI 318R-05). Farmington Hills, MI.
- Annual Book of ASTM Standards Vol 04.02*. Amerika Serikat, 2003.
- Atis, C.D., Karahan, O. (2007). Properties of Steel Fiber Reinforced Fly Ash Concrete. *Journals of Constructions and Building Materials*.
- Balaguru, P. N., and S.P. Shah (1992). *Fiber Reinforced Cement Composites*, McGraw-Hill, Inc.
- Bayramov,F., Tasdemir,C., and Tasdemir, M.A. (2003). Optimisation of steel fibre reinforced concretes by means of statistical response surface method. *Journal Cement and Concrete Composites*.
- Bischoff, Peter H. (2003). Tension Stiffening and Cracking of Steel Fiber-Reinforced Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*.
- Buku Pedoman Praktikum. *Pemeriksaan Bahan Beton dan Mutu Beton*. Depok : Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil, 1998.
- Dawood, E.T. and M. Ramli, 2010b. Flowable High-Strength System as Repair Material. *Struct. Concrete J.*, 11:199-209
- Dipohusodo, I. 1999. *Struktur Beton Bertulang berdasarkan SK-SNI-T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI*. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Ghodousi, P., Afshar, M.H., and Rasa, E. (April 2009). Study of Early-Age Creep and Shrinkage of Concrete Containing Iranian Pozzolans: An Experimental Comparative Study. *Journals of Materials and Design in Civil Engineering*.
- Holschemacher,K., Mueller,T., dan Ribakov,Y. (2010). Effect of Steel Fibres on Mechanical Properties of High-Strength Concrete. *Journal of Materials and Design in Civil Engineering*
- Iwan K, Yustinus. “*Pengamatan Sifat-Sifat Mekanis pada Beton Ringan Pumice dengan Penambahan Serat Kawat Bindraad*”. Depok,. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. 2000
- Kasno. “*Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat pada Campuran Beton (Tinjauan Terhadap Kuat Tarik Belah, Kuat Tekan, dan Modulus Elastisitas Beton pada Kosentrasi Panjang Serat 8 Cm, Berat Semen 350 Kg/m³, Faktor Air Semen 0,5)*”. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. 2006

- MacGregor, J.G. 1997, *Reinforced Concrete: Mechanics and Design*, Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey
- Mardiah. “*Studi Susut Beton Siap Pakai yang Menggunakan Fly Ash*”. Depok. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. 2006
- Muloyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Andi : Yogyakarta.
- Nawy, Edward G. 1985 *Reinforced Concrete (A Fundamental Approach)*. Fifth Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Neville, A.M., dan Brooks, J.J. *Concrete Technology*. Singapore: Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd., 1987.
- Newman, John dan Ban Seng Choo. *Advanced Concrete Technology 2: Concrete Properties*. England: Elviesier Ltd., 2003.
- Newman, John dan Ban Seng Choo. *Advanced Concrete Technology 3: Processes*. England: Elviesier Ltd., 2003.
- Nili, M., Afroughsabet, V. (2010). Combined effect of Silica Fume and Steel Fibers on the Impact Resistance and Mechanical Properties of Concrete. *International Journal of Impact Engineerin*.
- Parra-Montesinos, G. (2005). High-Performance Fiber Reinforced Cement Composites: A New Alternative for Seismic Design of Structures. *ACI Structural Journal*, Vol.102, No.5, pp.668-675.
- Shah, Abid A., Ribakov, Y. (2011). Recent Trends in Steel Fibered High-Strength Concrete. *Journal of Materials and Design in Civil Engineering*
- Shan Somayaji, *Civil engineering Materials*. New Jersey: Prentice Hall Int., 2001.
- Thomas, Job and Ramaswamy, Anath. (May 2007). Mechanical Properties of Steel Fiber-Reinforced Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri: Yogyakarta.
- Uygunoglu, T. (August 2010). Effect of Fiber Type and Content on Bleeding of Steel Fiber Reinforced Concrete. *Journals of Construction and Building Materials*.
- Weiss, W.J., Shah, S.P., “Recent Trends to Reduce Shrinkage Cracking in Concrete Pavements”. *Proceeding of the Airfield Pavement Conferecne, Aircraft/Pavement Technology: In the Midst of Change*, pp. 217—228; 1997
- Wibowo S.Purnomo. “*Proses Pembuatan Semen pada PT.Holcim Indonesia tbk.*”. Banten. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. 2007
- Wulandari, Annie. Studi Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah pada Beton dengan Menggunakan Agregat Daur Ulang. Depok. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. 2004

Yuris K, Arif. Karakteristik Kuat Lentur dan Susut Beton dengan Portland Composite Cement (PCC). Depok. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. 2003

Zhang Jun, Hou Dongwei, and Chen Haoyu. (March 2011). Experimental and Theoretical Studies on Autogenous Shrinkage of Concrete at Early Ages. *Journals of Materials in Civil Engineering*.





LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN A-1

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN ABSORPSI AGREGAT KASAR

ASTM C 127-04

Ukuran : 25 mm
Sumber : Adhimix (Ex.Rumpin)
Tanggal test : 27 Januari 2011

A) Weight of Oven-Dry Specimen in Air	(gram)	4803
B) Weight of SSD Specimen in Air	(gram)	5000
C) Weight of Saturated Specimen in Water	(gram)	3280
Bulk Specific Gravity	$= \frac{A}{B - C}$	2,79
Ssd Specific Gravity	$= \frac{B}{B - C}$	2,91
Apparent Specific Gravity	$= \frac{A}{A - C}$	3,15
Absorption (%)	$= \frac{B - A}{A} \times 100\%$	4,10%

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN A-2

PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

ASTM C29/29M-97

Ukuran : 25 mm
 Sumber : Adhimix (Ex.Rumpin)
 Tanggal test : 27 Januari 2011

	Lepas	Penggoyangan	Penusukan
a) Weight of Measure (kg)	5,049		
b) Weight Of Measure + Water (kg)	14,361	14,361	14,361
c) Weight of Measure and Sample (kg)	17,962	19,090	19,424
d) Weight of Sample (kg)	12,913	14,041	14,375
e) Volume Of measure (kg/liter)	9	9	9
f) Unit Weight Of Aggregate (kg/liter)	1,387	1,508	1,544
B) Average of Above (kg/liter)	1,479		
A) Bulk Specific Gravity of Aggregate	2,790		
W) Unit Weight of Water (kg/liter)	1	1	1
Void (%)	50,08%	45,72%	44,43%
Average	47%		
$d) = c) - a) \quad f) = \frac{d)}{e)}$ $e) = b) - a)$	$\text{Void (\%)} = \frac{(A \times W) - B}{A \times W} \times 100\%$		

Mengetahui;
 Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN A-3

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

ASTM 136-05

Ukuran : 25 mm

Sumber : Adhimix (Ex.Rumpin)

Tanggal test : 27 Januari 2011

Sieve Size (mm)	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
	25,4	115	5	5	25	1	1	70	3	3
19,0	928	37,12	41,72	500	20,05	21,05	714	28,58	31,39
12,50	822	32,88	74,60	791	31,72	52,77	807	32,30	63,68
9,50	320	12,80	87,40	460	18,44	71,21	390	15,62	79,31
6,35	286	11,44	98,84	557	22,33	93,54	422	16,89	96,19
4,76	26	1,04	99,88	144	5,77	99,32	85	3,41	99,60
2,36									
1,18									
0,60									
0,30									
0,15									
PAN	3	0,12	100,00	17	1	100,00	10	0	100,00
TOTAL	2500	100		2494	100		2497	100	

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN A-4

PENGUJIAN ABRASI DENGAN *LOS ANGELES*

ASTM C 131 – 89

Ukuran : 25 mm

Sumber : Adhimix (Ex.Rumpin)

Sieve Size (mm)		Weight of Indicated Size (gram)
Passing	Retained on	Grading B
76,2	63,5	
63,5	50,8	
50,8	37,5	
37,5	25,4	
25,4	19,0	
19,0	12,5	2500
12,5	9,5	2500
9,5	6,3	
6,3	4,75	
4,75	2,36	
Total Weight of Sample before test (A)		5000
Weight of Partion of Sample Retained on 1,7 mm Sieve After test (B)		3391
Abrasion Loss = $\frac{A - B}{A} \times 100 (\%)$		32,18%

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN A-5

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN ABSORPSI AGREGAT HALUS

ASTM C 128 – 93

Ukuran : 4,75 mm
Sumber : Pasir Cimangkok
Tanggal test : 27 Januari 2011

A) Weight of Oven-Dry Specimen in Air	(gram)	486	490
B) Weight of Pycnometer Filled with Water	(gram)	668	649
C) Weight of Pycnometer with Specimen and Water to Calibration Mark	(gram)	974	956
Bulk Specific Gravity	$= \frac{A}{B + 500 - C}$	2,51	2,54
Average of Above		2,52	
SSD Specific Gravity (Saturated-Surface-Dry Basis)	$= \frac{500}{B + 500 - C}$	2,58	2,59
Average of Above		2,59	
Apparent Specific Gravity	$= \frac{A}{B + A - C}$	2,70	2,68
Average of Above		2,69	
Absorption (%)	$= \frac{500 - A}{A} \times 100\%$	2,88%	2,04%
Average of Above	(%)	2,46%	

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN A-6

PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

ASTM C29/29M-97

Ukuran : 4,75 mm
 Sumber : Pasir Cimangkok
 Tanggal test : 27 Januari 2011

	Lepas	Penggoyangan	Penusukan
a) Weight of Measure (kg)	1,041		
b) Weight Of Measure + Water (kg)	3,873	3,873	3,873
c) Weight of Measure and Sample (kg)	3,911	4,170	4,074
d) Weight of Sample (kg)	2,870	3,129	3,033
e) Volume Of measure (kg/liter)	2,832	2,832	2,832
f) Unit Weight Of Aggregate (kg/liter)	1,013	1,105	1,071
B) Average of Above (kg/liter)	1,063		
A) Bulk Specific Gravity of Aggregate	2,520		
W) Unit Weight of Water (kg/liter)	1	1	1
Void (%)	59,80%	56,19%	57,53%
Average	58%		
$d) = c) - a) \quad f) = \frac{d}{e}$ $e) = b) - a)$	$\text{Void (\%)} = \frac{(A \times W) - B}{A \times W} \times 100\%$		

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN A-7

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

ASTM 136-01

Ukuran : 4,75 mm
Sumber : Pasir Cimangkok
Tanggal test : 27 Januari 2011

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
9,5	3/8"	0	0	0	0	0	0	0	0	100%
4,75	No. 4	0	0	0	0,005	1,00%	1,00%	0,50%	0,50%	99,50%
2,36	No. 8	0,037	7,40%	7,40%	0,040	8,00%	9,00%	7,70%	8,20%	91,80%
1,18	No. 16	0,071	14,20%	21,60%	0,086	17,20%	26,20%	15,70%	23,90%	76,10%
0,60	No. 30	0,12	24,00%	45,60%	0,138	27,60%	53,80%	25,80%	49,70%	50,30%
0,30	No. 50	0,094	18,80%	64,40%	0,093	18,60%	72,40%	18,70%	68,40%	31,60%
0,15	No. 100	0,118	23,60%	88,00%	0,099	19,80%	92,20%	21,70%	90,10%	9,90%
0,074	No. 200	0,041	8,20%	96,20%	0,025	5,00%	97,20%	6,60%	96,70%	3,30%
PAN		0,019	3,80%	100,00%	0,014	2,80%	100,00%	3,30%	100,00%	0,00%
TOTAL		1	100%		1	100%		100%		
FM		2,4								

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN A-8

PENGUJIAN PEMERIKSAAN BAHAN LEWAT SARINGAN NO.200

ASTM C117-04

Ukuran : 4,75 mm
Sumber : Pasir Cimangkok
Tanggal test : 27 Januari 2011

	Sample 1
B). Original dry weight of sample	500
C). Dry Weight of Sample, after washing	453
A). Percentage of Material Finer than a No.200 Sieve, by Washing	9,4%

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN A-9

PENGUJIAN KADAR ORGANIK AGREGAT HALUS

ASTM C40-04

Ukuran : 4,75 mm
Sumber : Pasir Cimangkok
Tanggal test : 27 Januari 2011

Nearest Color of the liquid of the test sample	Organic Plate Number
Lighter/ Equal/ Darker color to	1
	2
	3 (Standar)
	4
	5

Determination of color value:

Lighter/ Equal/ Darker color to that of the reference standard (No.3)

Mengetahui,
Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

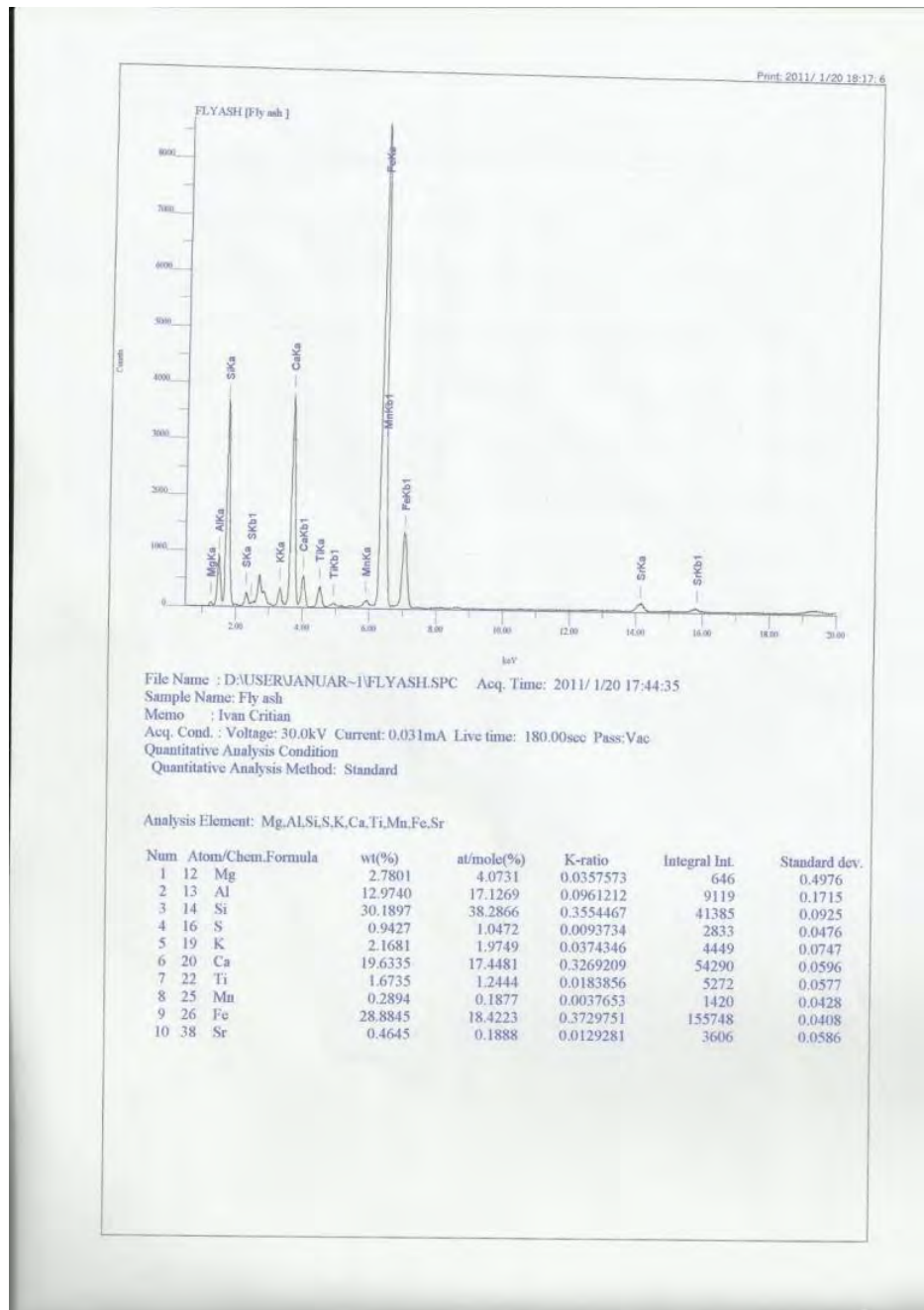
Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN B-1

