



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PERILAKU GESER DAN SUSUT
BETON SEMEN PUTIH DENGAN VARIASI
RASIO AIR-SEMEN**

SKRIPSI

**ANGGRAENI WAHYU MURTI
04 05 01 0051**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PERILAKU GESER DAN SUSUT
BETON SEMEN PUTIH DENGAN VARIASI
RASIO AIR-SEMEN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

ANGGRAENI WAHYU MURTI

04 05 01 0051

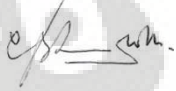
**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN STRUKTUR
DEPOK
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Anggraeni Wahyu Murti

NPM : 0405010051

Tanda Tangan : 

Tanggal : 17 Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Anggraeni Wahyu Murti

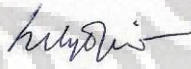
NPM : 0405010051

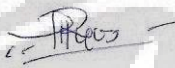
Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Perilaku Geser dan Susut Beton Semen Putih dengan Variasi Rasio Air-Semen

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA ()

Pembimbing II : Ir. Essy Ariyuni, MSc, PhD ()

Penguji I : Ir. Madsuri, MT ()

Penguji II : Dr.-Ing Josia Irwan R, ST ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 17 Juli 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat, ridho-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, dari mulai awal memasuki Universitas Indonesia, menjalani masa perkuliahan, hingga sampai pada penyusunan skripsi ini, akan menjadi sangat sulit bagi saya untuk menyelesaikannya tanpa mereka. Demikian, saya mengucapkan terima kasih kepada:

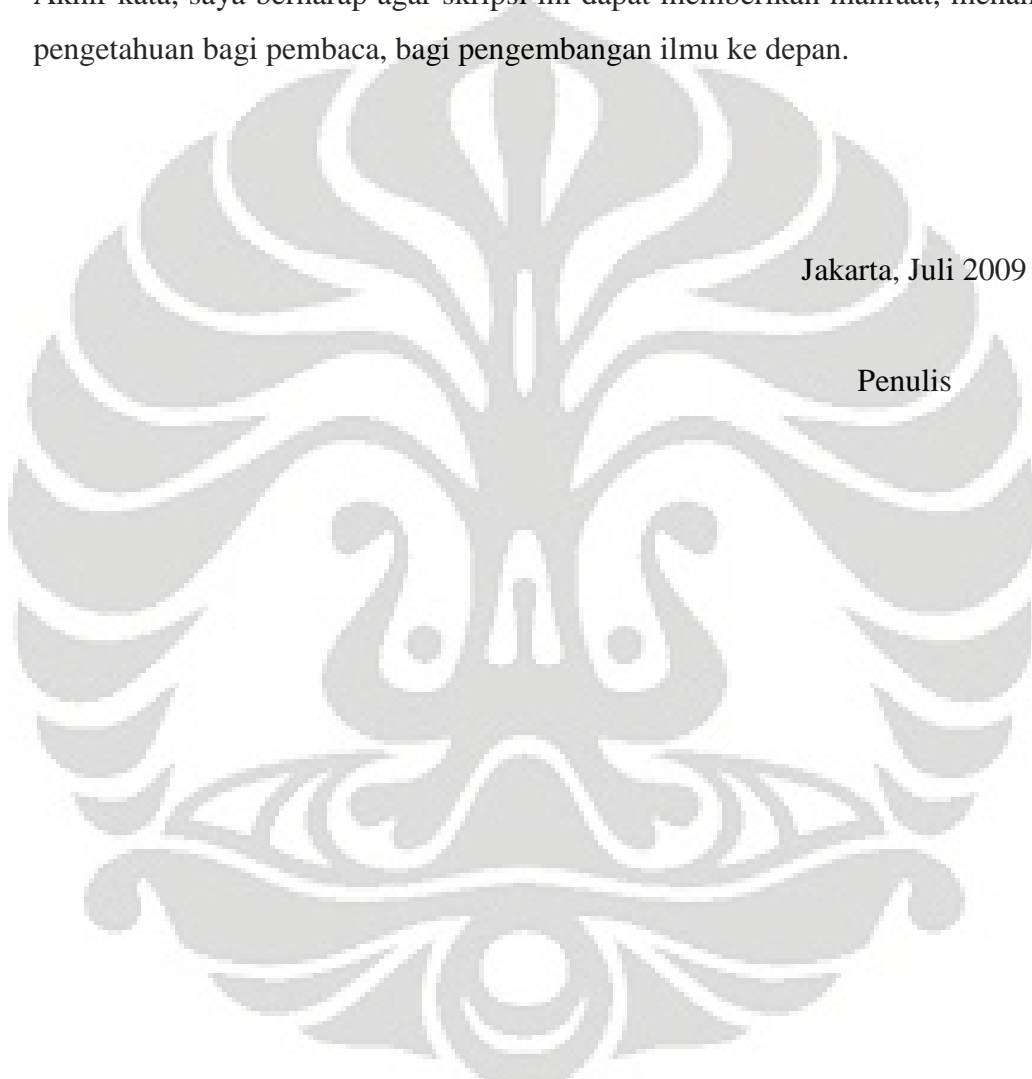
1. Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA selaku dosen pembimbing pertama atas arahan, saran, bimbingan yang telah diberikan selama penyusunan skripsi ini.
2. Ir. Essy Ariyuni, MSc, PhD selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing, mengarahkan saya selama menyusun skripsi ini.
3. Ir. Madsuri, MT dan Dr-Ing. Josia I Rastandi, ST selaku dosen penguji atas masukan, saran, dan kritikan yang diberikan.
4. PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk khususnya Ibu Vera dan Bapak Sjaiful yang telah memberikan bantuan material berupa Semen Portland Putih.
5. Pihak Adhimix khususnya Bapak Moko yang telah memberikan bantuan material berupa agregat halus dan kasar.
6. Keluarga tersayang; Mamah, Bapak, Ateh, Pio, dan Tino atas segala kasih sayang dan dukungan baik moril dan materiil.
7. Teman satu perjuangan, Banu dan Ilham atas segala kerja sama, semangat, bantuan yang sangat berarti untuk saya selama menyelesaikan skripsi. "Terima kasih, teman".
8. Teman spesial saya, Evan, untuk semua yang tidak bisa saya ungkapkan dengan kata-kata.

9. Sahabat, teman terbaik: Akmal, Teo, dan Cut Sarah yang telah menemani, mengisi hari hari saya selama berkuliah dan saya harap, tidak berakhir sampai disini.
10. Teman-teman Sipil UI 2005 yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu atas semua keceriaan, kebodohan, kebersamaan yang telah dilalui bersama.

Akhir kata, saya berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah pengetahuan bagi pembaca, bagi pengembangan ilmu ke depan.

Jakarta, Juli 2009

Penulis



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggraeni Wahyu Murti
NPM : 0405010051
Program Studi : Struktur
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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

STUDI PERILAKU GESER DAN SUSUT BETON SEMEN PUTIH DENGAN VARIASI RASIO AIR-SEMEN

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 17 Juli 2009

Yang menyatakan,



(Anggraeni Wahyu Murti)

vii

ABSTRAK

Nama : Anggraeni Wahyu Murti
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Studi Perilaku Geser dan Susut Beton Semen Putih
dengan Variasi Rasio Air-Semen

Pemakaian semen Portland putih di Indonesia cenderung hanya digunakan sebagai pekerjaan *finishing* saja. Hal ini dikarenakan harga yang mahal karena semen Portland putih merupakan produk impor di Indonesia. Kini, dengan diproduksi semen Portland putih oleh PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk, mendorong diaplikasikannya semen Portland putih sebagai bahan penyusun beton dengan fungsi sebagai elemen struktur. Campuran beton dengan menggunakan semen Portland putih dikenal dengan istilah Beton Semen Putih.

Hasil penelitian mengenai karakteristik beton semen putih belum banyak dipublikasikan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap karakteristik beton semen putih. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh variasi rasio air-semen terhadap kuat geser dan susut pada beton semen putih kemudian dibandingkan dengan beton normal yang menggunakan semen Portland komposit. Metode dan prosedur pelaksanaan pengujian beton putih dilakukan dengan mengacu pada Standar ASTM dan dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Beton Semen Putih dibuat dengan menggunakan semen Portland putih dan pasir putih dengan komposisi tertentu. Variasi rasio air-semen yang digunakan pada campuran beton adalah 0,4; 0,45; 0,5; dan 0,55. Kemudian dilakukan pengujian terhadap kuat geser pada umur 28 hari dan susut selama 56 hari.

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa kenaikan rasio air-semen sebesar 0,1 akan meningkatkan 26,52% susut pada beton semen putih. Nilai susut beton semen putih pada rasio air-semen 0,5 lebih besar 18,75% dibandingkan dengan nilai susut beton normal. Kenaikan rasio air-semen sebesar 0,1 akan menurunkan kuat geser senilai 11,58% pada beton semen putih. Beton semen putih memiliki kuat geser lebih tinggi 10,35% dibandingkan beton normal.

Kata kunci :

Beton Semen Putih, Semen Portland Putih, Kuat Geser, Susut, Rasio Air-Semen

ABSTRACT

Name : Anggraeni Wahyu Murti
Study Program: Civil Engineering
Title : The Study of Shear Strength and Shrinkage of White Cement Concrete with Water-Cement Ratio Variations.

The used of white Portland cement in Indonesia tend to be used only as a finishing work. The reason for this is its price was expensive while it was an imported product in Indonesia. Now, white Portland cement is produced by PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. encouraging its applied as an structural element. Concrete mix with white Portland cement is known by the term White Cement Concrete.

The research's result on the characteristics of white cement concrete has not been much publicized. Therefore, it is need to do the research of it. Goal of this research is to study the influence of variations in water-cement ratio for shear strength and shrinkage of white cement concrete then it compared with the normal use of Portland composite cement. Methods and procedures of the testing are based on ASTM Standards and implemented in the Laboratory of Structure and Materials Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Indonesia.

White Cement Concrete made with white Portland cement and white sand with a specific composition. Variations in water-cement ratio that are used in the concrete mixture are 0.4, 0.45, 0.5 and 0.55. Then we do the shrinkage's test for 56 days and shear strength's test at the age of 28th day.

From this research, it can be concluded that increasing 0.1 of water-cement ratio will increase 26.52% shrinkage in white cement concrete. Shrinkage's value of white cement concrete with water-cement ratio of 0.5 is greater 18.75% than its normal concrete. The increase in 0,1 of water-cement ratio will decrease 11.58% the shear strength in white cement concrete. White cement concrete has shear strength 10.35% higher than normal concrete.

Key words:

White Cement Concrete, White Portland Cement, Shear Strength, Shrinkage, Water-Cement Ratio

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG PENELITIAN	1
1.2. TUJUAN PENELITIAN	2
1.3. BATASAN PENELITIAN	3
1.4. HIPOTESIS	4
1.5. METODE PENELITIAN	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2 STUDI LITERATUR	6
2.1. BETON	6
2.1.1. Gambaran Umum	6
2.1.2. Bahan Penyusun Beton	7
2.2. KARAKTERISTIK BETON	10
2.2.1. Rasio Air Semen	10
2.2.2. Kuat Geser Beton	11
2.2.3. Susut (<i>Shrinkage</i>) Beton	12
2.3. BETON SEMEN PUTIH	15
2.3.1. Semen Portland Putih	16
2.3.2. Air	20
2.3.3. Agregat	20
2.3.4. <i>Admixture</i>	22
2.3.5. Rasio Air-Semen	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. RENCANA PENELITIAN	23
3.2. BAHAN BAKU PENELITIAN	25
3.3. PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN	26

4.3.1.	Pengujian Semen Portland Putih	26
4.3.2.	Pengujian Agregat Halus	31
4.3.3.	Pengujian Agregat Kasar	38
3.4.	PERANCANGAN CAMPURAN	40
3.5.	PEMBUATAN BENDA UJI	43
3.6.	PENGUJIAN BENDA UJI	45
3.6.1.	<i>Slump Test</i>	45
3.6.2.	Pengujian Kuat Geser	46
3.6.3.	Pengujian Susut	48
BAB 4	ANALISA HASIL PENELITIAN	50
4.1.	ANALISA HASIL PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN	50
4.1.1.	Analisa Hasil Pengujian Semen Portland Putih	50
4.1.2.	Analisa Hasil Pengujian Agregat Kasar	51
4.1.3.	Analisa Hasil Pengujian Agregat Halus	52
4.2.	ANALISA HASIL UJI SUSUT BETON	55
4.3.	ANALISA HASIL UJI KUAT GESER BETON	59
BAB 5	PENUTUP	65
5.1.	KESIMPULAN	65
5.2.	SARAN	66
DAFTAR PUSTAKA		68

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.1	Gereja Katedral Jubilee, Italia	2
Gambar 2.1	Hubungan antara kuat tekan di hari ke tujuh dengan rasio air semen untuk beton dengan semen Portland <i>rapid-hardening</i>	11
Gambar 2.2	Pengaruh rasio air-semen dan kandungan agregat terhadap <i>shrinkage</i>	13
Gambar 2.3	Pengaruh komposisi kimia terhadap kekuatan tekan	20
Gambar 2.4	Perbedaan hasil beton putih untuk variasi agregat	21
Gambar 2.5	Perbandingan warna beton putih pada rasio air-semen yang berbeda-beda	22
Gambar 3.1	Bagan Alir Metodologi Penelitian	25
Gambar 3.2	Pengujian Berat Jenis Semen Portland Putih	27
Gambar 3.3	Pengujian Waktu Ikut Semen Portland Putih	28
Gambar 3.4	Pengujian Berat Isi Agregat Halus	32
Gambar 3.5	Pengujian <i>specific gravity</i> Agregat Halus	34
Gambar 3.6	Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	35
Gambar 3.7	Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No.200	37
Gambar 3.8	Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	39
Gambar 3.9	Pengujian <i>Slump</i> pada Campuran Beton Semen Putih	46
Gambar 3.10	Dimensi Benda Uji Pengujian Geser	47
Gambar 3.11	Luas Bidang Geser	48
Gambar 4.1	Grafik Analisa Ayak Agregat Halus	53
Gambar 4.2	Pengujian Kadar Organik pada Agregat Halus	54
Gambar 4.3	Grafik Susut Benda Uji Beton Semen Putih dengan Variasi Rasio Air-Semen	55
Gambar 4.4	Grafik Presentase Susut Beton Semen Putih pada setiap Rasio Air-Semen	56
Gambar 4.5	Grafik Susut Benda Uji Beton Semen Putih ditinjau per Hari	57
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Susut Benda Uji Beton Semen Putih dengan Beton Normal pada Rasio Air-Semen 0,5	58
Gambar 4.7	Detail Dimensi Benda Uji Kuat Geser	59
Gambar 4.8	Grafik Kuat Geser Beton Semen Putih dengan Variasi Rasio Air-Semen	60
Gambar 4.9	Grafik Kuat Geser Beton Normal dengan Variasi Rasio Air-Semen	61
Gambar 4.10	Grafik Perbandingan Kuat Geser Beton Semen Putih dengan Beton Normal	62
Gambar 4.11	Hubungan Komponen Kimia Penyusun Semen dengan Kuat Tekan	63
Gambar 4.12	Keretakan Ideal pada Benda Uji Geser	63
Gambar 4.5	Keretakan Tidak Ideal pada Benda Uji Geser	64

DAFTAR TABEL

	Halaman	
Tabel 2.1	Syarat kimia semen Portland putih	17
Tabel 2.2	Syarat fisika semen Portland putih	17
Tabel 2.3	Oksida pewarna semen Portland putih	18
Tabel 2.5	Komposisi Kimia dari Semen Portland Putih & Abu-abu	19
Tabel 2.6	Pengaruh materi penyusun Semen Portland terhadap karakteristik semen	19
Tabel 3.1	Jumlah <i>sample</i> beton semen putih	23
Tabel 3.2	Jumlah <i>sample</i> beton normal	24
Tabel 3.2	Ukuran Agregat Kering Minimum	36
Tabel 3.3	Nilai <i>slump</i> yang direkomendasikan untuk berbagai variasi jenis konstruksi berdasarkan ACI 211.1-91	41
Tabel 3.4	Ukuran Agregat Maksimum yang Dianjurkan dipakai dalam Berbagai macam Tipe Konstruksi	42
Tabel 3.5	Tabel Penyesuaian untuk S/A dan W	42
Tabel 3.6	Hubungan rasio air-semen dan kuat tekan beton rata-rata (ACI 318-89)	43
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Berat Jenis Semen Portland Putih	50
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Konsistensi Semen Portland Putih	50
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Waktu Ikat Semen Portland Putih	50
Tabel 4.4	Perbandingan Properti Semen Portland Putih dan PCC	51
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Agregat Kasar	52
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Agregat Halus	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Perhitungan Rancang Campur Beton	A-1
Lampiran B-1 Analisa Specific Gravity & Absorpsi Agregat Halus	B-1
Lampiran B-2 Pemeriksaan Rongga Udara & Berat Isi Agregat Halus	B-2
Lampiran B-3 Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No.200	B-3
Lampiran B-4 Pemeriksaan Kotoran Organik Agregat Halus	B-4
Lampiran B-5 Analisa Saringan Agregat Halus	B-5
Lampiran B-6 Analisa Specific Gravity & Absorpsi Agregat Kasar	B-6
Lampiran B-7 Pemeriksaan Rongga Udara & Berat Isi Agregat Kasar	B-7
Lampiran B-8 Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland Putih	B-8
Lampiran B-9 Pemeriksaan Waktu Ikat Semen Portland Putih	B-9
Lampiran B-10 Pemeriksaan Konsistensi Normal Semen Portland Putih	B-10
Lampiran B-11 Hasil Pengujian Susut Beton	B-11
Lampiran B-12 Hasil Pengujian Kuat Geser Beton	B-31
Lampiran C Detail Cetakan Benda Uji Kuat Geser	C-1
Lampiran D Grafik hasil Penelitian	D-1
Lampiran E Dokumentasi Penelitian	E-1

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG PENELITIAN

Pemakaian semen Portland putih di Indonesia cenderung hanya digunakan sebagai pekerjaan *finishing* saja dikarenakan keunggulannya yang berwarna putih. Padahal, semen Portland putih juga dapat digunakan sebagai elemen struktur. Hal ini dikarenakan harga semen Portland putih di Indonesia yang mahal sebab semen Portland putih merupakan produk impor. Namun kini, dengan diproduksi semen Portland putih di Indonesia oleh PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk, maka mendorong diaplikasikannya semen Portland putih sebagai bahan penyusun beton yang difungsikan sebagai elemen struktur. Campuran beton dengan menggunakan semen Portland putih dikenal dengan istilah Beton Semen Putih.

Beton semen putih adalah material konstruksi yang menghasilkan kombinasi antara nilai estetika dan fungsi struktural, lebih dikenal dengan sebutan *architectural concrete*. Ada pula yang menyebut dengan sebutan *decorative concrete*, namun sebenarnya definisinya berbeda, karena *decorative concrete* hanya memenuhi nilai estetika saja dan tidak berfungsi sebagai elemen struktur. Beton semen putih memiliki keunggulan dibandingkan dengan beton biasa, yaitu: tidak diperlukannya pekerjaan *finishing*, minimnya perawatan, dan hemat energi. Dikatakan hemat energi dikarenakan warna terang yang dihasilkan beton putih menjadikan sebuah ruangan tidak memerlukan banyak cahaya lampu, sehingga penggunaan listrik dapat dihemat. Hal ini telah banyak diaplikasikan di negara lain, seperti pada Gambar I.1. di halaman berikut yang merupakan Gambar dari Gereja Katedral Jubilee, Italia, dimana beton yang digunakan merupakan beton semen putih atau dalam terminologi Inggris, *white cement concrete*.



Gambar 1.1. Gereja Katedral Jubilee, Italia¹

Meskipun demikian, penelitian mengenai karakteristik dari beton semen putih sendiri belum banyak dipublikasikan, khususnya Indonesia. Penelitian terhadap karakteristik suatu material adalah penting untuk mengetahui bagaimana perilaku dari material tersebut dalam pengaplikasiannya di lapangan. Karakteristik material dapat diketahui dengan dilakukannya pengujian terhadap material tersebut di laboratorium. Untuk beton, karakteristik yang diuji beragam, dimulai dari kuat tekan, tarik, geser, susut, dan lainnya yang sesuai dengan standar *American Society for Testing Material* (ASTM).

Kekuatan beton dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain jenis semen, rasio air-semen dalam campuran, jenis agregat, penggunaan *admixture*, dan lainnya. Untuk beton semen putih, semakin tinggi rasio air-semen dalam campuran beton, maka semakin terang warna yang dihasilkan. Hal yang menarik adalah bagaimana hubungan rasio air-semen tersebut dengan karakteristik beton putih yang dihasilkan, seperti kuat geser dan susutnya, dan bagaimana perbedaannya jika dibandingkan terhadap beton normal.

1.2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

- Mempelajari karakteristik beton semen putih dan bahan pembentuk beton semen putih.
- Mengkaji pembuatan beton semen putih.

¹ <http://www.archnewsnow.com/features/Feature123.htm>

- Mengetahui perilaku kuat geser dan susut pada beton semen putih.
- Mengetahui pengaruh nilai rasio air-semen terhadap kekuatan geser dan susut pada beton semen putih.
- Membandingkan perilaku kuat geser dan susut pada beton semen putih dengan beton normal.

1.3. BATASAN PENELITIAN

Penelitian dibatasi oleh beberapa batasan, yaitu sebagai berikut:

- Mutu beton yang direncanakan (f_c') = 30 MPa berdasarkan campuran beton normal.
- Semen Portland putih yang digunakan merupakan semen Portland putih hasil fabrikasi PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk.
- Semen Portland abu-abu yang digunakan adalah *Portland Composite Cement* (PCC).
- Agregat halus yang digunakan merupakan pasir putih Bangka.
- Agregat kasar yang digunakan merupakan batu pecah yang berasal dari Sudamanik, Jawa Barat.
- Air yang digunakan merupakan air Perusahaan Air Minum (PAM) yang terdapat di Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Variasi faktor air semen yang digunakan adalah 0,4, 0,45, 0,5, dan 0,55
- Penelitian yang dilakukan dibatasi pada pengujian geser dan susut pada beton yang menggunakan semen Portland putih.
- Perbandingan perilaku susut antara beton putih dengan beton normal diamati pada rasio air-semen 0,5.
- Perbandingan perilaku kuat geser antara beton putih dan beton normal diamati pada rasio air-semen 0,4; 0,45; 0,5; dan 0,55.
- Pengujian benda uji dilakukan sesuai dengan *American Society for Testing Material* (ASTM).
- Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

1.4. HIPOTESIS

Semakin besar rasio air-semen pada campuran beton, maka susut yang dialami beton semakin tinggi. Susut pada beton semen putih lebih besar dibandingkan beton normal. Kuat geser pada beton semen putih dengan umur 28 hari lebih tinggi dibandingkan beton normal. Semakin besar rasio air-semen pada campuran beton, maka kuat geser yang dimiliki beton semakin rendah. Hal ini dikarenakan pasta pada beton semen putih lebih cepat bereaksi dan lebih kuat dibandingkan beton normal, dan rasio air semen yang tinggi mengalami penguapan yang lebih besar dibandingkan dengan rasio air-semen yang lebih rendah.

1.5. METODE PENELITIAN

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

1. Studi pustaka.
2. Mempersiapkan dan melakukan pengujian terhadap bahan-bahan penyusun benda uji.
3. Merancang campuran benda uji.
4. Membuat benda uji di laboratorium.
5. Melakukan pengujian terhadap benda uji.
6. Mengumpulkan hasil pengujian.
7. Menganalisa hasil pengujian.
8. Membuat kesimpulan.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang digunakan dalam adalah sebagai berikut;

BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan berisikan latar belakang penelitian, tujuan, lingkup, pembatasan, hipotesis, dan metode penelitian yang dilakukan, serta sistematika penulisan yang digunakan.

BAB 2 STUDI LITERATUR

Tinjauan Pustaka berisikan teori yang menjadi acuan penelitian, yakni karakteristik beton putih termasuk bahan-bahan penyusunnya (semen Portland putih, agregat, dan air).

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab Metodologi Penelitian, dijelaskan mengenai metode pengujian bahan penyusun beton yang digunakan, metode rancang campur beton yang digunakan, serta metode pengujian geser dan susut beton yang dilaksanakan di laboratorium.

BAB 4 ANALISA HASIL PENELITIAN

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

BAB 5 PENUTUP

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

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. BETON

2.1.1. Gambaran Umum

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah jika digunakan. Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah:

- Kualitas semen, dan proporsinya dalam campuran
- Kekuatan dan kebersihan agregat
- Interaksi antara pasta semen dengan agregat
- Pencampuran dari bahan-bahan pembentuk beton
- Penempatan, penyelesaian, dan pepadatan beton
- Perawatan beton

Kekuatan beton dipengaruhi oleh kualitas bahan penyusun dan kualitas pelaksanaan dalam pembuatan beton. Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Selain tahan terhadap serangan api, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Secara umum, kelebihan beton adalah mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap Temperatur yang tinggi, biaya pemeliharaan yang kecil, serta dapat dengan mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi. Namun, selain kelebihan, beton juga memiliki kekurangan, antara lain bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah, berat, pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi, serta daya pantul suara yang besar.

2.1.2. Bahan Penyusun Beton

Beton terdiri dari pasta, agregat, dan bahan tambah (*admixture*). Dalam membuat suatu beton dengan mutu tertentu perlu ditentukan jumlah pasta, agregat, dan *admixture* yang sesuai. Pasta adalah campuran semen dan air yang digunakan untuk merekatkan agregat-agregat dalam beton. Jumlah pasta pada pembuatan beton sekitar 30-40% dari volume dan berat total beton. Sedangkan jumlah agregat sebesar 60-70%. Sub-bab berikutnya merupakan penjelasan umum mengenai masing-masing bahan penyusun beton.

2.1.2.1. Semen

Semen hidrolis adalah jenis semen yang bereaksi dengan air dan membentuk suatu batuan massa. Semen hidrolis juga terdiri dari beberapa jenis, seperti semen Portland, semen Portland abu terbang, semen Portland putih, dll. Semen Portland terbuat dari campuran kalsium, silika, aluminium dan oksida besi. Pada penggunaannya di lapangan, bahan-bahan semen Portland dibuat atau ditambahkan dari zat kimia lain. Contohnya, semen Portland abu terbang yang merupakan hasil pemanfaatan kembali dari produksi pembakaran gas.

Semen berasal dari kata *caementum* yang merupakan bahasa Latin yang memiliki arti memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan. Pada tahun 1756 seorang insinyur berkebangsaan Inggris melakukan suatu eksperimen dan menghasilkan kesimpulan bahwa semen yang terbuat dari batu kapur dengan kandungan tanah liat akan mengalami proses pengerasan apabila dicampurkan dengan air. Maka semen inilah yang dikenal dengan *Portland Cement* (PC).

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton

segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*). Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting. Selain itu, semen juga berfungsi dalam mengeraskan dan membentuk beton agar padat.

2.1.2.2. Air

Air juga sangat dibutuhkan dalam pembuatan beton, karena air dapat mempercepat proses kimiawi pada beton sehingga dapat memudahkan pengerjaan. Pada reaksi kimia beton, hanya 1/3 bagian air yang diperlukan untuk reaksi. Air bermanfaat dalam mencegah penyusutan plastis. Tapi dapat merendahkan permeabilitas dan kekuatan beton. Dalam pembuatan beton, semen akan dicampur air untuk membentuk pasta. Fungsi dari pasta ini adalah untuk merekatkan agregat sehingga tidak mudah goyah. Proporsi dari kedua campuran semen dan air menentukan sifat-sifat dari beton yang dibentuk.

