

**KAJIAN PENCAPAIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN
SEMEN PORTLAND TIFE 1 DENGAN
CAMPURAN ZAT ADDITIF STRUCTURO PD263 DAN FLY ASH**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

ARIEF HIDAYAT
03061001030

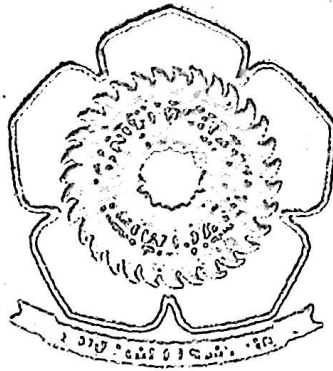
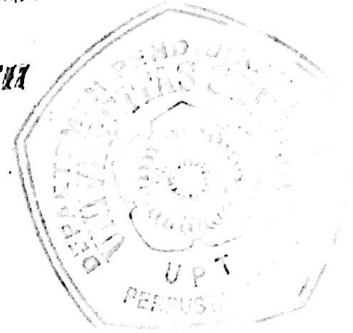
Dosen Pembimbing :

Ir. H. IMRON FIKRI ASTIRA, M.S

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2011

24091/24641

**KAJIAN PENCAPAIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN
SEMEN PORTLAND TİPE 1 DENGAN
CAMPURAN ZAT ADDITİF STRUCTURO PD203 DAN FLY ASH**



S
693.507
Ari
K
2011
G. 120075-

LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

ARIEF Hidayat

03061001030

Dosen Pembimbing :

Ir. H. IMRON FIKRI ASTIRA, M.S

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2011**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

N A M A : ARIEF HIDAYAT
N I M : 03061001030
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : KAJIAN PENCAPAIAN KUAT TEKAN BETON
MENGUNAKAN SEMEN PORTLAND TIPE 1 DEGAN
CAMPURAN ZAT ADDITIF STRUCTURO PD203 DAN *FLY*
ASH

Palembang, November 2011
Ketua Jurusan,



Ir. H. YAKNI IDRIS, M.Sc., MSCE
NIP. 19581211 198703 1 002

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

N A M A : ARIEF HIDAYAT
N I M : 03061001030
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : KAJIAN PENCAPAIAN KUAT TEKAN BETON
MENGUNAKAN SEMEN PORTLAND TIPE 1 DENGAN
CAMPURAN ZAT ADDITIF STRUCTURO PD203 DAN *FLY*
ASH

Palembang, 30 November 2011
Dosen Pembimbing,



Ir. H. IMRON ASTIRA FIKRI, M.S
NIP. 19540224 198503 1 001

Motto

Tidaklah telah Kami lapangkan dadamu untukmu?. Dan Kami lepaskan bebanmu daripadamu. Yang memberatkan punggungmu. Dan Kami meninggikan bagimu sebutan (nama)mu. Sebab sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (urusan dunia), maka bersungguh-sungguhlah (dalam beribadah). Dan hanya kepada Tuhanmulah berharap. (Qs. Al-Insyirah 1-8)

"I've no special talent, i'm only passionately curious."

"It's not that i'm so smart, it's just that i stay with problem longer." (Albert Einstein)

"Jika lari, kamu mungkin saja kalah.

Tapi jika tidak berlari, dapat dipastikan kamu akan kalah." (Jesse Jackson)

"Manusia tidak memiliki talenta yang sama, tapi kita memiliki kesempatan yang sama untuk mengembangkan talenta kita." (John Fitzgerald Kennedy)

"Kita memiliki dua telinga dan satu mulut. Karena itu, kita mampu mendengarkan dua kali lebih banyak daripada berbicara." (Epictetus)

"Kepuasan terbesar dalam hidup adalah berhasil melakukan sesuatu yang orang lain kira Anda tak mampu melakukannya." (Walter Bahegot)

Kupersembahkan kepada :

Yang Maha Pencipta Allah SWT

Suri tauladanku Nabi Muhammad SAW

Ayah dan Ibuku serta Adik-Kakakku yang kucintai

Almamaterku

Semua yang Aku cintai

ABSTRAK

Konsumsi material kian bertambah seiring dengan industri konstruksi yang kian berkembang. Semen juga klinker sebagai campuran utama pembuat semen pun semakin menurun. Selain menimbulkan pencemaran udara melalui pelepasan emisi CO₂, proses produksi semen juga memerlukan energi tinggi yang berakibat dengan tingginya harga semen. Permasalahan ini dicoba untuk dipecahkan oleh produsen semen dengan membuat berbagai semen dengan campuran bahan baru,

Penelitian dan percobaan di bidang beton juga terus dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah dengan menggunakan bahan tambah (*admixture*) yang dapat mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton yang baik dalam keadaan segar maupun setelah keras. Secara umum ada dua jenis bahan tambah yaitu bahan tambah berupa mineral (*mineral admixture*) dan bahan tambah kimiawi (*chemical admixture*). Salah satu *mineral admixtures* dan *chemical admixture* yang dapat digunakan adalah *fly ash* dan *superplasticizer*. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Structuro PD203.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Structuro PD203 dan *fly ash* sebagai pengganti sebagian Semen Portland Tipe 1 terhadap kuat tekan beton. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm berjumlah 63 sampel. Kuat tekan yang direncanakan adalah 20 MPa, 25 MPa dan 30 Mpa. Varian yang digunakan untuk f'c 30 Mpa adalah varian Structuro PD203 5% dan 1%. Varian yang digunakan untuk f'c 25 Mpa dan 20 Mpa adalah varian *fly ash* 5%, 10% dan 15% dengan tambahan Structuro PD203 5%.

Dari penelitian yang telah dilakukan, untuk f'c 30 MPa dapat diketahui bahwa penambahan penggunaan Structuro PD203 dapat mengakibatkan bertambahnya nilai pencapaian kuat tekan beton untuk setiap umurnya, sedangkan untuk f'c 25 MPa dan 20 MPa kuat tekan beton optimum dapat dicapai dengan penggunaan Structuro PD203 0,5% dan *fly ash* 10%. Sedangkan dari faktor air semen yang berlaku saat penelitian dapat diketahui bahwa penambahan penggunaan Structuro PD203 dapat mengakibatkan berkurangnya nilai faktor air semen dan penambahan penggunaan *fly ash* dapat mengakibatkan bertambahnya nilai faktor air semen.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya jugalah laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Maksud dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya guna mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Adapun masalah yang penulis bahas adalah tentang beton dengan judul :
"Kajian Pencapaian Kuat Tekan Beton Menggunakan Semen Portland Tipe 1 Dengan Campuran Zat Additif Structuro PD203 dan *Fly Ash*"

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan bantuan serta fasilitas dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya,
2. Bapak Budhi Setiawan, ST., MT., PhD, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya,
3. Bapak Ir. H. Imron Astira Fikri, M.S, selaku Pembimbing Utama dalam Tugas Akhir ini yang telah banyak membantu dan sabar membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T, selaku Pembimbing Akademik di Jurusan Teknik Sipil, yang telah banyak membantu selama ini,
5. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE, Ir. Nurdin Syahril, M.T, dan Ibu Rosidawani, S.T., M.T, selaku Penguji Sidang Sarjana Jurusan Teknik Sipil, yang telah banyak memberikan arahan dan ilmu yang sangat berarti pada saat Sidang Sarjana,
6. Pak Dani, Kak Agung, Anggi, Kak Rudi, Kak Ari, yang banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian,
7. Mbak Tini, Mbak Dian, Kak Aang dan Kak Jun, atas kemudahan administrasi di jurusan,
8. Ayah dan ibuku serta adik-kakakku yang telah memberi dukungan, semangat, doa dan menyediakan fasilitas,
9. Teman-teman satu kelompok tugas akhir, Ican dan Alvin, yang banyak berjuang bersama-sama dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

10. Teman-teman Macet, Ican, Deni, Rendi, Ferdi, Rengki, Danang, Wahyu, Satria, Ari, Tomi, Oden, serta teman-teman Angkatan 2006 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu selama kuliah maupun dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini,
11. Teman-teman kosanku, Anggra, Bobi, Ales, Dede', Jeri, Dedong, Rindi dan Kak Agus.
12. *One more last, Glory-glory United, Forza Milan*, Maju Terus Laskar Wong Kito!

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan. Akhir kata penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, November 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan Laporan Tugas Akhir	ii
Halaman Persetujuan Laporan Tugas Akhir	iii
Halaman Persembahan	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel ..	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Sifat-sifat Beton	5
2.2.1 Sifat-sifat Beton Segar	5
2.2.1.1 Kemudahan Pengerjaan (<i>Workability</i>)	6
2.2.1.2 Pemisahan Kerikil (<i>Segregation</i>)	7
2.2.1.2 Pemisahan Air (<i>Bleeding</i>)	7
2.2.2 Sifat-sifat Beton Keras	7
2.2.2.1 Kuat Tekan Beton	7
2.3 Material Pembentuk Beton	10
2.3.1 Semen	10

2.3.2 Agregat	11
2.3.2.1 Agregat Kasar	12
2.3.2.2 Agregat Halus	13
2.3.3 Air	14
2.4 Bahan Tambah	15
2.4.1 Bahan Tambah Kimia	17
2.4.2 Bahan Tambah Mineral	18
2.5 Benda Uji	20
 BAB III METODELOGI PENELITIAN	21
3.1 Studi Literatur	22
3.2 Persiapan Material dan Laboratorium	22
3.3 Pengujian Material	23
3.3.1 Pemeriksaan Berat Volume Agregat	23
3.3.2 Analisa Saringan Agregat Kasar	24
3.3.3 Analisa Saringan Agregat Halus	25
3.3.4 Pemeriksaan Zat Organik Agregat Halus	25
3.3.5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	26
3.3.6 Pemeriksaan Kadar Air Agregat	26
3.3.7 Pemeriksaan <i>Specific Gravity</i> & Penyerapan Agregat Kasar	27
3.3.8 Pemeriksaan <i>Specific Gravity</i> & Penyerapan Agregat Halus	28
3.4 Pembuatan <i>Mix Design</i>	29
3.5 Pelaksanaan Campuran	31
3.6 Pengujian <i>Slump</i>	32
3.7 Pembuatan Benda Uji	32
3.8 Perawatan Benda Uji	33
3.9 Pengujian Kuat Tekan	34
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Pengujian Material	35
4.2 Perencanaan <i>Job Mix Formula</i>	35
4.3 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	41

4.4 Pembahasan	45
4.4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	45
4.4.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk f'_c 30 MPa	45
4.4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk f'_c 25 MPa	47
4.4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk f'_c 20 MPa	48
4.4.5 Pencapaian Kuat Tekan Beton Keseluruhan	50
4.4.6 Faktor Air Semen Penelitian	50
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Banyaknya Sampel dari Setiap Varian Campuran	3
2.1 Perbandingan Kekuatan Pada Berbagai Benda Uji	9
2.1 Perkembangan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur	9
2.3 Syarat Mutu Agregat Kasar	13
2.4 Syarat Mutu Agregat Halus	14
2.5 Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> yang Digunakan	19
3.1 Nilai Standar Deviasi Mutu Pekerjaan	29
4.1 Data Hasil Pengujian Material	35
4.2 Perencanaan <i>JMF</i> menurut SNI 03-2834-2000 untuk $f'c$ 30 Mpa	36
4.3 Susunan Campuran Beton Teoritis Untuk Tiap M^3	36
4.4 Susunan Campuran Beton Koreksi Untuk Tiap M^3	37
4.5 Perencanaan <i>JMF</i> menurut SNI 03-2834-2000 untuk $f'c$ 25 Mpa	38
4.6 Susunan Campuran Beton Teoritis Untuk Tiap M^3	38
4.7 Susunan Campuran Beton Koreksi Untuk Tiap M^3	39
4.8 Perencanaan <i>JMF</i> menurut SNI 03-2834-2000 untuk $f'c$ 20 Mpa	40
4.9 Susunan Campuran Beton Teoritis Untuk Tiap M^3	40
4.10 Susunan Campuran Beton Koreksi Untuk Tiap M^3	41
4.11 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk $f'c$ 30 MPa	42
4.12 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk $f'c$ 25 MPa	43
4.13 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk $f'c$ 20 MPa	44
4.14 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk Setiap Umurnya	46
4.15 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 25 MPa	47
4.16 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 20 MPa	49
4.17 Banyaknya Kelebihan Air Dari Setiap Varian Campuran	51
4.18 Perbandingan Faktor Air Semen Koreksi dan Kuat Tekan Rencana Dengan Faktor Air Semen Penelitian dan Kuat Tekan Yang Dicapai	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
4.1 Grafik Perkembangan Kuat Tekan Beton Normal Selama 28 Hari	45
4.2 Grafik Perkembangan Kuat Tekan Beton Selama 28 Hari Untuk $f'c$ 30 MPa	45
4.3 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk Setiap Umurnya	46
4.4 Grafik Penambahan Structuro PD203 Terhadap Pencapaian Kuat Tekan Beton Untuk $f'c$ 30 MPa	47
4.5 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Untuk $f'c$ 25 MPa	47
4.6 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 25 MPa	48
4.7 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Untuk $f'c$ 20 MPa	48
4.8 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 20 MPa	49
4.9 Grafik Pencapaian Kuat Tekan Beton Keseluruhan	50
4.10 Faktor Air Semen Penelitian	51

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Hasil Pengujian Material**
- Lampiran B. Perencanaan *Job Mix Formula***
- Lampiran C. Dokumentasi**
- Lampiran D. Surat-surat Pelaksanaan Tugas Akhir**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

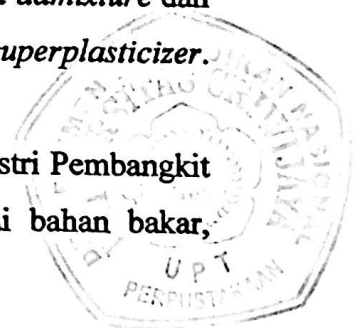
Seiring dengan berkembangnya industri konstruksi saat ini, beton merupakan salah satu bahan struktur yang paling banyak digunakan dalam pembangunan. Semen sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton pun semakin bertambah permintaannya, khususnya Semen Portland Tipe 1 (*Ordinary Portland Cement*). Padahal dari tahun ke tahunnya produksi klinker sebagai campuran utama pembuat semen, semakin menurun seiring bahan baku yang berkurang. Di lain pihak proses produksi semen, selain menimbulkan pencemaran udara melalui pelepasan emisi CO₂, juga memerlukan energi tinggi yang berakibat dengan tingginya harga semen.

Permasalahan ini dicoba untuk dipecahkan oleh produsen semen dengan membuat berbagai semen dengan campuran bahan baru, antara lain Semen Portland Pozzolan (*Portland Pozzolan Cement*), Semen Portland Komposit (*Portland Composite Cement*), semen dengan *silica fume*, dan lain-lain.

Penelitian dan percobaan di bidang beton juga terus dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, yang dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah dengan menggunakan bahan tambah (*admixture*) yang dapat mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton yang baik dalam keadaan segar maupun setelah keras.

Secara umum ada dua jenis bahan tambah yaitu bahan tambah yang berupa mineral (*mineral admixture*) dan bahan tambah kimiawi (*chemical admixture*). *Mineral admixture* lebih banyak bersifat penyemenan sehingga digunakan dengan tujuan perbaikan kinerja kekuatannya, sedangkan *chemical admixture* biasanya dimaksudkan untuk mengubah perilaku beton pada saat pelaksanaan atau untuk meningkatkan kinerja beton pada saat pelaksanaan. Salah satu *mineral admixture* dan *chemical admixture* yang dapat digunakan adalah *fly ash* dan *superplasticizer*. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Structuro PD203.

Abu Terbang atau *fly ash* adalah produk sampingan dari industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar.



berupa butiran halus ringan, bundar, tidak *porous* serta bersifat pozzolanik. Pozzolan sendiri adalah bahan yang mengandung silika dan alumunium yang bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada temperatur biasa membentuk senyawa bersifat *cementitious*. Sedangkan *superplasticizer* adalah bahan kimia tambahan pengurang jumlah air yang sangat efektif. Dengan pemakaian bahan tambahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh adukan dengan kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga kuat tekan beton lebih tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan Structuro PD203 dan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen portland tipe 1 terhadap kuat tekan beton.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah :

1. Menerapkan Aturan Tata Cara Uji Material dan Analisa Pembuatan *Job Mix Formula* (JMF) menurut SNI 03-2834-2000.
2. Mengetahui perubahan kuat tekan beton selama 28 hari dari penggunaan setiap persentase Structuro PD203 yang digunakan pada setiap varian campuran.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen portland tipe 1 terhadap kuat tekan beton dengan Structuro PD203.
4. Mengetahui faktor air semen yang sesungguhnya berlaku pada setiap varian campuran.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian akan dilakukan berupa serangkaian percobaan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Beton PT Sucofindo Area Palembang dan akan dibatasi dengan hal-hal berikut :

1. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm berjumlah 63 sampel. Kuat tekan yang direncanakan adalah 20 MPa, 25 MPa dan 30 MPa.

2. Material yang digunakan adalah :

a. Semen

Semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe 1 produksi PT. Semen Baturaja.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari Lahat, Sumatera Selatan.

c. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Komering, Sumatera Selatan.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di laboratorium.

e. Fly Ash

Fly ash yang digunakan berasal dari PLTU Tanjung Enim, Sumatera Selatan.
Fly ash yang digunakan adalah *fly ash* yang lolos saringan No. 100.

f. Superplasticizer

Superplasticizer yang digunakan adalah Structuro PD203 yang diberikan oleh PT. Fosroc Indonesia.

Tabel 1.1 Banyaknya Sampel dari Setiap Varian Campuran

Jenis Semen	Kuat Tekan (Mpa)	Structuro PD203 (%)	Semen (%)	Fly Ash (%)	Umur Beton			Banyaknya Sampel	
					7 hari	21 hari	28 hari		
Semen Portland Tipe I	30	0	100	0	3	3	3	9	
		0,5	99,5	0	3	3	3	9	
		1	99	0	3	3	3	9	
	25	0	100	0	3	3	3	9	
		0,5	94,5	5	-	-	3	3	
		0,5	89,5	10	-	-	3	3	
		0,5	84,5	15	-	-	3	3	
	20	0	100	0	3	3	3	9	
		0,5	94,5	5	-	-	3	3	
		0,5	89,5	10	-	-	3	3	
		0,5	84,5	15	-	-	3	3	
									63

3. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah sampel mencapai umur yang telah direncanakan, yaitu 7 hari, 21 hari dan 28 hari.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pembahasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas gambaran umum tentang beton, sifat-sifat beton, material pembentuknya, dan bahan tambah (*admixture*).