HASIL XRF *Fly Ash*

Laboratorium Material dan Metalurgi

FMIPA UI Salemba



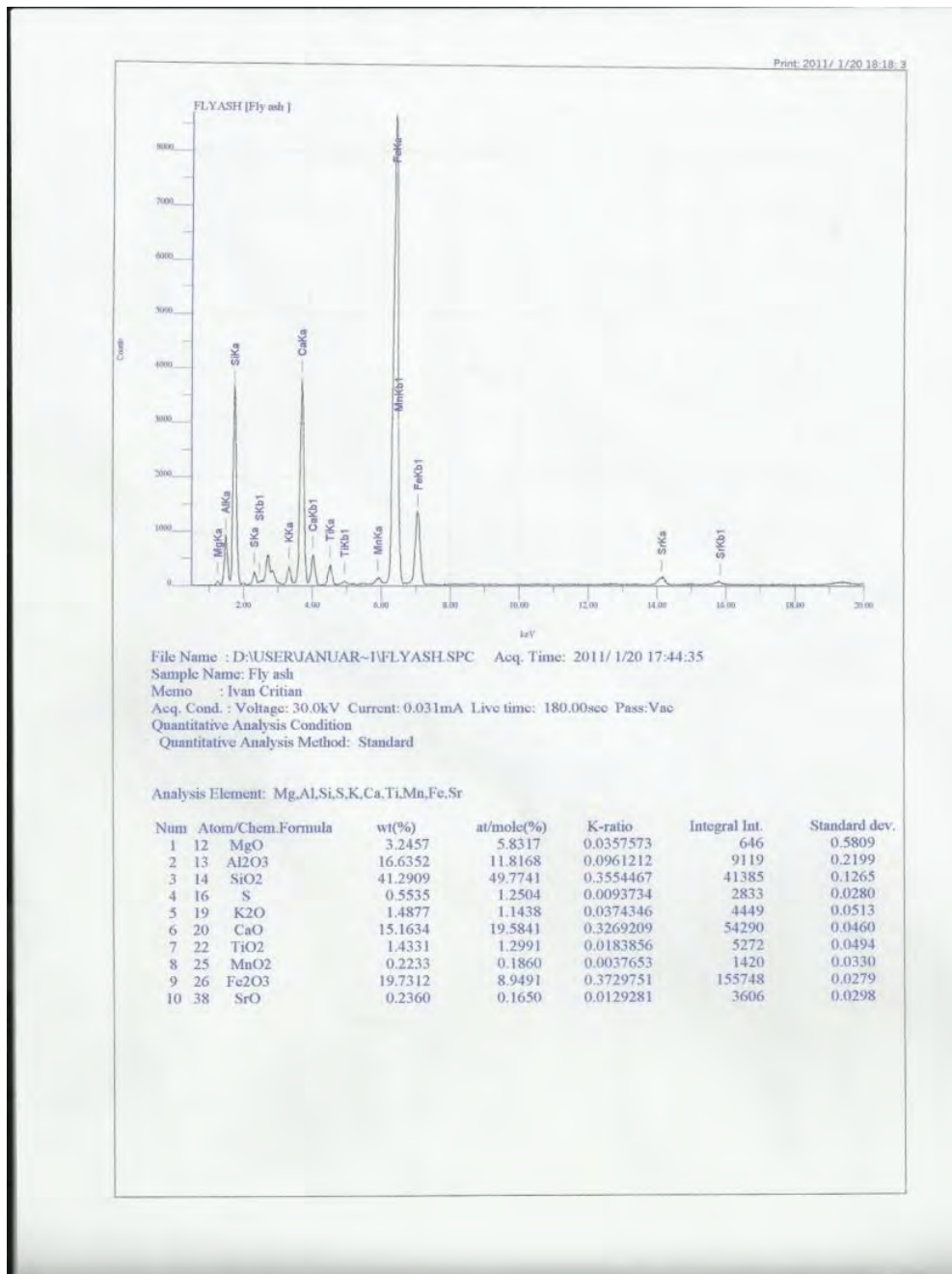


LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)



**LAMPIRAN C**
HASIL MIX DESIGN**Tabel C-1 Mix Design Beton**

No	Kriteria	Nilai	Satuan
1	Slump	15±2	cm
2	MSA	25	mm
3	fc'	25	MPa
4	Berat Jenis PCC	3,15	kg/m ³
5	Berat Jenis Agregat Halus	2,59	kg/m ³
6	Berat Jenis Agregat Kasar	2,91	kg/m ³
7	Fineness Modulus Pasir	2,4	
8	Persen udara	1,5	%
9	Air	202	kg/m ³
10	Semen	404	kg/m ³
11	Agregat Kasar	1101	kg/m ³
12	Agregat Halus	716,31	kg/m ³
13	<i>Fly Ash</i>	60,6	kg/m ³

Tabel C-2 Kebutuhan Material /m³

<i>Fiber</i> (%)	<i>Water</i> (kg/m ³)	<i>Cement</i> (kg/m ³)	<i>Coarse Aggregate</i> (kg/m ³)	<i>Sand</i> (kg/m ³)	<i>Fly Ash</i> (kg/m ³)	<i>Kawat Bendrat</i> (kg/m ³)
0	202	343.4	1101	716,31	60.6	0
4	202	327.24	1101	716,31	60.6	16.16
6	202	319.16	1101	716,31	60.6	24.24
8	202	311.08	1101	716,31	60.6	32.32
10	202	303.00	1101	716,31	60.6	40.4
12	202	294.92	1101	716,31	60.6	48.48



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN D ALAT DAN MATERIAL





LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

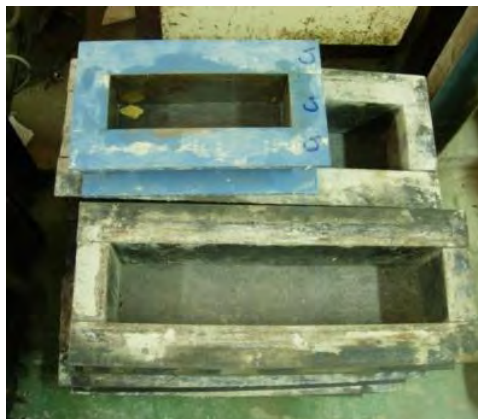




LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)





LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN E HASIL KUAT TEKAN BETON

Kuat Tekan 0% *Fiber*

No	Tanggal		Umur (hari)	Silinder	Luas Penampang (cm ²)	Slump (cm)	Massa (kg)	Beban (kg)	Tegangan (kg/cm ²)	Pola Retak	Konversi 28 hari (MPa)	Rata-rata	Konv. Ke Sil.Besar	SD	Deviasi
	Dicor	Ditest													
1	9/2/2011	14/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.699	10000	127.324	B	27.679	14.961	14.362	1.424	9.52%
2	9/2/2011	14/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.726	12500	159.155	B	34.599				
3	9/2/2011	14/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.797	12500	159.155	B	34.599				
4	9/2/2011	14/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.667	12500	159.155	B	34.599				
5	9/2/2011	14/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.719	11250	143.239	B	31.139				
6	31/1/2011	7/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.671	17500	222.817	C	31.831	22.600	21.696	2.063	9.13%
7	31/1/2011	7/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.723	20000	254.648	C	36.378				
8	31/1/2011	7/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.761	18250	232.366	B	33.195				
9	7/2/2011	14/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.741	17500	222.816	B	31.831				
10	7/2/2011	14/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.720	15500	197.352	B	28.193				
11	7/2/2011	21/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.744	20120	256.175	B	29.111	25.220	24.212	0.496	1.97%
12	9/2/2011	23/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.737	19800	252.101	B	28.648				
13	9/2/2011	23/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.868	19300	245.735	B	27.924				
14	9/2/2011	23/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.749	20250	257.830	B	29.299				
15	9/2/2011	23/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.797	19570	249.172	B	28.315				



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

16	7/2/2011	7/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.789	21050	268.016	B	26.802	26.123	25.078	0.669	2.56%
17	31/1/2011	28/2/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.714	20500	261.014	B	26.101				
18	31/1/2011	28/2/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.730	20000	254.648	C	25.465				
19	31/1/2011	28/2/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.311	41400	234.276	C	23.428	25.078	25.078	2.786	11.11%
20	31/1/2011	28/2/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.490	41550	235.125	C	23.512				
21	31/1/2011	28/2/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.454	50000	282.942	C	28.294				
Faktor Konversi											1.042				

Kuat Tekan *Fiber 4%*

No	Tanggal		Umur (hari)	Silinder	Luas Penampang (cm ²)	Slump (cm)	Massa (kg)	Beban (kg)	Tegangan (kg/cm ²)	Pola Retak	Konversi 28 hari (MPa)	Rata-rata	Konv. Ke Sil.Besar	SD	Deviasi
	Dicor	Ditest													
1	14/2/2011	17/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.298	11250	143.239	B	31.139	13.687	13.053	0.872	6.37%
2	14/2/2011	17/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.914	10000	127.324	B	27.679				
3	14/2/2011	17/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.866	11250	143.239	B	31.139				
4	14/2/2011	17/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.837	10000	127.324	B	27.679				
5	14/2/2011	17/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.946	11250	143.239	B	31.139				
6	11/2/2011	18/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.786	16750	213.267	B	30.467	21.772	20.764	2.621	12.04%
7	11/2/2011	18/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.803	13750	175.070	B	25.010				
8	14/2/2011	21/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.749	17500	222.816	B	31.831				
9	14/2/2011	21/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.811	18750	238.732	B	34.105				
10	14/2/2011	21/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.734	18750	238.732	B	34.105				



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

11	14/2/2011	28/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.688	16750	213.267	B	24.235	21.581	20.582	1.735	8.04%
12	14/2/2011	28/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.676	17500	222.816	B	25.320				
13	14/2/2011	28/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.752	18750	238.732	B	27.129				
14	14/2/2011	28/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.778	16750	213.267	B	24.235				
15	14/2/2011	28/2/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.760	15000	190.985	B	21.703				
16	11/2/2011	11/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.774	18750	238.732	B	23.873	25.219	24.051	1.176	4.66%
17	14/2/2011	14/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.739	20210	257.321	B	25.732				
18	14/2/2011	14/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.741	20460	260.504	B	26.050				
19	7/2/2011	7/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.368	45000	254.655	B	25.465	24.051	24.051	1.415	5.88%
20	7/2/2011	7/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.240	40000	226.360	B	22.636				
21	7/2/2011	7/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.570	42500	240.507	B	24.051				
Faktor Konversi											1.049				

Kuat Tekan Beton *Fiber 6%*

No	Tanggal		Umur (hari)	Silinder	Luas Penampang (cm ²)	Slump (cm)	Massa (kg)	Beban (kg)	Tegangan (kg/cm ²)	Pola Retak	Konversi 28 hari (MPa)	Rata-rata	Konv. Ke Sil.Besar	SD	Deviasi
	Dicor	Ditest													
1	18/2/2011	21/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.754	10000	127.324	B	27.679	13.687	13.129	1.424	10.40%
2	18/2/2011	21/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.753	12500	159.155	B	34.599				
3	18/2/2011	21/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.689	10000	127.324	B	27.679				
4	18/2/2011	21/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.662	11250	143.239	B	31.139				
5	18/2/2011	21/2/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.748	10000	127.324	B	27.679				



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

6	16/2/2011	23/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.770	15000	190.985	B	27.284	18.589	17.831	1.046	5.63%
7	16/2/2011	23/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.713	15500	197.352	B	28.193				
8	16/2/2011	23/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.833	15000	190.985	B	27.284				
9	16/2/2011	23/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.821	14000	178.253	B	25.465				
10	16/2/2011	23/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.833	13500	171.887	B	24.555	24.510	23.511	2.663	10.87%
11	18/2/2011	4/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.805	17500	222.816	B	25.320				
12	18/2/2011	4/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.747	18750	238.732	B	27.129				
13	18/2/2011	4/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.694	20000	254.647	B	28.937				
14	18/2/2011	4/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.704	17500	222.816	B	25.320	27.629	26.503	0.567	2.05%
15	18/2/2011	4/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.657	22500	286.478	B	32.554				
16	16/2/2011	16/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.872	21390	272.345	B	27.235				
17	16/2/2011	16/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.748	22210	282.786	B	28.279				
18	18/2/2011	18/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.808	21500	273.746	B	27.375	26.503	26.503	0.327	1.23%
19	18/2/2011	18/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.447	47500	268.802	B	26.880				
20	18/2/2011	18/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.253	46500	263.143	B	26.314				
21	18/2/2011	18/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.450	46500	263.143	B	26.314	32.497	29.500	1.047	3.22%
22	11/4/2011	6/6/2011	56	Kecil	78.54	15±2	3.961	24670	314.108	C	31.411				
23	11/4/2011	6/6/2011	56	Kecil	78.54	15±2	3.849	25590	325.821	C	32.582				
24	11/4/2011	6/6/2011	56	Kecil	78.54	15±2	3.833	26310	334.989	C	33.499	Faktor Konv		1.042	



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

Kuat Tekan *Fiber 8%*

No	Tanggal		Umur (hari)	Silinder	Luas Penampang (cm ²)	Slump (cm)	Massa (kg)	Beban (kg)	Tegangan (kg/cm ²)	Pola Retak	Konversi 28 hari (MPa)	Rata-rata	Konv. Ke Sil.Besar	SD	Deviasi
	Dicor	Ditest													
1	11/4/2011	14/4/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.735	13710	174.561	B	36.367	17.489	16.776	0.266	1.52%
2	11/4/2011	14/4/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.758	13900	176.980	B	36.871				
3	11/4/2011	14/4/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.822	13680	174.179	B	36.287				
4	11/4/2011	14/4/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.900	13640	173.669	B	36.181				
5	11/4/2011	14/4/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.736	13750	175.070	B	36.473				
6	21/2/2011	28/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.627	16750	213.267	B	30.467	20.881	20.030	1.424	6.82%
7	21/2/2011	28/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.781	16750	213.267	B	30.467				
8	21/2/2011	28/2/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.700	16750	213.267	B	30.467				
9	25/2/2011	4/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.748	15000	190.985	B	27.284				
10	25/2/2011	4/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.825	16750	213.267	B	30.467				
11	25/2/2011	11/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.721	17710	225.490	B	25.624	23.257	22.309	2.398	10.31%
12	25/2/2011	11/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.745	18460	235.039	B	26.709				
13	25/2/2011	11/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.833	15730	200.280	B	22.759				
14	25/2/2011	11/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.830	19660	250.318	B	28.445				
15	25/2/2011	11/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.839	19770	251.719	B	28.604				
16	21/2/2011	21/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.772	21240	270.435	B	27.044	26.908	25.673	0.134	0.50%
17	21/2/2011	21/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.820	21130	269.035	B	26.903				
18	21/2/2011	21/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.778	21030	267.762	B	26.776				



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

19	21/2/2011	21/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.526	45830	259.351	B	25.935	25.673	25.673	0.228	0.89%
20	21/2/2011	21/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.446	45170	255.617	B	25.562				
21	21/2/2011	21/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.385	45100	255.220	B	25.522				
Faktor Konv											1.048				

Kuat Tekan *Fiber 10%*

No	Tanggal		Umur (hari)	Silinder	Luas Penampang (cm ²)	Slump (cm)	Massa (kg)	Beban (kg)	Tegangan (kg/cm ²)	Pola Retak	Konversi 28 hari (MPa)	Rata-rata	Konv. Ke Sil.Besar	SD	Deviasi
	Dicor	Ditest													
1	28/2/2011	3/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.702	8750	111.408	B	24.219	11.777	11.297	0.872	7.40%
2	28/2/2011	3/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.689	8750	111.408	B	24.219				
3	28/2/2011	3/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.726	10000	127.324	B	27.679				
4	28/2/2011	3/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.742	8750	111.408	B	24.219				
5	28/2/2011	3/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.815	10000	127.324	B	27.679				
6	28/2/2011	7/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.814	15000	190.985	B	27.284	16.552	15.877	1.815	10.96%
7	28/2/2011	7/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.721	12500	159.155	B	22.736				
8	28/2/2011	7/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.820	11250	143.239	B	20.463				
9	28/2/2011	7/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.888	13750	175.070	B	25.010				
10	28/2/2011	7/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.832	12500	159.155	B	22.736				
11	28/2/2011	14/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.738	14800	188.439	B	21.414	19.615	18.816	1.739	8.87%
12	28/2/2011	14/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.722	16370	208.429	B	23.685				
13	28/2/2011	14/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.741	15550	197.988	B	22.499				
14	28/2/2011	14/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.785	13420	170.868	B	19.417				
15	28/2/2011	14/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.766	16890	215.050	B	24.437				



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

16	2/3/2011	30/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.817	18720	238.350	B	23.835	26.640	24.111	2.501	9.39%
17	2/3/2011	30/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.778	21560	274.510	B	27.451				
18	2/3/2011	30/3/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.711	22490	286.351	B	28.635				
19	2/3/2011	30/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.604	42060	238.017	B	23.802	24.111	24.111	0.402	1.67%
20	2/3/2011	30/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.413	42350	239.658	C	23.966				
21	2/3/2011	30/3/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.638	43410	245.657	B	24.566				
Faktor Konv											1.105				

Kuat Tekan *Fiber* 12%

No	Tanggal		Umur (hari)	Silinder	Luas Penampang (cm ²)	Slump (cm)	Massa (kg)	Beban (kg)	Tegangan (kg/cm ²)	Pola Retak	Konversi 28 hari (MPa)	Rata-rata	Konv. Ke Sil.Besar	SD	Deviasi
	Dicor	Ditest													
1	9/3/2011	12/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.766	8110	103.259	B	22.448	10.494	10.066	0.581	5.53%
2	9/3/2011	12/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.759	7880	100.331	B	21.811				
3	9/3/2011	12/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.904	8890	113.191	B	24.607				
4	9/3/2011	12/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.716	7810	99.440	B	21.617				
5	9/3/2011	12/3/2011	3	Kecil	78.54	15±2	3.871	8520	108.480	B	23.583				
6	9/3/2011	16/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.766	11100	141.329	B	20.190	15.034	14.422	1.098	7.30%
7	9/3/2011	16/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.802	11060	140.820	B	20.117				
8	9/3/2011	16/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.751	12180	155.080	B	22.154				
9	9/3/2011	16/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.805	11580	147.441	B	21.063				
10	9/3/2011	16/3/2011	7	Kecil	78.54	15±2	3.751	13120	167.049	B	23.864				