2.1.2.3. Agregat

Agregat merupakan pengisi beton yang digunakan untuk membuat volume stabil. Selain itu, sifat mekanik dan fisik dari agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton yang dihasilkan, seperti kuat tekan, kekuatan, durabilitas, berat, dll. Agregat alami dapat diperoleh dari proses pelapukan dan abrasi serta pemecahan pada batuan induk yang lebih besar. Agregat yang baik untuk digunakan adalah agregat yang menyerupai bentuk kubus atau bundar, bersih, keras, kuat, bergradasi baik dan stabil secara kimiawi. Hal-hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan penggunaan agregat dalam campuran beton ada lima, yaitu (Landgren, 1994):

1. Volume udara

Udara yang terdapat dalam campuran beton akan mempengaruhi proses pembentukan beton, terutama setelah terbentuknya pasta semen.

2. Volume padat

Kepadatan volume agregat akan mempengaruhi berat isi dari beton jadi.

3. Berat jenis agregat

Berat jenis agregat akan mempengaruhi proporsi campuran dalam berat sebagai kontrol.

4. Penyerapan

Penyerapan agregat berpengaruh pada berat jenis agregat.

5. Kadar air permukaan agregat

Kadar air permukaan agregat berpengaruh pada penggunaan air saat pencampuran.

Kekuatan beton dipengaruhi oleh kualitas agregatnya, oleh karena itu selain memiliki kekuatan dan daya tahan yang baik, butir agregat diisyaratkan harus bersih dari lumpur atau material organik lainnya yang dapat mengurangi kekuatan beton. Diameter lumpur atau material organik ini adalah kurang dari 0,063 mm. Bila banyaknya lumpur atau material organik yang dikandung dalam agregat lebih besar dari 1% berat kering, maka agregat tersebut harus dilakukan pencucian.

2.1.2.4. *Admixture*

Admixture atau zat tambahan adalah bahan yang tidak harus dipakai dalam pembuatan beton, karena dipakai hanya jika ingin mendapatkan suatu jenis beton yang membutuhkan bahan selain semen dan agregat untuk mendapatkan karakteristik yang diinginkan. Contoh-contoh *admixture* :

- *Super-plasticizer* : digunakan untuk mengurangi jumlah campuran air

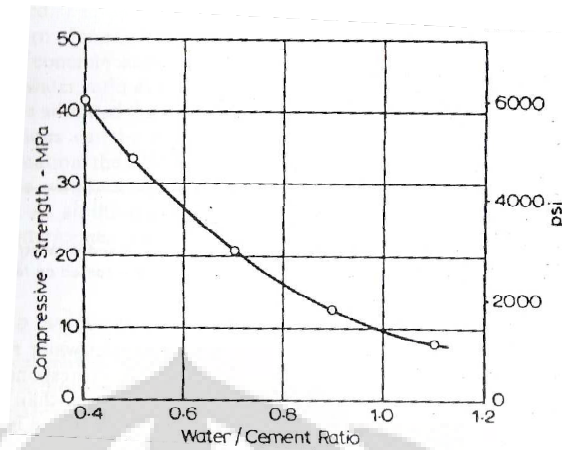
- Pembentuk gelembung udara : meninggikan sifat kedap air
- *Retarder*: memperlambat pengerasan, memperpanjang waktu pengerjaan

2.2. KARAKTERISTIK BETON

2.2.1. Rasio Air Semen

Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, namun kelecakan atau daya kerja beton akan berkurang. Sedangkan proporsi air yang agak besar akan memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaan pengecoran, namun kekuatan pada beton menjadi rendah. Proporsi air ini dinyatakan dalam rasio air-semen (*water-cement ratio*), yakni angka yang menyatakan perbandingan antara berat air (kg) dibagi dengan berat semen (kg) dalam adukan beton tersebut. Sebagai contoh, adukan beton dengan perbandingan berat 1:2:3 kira-kira akan membutuhkan 330 kg semen per meter kubik. Bila adukan ini dicampur dengan 160 kg (sama dengan 160 liter) air, maka nilai rasio air-semennya adalah $w = 160/330 = 0,468$.

Semakin rendah rasio air-semen, maka kuat tekan beton semakin tinggi. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini yang memaparkan hubungan rasio air-semen dengan kuat tekan beton umur tujuh hari yang dibuat dengan menggunakan Semen Portland *rapid-hardening*.



Gambar 2.1 Hubungan antara kuat tekan di hari ke tujuh dengan rasio air semen untuk beton dengan semen Portland *rapid-hardening*¹

Akan tetapi, dengan semakin rendahnya rasio air-semen, maka akan menyulitkan dalam hal pemadatan. Beton untuk konstruksi gedung umumnya memiliki nilai rasio air-semen sebesar 0,45-0,65. Dengan rasio tersebut dapat dihasilkan beton yang kedap air, namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pemadatan dan daya kerja. Pemadatan yang kurang baik, misalnya tanpa menggunakan *vibrator* cenderung akan menyebabkan beton menjadi keropos. Demikian pula, bila adukan beton mempunyai daya kerja yang rendah. Untuk memperbaiki hal ini, umumnya diperlukan bahan aditif, sehingga daya kerja beton menjadi lebih baik, tanpa mempengaruhi kekuatan maupun rasio air-semen.

2.2.2. Kuat Geser Beton

Salah satu sifat penting dari beton yang mengeras adalah kekuatan geser beton. Bila gaya yang bekerja melebihi kekuatan geser maksimum yang dapat ditahan beton, maka timbul keretakan beton. Tegangan geser dihasilkan oleh gaya friksi antara satu partikel dengan partikel yang lain. Tegangan geser yang dimaksud adalah tegangan geser akibat gaya geser langsung (*direct shear*). Gaya yang bekerja pada benda uji menyebabkan terjadi retak di

¹ Neville, Adam M., "Properties of Concrete", 4th Edition, Longman Scientific and Technical, 1988.

sepanjang permukaan bidang geser tersebut. Idealisasi untuk kasus di lapangan, mekanisme untuk transfer geser dapat ditemui dalam keadaan seperti:

- Bidang permukaan antara beton yang dicor dalam waktu yang berbeda.
- Sambungan antara *corbel* dengan kolom.

2.2.3. Susut (*Shrinkage*) Beton

Susut didefinisikan sebagai perubahan volume yang tidak berhubungan dengan beban. Susut juga diartikan sebagai berkurangnya volume beton seiring penambahan waktu setelah proses pengerasan beton. Pengurangan ini terjadi akibat perubahan muatan campuran beton dan perubahan fisika-kimia, yang terjadi tanpa dipengaruhi gaya tekan yang timbul akibat beban luar. Penyusutan pada beton adalah variasi volume akibat faktor struktur beton maupun lingkungan seperti suhu. Tiga macam jenis susut yang terjadi pada beton adalah sebagai berikut:

- *Autogeneous shrinkage*
Adalah penyusutan yang terjadi akibat reaksi kimia semen pada beton. Pada saat senyawa kimia bereaksi dan menyatu, maka akan menyisakan ruang kosong pada beton pada saat senyawa kimia bereaksi dan menyatu, maka, akan menyisakan ruang kosong pada beton. Perbedaan kecepatan penguapan air pada kulit dan bagian dalam beton akan menyebabkan variasi volume pada kulit dan bagian dalam.
- *Drying shrinkage*
Drying shrinkage adalah penyusutan yang disebabkan oleh penguapan air pada saat reaksi hidrologis berlangsung cepat. Air yang terdapat di pori-pori menguap mengurangi volume beton.
- *Thermal shrinkage*

Thermal shrinkage adalah penyusutan akibat perubahan suhu lingkungan. Perbedaan koefisien pengaruh thermal beton akan menyebabkan penyusutan yang tidak seragam beton.

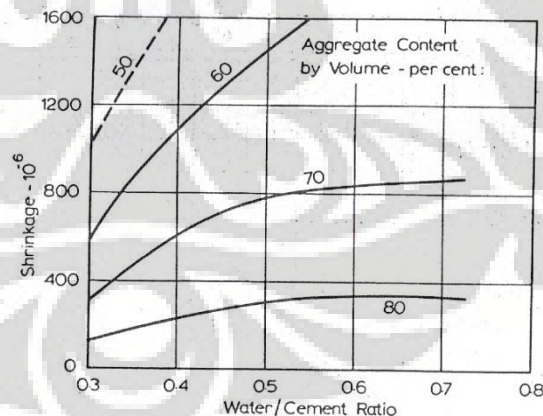
Faktor utama yang menentukan besarnya susut adalah kandungan air dalam adukan beton, sedangkan faktor-faktor lain yang mempengaruhi besarnya susut pengeringan (Nawy, Edward.G., 1990) adalah:

1. Agregat

Beton dengan kandungan agregat yang lebih banyak maka susut yang terjadi lebih sedikit. Beton dengan modulus elastisitas tinggi atau dengan permukaan kasar lebih dapat menahan proses susut.

2. Rasio air-semen

Semakin tinggi rasio air/semen, semakin besar susut yang terjadi. Hubungan antara rasio air-semen dan *shrinkage* dengan variasi kandungan agregat dapat dilihat pada Gambar II.2 pada halaman berikut ini;



Gambar 2.2 Pengaruh rasio air-semen dan kandungan agregat terhadap *shrinkage*²

Dari grafik diatas dapat dikatakan bahwa semakin tinggi rasio air-semen maka semakin tinggi susut yang dihasilkan. Semakin

² S.T.A Odman, *Effects of variation in volume, surface area exposed to drying, and composition of concrete on shrinkage*, RILEM/CEMBUREAU Int. Colloquium on the Shrinkage of Hydraulic Concretes, 1,29 pp. (Madrid, 1968)

besar kandungan agregat yang dimiliki beton, maka semakin kecil susut yang dialami.

3. Ukuran elemen beton

Durasi susut akan lebih lama untuk komponen struktur yang lebih besar karena lebih banyak waktu yang dibutuhkan dalam pengeringan untuk mencapai daerah dalam

4. Kondisi kelembaban di sekitar

Kelembaban pada lingkungan sekitar sangat mempengaruhi besarnya susut, laju penyusutan lebih kecil pada kelembaban relatif yang lebih tinggi. Temperatur lingkungan juga merupakan faktor. Itu sebabnya susut menjadi stabil pada temperatur rendah.

5. Banyaknya tulangan

Beton bertulang menyusut lebih sedikit dibandingkan dengan beton tanpa tulangan.

6. Jenis semen

Semen yang cepat mengering akan mengalami susut lebih banyak dibandingkan jenis-jenis lainnya. Pengaruh kuantitas semen terhadap susut beton adalah mengenai jumlah air yang diserap oleh semen. Semakin besar kuantitas semen yang digunakan maka semakin besar juga jumlah air yang diserap, sehingga susut yang terjadi semakin besar.

Penyusutan yang berlebihan dapat menyebabkan retak pada beton. Retak-retak rambut pada beton akan menyebabkan korosi pada tulangan logam yang terkena proses oksidasi, namun juga mempunyai pengaruh yang menguntungkan sebagai penguat peletakan antar beton dengan penulangan baja. Susut mulai terjadi segera setelah beton diaduk, disebabkan oleh penguapan air yang naik ke permukaan beton. Selama proses pembentukan, hidrasi semen menimbulkan sejumlah besar panas, dan dengan mendinginnya beton, susut lebih lanjut terjadi akibat penurunan

panas. Bahkan setelah beton sudah mengeras, susut akibat pengeringan berlangsung terus sampai berbulan-bulan, dan setiap pembasahan dan pengeringan berikutnya dapat pula menyebabkan muai dan susut. Susut akibat perubahan suhu dapat dikurangi dengan pembatasan suhu selama hidrasi, yang dapat dilakukan dengan prosedur berikut:

1. Mempergunakan suatu rencana adukan dengan kadar semen rendah
2. Menghindarkan pengerasan cepat dan penggunaan semen halus, bila mungkin
3. Menjaga agar agregat dan air pengaduk tetap dingin
4. Mempergunakan acuan baja dan mendinginkannya dengan siraman air
5. Membongkar acuan waktu dini untuk memungkinkan panas hidrasi dilepaskan keluar

Suatu rasio air-semen yang rendah akan membantu mengurangi susut akibat pengeringan dengan menjaga volume air yang dapat hilang pada suatu batas minimum.

2.3. BETON SEMEN PUTIH

Beton semen putih, lebih tepatnya material beton yang menggunakan semen Portland putih adalah material konstruksi yang memberikan hasil yang memenuhi nilai estetika dan berfungsi struktural, lebih dikenal dengan sebutan *architectural concrete*. Ada pula yang menyebut dengan sebutan *decorative concrete*, namun sebenarnya definisinya berbeda, karena *decorative concrete* hanya untuk pemenuhan nilai estetika saja, dan tidak berfungsi sebagai elemen struktur. Beton semen putih memiliki keunggulan dibandingkan dengan beton biasa, yaitu:

- Efisiensi Energi

Daya pantul yang tinggi dari beton semen putih (karena warna yang terang lebih mampu memantulkan cahaya dibandingkan warna gelap) meringankan biaya utilitas, dengan artian meringankan biaya

pengeluaran untuk pemasangan lampu yang berlebih jika menggunakan beton biasa yang berwarna gelap.

- Efektivitas Biaya

Dari segi biaya, pemakaian beton semen putih efektif dikarenakan dapat menghemat biaya untuk jangka panjang. Hal ini dikarenakan dihilangkannya pekerjaan *finishing* seperti pengacian dan pengecatan yang membutuhkan biaya pekerja dan biaya material. Selain itu, keunggulan beton semen putih dengan warnanya yang kekal menjadikannya minim dari hal perawatan, berbeda dengan beton biasa yang dilakukan pengecatan dimana dalam beberapa waktu ke depan cat akan mengelupas, dan dibutuhkan biaya untuk melakukan pengecatan ulang.

Beton semen putih memiliki kandungan campuran yang berbeda dari beton biasa. Perbedaan yang menggaris bawahi adalah pada warna. Sehingga rancangan campuran yang dilakukan untuk beton semen putih harus diformulasikan berdasarkan efek bahan penyusunnya terhadap warna beton. Hal yang perlu diperhatikan tersebut adalah:

- Tipe dan warna semen
- Tipe dan dosis pigmen (bila digunakan)
- Tipe dan dosis *admixture* (bila digunakan)
- Tipe, gradasi, warna, dan kebersihan agregat
- Proporsi yang konsisten (perbandingan antar materi, seperti: rasio air-semen)

2.3.1. Semen Portland Putih

Dimanapun beton semen putih dibuat, diperlukan semen Portland putih dimana spesifikasinya sesuai dengan SNI 15-0129-2004. Semen Portland putih adalah semen Portland yang mengandung sangat sedikit kadar oksida besi dan mangan dimana dua materi tersebut merupakan penyebab warna abu-abu pada semen Portland biasa. Definisi semen Portland putih adalah semen

hidrolis yang berwarna putih dan dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland putih yang terutama terdiri atas kalsium silikat dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium sulfat³

Semen Portland putih adalah semen Portland yang kadar oksida-besinya rendah, kurang dari 0,5%. Bahan baku yang digunakan harus kapur murni, lempeng putih yang tidak mengandung oksida besi dan pasir silika. Semen Portland putih harus memenuhi syarat kimia dan fisika seperti tertera pada tabel 2.2 dan 2.3 berikut ini;

Tabel 2.2 Syarat kimia semen Portland putih³

Jenis uji	Syarat maksimum	Satuan
MgO	5,0	%
SO ₃	3,5	%
Fe ₂ O ₃	0,4	%
Hilang pijar	5,0	%
Bagian tak larut	3,0	%
Alkali sebagai Na ₂ O	0,6	%

Tabel 2.3 Syarat fisika semen Portland putih³

Uraian	Persyaratan	Satuan
Kehalusan dengan alat <i>blaine</i>	Min 280	m ² /kg
Waktu pengikat dengan alat <i>vicat</i>		
- pengikatan awal	Min. 45	%
- pengikatan akhir	Maks. 375	%
Kekekalan dengan <i>autoclave</i>		
- pemuai	Maks 0,8	%
Pengikatan semu		
-penetrasi akhir	Min 50	%
Derajat warna putih (<i>whiteness</i>)		
- alat hunter lab	Min 90	%
- alat kett meter	Min.80	%
Kuat tekan:		
3 hari	Min.180	kg/cm ²
7 hari	Min.250	kg/cm ²
28 hari	Min.350	kg/cm ²

Warna putih semen tergantung pada bahan baku dan proses manufaktur. Semen putih dapat juga dikombinasikan dengan pewarna anorganik untuk menghasilkan warna beton dan mortar

³ SNI 15-0129-2004

yang cerah. Semen biasa, saat digunakan dengan pigmen, menghasilkan warna yang mungkin cukup atraktif, namun masih sedikit kuyu atau lemah warna yang dihasilkan. Sementara dengan semen putih, warna merah terang, kuning, hijau dapat segera digunakan. Beton berwarna biru juga dapat dibuat, namun mengeluarkan biaya lebih tinggi. Pigmen yang digunakan ditambahkan ke *mixer* beton. Sebagai alternatif, untuk menjamin warna yang tahan lama, beberapa produsen menyediakan semen yang sudah siap untuk dicampur warna-warna, dengan menggunakan semen putih sebagai dasar. Nilai keputihan semen Portland putih dapat ditentukan sebagai material bubuk yang memiliki nilai *reflectance* lebih dari 85%.

Karakteristik warna abu-abu hijau pada semen Portland biasa diperoleh dari elemen tradisional pada komposisi kimianya, yaitu (diurut dari yang berpengaruh terbesar hingga terkecil terhadap dampak pewarnaan semen) krom, mangan, besi, tembaga, vanadium, nikel, dan titanium. Jumlah elemen-elemen ini pada semen putih dibuat seminimal mungkin. Kadar Cr_2O_3 dibuat maksimal 0.003%, Mn_2O_3 dibuat maksimal 0.03%, dan Fe_2O_3 dibuat maksimal 0.35% di *clinker*. Penyajian lebih sistematis dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut;

Tabel 2.4 Oksida pewarna semen Portland putih

<i>Compound</i>	Batas rekomendasi	Warna yang dihasilkan di <i>clinker</i>
Fe_2O_3	< 0,4 %	Abu-abu
Mn_2O_3	< 0.02 %	Violet ke abu-abuan, Violet kemerah-merahan
Cr_2O_3	< 0,01 %	Kehijau-hijauan
MgO	< 3 %	Coklat kehijau-hijauan

Untuk aplikasi lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.5 di bawah ini yang menjelaskan perbandingan komposisi kiwiawi semen Portland putih dengan semen Portland abu-abu yaitu;

Tabel 2.5 Komposisi Kimia dari Semen Portland Putih & Abu-abu⁴

Tipe semen	Komposisi Kimia (%)						<i>Potential compound composition (%)</i>			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
Portland White	22,11	3,59	0,21	66,02	2,92	2,07	64,14	15	9,16	0,64
Grey	20,5	5,4	2,6	63,9	2,1	3,0	54	18	10	8

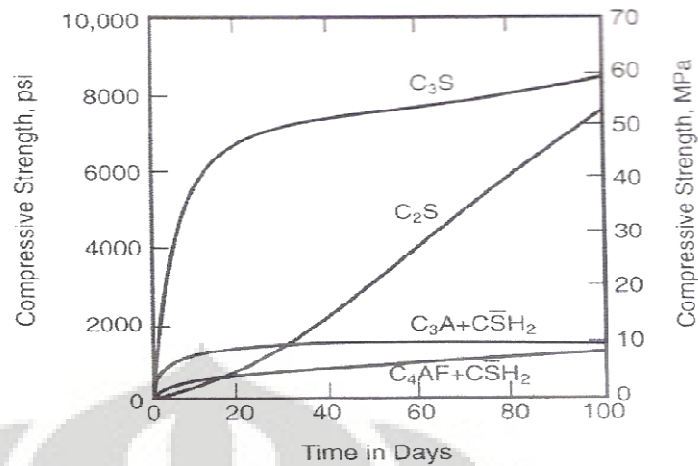
Masing-masing materi penyusun semen Portland memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap karakteristik semen, dimana secara jelas dipaparkan pada tabel 2.6 di bawah ini;

Tabel 2.6 Pengaruh materi penyusun Semen Portland terhadap karakteristik semen

<i>Compound</i>	Kecepatan reaksi	Kekuatan yang dicapai	Pembebasan Panas umur 7 hari
C ₃ S	Sedang	Tinggi	Tinggi (1,10 cal/g)
C ₂ S	Lambat	Rendah diawal, tinggi di akhir	Rendah (0,20 cal/g)
C ₃ A	Cepat	Rendah	Sangat Tinggi (1,95 cal/g)
C ₄ AF	Sedang	Rendah	Sedang (0,50 cal/g)

Menyimak paparan data perbandingan komposisi penyusun semen portland putih dan abu-abu, dan mengetahui karakteristik yang ditimbulkan, maka dapat diambil garis besar perbedaan sifat beton yang dihasilkan dengan menggunakan semen Portland putih dan dengan menggunakan semen Portland abu-abu. Persentase komposisi sebenarnya tidak demikian jauh antara semen Portland putih dan abu-abu, perbedaan jelas adalah pada kandungan unsur besi, dimana semen Portland putih mengandung C₄AF sebanyak 0,64%, sementara semen Portland abu-abu mengandung 8% C₄AF. Kemudian pada kandungan C₃S, dimana pada semen Portland putih mengandung 10,14% lebih banyak dibandingkan dengan C₃S pada semen Portland abu-abu (tabel 2.6).

⁴ Gebhardt, Ronald F. "Survey of North American Portland Cements: 1994" in *Cement, Concrete, and Aggregates* Vol.17 No.2 ASTM. West Conshohocken, Pennsylvania, December 1995, pages 145-189; Kandungan kimia semen Portland Putih produksi PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk.



Gambar 2.3 Pengaruh komposisi kimia terhadap kekuatan tekan

Pengaruh C_4AF dalam segi kekuatan tidaklah berpengaruh besar, seperti terlihat pada tabel 2.8 dan pada Gambar 2.3. Namun untuk C_3S , materi ini turut ambil andil dalam perihal kekuatan yang dihasilkan beton (seperti terlihat pada Gambar 2.3). Kadar C_3S semen Portland putih dapat menyebabkan kekuatan semen Portland putih lebih besar dibandingkan dengan semen Portland abu-abu.

2.3.2. Air

Hampir semua air yang memenuhi standar untuk diminum dapat digunakan untuk campuran beton. ACI 301 *Section 4* dan ACI 318 *Chapter 3* menjelaskan garis besar mengenai spesifikasi air untuk campuran beton.

2.3.3. Agregat

Untuk pembuatan beton semen putih, perlu diperhatikan penggunaan agregat dalam campuran beton. Contoh agregat yang umum dipakai adalah batu kuarsa, granit, *marble*, kapur, dan kerikil. Pilih agregat yang berwarna putih atau terang untuk mencegah terjadinya warna gelap pada beton. Perbandingan agregat yang digunakan terhadap hasil beton semen putih dapat dilihat jelas pada Gambar 2.4 di bawah ini;



Gambar 2.4 Perbedaan hasil beton putih untuk variasi agregat⁵

Untuk agregat halus dapat menggunakan pasir putih dikarenakan keunggulannya yang berwarna putih. Namun hal yang perlu diperhatikan adalah pasir putih merupakan agregat halus yang berasal dari laut atau pantai yang memiliki kadar garam lebih tinggi dibandingkan dengan pasir yang berasal dari daratan. Hal tersebut perlu diperhatikan dikarenakan garam memiliki kandungan klorida yang berbahaya karena dapat menyebabkan korosi pada tulangan baja untuk beton bertulang. BS 882 : 1992 membatasi kandungan ion klorida dari segi massa, yang dituliskan sebagai persentase massa dari total agregat, yaitu:

- Untuk beton pra-tegang: 0,01
- Untuk Beton bertulang dengan menggunakan semen tahan sulfat: 0,03
- Untuk beton bertulang lainnya: 0,05

Terlepas dari bahaya korosi yang ditimbulkan, jika kandungan garam tidak dihilangkan, maka ia akan menyerap kelembaban udara sehingga menyebabkan *efflorescence*, timbulnya bercak-bercak putih pada permukaan beton⁶. Untuk menghilangkan dan/atau meminimalisir kandungan garam pada agregat, maka dapat dilakukan pencucian agregat dengan menggunakan air seperti yang dilakukan untuk pemeriksaan kadar lumpur sesuai ASTM C-177.

⁵ http://www.aalborgwhite.pl/media/pdf_files/inspiration_structural_concrete.pdf

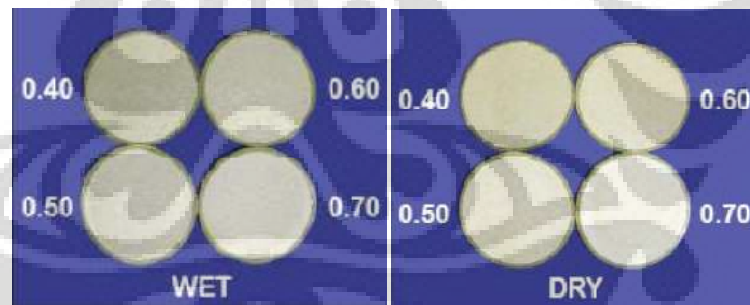
⁶ Neville, Adam M., "Properties of Concrete", 4th Edition, Longman Scientific and Technicanl, 1988.

2.3.4. Admixture

Untuk zat tambahan atau *admixture*, dapat menggunakan *silica fume*, Metakaolin untuk menghasilkan warna beton yang sangat putih. Beton dengan semen Portland putih akan lebih efektif jika menggunakan *superplasticizer* karena dapat membuat semen menjadi lebih cair untuk takaran yang sama, dan juga *superplasticizer* dapat diserap lebih cepat dikarenakan kadar $C_3A + C_4AF$ yang lebih sedikit⁷.

2.3.5. Rasio Air-Semen

Untuk rasio air-semen dalam rancang campur beton semen putih, rasio dinaikkan untuk menghasilkan warna beton yang lebih terang, seperti terlihat pada Gambar 2.4 dimana rasio air-semen tertinggi menghasilkan warna paling terang. Namun yang menjadi perhatian adalah semakin tinggi rasio air-semen yang digunakan, maka kekuatan beton akan semakin melemah seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada sub-bab 2.2.1 mengenai rasio air-semen.



Gambar 2.5 Perbandingan warna beton putih pada rasio air-semen yang berbeda-beda

⁷ S. Chandra and J. Bjornstrom. "Influence of cement and superplasticizers type and dosage on the fluidity of cement mortars—Part I", *Cement and Concrete Research* 32 (2002) p1605 – 1611

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. RENCANA PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh nilai rasio air-semen terhadap kekuatan geser dan susut pada beton semen putih, kemudian membandingkannya dengan beton normal. Penelitian diawali dengan merencanakan kekuatan benda uji, yaitu 30 MPa. Kemudian dilakukan pengujian terhadap material penyusun benda uji, yang terdiri dari semen Portland putih, air, dan agregat. Agregat halus yang digunakan merupakan pasir putih Bangka.

Pengujian material penyusun benda uji diterapkan pada agregat, baik itu kasar maupun halus, dan semen Portland putih. Material semen yang digunakan merupakan semen hasil fabrikasi PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. Air yang digunakan merupakan air Perusahaan Air Minum (PAM) yang terdapat di Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Setelah menyatakan material penyusun telah lolos uji, maka langkah selanjutnya adalah merencanakan campuran benda uji dengan metode rancang campur sehingga dapat diketahui kebutuhan masing-masing bahan penyusun beton putih.