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai tahapan pelaksanaan penelitian yang meliputi studi literatur, persiapan material dan laboratorium, pengujian material, pembuatan *mix design*, pelaksanaan campuran, pengujian *slump*, pembuatan dan persiapan benda uji, perawatan benda uji dan pengujian kuat tekan beton.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil pengujian material, perencanaan *job mix formula*, dan data hasil pengujian kuat tekan beton serta pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diambil dari penelitian beserta saran untuk memperbaiki penelitian di masa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat bahan susun beton, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, di antaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibanding dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas (runtuh seketika). Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan dapat membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan baja untuk memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan (Dipohusodo, 1994).

2.2 Sifat-sifat Beton

Karakteristik dari beton dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Pendekatan praktis yang paling baik adalah mengusahakan kesempurnaan semua sifat beton.

2.2.1 Sifat-sifat Beton Segar

Beton segar merupakan suatu campuran antara air, semen dan agregat dan bahan tambahan jika diperlukan setelah selesai pengadukan, usaha-usaha seperti pengangkutan, pengecoran, pemadatan, penyelesaian akhir dan perawatan beton dapat mempengaruhi beton segar itu sendiri setelah mengeras. Pada tiap-tiap

pengolahan beton segar ini sangat diperhatikan agar bahan-bahan campuran tetap kompak dan tercampur merata dalam seluruh adukan.

Tiga hal penting yang perlu diketahui dari sifat-sifat beton segar yaitu kemudahan pengerjaan (*workability*), pemisahan kerikil (*segregation*) dan pemisahan air (*bleeding*). Jadi, sifat dapat dikerjakan pada beton ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, diangkut, dituang/dicetak, dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan ataupun sifat-sifat bahan itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat dapat dikerjakan beton segar.

2.2.1.1 Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Beton segar yang baik terlihat dari kemudahan adukan tersebut dikerjakan (*workability*) yang mempunyai sifat :

1. Mobilitas, yaitu kemudahan spesi beton dapat dituangkan (dialirkan) ke dalam cetakan pada saat pengecoran.
2. Kompaktibilitas, yaitu kemudahan spesi beton dipadatkan dan rongga udara dihilangkan.
3. Stabilitas, yaitu kemampuan spesi beton untuk tetap sebagai masa yang homogen dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi dari bahan utamanya.

Konsistensi/keleccakan adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian *slump* yang didasarkan pada ASTM C 143-74. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, yang disebut kerucut Abrams. Bagian bawah berdiameter 20 cm, bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm.

Variasi yang terjadi antara nilai *slump* adanya beberapa ukuran akibat tiga buah jenis *slump* yang terjadi dalam praktek yaitu :

1. Penurunan umum dan seragam tanpa ada yang pecah, oleh karena itu dapat disebut *slump* yang sebenarnya. Pengambilan nilai *slump* sebenarnya dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.
2. *Slump* geser yang terjadi bilamana paruh puncaknya tergeser atau tergelincir ke bawah pada bidang miring. Pengambilan nilai *slump* geser ini ada dua cara yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut.
3. Campuran beton pada kerucut runtuh seluruhnya. Pengambilan nilai *slump collapse* dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.

2.2.1.2 Pemisahan Kerikil (*Segregation*)

Kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil, yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain :

1. Campuran kurus atau kurang semen.
2. Terlalu banyak air.
3. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm.
4. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan butir agregat kasar semakin mudah terjadi segregasi.

Untuk mengurangi kecenderungan segregasi maka diusahakan air yang diberikan sedikit mungkin, adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian yang terlalu besar dan cara pengangkutan, penuangan maupun pemadatan harus mengikuti cara-cara yang benar.

2.2.1.3 Pemisahan Air (*Bleeding*)

Kecenderungan air untuk naik ke permukaan beton yang baru dipadatkan dinamakan *bleeding*. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir pasir halus, yang pada saat beton mengeras akan membentuk selaput (*laitence*). *Bleeding* dapat dikurangi dengan cara :

1. Memberi lebih banyak semen.
2. Menggunakan air sedikit mungkin.
3. Menggunakan pasir lebih banyak.

2.2.2 Sifat-sifat Beton Keras

Sifat-sifat beton yang telah mengeras mempunyai arti yang penting selama masa pemakaiannya. Sifat-sifat penting dari beton yang telah mengeras adalah kekuatan tekannya, modulus elastisitas beton, ketahanan beton (*durability*), *permeability* dan penyusutan.

2.2.2.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan sifat yang paling penting dalam beton keras, dan umumnya dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara 10 - 65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kekuatan berkisar 17 - 30 MPa, sedangkan

untuk beton prategang berkisar 30 - 45 MPa. Untuk keadaan dan keperluan struktur khusus, beton *ready mix* sanggup mencapai nilai kuat tekan 62 MPa dan untuk memproduksi beton kuat tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat dalam laboratorium (Dipohusodo, 1994).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton, antara lain :

1. Ukuran dan Bentuk Agregat

Semakin kecil area permukaan agregat, maka semakin kecil kebutuhan air untuk campuran beton. Dengan semakin kecilnya faktor air semen, maka kekuatan beton semakin meningkat. Penggunaan agregat dengan ukuran butir maksimum yang lebih besar dapat menurunkan kekuatan beton.

2. Faktor Air Semen

Secara umum, semakin besar nilai f.a.s, semakin rendah mutu kekuatan beton. Dengan demikian, untuk menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi f.a.s dalam beton haruslah rendah, sayangnya hal ini menyebabkan kesulitan dalam pengerjaannya. Umumnya nilai f.a.s minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan nilai maksimumnya 0,65. Tujuan pengurangan f.a.s ini adalah untuk mengurangi hingga seminimal mungkin porositas beton yang dibuat sehingga akan dihasilkan beton mutu tinggi.

3. Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Biasanya nilai kuat tekan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari. Kekuatan beton akan naik secara cepat (*linear*) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya tidak terlalu signifikan. Umumnya pada umur 7 hari kuat tekan mencapai 70% dan pada umur 14 hari mencapai 85% - 90% dari kuat tekan umur 28 hari (Dipohusodo, 1994).

4. Jenis Semen

Jenis semen portland yang digunakan ada 5 jenis yaitu Semen Portland Jenis I, Semen Portland Jenis II, Semen Portland Jenis III, Semen Portland Jenis IV dan Semen Portland Jenis V. Jenis-jenis semen tersebut mempunyai laju kenaikan kekuatan yang berbeda.

5. Jumlah Semen

Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah.

Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah.

6. Rongga Udara (*Voids*)

Peningkatan faktor air semen dapat menyebabkan rongga udara meningkat, sehingga dapat mempengaruhi penurunan durabilitas, sifat kedap air pada beton, dan juga kekuatan beton. Kebutuhan air dalam pencampuran beton diharapkan cukup untuk mendukung proses hidrasi pada semen, penambahan air pada pencampuran beton dapat menyebabkan terjadinya rongga pada beton, sehingga kualitas beton yang dihasilkan menurun.

7. Perawatan Beton (*Curing*)

Kekuatan tekan beton bertambah seiring dengan umur beton dan perawatan beton. Peningkatan suhu air untuk perawatan beton ataupun pencampuran beton dapat meningkatkan kekuatan beton lebih cepat. Penggunaan *curing* dengan sistem uap dapat meningkatkan kekuatan beton lebih cepat dibandingkan dengan sistem perawatan beton dengan metode perendaman.

Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Dimana: σ = Kuat tekan benda uji (kg/cm²)
 P = Kemampuan benda uji untuk menahan gaya tekan (kg)
 A = Luas penampang benda uji (cm²)

Tabel 2.1 Perbandingan Kekuatan Pada Berbagai Benda Uji

Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Tekan
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder 15 x 30 cm	0,83

Sumber: Peraturan Beton Bertulang Indonesia

Tabel 2.2 Perkembangan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa	0,4	0,65	0,88	0,95	1,00	1,2	1,35
Semen Portland dengan Kekuatan Awal yang Tinggi	0,55	0,75	0,9	0,95	1,00	1,15	1,2

Sumber: Peraturan Beton Bertulang Indonesia

2.3 Material Pembentuk Beton

Bahan yang dipakai dalam pembuatan atau penyusunan beton terdiri dari semen, air, agregat halus dan agregat kasar.

2.3.1 Semen

Semen adalah perekat hidrolis yang berarti bahwa senyawa-senyawa yang terkandung di dalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan.

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu :

1. Semen non-hidrolik

Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

2. Semen hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain Semen Portland, semen pozzolan, semen alumina, semen terak, semen alam dan lain-lain (Mulyono, 2003).

Semen Portland merupakan perekat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang kandungan utamanya adalah kalsium silikat dengan satu atau dua buah bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan. Komposisi yang sebenarnya dari berbagai senyawa yang ada berbeda-beda dari jenis semen yang satu dengan yang lain. Adapun jenis-jenis Semen Portland yaitu :

1. Semen Portland Biasa

Semen Portland jenis ini digunakan dalam pelaksanaan konstruksi beton secara umum apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus, misalnya ketahanan terhadap sulfat, panas hidrasi rendah, kekuatan awal yang tinggi dan sebagainya. ASTM mengklasifikasikan jenis semen ini sebagai tipe I.

2. Semen Portland dengan Ketahanan Sedang Terhadap Sulfat

Semen Portland jenis ini digunakan pada konstruksi apabila sifat ketahanan terhadap sulfat dengan tingkat sedang, yaitu kandungan sulfat (SO_3) pada air tanah dan tanah masing-masing 0,8% - 0,17% dan 125 ppm, serta pH tidak kurang dari 6. Pada daerah lokasi tertentu dengan suhu agak tinggi, maka untuk mengurangi penguapan air selama pengeringan agar tidak terjadi retak akibat

susut (*shrinkage*) yang besar, maka perlu ditambahkan sifat moderat "*heat of hydration*". ASTM mengklasifikasikan semen jenis ini sebagai tipe II.

3. Semen Portland dengan Kekuatan Awal Tinggi

Semen Portland jenis ini merupakan semen portland yang digiling lebih halus dan mengandung trikalsium silikat (C_3S) lebih banyak dibanding Semen Portland biasa (Murdock dan Brook, 1991). ASTM mengklasifikasikan semen ini sebagai tipe III. Semen Portland jenis ini memiliki pengembangan kekuatan awal tinggi dan kekuatan tekan pada waktu lama yang juga lebih tinggi dibanding Semen Portland Biasa, umumnya digunakan pada keadaan-keadaan darurat, misalnya pembetonan pada musim dingin.

4. Semen Portland dengan Panas Hidrasi Rendah

Semen Portland jenis ini memiliki kandungan trikalsium silikat (C_3S) dan trikalsium aluminat (C_3A) yang lebih sedikit, tetapi memiliki kandungan C_3S yang lebih banyak dibanding Semen Portland Biasa dan memiliki sifat-sifat :

- Panas hidrasi rendah.
- Kekuatan awal rendah, tetapi kekuatan tekan pada waktu lama sama dengan Semen Portland Biasa.
- Susut akibat proses pengeringan rendah.
- Memiliki ketahanan terhadap bahan kimia, terutama sulfat.

ASTM mengklasifikasikan semen jenis ini sebagai tipe IV.

5. Semen Portland dengan Ketahanan Tinggi Terhadap Sulfat

Semen Portland jenis ini memiliki ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Kekuatan tekan pada umur 28 hari lebih rendah dibanding Semen Portland Biasa. Semen Portland jenis ini diklasifikasikan sebagai tipe V pada ASTM, digunakan pada konstruksi apabila dibutuhkan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat, yaitu kandungan sulfat (SO_3) pada air tanah dan tanah masing-masing 0,17% - 1,67% dan 125 ppm - 1250 ppm, seperti pada konstruksi pengolahan limbah atau konstruksi di bawah permukaan air.

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland Tipe 1 produksi PT. Semen Baturaja.

2.3.2 Agregat

Agregat merupakan material yang dominan pemakaiannya dalam dunia rekayasa sipil. Agregat dapat digunakan langsung (seperti dasar jalan dan timbunan)

dan juga dapat digunakan dengan penambahan semen untuk membentuk suatu kesatuan material atau disebut dengan beton. Agregat menempati 70% sampai dengan 75% dari volume beton, sehingga karakteristik dan sifat dari agregat memiliki pengaruh langsung terhadap kualitas dan sifat-sifat beton (Nugraha dan Antoni, 2007).

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir, dan lain sebagainya) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

Hampir semua faktor yang berkenaan dengan kelayakan suatu agregat endapan (*quarry*) berhubungan dengan sejarah geologi dari daerah sekitarnya. Proses geologis yang membentuk suatu *quarry* atau modifikasi yang berurutan, menentukan ukuran, bentuk, lokasi, jenis, keadaan dari batuan, serta gradasi, dan sejumlah faktor lainnya. Agregat dapat dibedakan atas dua jenis yaitu agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Agregat alam dan buatan ini pun dapat dibedakan berdasarkan beratnya, asalnya, diameter butirnya (gradasi) dan tekstur permukaannya.

2.3.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sedimen dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran sesuai yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring dan seterusnya. Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ " (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek merusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen.

Kekuatan agregat bervariasi dalam batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal. Pertama, karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam hal pengikatan (*interlocking*). Kedua, porositas yang besar yang akan mempengaruhi keuletan atau ketahanan terhadap beban kejut. Dalam hal pemilihan agregat kasar, porositas yang

rendah merupakan faktor yang sangat menentukan untuk menghasilkan suatu adukan beton yang seragam, dalam artian mempunyai keteraturan dan keseragaman yang baik pada mutu maupun parameter lain yang dibutuhkan. Akan sangat baik jika akan digunakan untuk membentuk beton mutu tinggi dengan daya serap air sebesar tidak lebih dari 1%. Karena hal ini akan sangat berhubungan dengan pengendalian kandungan air pada campuran beton, yang dapat mengakibatkan ketidakteraturan atau deviasi yang sangat besar pada mutu yang akan dihasilkan.

Tabel 2.3 Syarat Mutu Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Besar Butir Maksimum		
	40 (mm)	20 (mm)	12,5 (mm)
40	95 - 100	100	100
20	30 - 70	95 - 100	100
12,5	-	-	90 - 100
10	10 - 35	25 - 55	40 - 85
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Sumber : Teknologi Beton, Mulyono, 2003

Sebagai material pengisi, agregat menempati 60% - 80% dari isi total suatu campuran beton yang bertujuan untuk memberi bentuk pada beton, memberi kekerasan yang dapat menahan beban, goresan dan cuaca, mengontrol *workability*, serta agar lebih ekonomis karena menghemat pemakaian semen. Karena itulah maka sifat-sifat agregat mempunyai pengaruh besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras.

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang berasal dari Lahat, Sumatera Selatan.

2.3.2.2 Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Ukurannya bervariasi antara No. 4 dan No. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. Berdasarkan tempat asal agregat halus dibedakan dalam beberapa kelompok yaitu :

a. Pasir Galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara mencucinya.

b. Pasir Sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir-butir agak kurang karena butir yang bulat. Karena besar butir-butirnya kecil, maka baik dipakai untuk memlaster tembok, juga dapat dipakai untuk keperluan yang lain.

c. Pasir Laut

Pasir laut ini adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang berasal dari Komerling, Sumatera Selatan.

Tabel 2.4 Syarat Mutu Agregat Halus

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persen Lolos Kumulatif
9,5	100
4,75	95 - 100
2,36	80 - 100
1,18	50 - 85
0,6	25 - 60
0,3	10 - 30
0,15	2 - 10

Sumber : ASTM C-33-95

2.3.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas

beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan (Mulyono, 2003).

Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai f.a.s 0,40 - 0,65 tergantung mutu beton yang hendak dicapai, umumnya menggunakan nilai f.a.s yang rendah, sedangkan di lain pihak untuk menambah daya *workability* (kemudahan pengerjaan) diperlukan nilai f.a.s yang lebih tinggi (Dipohusodo, 1994).

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di laboratorium.

2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama percampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya. *Admixture* atau bahan tambah yang didefinisikan dalam *Standard Definitions of terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) adalah sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi (Mulyono, 2003).

Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton.

Di Indonesia bahan tambah telah banyak dipergunakan. Manfaat dari penggunaan bahan tambah ini perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan. Dalam hal ini bahan yang dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang diberikan oleh SNI. Untuk bahan tambah yang merupakan bahan tambah kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam ASTM C.494, "*Standard Spesification for*

Chemical Admixture for Concrete". Untuk memudahkan pengenalan dan pemilihan *admixture*, perlu diketahui terlebih dahulu kategori dan penggolongannya, yaitu :

1. *Air entraining Agent* (ASTM C 260), yaitu bahan tambah yang ditujukan untuk membentuk gelembung-gelembung udara berdiameter 1 mm atau lebih kecil di dalam beton atau mortar selama pencampuran, dengan maksud mempermudah pengerjaan beton pada saat pengecoran dan menambah ketahanan awal pada beton.
2. *Chemical admixture* (ASTM C 494), yaitu bahan tambah cairan kimia yang ditambahkan untuk mengendalikan waktu pengerasan (memperlambat atau mempercepat), mereduksi kebutuhan air, menambah kemudahan pengerjaan beton, meningkatkan nilai *slump* dan sebagainya.
3. *Mineral admixture*, yaitu bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah *pozzolan*, *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*.
4. *Miscellaneous admixture* (bahan tambah lain), yaitu bahan tambah yang tidak termasuk dalam ketiga kategori di atas seperti bahan tambah jenis polimer (*polypropylene*, *fiber mash*, serat bambu, serat kelapa dan lainnya), bahan pencegah pengaratn dan bahan tambahan untuk perekat (*bonding agent*).

Penggunaan bahan tambah harus didasarkan pada alasan-alasan yang tepat misalnya untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu pada beton. Pencapaian kekuatan awal yang tinggi, kemudahan pekerjaan, menghemat harga beton, memperpanjang waktu pengerasan dan pengikatan, mencegah retak dan lain sebagainya. Para pemakai harus menyadari hasil yang diperoleh tidak akan sesuai dengan yang diharapkan pada kondisi pembuatan beton dan bahan yang kurang baik. Keuntungan penggunaan bahan tambah pada sifat beton, antara lain :

1. Pada beton segar (*fresh concrete*)
 - a. Memperkecil faktor air semen.
 - b. Mengurangi penggunaan air.
 - c. Mengurangi penggunaan semen.
 - d. Memudahkan dalam pengecoran.
2. Pada beton keras (*hardened concrete*)
 - a. Meningkatkan mutu beton.
 - b. Kedap terhadap air (*low permeability*).
 - c. Meningkatkan ketahanan beton (*durability*).

d. Berat jenis beton meningkat.