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

11	9/3/2011	23/3/2011	14	Kecil	78.54	15±2	3.731	15850	201.808	B	22.933	18.556	17.800	1.183	6.37%
12	9/3/2011	23/3/2012	14	Kecil	78.54	15±2	3.765	15280	194.551	B	22.108				
13	9/3/2011	23/3/2013	14	Kecil	78.54	15±2	3.773	13830	176.089	B	20.010				
14	9/3/2011	23/3/2014	14	Kecil	78.54	15±2	3.786	13900	176.980	B	20.111				
15	9/3/2011	23/3/2015	14	Kecil	78.54	15±2	3.789	14010	178.380	B	20.271				
16	4/3/2011	1/4/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.779	17980	228.928	B	22.893	25.961	22.753	2.661	10.25%
17	4/3/2011	1/4/2011	28	Kecil	78.54	15±2	3.939	21490	273.619	B	27.362				
18	4/3/2011	1/4/2011	28	Kecil	78.54	15±2	4.004	21700	276.292	B	27.629				
19	4/3/2011	1/4/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.364	42170	238.640	B	23.864	22.753	22.753	1.082	4.76%
20	4/3/2011	1/4/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.511	40100	226.925	B	22.693				
21	4/3/2011	1/4/2011	28	Besar	176.71	15±2	12.614	38350	217.022	B	21.702				
Faktor Konv											1.141				



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

LAMPIRAN F HASIL UJI SUSUT BETON

Hasil Uji Susut *Fiber 0%* (UNI 6555)

Day	Tgl	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	KR (%)
			Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %		
1	8-Feb	13.30	3.000	0	0.000%	3.000	0	0.000%	3.000	0	0.000%	26.7	77
1	8-Feb	13.45	3.001	-2E-05	-0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.6	78
1	8-Feb	14.00	2.999	2E-05	0.002%	3.000	0	0.000%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.7	78
1	8-Feb	14.15	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.004	-8E-05	-0.008%	26.7	78
1	8-Feb	14.30	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.7	77
1	8-Feb	14.45	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.8	81
1	8-Feb	15.00	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.8	81
1	8-Feb	15.15	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.8	81
1	8-Feb	15.30	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.8	81
1	8-Feb	15.45	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.004	-8E-05	-0.008%	26.8	81
1	8-Feb	16.00	3.000	0	0.000%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.8	82
1	8-Feb	16.15	3.000	0	0.000%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.8	81
1	8-Feb	16.30	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.8	81
1	8-Feb	16.45	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.8	81
1	8-Feb	17.00	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.8	81
1	8-Feb	17.15	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.8	80
1	8-Feb	17.30	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.8	78
1	8-Feb	17.45	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.007	-0.0001	-0.014%	26.8	76
1	8-Feb	18.00	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.007	-0.0001	-0.014%	26.8	76
1	8-Feb	18.15	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.007	-0.0001	-0.014%	26.8	76
1	8-Feb	18.30	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.007	-0.0001	-0.014%	26.8	77
1	8-Feb	18.45	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.8	78
1	8-Feb	19.00	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.8	78
1	8-Feb	19.15	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.7	80
1	8-Feb	19.30	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.7	78
1	8-Feb	19.45	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.7	77
1	8-Feb	20.00	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.7	77
1	8-Feb	20.15	3.001	-2E-05	-0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.006	-0.0001	-0.012%	26.7	77
1	8-Feb	20.30	3.001	-2E-05	-0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.7	77
1	8-Feb	20.45	3.001	-2E-05	-0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.7	77
1	8-Feb	21.00	3.001	-2E-05	-0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.7	77
1	8-Feb	21.15	3.001	-2E-05	-0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.7	77



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	8-Feb	21.30	3.001	-2E-05	-0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.7	77
1	8-Feb	21.45	3.001	-2E-05	-0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.005	-1E-04	-0.010%	26.7	78
1	8-Feb	22.00	3.001	-2E-05	-0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.004	-8E-05	-0.008%	26.7	78
1	8-Feb	22.15	3.001	-2E-05	-0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.004	-8E-05	-0.008%	26.7	78
1	8-Feb	22.30	3.001	-2E-05	-0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.004	-8E-05	-0.008%	26.6	77
1	8-Feb	22.45	3.001	-2E-05	-0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.004	-8E-05	-0.008%	26.6	76
1	8-Feb	23.00	3.000	0	0.000%	3.000	0	0.000%	3.004	-8E-05	-0.008%	26.6	76
1	8-Feb	23.15	3.000	0	0.000%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.6	77
1	8-Feb	23.30	3.000	0	0.000%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.6	76
1	8-Feb	23.45	3.000	0	0.000%	3.000	0	0.000%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.6	77
1	9-Feb	0.00	3.000	0	0.000%	3.000	0	0.000%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.6	77
1	9-Feb	0.15	3.000	0	0.000%	3.000	0	0.000%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.6	77
1	9-Feb	0.30	3.000	0	0.000%	3.000	0	0.000%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.5	77
1	9-Feb	0.45	3.000	0	0.000%	3.000	0	0.000%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.5	77
1	9-Feb	1.00	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.5	76
1	9-Feb	1.15	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.5	76
1	9-Feb	1.30	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.4	76
1	9-Feb	1.45	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.4	76
1	9-Feb	2.00	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.3	76
1	9-Feb	2.15	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.3	76
1	9-Feb	2.30	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.3	76
1	9-Feb	2.45	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.2	76
1	9-Feb	3.00	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.2	76
1	9-Feb	3.15	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.2	76
1	9-Feb	3.30	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.1	76
1	9-Feb	3.45	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.1	76
1	9-Feb	4.00	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.1	76
1	9-Feb	4.15	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.1	76
1	9-Feb	4.30	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.0	75
1	9-Feb	4.45	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.0	75
1	9-Feb	5.00	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.0	75
1	9-Feb	5.15	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.0	75
1	9-Feb	5.30	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.0	75
1	9-Feb	5.45	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.0	73
1	9-Feb	6.00	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	3.003	-6E-05	-0.006%	26.0	73
1	9-Feb	6.15	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.0	72
1	9-Feb	6.30	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.0	72
1	9-Feb	6.45	2.998	4E-05	0.004%	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.0	71
1	9-Feb	7.00	2.998	4E-05	0.004%	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.0	71
1	9-Feb	7.15	2.998	4E-05	0.004%	3.000	0	0.000%	3.003	-6E-05	-0.006%	25.9	71



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	9-Feb	7.30	2.998	4E-05	0.004%	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	25.9	71
1	9-Feb	7.45	2.998	4E-05	0.004%	3.000	0	0.000%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.0	71
1	9-Feb	8.00	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.0	71
1	9-Feb	8.15	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.1	72
1	9-Feb	8.30	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.1	72
1	9-Feb	8.45	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.1	71
1	9-Feb	9.00	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.2	71
1	9-Feb	9.15	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.2	72
1	9-Feb	9.30	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.3	71
1	9-Feb	9.45	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.3	70
1	9-Feb	10.00	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.2	71
1	9-Feb	10.15	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.3	71
1	9-Feb	10.30	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.4	71
1	9-Feb	10.45	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.5	71
1	9-Feb	11.00	2.997	5.9E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.6	71
1	9-Feb	11.15	2.996	7.9E-05	0.008%	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.6	70
1	9-Feb	11.30	2.996	7.9E-05	0.008%	2.998	4E-05	0.004%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.7	70
1	9-Feb	11.45	2.995	9.9E-05	0.010%	2.998	4E-05	0.004%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.8	69
1	9-Feb	12.00	2.995	9.9E-05	0.010%	2.998	4E-05	0.004%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.8	69
1	9-Feb	12.15	2.995	9.9E-05	0.010%	2.998	4E-05	0.004%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.9	68
1	9-Feb	12.30	2.994	0.00012	0.012%	2.998	4E-05	0.004%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.9	67
1	9-Feb	12.45	2.994	0.00012	0.012%	2.997	6E-05	0.006%	3.000	0	0.000%	26.9	68
1	9-Feb	13.00	2.994	0.00012	0.012%	2.997	6E-05	0.006%	3.000	0	0.000%	27.0	66
1	9-Feb	13.15	2.995	9.9E-05	0.010%	2.997	6E-05	0.006%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.9	67
1	9-Feb	13.30	2.995	9.9E-05	0.010%	2.998	4E-05	0.004%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.9	67
2	9-Feb	14.30	2.995	9.9E-05	0.010%	3.003	-6E-05	-0.006%	3.000	0	0.000%	27.1	65
2	9-Feb	15.30	2.994	0.00012	0.012%	3.002	-4E-05	-0.004%	2.999	2E-05	0.002%	27.3	63
2	9-Feb	16.30	2.993	0.00014	0.014%	3.002	-4E-05	-0.004%	2.998	4E-05	0.004%	27.3	66
2	9-Feb	17.30	2.993	0.00014	0.014%	3.000	0	0.000%	2.998	4E-05	0.004%	27.2	61
2	9-Feb	18.30	2.992	0.00016	0.016%	2.999	2E-05	0.002%	2.997	6E-05	0.006%	27.1	60
2	9-Feb	19.30	2.992	0.00016	0.016%	2.999	2E-05	0.002%	2.996	8E-05	0.008%	27.0	63
2	9-Feb	20.30	2.992	0.00016	0.016%	2.999	2E-05	0.002%	2.996	8E-05	0.008%	26.9	66
2	9-Feb	21.30	2.992	0.00016	0.016%	2.999	2E-05	0.002%	2.996	8E-05	0.008%	26.9	64
2	9-Feb	22.30	2.991	0.00018	0.018%	2.999	2E-05	0.002%	2.996	8E-05	0.008%	26.7	64
2	9-Feb	23.30	2.994	0.00012	0.012%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.5	64
2	10-Feb	0.30	2.994	0.00012	0.012%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.2	69
2	10-Feb	1.30	2.994	0.00012	0.012%	3.002	-4E-05	-0.004%	3.001	-2E-05	-0.002%	26.2	69
2	10-Feb	2.30	2.994	0.00012	0.012%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.000	0	0.000%	25.8	69
2	10-Feb	3.30	2.993	0.00014	0.014%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.000	0	0.000%	25.8	69
2	10-Feb	4.30	2.993	0.00014	0.014%	3.001	-2E-05	-0.002%	3.000	0	0.000%	25.7	69



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

2	10-Feb	5.30	2.992	0.00016	0.016%	3.000	0	0.000%	2.999	2E-05	0.002%	25.6	65
2	10-Feb	6.30	2.992	0.00016	0.016%	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	25.6	65
2	10-Feb	7.30	2.992	0.00016	0.016%	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	25.7	66
2	10-Feb	8.30	2.991	0.00018	0.018%	2.999	2E-05	0.002%	2.999	2E-05	0.002%	25.9	70
2	10-Feb	9.30	2.991	0.00018	0.018%	2.998	4E-05	0.004%	3.000	0	0.000%	26.1	64
2	10-Feb	10.30	2.990	0.0002	0.020%	2.997	6E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	26.5	64
2	10-Feb	11.30	2.990	0.0002	0.020%	2.997	6E-05	0.006%	2.999	2E-05	0.002%	26.7	69
2	10-Feb	12.30	2.994	0.00012	0.012%	2.999	2E-05	0.002%	3.002	-4E-05	-0.004%	26.9	71
2	10-Feb	13.30	2.995	9.9E-05	0.010%	2.999	2E-05	0.002%	3.001	-2E-05	-0.002%	27.0	72
3	10-Feb	16.00	2.992	0.00016	0.016%	2.998	4E-05	0.004%	2.999	2E-05	0.002%	26.3	76
3	11-Feb	8.00	2.988	0.00024	0.024%	2.996	8E-05	0.008%	2.996	8E-05	0.008%	26.3	77
3	11-Feb	8.45	2.989	0.00022	0.022%	2.996	8E-05	0.008%	2.998	4E-05	0.004%	26.7	77
4	11-Feb	15.30	2.987	0.00026	0.026%	2.995	1E-04	0.010%	2.994	0.00012	0.012%	25.9	80
4	12-Feb	8.30	2.983	0.00034	0.034%	2.993	0.00014	0.014%	2.993	0.00014	0.014%	26.6	84
6	14-Feb	8.30	2.968	0.00063	0.063%	2.974	0.00052	0.052%	2.974	0.00052	0.052%	26.6	81
7	14-Feb	14.00	2.973	0.00053	0.053%	2.983	0.00034	0.034%	2.981	0.00038	0.038%	26.5	84
7	15-Feb	9.30	2.964	0.00071	0.071%	2.977	0.00046	0.046%	2.974	0.00052	0.052%	25.8	82
8	15-Feb	15.00	2.964	0.00071	0.071%	2.977	0.00046	0.046%	2.970	0.0006	0.060%	26.0	82
8	16-Feb	8.30	2.968	0.00063	0.063%	2.980	0.0004	0.040%	2.970	0.0006	0.060%	26.0	82
9	16-Feb	15.00	2.964	0.00071	0.071%	2.983	0.00034	0.034%	2.972	0.00056	0.056%	25.8	81
9	17-Feb	8.30	2.962	0.00075	0.075%	2.980	0.0004	0.040%	2.969	0.00062	0.062%	25.8	85
10	17-Feb	15.30	2.962	0.00075	0.075%	2.984	0.00032	0.032%	2.970	0.0006	0.060%	26.9	78
10	18-Feb	9.00	2.963	0.00073	0.073%	2.984	0.00032	0.032%	2.971	0.00058	0.058%	26.0	84
11	18-Feb	15.30	2.960	0.00079	0.079%	2.981	0.00038	0.038%	2.967	0.00066	0.066%	28.1	67
11	19-Feb	9.30	2.962	0.00075	0.075%	2.982	0.00036	0.036%	2.968	0.00064	0.064%	26.1	83
13	21-Feb	9.00	2.937	0.00125	0.125%	2.960	0.0008	0.080%	2.947	0.00106	0.106%	26.5	78
14	21-Feb	15.30	2.934	0.00131	0.131%	2.958	0.00084	0.084%	2.942	0.00116	0.116%	27.1	80
14	22-Feb	8.00	2.933	0.00133	0.133%	2.958	0.00084	0.084%	2.942	0.00116	0.116%	26.4	81
15	22-Feb	16.00	2.934	0.00131	0.131%	2.960	0.0008	0.080%	2.942	0.00116	0.116%	26.9	77
15	23-Feb	9.30	2.934	0.00131	0.131%	2.953	0.00094	0.094%	2.933	0.00134	0.134%	26.6	72
16	23-Feb	16.00	2.919	0.0016	0.160%	2.952	0.00096	0.096%	2.934	0.00132	0.132%	27.2	75
16	24-Feb	7.30	2.919	0.0016	0.160%	2.948	0.00104	0.104%	2.928	0.00144	0.144%	26.6	68
17	24-Feb	15.48	2.912	0.00174	0.174%	2.941	0.00118	0.118%	2.918	0.00164	0.164%	27.1	58
17	25-Feb	8.30	2.906	0.00186	0.186%	2.934	0.00132	0.132%	2.910	0.0018	0.180%	26.6	73
18	25-Feb	15.00	2.904	0.0019	0.190%	2.931	0.00138	0.138%	2.907	0.00186	0.186%	27.5	75
18	26-Feb	9.00	2.904	0.0019	0.190%	2.931	0.00138	0.138%	2.907	0.00186	0.186%	26.4	78
19	26-Feb	12.30	2.905	0.00188	0.188%	2.928	0.00144	0.144%	2.904	0.00192	0.192%	26.4	78
20	27-Feb	11.30	2.905	0.00188	0.188%	2.924	0.00152	0.152%	2.900	0.002	0.200%	26.2	83
20	28-Feb	9.05	2.911	0.00176	0.176%	2.925	0.0015	0.150%	2.904	0.00192	0.192%	25.6	83
21	28-Feb	14.00	2.907	0.00184	0.184%	2.911	0.00178	0.178%	2.897	0.00206	0.206%	25.3	88