Langkah berikutnya adalah pembuatan benda uji berjumlah 39 sampel, dengan peruntukkan seperti dijelaskan pada tabel 3.1 dan tabel 3.2 berikut;

Tabel 3.1 Jumlah *sample* beton semen putih

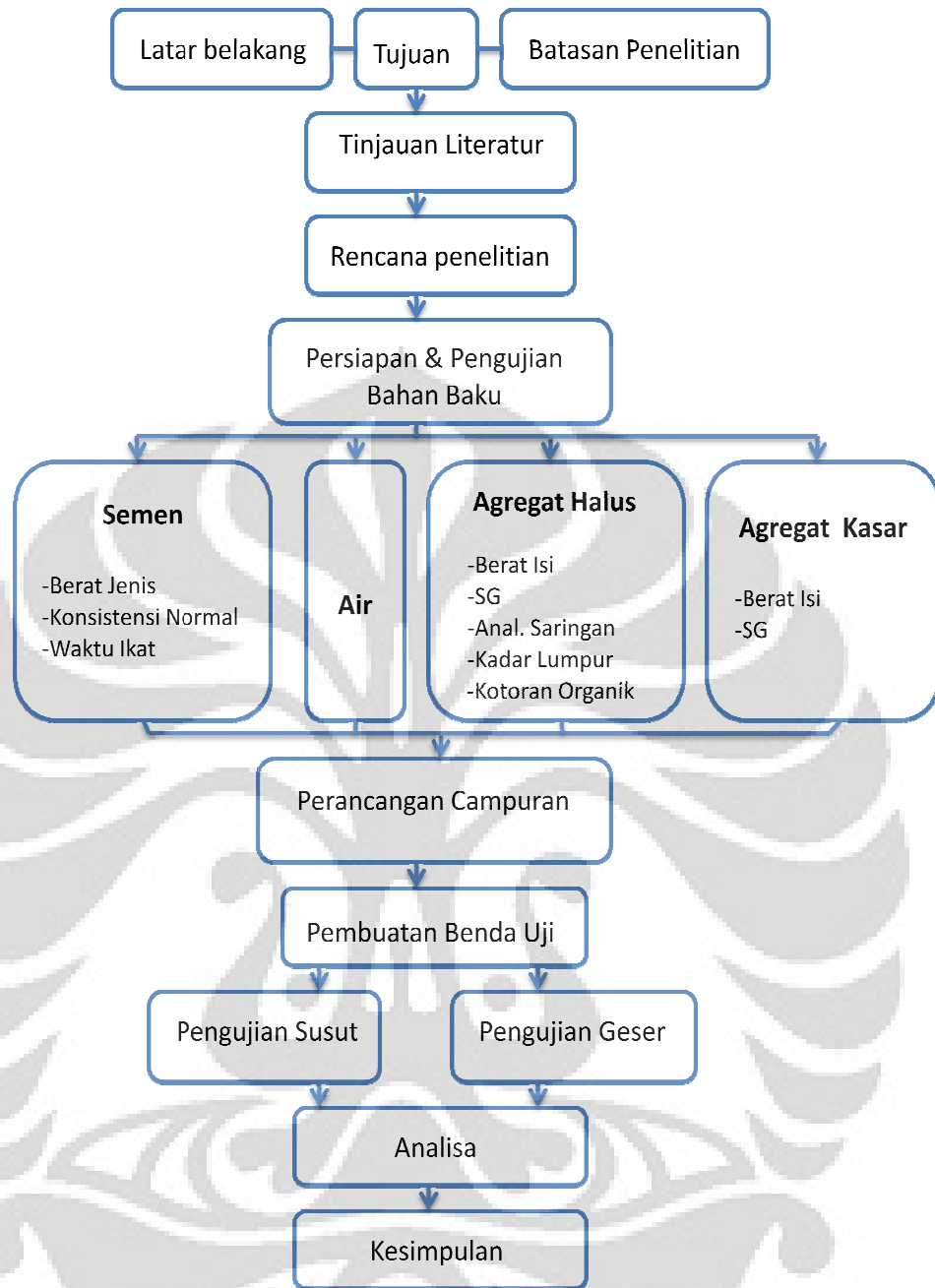
Rasio air-semen	Uji Geser Benda Uji <i>Double-L</i> (20x30x7,5)cm		Uji Susut Benda Uji Balok (10x10x50)cm	
	Jumlah (buah)	Umur (hari)	Jumlah (buah)	Umur (hari)
0.4	3	28	3	56
0.45	3	28	3	56
0.5	3	28	3	56
0.55	3	28	3	56
	Total		24	sampel

Tabel 3.2 Jumlah *sample* beton normal

Rasio air-semen	Uji Geser Benda Uji <i>Double-L</i> (20x30x7,5)cm		Uji Susut Benda Uji Balok (10x10x50)cm	
	Jumlah (buah)	Umur (hari)	Jumlah (buah)	Umur (hari)
0.4	3	28	-	-
0.45	3	28	-	-
0.5	3	28	3	56
0.55	3	28	-	-
Total			15	sampel

Selanjutnya, dilaksanakan pengujian terhadap beton segar, yakni *slump test*. Selesai *slump test*, pengujian berikutnya adalah pengujian kuat geser dan susut benda uji. Dimana untuk kuat geser pengujian dilaksanakan pada hari ke- 28. Sementara untuk susut dilaksanakan selama 56 hari.

Hasil penelitian yang diperoleh kemudian dianalisa untuk diamati bagaimana pengaruh nilai rasio air-semen terhadap kuat geser dan susut pada beton putih untuk kemudian dibandingkan terhadap beton normal. Terakhir, ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Untuk lebih mudah, diagram pada halaman berikut merupakan bagan alir dari langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian (Gambar 3.1);



Gambar 3.1. Bagan Alir Metodologi Penelitian

3.2. BAHAN BAKU PENELITIAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah:

- Semen
 - Jenis : Semen Portland Putih
 - Sumber : PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk.
- Agregat halus

- Jenis : Pasir Putih Alam
- Asal : Bangka
- Agregat kasar
 - Jenis : Batu Pecah
 - Asal : Sudamanik, Jawa Barat
- Air
 - Jenis : Air Perusahaan Air Minum (PAM)
 - Asal : Keran air yang terdapat di Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

3.3. PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN

Bahan baku yang dilakukan pengujian adalah semen portland putih, agregat halus, dan agregat kasar.

3.3.1. Pengujian Semen Portland Putih

3.3.1.1. Pemeriksaan Berat jenis Semen Portland

- Tujuan: Menentukan berat jenis semen Portland.
- Peralatan:
Botol Le Chatelier
Kerosin bebas air
- Bahan
 - a. Semen Portland 64 gram.
- Prosedur
 1. Isi botol Le Chatelier dengan kerosin sampai diantara skala 0 sampai 1. Keringkan bagian dalam botol, di atas permukaan cairan.
 2. Masukkan botol kedalam bak air dengan suhu konstan dalam eaktu yang cukup untuk menghindarkan variasi suhu botol lebih besar dari 0,2°C.
 3. Setelah suhu air sama dengan suhu cairan dalam botol, baca skala botol (v_1).

4. Masukkan benda uji (semen) sedikit demi sedikit kedalam botol, baca skala pada botol. Jangan sampai ada semen yang menempel pada dinding botol atas diatas cairan.
5. Setelah semua benda uji dimasukkan, putar botol perlahan-lahan (dalam posisi miring) sampai gelembung udara tidak timbul lagi pada permukaan cairan.



Gambar 3.2. Pengujian berat jenis semen Portland putih

6. Ulangi pekerjaan no.2 setelah suhu air sama dengan suhu cairan dalam botol. Baca skala pada botol (v_2)

3.3.1.2. Penentuan Waktu Ikat Semen Hidrolis

- Tujuan: Menentukan waktu pengikatan semen hidrolis [dalam keadaan konsistensi normal] dengan alat vicat
- Bahan:
 - Semen Portland tipe I (500 x 2) gr
 - Air bersih dengan suhu kamar
- Peralatan
 - b. Mesin aduk [*mixer*], dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.
 - c. Alat vicat.
 - d. Timbangan dengan kepekaan sampai 1,0 gram.
 - e. Alat pengorek [*scraper*] dibuat dari karet yang agak kaku.
 - f. Gelas ukur dengan kapasitas 150 atau 200 ml.

- g. Ruang lembab yang mampu memberikan kelembabab relatif minimum 90%.



Gambar 3.3. Pengujian waktu ikat semen Portland putih

- **Prosedur**

1. Tempatkan sudu serta mangkuk [kering] pada alat aduk dalam posisi mengaduk.
2. Tempatkan bahan-bahan untuk satu "BATCH" ke dalam mangkuk dengan cara sbb :
 - a. Masukkan semua air pencampur yang jumlahnya telah ditetapkan sebelumnya dalam pembuatan pasta semen dengan konsistensi normal untuk semen 500 gram.
 - b. Masukkan 500 gram semen ke dalam air tersebut dan biarkan menyerap selama 30 detik.
3. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan rendah [140 ± 5 ppm] dan aduklah selama 30 detik.
4. Hentikan mesin pengaduk untuk 15 detik dan sapulah bahan [pasta] dari dinding sisi mangkuk.
5. Jalankan mesin pengaduk dengan sedang [285 ± 10 ppm] dan aduklah selama 1 menit.
6. Segera ambil pasta semen dari mangkuk dan bentuklah sebagai bola, dan tekankan ke dalam cincin konis sesuai cara dalam penentuan konsistensi normal.

7. Segera masukkan benda coba tersebut ke dalam ruang lembab dan biarkan di sana terus kecuali bila mau dipakai untuk percobaan.
8. Setelah 30 menit di dalam ruang lembab, tempatkan benda coba pada alat vicat. Turunkan jarum D hingga menyentuh permukaan pasta semen. Keraskan sekrup E dan geser jarum penunjuk F pada bagian atas dari skala dan lakukan pembacaan awal.
9. Lepaskan batang B dengan memutar sekrup E dan biarkan jarum mapan pada permukaan pasta untuk 30 detik. Adakan pembacaan untuk menetapkan dalamnya penetrasi. Apabila pasta ternyata terlalu lembek, lambatkan penurunan batang B untuk mencegah melengkungnya jarum.
10. Jarak untuk setiap penetrasi pada pasta tidak boleh lebih kecil dari 6 mm. Untuk setiap semen Tipe I, Percobaan dilakukan segera setelah diambil dari ruang lembab dan setiap 15 menit sesudahnya sampai tercapai penetrasi sebesar 25 mm atau kurang. Untuk semen tipe III, percobaan dilakukan segera setelah diambil dari ruang lembab dan setiap 10 menit sesudahnya sampai tercapai penetrasi sebesar 25 mm atau kurang.
11. Gambarkan penetrasi dalam suatu grafik, besarnya penetrasi jarum vicat sebagai fungsi dari waktu untuk semen-semen tipe I atau III.
12. Catat hasil semua percobaan penetrasi. Tentukan waktu tercapainya penetrasi sebesar 25 mm. Inilah waktu ikat.

3.3.1.3. Penentuan Konsistensi Normal Semen Hidrolis

- Tujuan: Menentukan konsistensi normal dari semen hidrolis untuk keperluan penentuan waktu pengikatan semen.

[Menentukan jumlah air yang dibutuhkan untuk mempersiapkan pasta semen hidrolis untuk pengtesan].

- Bahan: Semen Portland (tipe I) \pm 3,5 kg (untuk \pm 6 percobaan); Air bersih (dengan suhu kamar).
- Peralatan
 - a. Mesin aduk (mixer), dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.
 - b. Alat vicat.
 - c. Timbangan dengan kepekaan sampai 1,0 gram.
 - d. Alat pengorek (scraper) dibuat dari karet yang agak kaku.
 - e. Gelas ukur dengan kapasitas 150 atau 200 ml.
 - f. Sendok perata (trowel).
 - g. Sarung tangan karet.
- Prosedur
 1. Pasang daun pengaduk serta mangkuk pada alat pengaduk.
 2. Masukkan bahan untuk percobaan dalam mangkuk dan campurlah sebagai berikut:
 - a. Tuangkan air (\pm 155 – 125 cc untuk semen tipe I dan \pm 130 – 140 cc untuk semen tipe III).
 - b. Masukkan 500 gram semen kedalam air dan biarkan untuk penyerapan selama 30 detik.
 - c. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan rendah (140 ± 5 ppm) dan aduklah untuk 1 menit.
 - d. Hentikan mesin pengaduk untuk 15 detik dan sapulah bahan (pasta) dari dinding sisi mangkuk.
 - e. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan sedang (285 ± 10 ppm) dan aduklah untuk 1menit.
 - f. Segera ambil pasta dari mangkuk dan bentuklah sebagai bola. Lemparkan bola pasta tersebut dari tangan yang satu ke tangan yang lain (dengan jarak

$\pm 15\text{cm}$) sebanyak 25 kali. Kemudian tempatkan pada alat vicat. Tekankan ke dalam cincin konis sehingga memenuhi cincin tersebut.

- g. Tempatkan cincin tersebut pada pelat gelas dan tuanglah kelebihan pasta semen dari kedua sisi cincin. Ratakan bagian atas dari pasta semen dengan sendok adukan sedemikian rupa sehingga tidak menekan adukan.
- h. Pusatkan cincin berisi pasta tersebut dibawah batang dan sentuhkan dan kuncilah jarum pada permukaan pasta.
- i. Tempatkan indikator tepat pada angka nol yang atas. Lepaskan batang bersamaan jarum dengan memutar kunci. Jarum akan masuk ke dalam pasta.
- j. Bila dalam waktu 30 detik kedalaman masuk jarum kedalam pasta besarnya $10 \pm 1 \text{ mm}$ dari permukaan, maka konsistensi pasta semen tersebut adalah normal.
- k. Bila konsistensi normal belum tercapai, ulangi langkah-langkah tersebut di atas hingga tercapai konsistensi normal.

3.3.2. Pengujian Agregat Halus

3.3.2.1. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus (ASTM C-29)

- Tujuan: untuk menentukan berat isi dalam agregat halus.
Berat isi adalah perbandingan berat dengan isi
- Bahan
 - a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh.
 - b. Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.

- c. Tongkat pemadat diameter 15mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat sebaiknya terbuat dari bahan baja tahan karat.
- d. Mistar perata (*straight edge*).
- e. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang, dengan berat 1055 gr, dan berat wadah+air 3055 gr.

- Prosedur

1. Berat isi lepas

- a. Masukkan seluruh agregat halus secara langsung ke dalam wadah sampai penuh.
- b. Ratakan agregat tersebut dengan menggunakan mistar perata.
- c. Timbang dan catat berat contoh agregat halus tersebut.



Gambar 3.4. Pengujian Berat Isi Agregat Halus

2. Berat isi pada agregat dengan cara penusukan

- a. Masukkan agregat halus ke dalam wadah sebanyak 1/3 volume wadah.
- b. Tusuk-tusuk agregat tersebut dengan menggunakan tongkat pemadat sebanyak 25 kali secara merata di seluruh permukaan agregat.
- c. Masukkan lagi sepertiga agregat halus, ulangi langkah (b).
- d. Ulangi langkah (c) hingga wadah penuh.
- e. Ratakan agregat tersebut dengan mistar perata.
- f. Timbang dan catat berat agregat.

3. Berat isi pada agregat dengan cara penggoyangan
 - a. Masukkan agregat halus ke dalam wadah sebanyak $\frac{1}{3}$ volume wadah
 - b. Goyang wadah ke kiri dan ke kanan sebanyak 25 kali. (Penggoyangan dilakukan dengan cara mengangkat salah satu sisi wadah kemudian lepaskan).
 - c. Masukkan lagi sepertiga agregat halus, ulangi langkah (b).
 - d. Ulangi langkah (c) hingga wadah penuh.
 - e. Ratakan agregat tersebut dengan mistar perata.
 - f. Timbang dan catat datanya.

3.3.2.2. *Specific Gravity* dan *Absorpsi* Agregat Halus (ASTM C-128)

- Tujuan: Menentukan *bulk* dan *apparent specific gravity* dan absorpsi dari agregat halus menurut ASTM C 128, guna menentukan volume agregat dalam beton
- Bahan: 1000 gram [2 x 500 gram] agregat halus, diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat.
- Peralatan
 - a. Neraca timbangan dengan kepekaan 0.1 gram dan kapasitas maksimum 1 kg.
 - b. Piknometer kapasitas 500 gram.
 - c. Cetakan kerucut pasir.
 - d. Tongkat Pematik [*Tamper*] dari logam untuk cetakan kerucut pasir.
 - e. Oven, dengan ukuran yang mencukupi dan dapat mempertahankan suhu $[110 \pm 5] ^\circ\text{C}$.
- Prosedur
 1. Agregat halus dibuat jenuh air dengan cara merendam selama 1 hari, kemudian dikeringkan [kering udara] sampai didapat keadaan kering merata. Agregat halus

disebut kering merata jika telah dapat tercurah [*Free Flowing Condition*].

2. Pengujiannya dilakukan dengan memasukkan sebagian benda uji pada metal sand cone mold. Kemudian benda uji dipadatkan dengan tongkat pemadat sampai 25 kali tumbukan. Kondisi SSD [*Saturated Surface Dry*] diperoleh jika ketika cetakan diangkat, agregat halus runtuh atau longsor.
3. 500 gram agregat halus dalam kondisi SSD dimasukkan ke dalam piknometer, kemudian ditambahkan air sampai 90% kapasitas piknometer.
4. Gelembung – gelembung udara dihilangkan dengan cara menggoyang – goyangkan piknometer.
5. Rendam dalam air dengan temperatur air [73.4 ± 3] °F selama paling sedikit 1 hari. Kemudian tentukan berat piknometer, benda uji, dan air.



Gambar 3.5. Pengujian *specific gravity* Agregat Halus

6. Pisahkan benda uji dari piknometer dan keringkan pada temperatur [$212 - 230$] °F selama 1 hari.
7. Tentukan berat piknometer berisi air sesuai kapasitas kalibrasi pada temperatur [73.4 ± 3] °F dengan ketelitian 0.1 gram.

3.3.2.3. Analisa Saringan Agregat Halus (ASTM C-136)

- Tujuan: Menentukan pembagian butir/gradasi agregat halus melalui metode pengayakan dengan menggunakan saringan

- Bahan Benda uji berupa agregat halus diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak:
 - Ukuran maksimum No.4; berat minimum 500 gram.
 - Ukuran maksimum No.8; berat minimum 100 gram.
- Peralatan
 - a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
 - b. Satu set saringan: 76,2 mm [3"]; 63,5 mm [2½"]; 50,8 mm [2"]; 37,5 mm [1½"]; 25 mm [1"]; 19,1 mm [¾"]; 12,5 mm [½"]; 9,5 mm [¼"]; No.4; No.16; No.30; No.50; No.100; No.200 [Standar ASTM].
 - c. Oven, yang dilengkapi dengan pengukur suhu untuk memanasi sampai [110±5]°C.
 - d. Alat pemisah contoh [*sample splitter*].
 - e. Mesin penggetar saringan.
 - f. Talam-talam.
 - g. Kuas, sikat kuning, sendok dan alat-alat lainnya.
- Prosedur
 1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu [110±5]°C, sampai berat tetap.
 2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran paling besar ditempatkan paling atas. Saringan digetarkan dengan mesin penggetar selama 15 menit.



Gambar 3.6. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

3.3.2.4. Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No.200 (ASTM C-177)

- Tujuan: untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan No.200 dengan cara pencucian.
- Bahan: Berat contoh agregat kering minimum tergantung pada ukuran agregat maksimum sesuai tabel dibawah ini :

Tabel III.2 Ukuran Agregat Kering Minimum

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

- Peralatan
 - a. Saringan No.16 dan No.200.
 - b. Wadah pencucian benda uji berkapasitas cukup besar sehingga pada waktu diguncang-guncang, benda uji dan atau air pencuci tidak tumpah.
 - c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $[110\pm 5]^{\circ}\text{C}$.
 - d. Timbangan dengan ketelitian 0.1 % berat contoh.
 - e. Talam berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
- Prosedur
 1. Masukkan benda uji ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
 2. Guncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian ke dalam susunan saringan No.16 dan No.200. Pada waktu menuangkan air cucian, usahakan agar bahan-bahan yang kasar tidak ikut tertuang.

3. Masukkan air pencuci baru, dan ulanglah pekerjaan No.2 sampai air cucian menjadi bersih.



Gambar 3.7. Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No.200

4. Semua bahan yang tertahan No.16 dan No.200 kembalikan ke dalam wadah; kemudian masukkan seluruh bahan tersebut ke dalam talam yang telah diketahui beratnya $[w_2]$ dan keringkan dalam oven dengan suhu $[110 \pm 5]^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
5. Setelah kering timbang dan catatlah beratnya $[w_3]$.
6. Hitunglah berat bahan kering tersebut $[w_4 = w_3 - w_2]$.

3.3.2.5. Pemeriksaan Kotoran Organik Dalam Agregat Halus (ASTM C-40)

- Tujuan: untuk menentukan adanya bahan organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran mortar atau beton.
- Bahan: pasir 115ml (kira-kira 1/3 isi botol)
- Peralatan:
 - a. Botol gelas tidak berwarna mempunyai tutup dari karet, gabus atau lainnya yang tidak larut dalam NaOH, dengan isi sekitar 350ml.
 - b. Standar warna (*organic plate*)
 - c. Larutan NaOH
- Prosedur
 1. Masukkan benda uji kedalam botol
 2. Tambahkan larutan NaOH 3%. Setelah dikocok, isinya harus mencapai kira-kira 2/3 isi botol

3. Tutup botol, lalu kocok lagi kuat-kuat dan biarkan selama 24 jam
4. Setelah 24 jam bandingkan warna cairan yang terlihat di atas benda uji dengan warna standar no.3

3.3.3. Pengujian Agregat Kasar

3.3.3.1. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar (ASTM C-29)

- Tujuan: Pemeriksaan ini dimaksud untuk menentukan berat isi dalam agregat kasar.
Berat isi adalah perbandingan berat dengan isi.
- Bahan: Masukkan contoh agregat ke dalam talam sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah; keringkan dalam oven dengan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- Peralatan
 - a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh.
 - b. Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
 - c. Tongkat pemadat diameter 15mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat sebaiknya terbuat dari bahan baja tahan karat.
 - d. Mistar perata (*straight edge*).
 - e. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang, dengan berat 5089 gr, dan berat wadah+air 14361 gr.
- Prosedur
 1. Berat isi lepas
 - a. Masukkan seluruh agregat kasar secara langsung ke dalam wadah sampai penuh.
 - b. Ratakan agregat tersebut dengan menggunakan mistar perata.
 - c. Timbang dan catat berat contoh agregat kasar tersebut.



Gambar 3.8. Pengujian berat isi Agregat Kasar

2. Berat isi pada agregat dengan cara penusukan
 - a. Masukkan agregat kasar ke dalam wadah sebanyak $\frac{1}{3}$ dari volume wadah.
 - b. Tusuk-tusuk agregat tersebut dengan menggunakan tongkat pemadat sebanyak 25 kali secara merata di seluruh permukaan agregat.
 - c. Masukkan lagi sepertiga agregat kasar, ulangi langkah (b).
 - d. Ulangi langkah (c) hingga wadah penuh.
 - e. Ratakan agregat tersebut dengan mistar perata.
 - f. Timbang dan catat berat agregat.
3. Berat isi pada agregat dengan cara penggoyangan
 - a. Masukkan agregat kasar ke dalam wadah sebanyak $\frac{1}{3}$ dari volume wadah
 - b. Goyang wadah ke kiri dan ke kanan sebanyak 25 kali. (Penggoyangan dilakukan dengan cara mengangkat salah satu sisi wadah kemudian lepaskan).
 - c. Masukkan lagi sepertiga agregat kasar, ulangi langkah (b).
 - d. Ulangi langkah (c) hingga wadah penuh.
 - e. Ratakan agregat tersebut dengan mistar perata.
 - f. Timbang dan catat datanya.

3.3.3.2. *Specific Gravity* dan *Absorpsi Agregat Kasar* (ASTM C-127)

- Tujuan: Menentukan *bulk* dan *apparent specific gravity* dan absorpsi dari agregat kasar menurut ASTM C 127, guna menentukan volume agregat dalam beton.
- Bahan: 1000 gram [2 x 500 gram] agregat kasar dalam kondisi SSD, diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat. Bahan benda uji lewat saringan no. 4 dibuang.
- Peralatan
 - a. Neraca timbangan dengan kepekaan 0.5 gram dan kapasitas maksimum 5 kg.
 - b. Besi dengan panjang 8 inci dan tinggi 2.5 inci.
 - c. Alat penggantung Keranjang.
 - d. Oven, dengan ukuran yang mencukupi dan dapat mempertahankan suhu $[110 \pm 5] ^\circ\text{C}$.
 - e. Handuk.
- Prosedur
 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 ditimbang, 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. PERANCANGAN CAMPURAN

Perancangan campuran dilakukan untuk mengetahui perbandingan campuran material penyusun benda uji untuk memperoleh mutu beton yang

direncanakan, yakni sebesar 30 MPa. Pengujian di laboratorium dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara komponen-komponen material beton seperti agregat, semen, dan air sehingga didapatkan kombinasi yang optimum, akan tetapi perbandingan yang terakhir harus ditentukan dengan cara coba-coba dan disesuaikan dengan keadaan di lapangan.

Prosedur perancangan campuran beton pada prinsipnya dilakukan dengan cara coba-coba, dan pada garis besarnya adalah sebagai berikut:

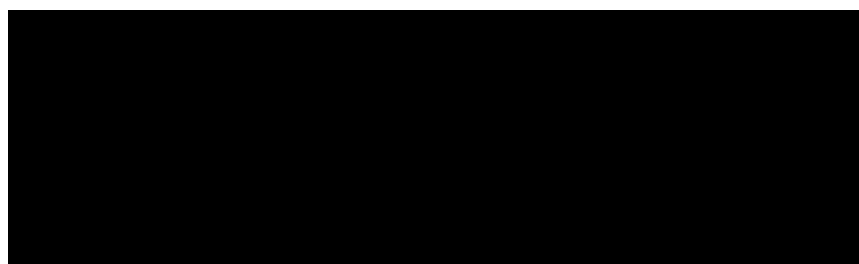
1. Tes terhadap material beton, untuk memeriksa apakah material tersebut memenuhi syarat spesifikasi atau tidak.
2. Menentukan ukuran butiran maksimum agregat kasar, *slump*, kandungan udara, dan *fineness modulus* yang disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi dan pelaksanaan pekerjaan.
3. Menentukan *water-cement ratio* yang memenuhi *strength* dan *durability* yang diperlukan.
4. Menentukan perbandingan campuran dengan cara coba-coba di dalam *batch*.
5. Penyesuaian jumlah air adukan untuk mendapatkan *slump* dan kandungan udara yang diperlukan.

Untuk lebih detailnya, berikut merupakan langkah-langkah dalam menentukan perbandingan campuran material penyusun benda uji:

1. Menentukan *slump* beton yang disesuaikan dengan peruntukan beton

Untuk beragam tujuan konstruksi, maka nilai *slump* yang direkomendasikan berbeda-beda, tabel 3.3 berikut merupakan nilai *slump* yang direkomendasikan untuk berbagai variasi jenis konstruksi berdasarkan ACI 211.1-91

Tabel 3.3 nilai *slump* yang direkomendasikan untuk berbagai variasi jenis konstruksi berdasarkan ACI 211.1-91



2. Menentukan berat satuan air (W) dan presentase pasir terhadap agregat (S/A) berdasarkan ukuran maksimum agregat (MSA) melalui tabel sebagai berikut;

Tabel 3.4 Ukuran agregat maksimum yang dianjurkan dipakai dalam bermacam-macam tipe konstruksi

MSA (mm)	Unit coarse aggregate content by volume (%)	Concrete without AE			Air Entrained Concrete				
		Air (%)	Sand/Aggregate (%)	Water (kg)	Air content (%)	Good Quality AE admixture		Good Quality water reducing	
						S/A (%)	Water(kg)	S/A(%)	Water (kg)
15	53	2,5	49	190	7	46	170	47	160
20	61	2	45	185	6	42	165	43	155
25	66	1,5	41	175	5	37	155	33	145
40	72	1,2	36	165	4,5	33	145	34	135
50	75	1	33	155	4	30	135	31	125
80	91	0,5	31	140	3,5	28	120	29	110

- Harga-harga diatas berlaku untuk beton yang menggunakan pasir alam dengan FM=2,8 dan slump beton dalam mixer 8cm.
- Penyesuaian harga-harga diatas untuk kondisi lain menggunakan tabel 3.5

3. Melakukan koreksi

Tabel 3.5 Tabel penyesuaian untuk S/A dan W

Change in material proportion	Correction on S/A and Water	
	S/A (%)	Water (kg)
Each 0,1 increase or decrease in FM of sand	±0,5	No correction
Each 1 cm increase or decrease in slump	No correction	±1,2%
Each 1% increase or decrease in air content	±0,5-1	±3%
Using crushed coarse aggregate	±3-5	±9-15
Using crushed coarse sand	±2-3	±6-9
Each 0,05 increase or decrease in water-cement ratio	±4	No correction
Each 1% increase or decrease in S/A	No correction	±1,5

4. Menentukan rasio air-semen (*water-cement ratio*)

Rasio air-semen ditentukan oleh kekuatan serta ketahanan yang diinginkan. Estimasi nilai rasio air-semen dapat ditentukan berdasarkan kekuatannya melalui tabel 3.6 hubungan rasio air-semen dan kuat tekan beton rata-rata berdasarkan pada ACI 318-89. Untuk ketahanan, jika beton diperuntukkan pada lingkungan yang cukup ekstrim, seperti beku,

terkena langsung air laut ataupun sulfat, maka nilai rasio air-semen harus dilakukan penyesuaian lagi.