2.4.1 Bahan Tambah Kimia

Menurut standar ASTM C.494 jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe. Jenis dan definisi bahan tambahan kimia ini sebagai berikut:

1. Tipe A "*Water Reducing Admixture*"

Water Reducing Admixture adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

2. Tipe B "*Retarding Admixture*"

Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. *Ready mix* untuk lokasi yang sulit dijangkau dan pada daerah yang mempunyai empat musim cuaca, banyak dipakai pada saat pembangunan konstruksi pada waktu musim panas.

3. Tipe C "*Accelerating Admixture*"

Accelerating Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan pada beton.

4. Tipe D "*Water Reducing and Retarding Admixture*"

Water Reducing and Retarding Admixture adalah bahan tambahan yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

5. Tipe E "*Water Reducing and Accelerating Admixture*"

Water Reducing and Accelerating Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton, dan juga mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan kandungan air artinya f.a.s yang digunakan tetap dengan mengurangi kadar air.

6. Tipe F "*Water Reducing, High Range Admixture*"

Water Reducing High Range Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan

beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Jenis bahan tambah ini dapat berupa *superplasticizer*.

7. Tipe G "Water Reducing, High Range Retarding Admixture"

Water Reducing, High Range Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan menunda waktu pengikatan beton.

Bahan tambah kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah *superplasticizer* dengan brand dagang Structuro PD203 produksi PT. Fosroc Indonesia. Menurut ASTM C-494 dan *British Standart 5075*, *superplasticizer* adalah bahan kimia tambahan pengurang jumlah air yang sangat efektif. Dengan pemakaian bahan tambahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh adukan dengan kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga kuat tekan beton lebih tinggi.

Superplasticizer adalah zat-zat polymer organik yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang kompleks untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa *molecular* yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan *workabilitas*. Perbaikan *workabilitas* ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan *workability* yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi.

2.4.2 Bahan Tambah Mineral

Pada saat ini, bahan tambah mineral ini lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja tekan beton, sehingga bahan ini cenderung bersifat penyemenan. Adapun keuntungan penggunaan bahan tambah mineral adalah (Mulyono, 2003) :

1. Memperbaiki *workability* beton.
2. Mengurangi panas hidrasi.
3. Mengurangi biaya pekerjaan beton.
4. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat.

5. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika.
6. Menambah keawetan (durabilitas) beton.
7. Meningkatkan kuat tekan beton.
8. Meningkatkan usia pakai beton.
9. Mengurangi penyusutan.
10. Membuat beton lebih kedap air (porositas dan daya serap air pada beton rendah).

Bahan tambah mineral yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fly ash*. *Fly ash* dapat dibedakan menjadi 3 jenis (ACI *Manual of Concrete Practice* 1993 Part 1 226.3R-3), yaitu :

a. Kelas C

Fly ash yang mengandung CaO di atas 10% yang dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub-bitumen batubara (batubara muda).

1. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 50%.
2. Kadar CaO > 10%.

b. Kelas F

Fly ash yang mengandung CaO lebih kecil dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batubara.

1. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 70%.
2. Kadar CaO < 10%.

c. Kelas N

Pozzolan alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah diatomic, *opaline chert*, *shales*, *tuff* dan abu vulkanik, yang mana biasa diproses melalui pembakaran atau tidak melalui proses pembakaran. Selain itu juga mempunyai sifat pozzolan yang baik.

Tabel 2.5 Komposisi Kimia *Fly Ash* yang Digunakan

No	Parameter	Persentase Komposisi	Metode yang Digunakan
1	Silikat (SiO_2)	37,69	Gravimetri
2	Kalsium Oksida (CaO)	18,62	Titrimetri
3	Ferro Oksida (Fe_2O_3)	17,18	Kolorimetri
4	Alumunium Oksida (Al_2O_3)	1,15	Gravimetri
5	Unsur lain	25,38	-

Sumber : Laboratorium Kimia Universitas Sriwijaya

Besarnya proporsi campuran untuk *fly ash* diambil dari jurnal penelitian sebelumnya dengan menggunakan *fly ash* pada campuran beton (M. Shalahuddin, 2009), dari jurnal tersebut dapat dilihat besarnya proporsi optimum campuran *fly ash* pada beton yaitu sebesar 5% dari berat semen dan meningkatkan kuat tekan beton sebesar 28,6% dari kuat tekan beton normal.

2.5 Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm berjumlah 63 sampel. Kuat tekan yang direncanakan adalah 20 MPa, 25 MPa dan 30 MPa. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah sampel mencapai umur yang telah direncanakan, yaitu 7 hari, 21 hari dan 28 hari.

Volume benda uji silinder dinyatakan sebagai $V = \pi r^2 x t$

Dimana : V = Volume silinder (cm^3)

μ = 22/7

r = Jari-jari silinder (cm)

t = Tinggi Silinder (cm)

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur dan studi eksperimental. Studi Eksperimental akan dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Beton PT. Sukofindo Area Palembang.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



3.1 Studi Literatur

Studi Literatur adalah suatu metode pengumpulan data dalam penulisan tugas akhir yang menggunakan buku-buku dan penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan sebagai acuan kebenaran yang dapat dipertanggung jawabkan pada analisis pengolahan data.

3.2 Persiapan Material dan Laboratorium

Langkah awal pelaksanaan studi eksperimental adalah penentuan laboratorium yang akan dipakai pada penelitian ini, langkah berikutnya adalah melakukan persiapan terhadap benda uji yang meliputi pengadaan material yang diinginkan, pembersihan dan penyimpanan material.

Material yang akan digunakan adalah :

a. Semen

Semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe 1 produksi PT. Semen Baturaja.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari Lahat, Sumatera Selatan.

c. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Komering, Sumatera Selatan.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di laboratorium.

e. *Fly Ash*

Fly ash yang digunakan berasal dari PLTU Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* yang lolos saringan No. 100.

f. *Superplasticizer*

Superplasticizer yang digunakan adalah Structuro PD203 yang diberikan oleh PT. Fosroc Indonesia.

3.3 Pengujian Material

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat campuran beton dalam penelitian ini terlebih dahulu diuji di Laboratorium Pengujian Bahan dan Beton PT. Sukofindo Area Palembang berdasarkan SNI-03-2834-2000.

3.3.1 Pemeriksaan Berat Volume Agregat

Pemeriksaan ini digunakan untuk menentukan berat isi agregat halus, kasar atau campuran yang didefinisikan sebagai perbandingan antara material kering dengan volumenya.

Peralatan :

- a. Timbangan.
- b. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm, yang ujungnya bulat, terbuat dari baja tahan karat.
- c. Mistar perata.
- d. Skop.
- e. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang.
- f. Alat penggetar.

Bahan :

Agregat kasar dan halus

Prosedur Pelaksanaan :

Masukkan agregat ke dalam talam sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah. Keringkan dengan oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat menjadi tetap untuk digunakan sebagai benda uji.

1. Berat isi lepas :
 - a. Timbang dan catatlah berat wadah (W_1).
 - b. Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir, dari ketinggian 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sendok atau skop sampai penuh.
 - c. Ratakan permukaan dengan menggunakan mistar perata.
 - d. Timbang dan catatlah berat wadah dan benda uji (W_2).
2. Berat isi untuk agregat halus dengan cara penggetaran :
 - a. Timbang dan catatlah berat wadah (W_1).
 - b. Masukkan benda uji ke dalam wadah.

- c. Getarkan wadah dengan benda uji menggunakan alat penggetar selama 15 menit.
 - d. Tambahkan agregat halus hingga penuh jika terjadi penurunan tinggi agregat halus.
 - e. Ratakan permukaan dengan menggunakan mistar perata.
 - f. Timbang dan catatlah berat wadah dan benda uji (W_2).
3. Berat isi untuk agregat kasar dengan cara penusukan :
- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W_1).
 - b. Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang ditusukkan sebanyak 25 kali secara merata.
 - c. Ratakan permukaan dengan menggunakan mistar perata.
 - d. Timbang dan catatlah berat wadah dan benda uji (W_2).

3.3.2 Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian ini digunakan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat.

Peralatan :

- a. Timbangan.
- b. Saringan dengan urutan #3, #2, #1.5, #1, #3/4, #0.5, #3/8 dan pan.
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk pemanasan sampai $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$.
- d. Alat pemisah contoh (*sample splitter*).
- e. *Sieve shaker*.
- f. Talam-talam.
- g. Kuas, sikat kuningan, sendok dan alat-alat lainnya.

Bahan :

Agregat kasar yang digunakan sebanyak 2500 gr.

Prosedur Pelaksanaan :

- a. Mempersiapkan sampel yang sudah dicuci dan dikeringkan dalam oven dengan berat masing-masing.
- b. Mempersiapkan ayakan berdasarkan nomor ayakan.
- c. Ayakan dipasang pada alat penggetar asukan, kemudian masukkan sampel ke dalam saringan terletak paling atas dan digetarkan selama 15 menit.

- d. Setelah selesai digetarkan lalu menimbang berat uji yang tertahan pada masing-masing saringan.

3.3.3 Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui prosentase agregat halus pada perbandingan campuran beton berdasarkan kehalusannya dan untuk mengetahui apakah butir agregat halus yang dianalisis termasuk herbutir halus, sedang atau kasar.

Peralatan :

- a. Timbangan.
- b. Saringan dengan urutan diameter ayakan 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm dan pan.
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk pemanasan sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- d. Alat pemisah contoh (*sample splitter*).
- e. *Shieve Shaker*.
- f. Talam-talam.
- g. Kuas, sikat kuningan, sendok dan alat-alat lainnya.

Bahan :

Agregat halus yang digunakan sebanyak 1000 gr.

Prosedur Pelaksanaan :

- a. Mempersiapkan sampel yang sudah dicuci dan dikeringkan dalam oven dengan berat masing-masing.
- b. Mempersiapkan ayakan berdasarkan nomor ayakan.
- c. Ayakan dipasang pada alat penggetar asukan, kemudian masukkan sampel ke dalam saringan terletak paling atas dan digetarkan selama 15 menit.
- d. Setelah selesai digetarkan lalu menimbang berat uji yang tertahan pada masing-masing saringan.

3.3.4 Pemeriksaan Zat Organik Agregat Halus

Pemeriksaan ini digunakan untuk menentukan kadar zat organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran mortar atau beton.

Peralatan :

- a. Botol tidak berwarna dengan tutup yang tidak larut dalam larutan NaOH dengan isi 350 ml.

b. Standar warna (*organic plate*).

c. Larutan NaOH (3%).

Bahan :

Agregat halus dengan volume 115 ml (kira-kira 1/3 isi botol).

Prosedur Pelaksanaan :

- a. Masukkan larutan NaOH ke dalam botol.
- b. Tambahkan air untuk melarutkan NaOH, tutup botol kemudian kocok.
- c. Masukkan benda uji ke dalam botol, tambahkan air hingga 2/3 botol.
- d. Tutuplah botol, kocok lagi kuat-kuat dan biarkan selama 24 jam.
- e. Setelah 24 jam, bandingkanlah warna cairan yang terlihat dengan standar warna (*organic plate*).

3.3.5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan ini digunakan untuk menentukan prosentase kadar lumpur dalam agregat halus.

Peralatan :

- a. Gelas ukur.
- b. Alat pengaduk.

Bahan :

Contoh agregat halus secukupnya dalam kondisi lapangan dengan bahan pelarut air biasa.

Prosedur Pelaksanaan :

- a. Contoh benda uji dimasukkan ke dalam gelas ukur.
- b. Tambahkan air pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
- c. Gelas dikocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
- d. Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap selama 24 jam.
- e. Ukur tinggi pasir (V_1) dan tinggi lumpur (V_2).

3.3.6 Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui prosentase air yang terkandung dalam agregat terhadap berat kering agregat.

Peralatan :

- a. Timbangan.

- b. Oven yang suhunya dapat diatur sampai $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$.
- c. Talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar untuk tempat pengeringan contoh benda uji.

Bahan :

Agregat kasar dengan berat 3000 gr dan agregat halus dengan berat 1500 gr.

Prosedur Pelaksanaan :

- a. Timbang berat pan (W_1).
- b. Masukkan benda uji ke dalam pan, lalu ditimbang (W_2).
- c. Keringkan benda uji dalam oven beserta pan dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ sampai beratnya konstan (tetap).
- d. Timbang pan beserta benda uji (W_3).

3.3.7 Pemeriksaan *Specific-Gravity* dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan (*absorption*) dari agregat kasar.

Peralatan :

- a. Timbangan.
- b. Keranjang besi, diameter 203,2 mm (8") dan tinggi 63,5 mm (2,5").
- c. Alat penggantung keranjang.
- d. Oven yang suhunya dapat diatur sampai $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$.
- e. Ember dan handuk.

Bahan :

Agregat kasar sebanyak kira-kira 5000 gr.

Prosedur Pelaksanaan :

- a. Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan agregat.
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C sampai berat tetap.
- c. Dinginkan benda uji.
- d. Rendam benda uji dalam air selama (24 ± 4) jam.
- e. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput cair pada permukaan hilang (SSD), untuk butiran yang besar pengertian harus satu persatu.
- f. Timbang benda uji kering permukaan (A).

- g. Gantungkan keranjang pada alat penggantung, kemudian letakkan ember berisi air di bawah keranjang.
- h. Letakkan benda uji dalam keranjang, goyang-goyangkan keranjangnya untuk mengeluarkan udara yang terscap dan tentukan berat batu dalam air (B).
- i. Contoh dikeringkan dalam oven selama 24 jam. Setelah didinginkan, kemudian ditimbang (C).

3.3.8 Pemeriksaan *Specific-Gravity* dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan (*absorption*) dari agregat halus.

Peralatan :

- a. Timbangan.
- b. Piknometer dengan kapasitas 500 ml.
- c. Kerucut terpancung (*cone*) diameter atasnya (40 ± 3) mm, diameter bawahnya (90 ± 3) mm, dan tinggi (75 ± 3) mm, dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm.
- d. Batang penumbuk dan bidang permukaan rata beratnya (340 ± 15) gr, diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk pemanasan sampai $(110 \pm 5)^{\circ}$ C.
- f. Pan besar.
- g. Bejana tempat air.
- h. Tisu.
- i. Air suling.

Bahan :

Agregat halus sebanyak kira-kira 500 gr.

Prosedur Pelaksanaan :

- a. Agregat halus dikeringkan dalam oven selama 24 jam, kemudian disiram dengan air sampai diperoleh kondisi kering dengan indikasi contoh tercurah dengan baik.
- b. Sebagian dari contoh dimasukkan pada kerucut terpancung dalam tiga lapis. Tiap lapis kira-kira $1/3$ isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung. Keadaan ini tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi dalam keadaan tercetak.

- c. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, masukkan benda uji ke dalam piknometer, masukkan air sampai mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya. Jika terdapat gelembung dihapus dengan menggunakan tisu.
- d. Rendam piknometer dalam air selama 24 jam.
- e. Timbang piknometer yang berisi air dan benda uji (C).
- f. Keluarkan benda uji, lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- g. Setelah benda uji dingin kemudian timbang (E).
- h. Tentukan berat piknometer berisi air penuh (D).

3.4 Pembuatan Mix Design

Perhitungan rencana campuran beton yang digunakan berdasarkan SNI-03-2834-2000. Adapun langkah-langkah perhitungan rencana campuran beton yaitu :

1. Tetapkan kuat tekan karakteristik beton yang disyaratkan.
2. Hitung standar deviasi.

Tabel 3.1 Nilai Standar Deviasi Mutu Pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Standar Deviasi (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

3. Hitung nilai tambah (margin).
4. Hitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan $(1 + 3)$.
5. Tetapkan jenis semen yang akan dipakai.
6. Tetapkan jenis agregat kasar dan halus. Agregat dapat dalam bentuk tak dipecah (pasir atau koral) atau dipecah.
7. Faktor air semen ditentukan pada tabel 2, bila dipergunakan grafik 1 atau grafik 2, ikuti langkah-langkah berikut :
 - a. Tentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan tabel 2, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai.
 - b. Lihat grafik 1 untuk benda uji silinder atau grafik 2 untuk benda uji berbentuk kubus.

- c. Tarik garis vertikal pada f.a.s 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan sub butir b di atas.
 - d. Tarik garis horizontal melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan sub butir c di atas.
 - e. Tarik garis tegak lurus ke bawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan f.a.s yang diperlukan.
8. Tetapkan f.a.s maksimum, dapat dilihat pada tabel 1 yang disesuaikan dengan kondisi penggunaan beton tersebut. Jika nilai f.a.s yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai adalah yang terendah.
 9. Tetapkan tinggi *slump* maksimum.
 10. Ukuran agregat ditentukan dari hasil analisa dengan mengambil ukuran agregat maksimum lolos saringan.
 11. Tentukan nilai kadar air bebas menurut tabel 3.
 12. Kadar air semen tiap m^3 beton dihitung dari perbandingan kadar air bebas dengan f.a.s (11/7).
 13. Jumlah semen maksimum (11/8) atau (11/7).
 14. Tentukan jumlah semen minimum dari tabel 1.
 15. Tentukan f.a.s yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka f.a.s diperhitungkan kembali.
 16. Tentukan susunan besar butir agregat halus (pasir) kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisis ayakan menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva yang tertera dalam grafik 3 - 6.
 17. Tentukan persentase pasir dengan menggunakan grafik 13 - 15, dengan diketahuinya ukuran butir maksimum pada butir 10, *slump* butir 9, f.a.s butir 15 dan daerah susunan agregat halus pada butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik 13 - 15. Jumlah ini adalah jumlah seluruhnya dari pasir atau fraksi agregat yang lebih halus dari 5 mm.
 18. Hitung berat relatif agregat.
 19. Tentukan berat isi beton menurut grafik 16 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditentukan butir 11 dan berat jenis relative dari agregat gabungan butir 18.
 20. Kadar agregat gabungan = berat isi beton - (kadar air bebas + kadar semen).

21. Kadar agregat halus = persentase agregat halus (17) x kadar agregat gabungan (20)
22. Kadar agregat kasar = kadar agregat gabungan (20) - kadar agregat halus (21).
Dari langkah-langkah tersebut di atas butir (1) - (22) sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m³ beton.
23. Korcksi proporsi campuran menurut perhitungan pada butir 10 (perencanaan beton).
24. Buatlah campuran uji, ukur dan catatlah besarnya *slump* serta kekuatan tekan yang sesungguhnya, perhatikan hal berikut :
 - a. Jika harga yang didapat sesuai dengan harga yang diharapkan, maka susunan campuran beton tersebut dapat dikatakan baik. Jika tidak, maka campuran perlu diperbaiki.
 - b. Kalau *slump*-nya ternyata terlalu tinggi/rendah, maka kadar air perlu dikurangi/ditambah (dengan demikian juga kadar semennya, karena f.a.s harus dijaga agar tetap tak berubah).
 - c. Jika kekuatan beton dari campuran uji terlalu tinggi atau rendah, maka f.a.s dapat atau harus ditambahkan atau dikurangi sesuai dengan grafik 1 atau grafik 2.