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

21	1-Mar	8.30	2.907	0.00184	0.184%	2.910	0.0018	0.180%	2.905	0.0019	0.190%	25.2	77
22	1-Mar	15.30	2.907	0.00184	0.184%	2.907	0.00186	0.186%	2.906	0.00188	0.188%	26.2	73
22	2-Mar	8.00	2.903	0.00192	0.192%	2.903	0.00194	0.194%	2.906	0.00188	0.188%	26.0	72
23	2-Mar	15.05	2.896	0.00206	0.206%	2.896	0.00208	0.208%	2.885	0.0023	0.230%	27.5	68
23	3-Mar	8.30	2.890	0.00218	0.218%	2.888	0.00224	0.224%	2.871	0.00258	0.258%	26.2	72
24	3-Mar	17.00	2.894	0.0021	0.210%	2.884	0.00232	0.232%	2.878	0.00244	0.244%	26.5	79
24	4-Mar	10.30	2.900	0.00198	0.198%	2.888	0.00224	0.224%	2.886	0.00228	0.228%	26.3	75
25	4-Mar	15.00	2.901	0.00196	0.196%	2.888	0.00224	0.224%	2.915	0.0017	0.170%	27.4	66
25	5-Mar	8.00	2.899	0.002	0.200%	2.888	0.00224	0.224%	2.916	0.00168	0.168%	26.0	79
27	7-Mar	9.30	2.888	0.00222	0.222%	2.872	0.00256	0.256%	2.893	0.00214	0.214%	26.5	77
28	7-Mar	15.00	2.880	0.00238	0.238%	2.876	0.00248	0.248%	2.888	0.00224	0.224%	28.0	64
28	8-Mar	10.00	2.881	0.00236	0.236%	2.876	0.00248	0.248%	2.895	0.0021	0.210%	27.3	72

Hasil Uji Susut *Fiber* 4% (UNI 6555)

Day	Tgl	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	KR (%)
			Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %		
1	22-Mar	11.15	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	27.4	75
1	22-Mar	11.30	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	27.4	75
1	22-Mar	11.45	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.2	78
1	22-Mar	12.00	2.001	-2E-05	-0.002%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.1	79
1	22-Mar	12.15	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.2	78
1	22-Mar	12.30	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.2	77
1	22-Mar	12.45	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.2	76
1	22-Mar	13.00	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.3	77
1	22-Mar	13.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.3	76
1	22-Mar	13.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.3	76
1	22-Mar	13.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	75
1	22-Mar	14.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	75
1	22-Mar	14.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	75
1	22-Mar	14.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.7	72
1	22-Mar	14.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.6	71
1	22-Mar	15.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.5	71
1	22-Mar	15.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.5	71
1	22-Mar	15.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.5	71
1	22-Mar	15.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.5	71
1	22-Mar	16.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	71
1	22-Mar	16.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	71
1	22-Mar	16.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	71
1	22-Mar	16.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	72



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	22-Mar	17.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	72
1	22-Mar	17.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	72
1	22-Mar	17.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	71
1	22-Mar	17.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	73
1	22-Mar	18.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	73
1	22-Mar	18.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	73
1	22-Mar	18.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	74
1	22-Mar	18.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	75
1	22-Mar	19.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	76
1	22-Mar	19.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	77
1	22-Mar	19.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	77
1	22-Mar	19.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	78
1	22-Mar	20.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	77
1	22-Mar	20.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	78
1	22-Mar	20.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	77
1	22-Mar	20.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	77
1	22-Mar	21.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	74
1	22-Mar	21.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	74
1	22-Mar	21.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	74
1	22-Mar	21.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	74
1	22-Mar	22.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	74
1	22-Mar	22.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	74
1	22-Mar	22.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	74
1	22-Mar	22.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	74
1	22-Mar	23.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	74
1	22-Mar	23.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	74
1	22-Mar	23.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	74
1	22-Mar	23.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	73
1	23-Mar	0.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	73
1	23-Mar	0.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	73
1	23-Mar	0.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	73
1	23-Mar	0.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	73
1	23-Mar	1.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	73
1	23-Mar	1.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.1	73
1	23-Mar	1.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.1	73
1	23-Mar	1.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.1	73
1	23-Mar	2.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.1	73
1	23-Mar	2.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.1	73
1	23-Mar	2.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	73
1	23-Mar	2.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	73



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	23-Mar	3.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	73
1	23-Mar	3.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	73
1	23-Mar	3.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	72
1	23-Mar	3.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	71
1	23-Mar	4.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	72
1	23-Mar	4.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	72
1	23-Mar	4.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	71
1	23-Mar	4.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	71
1	23-Mar	5.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	72
1	23-Mar	5.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	72
1	23-Mar	5.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	73
1	23-Mar	5.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	73
1	23-Mar	6.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.9	75
1	23-Mar	6.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.9	75
1	23-Mar	6.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.9	75
1	23-Mar	6.45	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	75
1	23-Mar	7.00	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.9	76
1	23-Mar	7.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	76
1	23-Mar	7.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	76
1	23-Mar	7.45	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	76
1	23-Mar	8.00	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	76
1	23-Mar	8.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	76
1	23-Mar	8.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	75
1	23-Mar	8.45	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	74
1	23-Mar	9.00	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	73
1	23-Mar	9.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	72
1	23-Mar	9.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	71
1	23-Mar	9.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	71
1	23-Mar	10.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	71
1	23-Mar	10.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	70
1	23-Mar	10.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	70
1	23-Mar	10.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	70
1	23-Mar	11.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	70
2	23-Mar	11.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	71
2	23-Mar	12.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	70
2	23-Mar	13.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.006	0.00012	-0.012%	27.3	72
2	23-Mar	14.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	70
2	23-Mar	15.15	2.002	-4E-05	-0.004%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.5	66
2	23-Mar	16.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.5	65
2	23-Mar	17.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.5	66



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

2	23-Mar	18.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.3	72
2	23-Mar	19.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.2	73
2	23-Mar	20.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.2	74
2	23-Mar	21.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.1	65
2	23-Mar	22.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27	67
2	23-Mar	23.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.8	67
2	24-Mar	0.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.7	68
2	24-Mar	1.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.7	67
2	24-Mar	2.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.6	66
2	24-Mar	3.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.5	65
2	24-Mar	4.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.5	65
2	24-Mar	5.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.4	65
2	24-Mar	6.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.4	66
2	24-Mar	7.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.4	71
2	24-Mar	8.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.5	69
2	24-Mar	9.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	26.7	68
2	24-Mar	10.15	2.000	0	0.000%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	26.9	69
3	24-Mar	11.15	1.999	2E-05	0.002%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.3	67
3	24-Mar	12.15	1.999	2E-05	0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.9	68
3	24-Mar	13.15	1.998	4E-05	0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.000	0	0.000%	27.5	70
3	24-Mar	14.15	1.996	8E-05	0.008%	1.999	2E-05	0.002%	1.999	2E-05	0.002%	27.8	66
3	24-Mar	15.15	1.996	8E-05	0.008%	1.999	2E-05	0.002%	1.998	0.00004	0.004%	27.8	67
4	25-Mar	11.00	1.990	0.0002	0.020%	1.992	0.00016	0.016%	1.992	0.00016	0.016%	27.3	74
4	25-Mar	14.00	1.992	0.00016	0.016%	1.995	1E-04	0.010%	1.996	8E-05	0.008%	27.3	75
5	26-Mar	9.20	1.985	0.0003	0.030%	1.988	0.00024	0.024%	1.989	0.00022	0.022%	27.3	70
6	27-Mar	9.25	1.969	0.00062	0.062%	1.972	0.00056	0.056%	1.972	0.00056	0.056%	27.3	70
6	28-Mar	8.00	1.950	0.001	0.100%	1.954	0.00092	0.092%	1.953	0.00094	0.094%	27	68
7	28-Mar	16.00	1.940	0.0012	0.120%	1.944	0.00112	0.112%	1.943	0.00114	0.114%	27.2	67
7	29-Mar	9.00	1.930	0.0014	0.140%	1.936	0.00128	0.128%	1.934	0.00132	0.132%	26.9	71
8	29-Mar	16.00	1.939	0.00122	0.122%	1.946	0.00108	0.108%	1.947	0.00106	0.106%	26.7	80
8	30-Mar	8.30	1.941	0.00118	0.118%	1.946	0.00108	0.108%	1.947	0.00106	0.106%	26.4	76
9	30-Mar	16.30	1.942	0.00116	0.116%	1.948	0.00104	0.104%	1.949	0.00102	0.102%	26.9	77
9	31-Mar	9.00	1.931	0.00138	0.138%	1.939	0.00122	0.122%	1.933	0.00134	0.134%	26.3	72
10	31-Mar	14.30	1.928	0.00144	0.144%	1.937	0.00126	0.126%	1.935	0.0013	0.130%	27	72
10	1-Apr	10.45	1.929	0.00142	0.142%	1.936	0.00128	0.128%	1.935	0.0013	0.130%	26.4	80
11	1-Apr	15.30	1.929	0.00142	0.142%	1.935	0.0013	0.130%	1.936	0.00128	0.128%	26.6	77
13	4-Apr	9.45	1.890	0.0022	0.220%	1.905	0.0019	0.190%	1.895	0.0021	0.210%	27	65
14	4-Apr	14.30	1.899	0.00202	0.202%	1.911	0.00178	0.178%	1.907	0.00186	0.186%	28.5	62
14	5-Apr	9.00	1.893	0.00214	0.214%	1.908	0.00184	0.184%	1.908	0.00184	0.184%	27.4	65
15	5-Apr	16.00	1.890	0.0022	0.220%	1.904	0.00192	0.192%	1.898	0.00204	0.204%	28.4	63



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

15	6-Apr	8.30	1.901	0.00198	0.198%	1.918	0.00164	0.164%	1.910	0.0018	0.180%	27.1	68
16	6-Apr	16.00	1.892	0.00216	0.216%	1.913	0.00174	0.174%	1.905	0.0019	0.190%	29.1	57
16	7-Apr	9.00	1.886	0.00228	0.228%	1.905	0.0019	0.190%	1.900	0.002	0.200%	27.6	63
17	7-Apr	15.00	1.888	0.00224	0.224%	1.903	0.00194	0.194%	1.897	0.00206	0.206%	28.6	61
17	8-Apr	9.15	1.879	0.00242	0.242%	1.900	0.002	0.200%	1.889	0.00222	0.222%	27.8	67
18	8-Apr	16.15	1.883	0.00234	0.234%	1.903	0.00194	0.194%	1.898	0.00204	0.204%	28.2	71
20	11-Apr	8.45	1.852	0.00295	0.295%	1.873	0.00254	0.254%	1.868	0.00264	0.264%	28.3	67
21	11-Apr	14.00	1.861	0.00277	0.277%	1.875	0.0025	0.250%	1.872	0.00256	0.256%	27	71
21	11-Apr	17.00	1.866	0.00267	0.267%	1.877	0.00246	0.246%	1.876	0.00248	0.248%	27	72
21	12-Apr	9.30	1.878	0.00244	0.244%	1.878	0.00244	0.244%	1.884	0.00232	0.232%	27	73
22	12-Apr	15.30	1.880	0.0024	0.240%	1.884	0.00232	0.232%	1.887	0.00226	0.226%	27.9	71
22	13-Apr	8.15	1.885	0.0023	0.230%	1.893	0.00214	0.214%	1.890	0.0022	0.220%	26.7	76
23	13-Apr	16.00	1.883	0.00234	0.234%	1.892	0.00216	0.216%	1.887	0.00226	0.226%	27.5	72
23	14-Apr	9.30	1.879	0.00242	0.242%	1.890	0.0022	0.220%	1.883	0.00234	0.234%	27.5	74
24	14-Apr	16.00	1.875	0.0025	0.250%	1.887	0.00226	0.226%	1.880	0.0024	0.240%	27.5	71
24	15-Apr	8.30	1.870	0.00259	0.259%	1.886	0.00228	0.228%	1.875	0.0025	0.250%	26.7	73
25	15-Apr	17.30	1.863	0.00273	0.273%	1.881	0.00238	0.238%	1.871	0.00258	0.258%	27.8	69
27	18-Apr	9.15	1.845	0.00309	0.309%	1.862	0.00276	0.276%	1.848	0.00304	0.304%	27.3	70
28	18-Apr	15.30	1.846	0.00307	0.307%	1.865	0.0027	0.270%	1.853	0.00294	0.294%	27.4	77
28	19-Apr	10.10	1.853	0.00293	0.293%	1.870	0.0026	0.260%	1.861	0.00278	0.278%	26.8	76

Hasil Uji Susut *Fiber* 6% (UNI 6555)

Day	Tgl	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	KR (%)
			Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %		
1	22-Mar	11.15	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	27.4	75
1	22-Mar	11.30	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	27.4	75
1	22-Mar	11.45	2.001	-2E-05	-0.002%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.2	78
1	22-Mar	12.00	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.1	79
1	22-Mar	12.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.2	78
1	22-Mar	12.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.2	77
1	22-Mar	12.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.2	76
1	22-Mar	13.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.3	77
1	22-Mar	13.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.3	76
1	22-Mar	13.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	76
1	22-Mar	13.45	2.004	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	75
1	22-Mar	14.00	2.004	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	75
1	22-Mar	14.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	75
1	22-Mar	14.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.7	72
1	22-Mar	14.45	2.004	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.6	71



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	22-Mar	15.00	2.004	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.5	71
1	22-Mar	15.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.5	71
1	22-Mar	15.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.5	71
1	22-Mar	15.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.5	71
1	22-Mar	16.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	71
1	22-Mar	16.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	71
1	22-Mar	16.30	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	71
1	22-Mar	16.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	72
1	22-Mar	17.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	72
1	22-Mar	17.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	72
1	22-Mar	17.30	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	71
1	22-Mar	17.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	73
1	22-Mar	18.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	73
1	22-Mar	18.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	73
1	22-Mar	18.30	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	74
1	22-Mar	18.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	75
1	22-Mar	19.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	76
1	22-Mar	19.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	77
1	22-Mar	19.30	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	77
1	22-Mar	19.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	78
1	22-Mar	20.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	77
1	22-Mar	20.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	78
1	22-Mar	20.30	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	77
1	22-Mar	20.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	77
1	22-Mar	21.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	74
1	22-Mar	21.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	74
1	22-Mar	21.30	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	74
1	22-Mar	21.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	74
1	22-Mar	22.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	74
1	22-Mar	22.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	74
1	22-Mar	22.30	2.006	-0.0001	-0.012%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	74
1	22-Mar	22.45	2.006	-0.0001	-0.012%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	74
1	22-Mar	23.00	2.006	-0.0001	-0.012%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	74
1	22-Mar	23.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	74
1	22-Mar	23.30	2.006	-0.0001	-0.012%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	74
1	22-Mar	23.45	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	73
1	23-Mar	0.00	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	73
1	23-Mar	0.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	73
1	23-Mar	0.30	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	73
1	23-Mar	0.45	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	73



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	23-Mar	1.00	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	1.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	1.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	1.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	2.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	2.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	2.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	2.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	3.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	3.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	73
1	23-Mar	3.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	72
1	23-Mar	3.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	71
1	23-Mar	4.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	72
1	23-Mar	4.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	72
1	23-Mar	4.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	71
1	23-Mar	4.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	71
1	23-Mar	5.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	72
1	23-Mar	5.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	72
1	23-Mar	5.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	73
1	23-Mar	5.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	73
1	23-Mar	6.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	26.9	75
1	23-Mar	6.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	26.9	75
1	23-Mar	6.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	26.9	75
1	23-Mar	6.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	75
1	23-Mar	7.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	26.9	76
1	23-Mar	7.15	2.008	-0.0002	-0.016%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	76
1	23-Mar	7.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	76
1	23-Mar	7.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	76
1	23-Mar	8.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	76
1	23-Mar	8.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	76
1	23-Mar	8.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	75
1	23-Mar	8.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.1	74
1	23-Mar	9.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.1	73
1	23-Mar	9.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.1	72
1	23-Mar	9.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.1	71
1	23-Mar	9.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	71
1	23-Mar	10.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	71
1	23-Mar	10.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	70
1	23-Mar	10.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	70
1	23-Mar	10.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	70