Tabel 3.6. hubungan rasio air-semen dan kuat tekan beton rata-rata (ACI 318-89)



5. Menghitung jumlah semen yang diperlukan

Berat satuan semen dapat dihitung dari berat satuan air (W) dan rasio air-semen (W/C). Dimana formula perhitungannya adalah sebagai berikut;

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

6. Menentukan Volume total agregat

$$V_{agregat} = 1 - \frac{C}{SG_C} + \frac{W}{1000} + A$$

7. Menentukan jumlah agregat halus (S) dan agregat kasar (CA)

$$Sand = \frac{S}{A} V_{agregat} SG_S$$

$$Coarse Aggregate = (100 - \frac{S}{A}) V_{agregat} SG_{CA}$$

3.5. PEMBUATAN BENDA UJI

Pada pembuatan benda uji ini akan dibuat:

- Benda Uji Balok 30 cm x 20 cm x 7,5 cm, untuk pengujian kuat geser
- Benda Uji Balok 10 cm x 10 cm x 50 cm, untuk pengujian susut

Benda uji dibuat empat variasi rasio air-semen: 0,4; 0,45; 0,5; dan 0,55.

Dalam satu kali pembuatan, dibuat tiga benda uji (ACI 544.2R - 89 / minimal 3 buah benda uji untuk setiap pengujian) untuk masing-masing pengujian.

Prosedur:

Persiapan Cetakan:

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

Pengadukan [dengan mesin pengaduk]:

- a. Masukkan agregat kasar dan air pencampur sebanyak 30 % sampai 40 % ke dalam pengaduk (seperti yang terlihat pada Gambar 1). Jalankan mesin pengaduk, masukkan agregat halus semen dan sisa air pencampur. Setelah semua bahan campuran beton dimasukkan ke dalam pengaduk, biarkan adukan beton selama 3 menit (Gambar 2).
- b. Ambillah tutup pengaduk dan jalankan mesin pengaduk selama 2 menit. Tuangkan beton ke dalam talem dan aduklah lagi dengan sekop merata (Gambar 3).
- c. Tentukan *slump*. Apabila *slump* yang didapat tidak sesuai dengan yang dikehendaki, ulangi pekerjaan dengan menambah atau mengurangi agregat sampai mendapat *slump* yang dikehendaki. Kemudian tentukan berat isi.
- d. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap – tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga, tongkat pemadat tidak boleh masuk kira – kira 25.4 mm ke dalam lapisan di bawahnya. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan – lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup.
- e. Ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan kedap air serta tahan karat. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.

Perawatan Benda Uji:

- a. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.
- b. Rendamlah benda uji dalam bak perendam berisi air yang telah memenuhi persyaratan untuk perawatan [*curing*], selama waktu yang dikehendaki.
- c. Biarkan beton direndam dalam bak perawatan sampai satu hari sebelum waktu pengetesan.

3.6. PENGUJIAN BENDA UJI

3.6.1. *Slump Test* (ASTM C-143)

- Tujuan: untuk menentukan slump beton. Slump merupakan ukuran kekentalan / plastisitas dan kohesif dari beton segar.
- Peralatan:
 - a. Cetakan berupa kerucut trpancong dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Bagian bawah dan atas cetakan terbuka.
 - b. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm, ujung dibulatkan dan sebaiknya dibuatkan dari baja tahan karat.
 - c. Pelat logam dengan permukaan yang kokoh rata dan kedap air.
 - d. Sendok cekung.
 - e. Mistar ukur.
- Prosedur:
 1. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah
 2. Letakkan cetakan di atas pelat
 3. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton muda dalam 3 lapis, tiap lapis berisi kira – kira $\frac{1}{3}$ isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap – tiap lapisan.
 - i. Pada lapisan pertama penusukan bagian tepi, tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan.
 4. Segera setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat; tunggu selama setengah menit dan dalam jangka waktu ini semua benda uji yang jatuh disekitar cetakan haus disingkirkan.
 5. Kemudian cetakan diangkat perlahan – lahan tegak lurus keatas.

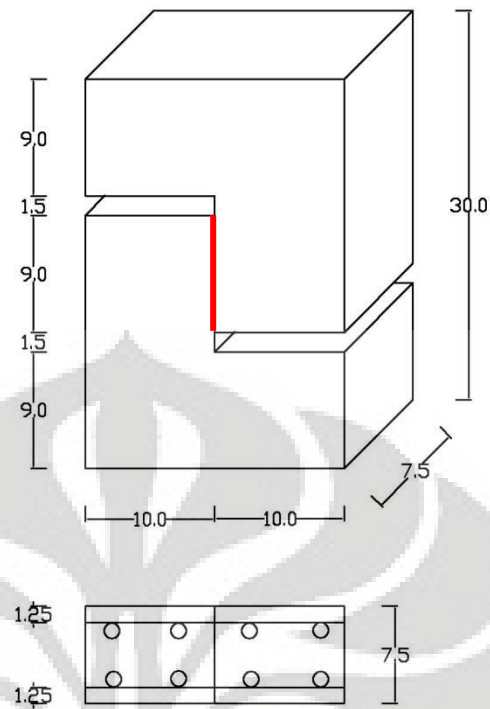
6. Baliklah cetakan dan letakkan perlahan – lahan disamping benda uji.
7. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata – rata benda uji.



Gambar 3.9. Pengujian *slump* pada campuran beton putih

3.6.2. Pengujian Kuat Geser

Benda uji yang digunakan berupa sample *double-L* yang diberi besi tulangan sebagai *reinforcement*. Tulangan ini dimaksudkan untuk memperkuat sisi-sisi sample *double-L* yang tidak diharapkan hancur. Dengan demikian dapat dipastikan kehancuran akan terjadi pada daerah lemah sampel yaitu pada garis sentris tengah sampel. Untuk tulangan sengkang digunakan baja diameter 8mm dan 6mm. pengujian dilakukan pada benda uji $(20 \times 30 \times 7,5) \text{cm}^3$ pada umur 28 hari. Peralatan yang dibutuhkan adalah timbangan dan mesin uji tekan.



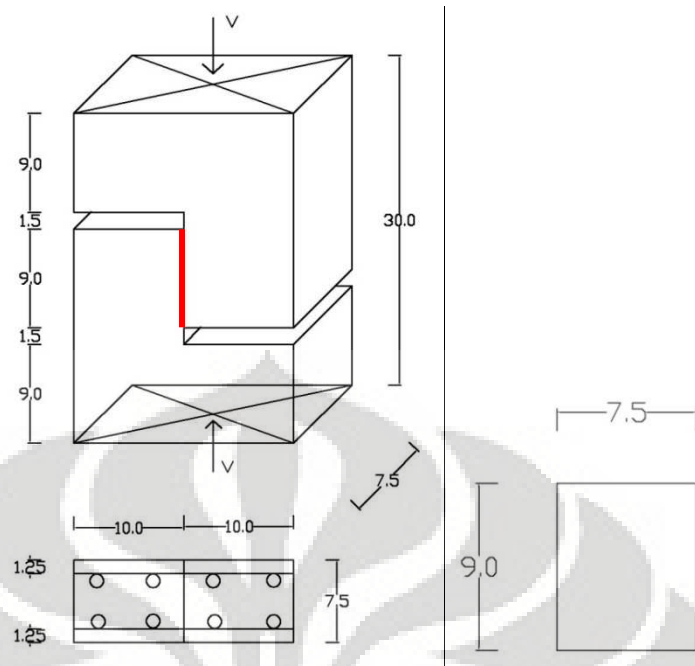
Gambar 3.10 Dimensi Benda Uji Pengujian Geser

- Prosedur:
 1. Benda uji beton *double-L* yang akan diuji sesuai dengan umur perawatan diambil dari tempat perawatan satu hari sebelum pengujian dilaksanakan.
 2. Masing-masing benda uji ditimbang beratnya.
 3. Benda uji diletakkan pada mesin uji geser beton secara simetris
 4. Mesin dijalankan.
 5. Pembebanan sampai bidang geser benda uji menjadi hancur dan beban maksimum yang terjadi dicatat.
- Perhitungan Kuat Geser Beton

$$v = \frac{V}{A} = \frac{V}{bxh}$$

Dimana:

- v = Tegangan geser benda uji
- V = Gaya maksimum
- A = Luas bidang geser benda uji
- b = Lebar bidang geser benda uji (7,5 cm)
- h = Tinggi bidang geser benda uji (9 cm)



Gambar 3.11 Luas Bidang Geser

3.6.3. Pengujian Susut (ASTM C 490 – 04)

- Tujuan: untuk mengetahui perubahan panjang, peningkatan atau pengurangan dalam dimensi linear benda uji, diukur sepanjang sumbu longitudinal, tanpa adanya pembebanan.
- Peralatan:
 - a. Alat ukur susut.
 - b. *Length comparator* , berukuran 58 cm
 - c. *Dial gage*, ketelitian 0.01 mm
 - d. Alat pengukur kelembaban dan suhu
 - e. *Beam mold* 10 cm x 10 cm x 50 cm
- Prosedur:
 1. Benda uji balok yang sudah mengalami proses perawatan disiapkan berukuran 10 cm x 10 cm x 50 cm, 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 gage*.
 4. Ukur benda uji dengan letak yang sama dengan *comparator* pada alat uji. Baca *dial gage* 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 yang telah dibasahi untuk menjaga kelembabannya.
 7. Pembacaan dilakukan pada umur awal dengan *comparator*, kemudian diukur setiap harinya sampai benda uji berumur 56 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 gage length*, 50 mm.

BAB 4 ANALISA HASIL PENELITIAN

4.1. ANALISA HASIL PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN

4.1.1. Analisa Hasil Pengujian Semen Portland Putih

Pengujian pada semen Portland putih meliputi berat jenis, konsistensi normal, dan waktu ikat. Berat jenis semen Portland putih diperoleh dengan menggunakan botol Le Chatelier yang diisi terlebih dahulu dengan kerosin. Kemudian untuk pengujian waktu ikat dan konsistensi normal menggunakan alat vicat dengan metode sesuai dengan ASTM C-187 dan C-191.

Setelah dilakukan pengujian berat jenis, konsistensi normal, dan waktu ikat terhadap semen Portland putih di laboratorium, diperoleh hasil pengujian berikut ini pada tabel 4.1; tabel 4.2; dan tabel 4.3;

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Semen Portland Putih

	v_1	v_2	Berat semen	d	Berat jenis
Sampel 1	0,3	21,4	64	1	3,033175
Sampel 2	0,35	21,3	64	1	3,054893

average **3,044034 t/m³**

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Konsistensi Semen Portland Putih

Percobaan	I	II	III	
Kadar Air	29	26,6	26,8	%
Jumlah Semen	500	500	500	gram
Kedalaman Jarum	20	8	10	mm
Memenuhi (10±1)mm	x	x	✓	

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Waktu Ikat Semen Portland Putih

No	Waktu (menit)	Penurunan (mm)
1	30	40
2	50	26
3	70	11
4	90	2,5
5	140	1

Dari ketiga tabel diatas dapat disimpulkan:

- Berat jenis semen Portland putih senilai $3,04 \text{ t/m}^3$.
- Untuk mencapai konsistensi normal semen Portland putih diperlukan kadar air sebesar 26,8%.
- Waktu ikat semen Portland putih senilai 52 menit.

Kemudian properti semen Portland putih yang telah diperoleh tersebut dibandingkan dengan properti semen PCC yang diperoleh melalui pengujian yang sama yang tersaji pada tabel berikut;

Tabel 4.4 Perbandingan Properti Semen Portland putih dan PCC

	Semen Portland Putih	Semen PCC
Berat Jenis (t/m^3)	3,0441	3,0025
Konsistensi Normal (%)	26,8	27,2
Waktu Ikat (menit)	52	57

Berat jenis yang dimiliki semen PCC bernilai lebih rendah dibandingkan semen Portland putih. Untuk mencapai konsistensi normal, semen Portland putih membutuhkan kadar air lebih sedikit 0,4% daripada semen PCC, dengan waktu ikat yang lebih cepat pula. Sehingga dapat diartikan bahwa semen Portland putih lebih sedikit membutuhkan air dan lebih cepat untuk bereaksi dengan air menjadi pasta semen daripada semen PCC. Hal ini dikarenakan semen Portland putih memiliki kandungan C_3S yang lebih tinggi dibandingkan semen PCC, dimana semakin tinggi kadar C_3S , maka reaksi yang terjadi membutuhkan waktu yang semakin singkat.

4.1.2. Analisa Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar untuk mengetahui berat isi dan *specific gravity* dari agregat kasar. Berat isi agregat diperoleh dengan cara penusukkan sesuai dengan ASTM C-29 sementara *specific gravity* agregat dilakukan sesuai

dengan ASTM C-127. Setelah dilakukan pengujian terhadap agregat kasar di laboratorium, diperoleh hasil pengujian berikut ini pada tabel 4.5;

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Hasil
Berat Isi Agregat	1,527 kg/liter
<i>Void</i>	40,82%
<i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i>	2,578 ton/m ³
<i>Absorption</i>	2,785%

Dari tabel 4.5 diatas dapat disimpulkan:

- Berat isi agregat kasar adalah 1,527 kg/liter dengan void sebesar 40,82%. Nilai void masih memenuhi batas, yaitu antara 30-50%.
- Nilai *Bulk Specific Gravity (SSD)* agregat kasar adalah 2,578 ton/m³ yang akan digunakan dalam perhitungan rancang campur. Nilai absorpsi agregat kasar sebesar 2,785%. Nilai ini memenuhi ASTM C-127 yang menyatakan nilai absorpsi yang baik untuk agregat kasar adalah dibawah 4%.

4.1.3. Analisa Hasil Pengujian Agregat Halus

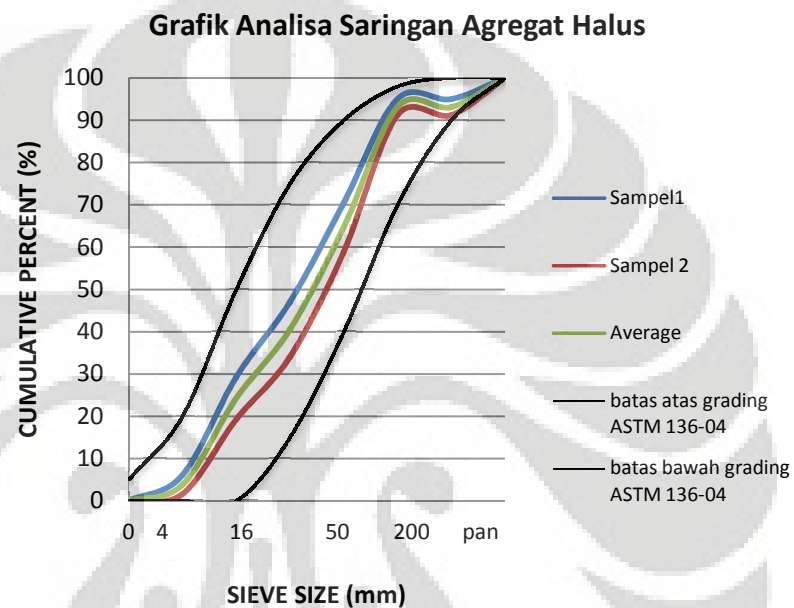
Pengujian agregat harus dilakukan untuk mendapatkan nilai berat isi, *specific gravity*, modulus kehalusan (FM), kandungan lumpur dan kotoran organik yang dimiliki agregat halus sesuai dengan ASTM C-128. Setelah dilakukan pengujian di laboratorium, diperoleh hasil pengujian berikut ini pada tabel 4.6;

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Hasil
Berat Isi	1,701 kg/liter
<i>Void</i>	34,09%
<i>Bulk Specific gravity (SSD)</i>	2,597 ton/m ³
<i>Absorpsi</i>	1,419%
<i>Fineness Modulus (FM)</i>	2,262

Kadar Lumpur	1,6%
Kotoran Organik	No. 4 (<i>darker</i>)

Selanjutnya dilakukan pengujian analisa ayak untuk mengetahui pembagian butir (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan sehingga dapat diperoleh grafik sebaran analisa ayakan yang tersaji pada Gambar 4.1 berikut ini;



Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

Dari tabel 4.6 diatas dapat disimpulkan:

- Berat isi agregat halus adalah sebesar 1,701 kg/liter dengan void 34,09%. Nilai *void* memenuhi batasan 30-50%.
- Nilai *Bulk specific gravity* (SSD) yang didapatkan senilai 2,579 ton/m³ yang digunakan dalam perhitungan rancang campur. Nilai *absorpsi* agregat halus sebesar 1,419% yakni dibawah 2%, sehingga memenuhi ASTM C 128, yaitu nilai absorpsi yang baik dibawah 2%.
- Agregat halus memiliki nilai FM 2,262 yang digunakan dalam perhitungan rancang campur. Berdasarkan ASTM 33-78 nilai

FM yang baik adalah berkisar antara 2,2 – 3,1. Sehingga nilai FM yang diperoleh memenuhi.

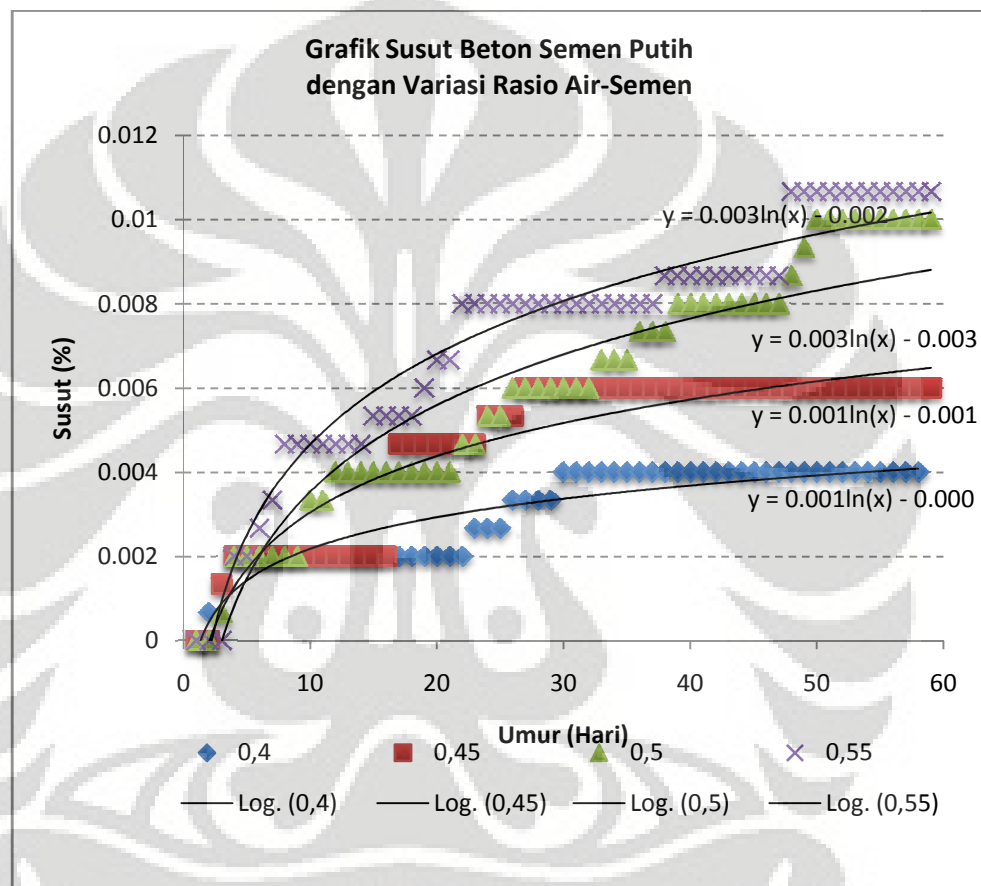
- Persentase kadar lumpur pada agregat halus sebesar 1,6%. Kandungan material halus yang diizinkan pada agregat halus adalah berkisar antara 0,2-6% (ASTM C-117). Sehingga nilai kadar lumpur yang diperoleh memenuhi. Keberadaan lumpur tidak dianjurkan dikarenakan sifatnya yang tidak dapat bereaksi dengan pasta semen sehingga melemahkan ikatan yang ada dan akhirnya akan menurunkan kekuatan beton.
- Melalui pengujian kadar organik pada agregat halus, didapatkan warna yang lebih gelap dari warna standar (No.3) yaitu No.4. Sehingga agregat halus memiliki kadar organik yang tinggi.



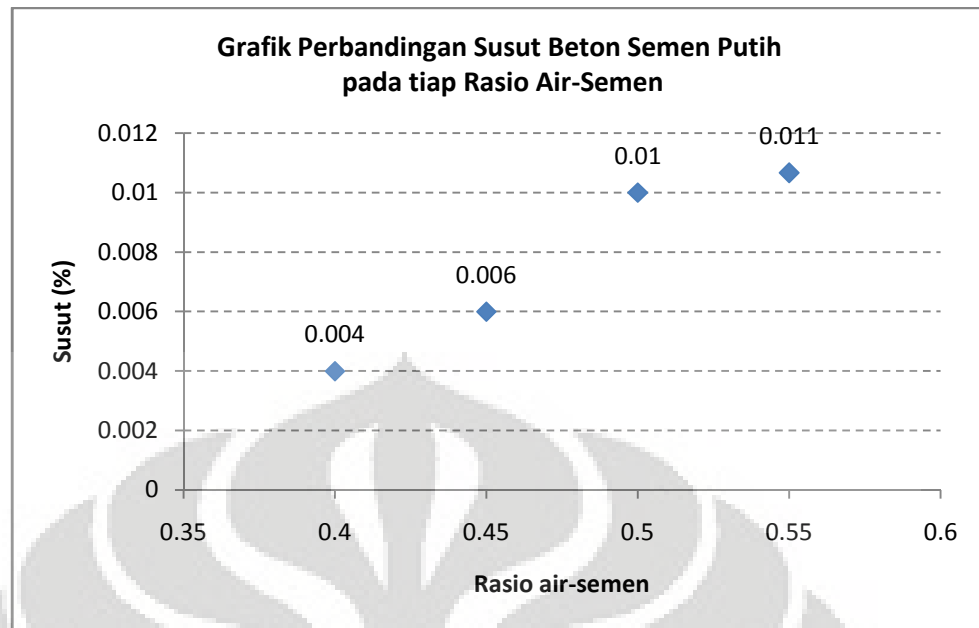
Gambar 4.2 Pengujian Kadar Organik pada Agregat Halus

4.2. ANALISA HASIL UJI SUSUT BETON

Pengujian susut beton dilakukan sesuai dengan ASTM C 490-04. Pengujian dilakukan selama 56 hari dengan tujuan untuk mengetahui perubahan panjang dari benda uji tanpa dilakukan pembebanan. Ukuran benda uji yang digunakan adalah (10x10x50)cm. Grafik berikut merupakan hasil pengujian susut beton semen putih dengan empat varian rasio air semen;



Gambar 4.3 Grafik Susut Benda Uji Beton Semen Putih dengan Variasi Rasio Air-Semen

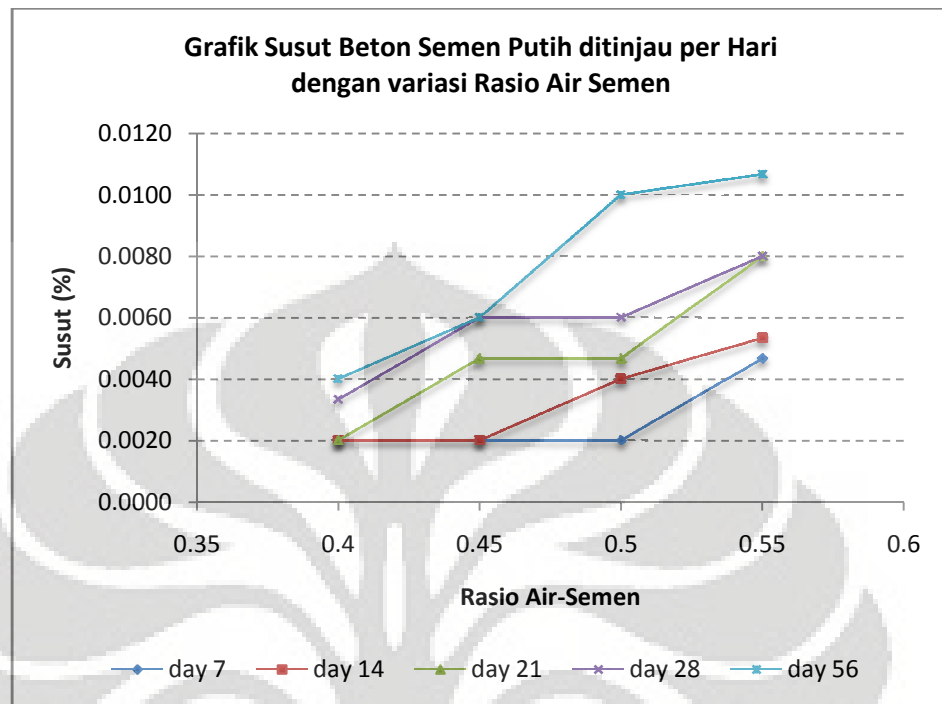


Gambar 4.4 Grafik Persentase Susut Beton Semen Putih
pada setiap Rasio Air-Semen

Dari Gambar 4.3 dan 4.4. diatas dapat dikatakan bahwa nilai susut tertinggi dimiliki oleh benda uji dengan rasio air-semen 0,55 senilai 0,011% dan nilai susut terendah pada benda uji dengan rasio air-semen 0,4 senilai 0,004%. Semakin tinggi nilai rasio air-semen terlihat semakin tinggi pula nilai susut yang dialami beton. Dari keempat data susut tersebut, dapat dikatakan dengan kenaikan rasio air-semen senilai 0,1 maka akan meningkatkan susut beton semen putih sebanyak 26,52%. Hal ini dikarenakan semakin tingginya nilai rasio air-semen mengindikasikan semakin besar jumlah air yang dikandung beton sehingga pengupuan yang terjadi lebih besar bila dibandingkan terhadap beton dengan nilai rasio air-semen lebih rendah yang memiliki jumlah air yang lebih rendah pula. Hal ini bersesuaian dengan pernyataan “Semakin tinggi rasio air/semen, semakin besar susut yang terjadi” (Nawy, Edward.G., 1990).