3.5 Pelaksanaan Campuran

Setelah ditetapkan unsur-unsur campuran, prosedur praktikum untuk pelaksanaan campuran beton adalah sebagai berikut :

- a. Persiapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
- b. Persiapkan wadah yang cukup menampung volume beton basah rencana.
- c. Masukkan agregat kasar dan agregat halus ke dalam *mixer*.
- d. Lakukan pencampuran agregat.
- e. Tambahkan semen pada agregat campuran dan ulangi proses pencampuran, sehingga diperoleh adukan kering agregat dan semen yang merata.
- f. Adukan kering agregat dan semen kemudian ditumpahkan ke wadah.
- g. Tuangkan air ke dalam wadah dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.
- h. Lakukan pemeriksaan *slump*.
- i. Buatlah benda uji silinder/kubus sesuai dengan petunjuk.

- j. Lakukan pencatatan hal-hal yang menyimpang dari perencanaan, terutama pemakaian jumlah air dan nilai *slump*.

3.6 Pengujian *Slump*

Sebelum mengadakan pengujian *slump* tentunya Pengujian ini digunakan untuk menentukan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton basah/segar.

Peralatan :

- Cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Bagian atas dan bawah cetakan terbuka.
- Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm. Ujung dibulatkan dan sebaiknya bahan tongkat terbuat dari baja tahan karat.
- Pelat logam dengan permukaan rata dan kedap air.
- Sendok cekung.

Bahan :

Contoh beton segar.

Prosedur Pelaksanaan :

- Letakkan cetakan di atas pelat.
- Isilah sampai penuh dengan beton segar dalam tiga lapis. Tiap lapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata.
- Setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat
- Cetakan diangkat secara perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
- Baliklah cetakkan dan letakkan di samping benda uji.
- Ukurlah *slump* yang terjadi dengan menentukan perbedaan cetakan dengan tinggi benda uji.

3.6 Pembuatan Benda Uji

Peralatan :

- Cetakan silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm).
- Tongkat pemadat diameter 16 mm, panjang 60 cm dan ujung dibulatkan. Sebaiknya dibuat dari baja tahan karat.
- Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk.
- Timbangan.
- Peralatan tambahan : ember, skop, dan sendok perata.

Prosedur Pelaksanaan :

- a. Benda-benda uji (silinder/kubus) harus dibuat dengan cetakan yang sesuai dengan bentuk benda uji. Cetakan disapu sebelumnya dengan vaselin, atau lemak, atau minyak, agar mudah nanti dilepaskan dari cetakan.
- b. Adukan diambil langsung dari wadah adukan beton dengan menggunakan ember atau alat lainnya yang tidak menyerap air. Bila dirasakan perlu konsistensi adukan, lakukan pengadukan ulang sebelum dimasukkan ke dalam cetakan.
- c. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam tiga lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan 25 kali tusukan secara merata. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan secara perlahan-lahan sampai rongga bekan tusukan tertutup. Ratakan permukaan beton. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan tempatkan di tempat yang bebas dari getaran.
- d. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.
- e. Rendamlah benda uji dalam bak perendam berisi air yang telah memenuhi persyaratan untuk perendaman (*curing*), selama waktu yang dikehendaki.

3.7 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton merupakan prosedur yang digunakan untuk membantu mempercepat proses hidrasi beton, menjaga kestabilan temperatur dan perubahan kelembaban di dalam maupun di luar beton itu sendiri.

Secara umum perawatan beton terbagi atas 2 metode, yaitu:

- a. Metode perawatan basah.

Metode perawatan basah memberikan air yang diperlukan oleh beton. Hal ini menjadikan kondisi beton selama perawatan selalu berhubungan langsung dengan air dalam jangka waktu tertentu, dimulai segera setelah permukaan beton tidak dapat lagi berubah bentuk/rusak.

- b. Metode perawatan membran.

Metode perawatan membran melindungi air yang ada di dalam beton agar tidak keluar, tanpa menggunakan air tambahan dari luar beton untuk membantu berlangsungnya proses hidrasi. Metode ini disebut metode pengontrol air.

Metode perawatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perawatan basah yaitu dengan perendaman benda uji dalam air.

3.8 Pengujian Kuat Tekan

Peralatan :

Compressive Strength Machine

Prosedur Pelaksanaan :

- a. Ambillah benda uji dari tempat perawatan.
- b. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
- c. Jalankan mesin tekan.
- d. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- e. Lakukan proses (a), (b), (c) dan (d) sesuai dengan jumlah benda uji yang akan ditetapkan kekuatan tekan karakteristiknya.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

Data hasil pengujian material dapat dilihat pada tabel di bawah ini, sedangkan perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Material

No	Jenis Test		Jenis Sampel	
			Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Kadar Organik		3	-
2	Kadar Lumpur		2.243 %	-
3	Berat Volume	Padat	1,390 kg/lt	1,493 kg/lt
		Gembur	1,211 kg/lt	1,364 kg/lt
4	Modulus Kehalusan		2,451	3,399
5	Kadar Air		3.101%	1.793%
6	<i>Apparent Specific Gravity</i>		2,195	2,509
	<i>Bulk Specific Gravity</i> (Kering)		2,281	2,583
	<i>Bulk Specifis Gravity</i> (SSD)		2,233	2,538
	Absorpsi Air		1,726%	1,136%

Sumber : Hasil Pengujian Bulan Agustus 2011

4.2 Perencanaan Job Mix Formula

Dari data hasil pengujian material kemudian dilakukan perencanaan *Job Mix Formula* menurut SNI 03-2834-2000 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Perencanaan *JMF* menurut SNI 03-2834-2000 untuk f'_c 30 Mpa

No.	Uraian	Tabel/Grafik Perhitungan	Nilai
1	Kuat Tekan Karakteristik	f'_c 30	30 Mpa
2	Deviasi Standar		7 Mpa
3	Nilai Tambah (margin)	$k \times 7$ ($k = 1,64$)	11,48 Mpa
4	Kekuatan Rata-rata yang ditargetkan	(1) + (3)	41,48 Mpa
5	Jenis Semen		Semen Portland Tipe 1 PT Semen Baturaja
6	Jenis Agregat Kasar		Batu Pecah 2/3 Lahat
	Jenis Agregat Halus		Pasir Komerling
7	Faktor Air Semen Bebas	Tabel 2, Grafik 1	0,47
8	Faktor Air Semen Maksimum	Tabel 1	0,60
9	<i>Slump</i>		60 - 100 mm
10	Ukuran Agregat Maksimum		40 mm
11	Kadar Air Bebas	Tabel 3	205 kg/m ³
12	Jumlah Semen	(11) / (7)	436,17 kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	(11) / (8) atau (12)	436,17 kg/m ³
14	Jumlah Semen Minimum	Tabel 1	275 kg/m ³
15	Faktor Air Semen yang disesuaikan		
16	Susunan Butir Agregat Halus	Grafik 3-6	Zona 2
17	Persentase Agregat Halus	Grafik 15	37%
18	Berat Jenis Relatif Agregat Kering Permukaan	$(2,538 \times 63\%) +$ $(2,233 \times 37\%)$	2,425
19	Berat Jenis Beton	Grafik 16	2232 kg/m ³
20	Kadar Agregat Gabungan	(19) - (12) - (11)	1590,83 kg/m ³
21	Kadar Agregat Halus	(20) x (17)	588,61 kg/m ³
22	Kadar Agregat Kasar	(20) - (21)	1002,22 kg/m ³

Dari langkah no.1 sampai no. 22, didapat susunan campuran beton teoritis untuk tiap m³ sebagai berikut :

Tabel 4.3 Susunan Campuran Beton Teoritis Untuk Tiap M³

Susunan Campuran Beton Teoritis	Kuantitas (kg/m ³)	Rasio
Semen Portland Tipe 1 PT Semen Baturaja	436,17	1
Pasir Komerling	588,16	1,35
Batu Pecah 2/3 Lahat	1002,22	2,30
Air	205	0,47

Sedangkan untuk mendapatkan susunan campuran sebenarnya yang akan dipakai sebagai campuran uji, angka teoritis tersebut perlu dikoreksi dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan masing-masing agregat yang akan dipakai.

Dari hasil pengujian material, jumlah air yang terdapat dalam :

$$\begin{aligned} \text{a. Pasir Komerling} &= \frac{3,101 - 1,726}{100} \times 588,61 = 8,09 \text{ kg} \\ \text{b. Batu Pecah 2/3 Lahat} &= \frac{1,793 - 1,136}{100} \times 1002,22 = 6,59 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan mengurangi atau menambahkan hasil-hasil perhitungan ini, dapat diperoleh susunan campuran beton seharusnya untuk tiap m^3 :

$$\begin{aligned} \text{a. Air} &= 205 - (8,09 + 6,59) = 190,32 \text{ kg} \\ \text{b. Pasir Komerling} &= 588,61 + 8,09 = 596,70 \text{ kg} \\ \text{c. Batu Pecah 2/3 Lahat} &= 1002,22 + 6,59 = 1008,81 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Susunan Campuran Beton Koreksi Untuk Tiap M^3

Susunan Campuran Beton Koreksi	Kuantitas (kg/m^3)	Rasio
Semen Portland Tipe 1 PT Semen Baturaja	436,17	1
Pasir Komerling	596,70	1,37
Batu Pecah 2/3 Lahat	1008,81	2,21
Air	190,32	0,44



Tabel 4.5 Perencanaan *JMF* menurut SNI 03-2834-2000 untuk $f'c$ 25 Mpa

No.	Uraian	Tabel/Grafik Perhitungan	Nilai
1	Kuat Tekan Karakteristik	$f'c$ 25	25 Mpa
2	Deviasi Standar		7 Mpa
3	Nilai Tambah (margin)	$k \times 7$ ($k = 1,64$)	11,48 Mpa
4	Kekuatan Rata-rata yang ditargetkan	(1) + (3)	36,48 Mpa
5	Jenis Semen		Semen Portland Tipe 1 PT Semen Baturaja
6	Jenis Agregat Kasar		Batu Pecah 2/3 Lahat
	Jenis Agregat Halus		Pasir Komerling
7	Faktor Air Semen Bebas	Tabel 2, Grafik 1	0,50
8	Faktor Air Semen Maksimum	Tabel 1	0,60
9	<i>Slump</i>		60 - 100 mm
10	Ukuran Agregat Maksimum		40 mm
11	Kadar Air Bebas	Tabel 3	205 kg/m ³
12	Jumlah Semen	(11) / (7)	410 kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	(11) / (8) atau (12)	341, 67 kg/m ³
14	Jumlah Semen Minimum	Tabel 1	275 kg/m ³
15	Faktor Air Semen yang disesuaikan		
16	Susunan Butir Agregat Halus	Grafik 3-6	Zona 2
17	Persentase Agregat Halus	Grafik 15	37%
18	Berat Jenis Relatif Agregat Kering Permukaan	$(2,538 \times 63\%) +$ $(2,233 \times 37\%)$	2,425
19	Berat Jenis Beton	Grafik 16	2255 kg/m ³
20	Kadar Agregat Gabungan	(19) - (12) - (11)	1610 kg/m ³
21	Kadar Agregat Halus	(20) x (17)	595,70 kg/m ³
22	Kadar Agregat Kasar	(20) - (21)	1014,30 kg/m ³

Dari langkah no.1 sampai no. 22, didapat susunan campuran beton teoritis untuk tiap m³ sebagai berikut :

Tabel 4.6 Susunan Campuran Beton Teoritis Untuk Tiap M³

Susunan Campuran Beton Teoritis	Kuantitas (kg/m ³)	Rasio
Semen Portland Tipe 1 PT Semen Baturaja	410	1
Pasir Komerling	595,70	1,45
Batu Pecah 2/3 Lahat	1014,30	2,47
Air	205	0,50

Sedangkan untuk mendapatkan susunan campuran sebenarnya yang akan dipakai sebagai campuran uji, angka teoritis tersebut perlu dikoreksi dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan masing-masing agregat yang akan dipakai.

Dari hasil pengujian material, jumlah air yang terdapat dalam :

$$\begin{aligned} \text{a. Pasir Komerling} &= \frac{3,101 - 1,726}{100} \times 595,70 = 8,19 \text{ kg} \\ \text{b. Batu Pecah 2/3 Lahat} &= \frac{1,793 - 1,136}{100} \times 1014,30 = 6,66 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan mengurangi atau menambahkan hasil-hasil perhitungan ini, dapat diperoleh susunan campuran beton seharusnya untuk tiap m^3 :

$$\begin{aligned} \text{a. Air} &= 205 - (8,19 + 6,66) = 190,15 \text{ kg} \\ \text{b. Pasir Komerling} &= 595,70 + 8,19 = 603,89 \text{ kg} \\ \text{c. Batu Pecah 2/3 Lahat} &= 1014,30 + 6,66 = 1020,96 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Susunan Campuran Beton Koreksi Untuk Tiap M^3

Susunan Campuran Beton Koreksi	Kuantitas (kg/m^3)	Rasio
Semen Portland Tipe 1 PT Semen Baturaja	410	1
Pasir Komerling	603,89	1,47
Batu Pecah 2/3 Lahat	1020,96	2,49
Air	190,15	0,46

Tabel 4.8 Perencanaan *JMF* menurut SNI 03-2834-2000 untuk f'_c 20 Mpa

No.	Uraian	Tabel/Grafik Perhitungan	Nilai
1	Kuat Tekan Karakteristik	f'_c 20	20 Mpa
2	Deviasi Standar		7 Mpa
3	Nilai Tambah (margin)	$k \times 7$ ($k = 1,64$)	11,48 Mpa
4	Kekuatan Rata-rata yang ditargetkan	(1) + (3)	31,48 Mpa
5	Jenis Semen		Semen Portland Tipe 1 PT Semen Baturaja
6	Jenis Agregat Kasar		Batu Pecah 2/3 Lahat
	Jenis Agregat Halus		Pasir Komerling
7	Faktor Air Semen Bebas	Tabel 2, Grafik 1	0,55
8	Faktor Air Semen Maksimum	Tabel 1	0,60
9	<i>Slump</i>		60 - 100 mm
10	Ukuran Agregat Maksimum		40 mm
11	Kadar Air Bebas	Tabel 3	205 kg/m ³
12	Jumlah Semen	(11) / (7)	372,73 kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	(11) / (8) atau (12)	341, 67 kg/m ³
14	Jumlah Semen Minimum	Tabel 1	275 kg/m ³
15	Faktor Air Semen yag disesuaikan		
16	Susunan Butir Agregat Halus	Grafik 3-6	Zona 2
17	Persentase Agregat Halus	Grafik 15	38%
18	Berat Jenis Relatif Agregat Kering Permukaan	$(2,538 \times 62\%) +$ $(2,233 \times 38\%)$	2,422
19	Berat Jenis Beton	Grafik 16	2255 kg/m ³
20	Kadar Agregat Gabungan	(19) - (12) - (11)	1647,27 kg/m ³
21	Kadar Agregat Halus	(20) x (17)	625,96 kg/m ³
22	Kadar Agregat Kasar	(20) - (21)	1021,31 kg/m ³

Dari langkah no.1 sampai no. 22, didapat susunan campuran beton teoritis untuk tiap m³ sebagai berikut :

Tabel 4.9 Susunan Campuran Beton Teoritis Untuk Tiap M³

Susunan Campuran Beton Teoritis	Kuantitas (kg/m ³)	Rasio
Semen Portland Tipe 1 PT Semen Baturaja	372,73	1
Pasir Komerling	625,96	1,68
Batu Pecah 2/3 Lahat	1021,31	2,74
Air	205	0,55

Sedangkan untuk mendapatkan susunan campuran sebenarnya yang akan dipakai sebagai campuran uji, angka teoritis tersebut perlu dikoreksi dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan masing-masing agregat yang akan dipakai.