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	23-Mar	11.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.3	70
2	23-Mar	11.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	71
2	23-Mar	12.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	70
2	23-Mar	13.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.3	72
2	23-Mar	14.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.4	70
2	23-Mar	15.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.5	66
2	23-Mar	16.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.5	65
2	23-Mar	17.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.5	66
2	23-Mar	18.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.3	72
2	23-Mar	19.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	73
2	23-Mar	20.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	74
2	23-Mar	21.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	65
2	23-Mar	22.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	67
2	23-Mar	23.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.8	67
2	24-Mar	0.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.7	68
2	24-Mar	1.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.7	67
2	24-Mar	2.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.6	66
2	24-Mar	3.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.5	65
2	24-Mar	4.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.5	65
2	24-Mar	5.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.4	65
2	24-Mar	6.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	26.4	66
2	24-Mar	7.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.4	71
2	24-Mar	8.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.5	69
2	24-Mar	9.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.7	68
2	24-Mar	10.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.9	69
3	24-Mar	11.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.3	67
3	24-Mar	12.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.9	68
3	24-Mar	13.15	2.002	-4E-05	-0.004%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.5	70
3	24-Mar	14.15	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	1.999	1.99E-05	0.002%	27.8	66
3	24-Mar	15.15	2.000	0	0.000%	2.003	-6E-05	-0.006%	1.998	3.98E-05	0.004%	27.8	67
4	25-Mar	11.00	1.989	0.00022	0.022%	1.994	0.00012	0.012%	1.987	0.000259	0.026%	27.3	74
4	25-Mar	14.00	1.991	0.00018	0.018%	1.996	8E-05	0.008%	1.988	0.000239	0.024%	27.3	75
5	26-Mar	9.20	1.980	0.0004	0.040%	1.989	0.00022	0.022%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.3	70
6	27-Mar	9.25	1.961	0.00078	0.078%	1.978	0.00044	0.044%	1.980	0.000398	0.040%	27.3	70
6	28-Mar	8.00	1.951	0.00098	0.098%	1.970	0.0006	0.060%	1.959	0.000817	0.082%	27	68
7	28-Mar	16.00	1.951	0.00098	0.098%	1.963	0.00074	0.074%	1.949	0.001016	0.102%	27.2	67
7	29-Mar	9.00	1.951	0.00098	0.098%	1.959	0.00082	0.082%	1.941	0.001175	0.118%	26.9	71
8	29-Mar	16.00	1.959	0.00082	0.082%	1.963	0.00074	0.074%	1.948	0.001036	0.104%	26.7	80
8	30-Mar	8.30	1.957	0.00086	0.086%	1.964	0.00072	0.072%	1.945	0.001096	0.110%	26.4	76
9	30-Mar	16.30	1.958	0.00084	0.084%	1.965	0.0007	0.070%	1.946	0.001076	0.108%	26.9	77



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

9	31-Mar	9.00	1.960	0.0008	0.080%	1.960	0.0008	0.080%	1.939	0.001215	0.122%	26.3	72
10	31-Mar	14.30	1.957	0.00086	0.086%	1.959	0.00082	0.082%	1.938	0.001235	0.124%	27	72
10	1-Apr	10.45	1.956	0.00088	0.088%	1.958	0.00084	0.084%	1.937	0.001255	0.125%	26.4	80
11	1-Apr	15.30	1.956	0.00088	0.088%	1.958	0.00084	0.084%	1.938	0.001235	0.124%	26.6	77
13	4-Apr	9.45	1.938	0.00124	0.124%	1.929	0.00142	0.142%	1.922	0.001554	0.155%	27	65
14	4-Apr	14.30	1.945	0.0011	0.110%	1.934	0.00132	0.132%	1.923	0.001534	0.153%	28.5	62
14	5-Apr	9.00	1.949	0.00102	0.102%	1.933	0.00134	0.134%	1.903	0.001932	0.193%	27.4	65
15	5-Apr	16.00	1.951	0.00098	0.098%	1.925	0.0015	0.150%	1.905	0.001892	0.189%	28.4	63
15	6-Apr	8.30	1.945	0.0011	0.110%	1.924	0.00152	0.152%	1.911	0.001773	0.177%	27.1	68
16	6-Apr	16.00	1.941	0.00118	0.118%	1.920	0.0016	0.160%	1.908	0.001833	0.183%	29.1	57
16	7-Apr	9.00	1.941	0.00118	0.118%	1.917	0.00166	0.166%	1.904	0.001912	0.191%	27.6	63
17	7-Apr	15.00	1.942	0.00116	0.116%	1.914	0.00172	0.172%	1.904	0.001912	0.191%	28.6	61
17	8-Apr	9.15	1.925	0.0015	0.150%	1.906	0.00188	0.188%	1.900	0.001992	0.199%	27.8	67
18	8-Apr	16.15	1.928	0.00144	0.144%	1.908	0.00184	0.184%	1.902	0.001952	0.195%	28.2	71
20	11-Apr	8.45	1.900	0.002	0.200%	1.888	0.00224	0.224%	1.887	0.002251	0.225%	28.3	67
21	11-Apr	14.00	1.905	0.0019	0.190%	1.883	0.00234	0.234%	1.885	0.002291	0.229%	27	71
21	11-Apr	17.00	1.906	0.00188	0.188%	1.884	0.00232	0.232%	1.887	0.002251	0.225%	27	72
21	12-Apr	9.30	1.913	0.00174	0.174%	1.887	0.00226	0.226%	1.893	0.002131	0.213%	27	73
22	12-Apr	15.30	1.915	0.0017	0.170%	1.888	0.00224	0.224%	1.895	0.002092	0.209%	27.9	71
22	13-Apr	8.15	1.917	0.00166	0.166%	1.887	0.00226	0.226%	1.898	0.002032	0.203%	26.7	76
23	13-Apr	16.00	1.916	0.00168	0.168%	1.887	0.00226	0.226%	1.897	0.002052	0.205%	27.5	72
23	14-Apr	9.30	1.914	0.00172	0.172%	1.885	0.0023	0.230%	1.895	0.002092	0.209%	27.5	74
24	14-Apr	16.00	1.912	0.00176	0.176%	1.885	0.0023	0.230%	1.894	0.002112	0.211%	27.5	71
24	15-Apr	8.30	1.911	0.00178	0.178%	1.882	0.00236	0.236%	1.883	0.002331	0.233%	26.7	73
25	15-Apr	17.30	1.910	0.0018	0.180%	1.880	0.0024	0.240%	1.881	0.002371	0.237%	27.8	69
27	18-Apr	9.15	1.893	0.00214	0.214%	1.868	0.00264	0.264%	1.875	0.00249	0.249%	27.3	70
28	18-Apr	15.30	1.895	0.0021	0.210%	1.861	0.00278	0.278%	1.880	0.00239	0.239%	27.4	77
28	19-Apr	10.10	1.897	0.00206	0.206%	1.866	0.00268	0.268%	1.887	0.002251	0.225%	26.8	76

Hasil Uji Susut *Fiber 8%* (UNI 6555)

Day	Tgl	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	KR %
			Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %		
1	22-Feb	9.15	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	26.5	85
1	22-Feb	9.30	2.001	-2E-05	-0.002%	2.000	0	0.000%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.6	84
1	22-Feb	9.45	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	26.5	84
1	22-Feb	10.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.5	83
1	22-Feb	10.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.5	83
1	22-Feb	10.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.5	83
1	22-Feb	10.45	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.005	-0.0001	-0.010%	26.5	82



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	22-Feb	11.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.5	83
1	22-Feb	11.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.5	83
1	22-Feb	11.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.5	83
1	22-Feb	11.45	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.5	83
1	22-Feb	12.00	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.6	83
1	22-Feb	12.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.6	83
1	22-Feb	12.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.6	83
1	22-Feb	12.45	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.7	82
1	22-Feb	13.00	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.7	81
1	22-Feb	13.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.8	80
1	22-Feb	13.30	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.8	79
1	22-Feb	13.45	2.004	-8E-05	-0.008%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.004	-8E-05	-0.008%	26.8	77
1	22-Feb	14.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.8	77
1	22-Feb	14.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.8	77
1	22-Feb	14.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.9	77
1	22-Feb	14.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.9	77
1	22-Feb	15.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.9	77
1	22-Feb	15.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.9	77
1	22-Feb	15.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.9	77
1	22-Feb	15.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.0	76
1	22-Feb	16.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.0	75
1	22-Feb	16.15	2.003	-6E-05	-0.006%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.003	-6E-05	-0.006%	26.8	78
1	22-Feb	16.30	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	26.8	77
1	22-Feb	16.45	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	26.9	77
1	22-Feb	17.00	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	26.9	77
1	22-Feb	17.15	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	26.9	76
1	22-Feb	17.30	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.9	77
1	22-Feb	17.45	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.9	77
1	22-Feb	18.00	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.9	77
1	22-Feb	18.15	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.8	78
1	22-Feb	18.30	2.002	-4E-05	-0.004%	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.9	78
1	22-Feb	18.45	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.9	78
1	22-Feb	19.00	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.9	78
1	22-Feb	19.15	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.9	78
1	22-Feb	19.30	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.9	79
1	22-Feb	19.45	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.000	0	0.000%	26.9	79
1	22-Feb	20.00	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.8	80
1	22-Feb	20.15	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.8	80
1	22-Feb	20.30	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	26.8	80
1	22-Feb	20.45	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.000	0	0.000%	26.8	80



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	22-Feb	21.00	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.000	0	0.000%	26.8	80
1	22-Feb	21.15	2.002	-4E-05	-0.004%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.000	0	0.000%	26.8	80
1	22-Feb	21.30	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.000	0	0.000%	26.8	80
1	22-Feb	21.45	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.000	0	0.000%	26.8	81
1	22-Feb	22.00	2.001	-2E-05	-0.002%	2.001	-2E-05	-0.002%	2.000	0	0.000%	26.8	81
1	22-Feb	22.15	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	26.8	81
1	22-Feb	22.30	2.000	0	0.000%	1.999	2E-05	0.002%	2.000	0	0.000%	26.8	82
1	22-Feb	22.45	2.000	0	0.000%	1.999	2E-05	0.002%	2.000	0	0.000%	26.8	82
1	22-Feb	23.00	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	1.999	2E-05	0.002%	26.7	81
1	22-Feb	23.15	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	1.999	2E-05	0.002%	26.8	81
1	22-Feb	23.30	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	1.999	2E-05	0.002%	26.7	81
1	22-Feb	23.45	1.999	2E-05	0.002%	1.999	2E-05	0.002%	1.999	2E-05	0.002%	26.7	80
1	23-Feb	0.00	1.999	2E-05	0.002%	1.999	2E-05	0.002%	1.999	2E-05	0.002%	26.7	80
1	23-Feb	0.15	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.7	80
1	23-Feb	0.30	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.7	79
1	23-Feb	0.45	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.7	79
1	23-Feb	1.00	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	78
1	23-Feb	1.15	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	78
1	23-Feb	1.30	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	78
1	23-Feb	1.45	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	77
1	23-Feb	2.00	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	77
1	23-Feb	2.15	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	77
1	23-Feb	2.30	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	77
1	23-Feb	2.45	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	77
1	23-Feb	3.00	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	77
1	23-Feb	3.15	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	75
1	23-Feb	3.30	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	75
1	23-Feb	3.45	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	74
1	23-Feb	4.00	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.6	74
1	23-Feb	4.15	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.4	74
1	23-Feb	4.30	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.4	73
1	23-Feb	4.45	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.3	72
1	23-Feb	5.00	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.3	72
1	23-Feb	5.15	1.997	6E-05	0.006%	1.998	4E-05	0.004%	1.998	4E-05	0.004%	26.3	72
1	23-Feb	5.30	1.996	8E-05	0.008%	1.998	4E-05	0.004%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	73
1	23-Feb	5.45	1.996	8E-05	0.008%	1.998	4E-05	0.004%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	72
1	23-Feb	6.00	1.996	8E-05	0.008%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	73
1	23-Feb	6.15	1.996	8E-05	0.008%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	72
1	23-Feb	6.00	1.996	8E-05	0.008%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	71
1	23-Feb	6.15	1.996	8E-05	0.008%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	71



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	23-Feb	6.30	1.996	8E-05	0.008%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	71
1	23-Feb	6.45	1.996	8E-05	0.008%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	70
1	23-Feb	7.00	1.995	0.0001	0.010%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	69
1	23-Feb	7.15	1.995	0.0001	0.010%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	70
1	23-Feb	7.30	1.995	0.0001	0.010%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	70
1	23-Feb	7.45	1.994	0.00012	0.012%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	71
1	23-Feb	8.00	1.994	0.00012	0.012%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.3	71
1	23-Feb	8.15	1.994	0.00012	0.012%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.4	71
1	23-Feb	8.30	1.994	0.00012	0.012%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.5	71
1	23-Feb	8.45	1.994	0.00012	0.012%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.6	72
1	23-Feb	9.00	1.994	0.00012	0.012%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.6	71
1	23-Feb	9.15	1.994	0.00012	0.012%	1.997	6E-05	0.006%	1.997	6E-05	0.006%	26.6	70
2	23-Feb	10.15	1.994	0.00012	0.012%	1.997	6E-05	0.006%	1.996	8E-05	0.008%	26.6	71
2	23-Feb	11.15	1.993	0.00014	0.014%	1.997	6E-05	0.006%	1.995	0.0001	0.010%	26.8	72
2	23-Feb	12.15	1.993	0.00014	0.014%	1.996	8E-05	0.008%	1.995	0.0001	0.010%	27.2	68
2	23-Feb	13.15	1.992	0.00016	0.016%	1.996	8E-05	0.008%	1.995	0.0001	0.010%	27.2	68
2	23-Feb	14.15	1.992	0.00016	0.016%	1.996	8E-05	0.008%	1.995	0.0001	0.010%	27.2	73
2	23-Feb	15.15	1.992	0.00016	0.016%	1.996	8E-05	0.008%	1.995	0.0001	0.010%	26.8	76
2	23-Feb	16.15	1.991	0.00018	0.018%	1.995	0.0001	0.010%	1.994	0.00012	0.012%	27.2	75
2	23-Feb	17.15	1.991	0.00018	0.018%	1.995	0.0001	0.010%	1.994	0.00012	0.012%	27.1	76
2	23-Feb	18.15	1.990	0.0002	0.020%	1.995	0.0001	0.010%	1.993	0.00014	0.014%	27.1	65
2	23-Feb	19.15	1.990	0.0002	0.020%	1.995	0.0001	0.010%	1.993	0.00014	0.014%	27.0	66
2	23-Feb	20.15	1.990	0.0002	0.020%	1.995	0.0001	0.010%	1.993	0.00014	0.014%	27.0	66
2	23-Feb	21.15	1.990	0.0002	0.020%	1.995	0.0001	0.010%	1.993	0.00014	0.014%	26.9	64
2	23-Feb	22.15	1.990	0.0002	0.020%	1.995	0.0001	0.010%	1.993	0.00014	0.014%	26.9	64
2	23-Feb	23.15	1.990	0.0002	0.020%	1.994	0.00012	0.012%	1.993	0.00014	0.014%	26.8	65
2	24-Feb	0.15	1.990	0.0002	0.020%	1.994	0.00012	0.012%	1.992	0.00016	0.016%	26.8	64
2	24-Feb	1.15	1.990	0.0002	0.020%	1.994	0.00012	0.012%	1.992	0.00016	0.016%	26.8	63
2	24-Feb	2.15	1.990	0.0002	0.020%	1.994	0.00012	0.012%	1.992	0.00016	0.016%	26.8	64
2	24-Feb	3.15	1.989	0.00022	0.022%	1.993	0.00014	0.014%	1.992	0.00016	0.016%	26.8	66
2	24-Feb	4.15	1.989	0.00022	0.022%	1.993	0.00014	0.014%	1.991	0.00018	0.018%	26.8	68
2	24-Feb	5.15	1.989	0.00022	0.022%	1.993	0.00014	0.014%	1.991	0.00018	0.018%	26.7	68
2	24-Feb	6.15	1.989	0.00022	0.022%	1.993	0.00014	0.014%	1.991	0.00018	0.018%	26.7	68
2	24-Feb	7.15	1.989	0.00022	0.022%	1.993	0.00014	0.014%	1.991	0.00018	0.018%	26.7	67
2	24-Feb	8.15	1.989	0.00022	0.022%	1.993	0.00014	0.014%	1.991	0.00018	0.018%	26.7	69
2	24-Feb	9.15	1.988	0.00024	0.024%	1.993	0.00014	0.014%	1.990	0.0002	0.020%	26.9	68
3	24-Feb	15.45	1.981	0.00038	0.038%	1.987	0.00026	0.026%	1.985	0.0003	0.030%	27.2	58
3	25-Feb	8.45	1.976	0.00048	0.048%	1.982	0.00036	0.036%	1.982	0.00036	0.036%	26.6	73
4	25-Feb	15.00	1.975	0.0005	0.050%	1.981	0.00038	0.038%	1.978	0.00044	0.044%	27.3	75
4	26-Feb	9.00	1.971	0.00058	0.058%	1.974	0.00052	0.052%	1.972	0.00056	0.056%	26.4	78