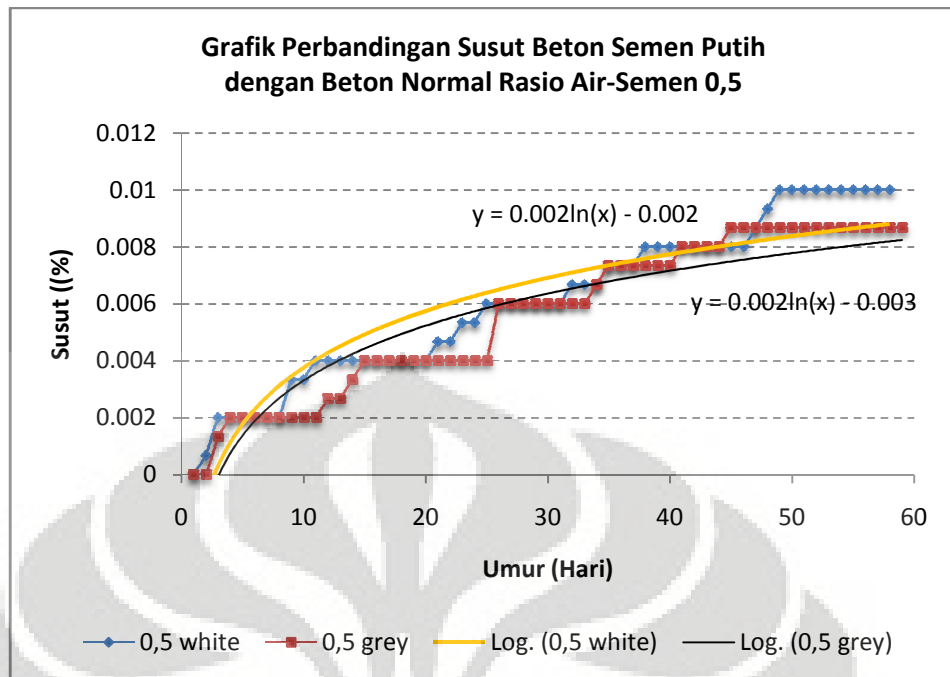
Kenaikan nilai susut pada beton semen putih sesuai dengan kenaikan rasio air-semennya. Pernyataan ini terGambar pada Gambar 4.5 yang menjelaskan mengenai besarnya susut beton semen putih pada masing-masing rasio air-semen ditinjau pada hari ke tujuh, empat belas, dua puluh satu, dua puluh delapan, dan pada hari ke lima puluh enam. Untuk

kesemua hari tersebut dapat dilihat dengan naiknya rasio air semen, nilai susut juga bertambah besar.



Gambar 4.5 Grafik Susut Benda Uji Beton Semen Putih ditinjau per hari

Dari Gambar 4.5 terlihat bahwa peninjauan susut beton semen putih per harinya menghasilkan bentuk grafik yang menunjukkan kenaikan yang tidak seragam. Ketidakteraturan bentuk grafik ini disebabkan oleh perbedaan suhu dan kelembaban ruangan tempat dilakukannya pengukuran pada hari yang berbeda sehingga mempengaruhi perilaku susut pada benda uji. Semakin tinggi kelembaban, maka semakin lambat laju susut yang dialami beton. Sementara itu, pada Gambar 4.6 pada halaman 58 memaparkan perbandingan perilaku susut antara beton normal dengan beton semen putih pada rasio air-semen 0,5;



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Susut Benda Uji Beton Semen Putih dengan Beton Normal pada Rasio air-semen 0,5

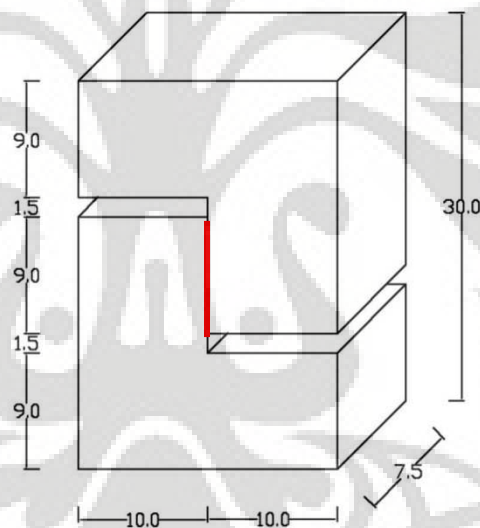
Melalui Gambar 4.6 tersebut diatas, dapat dilihat bahwa nilai susut pada beton semen putih lebih tinggi dibandingkan beton normal, dimana untuk beton semen putih susut yang terjadi senilai 0,01% sementara untuk beton normal 0,008%, berselisih 0,002%. Perbedaan nilai susut yang terjadi diakibatkan komposisi materi yang berbeda antara beton putih dengan beton normal. Susut pada beton semen putih lebih tinggi 18,75% daripada susut beton normal dikarenakan semen Portland putih yang digunakan pada beton semen putih memiliki kadar C_3S yang lebih tinggi dibandingkan beton normal. Lebih besarnya kuantitas C_3S pada semen Portland putih menyebabkan semen Portland putih lebih cepat bereaksi dan lebih banyak melepaskan kalor dibandingkan dengan semen normal. Tingginya pelepasan kalor pada semen Portland putih mengindikasikan semakin tingginya laju penguapan pada beton semen putih sehingga beton semen putih mengalami susut yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal.

Kurangnya keakuratan data susut yang diperoleh dapat dikarenakan tidak meratanya kelembaban pada benda uji. Kurangnya ketepatan dalam

meletakkan benda uji pada saat mengukur, titik pembacaan yang belum tentu sama dengan pembacaan sebelumnya, adanya debu atau serpihan kotoran pada permukaan benda uji juga turut mengurangi keakuratan pengukuran susut beton.

4.3. ANALISA HASIL UJI KUAT GESER BETON

Pengujian kuat geser beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan tujuan untuk mengetahui nilai kuat geser yang dimiliki benda uji. Benda uji yang digunakan berupa sample *double-L* yang diberi besi tulangan sebagai *reinforcement*. Ukuran benda uji yang digunakan adalah $(20 \times 30 \times 7,5) \text{cm}^3$ dengan detail dimensi benda uji sebagai berikut pada Gambar 4.7 dibawah ini;



Gambar 4.7 Detail Dimensi Benda Uji Kuat Geser

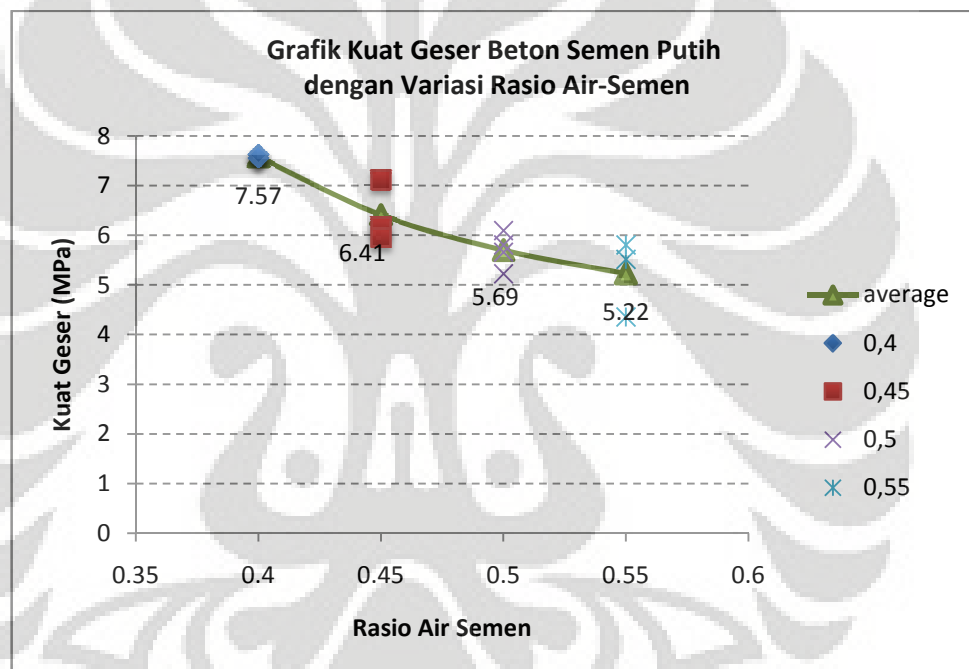
Dari benda uji tersebut kemudian diberikan pembebanan sentris terhadap penampang benda uji menggunakan mesin uji tekan beton. Dari mesin uji tekan diperoleh gaya maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji dengan satuan kg/cm^2 yang selanjutnya dilakukan pengolahan dengan membagi nilai tersebut dengan luasan geser benda uji sebesar $67,5 \text{cm}^2$ sehingga akan diperoleh nilai kuat geser yang dimiliki benda uji tersebut. Hal ini sesuai dengan rumusan berikut;

$$v = \frac{V}{A} = \frac{V}{b \times h}$$

dimana:

- v = Tegangan geser benda uji
- V = Gaya maksimum
- A = Luas bidang geser benda uji
- b = Lebar bidang geser benda uji (7,5 cm)
- h = Tinggi bidang geser benda uji (9 cm)

Setelah diperoleh nilai kuat geser yang dimiliki benda uji, selanjutnya data tersebut diplot dalam grafik seperti pada grafik berikut yang merupakan Gambaran nilai kuat geser pada beton semen putih dengan variasi nilai rasio air-semen;

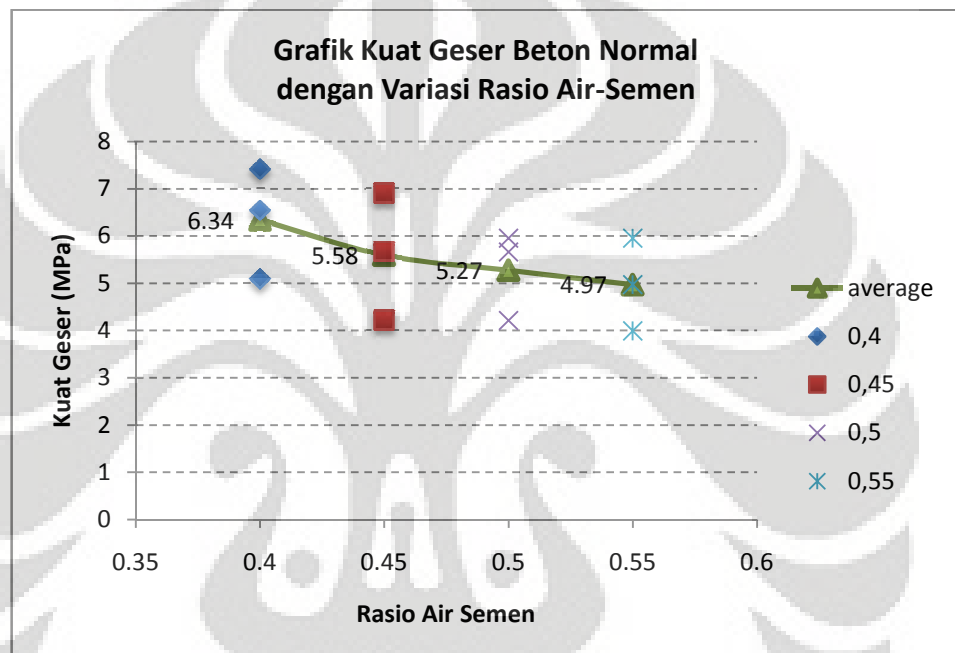


Gambar 4.8 Grafik Kuat Geser Beton Semen Putih dengan Variasi Rasio Air-Semen

Dari Gambar 4.8 diatas terlihat bahwa semakin tinggi rasio air-semen beton, semakin rendah kekuatannya. Dapat dilihat kuat geser terbesar pada nilai rasio air-semen 0,4 yaitu sebesar 7,57 MPa, dan kuat geser terendah pada rasio air-semen 0,55 dengan nilai 5,22 MPa, dimana kenaikan rasio air-semen sebesar 0,1 akan menurunkan kekuatan geser beton semen putih sebesar 11,58%. Besarnya kuat geser pada rasio air semen 0,4 yang merupakan rasio air-semen terendah dikarenakan kuantitas semen Portland putih yang lebih besar pada rasio air-semen 0,4 tersebut

dibandingkan dengan yang lainnya. Kuantitas semen Portland putih yang besar maka akan menyumbang kekuatan beton yang besar pula. Hal ini dikarenakan kuantitas pasta semen yang mengikat agregat juga semakin besar dan semakin pekat sehingga kekuatan beton yang dihasilkan semakin besar pula.

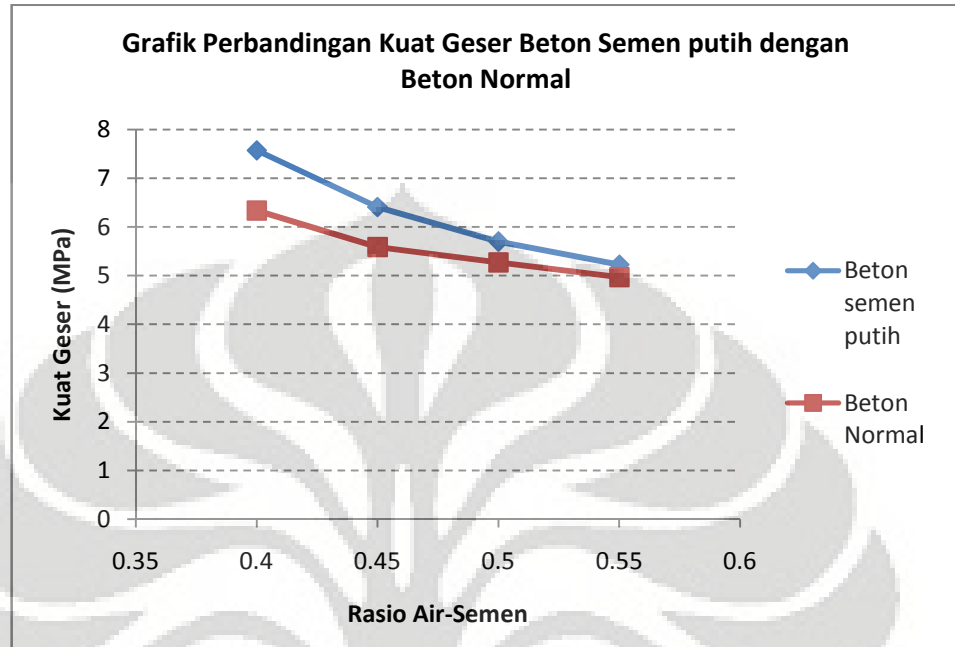
Gambar 4.9 berikut dibawah ini memaparkan mengenai kekuatan geser yang dimiliki beton normal dengan variasi rasio air-semen;



Gambar 4.9 Grafik Kuat Geser Beton Normal dengan Variasi Rasio Air-Semen Sama halnya seperti beton semen putih, pada beton normal juga berlaku hal yang sama, yakni semakin tinggi nilai rasio air-semen, kekuatan geser yang diperoleh semakin rendah, seperti terlihat pada Gambar 4.9, kekuatan geser tertinggi sebesar 6,34 MPa dimiliki beton normal dengan rasio air-semen 0,4 sementara nilai kuat geser terendah pada rasio air-semen 0,55 senilai 4,97 MPa. Hal ini dikarenakan pada rasio air semen yang lebih tinggi, kandungan semen menjadi semakin sedikit sehingga kekuatan yang dimiliki beton dalam hal ini kuat gesernya, menjadi semakin rendah.

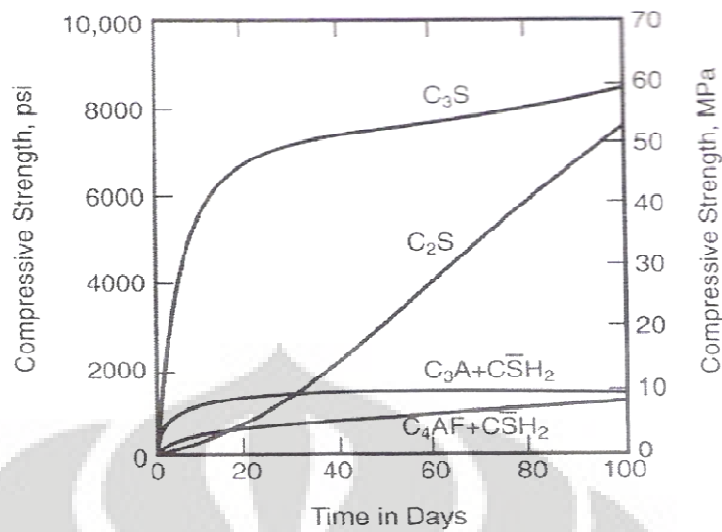
Selanjutnya, setelah diperoleh nilai kuat geser pada beton semen putih dan beton normal, maka kemudian dilakukan perbandingan antara kuat geser

yang dimiliki beton semen putih terhadap beton normal dimana perbandingan tersebut digambarkan pada Gambar 4.10 di halaman berikut;



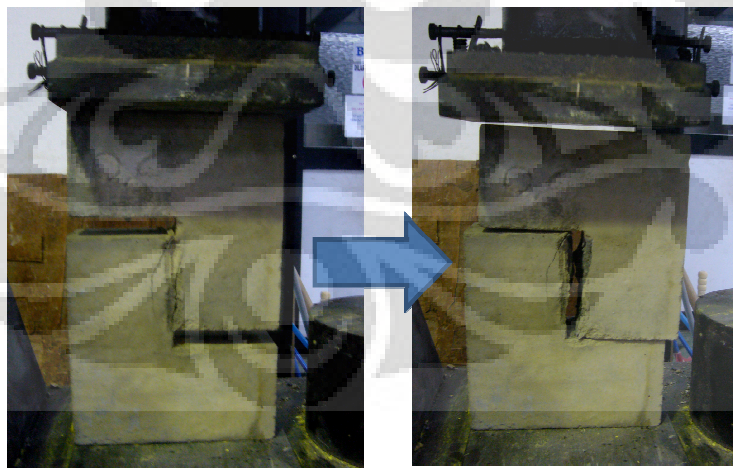
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Kuat Geser Beton Semen Putih dengan Beton Normal

Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai kuat geser yang dimiliki beton semen putih lebih tinggi dibandingkan dengan yang dimiliki beton normal, baik untuk variasi rasio air-semen 0,4; 0,45; 0,5; maupun 0,55. Beton semen putih memiliki kuat geser lebih tinggi senilai 11,58% daripada beton normal. Lebih besarnya kekuatan geser pada beton semen putih dikarenakan beton semen putih mengandung kuantitas C_3S yang lebih tinggi dibandingkan beton normal. Kandungan C_3S yang lebih tinggi ini diperoleh dikarenakan beton semen putih menggunakan semen Portland putih yang memiliki kandungan C_3S lebih besar sebanyak 10,14% dibandingkan dengan semen normal. Telah diketahui sebelumnya bahwa karakteristik yang ditimbulkan oleh senyawa C_3S dalam semen adalah senyawa tersebut menghasilkan kekuatan yang tinggi, seperti terlihat pada grafik dibawah ini yang menggambarkan bagaimana pengaruh senyawa penyusun semen terhadap kekuatan yang dihasilkan;



Gambar 4.11 Hubungan komponen kimia penyusun semen dengan kuat tekan. Dengan demikian, beton semen putih memiliki kuat geser yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal dikarenakan kandungan C₃S yang lebih besar yang dimiliki semen Portland putih dibandingkan dengan semen normal.

Keretakan yang dialami benda uji kuat geser terbagi menjadi 2 pola keretakan dimana Gambarnya dapat dilihat pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13 berikut ini;



Gambar 4.12 Keretakan ideal pada benda uji geser



Gambar 4.13 Keretakan tidak ideal pada benda uji geser

Untuk pola keretakan pada Gambar 4.12 merupakan pola keretakan geser yang ideal, sementara pola pada Gambar 4.13 merupakan pola keretakan yang tidak ideal dikarenakan beban tidak terdistribusi merata pada permukaan benda uji. Hal ini disebabkan permukaan benda uji yang tidak lurus atau miring akibat permukaan cetakan benda uji yang miring, sehingga beban yang mengenai permukaan tidak terdistribusi merata menyebabkan hasil yang diperoleh bukanlah nilai kuat geser sebenarnya. Pola keretakan yang ideal selain dapat diperoleh dengan memberikan beban yang sentris terhadap permukaan bidang benda uji, dapat juga dengan memberikan guratan dengan kedalaman $\pm 0,50\text{cm}$ agar jalannya distribusi tegangan langsung menuju ke bidang geser sehingga pola keretakan tepat terjadi di bidang geser yang diinginkan dan hasil kuat geser yang diperoleh lebih akurat.

BAB 5 PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Dari penelitian mengenai pengaruh variasi rasio air-semen beton semen putih terhadap susut dan kuat geser material, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut;

1. Nilai susut terbesar pada beton semen putih dengan rasio air semen 0,55 senilai 0,0107% dan susut terendah pada beton semen putih dengan rasio air-semen 0,4 dengan nilai susut 0,004%.
2. Kenaikan rasio air-semen sebesar 0,1 akan meningkatkan 26,52% susut pada beton semen putih.
3. Semakin tinggi rasio air-semen beton semen putih, maka semakin besar susut yang dialami beton. Hal ini disebabkan semakin tinggi rasio air-semen, maka jumlah penguapan yang terjadi semakin besar dikarenakan jumlah kandungan air yang lebih besar.
4. Nilai susut pada beton semen putih dengan rasio air-semen 0,5 senilai 0,01% lebih besar dibandingkan susut pada beton normal dengan rasio air-semen senilai 0,008%.
5. Susut pada beton semen putih lebih tinggi 18,75% dibandingkan dengan susut pada beton normal pada rasio air-semen 0,5. Hal ini sesuai dengan lebih besarnya kandungan C_3S pada semen Portland putih yang menyebabkan pasta semen Portland putih bereaksi lebih cepat serta pelepasan kalor yang lebih besar dibandingkan pada beton normal (*Neville, Properties of Concrete, 1988*).
6. Kuat geser pada beton semen putih dengan rasio air-semen 0,4 senilai 7,57 MPa sementara pada rasio air-semen 0,55 senilai 5,23 MPa. Beton semen putih dengan rasio air-semen 0,4 memiliki nilai kuat geser tertinggi dibandingkan dengan kuat geser pada rasio air semen 0,45; 0,5; dan 0,55. Hal ini dikarenakan semakin rendahnya rasio air-semen beton, jumlah pasta semen yang mengikat menjadi lebih banyak dan lebih padat sehingga kekuatan yang dimiliki beton menjadi lebih besar.

7. Kenaikan rasio air-semen sebesar 0,1 akan menurunkan kuat geser senilai 11,58% pada beton semen putih.
8. Kuat geser pada beton semen putih bernilai lebih tinggi 10,35% dibandingkan dengan kuat geser pada beton normal. Hal ini sesuai dengan kandungan C_3S yang lebih tinggi pada beton semen putih daripada beton normal, dimana C_3S berpengaruh pada kekuatan yang dimiliki semen (Neville, *Properties of Concrete*, 1988).
9. Dari hasil pengujian kuat geser beton dihasilkan dua pola retak, yaitu pola retak ideal dan tidak ideal. Pola retak tidak ideal terjadi dikarenakan tidak meratanya distribusi beban yang mengenai benda uji.
10. Dengan dilakukannya pencucian pada agregat halus dan kasar, akan memberikan karakteristik yang berbeda dengan yang tidak dilakukan pencucian.

5.2. SARAN

Dari hasil penelitian pengaruh variasi rasio air-semen beton semen putih terhadap susut dan kuat geser beton, maka dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut;

1. Untuk menghasilkan warna dan kekuatan beton semen putih yang maksimal, agregat halus dan agregat kasar perlu dilakukan pencucian.
2. Untuk menghindari adanya kotoran-kotoran yang dapat mempengaruhi keakuratan data saat pengujian susut beton, maka permukaan beton perlu dibersihkan.
3. Perlu diberikan guratan pada bidang geser benda uji *double-L* dengan kedalaman $\pm 0,5$ cm agar perambatan distribusi tegangan langsung menuju ke bidang geser sehingga hasil yang diperoleh akan lebih akurat.
4. Kelurusan cetakan benda uji geser perlu diperhatikan karena kesempurnaan benda uji ditentukan oleh cetakan. Cetakan yang miring menghasilkan benda uji yang tidak sempurna.
5. Saat pengujian kuat geser, benda uji diletakkan sentris terhadap beban yang bekerja.

6. Untuk keakuratan data yang lebih baik sesuai standar analisa secara statistik, maka pada penelitian selanjutnya jumlah benda uji perlu diperbanyak.
7. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap karakteristik lainnya yaitu rangkai, permeabilitas, thermal, dan sebagainya terhadap beton semen putih.



DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials, *Annual Book of ASTM Standards 2005; Vol.04.02, Concrete and Aggregates*, Philadelphia: ASTM 2005.
- British Standard Institution, *Methods for Sampling and Testing of Material Aggregates, Sands, and Fillers*, BSI, England: 1982.
- Buku Pedoman Praktikum. *Pemeriksaan Bahan Beton dan Mutu Beton*. (Depok: Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil FTUI, Depok.
- Duma, Heidi. “Studi Perilaku Kuat Lentur dan Susut Beton Agregat daur Ulang” Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok: 2008.
- Mulyono, Tri. “Teknologi Beton” Penerbit ANDI, Yogyakarta: 2004.
- Madsuri. *Rancangan Proporsi Campuran Beton*. (Depok: Bahan Kuliah Properti Material Departemen Teknik Sipil FTUI, 2003).
- Neville, Adam M., “*Properties of Concrete*”, 4th Edition, Longman Group Limited, London: 1995.
- Popovics, Sandor, “*Strength and Related Properties of Concrete: A Quantitative Approach*”, John Wiley & Sons Inc., New York: 1998.
- S. Chandra and J. Bjornstrom. “Influence of cement and superplasticizers type and dosage on the fluidity of cement mortars—Part I”, *Cement and Concrete Research* 32 (2002) p1605 – 1611

Sjah, Jessica. “Pengaruh Pemakaian Cacahan Limbah Gelas Plastik *Polypropylene* (PPP) pada Kuat Tekan dan Kuat Geser Material Beton” Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok: 2008.