Dari hasil pengujian material, jumlah air yang terdapat dalam :

$$\begin{aligned} \text{a. Pasir Komerling} &= \frac{3,101 - 1,726}{100} \times 625,96 = 8,61 \text{ kg} \\ \text{b. Batu Pecah 2/3 Lahat} &= \frac{1,793 - 1,136}{100} \times 1021,31 = 6,71 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan mengurangi atau menambahkan hasil-hasil perhitungan ini, dapat diperoleh susunan campuran beton seharusnya untuk tiap m^3 :

$$\begin{aligned} \text{a. Air} &= 205 - (8,61 + 6,71) = 189,68 \text{ kg} \\ \text{b. Pasir Komerling} &= 625,96 + 8,61 = 634,57 \text{ kg} \\ \text{c. Batu Pecah 2/3 Lahat} &= 1021,31 + 6,71 = 1028,02 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Susunan Campuran Beton Koreksi Untuk Tiap M^3

Susunan Campuran Beton Koreksi	Kuantitas (kg/m^3)	Rasio
Semen Portland Tipe 1 PT Semen Baturaja	372,73	1
Pasir Komerling	634,57	1,70
Batu Pecah 2/3 Lahat	1028,02	2,76
Air	189,68	0,51

4.3 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Compression Test Machine* dengan benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm. Dari hasil pengujian kuat tekan beton yang dilakukan pada umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari, diperoleh data seperti tercantum dalam tabel 4.11-4.13 berikut ini :

Tabel 4.11 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk $f'c$ 30 MPa

Tabel 4.11 Data Hasil Pengujian								
Kode	Ukuran (cm)	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur (hari)	Berat (g)	Beban (kN)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
A	15 x 30	26.08.11	02.09.11	7	12444.00	400.00	178.786	23.76
					12476.00	440.00		
					12516.00	420.00		
			16.09.11	21	12429.00	480.00	178.786	27.34
					12386.00	510.00		
					12360.00	460.00		
			23.09.11	28	12513.00	580.00	178.786	30.17
					12504.00	490.00		
					12561.00	530.00		
B		12.09.11	19.09.11	7	12542.00	440.00	178.786	24.13
					12425.00	440.00		
					12390.00	400.00		
			03.10.11	21	12561.00	560.00	178.786	31.68
					12442.00	540.00		
					12389.00	580.00		
			10.10.11	28	12288.00	580.00	178.786	33.56
					12394.00	600.00		
					12538.00	600.00		
C		07.09.11	14.09.11	7	12672.00	440.00	178.786	24.13
					12810.50	410.00		
					12643.00	430.00		
			28.09.11	21	12534.00	560.00	178.786	33.00
					12400.00	600.00		
					12897.00	590.00		
			05.10.11	28	12707.50	620.00	178.786	35.07
					12731.50	600.00		
					12533.00	640.00		
12533.00	640.00							

Sumber : Hasil Pengujian Bulan Agustus-Oktober 2011

Tabel 4.12 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk f'_c 25 MPa

Kode	Ukuran (cm)	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur (hari)	Berat (g)	Beban (kN)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
D	15 x 30	26.08.11	02.09.11	7	12307.00	320.00	178.786	19.99
					12311.00	380.00		
					12457.00	360.00		
			16.09.11	21	12307.00	470.00	178.786	25.27
					12311.00	400.00		
					12457.00	470.00		
			23.09.11	28	12341.00	420.00	178.786	26.21
					12264.50	490.00		
					12347.50	480.00		
E		13.09.11	11.10.11	28	12456.00	540.00	178.786	31.11
					12627.00	560.00		
F		13.09.11	11.10.11	28	12545.00	550.00	178.786	32.24
					12518.00	580.00		
					12432.00	580.00		
G		14.09.11	12.10.11	28	12550.00	500.00	178.786	29.98
					12333.00	560.00		
					12236.00	530.00		

Sumber : Hasil Pengujian Bulan Agustus-Oktobre 2011

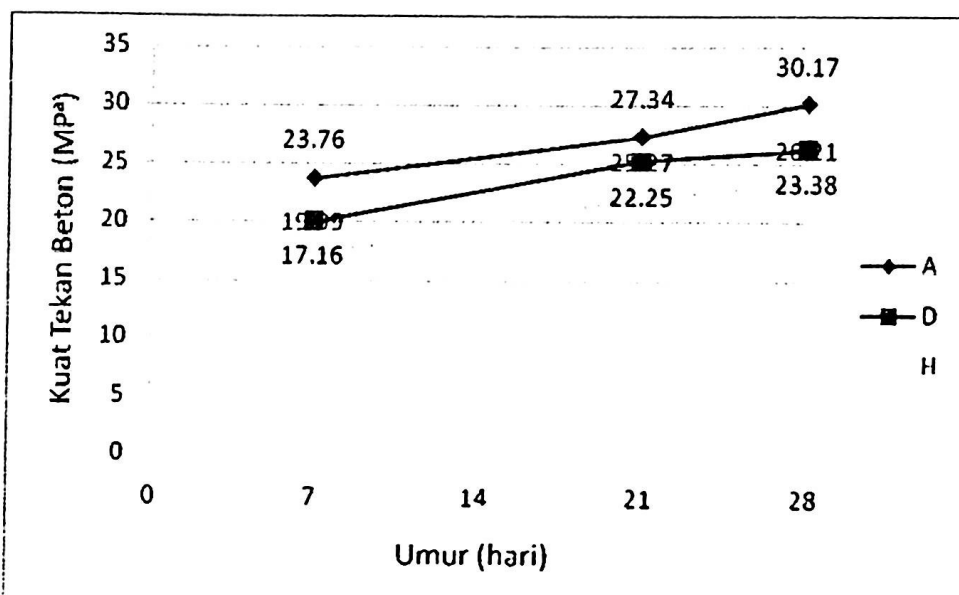
Tabel 4.13 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk f'_c 20 MPa

Kode	Ukuran (cm)	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur (hari)	Berat (g)	Beban (kN)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
H	15 x 30	24.08.11	31.08.11	7	12368.00	310.00	178.786	17.16
					12189.00	300.00		
					12188.50	300.00		
			14.09.11	21	12185.50	420.00	178.786	22.25
					12318.50	390.00		
					12283.50	370.00		
		21.09.11	28	12197.50	420.00	178.786	23.38	
				12146.00	380.00			
				12317.00	440.00			
I	15 x 30	04.09.11	06.10.11	28	12030.00	480.00	178.786	27.43
					12329.00	490.00		
J		12.09.11	10.10.11	28	12038.00	500.00	178.786	28.28
					12156.00	500.00		
					12146.00	500.00		
K		13.09.11	11.10.11	28	12396.00	450.00	178.786	26.40
					12603.00	450.00		
					12389.00	500.00		

Sumber : Hasil Pengujian Bulan Agustus-Oktobre 2011

4.4 Pembahasan

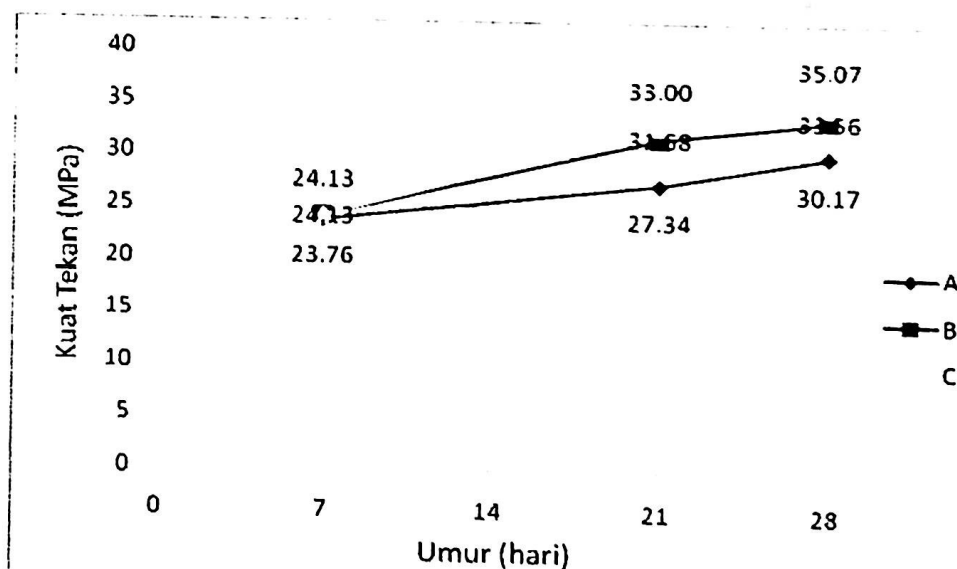
4.4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal



Gambar 4.1 Grafik Perkembangan Kuat Tekan Beton Normal Selama 28 Hari

Dari gambar 4.1 dapat diketahui pencapaian kuat tekan beton normal sesuai dengan kuat tekan rencana yaitu untuk f'_c 30 MPa pencapaian kuat tekan beton sebesar 30,17 MPa, untuk f'_c 25 MPa pencapaian kuat tekan beton sebesar 26,21 MPa, untuk f'_c 20 MPa pencapaian kuat tekan beton sebesar 23,38 MPa.

4.4.2 Pengujian Kuat Tekan Beton untuk f'_c 30 MPa



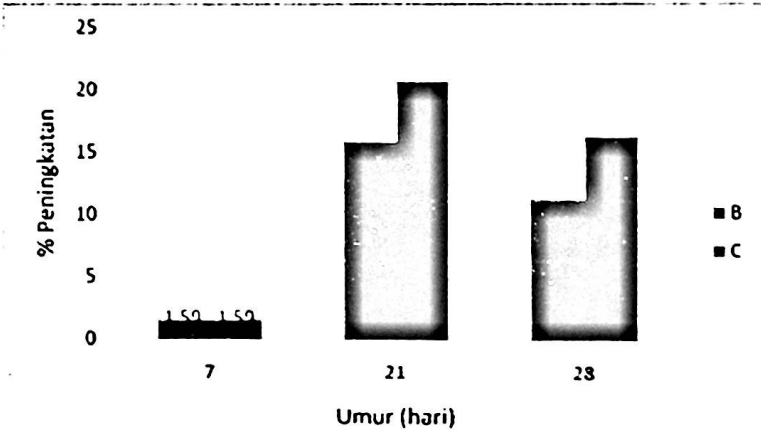
Gambar 4.2 Grafik Perkembangan Kuat Tekan Beton Selama 28 Hari Untuk f'_c 30 MPa



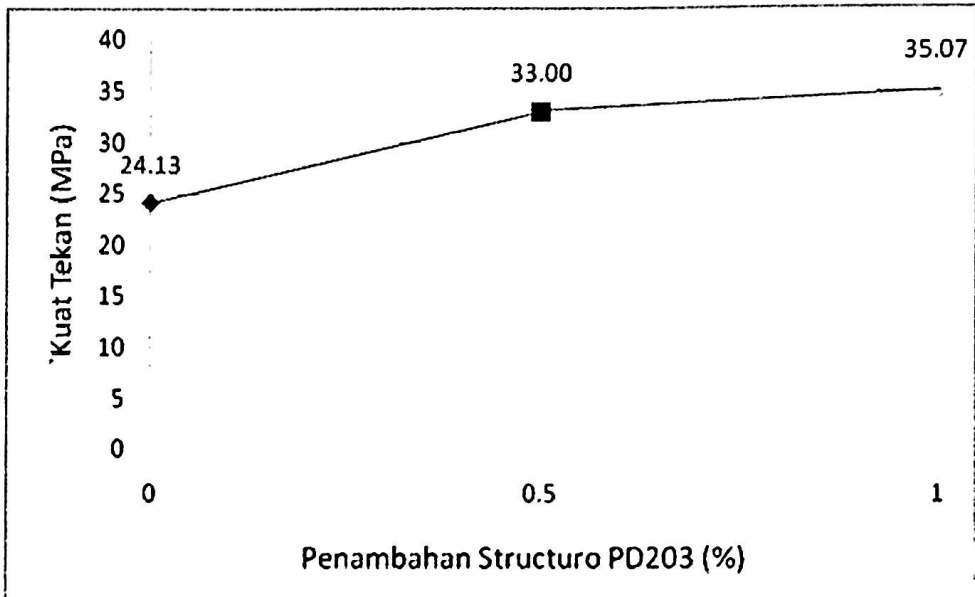
Dari gambar 4.2 dapat diketahui bahwa pada umur 28 hari kuat tekan beton kode C mengalami peningkatan kuat tekan tertinggi sebesar 4,90 MPa atau meningkat sebesar 16,25%. Persentase peningkatan kuat tekan beton terhadap kuat tekan beton normal untuk setiap umurnya dapat dilihat pada tabel 4.14 dan gambar 4.3. Sedangkan grafik penambahan Structuro PD203 terhadap pencapaian kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 4.4.

Tabel 4.14 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk Setiap Umurnya

Umur (hari)	7	21	28
Kuat Tekan Beton Kode B	24.13	31.68	33.56
Besarnya Peningkatan (MPa)	0.38	4.34	3.39
% Peningkatan	1.59	15.86	11.25
Kuat Tekan Beton Kode C	24.13	33.00	35.07
Besarnya Peningkatan (MPa)	0.38	5.66	4.90
% Peningkatan	1.59	20.69	16.25

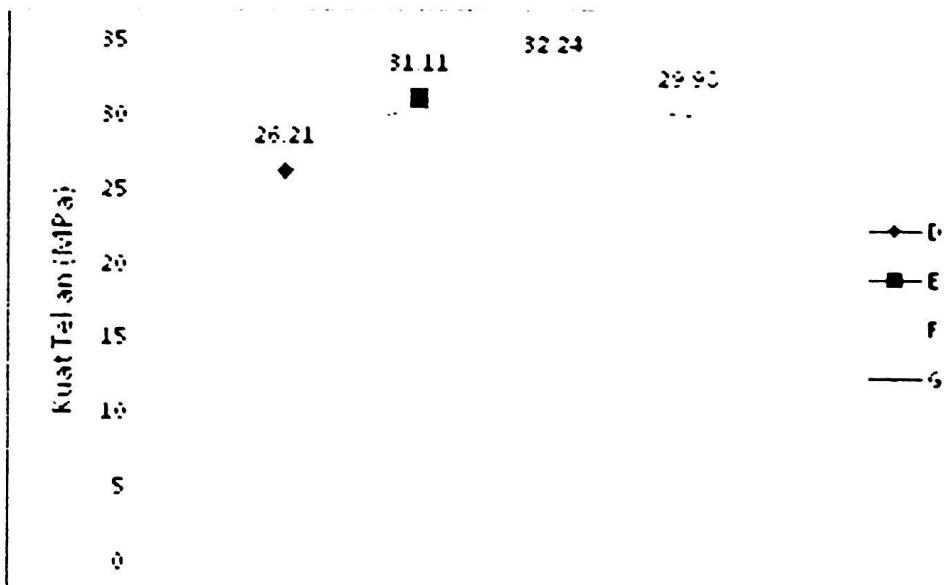


Gambar 4.3 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk Setiap Umurnya



Gambar 4.4 Grafik Penambahan Structuro PD203 Terhadap Pencapaian Kuat Tekan Beton Untuk $f'c$ 30 MPa

4.4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton untuk $f'c$ 25 MPa

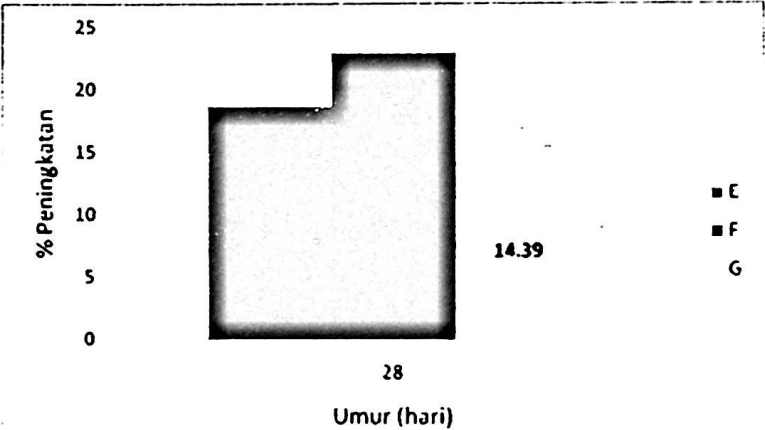


Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Untuk $f'c$ 25 MPa

Dari gambar 4.5 dapat diketahui bahwa pada umur 28 hari kuat tekan beton kode D mengalami peningkatan kuat tekan tertinggi sebesar 6,08 MPa atau meningkat sebesar 23,02%. Persentase peningkatan kuat tekan beton terhadap kuat tekan beton normal dapat dilihat pada tabel 4.15 dan gambar 4.6.

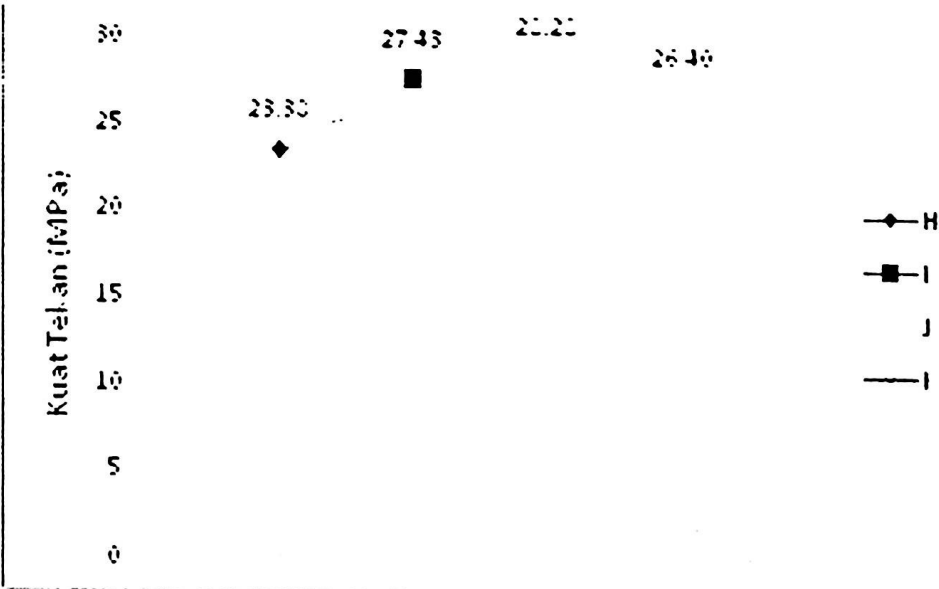
Tabel 4.15 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 25 MPa

Umur (hari)	28
Kuat Tekan Beton Kode E	31.11
Besarnya Peningkatan (MPa)	4.90
% Peningkatan	18.70
Kuat Tekan Beton Kode F	32.24
Besarnya Peningkatan (MPa)	6.08
% Peningkatan	23.02
Kuat Tekan Beton Kode G	29.98
Besarnya Peningkatan (MPa)	3.77
% Peningkatan	14.39



Gambar 4.6 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 25 MPa

4.4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton untuk $f'c$ 20 MPa

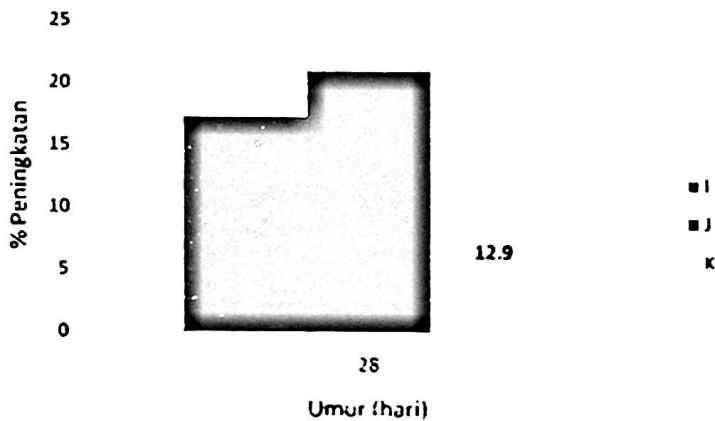


Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Untuk $f'c$ 20 MPa

Dari gambar 4.7 dapat diketahui bahwa pada umur 28 hari kuat tekan beton kode J mengalami peningkatan kuat tekan tertinggi sebesar 4,90 MPa atau meningkat sebesar 20,97%. Persentase peningkatan kuat tekan beton terhadap kuat tekan beton normal dapat dilihat pada tabel 4.16 dan gambar 4.8.

Tabel 4.16 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 20 MPa

Umur (hari)	28
Kuat Tekan Beton Kode I	27.43
Besarnya Peningkatan (MPa)	4.05
% Peningkatan	17.33
Kuat Tekan Beton Kode J	28.28
Besarnya Peningkatan (MPa)	4.90
% Peningkatan	20.97
Kuat Tekan Beton Kode K	26.40
Besarnya Peningkatan (MPa)	3.02
% Peningkatan	12.90

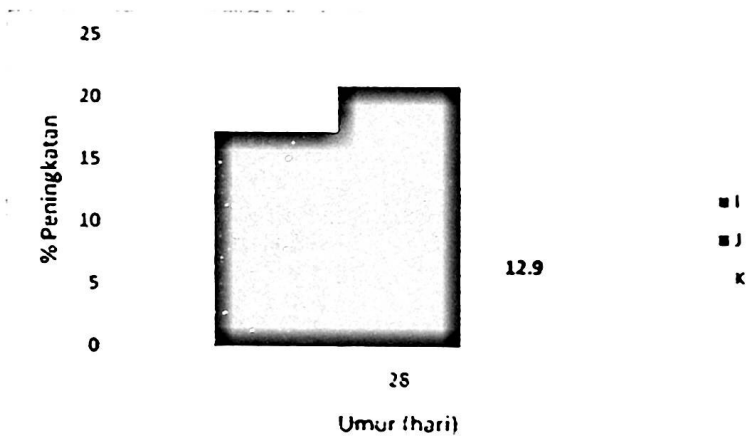


Gambar 4.8 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 20 MPa

Dari gambar 4.7 dapat diketahui bahwa pada umur 28 hari kuat tekan beton kode J mengalami peningkatan kuat tekan tertinggi sebesar 4,90 MPa atau meningkat sebesar 20,97%. Persentase peningkatan kuat tekan beton terhadap kuat tekan beton normal dapat dilihat pada tabel 4.16 dan gambar 4.8.