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

5	26-Feb	12.30	1.966	0.00068	0.068%	1.974	0.00052	0.052%	1.972	0.00056	0.056%	26.7	78
6	27-Feb	11.00	1.955	0.00091	0.091%	1.960	0.0008	0.080%	1.956	0.00088	0.088%	26.6	80
6	28-Feb	9.00	1.945	0.00111	0.111%	1.950	0.001	0.100%	1.943	0.00114	0.114%	25.6	83
7	28-Feb	14.00	1.942	0.00117	0.117%	1.944	0.00112	0.112%	1.940	0.0012	0.120%	25.9	85
7	1-Mar	8.00	1.934	0.00133	0.133%	1.936	0.00129	0.129%	1.933	0.00135	0.135%	25.7	78
8	1-Mar	15.00	1.928	0.00145	0.145%	1.930	0.00141	0.141%	1.926	0.00149	0.149%	26.4	71
8	2-Mar	8.00	1.920	0.00161	0.161%	1.928	0.00145	0.145%	1.927	0.00147	0.147%	26.1	73
9	2-Mar	15.00	1.913	0.00175	0.175%	1.916	0.00169	0.169%	1.906	0.00189	0.189%	27.5	68
9	3-Mar	8.30	1.900	0.00201	0.201%	1.911	0.00179	0.179%	1.908	0.00185	0.185%	26.7	70
10	3-Mar	17.00	1.900	0.00201	0.201%	1.910	0.00181	0.181%	1.904	0.00193	0.193%	26.5	78
11	4-Mar	10.45	1.900	0.00201	0.201%	1.913	0.00175	0.175%	1.900	0.00201	0.201%	26.1	75
11	4-Mar	15.00	1.889	0.00223	0.223%	1.906	0.00189	0.189%	1.895	0.00211	0.211%	27.2	64
12	5-Mar	8.00	1.893	0.00215	0.215%	1.900	0.00201	0.201%	1.891	0.00219	0.219%	26.3	78
14	7-Mar	8.30	1.862	0.00278	0.278%	1.865	0.00271	0.271%	1.851	0.00299	0.299%	26.7	73
14	7-Mar	15.00	1.875	0.00252	0.252%	1.876	0.00249	0.249%	1.860	0.00281	0.281%	27.1	65
15	8-Mar	10.00	1.862	0.00278	0.278%	1.870	0.00261	0.261%	1.864	0.00273	0.273%	27.3	73
15	8-Mar	15.30	1.867	0.00268	0.268%	1.870	0.00261	0.261%	1.868	0.00265	0.265%	27.7	69
16	9-Mar	8.30	1.863	0.00276	0.276%	1.868	0.00265	0.265%	1.867	0.00267	0.267%	26.9	72
16	9-Mar	16.00	1.863	0.00276	0.276%	1.870	0.00261	0.261%	1.869	0.00263	0.263%	28.1	67
17	10-Mar	8.30	1.865	0.00272	0.272%	1.880	0.00241	0.241%	1.876	0.00249	0.249%	27.0	73
17	10-Mar	16.00	1.868	0.00266	0.266%	1.881	0.00239	0.239%	1.879	0.00243	0.243%	27.7	70
18	11-Mar	11.00	1.865	0.00272	0.272%	1.879	0.00243	0.243%	1.875	0.00251	0.251%	27.2	70
18	11-Mar	16.00	1.871	0.0026	0.260%	1.883	0.00235	0.235%	1.880	0.00241	0.241%	26.8	77
19	12-Mar	8.00	1.864	0.00274	0.274%	1.885	0.00231	0.231%	1.882	0.00237	0.237%	26.3	78
19	12-Mar	12.00	1.861	0.0028	0.280%	1.881	0.00239	0.239%	1.880	0.00241	0.241%	27.1	73
21	14-Mar	8.30	1.858	0.00286	0.286%	1.867	0.00267	0.267%	1.860	0.00281	0.281%	26.4	75
21	14-Mar	15.00	1.865	0.00272	0.272%	1.873	0.00255	0.255%	1.867	0.00267	0.267%	27.9	72
22	15-Mar	13.00	1.845	0.00312	0.312%	1.864	0.00273	0.273%	1.850	0.00301	0.301%	28.2	61
22	15-Mar	17.00	1.847	0.00308	0.308%	1.865	0.00271	0.271%	1.859	0.00283	0.283%	27.4	70
23	16-Mar	9.00	1.855	0.00292	0.292%	1.869	0.00263	0.263%	1.863	0.00275	0.275%	26.5	70
23	16-Mar	15.10	1.845	0.00312	0.312%	1.859	0.00283	0.283%	1.868	0.00265	0.265%	27.9	70
24	17-Mar	8.30	1.844	0.00314	0.314%	1.859	0.00283	0.283%	1.859	0.00283	0.283%	26.6	76
24	17-Mar	15.10	1.842	0.00318	0.318%	1.857	0.00287	0.287%	1.861	0.00279	0.279%	27.7	73
25	18-Mar	8.30	1.833	0.00336	0.336%	1.850	0.00301	0.301%	1.853	0.00295	0.295%	27.0	73
25	18-Mar	14.45	1.841	0.0032	0.320%	1.855	0.00291	0.291%	1.860	0.00281	0.281%	27.4	80
26	19-Mar	9.30	1.848	0.00306	0.306%	1.864	0.00273	0.273%	1.871	0.00259	0.259%	26.9	77
26	19-Mar	13.00	1.850	0.00302	0.302%	1.864	0.00273	0.273%	1.877	0.00247	0.247%	27.2	77
27	20-Mar	9.30	1.853	0.00296	0.296%	1.863	0.00275	0.275%	1.872	0.00257	0.257%	26.7	82
28	21-Mar	8.45	1.854	0.00294	0.294%	1.861	0.00279	0.279%	1.870	0.00261	0.261%	26.9	78
28	21-Mar	12.00	1.856	0.0029	0.290%	1.860	0.00281	0.281%	1.868	0.00265	0.265%	27.4	75



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

Hasil Uji Susut *Fiber 10%* (UNI 6555)

Day	Tgl	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	KR %
			Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %		
1	26-Apr	15.00	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.15	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.30	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.003	-6E-05	-0.006%	2.001	-2E-05	-0.002%	28.3	72
1	26-Apr	16.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.001	-2E-05	-0.002%	28.3	74
1	26-Apr	16.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.002	-4E-05	-0.004%	28.2	76
1	26-Apr	16.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.002	-4E-05	-0.004%	28	77
1	26-Apr	16.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.9	78
1	26-Apr	17.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.8	78
1	26-Apr	17.15	2.008	-0.0002	-0.016%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.8	78
1	26-Apr	17.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.7	75
1	26-Apr	17.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.7	75
1	26-Apr	18.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.7	75
1	26-Apr	18.15	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.5	75
1	26-Apr	18.30	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.5	75
1	26-Apr	18.45	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.15	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.30	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.45	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	20.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	20.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	20.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	20.45	2.010	-0.0002	-0.020%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	75
1	26-Apr	21.00	2.011	-0.0002	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	76
1	26-Apr	21.15	2.011	-0.0002	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	76
1	26-Apr	21.30	2.011	-0.0002	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	76
1	26-Apr	21.45	2.011	-0.0002	-0.022%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	75
1	26-Apr	22.00	2.012	-0.0002	-0.024%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	75
1	26-Apr	22.15	2.012	-0.0002	-0.024%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	75
1	26-Apr	22.30	2.012	-0.0002	-0.024%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	75
1	26-Apr	22.45	2.012	-0.0002	-0.024%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	76
1	26-Apr	23.00	2.012	-0.0002	-0.024%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	76
1	26-Apr	23.15	2.012	-0.0002	-0.024%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	76
1	26-Apr	23.30	2.012	-0.0002	-0.024%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.2	76
1	26-Apr	23.45	2.013	-0.0003	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	76



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	27-Apr	0.00	2.013	-0.0003	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	76
1	27-Apr	0.15	2.013	-0.0003	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	0.30	2.013	-0.0003	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	0.45	2.013	-0.0003	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	1.00	2.013	-0.0003	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	1.15	2.013	-0.0003	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	1.30	2.013	-0.0003	-0.026%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	74
1	27-Apr	1.45	2.013	-0.0003	-0.026%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	74
1	27-Apr	2.00	2.013	-0.0003	-0.026%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	74
1	27-Apr	2.15	2.013	-0.0003	-0.026%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	74
1	27-Apr	2.30	2.013	-0.0003	-0.026%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	74
1	27-Apr	2.45	2.013	-0.0003	-0.026%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	3.00	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.1	76
1	27-Apr	3.15	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.1	76
1	27-Apr	3.30	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.1	76
1	27-Apr	3.45	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	75
1	27-Apr	4.00	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	74
1	27-Apr	4.15	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	74
1	27-Apr	4.30	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	75
1	27-Apr	4.45	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	75
1	27-Apr	5.00	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	75
1	27-Apr	5.15	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	76
1	27-Apr	5.30	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	76
1	27-Apr	5.45	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	77
1	27-Apr	6.00	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	77
1	27-Apr	6.15	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	77
1	27-Apr	6.30	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	78
1	27-Apr	6.45	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.007	-0.00014	-0.014%	27	78
1	27-Apr	7.00	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27	78
1	27-Apr	7.15	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27	78
1	27-Apr	7.30	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27	76
1	27-Apr	7.45	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27	76
1	27-Apr	8.00	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27	76
1	27-Apr	8.15	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	8.30	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	8.45	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	9.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	9.15	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.2	76
1	27-Apr	9.30	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.3	76
1	27-Apr	9.45	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.5	75



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	27-Apr	10.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.6	75
1	27-Apr	10.15	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.7	75
1	27-Apr	10.30	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.7	75
1	27-Apr	10.45	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28.2	75
1	27-Apr	11.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28.2	75
1	27-Apr	11.15	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28.4	72
1	27-Apr	11.30	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28.4	72
1	27-Apr	11.45	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28.4	71
1	27-Apr	12.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28.1	71
1	27-Apr	12.15	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28.1	72
1	27-Apr	12.30	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28	73
1	27-Apr	12.45	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28	73
1	27-Apr	13.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	28	74
1	27-Apr	13.15	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.9	74
1	27-Apr	13.30	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.9	74
1	27-Apr	13.45	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.9	74
1	27-Apr	14.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.9	74
1	27-Apr	14.15	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.9	74
1	27-Apr	14.30	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.9	74
1	27-Apr	14.45	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.9	73
1	27-Apr	15.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.9	72
2	27-Apr	16.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.8	70
2	27-Apr	17.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.7	73
2	27-Apr	18.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.4	71
2	27-Apr	19.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.2	70
2	27-Apr	20.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	27	72
2	27-Apr	21.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	27.1	72
2	27-Apr	22.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.008	-0.00016	-0.016%	26.9	74
2	27-Apr	23.00	2.016	-0.0003	-0.032%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.008	-0.00016	-0.016%	26.8	74
2	28-Apr	0.00	2.016	-0.0003	-0.032%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.008	-0.00016	-0.016%	26.9	74
2	28-Apr	1.00	2.016	-0.0003	-0.032%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	26.8	74
2	28-Apr	2.00	2.016	-0.0003	-0.032%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	26.7	73
2	28-Apr	3.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	26.6	73
2	28-Apr	4.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	26.6	73
2	28-Apr	5.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	26.6	73
2	28-Apr	6.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	26.6	73
2	28-Apr	7.00	2.016	-0.0003	-0.032%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	26.6	73
2	28-Apr	8.00	2.016	-0.0003	-0.032%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.008	-0.00016	-0.016%	26.8	74
2	28-Apr	9.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.3	72
2	28-Apr	10.00	2.015	-0.0003	-0.030%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.7	68



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

2	28-Apr	11.00	2.014	-0.0003	-0.028%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.005	-1E-04	-0.010%	28.5	63
2	28-Apr	12.00	2.014	-0.0003	-0.028%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.004	-8E-05	-0.008%	28.9	62
2	28-Apr	13.00	2.013	-0.0003	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.004	-8E-05	-0.008%	29.1	59
2	28-Apr	14.00	2.013	-0.0003	-0.026%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.003	-6E-05	-0.006%	29.2	58
2	28-Apr	15.00	2.012	-0.0002	-0.024%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.003	-6E-05	-0.006%	29.3	57
2	29-Apr	8.30	2.010	-0.0002	-0.020%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.7	72
3	29-Apr	16.00	2.011	-0.0002	-0.022%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.000	0	0.000%	28.2	67
3	30-Apr	13.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.004	-8E-05	-0.008%	1.998	0.00004	0.004%	27.6	75
6	2-May	9.30	1.989	0.00022	0.022%	1.986	0.00028	0.028%	1.982	0.00036	0.036%	27.3	72
7	2-May	15.30	1.991	0.00018	0.018%	1.988	0.00024	0.024%	1.982	0.00036	0.036%	28.6	63
7	3-May	9.15	1.985	0.0003	0.030%	1.982	0.00036	0.036%	1.982	0.00036	0.036%	27.2	72
8	3-May	17.00	1.982	0.00036	0.036%	1.981	0.00038	0.038%	1.977	0.00046	0.046%	28.7	60
8	4-May	8.30	1.977	0.00046	0.046%	1.974	0.00052	0.052%	1.973	0.00054	0.054%	27.8	67
9	4-May	16.00	1.970	0.0006	0.060%	1.978	0.00044	0.044%	1.970	0.0006	0.060%	29.7	56
9	5-May	13.00	1.962	0.00076	0.076%	1.961	0.00078	0.078%	1.962	0.00076	0.076%	27	74
10	5-May	15.30	1.972	0.00056	0.056%	1.966	0.00068	0.068%	1.968	0.00064	0.064%	27.1	76
10	6-May	8.45	1.977	0.00046	0.046%	1.971	0.00058	0.058%	1.973	0.00054	0.054%	26.7	77
11	6-May	11.00	1.980	0.0004	0.040%	1.973	0.00054	0.054%	1.975	0.0005	0.050%	27.5	74
13	9-May	9.30	1.942	0.00116	0.116%	1.941	0.00118	0.118%	1.944	0.00112	0.112%	26.6	68
14	9-May	16.30	1.955	0.0009	0.090%	1.953	0.00094	0.094%	1.954	0.00092	0.092%	28.5	61
14	10-May	9.00	1.960	0.0008	0.080%	1.956	0.00088	0.088%	1.952	0.00096	0.096%	27.5	71
15	10-May	16.00	1.964	0.00072	0.072%	1.960	0.0008	0.080%	1.958	0.00084	0.084%	28	81
15	11-May	9.30	1.959	0.00082	0.082%	1.955	0.0009	0.090%	1.950	0.001	0.100%	27.9	80
16	11-May	15.30	1.960	0.0008	0.080%	1.955	0.0009	0.090%	1.953	0.00094	0.094%	29.2	69
16	12-May	9.45	1.956	0.00088	0.088%	1.954	0.00092	0.092%	1.949	0.00102	0.102%	28.4	68
17	12-May	16.00	1.957	0.00086	0.086%	1.955	0.0009	0.090%	1.949	0.00102	0.102%	28.6	69
17	13-May	9.00	1.957	0.00086	0.086%	1.953	0.00094	0.094%	1.946	0.00108	0.108%	28.2	73
18	13-May	15.15	1.958	0.00084	0.084%	1.956	0.00088	0.088%	1.943	0.00114	0.114%	29.7	67
20	16-May	9.00	1.936	0.00128	0.128%	1.933	0.00134	0.134%	1.928	0.00144	0.144%	27.5	71
21	16-May	16.00	1.933	0.00134	0.134%	1.931	0.00138	0.138%	1.923	0.00154	0.154%	28.3	75
21	17-May	9.00	1.928	0.00144	0.144%	1.932	0.00136	0.136%	1.922	0.00156	0.156%	28.1	71
22	17-May	16.00	1.925	0.0015	0.150%	1.926	0.00148	0.148%	1.910	0.0018	0.180%	29	62
22	18-May	9.00	1.918	0.00164	0.164%	1.918	0.00164	0.164%	1.898	0.00204	0.204%	26.9	76
23	19-May	9.00	1.918	0.00164	0.164%	1.916	0.00168	0.168%	1.898	0.00204	0.204%	28.9	62
24	19-May	15.30	1.913	0.00174	0.174%	1.909	0.00182	0.182%	1.882	0.00236	0.236%	29.3	59
24	20-May	8.30	1.913	0.00174	0.174%	1.908	0.00184	0.184%	1.886	0.00228	0.228%	27.9	71
25	20-May	16.30	1.917	0.00166	0.166%	1.905	0.0019	0.190%	1.884	0.00232	0.232%	28.6	63
27	23-May	10.00	1.900	0.002	0.200%	1.889	0.00222	0.222%	1.865	0.0027	0.270%	27.4	71
28	23-May	16.00	1.903	0.00194	0.194%	1.892	0.00216	0.216%	1.871	0.00258	0.258%	28.8	63
28	24-May	10.00	1.903	0.00194	0.194%	1.890	0.0022	0.220%	1.868	0.00264	0.264%	27.8	73



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

Hasil Uji Susut *Fiber 12%* (UNI 6555)