S.T.A Odman, *Effects of variation in volume, surface area exposed to drying, and composition of concrete on shrinkage*. RILEM/CEMBUREAU Int. Colloquium on the Shrinkage of Hydraulic Concretes, 1,29 pp. (Madrid, 1968)





LAMPIRAN A

PERHITUNGAN RANCANG CAMPUR BETON

Metode: US Bureau of Reclamation

Tabel A-1. Rancangan Campuran Beton Semen Putih

No	Kriteria	Nilai	Satuan
1	Slump	12	cm
2	MSA	25	mm
3	Berat Jenis Semen Portland Putih	3,0441	ton/m ³
4	Berat Jenis Agregat Halus	2,597	ton/m ³
5	Berat Jenis Agregat Kasar	2,578	ton/m ³
6	<i>Fineness Modulus</i> Pasir	2,262	
7	% Pasir/agregat	41	%
8	% Udara	1,5	%
9	Air	175	kg

Tabel A-2. Campuran untuk 1 Balok Susut Beton Semen Putih

w/c	0,4	0,45	0,5	0,55
Semen (kg)	2,640	2,364	2,144	1,964
Air (kg)	1,060	1,064	1,072	1,080
<i>Sand</i> (kg)	3,680	3,858	4,021	4,172
<i>Split</i> (kg)	4,980	5,012	5,016	4,998

Tabel A-3. Campuran untuk 1 Balok Geser Beton Semen Putih

w/c	0,4	0,45	0,5	0,55
Semen (kg)	2,376	2,128	1,930	1,767
Air (kg)	0,950	0,958	0,965	0,972
<i>Sand</i> (kg)	3,310	3,472	3,619	3,755
<i>Split</i> (kg)	4,480	4,510	4,514	4,498



LAMPIRAN B-1

**Analisa *Specific Gravity* & Absorpsi Agregat Halus
(ASTM C-128)**

Sampel : Agregat Halus
Sumber : Pasir Putih Bangka, Adhimix

	sample 1	sample 2	<i>average</i>	satuan
Berat benda uji <i>oven dry</i>	493	493	493	gram
Berat piknometer berisi air	667	668	667,5	gram
Berat piknometer dengan benda uji dan air sesuai kapasitas kalibrasi	974	976	975	gram
<i>Bulk Specific Gravity</i>	2,554404	2,567708	2,561	
<i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i>	2,590674	2,604167	2,597	
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,650538	2,664865	2,657	
Absorpsi	1,419878	1,419878	1,419	%

Mengetahui;
Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LAMPIRAN B-2

Pemeriksaan Berat Isi & Rongga Udara Agregat Halus

(ASTM C-29)

Sampel : Agregat Halus
Sumber : Pasir Putih Bangka, Adhimix

	Lepas	Penusukan	Penggoyangan	Satuan
Berat Wadah	1,055	1,055	1,055	kg
Berat Wadah+Air	3,055	3,055	3,055	kg
Berat Wadah+Sampel	4,148	4,457	4,555	kg
Berat Sampel	3,093	3,402	3,5	kg
Volume Wadah	2	2	2	liter
Berat isi Agregat	1,5465	1,701	1,75	kg/liter
Bulk Specific Agregat	2,580934	2,5809	2,5809	kg/liter
Berat Isi Air	1	1	1	kg/liter
Void	40,07984	34,0936	32,195	%

Mengetahui;
Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LAMPIRAN B-3

Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No.200

(ASTM C-117)

Sampel : Agregat Halus
Sumber : Pasir Putih Bangka, Adhimix

	Sampel 1	Sampel 2	Satuan
Berat benda uji	500	500	gram
Berat kering bahan tertahan saringan No.200	491	493	gram
Persentase jumlah bahan lewat saringan No.200	1,8	1,4	%
<i>Average</i>	1,6	%	

Mengetahui;
Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LAMPIRAN B-4

Pemeriksaan Kotoran Organik Agregat Halus

(ASTM C-40)

Sampel : Agregat Halus
Sumber : Pasir Putih Bangka, Adhimx

Warna terdekat dari sampel	<i>Organic Plate Number</i>
<i>Lighter / Equal / Darker Colour to</i>	1
	2
	3 (Standard)
	4
	5

Mengetahui;
Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



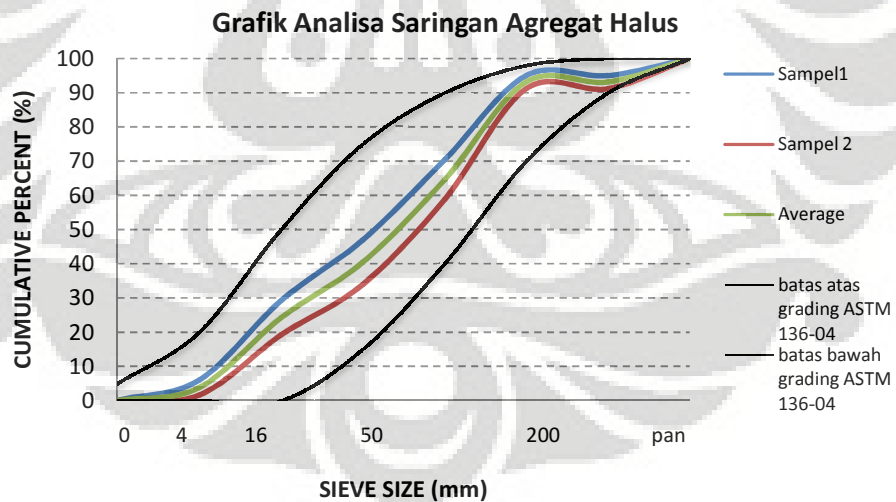
LAMPIRAN B-5

Analisa Saringan Agregat Halus

(ASTM C-136)

Sampel : Agregat Halus
Sumber : Batu Pecah, Adhimix

Ukuran Saringan		Sample 1			Sample 2			Average	
No	(mm)	Wght RET (gr)	IND % RET	CUM % RET	Wght RET (gr)	IND % RET	CUM % RET	IND %	CUM %
4	4,75	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2,36	30	6	6	8	1,6	1,6	3,8	3,8
16	1,18	116	23,2	29,2	88	17,6	19,2	20,4	24,2
30	0,6	89	17,8	47	74	14,8	34	16,3	40,5
50	0,3	117	23,4	70,4	124	24,8	58,8	24,1	64,6
100	0,15	123	24,6	95	162	32,4	91,2	28,5	93,1
200	0,074	0	0	95	0	0	91,2	0	93,1
	PAN	25	5	100	44	8,8	100	6,9	100
	TOTAL	500	100		500	100		100	
	FM		2,476			2,048			2,262



Mengetahui;
Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LAMPIRAN B-6

**Analisa *Specific Gravity* & Absorpsi Agregat Kasar
(ASTM C-127)**

Sampel : Agregat Halus
Sumber : Batu Pecah, Adhimix

	sample 1	sample 2	average	satuan
Berat benda uji <i>oven dry</i>	4865	4864	4864,5	gram
Berat benda uji SSD di udara	5000	5000	5000	gram
Berat benda uji tersaturasi di air	3060	3062	3061	gram
<i>Bulk Specific Gravity</i>	2,507	2,509	2,5087	
<i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i>	2,577	2,579	2,578	
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,6952	2,699	2,697	
Absorpsi	2,774	2,796	2,7854	%

Mengetahui;
Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LAMPIRAN B-7

**Pemeriksaan Berat Isi & Rongga Udara Agregat Kasar
(ASTM C-29)**

Sampel : Agregat Halus
Sumber : Batu Pecah, Adhimix

	Lepas	Penusukan	Penggoyangan	Satuan
Berat Wadah	5,089	5,089	5,089	kg
Berat Wadah+Air	14,361	14,361	14,361	kg
Berat Wadah+Sampel	17,9	19,25	18,9	kg
Berat Sampel	12,811	14,161	13,811	kg
Volume Wadah	9,272	9,272	9,272	liter
Berat isi Agregat	1,381687	1,527	1,489	kg/liter
Bulk Specific Agregat	2,580934	2,580	2,580	kg/liter
Berat Isi Air	1	1	1	kg/liter
Void	46,46564	40,824	42,28	%

Mengetahui;
Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LAMPIRAN B-8

Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland Putih

(ASTM C-188)

Sampel : Semen Portland Putih
Sumber : PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk

	v_1	v_2	berat semen (gram)	d	Berat jenis
Sample 1	0,3	21,4	64	1	3,033175
Sample 2	0,35	21,3	64	1	3,054893
				average	3,044034

Mengetahui;
Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LAMPIRAN B-9

Pemeriksaan Waktu Ikat Semen Portland Putih

(ASTM C-191)

Sampel : Semen Portland Putih
Sumber : PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk

No	Waktu (menit)	Penurunan (mm)
1	30	40
2	50	26
3	70	12
4	90	2,5
5	140	1

Konsistensi Normal : 26,8%

Suhu/Kelembaban : 28,9°C / 70%

Waktu Pengikatan Permulaan: 52 menit

Mengetahui;
Kepala Laboratorium;

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA



LAMPIRAN B-10

Pemeriksaan Konsistensi Normal Semen Portland Putih

(ASTM C-187)

Sampel : Semen Portland Putih
Sumber : PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk

Kadar Air	29	26,6	26,8	%
Jumlah Semen	500	500	500	gram
Kedalaman Jarum	20	8	10	mm
Memenuhi	x	x	✓	

Keterangan;

Syarat memenuhi konsistensi normal: kedalaman jarum senilai (10 ± 1) mm

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)

HASIL PENGUJIAN SUSUT BETON

No
Sample : S-0,4
Type : Beton Semen Putih
Size : (10x10x50)cm
Date of Mixed : 16 Maret 2009
Project : Penelitian Tugas Akhir
Address : UI, Depok

Tanggal	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	Kelembaban %
		Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja		
16-Mar												
17-Mar	10.05	16,94	0	16,1	16,76	0	16,1	16,7	0	16,1	27,2	71
18-Mar	09.15	16,95	0,01	16,1	16,76	0	16,1	16,7	0	16,1	27,2	67
19-Mar	10.05	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,7	0	16,1	27,9	73
20-Mar	11.00	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	28,2	69
21-Mar	09.15	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	27,6	77
22-Mar	10.45	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	27,2	83
23-Mar	10.00	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	26,9	87
24-Mar	09.47	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	26,6	83
25-Mar	10.40	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	28,2	75
26-Mar	10.13	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	27	83
27-Mar	10.20	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	26,7	83
28-Mar	10.19	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	27	85



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

29-Mar	11.00	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	27	84
30-Mar	12.22	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	26,8	82
31-Mar	10.16	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	26,6	81
1-Apr	10.45	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	26,9	84
2-Apr	10.45	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	27,2	84
3-Apr	10.40	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	27,5	85
4-Apr	10.45	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	27,1	89
5-Apr	09.40	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	27	87
6-Apr	08.52	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	26,8	84
7-Apr	09.44	16,95	0,01	16,1	16,77	0,01	16,1	16,71	0,01	16,1	25,9	88
8-Apr	10.18	16,95	0,01	16,1	16,78	0,02	16,1	16,71	0,01	16,1	26,4	92
9-Apr	10.10	16,95	0,01	16,1	16,78	0,02	16,1	16,71	0,01	16,1	27	89
10-Apr	11.50	16,95	0,01	16,1	16,78	0,02	16,1	16,71	0,01	16,1	27,7	86
11-Apr	10.10	16,95	0,01	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,8	74
12-Apr	10.20	16,95	0,01	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,5	79
13-Apr	10.15	16,95	0,01	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,7	81
14-Apr	10.08	16,95	0,01	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,1	83
15-Apr	10.10	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,9	84
16-Apr	12.37	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,8	88
17-Apr	11.10	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,7	88
18-Apr	11.05	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,6	89
19-Apr	10.25	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,5	71
20-Apr	14.05	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28,2	75
21-Apr	13.10	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28,2	78
22-Apr	11.05	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28,2	82



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

23-Apr	11.10	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,4	82
24-Apr	09.48	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,4	77
25-Apr	10.20	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28,1	76
26-Apr	10.25	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28,1	75
27-Apr	09.58	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28,3	81
28-Apr	09.48	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,5	77
29-Apr	09.45	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,6	81
30-Apr	09.15	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,6	80
1-May	10.55	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,7	81
2-May	10.20	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28	81
3-May	10.10	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28	82
4-May	10.05	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28,2	83
5-May	09.10	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,2	83
6-May	09.45	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28,2	78
7-May	14.56	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	29,5	76
8-May	10.20	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	29	76
9-May	10.10	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28,5	78
10-May	11.00	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	28	80
11-May	11.30	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,3	83
12-May	11.20	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,6	83
13-May	11.10	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,4	81
14-May	11.30	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27	82
15-May	11.39	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,9	82
16-May	10.20	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,7	80
17-May	11.13	16,96	0,02	16,1	16,78	0,02	16,1	16,72	0,02	16,1	27,9	78



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

HASIL PENGUJIAN SUSUT BETON

No
Sample : S-0,45
Type : Beton Semen Putih
Size : (10x10x50)cm
Date of Mixed : 18 Maret 2009
Project : Penelitian Tugas Akhir
Address : UI, Depok

Tanggal	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	Kelembaban %
		Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja		
18-Mar												
19-Mar	09.50	16,11	0	16,1	16,93	0	16,1	16,98	0	16,1	27,8	75
20-Mar	11.17	16,12	0,01	16,1	16,93	0	16,1	16,99	0,01	16,1	28,2	69
21-Mar	09.05	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	27,5	77
22-Mar	10.30	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	27,3	82
23-Mar	10.08	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	27	86
24-Mar	09.50	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	26,8	82
25-Mar	10.35	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	28,2	75
26-Mar	10.23	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	27	83
27-Mar	10.25	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	26,8	83
28-Mar	10.22	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	27,2	85
29-Mar	10.15	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	27	84



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

30-Mar	12.25	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	26,8	82
31-Mar	10.14	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	26,6	81
1-Apr	10.50	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	27	84
2-Apr	10.50	16,12	0,01	16,1	16,94	0,01	16,1	16,99	0,01	16,1	27,2	84
3-Apr	10.45	16,14	0,03	16,1	16,95	0,02	16,1	17	0,02	16,1	27,6	85
4-Apr	10.50	16,14	0,03	16,1	16,95	0,02	16,1	17	0,02	16,1	27,2	89
5-Apr	09.10	16,14	0,03	16,1	16,95	0,02	16,1	17	0,02	16,1	27	87
6-Apr	08.48	16,14	0,03	16,1	16,95	0,02	16,1	17	0,02	16,1	26,8	84
7-Apr	09.46	16,14	0,03	16,1	16,95	0,02	16,1	17	0,02	16,1	26	88
8-Apr	10.15	16,14	0,03	16,1	16,95	0,02	16,1	17	0,02	16,1	26,3	92
9-Apr	11.00	16,14	0,03	16,1	16,95	0,02	16,1	17	0,02	16,1	26,7	89
10-Apr	11.45	16,14	0,03	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,1	85
11-Apr	10.15	16,14	0,03	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,8	73
12-Apr	10.20	16,14	0,03	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,5	79
13-Apr	10.10	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,7	81
14-Apr	10.13	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,2	84
15-Apr	10.13	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,9	84
16-Apr	12.39	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,7	88
17-Apr	11.05	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,5	88
18-Apr	11.10	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,3	75
19-Apr	10.20	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,1	75
20-Apr	10.30	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	28,2	75
21-Apr	10.15	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,8	72
22-Apr	11.00	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	28,1	81
23-Apr	10.25	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,2	80



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

24-Apr	10.40	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,5	77
25-Apr	11.00	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,4	78
26-Apr	11.05	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,5	77
27-Apr	10.25	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,5	77
28-Apr	09.55	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,5	77
29-Apr	09.10	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	28,2	75
30-Apr	09.30	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	28,9	76
1-May	10.58	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,7	82
2-May	10.52	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	26,5	83
3-May	10.00	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,3	81
4-May	11.00	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,3	80
5-May	09.15	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,3	83
6-May	09.10	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	28,9	82
7-May	15.01	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	29,2	77
8-May	12.05	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	28,1	75
9-May	12.00	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27	77
10-May	11.10	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	26,9	76
11-May	11.34	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,2	83
12-May	11.25	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,4	83
13-May	11.22	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,6	80
14-May	10.45	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,8	78
15-May	11.48	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,9	81
16-May	11.05	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,9	80
17-May	11.16	16,15	0,04	16,1	16,96	0,03	16,1	17	0,02	16,1	27,9	79



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

HASIL PENGUJIAN SUSUT BETON

No
Sample : S-0,5
Type : Beton Semen Putih
Size : (10x10x50)cm
Date of Mixed : 21 Maret 2009
Project : Penelitian Tugas Akhir
Address : UI, Depok

Tanggal	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	Kelembaban %
		Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja		
21-Mar												
22-Mar	10.50	16,22	0	16,1	16,15	0	16,1	16,49	0	16,1	27,3	82
23-Mar	10.13	16,22	0	16,1	16,16	0,01	16,1	16,49	0	16,1	27	84
24-Mar	10.01	16,23	0,01	16,1	16,16	0,01	16,1	16,5	0,01	16,1	26,9	82
25-Mar	10.45	16,23	0,01	16,1	16,16	0,01	16,1	16,5	0,01	16,1	28,2	74
26-Mar	10.28	16,23	0,01	16,1	16,16	0,01	16,1	16,5	0,01	16,1	26,9	84
27-Mar	10.28	16,23	0,01	16,1	16,16	0,01	16,1	16,5	0,01	16,1	26,9	83
28-Mar	10.28	16,23	0,01	16,1	16,16	0,01	16,1	16,5	0,01	16,1	27,1	85
29-Mar	10.26	16,23	0,01	16,1	16,16	0,01	16,1	16,5	0,01	16,1	26,9	84
30-Mar	12.28	16,24	0,02	16,1	16,16	0,01	16,1	16,51	0,02	16,1	26,7	82
31-Mar	10.21	16,24	0,02	16,1	16,16	0,01	16,1	16,51	0,02	16,1	26,7	81
1-Apr	10.55	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	27	84



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

2-Apr	10.55	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	27,2	84
3-Apr	10.33	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	27,4	85
4-Apr	10.10	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	27,3	89
5-Apr	10.25	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	27,1	87
6-Apr	09.00	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	26,9	85
7-Apr	09.52	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	26,1	87
8-Apr	10.23	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	25,4	92
9-Apr	10.10	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	26,3	89
10-Apr	11.56	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,51	0,02	16,1	27,1	86
11-Apr	10.18	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,52	0,03	16,1	27,9	72
12-Apr	10.05	16,24	0,02	16,1	16,17	0,02	16,1	16,52	0,03	16,1	27,5	79
13-Apr	10.10	16,24	0,02	16,1	16,18	0,03	16,1	16,52	0,03	16,1	27,7	76
14-Apr	10.17	16,24	0,02	16,1	16,18	0,03	16,1	16,52	0,03	16,1	27,2	84
15-Apr	10.18	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,52	0,03	16,1	27,9	85
16-Apr	12.42	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,52	0,03	16,1	27,9	88
17-Apr	11.10	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,52	0,03	16,1	27,9	82
18-Apr	11.05	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,52	0,03	16,1	27,9	72
19-Apr	10.44	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,52	0,03	16,1	28,1	76
20-Apr	14.16	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,52	0,03	16,1	28,1	74
21-Apr	10.10	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,52	0,03	16,1	28,2	74
22-Apr	09.58	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,53	0,04	16,1	28,3	80
23-Apr	10.25	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,53	0,04	16,1	28,4	82
24-Apr	10.00	16,25	0,03	16,1	16,18	0,03	16,1	16,53	0,04	16,1	27,5	78
25-Apr	11.05	16,25	0,03	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,5	77
26-Apr	10.59	16,25	0,03	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,5	76



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

27-Apr	10.40	16,25	0,03	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,5	69
28-Apr	10.00	16,26	0,04	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,5	77
29-Apr	10.20	16,26	0,04	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,8	81
30-Apr	09.45	16,26	0,04	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,7	81
1-May	11.00	16,26	0,04	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,7	83
2-May	10.10	16,26	0,04	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,6	84
3-May	11.00	16,26	0,04	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	28,1	82
4-May	10.05	16,26	0,04	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	28	80
5-May	09.19	16,26	0,04	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,3	83
6-May	09.45	16,26	0,04	16,1	16,19	0,04	16,1	16,53	0,04	16,1	27,5	83
7-May	15.01	16,26	0,04	16,1	16,2	0,05	16,1	16,53	0,04	16,1	29,8	78
8-May	10.20	16,26	0,04	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	28,5	77
9-May	10.15	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	28,2	81
10-May	10.30	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	27	80
11-May	11.45	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	27,1	84
12-May	11.05	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	27,2	82
13-May	10.45	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	27,4	78
14-May	09.48	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	27,8	77
15-May	11.45	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	27,9	81
16-May	10.25	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	28	78
17-May	11.23	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	28	78
18-May	11.00	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	27,5	78
19-May	10.56	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	29,2	72
20-May	09.58	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	28,8	76
21-May	10.00	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	27,8	79



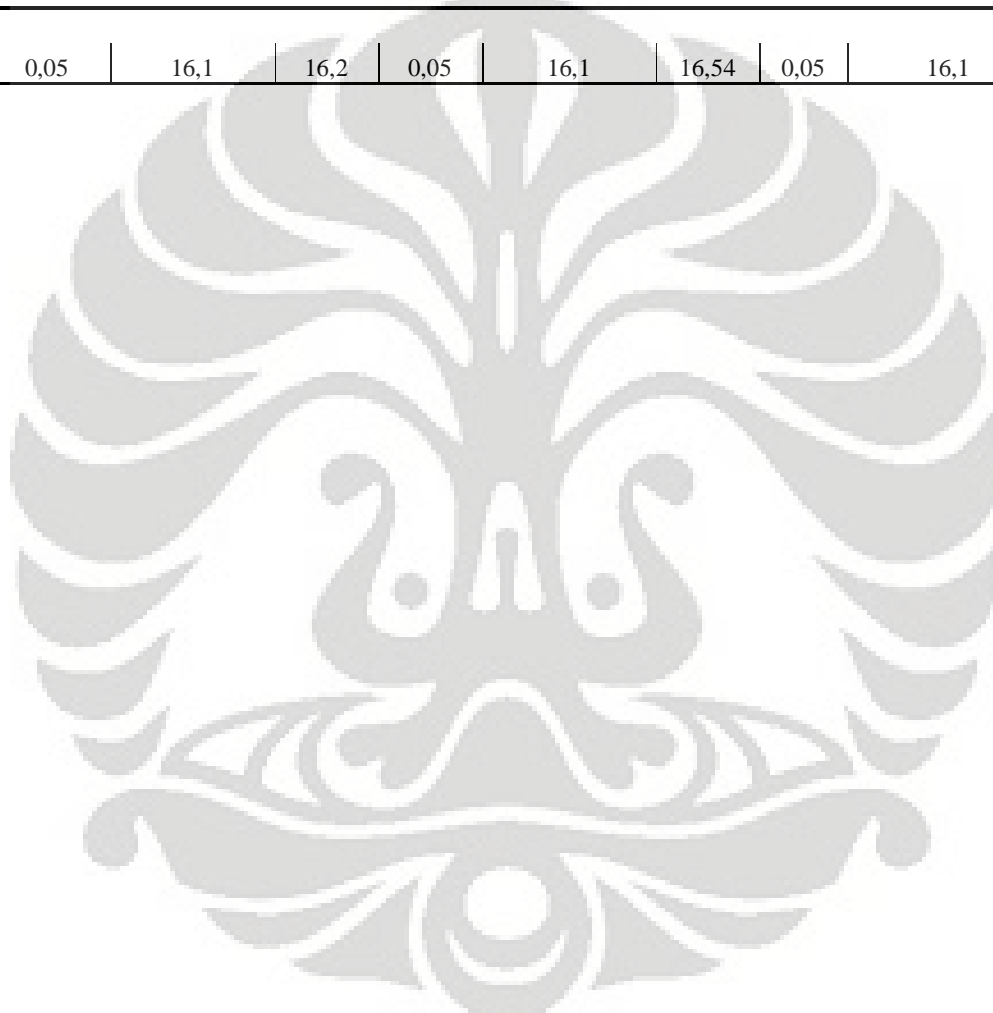
LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

22-May	13.36	16,27	0,05	16,1	16,2	0,05	16,1	16,54	0,05	16,1	27,8	81
--------	-------	-------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------	----





LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

HASIL PENGUJIAN SUSUT BETON

No
Sample : S-0,55
Type : Beton Semen Putih
Size : (10x10x50)cm
Date of Mixed : 25 Maret 2009
Project : Penelitian Tugas Akhir
Address : UI, Depok

Tanggal	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	Kelembaban %
		Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja		
25-Mar												
26-Mar	10.35	16,22	0	16,1	16,52	0	16,1	16,59	0	16,1	26,9	84
27-Mar	10.35	16,22	0	16,1	16,52	0	16,1	16,59	0	16,1	26,9	83
28-Mar	10.34	16,23	0,01	16,1	16,53	0,01	16,1	16,6	0,01	16,1	27,1	85
29-Mar	10.20	16,23	0,01	16,1	16,53	0,01	16,1	16,6	0,01	16,1	26,9	84
30-Mar	12.32	16,23	0,01	16,1	16,53	0,01	16,1	16,61	0,02	16,1	26,6	82
31-Mar	10.25	16,24	0,02	16,1	16,53	0,01	16,1	16,61	0,02	16,1	26,7	81
1-Apr	10.59	16,24	0,02	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	27,1	84
2-Apr	10.58	16,24	0,02	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	27,2	84
3-Apr	10.36	16,24	0,02	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	27,5	85
4-Apr	11.02	16,24	0,02	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	27,4	88
5-Apr	09.45	16,24	0,02	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	27,2	87
6-Apr	08.59	16,24	0,02	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	26,9	85



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

7-Apr	09.58	16,24	0,02	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	26,1	87
8-Apr	10.25	16,25	0,03	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	26,4	92
9-Apr	10.15	16,25	0,03	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	27,1	90
10-Apr	11.55	16,25	0,03	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	27,7	86
11-Apr	10.22	16,25	0,03	16,1	16,54	0,02	16,1	16,62	0,03	16,1	27,9	71
12-Apr	10.10	16,25	0,03	16,1	16,54	0,02	16,1	16,63	0,04	16,1	27,8	79
13-Apr	09.48	16,25	0,03	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,9	75
14-Apr	10.23	16,25	0,03	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,2	84
15-Apr	10.22	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,9	85
16-Apr	12.44	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,9	88
17-Apr	11.05	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,6	88
18-Apr	10.25	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	28	82
19-Apr	10.20	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	28	78
20-Apr	14.20	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	28,2	74
21-Apr	09.48	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	28,3	72
22-Apr	09.52	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,6	80
23-Apr	10.02	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,6	81
24-Apr	10.03	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,6	78
25-Apr	10.10	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	28,4	78
26-Apr	10.21	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	28,1	78
27-Apr	10.22	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	26,9	77
28-Apr	10.03	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,6	77
29-Apr	10.00	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27	76
30-Apr	09.48	16,27	0,05	16,1	16,55	0,03	16,1	16,63	0,04	16,1	27,3	82
1-May	11.03	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	27,2	78



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

2-May	11.00	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	27,8	80
3-May	10.52	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	26,9	81
4-May	10.15	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	27,4	81
5-May	09.25	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	27,3	83
6-May	09.40	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	28,1	82
7-May	15.08	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	28,9	80
8-May	10.08	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	28,8	80
9-May	10.19	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	27	79
10-May	10.34	16,27	0,05	16,1	16,56	0,04	16,1	16,63	0,04	16,1	27,8	78
11-May	11.39	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	27,2	84
12-May	11.05	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	28,2	82
13-May	10.15	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	26,7	80
14-May	09.35	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	27,6	80
15-May	11.49	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	27,9	81
16-May	10.25	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	27,8	81
17-May	11.20	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	27,9	79
18-May	11.30	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	28	78
19-May	11.24	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	28,2	82
20-May	11.40	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	28,2	81
21-May	10.25	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	28	81
22-May	13.41	16,28	0,06	16,1	16,57	0,05	16,1	16,64	0,05	16,1	27,8	82



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

HASIL PENGUJIAN SUSUT BETON

No
Sample : S-0,5
Type : Beton Normal
Size : (10x10x50)cm
Date of Mixed : 1 April 2009
Project : Penelitian Tugas Akhir
Address : UI, Depok

Tanggal	Waktu	Sample 1			Sample 2			Sample 3			Suhu °C	Kelembaban %
		Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja	Dial	ΔL	Batang baja		
1-Apr												
2-Apr	11.00	16,74	0	16,1	16,41	0	16,1	16,75	0	16,1	27,3	83
3-Apr	10.50	16,75	0,01	16,1	16,41	0	16,1	16,76	0,01	16,1	27,6	85
4-Apr	10.40	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,76	0,01	16,1	27,6	87
5-Apr	10.10	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,76	0,01	16,1	27	86
6-Apr	09.08	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,76	0,01	16,1	27	84
7-Apr	10.03	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,76	0,01	16,1	26,2	82
8-Apr	10.30	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,76	0,01	16,1	26,4	92
9-Apr	10.35	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,76	0,01	16,1	27	89
10-Apr	10.34	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,76	0,01	16,1	27,5	85
11-Apr	10.25	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,76	0,01	16,1	27,9	65
12-Apr	10.20	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,77	0,02	16,1	27,7	75
13-Apr	10.10	16,75	0,01	16,1	16,42	0,01	16,1	16,77	0,02	16,1	27,8	70