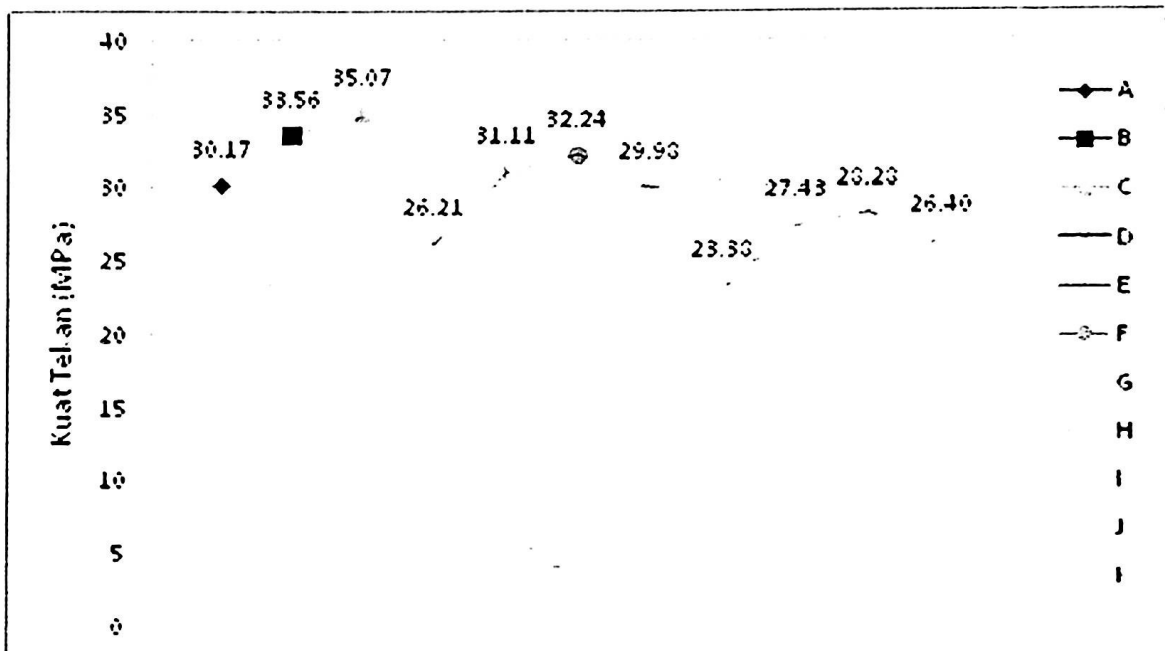
Tabel 4.16 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 20 MPa

Umur (hari)	28
Kuat Tekan Beton Kode I	27.43
Besarnya Peningkatan (MPa)	4.05
% Peningkatan	17.33
Kuat Tekan Beton Kode J	28.28
Besarnya Peningkatan (MPa)	4.90
% Peningkatan	20.97
Kuat Tekan Beton Kode K	26.40
Besarnya Peningkatan (MPa)	3.02
% Peningkatan	12.90



Gambar 4.8 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Untuk $f'c$ 20 MPa

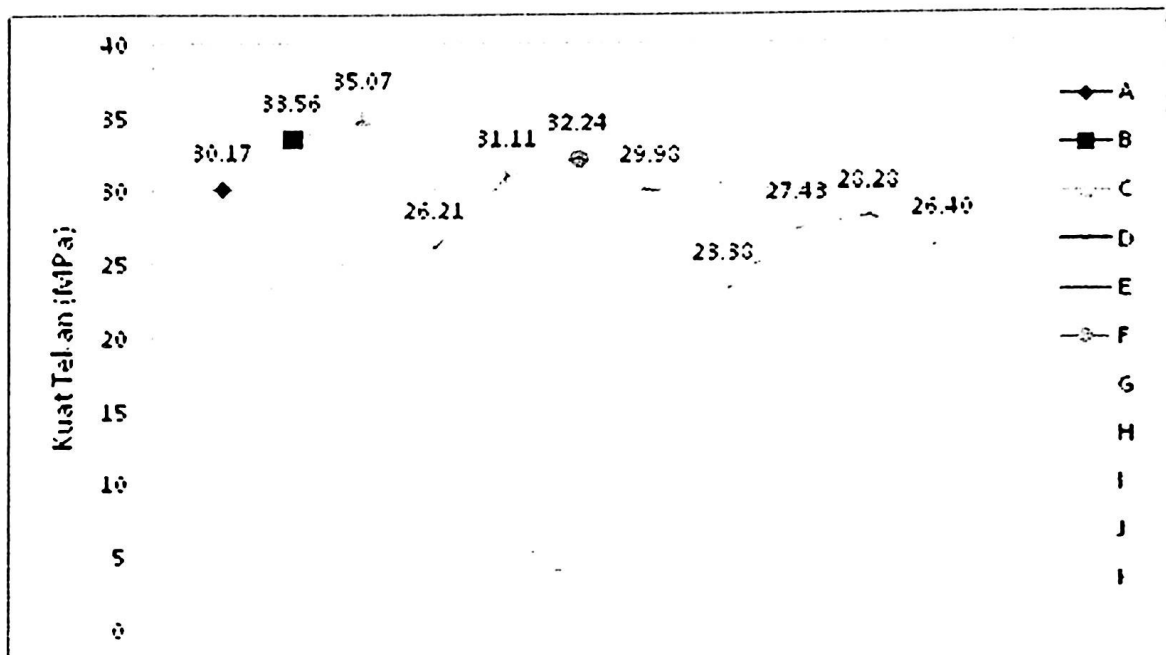
4.4.5 Pencapaian Kuat Tekan Beton Keseluruhan



Gambar 4.9 Grafik Pencapaian Kuat Tekan Beton Keseluruhan

Dari gambar 4.9 dapat diketahui bahwa untuk f_c 30 MPa (kode A, B dan C) pencapaian kuat tekan beton tertinggi terdapat pada kode C (penggunaan Structuro PD203 10%) yaitu sebesar 35,67 MPa atau meningkat sebesar 16,25%, untuk f_c 25 MPa (kode D, E, F dan G) pencapaian kuat tekan beton tertinggi terdapat pada kode F (penggunaan Structuro PD203 5% dan *fly ash* 10%) yaitu sebesar 32,24 MPa atau meningkat sebesar 23,02% dan untuk f_c 20 MPa (kode H, I, J dan K) pencapaian kuat tekan beton tertinggi terdapat pada kode J (penggunaan Structuro PD203 5% dan *fly ash* 10%) yaitu sebesar 28,28 MPa atau meningkat sebesar 20,97%.

4.4.5 Pencapaian Kuat Tekan Beton Keseluruhan



Gambar 4.9 Grafik Pencapaian Kuat Tekan Beton Keseluruhan

Dari gambar 4.9 dapat diketahui bahwa untuk f_c 30 MPa (kode A, B dan C) pencapaian kuat tekan beton tertinggi terdapat pada kode C (penggunaan Structuro PD203 10%) yaitu sebesar 35,67 MPa atau meningkat sebesar 16,25%, untuk f_c 25 MPa (kode D, E, F dan G) pencapaian kuat tekan beton tertinggi terdapat pada kode F (penggunaan Structuro PD203 5% dan *fly ash* 10%) yaitu sebesar 32,24 MPa atau meningkat sebesar 23,02% dan untuk f_c 20 MPa (kode H, I, J dan K) pencapaian kuat tekan beton tertinggi terdapat pada kode J (penggunaan Structuro PD203 5% dan *fly ash* 10%) yaitu sebesar 28,28 MPa atau meningkat sebesar 20,97%.

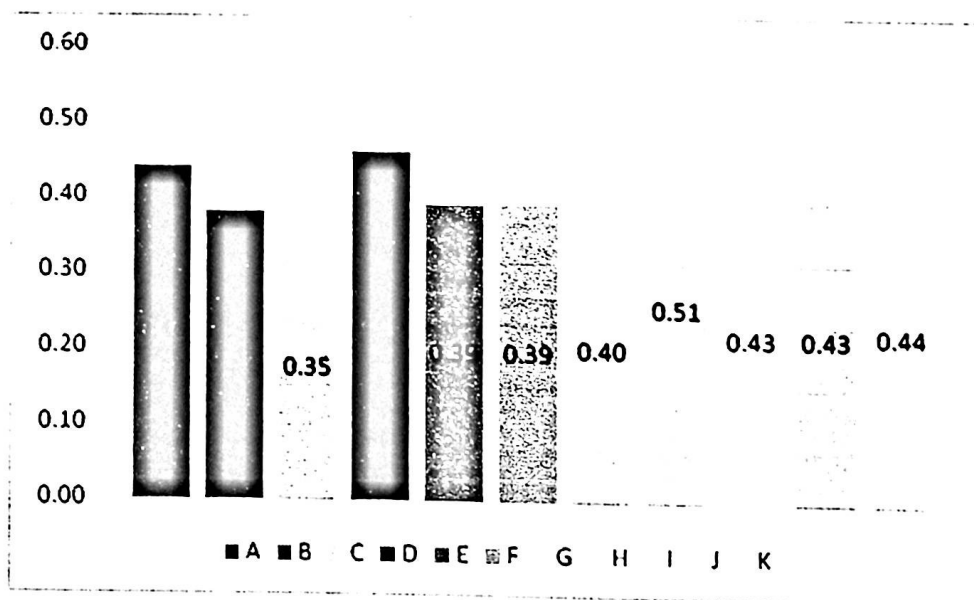
4.4.6 Faktor Air Semen Penelitian

Tabel 4.17 Banyaknya Kelebihan Air Dari Setiap Varian Campuran

Kode	Kelebihan Air		Proporsi Air Koreksi (kg/m ³)	Proporsi Semen Koreksi (kg/m ³)	w/c Penelitian
	kg/9 atau 3 silinder	(kg/m ³)			
A	0	0	190.32	436.17	0.44
B	1.197	25.07	190.32	436.17	0.38
C	1.770	37.08	190.32	436.17	0.35
D	0	0	190.15	410.00	0.46
E	0.453	26.76	190.15	410.00	0.39
F	0.441	27.71	190.15	410.00	0.39
G	0.426	28.44	190.15	410.00	0.40
H	0	0	189.68	372.73	0.39
I	0.445	25.51	189.68	372.73	0.43
J	0.424	26.66	189.68	372.73	0.43
K	0.406	27.97	189.68	372.73	0.44

Sumber : Hasil Pengujian Bulan Agustus-Oktober 2011

Dari tabel 4.17 dapat diketahui bahwa untuk f_c 30 MPa (kode A, B dan C) faktor air semen terendah terdapat pada kode C (penggunaan Structuro PD203 1%) yaitu sebesar 0,35, untuk f_c 25 MPa f.a.s terendah terdapat pada kode E (penggunaan Structuro 5% dan *fly ash* 10%) dan F (penggunaan Structuro PD203 0,5% dan *fly ash* 10%) yaitu sebesar 0,39, dan untuk f_c 20 MPa f.a.s terendah terdapat pada kode I (penggunaan Structuro PD203 0,5% dan *fly ash* 5%) dan J (penggunaan Structuro PD203 0,5% dan *fly ash* 10%) yaitu sebesar 0.43.



Gambar 4.10 Faktor Air Semen Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.i. Kesimpulan

Dari analisa dan hasil penelitian mengenai pengaruh penggunaan Structuro PD203 dan *fly ash* sebagai pengganti sebagian Semen Portland Tipe I terhadap kuat tekan beton, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Rasio proposi susunan campuran yang dipakai dengan menerapkan Aturan Tata Cara Uji Material dan Analisa Pembuatan *Job Mix Formula* (JMF) menurut SNI 03-2834-2000 untuk setiap kuat tekan rencana yaitu untuk $f'c$ 30 MPa adalah 1 : 1,37 : 2,21 : 0,44 (semen : pasir : batu pecah : air), untuk $f'c$ 25 MPa adalah 1 : 1,47 : 2,49 : 0,46, dan untuk $f'c$ 20 MPa adalah 1 : 1,70 : 2,76 : 0,51.
2. Kuat tekan beton optimum dari setiap umurnya untuk $f'c$ 30 MPa dapat dicapai dengan penggunaan Structuro PD203 1% yaitu meningkat sebesar 1,59% untuk umur 7 hari, meningkat sebesar 20,69% untuk umur 21 hari dan meningkat sebesar 16,25% untuk umur 28 hari. Atau dapat disimpulkan bahwa penambahan penggunaan Structuro PD203 dapat mengakibatkan bertambahnya nilai pencapaian kuat tekan beton untuk setiap umurnya.
3. Sedangkan pencapaian kuat tekan beton optimum untuk $f'c$ 25 MPa dan 20 MPa dapat dicapai dengan penggunaan Structuro PD203 0,5% dan *fly ash* 10% yaitu untuk $f'c$ 25 MPa meningkat sebesar 23,02% dan untuk $f'c$ 20 MPa meningkat sebesar 20,97%. Atau dapat disimpulkan dengan penggunaan Structuro PD203 0,5% dan *fly ash* 10% dapat dicapai kuat tekan beton optimum pada umur 28 hari.
4. Kelebihan air terbanyak untuk $f'c$ 30 MPa terdapat pada penggunaan Structuro PD203 1% yaitu sebanyak 25,07 kg/m³ atau faktor air semen menurun sebesar 0,09. Sedangkan untuk $f'c$ 25 MPa dan 20 MPa kelebihan air terbanyak terdapat pada penggunaan Structuro PD203 0,5% dan *fly ash* 15% yaitu sebanyak 28,44 kg/m³ dan 27,97 kg/m³ atau faktor air semen menurun sebesar 0,06 dan 0,05. Atau dapat disimpulkan bahwa penambahan penggunaan Structuro PD203 dapat mengakibatkan berkurangnya nilai faktor air semen dan penambahan penggunaan *fly ash* dapat mengakibatkan bertambahnya nilai faktor air semen.

5.2 Saran

Dari analisa dan hasil penelitian mengenai pengaruh penggunaan Structuro PD203 dan *fly ash* sebagai pengganti sebagian Semen Portland Tipe 1 terhadap kuat tekan beton, saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Dari penelitian dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan penggunaan *fly ash* dapat mengakibatkan faktor air semen semakin bertambah sehingga kemudahan pengerjaan menjadi lebih sulit. Sehingga perlu adanya penggunaan Structuro PD203, agar kemudahan pengerjaan menjadi lebih mudah.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan varian penggunaan Structuro PD203 dan *fly ash* yang berbeda. Agar dapat diketahui kuat tekan beton optimum dengan penggunaan varian penggunaan Structuro PD203 dan *fly ash* optimum dan disarankan sebaiknya umur beton lebih dari 28 hari sehingga dapat diketahui perubahan kuat tekan untuk umur lebih dari 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, *Pedoman Praktikum Beton*. Inderalaya, 2001.
- Mulyono, Tri, Ir, *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta, 2003.
- Dipohusodo, Istimawan, *Struktur Beton Bertulang*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 1994.
- Nugraha, Paul., Antoni, *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta, 2007.
- Murdock, L. J., K. M. Brook, *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga. Jakarta, 1991.
- Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1979.
- Shalahuddin, Muhammad, *Pengaruh Penambahan Fly Ash Batubara Campur Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru, 2009.
- Pujianto, As'at., Retno, Y.S, Tri., Ariska, Oktania, *Beton Mutu Tinggi Dengan Admixture Superplastiziser dan Aditif Silicafume*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.
- Antoni., Sugiharto, Handoko, *Konferensi Nasional Teknik Sipil I, Kompatibilitas Antara Superplasticizer Tipe Polycarboxylate dan Napthalene Dengan Semen Lokal.*, Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2007.