Day	Tgl	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	KR %
			Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %		
1	26-Apr	15.00	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.15	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.30	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.45	2.001	-2E-05	-0.002%	2.004	-8E-05	-0.008%	2.000	0	0.000%	28.3	72
1	26-Apr	16.00	2.002	-4E-05	-0.004%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.000	0	0.000%	28.3	74
1	26-Apr	16.15	2.002	-4E-05	-0.004%	2.005	-1E-04	-0.010%	2.000	0	0.000%	28.2	76
1	26-Apr	16.30	2.003	-6E-05	-0.006%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.001	-2E-05	-0.002%	28	77
1	26-Apr	16.45	2.003	-6E-05	-0.006%	2.006	-0.00012	-0.012%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.9	78
1	26-Apr	17.00	2.004	-8E-05	-0.008%	2.007	-0.00014	-0.014%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.8	78
1	26-Apr	17.15	2.004	-8E-05	-0.008%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.8	78
1	26-Apr	17.30	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.7	75
1	26-Apr	17.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.7	75
1	26-Apr	18.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.008	-0.00016	-0.016%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.7	75
1	26-Apr	18.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.002	-4E-05	-0.004%	27.5	75
1	26-Apr	18.30	2.005	-1E-04	-0.010%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.5	75
1	26-Apr	18.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	74
1	26-Apr	19.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	74
1	26-Apr	19.15	2.005	-1E-04	-0.010%	2.009	-0.00018	-0.018%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.30	2.005	-1E-04	-0.010%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	74
1	26-Apr	19.45	2.005	-1E-04	-0.010%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	74
1	26-Apr	20.00	2.005	-1E-04	-0.010%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.4	74
1	26-Apr	20.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.3	75
1	26-Apr	20.30	2.006	-0.0001	-0.012%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.3	75
1	26-Apr	20.45	2.006	-0.0001	-0.012%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.003	-6E-05	-0.006%	27.3	75
1	26-Apr	21.00	2.006	-0.0001	-0.012%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	76
1	26-Apr	21.15	2.006	-0.0001	-0.012%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	76
1	26-Apr	21.30	2.006	-0.0001	-0.012%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	76
1	26-Apr	21.45	2.006	-0.0001	-0.012%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	22.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	22.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	22.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	22.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	76
1	26-Apr	23.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	76
1	26-Apr	23.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	76
1	26-Apr	23.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	76
1	26-Apr	23.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.011	-0.00022	-0.022%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	76



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	27-Apr	0.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.2	76
1	27-Apr	0.15	2.007	-0.0001	-0.014%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.004	-8E-05	-0.008%	27.1	75
1	27-Apr	0.30	2.007	-0.0001	-0.014%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	75
1	27-Apr	0.45	2.007	-0.0001	-0.014%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	75
1	27-Apr	1.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	75
1	27-Apr	1.15	2.008	-0.0002	-0.016%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	75
1	27-Apr	1.30	2.008	-0.0002	-0.016%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	74
1	27-Apr	1.45	2.008	-0.0002	-0.016%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	74
1	27-Apr	2.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	74
1	27-Apr	2.15	2.008	-0.0002	-0.016%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	74
1	27-Apr	2.30	2.008	-0.0002	-0.016%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	74
1	27-Apr	2.45	2.008	-0.0002	-0.016%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	76
1	27-Apr	3.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	76
1	27-Apr	3.15	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	76
1	27-Apr	3.30	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.1	76
1	27-Apr	3.45	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	75
1	27-Apr	4.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	74
1	27-Apr	4.15	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	74
1	27-Apr	4.30	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	75
1	27-Apr	4.45	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	75
1	27-Apr	5.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	75
1	27-Apr	5.15	2.008	-0.0002	-0.016%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.005	-1E-04	-0.010%	27	76
1	27-Apr	5.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	76
1	27-Apr	5.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	77
1	27-Apr	6.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	77
1	27-Apr	6.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	77
1	27-Apr	6.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	78
1	27-Apr	6.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	78
1	27-Apr	7.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	78
1	27-Apr	7.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	78
1	27-Apr	7.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	76
1	27-Apr	7.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	76
1	27-Apr	8.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	76
1	27-Apr	8.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	8.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	8.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	9.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	9.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	76
1	27-Apr	9.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.3	76
1	27-Apr	9.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.5	75



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	27-Apr	10.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.6	75
1	27-Apr	10.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.7	75
1	27-Apr	10.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.7	75
1	27-Apr	10.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	28.2	75
1	27-Apr	11.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	28.2	75
1	27-Apr	11.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.006	-0.00012	-0.012%	28.4	72
1	27-Apr	11.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	28.4	72
1	27-Apr	11.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	28.4	71
1	27-Apr	12.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	28.1	71
1	27-Apr	12.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	28.1	72
1	27-Apr	12.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	28	73
1	27-Apr	12.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	28	73
1	27-Apr	13.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.005	-1E-04	-0.010%	28	74
1	27-Apr	13.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.9	74
1	27-Apr	13.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.9	74
1	27-Apr	13.45	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.9	74
1	27-Apr	14.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.9	74
1	27-Apr	14.15	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.9	74
1	27-Apr	14.30	2.009	-0.0002	-0.018%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.9	74
1	27-Apr	14.45	2.008	-0.0002	-0.016%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.9	73
1	27-Apr	15.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.9	72
2	27-Apr	16.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.8	70
2	27-Apr	17.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.7	73
2	27-Apr	18.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.4	71
2	27-Apr	19.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	27.2	70
2	27-Apr	20.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	27	72
2	27-Apr	21.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.007	-0.00014	-0.014%	27.1	72
2	27-Apr	22.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.9	74
2	27-Apr	23.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.8	74
2	28-Apr	0.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.016	-0.00032	-0.032%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.9	74
2	28-Apr	1.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.016	-0.00032	-0.032%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.8	74
2	28-Apr	2.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.016	-0.00032	-0.032%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.7	73
2	28-Apr	3.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.016	-0.00032	-0.032%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.6	73
2	28-Apr	4.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.016	-0.00032	-0.032%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.6	73
2	28-Apr	5.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.016	-0.00032	-0.032%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.6	73
2	28-Apr	6.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.016	-0.00032	-0.032%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.6	73
2	28-Apr	7.00	2.010	-0.0002	-0.020%	2.016	-0.00032	-0.032%	2.007	-0.00014	-0.014%	26.6	73
2	28-Apr	8.00	2.009	-0.0002	-0.018%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.006	-0.00012	-0.012%	26.8	74
2	28-Apr	9.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.3	72
2	28-Apr	10.00	2.008	-0.0002	-0.016%	2.015	-0.0003	-0.030%	2.005	-1E-04	-0.010%	27.7	68



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

2	28-Apr	11.00	2.007	-0.0001	-0.014%	2.014	-0.00028	-0.028%	2.004	-8E-05	-0.008%	28.5	63
2	28-Apr	12.00	2.006	-0.0001	-0.012%	2.013	-0.00026	-0.026%	2.003	-6E-05	-0.006%	28.9	62
2	28-Apr	13.00	2.004	-8E-05	-0.008%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.001	-2E-05	-0.002%	29.1	59
2	28-Apr	14.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.001	-2E-05	-0.002%	29.2	58
2	28-Apr	15.00	2.003	-6E-05	-0.006%	2.012	-0.00024	-0.024%	2.001	-2E-05	-0.002%	29.3	57
2	29-Apr	8.30	2.001	-2E-05	-0.002%	2.010	-0.0002	-0.020%	2.001	-2E-05	-0.002%	27.7	72
3	29-Apr	16.00	1.999	2E-05	0.002%	2.010	-0.0002	-0.020%	1.999	2E-05	0.002%	28.2	67
3	30-Apr	13.00	1.996	8E-05	0.008%	2.009	-0.00018	-0.018%	1.998	0.00004	0.004%	27.6	75
6	2-May	9.30	1.975	0.0005	0.050%	1.992	0.00016	0.016%	1.983	0.00034	0.034%	27.3	72
7	2-May	15.30	1.977	0.00046	0.046%	1.994	0.00012	0.012%	1.983	0.00034	0.034%	28.6	63
7	3-May	9.15	1.972	0.00056	0.056%	1.991	0.00018	0.018%	1.978	0.00044	0.044%	27.2	72
8	3-May	17.00	1.970	0.0006	0.060%	1.988	0.00024	0.024%	1.963	0.00074	0.074%	28.7	60
8	4-May	8.30	1.962	0.00076	0.076%	1.985	0.0003	0.030%	1.968	0.00064	0.064%	27.8	67
9	4-May	16.00	1.956	0.00088	0.088%	1.979	0.00042	0.042%	1.960	0.0008	0.080%	29.7	56
9	5-May	13.00	1.950	0.001	0.100%	1.976	0.00048	0.048%	1.955	0.0009	0.090%	27	74
10	5-May	15.30	1.956	0.00088	0.088%	1.981	0.00038	0.038%	1.961	0.00078	0.078%	27.1	76
10	6-May	8.45	1.959	0.00082	0.082%	1.986	0.00028	0.028%	1.964	0.00072	0.072%	26.7	77
11	6-May	11.00	1.963	0.00074	0.074%	1.988	0.00024	0.024%	1.966	0.00068	0.068%	27.5	74
13	9-May	9.30	1.930	0.0014	0.140%	1.960	0.0008	0.080%	1.970	0.0006	0.060%	26.6	68
14	9-May	16.30	1.942	0.00116	0.116%	1.967	0.00066	0.066%	1.959	0.00082	0.082%	28.5	61
14	10-May	9.00	1.945	0.0011	0.110%	1.967	0.00066	0.066%	1.943	0.00114	0.114%	27.5	71
15	10-May	16.00	1.949	0.00102	0.102%	1.969	0.00062	0.062%	1.946	0.00108	0.108%	28	81
15	11-May	9.30	1.943	0.00114	0.114%	1.961	0.00078	0.078%	1.937	0.00126	0.126%	27.9	80
16	11-May	15.30	1.956	0.00088	0.088%	1.964	0.00072	0.072%	1.938	0.00124	0.124%	29.2	69
16	12-May	9.45	1.942	0.00116	0.116%	1.958	0.00084	0.084%	1.935	0.0013	0.130%	28.4	68
17	12-May	16.00	1.942	0.00116	0.116%	1.958	0.00084	0.084%	1.938	0.00124	0.124%	28.6	69
17	13-May	9.00	1.937	0.00126	0.126%	1.954	0.00092	0.092%	1.930	0.0014	0.140%	28.2	73
18	13-May	15.15	1.949	0.00102	0.102%	1.955	0.0009	0.090%	1.930	0.0014	0.140%	29.7	67
20	16-May	9.00	1.925	0.0015	0.150%	1.932	0.00136	0.136%	1.927	0.00146	0.146%	27.5	71
21	16-May	16.00	1.920	0.0016	0.160%	1.928	0.00144	0.144%	1.928	0.00144	0.144%	28.3	75
21	17-May	9.00	1.911	0.00178	0.178%	1.920	0.0016	0.160%	1.922	0.00156	0.156%	28.1	71
22	17-May	16.00	1.908	0.00184	0.184%	1.919	0.00162	0.162%	1.924	0.00152	0.152%	29	62
22	18-May	9.00	1.895	0.0021	0.210%	1.918	0.00164	0.164%	1.918	0.00164	0.164%	26.9	76
23	19-May	9.00	1.895	0.0021	0.210%	1.911	0.00178	0.178%	1.875	0.0025	0.250%	28.9	62
24	19-May	15.30	1.889	0.00222	0.222%	1.905	0.0019	0.190%	1.867	0.00266	0.266%	29.3	59
24	20-May	8.30	1.900	0.002	0.200%	1.913	0.00174	0.174%	1.882	0.00236	0.236%	27.9	71
25	20-May	16.30	1.903	0.00194	0.194%	1.912	0.00176	0.176%	1.880	0.0024	0.240%	28.6	63
27	23-May	10.00	1.880	0.0024	0.240%	1.897	0.00206	0.206%	1.859	0.00282	0.282%	27.4	71
28	23-May	16.00	1.883	0.00234	0.234%	1.900	0.002	0.200%	1.859	0.00282	0.282%	28.8	63
28	24-May	10.00	1.882	0.00236	0.236%	1.897	0.00206	0.206%	1.863	0.00274	0.274%	27.8	73



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

Hasil Uji Susut *Fiber* 10% (ASTM C490-04)

Day	Tgl	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	KR %
			Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %		
1	26-Apr	15.00	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.15	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.30	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.45	2.000	0	0.000%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	2.000	0	0.000%	28.3	72
1	26-Apr	16.00	2.001	-4E-05	-0.004%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	2.000	0	0.000%	28.3	74
1	26-Apr	16.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28.2	76
1	26-Apr	16.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28	77
1	26-Apr	16.45	2.003	-0.0001	-0.012%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.9	78
1	26-Apr	17.00	2.004	-0.0002	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.8	78
1	26-Apr	17.15	2.004	-0.0002	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.8	78
1	26-Apr	17.30	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.7	75
1	26-Apr	17.45	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.7	75
1	26-Apr	18.00	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.7	75
1	26-Apr	18.15	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.5	75
1	26-Apr	18.30	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.5	75
1	26-Apr	18.45	2.006	-0.0002	-0.024%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.00	2.006	-0.0002	-0.024%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.15	2.006	-0.0002	-0.024%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.30	2.006	-0.0002	-0.024%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.45	2.006	-0.0002	-0.024%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	20.00	2.006	-0.0002	-0.024%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	20.15	2.006	-0.0002	-0.024%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	20.30	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	20.45	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.3	75
1	26-Apr	21.00	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.3	76
1	26-Apr	21.15	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.3	76
1	26-Apr	21.30	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.3	76
1	26-Apr	21.45	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.3	75
1	26-Apr	22.00	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.3	75
1	26-Apr	22.15	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.3	75
1	26-Apr	22.30	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.3	75
1	26-Apr	22.45	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.2	76
1	26-Apr	23.00	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.2	76
1	26-Apr	23.15	2.007	-0.0003	-0.028%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.2	76
1	26-Apr	23.30	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.2	76
1	26-Apr	23.45	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.2	76



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	27-Apr	0.00	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.2	76
1	27-Apr	0.15	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	0.30	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	0.45	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	1.00	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	1.15	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	75
1	27-Apr	1.30	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	74
1	27-Apr	1.45	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	74
1	27-Apr	2.00	2.008	-0.0003	-0.031%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	74
1	27-Apr	2.15	2.008	-0.0003	-0.031%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	74
1	27-Apr	2.30	2.008	-0.0003	-0.031%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	74
1	27-Apr	2.45	2.008	-0.0003	-0.031%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	3.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	3.15	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	3.30	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	3.45	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	75
1	27-Apr	4.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	74
1	27-Apr	4.15	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	74
1	27-Apr	4.30	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	75
1	27-Apr	4.45	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	75
1	27-Apr	5.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	75
1	27-Apr	5.15	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	76
1	27-Apr	5.30	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	76
1	27-Apr	5.45	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	77
1	27-Apr	6.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	77
1	27-Apr	6.15	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	77
1	27-Apr	6.30	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	78
1	27-Apr	6.45	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	78
1	27-Apr	7.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	78
1	27-Apr	7.15	2.009	-0.0004	-0.035%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	78
1	27-Apr	7.30	2.010	-0.0004	-0.039%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	76
1	27-Apr	7.45	2.010	-0.0004	-0.039%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	76
1	27-Apr	8.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27	76
1	27-Apr	8.15	2.010	-0.0004	-0.039%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	8.30	2.010	-0.0004	-0.039%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	8.45	2.010	-0.0004	-0.039%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	9.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.1	76
1	27-Apr	9.15	2.010	-0.0004	-0.039%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.2	76
1	27-Apr	9.30	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.3	76
1	27-Apr	9.45	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.5	75



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	27-Apr	10.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.6	75
1	27-Apr	10.15	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.7	75
1	27-Apr	10.30	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	27.7	75
1	27-Apr	10.45	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	28.2	75
1	27-Apr	11.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	28.2	75
1	27-Apr	11.15	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	28.4	72
1	27-Apr	11.30	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	28.4	72
1	27-Apr	11.45	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	28.4	71
1	27-Apr	12.00	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	28.1	71
1	27-Apr	12.15	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	28.1	72
1	27-Apr	12.30	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	28	73
1	27-Apr	12.45	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	28	73
1	27-Apr	13.00	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	28	74
1	27-Apr	13.15	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.9	74
1	27-Apr	13.30	2.008	-0.0003	-0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	27.9	74
1	27-Apr	13.45	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.9	74
1	27-Apr	14.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.9	74
1	27-Apr	14.15	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.9	74
1	27-Apr	14.30	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.9	74
1	27-Apr	14.45	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.9	73
1	27-Apr	15.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.9	72
2	27-Apr	16.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.8	70
2	27-Apr	17.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.7	73
2	27-Apr	18.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.4	71
2	27-Apr	19.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.2	70
2	27-Apr	20.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	72
2	27-Apr	21.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	72
2	27-Apr	22.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.9	74
2	27-Apr	23.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.8	74
2	28-Apr	0.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.9	74
2	28-Apr	1.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.8	74
2	28-Apr	2.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.7	73
2	28-Apr	3.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.6	73
2	28-Apr	4.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.6	73
2	28-Apr	5.00	2.010	-0.0004	-0.039%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	26.6	73
2	28-Apr	6.00	2.009	-0.0004	-0.035%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	26.6	73
2	28-Apr	7.00	2.006	-0.0002	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	26.6	73
2	28-Apr	8.00	2.006	-0.0002	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	26.8	74
2	28-Apr	9.00	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	27.3	72
2	28-Apr	10.00	2.004	-0.0002	-0.016%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	1.999	3.92E-05	0.004%	27.7	68