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

14-Apr	10.08	16,76	0,02	16,1	16,42	0,01	16,1	16,77	0,02	16,1	27,1	83
15-Apr	10.10	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	27,8	84
16-Apr	12.48	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	28	85
17-Apr	11.05	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	28	82
18-Apr	10.25	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	27,8	74
19-Apr	10.10	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	28,2	71
20-Apr	14.01	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	28,1	73
21-Apr	11.25	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	28,3	78
22-Apr	11.05	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	28,5	82
23-Apr	10.45	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	28,6	81
24-Apr	10.06	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	27,6	77
25-Apr	10.00	16,76	0,02	16,1	16,43	0,02	16,1	16,77	0,02	16,1	27,2	76
26-Apr	11.00	16,77	0,03	16,1	16,44	0,03	16,1	16,78	0,03	16,1	28,1	85
27-Apr	11.05	16,77	0,03	16,1	16,44	0,03	16,1	16,78	0,03	16,1	28	82
28-Apr	10.25	16,77	0,03	16,1	16,44	0,03	16,1	16,78	0,03	16,1	27,6	81
29-Apr	10.24	16,77	0,03	16,1	16,44	0,03	16,1	16,78	0,03	16,1	26,9	79
30-Apr	10.30	16,77	0,03	16,1	16,44	0,03	16,1	16,78	0,03	16,1	28,1	76
1-May	10.50	16,77	0,03	16,1	16,44	0,03	16,1	16,78	0,03	16,1	27,7	81
2-May	10.20	16,77	0,03	16,1	16,44	0,03	16,1	16,78	0,03	16,1	27,8	80
3-May	10.00	16,77	0,03	16,1	16,44	0,03	16,1	16,78	0,03	16,1	27,4	80
4-May	09.58	16,77	0,03	16,1	16,45	0,04	16,1	16,78	0,03	16,1	26,8	79
5-May	09.31	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,78	0,03	16,1	27,3	83
6-May	09.25	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,78	0,03	16,1	28,1	82
7-May	15.10	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,78	0,03	16,1	29,8	80



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

8-May	11.02	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,78	0,03	16,1	29,2	78
9-May	10.25	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,78	0,03	16,1	28,6	74
10-May	10.10	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,78	0,03	16,1	27,8	72
11-May	11.25	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,79	0,04	16,1	27,3	83
12-May	11.05	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,79	0,04	16,1	27,3	82
13-May	10.48	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,79	0,04	16,1	27,2	81
14-May	10.52	16,78	0,04	16,1	16,45	0,04	16,1	16,79	0,04	16,1	28,1	80
15-May	11.31	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	27,8	79
16-May	11.00	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	27,6	78
17-May	11.06	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	27,9	77
18-May	10.25	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	27,2	76
19-May	10.05	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	27,1	83
20-May	10.10	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	26,9	76
21-May	11.02	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	28,1	84
22-May	13.24	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	27,7	77
23-May	11.05	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	29,1	78
24-May	11.10	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	28,6	80
25-May	10.45	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	26,9	73
26-May	13.34	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	27,9	71
27-May	10.50	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	27,2	72
28-May	10.25	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	27,1	72
29-May	11.00	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	28,1	83
30-May	10.45	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	28,4	81
31-May	10.20	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	29	78



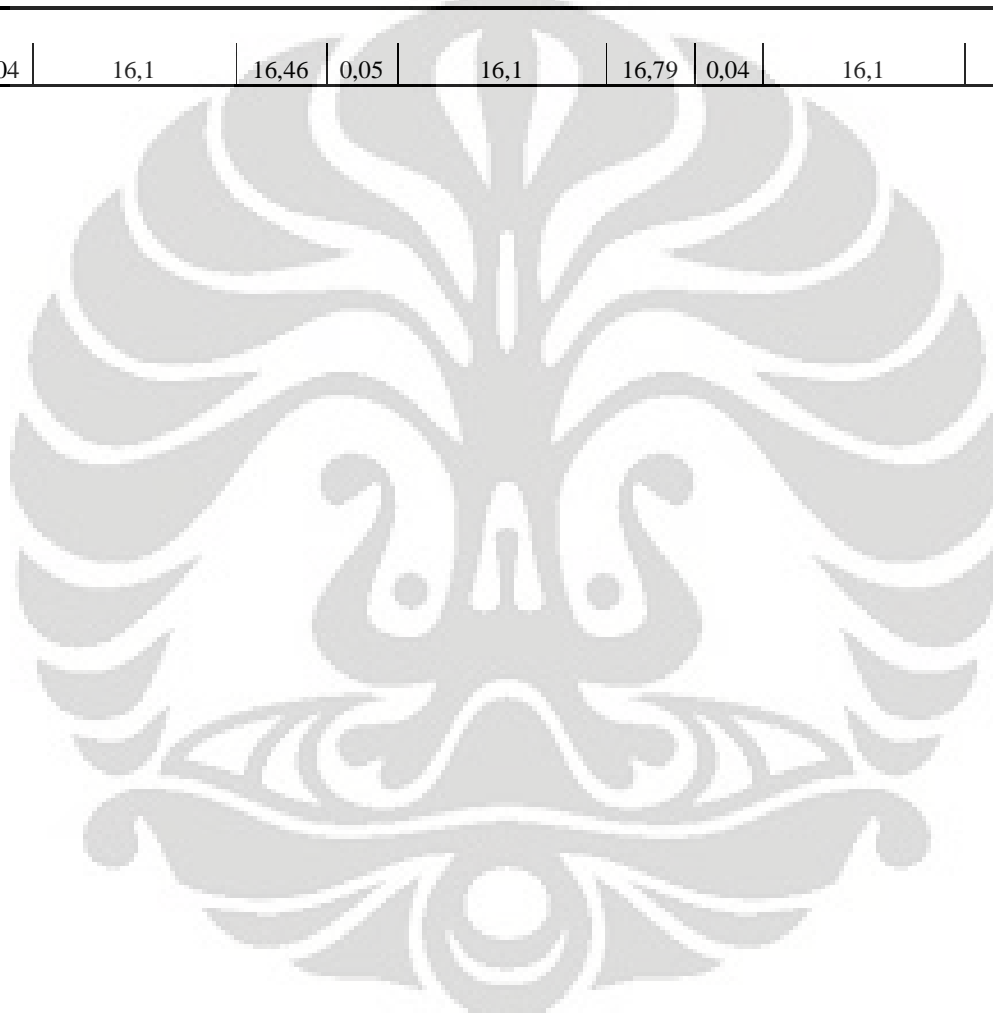
LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

1-Jun	14,54	16,78	0,04	16,1	16,46	0,05	16,1	16,79	0,04	16,1	29,6	70
-------	-------	-------	------	------	-------	------	------	-------	------	------	------	----





LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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

HASIL PENGUJIAN KUAT GESER BETON

No
Sample : G
Type : Beton Normal & Beton Semen Putih
Size : (20x30x7,5)cm
Date of Mixed : April 2009
Project : Penelitian Tugas Akhir
Address : UI, Depok

Tanggal		Umur	Kode	Campuran	Luas penampang (cm ²)	Slump	Berat (kg)	Beban (kg)	Tegangan (kg/cm ²)
dicor	ditest								
17-Apr	15-May	28	G-0,4-1	Semen PCC	67,5	10,33	11,024	3500	51,85185
		28	G-0,4-2		67,5		10,844	4500	66,66667
		28	G-0,4-3		67,5		10,654	5100	75,55556
18-Apr	16-May	28	G-0,45-1		67,5	13,33	10,847	2900	42,96296
		28	G-0,45-2		67,5		10,663	3900	57,77778
		28	G-0,45-3		67,5		10,693	4750	70,37037
19-Apr	17-May	28	G-0,5-1		67,5	12,33	10,8	4100	60,74074
		28	G-0,5-2		67,5		10,9	2900	42,96296
		28	G-0,5-3		67,5		10,635	3900	57,77778
20-Apr	18-May	28	G-0,55-1	67,5	12,33	10,765	4100	60,74074	
		28	G-0,55-2	67,5		10,588	2750	40,74074	
		28	G-0,55-3	67,5		10,634	3425	50,74074	
21-Apr	20-May	28	G-0,4-1	Semen	67,5	12,167	10,818	5200	77,03704



LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

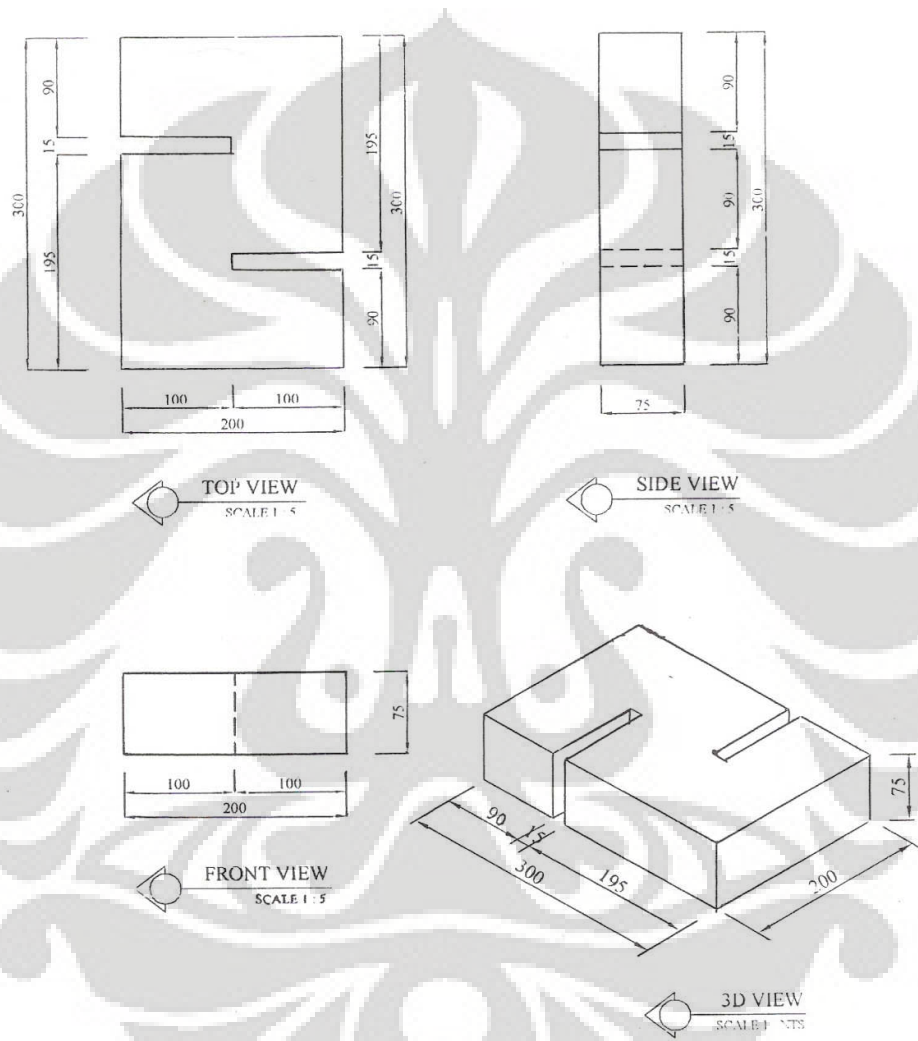
Universitas Indonesia

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

		28	G-0,4-2	Portland Putih Indocement	67,5		10,507	5200	77,03704
		28	G-0,4-3		67,5		10,663	5250	77,77778
23-Apr	22-May	28	G-0,45-1		67,5	12,167	10,64	4250	62,96296
		28	G-0,45-2		67,5		10,568	4900	72,59259
		28	G-0,45-3		67,5		10,772	4100	60,74074
28-Apr	26-May	28	G-0,5-1		67,5	10,33	10,971	4000	59,25926
		28	G-0,5-2		67,5		11,088	3900	57,77778
		28	G-0,5-3		67,5		10,745	4200	62,22222
		28	G-0,5-4		67,5		10,49	3600	53,33333
24-Apr	25-May	30	G-0,55-1		67,5	10,167	10,855	4000	59,25926
		30	G-0,55-2		67,5		10,611	3800	56,2963
		30	G-0,55-3		67,5		10,67	3000	44,44444



LAMPIRAN C
Detail Cetakan Benda Uji Kuat Geser



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by XXX	Checked by XXX	Approved by - date XXX - 00/00/00	File name XXX	Date	Scale 1:5	
XXX			DOUBLE L SAMPLE			
			X	Edition 0	Sheet 1/1	
1						

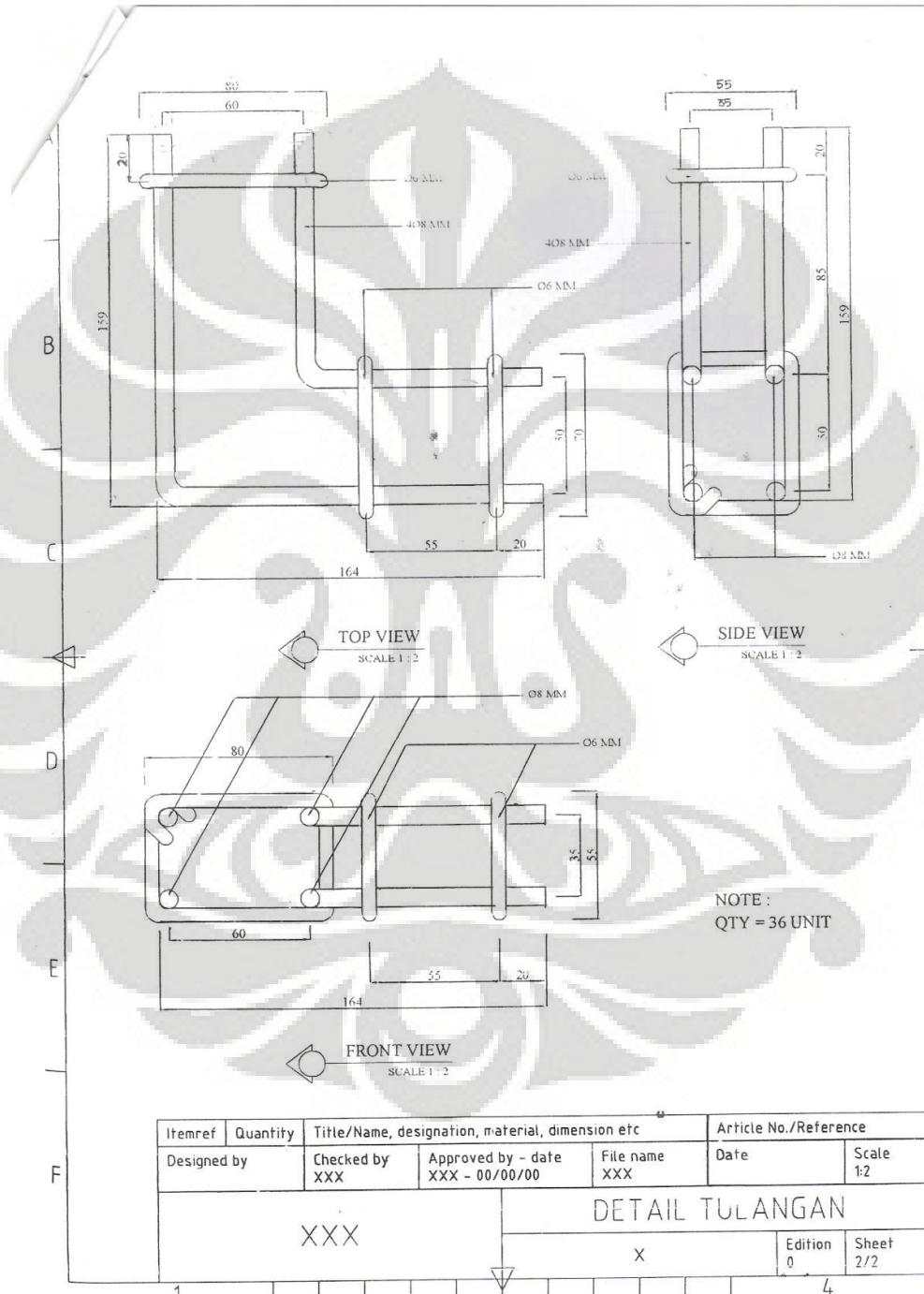


LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

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



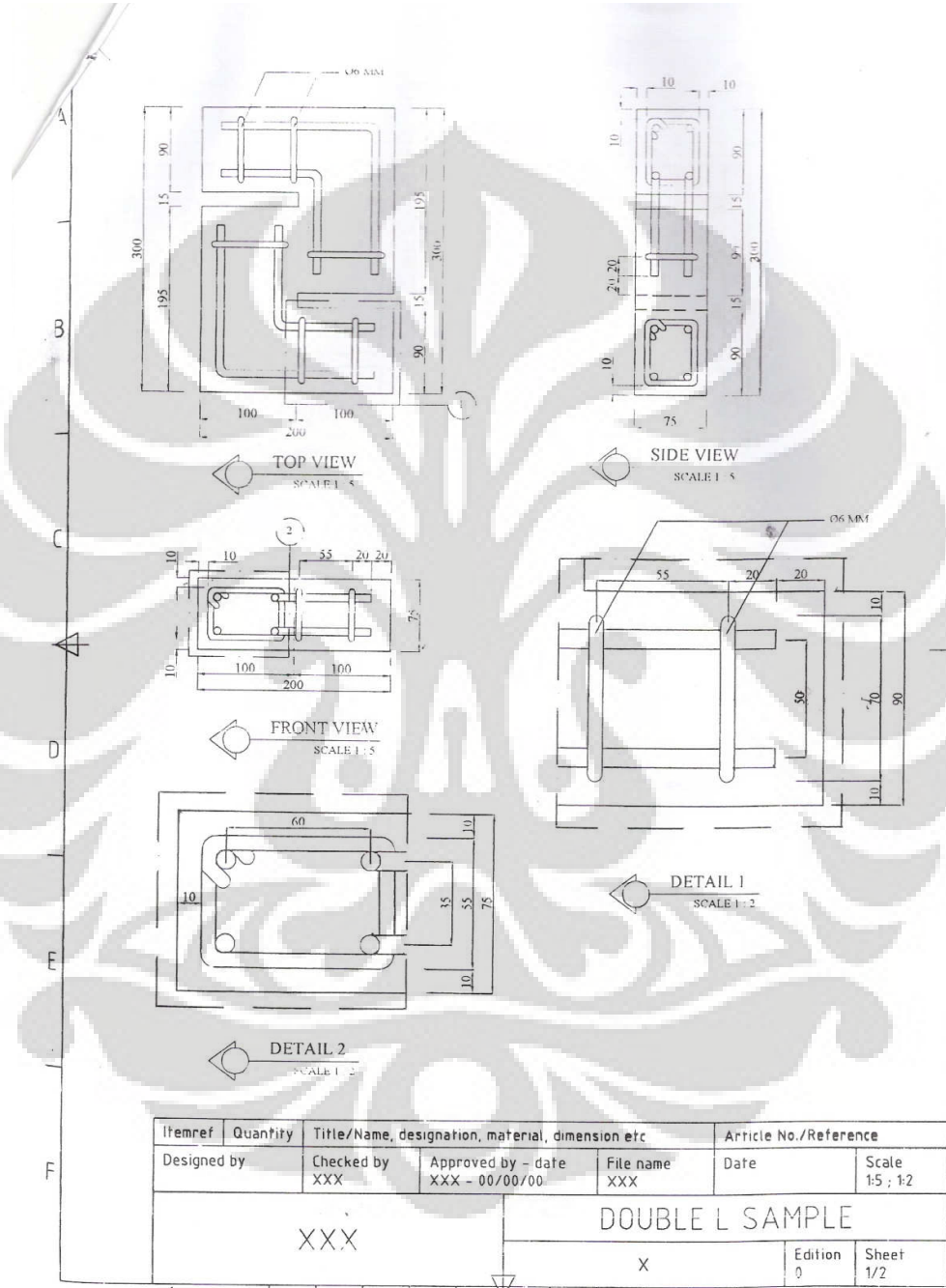


LABORATORIUM STRUKTUR DAN MATERIAL

Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

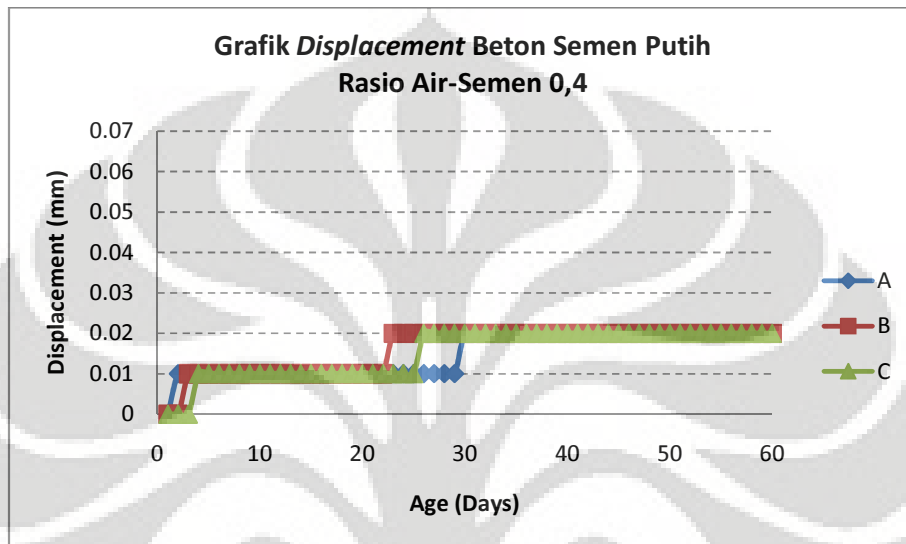
Universitas Indonesia

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

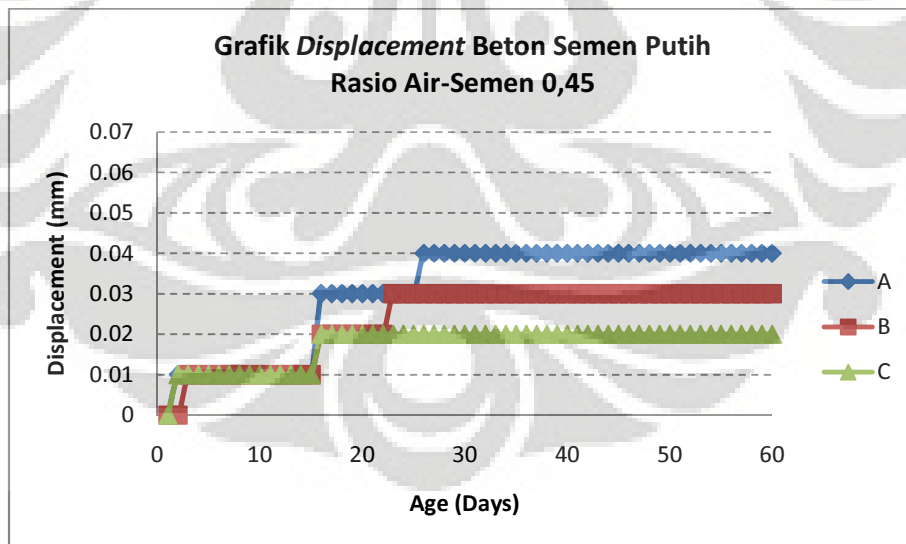




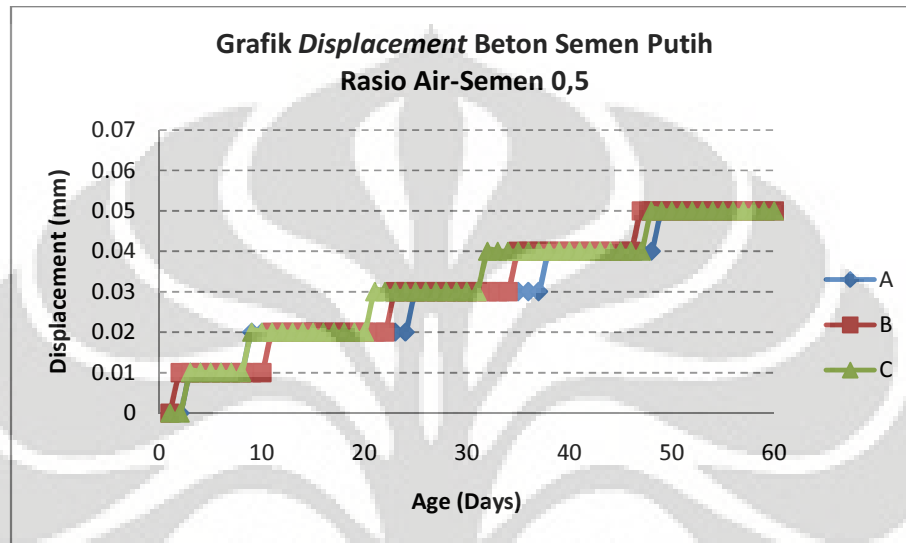
LAMPIRAN D
GRAFIK HASIL PENELITIAN



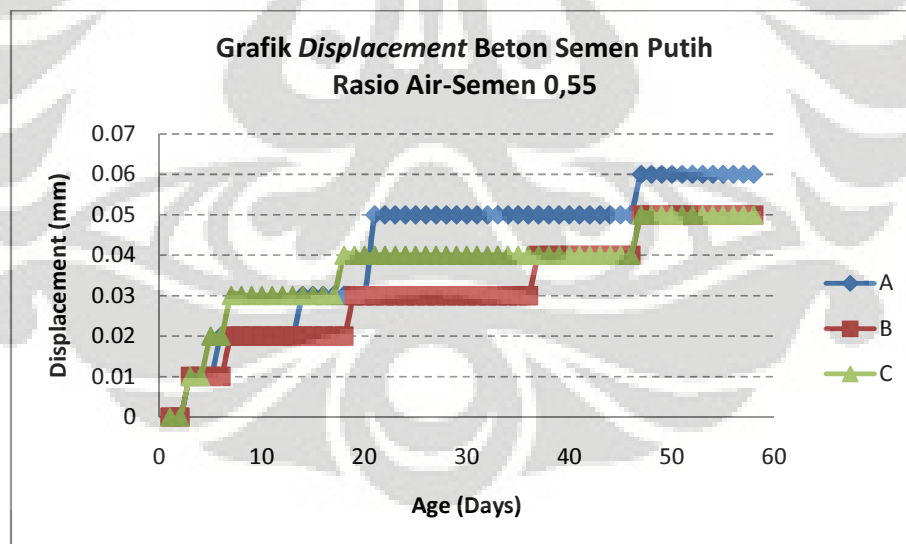
Grafik D-1. Grafik Displacement Beton Semen Putih Rasio Air-Semen 0,4



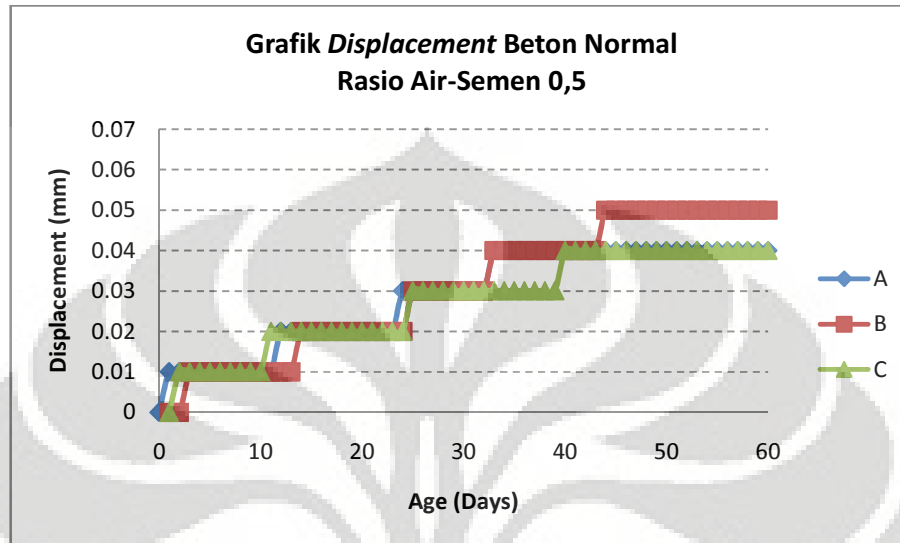
Grafik D-2. Grafik Displacement Beton Semen Putih Rasio Air-Semen 0,45