LAMPIRAN A

Hasil Pengujian Material

**SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION
COARSE AGGREGATE**

Date of receipt : Agustus 2011
Date of test : Agustus 2011

C.1

Observation I			
A. Weight of SSD sample	=	5000.000 gr	
B. Weight of sample in the water	=	3031.500 gr	
C. Weight of dry sample	=	4943.520 gr	
Bulk Specific Gravity (dry condition) $C/(A-B)$	=	2.511	
Apparent Specific Gravity $C/(C-B)$	=	2.585	
Bulk Specific Gravity (SSD condition) $A/(A-B)$	=	2.540	
Percentage of water absorption $[(A-C)/C]*100\%$	=	1.143 %	
Observation II			
A. Weight of SSD sample	=	5000.000 gr	
B. Weight of sample in the water	=	3028.330 gr	
C. Weight of dry sample	=	4944.160 gr	
Bulk Specific Gravity (dry condition) $C/(A-B)$	=	2.508	
Apparent Specific Gravity $C/(C-B)$	=	2.581	
Bulk Specific Gravity (SSD condition) $A/(A-B)$	=	2.536	
Percentage of water absorption $[(A-C)/C]*100\%$	=	1.129 %	
Average			
Bulk Specific Gravity (dry condition)	=	2.509	
Apparent Specific Gravity	=	2.583	
Bulk Specific Gravity (SSD condition)	=	2.538	
Percentage of water absorption	=	1.136 %	

**SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION
FINE AGGREGATE**

Date of receipt : Agustus 2011

Date of test : Agustus 2011

F.1

Observation I		
A. Weight of elemeyer	=	193.260 gr
B. Weight of SSD sample	=	500.000 gr
C. Weight of (elemeyer + SSD sample + water)	=	1064.700 gr
D. Weight of (elemeyer + Water)	=	792.520 gr
E. Weight of dry sample	=	491.740 gr
Bulk Specific Gravity (dry condition) $E/(B+D-C)$	=	2.158
Apparent Specific Gravity $E/(E+D-C)$	=	2.240
Bulk Specific Gravity (SSD condition) $B/(B+D-C)$	=	2.195
Percentage of water absorption $[(B-E)/E]*100\%$	=	1.680 %
Observation II		
A. Weight of elemeyer	=	208.190 gr
B. Weight of SSD sample	=	500.000 gr
C. Weight of (elemeyer + SSD sample + water)	=	1060.220 gr
D. Weight of (elemeyer + Water)	=	780.450 gr
E. Weight of dry sample	=	491.300 gr
Bulk Specific Gravity (dry condition) $E/(B+D-C)$	=	2.231
Apparent Specific Gravity $E/(E+D-C)$	=	2.323
Bulk Specific Gravity (SSD condition) $B/(B+D-C)$	=	2.270
Percentage of water absorption $[(B-E)/E]*100\%$	=	1.771 %
Average		
Bulk Specific Gravity (dry condition)	=	2.195
Apparent Specific Gravity	=	2.281
Bulk Specific Gravity (SSD condition)	=	2.233
Percentage of water absorption	=	1.726 %



**MOISTURE CONTENT OF
COARSE AGGREGATE**

Date of receipt : Agustus 2011

Date of test : Agustus 2011

C.2

Observation I		
A. Weight of pan	=	209.720 gr
B. Weight of (pan + sample) 1	=	3209.720 gr
C. Weight of (pan + sample) 2	=	3157.430 gr
D. Weight of sample (B-A)	=	3000.000 gr
E. Weight of dry sample (C-A)	=	2947.710 gr
Moisture content percentage $[(D-E)/E]*100\%$	=	1.774 %
Observation II		
A. Weight of pan	=	209.720 gr
B. Weight of (pan + sample) 1	=	3209.720 gr
C. Weight of (pan + sample) 2	=	3157.320 gr
D. Weight of sample (B-A)	=	3000.000 gr
E. Weight of dry sample (C-A)	=	2946.600 gr
Moisture content percentage $[(D-E)/E]*100\%$	=	1.812 %
Average		
Moisture content percentage	=	1.793 %

**MOISTURE CONTENT OF
FINE AGGREGATE**

Date of receipt : Agustus 2011

Date of test : Agustus 2011

F.2

Observation I		
A. Weight of pan	=	288.120 gr
B. Weight of (pan + sample) 1	=	1788.120 gr
C. Weight of (pan + sample) 2	=	1741.270 gr
D. Weight of sample (B-A)	=	1500.000 gr
E. Weight of dry sample (C-A)	=	1453.150 gr
Moisture content percentage $[(D-E)/E]*100\%$	=	3.224 %
Observation II		
A. Weight of pan	=	280.160 gr
B. Weight of (pan + sample) 1	=	1780.160 gr
C. Weight of (pan + sample) 2	=	1736.780 gr
D. Weight of sample (B-A)	=	1500.000 gr
E. Weight of dry sample (C-A)	=	1456.620 gr
Moisture content percentage $[(D-E)/E]*100\%$	=	2.978 %
Average		
Moisture content percentage	=	3.101 %

UNIT WEIGHT OF COARSE AGGREGATE

Date of receipt : Agustus 2011

Date of test : Agustus 2011

C.3

Observation I		
	COMPACT	LOOSE
A. Volume of pan	= 9.288 lt	= 9.288 lt
B. Weight of pan	= 6.476 kg	= 6.476 kg
C. Weight of (pan + sample)	= 20.297 kg	= 19.110 kg
D. Weight of sample (C-B)	= 13.821 kg	= 12.644 kg
Unit weight (D/A)	= 1.488 kg/lt	= 1.361 kg/lt
Observation II		
A. Volume of pan	= 9.288 lt	= 9.288 lt
B. Weight of pan	= 6.476 kg	= 6.476 kg
C. Weight of (pan + sample)	= 20.386 kg	= 19.177 kg
D. Weight of sample (C-B)	= 13.910 kg	= 12.701 kg
Unit weight (D/A)	= 1.498 kg/lt	= 1.367 kg/lt
Unit weight average		
Compact Condition	= 1.493 kg/lt	
Loose Condition	= 1.364 kg/lt	

UNIT WEIGHT OF FINE AGGREGATE

Date of receipt : Agustus 2011

Date of test : Agustus 2011

F.3

Observation I		
	COMPACT	LOOSE
A. Volume of pan	= 3.476 lt	= 3.476 lt
B. Weight of pan	= 4.831 kg	= 4.831 kg
C. Weight of (pan + sample)	= 9.650 kg	= 9.038 kg
D. Weight of sample (C-B)	= 4.819 kg	= 4.207 kg
Unit weight (D/A)	= 1.386 kg/lt	= 1.210 kg/lt
Observation II		
A. Volume of pan	= 3.476 lt	= 3.476 lt
B. Weight of pan	= 4.831 kg	= 4.831 kg
C. Weight of (pan + sample)	= 9.678 kg	= 9.041 kg
D. Weight of sample (C-B)	= 4.847 kg	= 4.210 kg
Unit weight (D/A)	= 1.394 kg/lt	= 1.211 kg/lt
Unit weight average		
Compact Condition	= 1.390 kg/lt	
Loose Condition	= 1.211 kg/lt	

SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE

Date of receipt : Agustus 2011

Date of test : Agustus 2011

F.4

Observation I				
Sieve Size (mm)	Weight of Retained on Each Sieve (gr)	Percentage of Retained Weight	Retained Cumulative Percentage	Passed Cumulative Percentage
9.5	0.000	0.000	0.000	100.000
4.75	1.500	1.500	0.150	99.850
2.36	23.600	25.100	2.514	97.486
1.18	183.300	208.400	20.871	79.129
0.6	203.100	411.500	41.212	58.788
0.3	406.700	818.200	81.943	18.057
0.15	164.100	982.300	98.378	1.622
PAN	16.200	998.500	100.000	0.000
Fineness Modulus		=	2.451	Grade Area Number = 2

SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE

Date of receipt : Agustus 2011

Date of test : Agustus 2011

C.4

Sieve Size	Weight of Retained on Each Sieve (gr)	Percentage of Retained Weight	Retained Cumulative Percentage	Passed Cumulative Percentage
#3	0.000	0.000	0.000	100.000
#2	0.000	0.000	0.000	100.000
#1.5	0.000	0.000	0.000	100.000
#1	1294.500	1294.500	50.990	49.010
#3/4	1074.250	2368.750	93.304	6.696
#1/2	107.000	2475.750	97.518	2.482
#3/8	13.500	2489.250	98.050	1.950
PAN	49.500	2538.750	100.000	0.000
Fineness Modulus			=	3.399

ORGANIC IMPURITIES

Date of receipt : Agustus 2011

Date of test : Agustus 2011

F.5

Base on the Standard Color Test with Organic Plate, the samples are in colour number
So, the sands still can be used.

3



CLAY CONTENT

Date of receipt : Agustus 2011

Date of test : Agustus 2011

F.6

Observation I	
Volume of Fine Aggregate V1	= 150.000 ml
Volume of Clay V2	= 5.000 ml
Clay Content $[V2 / (V1 + V2) \times 100 \%]$	= 3.226 %
Observation II	
Volume of Fine Aggregate = V1	= 150.000 ml
Volume of Clay = V2	= 2.500 ml
Clay Content $[V2 / (V1 + V2) \times 100 \%]$	= 1.639 %
Average	
Clay Content Cc	= 2.433 % < 5%

LAMPIRAN B

Perencanaan Job Mix Formula



DESIGN OF CONCRETE JOB MIX FORMULA

CODE : SNI 03-2834-2000

SPECIMEN : CYLINDRICAL CONCRETE 15X30 CM)

Pekerjaan : f_c 30 Mpa

Lokasi : Palembang

No.	Description	Table/Graph /Calculation	Value
1	Characteristic Compression Strength	f_c 30	30.00 MPa
2	Standard Deviation		7.00 MPa
3	Margin	$1.64 \cdot (2)$	11.48 MPa
4	Target of Compression Strength	$(1) + (3)$	41.48 MPa
5	Type of cement		Portland Type I Baturaja
6	Coarse Aggregate		Crushed Stone : Lahat
	Fine Aggregate		Sand : Komering
7	Water Cement Ratio	Table 2 & Graph. 1	0.47
8	Maximum Water Cement Ratio	Table 1	0.60
9	Slump (prior to addition of the admixture)	max	60-100 mm
10	Maximum Size of Aggregate	Material Test	40 mm
11	Water Content	Table 3	205 kg/m ³
12	Cement Content	$(11)/(7)$	436.17 kg/m ³
13	Maximum Cement Content	$(11)/(8)$ or (12)	436.17 kg/m ³
14	Minimum Cement Content	Table 1	275.00 kg/m ³
15	Water Cement Factor Adjusted		—————
16	Gradation of Fine Aggregate	Material Test	Grade area no. 2
17	Percentage of Fine Aggregate	Graph. 15	37 %
18	Relative Density of Combined Aggregates (SSD condition)	$(2.538 \times 37 \%) + (2.233 \times 37 \%)$	2.425
19	Wet Density of Concrete Mix	Graph. 16	2232.00 kg/m ³
20	Content of Aggregates	$(19) - (12) - (11)$	1590.83 kg/m ³
21	Content of Fine Aggregate	$(20) \times (17)$	588.61 kg/m ³
22	Content of Coarse Aggregate	$(20) - (21)$	1002.22 kg/m ³

Result :

Proportion of concrete mix design	Quantity (kg/m ³)	Ratio
Portland Type I Baturaja	436.17	1.00
Sand : Komering	588.61	1.35
Crushed Stone : Lahat	1002.22	2.30
Water	205.00	0.47

Correction :

Proportion of concrete mix design	Quantity (kg/m ³)	Ratio
Portland Type I Baturaja	436.17	1.00
Sand : Komering	596.70	1.37
Crushed Stone : Lahat	1008.81	2.31
Water	190.32	0.44

Tabel 1 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

LOKASI	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275 ✓	0,60 ✓
Beton yang masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5 SNI 03-2834-2000
Beton yang kontinyu berhubungan:		
- Air tawar		Lihat Tabel 6 SNI 03-2834-2000
- Air laut		

Sumber : Tabel 4 SNI 03-2834-2000

4. Pemilihan Faktor Air Semen

Pemilihan faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan :

- hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan.

Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan **tabel 2 dan grafik 1 atau 2.**

Tabel 2 Perkiraan Kekuatan Tekan (N/mm²) Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5 dan Jenis Semen dan Agregat Kasar Yang Biasa Dipakai di Indonesia

JENIS SEMEN	JENIS AGREGAT KASAR	KUAT TEKAN (N/mm)				BENTUK BENDA UJI
		PADA UMUR (HARI)				
		3	7	28	91	
Semen Portland tipe I atau Semen tahan sulfat tipe II,V	Batu tak pecah	17	23	33	40	Silinder ✓
	Batu pecah ✓	19	27	37	45	
	Batu tak pecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen tahan sulfat tipe III	Batu tak pecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak pecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Catatan :

- 1 MPa =1 N/mm² ≈ 10 kg/cm²

- Kuat Tekan Silinder ≈ 0,83 Kuat Tekan Kubus

Sumber : Tabel 1 SNI 03-2834-2000

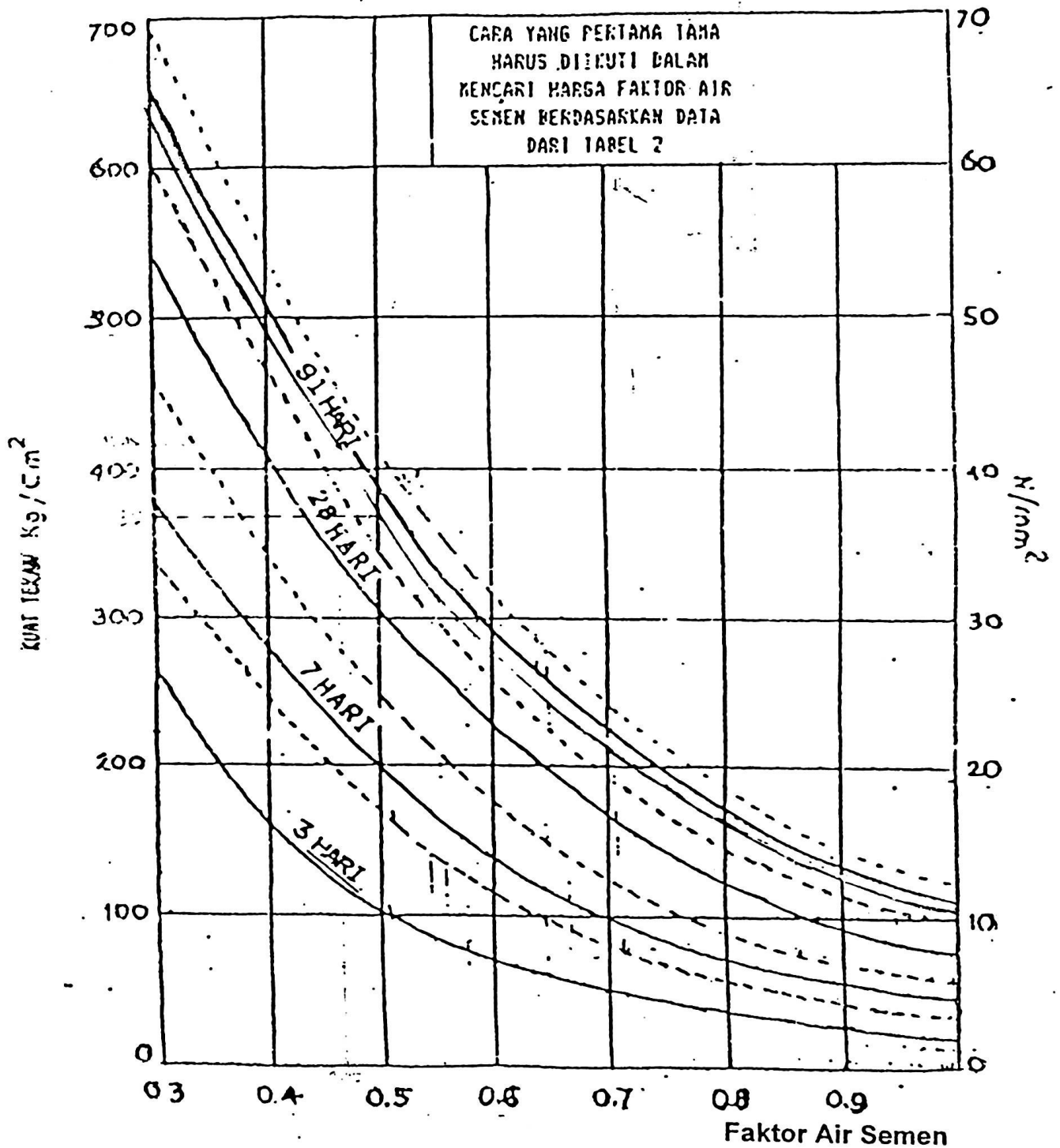
Tabel 3 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan-pengerjaan adukan beton

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-100
Ukuran Besar Butiran Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat				
10	Batu tak pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak pecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak pecah	115	140	160	175
	Batu pecah ✓	155	175	190	205

Sumber : Tabel 3 SNI 03-2834-2000

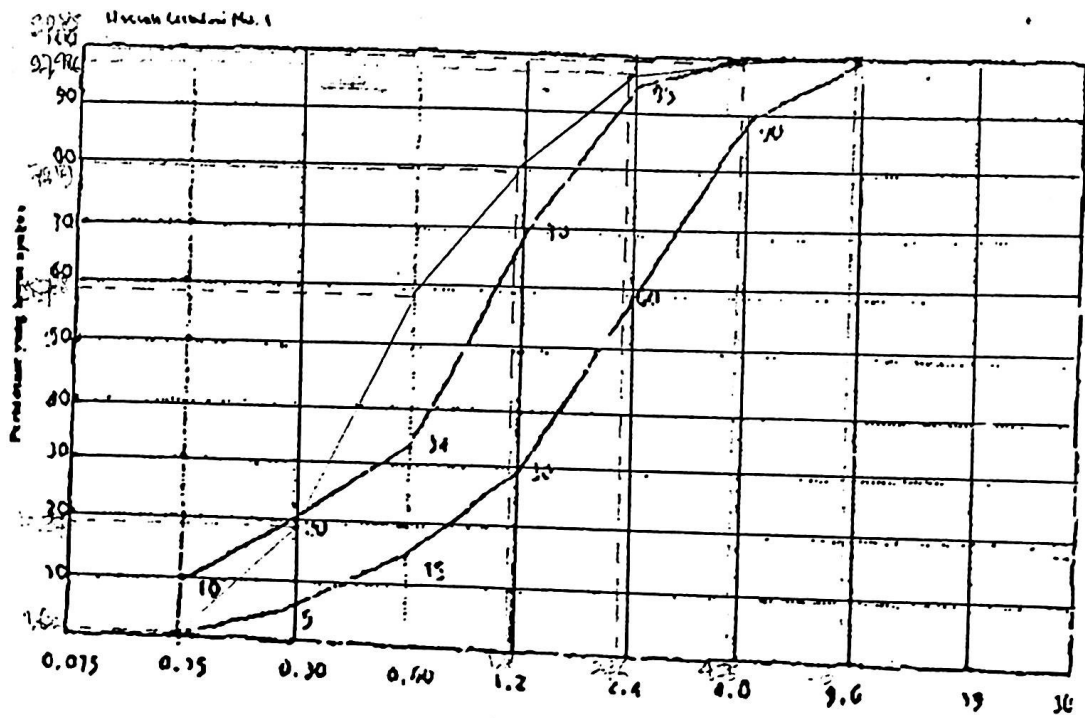
semen tipe I, II, dan V
semen tipe III

44-12

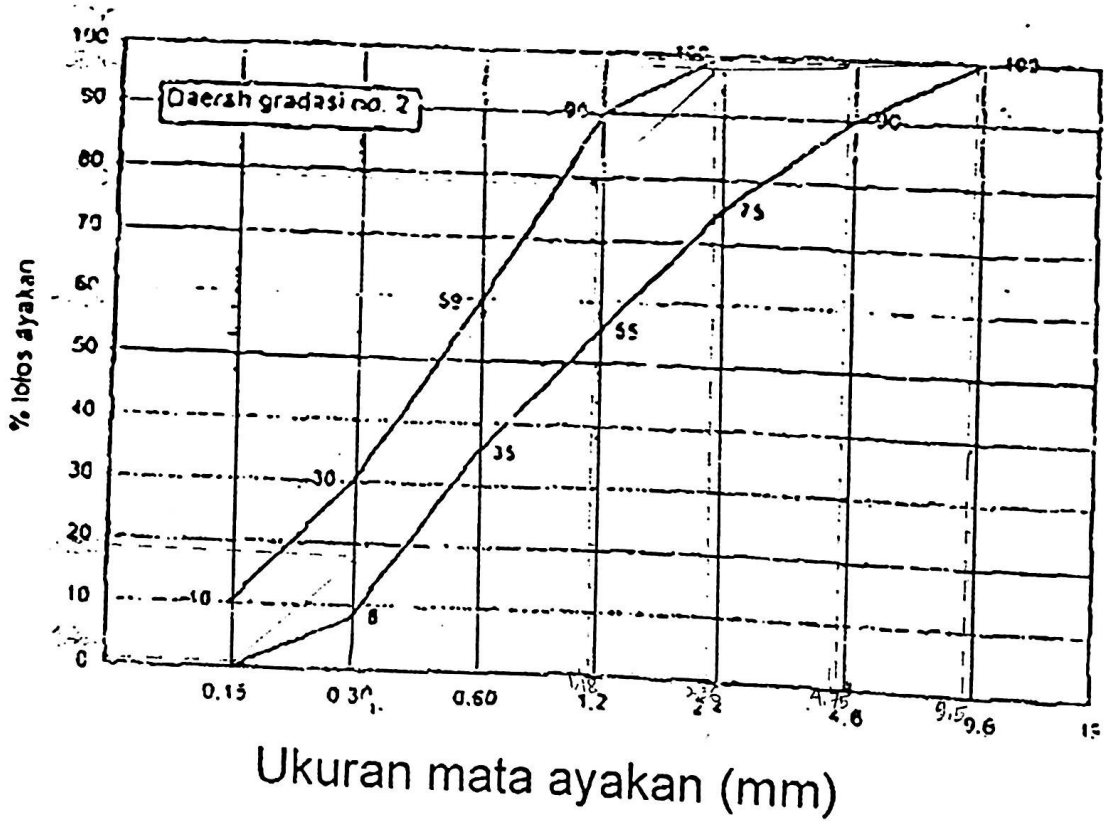


GRAFIK 1
HUBUNGAN ANTARA KUAT TEKAN DAN FAKTOR AIR SEMEN
(BENDA UJI BERBENTUK SILINDER DENGAN DIAMETER 150 MM TINGGI 300 MM)