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

2	28-Apr	11.00	2.003	-0.0001	-0.012%	2.000	0	0.000%	1.998	7.84E-05	0.008%	28.5	63
2	28-Apr	12.00	2.002	-8E-05	-0.008%	1.999	3.94E-05	0.004%	1.998	7.84E-05	0.008%	28.9	62
2	28-Apr	13.00	2.001	-4E-05	-0.004%	1.998	7.87E-05	0.008%	1.996	0.000157	0.016%	29.1	59
2	28-Apr	14.00	2.002	-8E-05	-0.008%	1.998	7.87E-05	0.008%	1.996	0.000157	0.016%	29.2	58
2	28-Apr	15.00	2.001	-4E-05	-0.004%	1.997	0.000118	0.012%	1.996	0.000157	0.016%	29.3	57
2	29-Apr	8.30	2.000	0	0.000%	1.997	0.000118	0.012%	1.995	0.000196	0.020%	27.7	72
3	29-Apr	16.00	1.998	7.9E-05	0.008%	1.995	0.000197	0.020%	1.993	0.000275	0.027%	28.2	67
3	30-Apr	13.00	1.995	0.0002	0.020%	1.997	0.000118	0.012%	1.990	0.000392	0.039%	27.6	75
6	2-May	9.30	1.970	0.00118	0.118%	1.978	0.000866	0.087%	1.970	0.001176	0.118%	27.3	72
7	2-May	15.30	1.967	0.0013	0.130%	1.975	0.000984	0.098%	1.975	0.00098	0.098%	28.6	63
7	3-May	9.15	1.975	0.00098	0.098%	1.980	0.000787	0.079%	1.975	0.00098	0.098%	27.2	72
8	3-May	17.00	1.975	0.00098	0.098%	1.977	0.000906	0.091%	1.973	0.001059	0.106%	28.7	60
8	4-May	8.30	1.970	0.00118	0.118%	1.976	0.000945	0.094%	1.971	0.001137	0.114%	27.8	67
9	4-May	16.00	1.965	0.00138	0.138%	1.972	0.001102	0.110%	1.966	0.001333	0.133%	29.7	56
9	5-May	13.00	1.955	0.00177	0.177%	1.966	0.001339	0.134%	1.955	0.001765	0.176%	27	74
10	5-May	15.30	1.968	0.00126	0.126%	1.970	0.001181	0.118%	1.963	0.001451	0.145%	27.1	76
10	6-May	8.45	1.971	0.00114	0.114%	1.974	0.001024	0.102%	1.966	0.001333	0.133%	26.7	77
11	6-May	11.00	1.979	0.00083	0.083%	1.977	0.000906	0.091%	1.970	0.001176	0.118%	27.5	74
13	9-May	9.30	1.945	0.00217	0.217%	1.947	0.002087	0.209%	1.942	0.002275	0.227%	26.6	68
14	9-May	16.30	1.963	0.00146	0.146%	1.957	0.001693	0.169%	1.952	0.001882	0.188%	28.5	61
14	10-May	9.00	1.968	0.00126	0.126%	1.964	0.001417	0.142%	1.959	0.001608	0.161%	27.5	71
15	10-May	16.00	1.967	0.0013	0.130%	1.963	0.001457	0.146%	1.964	0.001412	0.141%	28	81
15	11-May	9.30	1.973	0.00106	0.106%	1.965	0.001378	0.138%	1.961	0.001529	0.153%	27.9	80
16	11-May	15.30	1.973	0.00106	0.106%	1.960	0.001575	0.157%	1.963	0.001451	0.145%	29.2	69
16	12-May	9.45	1.972	0.0011	0.110%	1.955	0.001772	0.177%	1.960	0.001569	0.157%	28.4	68
17	12-May	16.00	1.969	0.00122	0.122%	1.956	0.001732	0.173%	1.958	0.001647	0.165%	28.6	69
17	13-May	9.00	1.968	0.00126	0.126%	1.957	0.001693	0.169%	1.961	0.001529	0.153%	28.2	73
18	13-May	15.15	1.967	0.0013	0.130%	1.955	0.001772	0.177%	1.958	0.001647	0.165%	29.7	67
20	16-May	9.00	1.943	0.00224	0.224%	1.939	0.002402	0.240%	1.938	0.002431	0.243%	27.5	71
21	16-May	16.00	1.940	0.00236	0.236%	1.939	0.002402	0.240%	1.935	0.002549	0.255%	28.3	75
21	17-May	9.00	1.935	0.00256	0.256%	1.928	0.002835	0.283%	1.923	0.00302	0.302%	28.1	71
22	17-May	16.00	1.936	0.00252	0.252%	1.925	0.002953	0.295%	1.920	0.003137	0.314%	29	62
22	18-May	9.00	1.925	0.00295	0.295%	1.921	0.00311	0.311%	1.918	0.003216	0.322%	26.9	76
23	19-May	9.00	1.926	0.00291	0.291%	1.925	0.002953	0.295%	1.923	0.00302	0.302%	28.9	62
24	19-May	15.30	1.915	0.00335	0.335%	1.920	0.00315	0.315%	1.914	0.003373	0.337%	29.3	59
24	20-May	8.30	1.931	0.00272	0.272%	1.922	0.003071	0.307%	1.918	0.003216	0.322%	27.9	71
25	20-May	16.30	1.931	0.00272	0.272%	1.925	0.002953	0.295%	1.920	0.003137	0.314%	28.6	63
27	23-May	10.00	1.914	0.00339	0.339%	1.911	0.003504	0.350%	1.905	0.003725	0.373%	27.4	71
28	23-May	16.00	1.913	0.00343	0.343%	1.914	0.003386	0.339%	1.910	0.003529	0.353%	28.8	63
28	24-May	10.00	1.916	0.00331	0.331%	1.915	0.003346	0.335%	1.908	0.003608	0.361%	27.8	73



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

Hasil Uji Susut *Fiber* 12% (ASTM C490-04)

Day	Tgl	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	KR %
			Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %	Dial	ΔL	Shrinkage %		
1	26-Apr	15.00	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.15	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.30	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	2.000	0	0.000%	28.4	74
1	26-Apr	15.45	2.000	0	0.000%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	2.000	0	0.000%	28.3	72
1	26-Apr	16.00	2.000	0	0.000%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28.3	74
1	26-Apr	16.15	2.000	0	0.000%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28.2	76
1	26-Apr	16.30	2.001	-4E-05	-0.004%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28	77
1	26-Apr	16.45	2.001	-4E-05	-0.004%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	27.9	78
1	26-Apr	17.00	2.001	-4E-05	-0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.8	78
1	26-Apr	17.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.8	78
1	26-Apr	17.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	27.7	75
1	26-Apr	17.45	2.001	-4E-05	-0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	27.7	75
1	26-Apr	18.00	2.001	-4E-05	-0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	27.7	75
1	26-Apr	18.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.5	75
1	26-Apr	18.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.5	75
1	26-Apr	18.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	19.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	20.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.4	74
1	26-Apr	20.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	20.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	20.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	21.00	2.001	-4E-05	-0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	76
1	26-Apr	21.15	2.001	-4E-05	-0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	76
1	26-Apr	21.30	2.001	-4E-05	-0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	76
1	26-Apr	21.45	2.001	-4E-05	-0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	22.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	22.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	22.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.3	75
1	26-Apr	22.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.2	76
1	26-Apr	23.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.2	76
1	26-Apr	23.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.2	76
1	26-Apr	23.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.2	76
1	26-Apr	23.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.2	76



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	27-Apr	0.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.2	76
1	27-Apr	0.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	75
1	27-Apr	0.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	75
1	27-Apr	0.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	75
1	27-Apr	1.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	75
1	27-Apr	1.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	75
1	27-Apr	1.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	74
1	27-Apr	1.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	74
1	27-Apr	2.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	74
1	27-Apr	2.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	74
1	27-Apr	2.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.1	74
1	27-Apr	2.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	3.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	3.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	3.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	3.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	75
1	27-Apr	4.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	74
1	27-Apr	4.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	74
1	27-Apr	4.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	75
1	27-Apr	4.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	75
1	27-Apr	5.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	75
1	27-Apr	5.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	76
1	27-Apr	5.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	76
1	27-Apr	5.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	77
1	27-Apr	6.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	77
1	27-Apr	6.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	77
1	27-Apr	6.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	78
1	27-Apr	6.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	78
1	27-Apr	7.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	78
1	27-Apr	7.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	78
1	27-Apr	7.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	76
1	27-Apr	7.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	76
1	27-Apr	8.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	76
1	27-Apr	8.15	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	8.30	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	8.45	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	9.00	2.002	-8E-05	-0.008%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	76
1	27-Apr	9.15	2.001	-4E-05	-0.004%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.2	76
1	27-Apr	9.30	2.001	-4E-05	-0.004%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.3	76
1	27-Apr	9.45	2.001	-4E-05	-0.004%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.5	75



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

1	27-Apr	10.00	2.001	-4E-05	-0.004%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.6	75
1	27-Apr	10.15	2.001	-4E-05	-0.004%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.7	75
1	27-Apr	10.30	2.001	-4E-05	-0.004%	2.006	-0.00024	-0.024%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.7	75
1	27-Apr	10.45	2.000	0	0.000%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	28.2	75
1	27-Apr	11.00	2.000	0	0.000%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	28.2	75
1	27-Apr	11.15	2.000	0	0.000%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	28.4	72
1	27-Apr	11.30	2.000	0	0.000%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	28.4	72
1	27-Apr	11.45	2.000	0	0.000%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28.4	71
1	27-Apr	12.00	2.000	0	0.000%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28.1	71
1	27-Apr	12.15	2.000	0	0.000%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28.1	72
1	27-Apr	12.30	2.000	0	0.000%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28	73
1	27-Apr	12.45	2.000	0	0.000%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28	73
1	27-Apr	13.00	2.000	0	0.000%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	28	74
1	27-Apr	13.15	2.000	0	0.000%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	27.9	74
1	27-Apr	13.30	2.000	0	0.000%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	27.9	74
1	27-Apr	13.45	1.999	3.9E-05	0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.9	74
1	27-Apr	14.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.9	74
1	27-Apr	14.15	1.999	3.9E-05	0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.9	74
1	27-Apr	14.30	1.999	3.9E-05	0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.9	74
1	27-Apr	14.45	1.999	3.9E-05	0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.9	73
1	27-Apr	15.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.9	72
2	27-Apr	16.00	1.998	7.8E-05	0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	27.8	70
2	27-Apr	17.00	1.998	7.8E-05	0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.7	73
2	27-Apr	18.00	1.998	7.8E-05	0.008%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.4	71
2	27-Apr	19.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.2	70
2	27-Apr	20.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27	72
2	27-Apr	21.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	27.1	72
2	27-Apr	22.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	26.9	74
2	27-Apr	23.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	26.8	74
2	28-Apr	0.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.9	74
2	28-Apr	1.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.8	74
2	28-Apr	2.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.7	73
2	28-Apr	3.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.6	73
2	28-Apr	4.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.6	73
2	28-Apr	5.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.005	-0.0002	-0.020%	2.004	-0.00016	-0.016%	26.6	73
2	28-Apr	6.00	1.999	3.9E-05	0.004%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.003	-0.00012	-0.012%	26.6	73
2	28-Apr	7.00	1.997	0.00012	0.012%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	26.6	73
2	28-Apr	8.00	1.996	0.00016	0.016%	2.004	-0.00016	-0.016%	2.002	-7.9E-05	-0.008%	26.8	74
2	28-Apr	9.00	1.995	0.0002	0.020%	2.003	-0.00012	-0.012%	2.001	-3.9E-05	-0.004%	27.3	72
2	28-Apr	10.00	1.994	0.00024	0.024%	2.004	-0.00016	-0.016%	1.999	3.94E-05	0.004%	27.7	68



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Telp.7874878 – 7270029 (Ext.18) – 7270028 (Fax)

2	28-Apr	11.00	1.992	0.00031	0.031%	2.004	-0.00016	-0.016%	1.997	0.000118	0.012%	28.5	63
2	28-Apr	12.00	1.991	0.00035	0.035%	2.003	-0.00012	-0.012%	1.997	0.000118	0.012%	28.9	62
2	28-Apr	13.00	1.990	0.00039	0.039%	2.003	-0.00012	-0.012%	1.996	0.000157	0.016%	29.1	59
2	28-Apr	14.00	1.988	0.00047	0.047%	2.002	-7.8E-05	-0.008%	1.995	0.000197	0.020%	29.2	58
2	28-Apr	15.00	1.990	0.00039	0.039%	2.000	0	0.000%	1.995	0.000197	0.020%	29.3	57
2	29-Apr	8.30	1.991	0.00035	0.035%	2.000	0	0.000%	1.997	0.000118	0.012%	27.7	72
3	29-Apr	16.00	1.990	0.00039	0.039%	1.999	3.92E-05	0.004%	1.995	0.000197	0.020%	28.2	67
3	30-Apr	13.00	1.988	0.00047	0.047%	1.997	0.000118	0.012%	1.994	0.000236	0.024%	27.6	75
6	2-May	9.30	1.967	0.00129	0.129%	1.980	0.000784	0.078%	1.977	0.000906	0.091%	27.3	72
7	2-May	15.30	1.966	0.00133	0.133%	1.981	0.000745	0.075%	1.976	0.000945	0.094%	28.6	63
7	3-May	9.15	1.963	0.00145	0.145%	1.975	0.00098	0.098%	1.975	0.000984	0.098%	27.2	72
8	3-May	17.00	1.963	0.00145	0.145%	1.976	0.000941	0.094%	1.971	0.001142	0.114%	28.7	60
8	4-May	8.30	1.970	0.00118	0.118%	1.970	0.001176	0.118%	1.968	0.00126	0.126%	27.8	67
9	4-May	16.00	1.965	0.00137	0.137%	1.967	0.001294	0.129%	1.961	0.001535	0.154%	29.7	56
9	5-May	13.00	1.959	0.00161	0.161%	1.963	0.001451	0.145%	1.953	0.00185	0.185%	27	74
10	5-May	15.30	1.967	0.00129	0.129%	1.970	0.001176	0.118%	1.967	0.001299	0.130%	27.1	76
10	6-May	8.45	1.973	0.00106	0.106%	1.970	0.001176	0.118%	1.966	0.001339	0.134%	26.7	77
11	6-May	11.00	1.979	0.00082	0.082%	1.973	0.001059	0.106%	1.967	0.001299	0.130%	27.5	74
13	9-May	9.30	1.948	0.00204	0.204%	1.942	0.002275	0.227%	1.937	0.00248	0.248%	26.6	68
14	9-May	16.30	1.957	0.00169	0.169%	1.951	0.001922	0.192%	1.944	0.002205	0.220%	28.5	61
14	10-May	9.00	1.962	0.00149	0.149%	1.955	0.001765	0.176%	1.954	0.001811	0.181%	27.5	71
15	10-May	16.00	1.963	0.00145	0.145%	1.954	0.001804	0.180%	1.954	0.001811	0.181%	28	81
15	11-May	9.30	1.959	0.00161	0.161%	1.950	0.001961	0.196%	1.953	0.00185	0.185%	27.9	80
16	11-May	15.30	1.958	0.00165	0.165%	1.950	0.001961	0.196%	1.954	0.001811	0.181%	29.2	69
16	12-May	9.45	1.960	0.00157	0.157%	1.948	0.002039	0.204%	1.950	0.001969	0.197%	28.4	68
17	12-May	16.00	1.959	0.00161	0.161%	1.948	0.002039	0.204%	1.948	0.002047	0.205%	28.6	69
17	13-May	9.00	1.961	0.00153	0.153%	1.951	0.001922	0.192%	1.953	0.00185	0.185%	28.2	73
18	13-May	15.15	1.960	0.00157	0.157%	1.949	0.002	0.200%	1.952	0.00189	0.189%	29.7	67
20	16-May	9.00	1.940	0.00235	0.235%	1.933	0.002627	0.263%	1.927	0.002874	0.287%	27.5	71
21	16-May	16.00	1.936	0.00251	0.251%	1.932	0.002667	0.267%	1.930	0.002756	0.276%	28.3	75
21	17-May	9.00	1.928	0.00282	0.282%	1.925	0.002941	0.294%	1.915	0.003346	0.335%	28.1	71
22	17-May	16.00	1.929	0.00278	0.278%	1.923	0.00302	0.302%	1.919	0.003189	0.319%	29	62
22	18-May	9.00	1.920	0.00314	0.314%	1.915	0.003333	0.333%	1.912	0.003465	0.346%	26.9	76
23	19-May	9.00	1.914	0.00337	0.337%	1.908	0.003608	0.361%	1.912	0.003465	0.346%	28.9	62
24	19-May	15.30	1.892	0.00424	0.424%	1.897	0.004039	0.404%	1.903	0.003819	0.382%	29.3	59
24	20-May	8.30	1.928	0.00282	0.282%	1.913	0.003412	0.341%	1.920	0.00315	0.315%	27.9	71
25	20-May	16.30	1.929	0.00278	0.278%	1.910	0.003529	0.353%	1.917	0.003268	0.327%	28.6	63
27	23-May	10.00	1.909	0.00357	0.357%	1.896	0.004078	0.408%	1.889	0.00437	0.437%	27.4	71
28	23-May	16.00	1.922	0.00306	0.306%	1.905	0.003725	0.373%	1.903	0.003819	0.382%	28.8	63
28	24-May	10.00	1.915	0.00333	0.333%	1.900	0.003922	0.392%	1.907	0.003661	0.366%	27.8	73