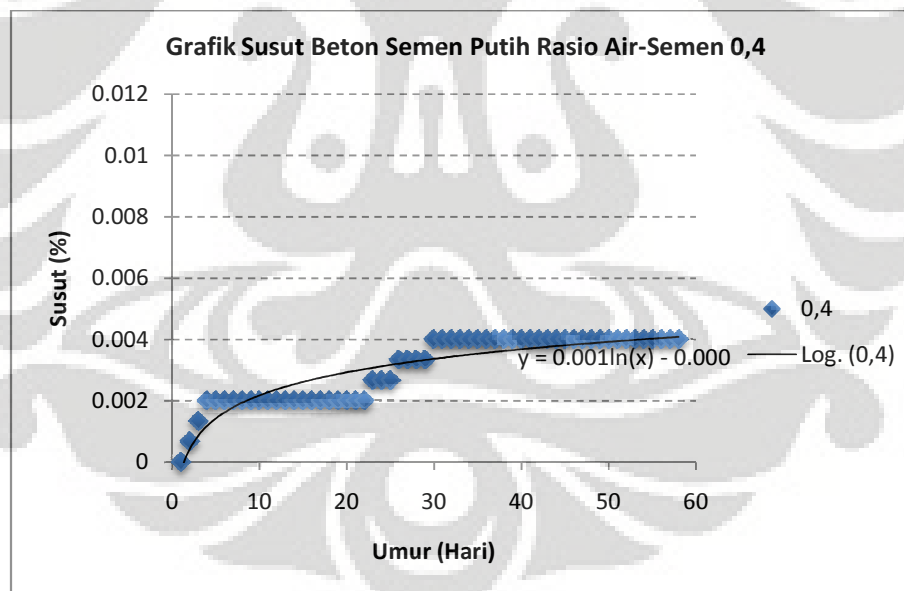
Grafik D-3. Grafik *Displacement* Beton Semen Putih Rasio Air-Semen 0,5



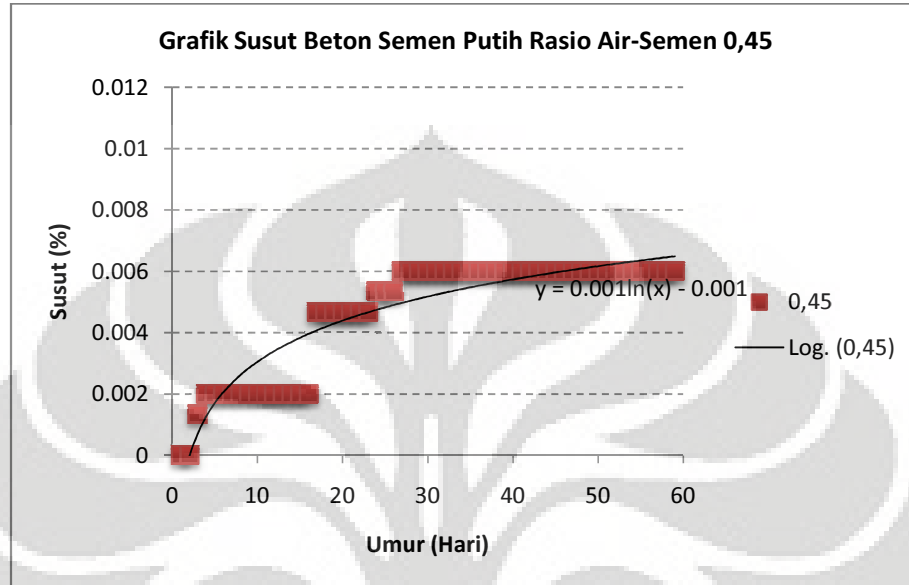
Grafik D-4. Grafik *Displacement* Beton Semen Putih Rasio Air-Semen 0,55



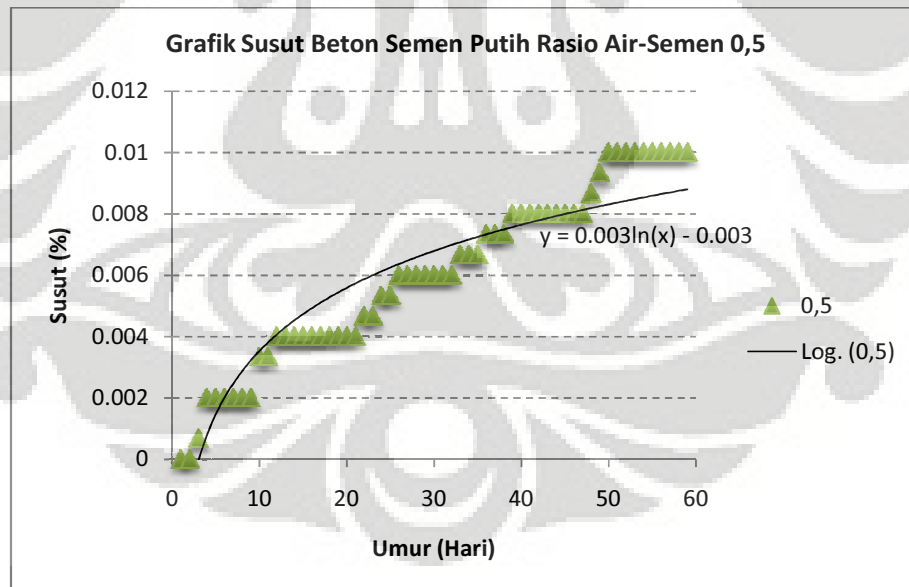
Grafik D-5. Grafik Displacement Beton Normal Rasio Air-Semen 0,5



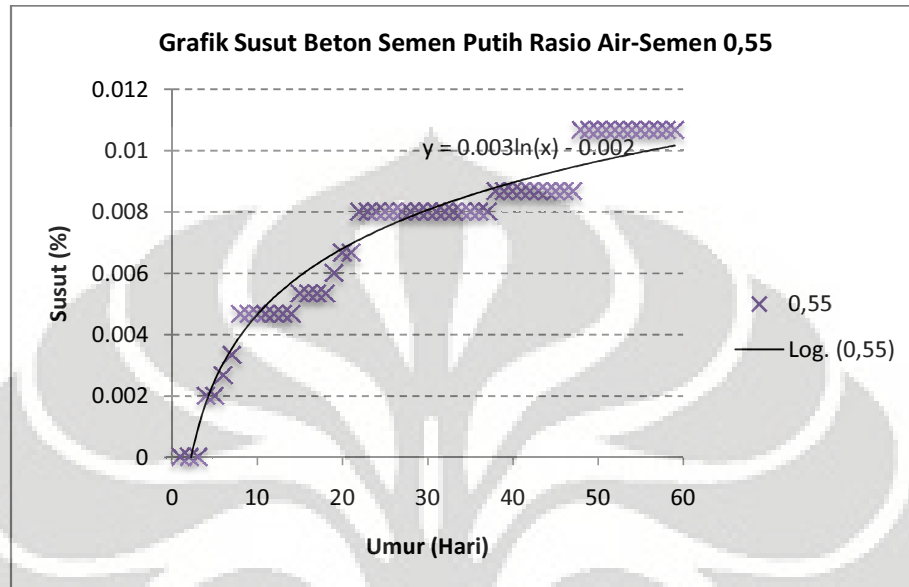
Grafik D-6. Grafik Susut Beton Semen Putih Rasio Air-Semen 0,4



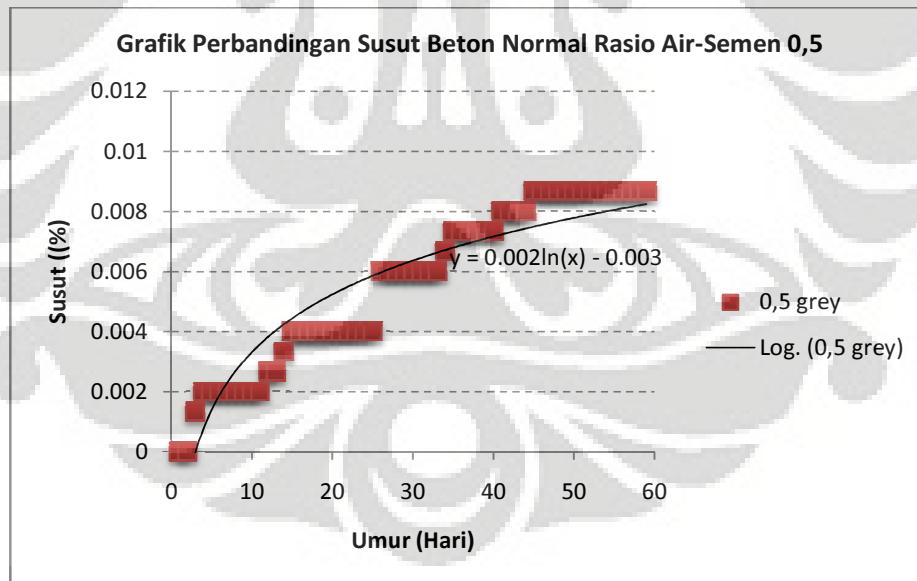
Grafik D-7. Grafik Susut Beton Semen Putih Rasio Air-Semen 0,45



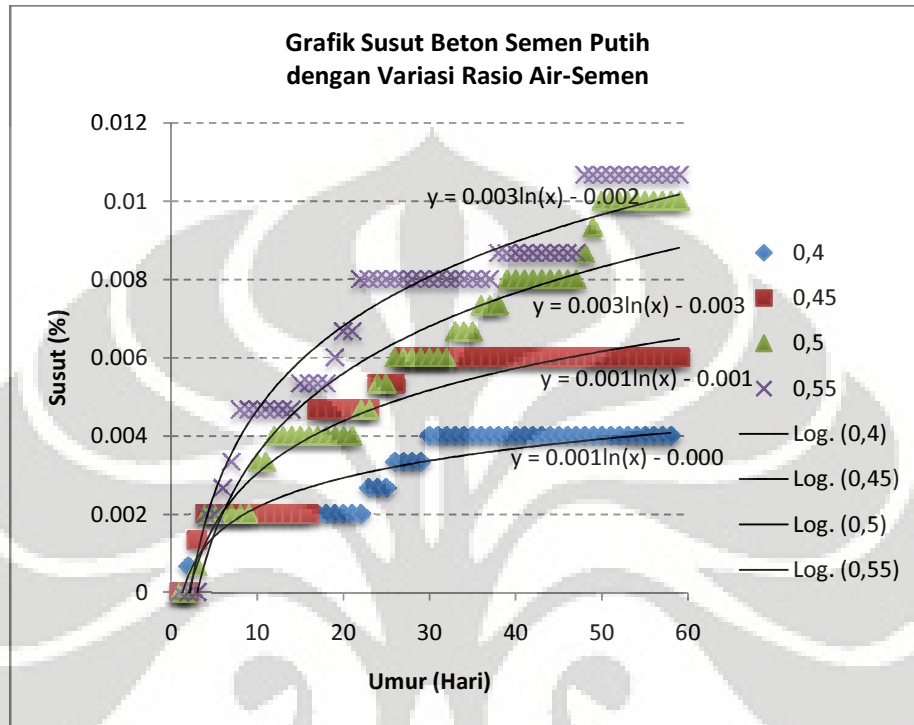
Grafik D-8. Grafik Susut Beton Semen Putih Rasio Air-Semen 0,5



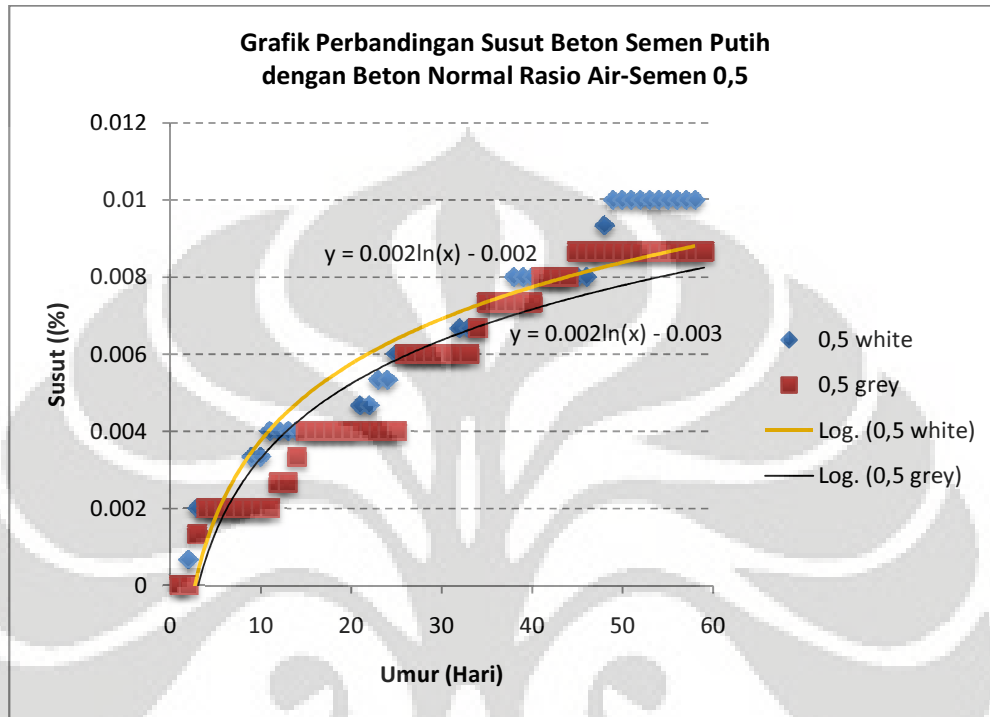
Grafik D-9. Grafik Susut Beton Semen Putih Rasio Air-Semen 0,55



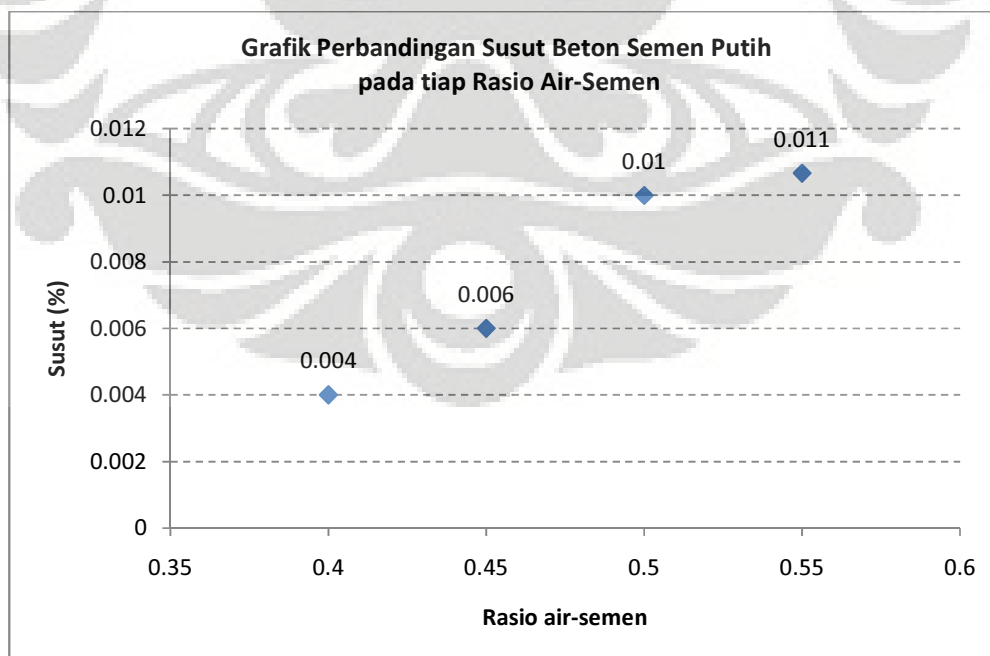
Grafik D-10. Grafik Susut Beton Normal Rasio Air-Semen 0,5



Grafik D-11. Grafik Susut Beton Semen Putih dengan Variasi Rasio Air-Semen

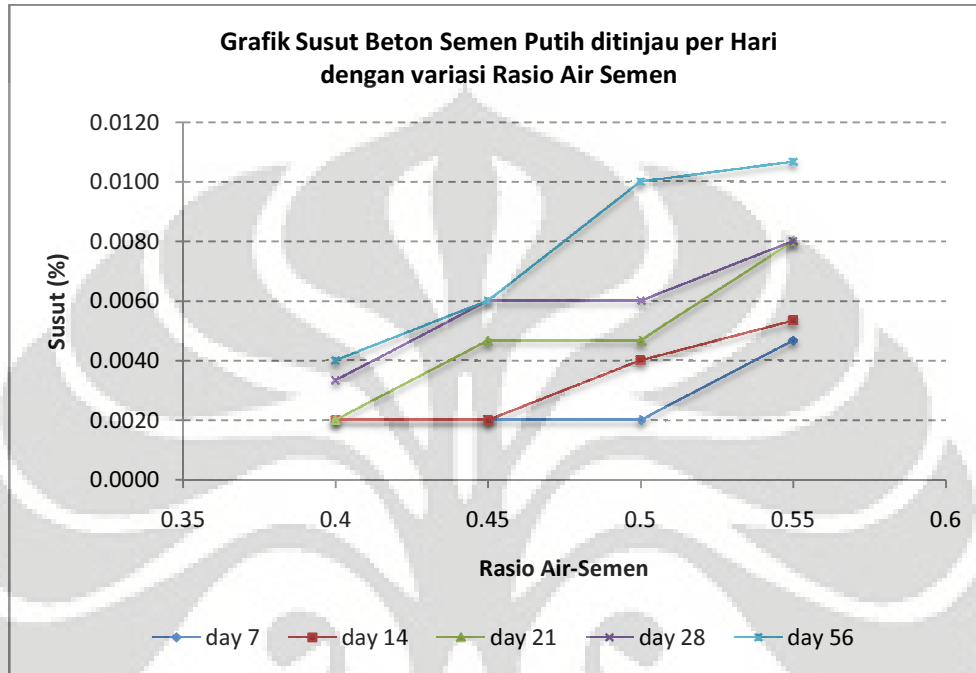


Grafik D-12. Grafik Perbandingan Susut Beton Semen Putih dengan Beton Normal Rasio Air-Semen 0,5

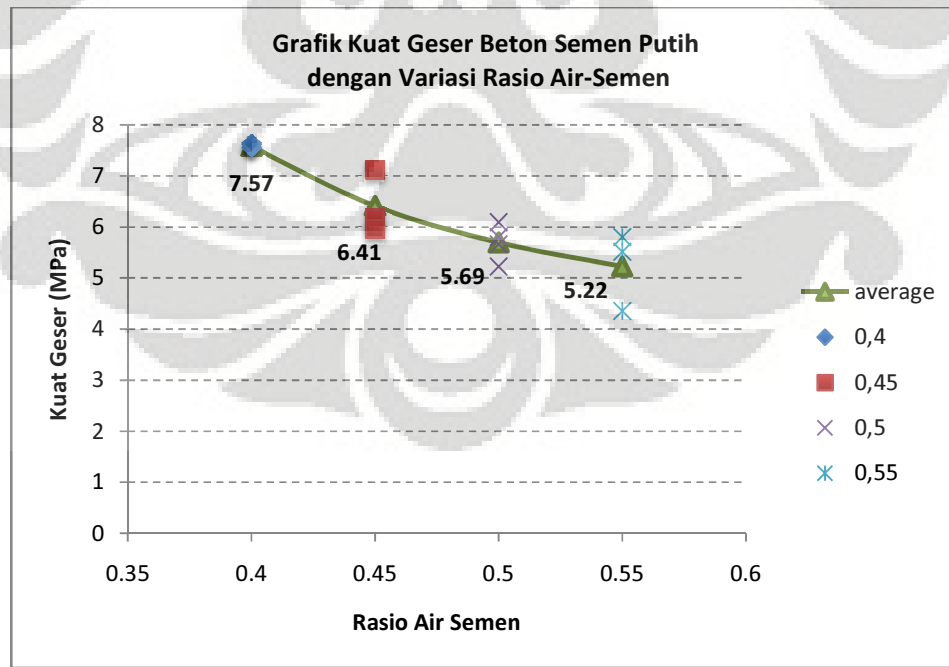




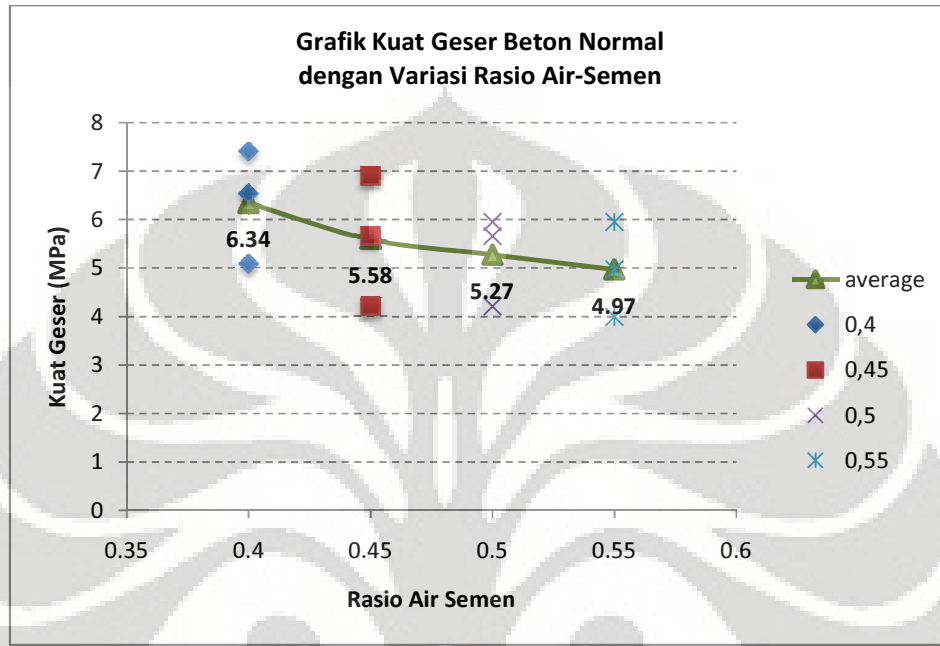
Grafik D-13. Grafik Persentase Susut Beton Semen Putih pada setiap Rasio Air-Semen



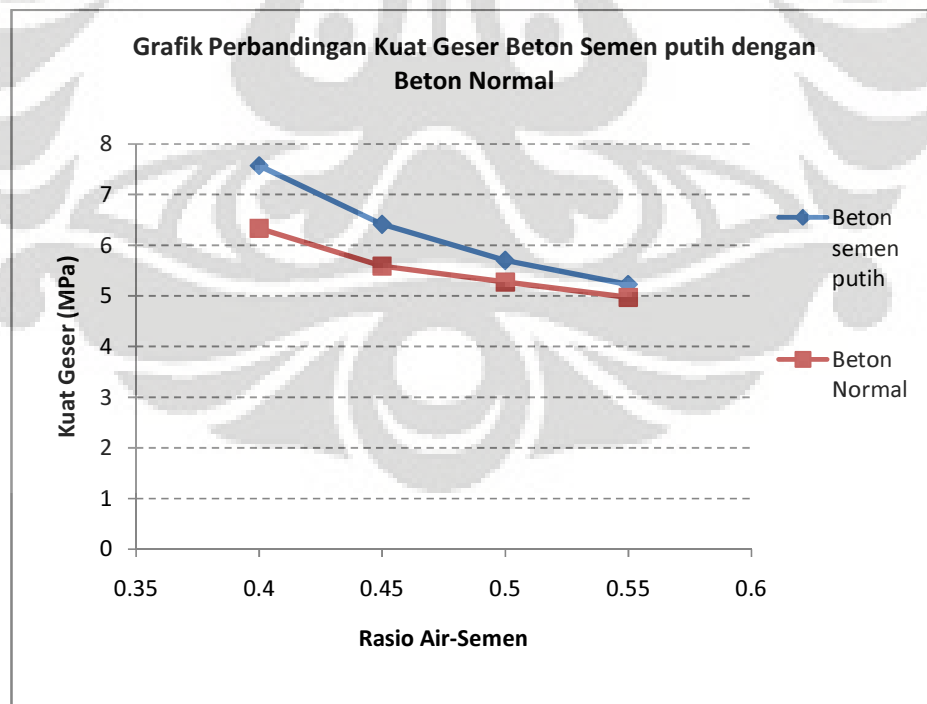
Grafik D-14. Grafik Susut Benda Uji Beton Semen Putih ditinjau per hari



Grafik D-15. Grafik Kuat Geser Beton Semen Putih dengan Variasi Rasio Air Semen






Grafik D-16. Grafik Kuat Geser Beton Normal dengan Variasi Rasio Air-Semen















Grafik D-17. Grafik Perbandingan Kuat Geser Beton Semen Putih dengan Beton Normal


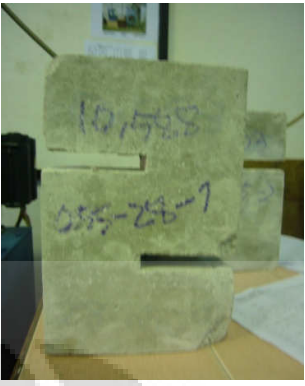


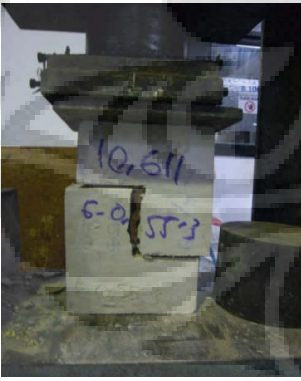

LAMPIRAN E
DOKUMENTASI PENELITIAN






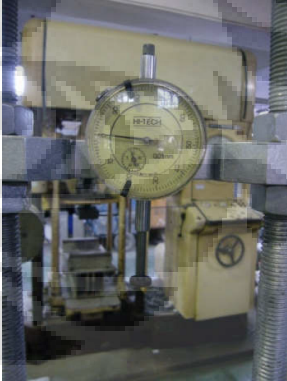
	
<p>Semen Portland Putih</p>	<p>Agregat Halus</p>
	
<p>Agregat Kasar</p>	<p>Pencucian Agregat Kasar</p>

	
<p>Pengujian Berat Isi Agregat Kasar</p>	<p>Pemeriksaan Waktu Ikat Semen Portland Putih</p>
	
<p>Pengujian Berat Isi Agregat Halus</p>	<p>Pengovenan Agregat</p>
	
<p>Pengujian Kadar Organik Agregat Halus</p>	<p>Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus</p>

	
<p><i>Sieve Analysis</i> Agregat Halus</p>	<p>Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland Putih</p>
	
<p>Pemeriksaan <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus</p>	<p>Pemeriksaan <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar</p>
	
<p><i>Mixer</i> Campuran Beton</p>	<p>Uji Slump Beton</p>

	
<p><i>Mold Balok Susut</i></p>	<p><i>Mold Balok Geser</i></p>
	
<p><i>Curing Benda Uji</i></p>	<p><i>Pengangkatan Benda Uji</i></p>
	
<p>Benda Uji Susut Beton Putih</p>	<p>Benda Uji Susut Beton Normal</p>

	
<p>Benda Uji Kuat Geser Beton Putih</p>	<p>Benda Uji Kuat Geser Beton Normal</p>
	
<p>Uji Kuat Geser Beton Putih</p>	<p>Uji Kuat Geser Beton Normal</p>
	
<p>Hasil Uji Kuat Geser Beton Putih</p>	<p>Hasil Uji Kuat Geser Beton Normal</p>

	
<p>Benda Uji Susut Beton Semen Putih</p>	<p><i>Curing</i> Benda Uji Susut</p>
	
<p>Pengukur Suhu & Kelembaban</p>	<p>Alat Ukur Susut</p>
	
<p>Alat <i>crushing test</i></p>	<p><i>Dial Gauge</i> Alat Ukur Susut</p>