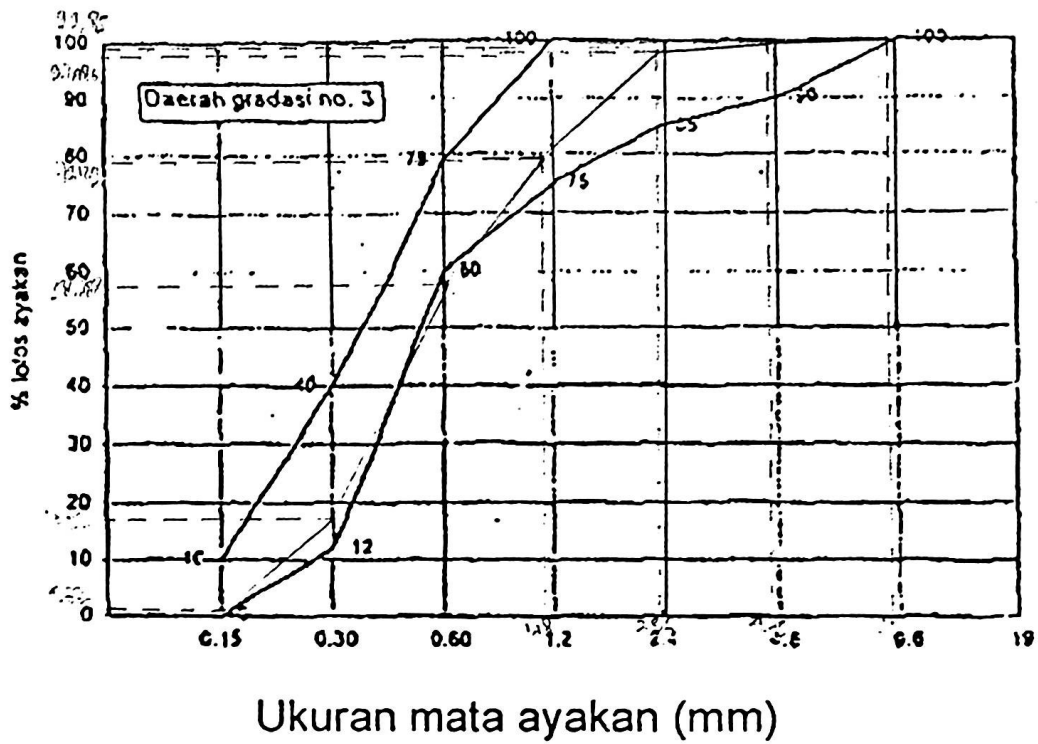
Sumber : Grafik 1 SNI 03-2834-2000



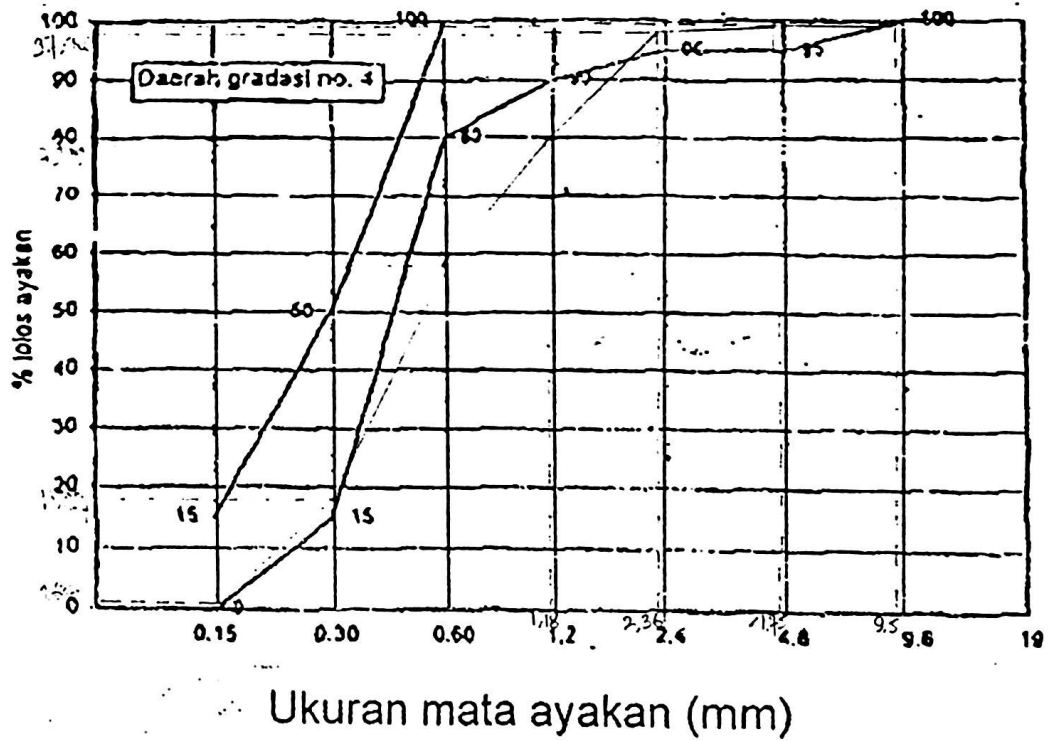
GRAFIK 3
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.1



GRAFIK 4
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.2 ✓



GRAFIK 5
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.3



GRAFIK 6
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.4

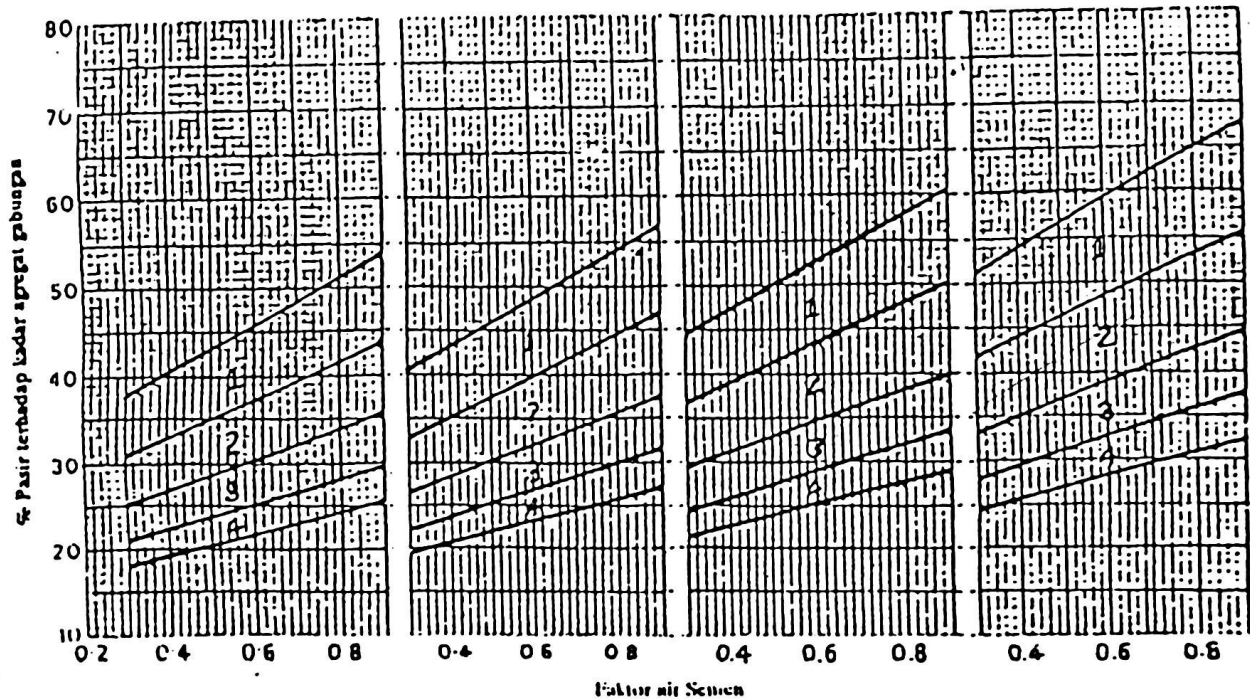
Ukuran Butir Agregat Maksimum 20 mm

Slump : 0-10mm

10-30mm

30-60mm

60-180mm



GRAFIK 14

PERSENTASE PASIR TERHADAP TOTAL AGREGAT
YANG DIANJURKAN UNTUK UKURAN BUTIR MAKSIMUM 20 MM

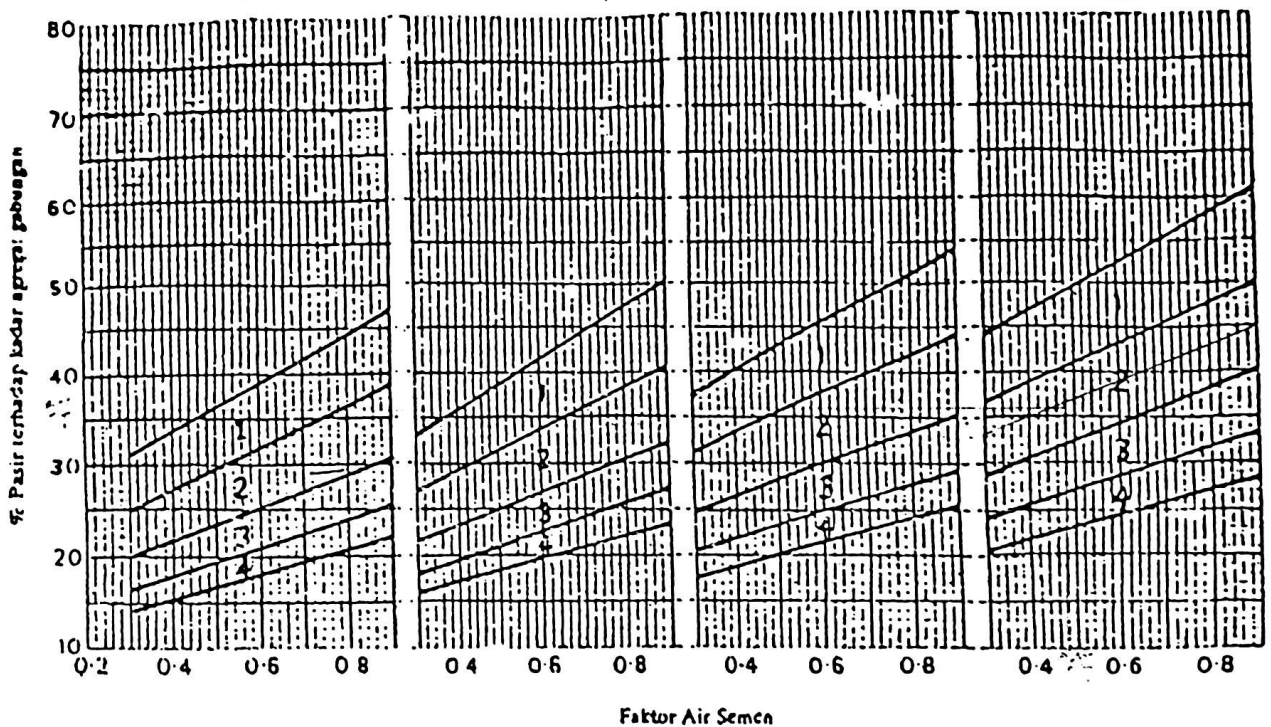
Ukuran Butir Agregat Maksimum 40 mm

Slump : 0-10mm

10-30mm

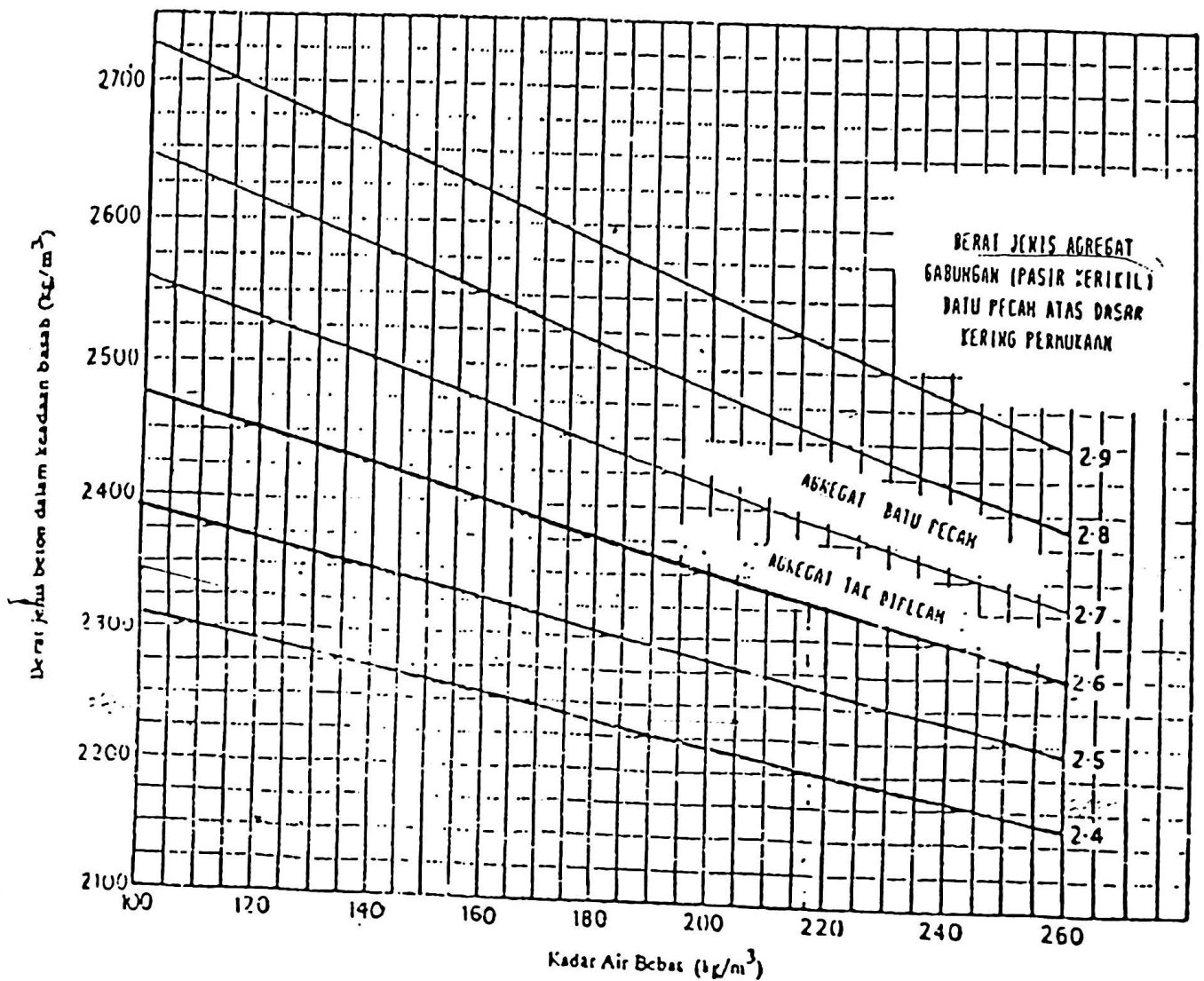
30-60mm

60-180mm



GRAFIK 15

PERSENTASE PASIR TERHADAP TOTAL AGREGAT
YANG DIANJURKAN UNTUK UKURAN BUTIR MAKSIMUM 40 MM



GRAFIK 16
PERKIRAAN BERAT JENIS BETON BASAH
YANG DIMAMPATKAN SECARA PENUH



DESIGN OF CONCRETE JOB MIX FORMULA

CODE : SNI 03-2834-2000
SPECIMEN : CYLINDRICAL CONCRETE 15X30 CM)

Pekerjaan : f_c 25 Mpa
Lokasi : Palembang

No.	Description	Table/Graph /Calculation	Value
1	Characteristic Compression Strength	f_c 25	25.00 MPa
2	Standard Deviation		7.00 MPa
3	Margin	$1.64 \times (2)$	11.48 MPa
4	Target of Compression Strength	$(1) + (3)$	36.48 MPa
5	Type of cement		Portland Type I Semen Baturaja
6	Coarse Aggregate		Crushed Stone : 2/3 Lahat
	Fine Aggregate		Sand : Komering
7	Water Cement Ratio	Table 2 & Graph. 1	0.50
8	Maximum Water Cement Ratio	Table 1	0.60
9	Slump (prior to addition of the admixture)	max	60-100 mm
10	Maximum Size of Aggregate	Material Test	40 mm
11	Water Content	Table 3	205 kg/m ³
12	Cement Content	$(11)/(7)$	410.00 kg/m ³
13	Maximum Cement Content	$(11)/(8)$ or (12)	341.67 kg/m ³
14	Minimum Cement Content	Table 1	275.00 kg/m ³
15	Water Cement Factor Adjusted		—————
16	Gradation of Fine Aggregate	Material Test	Grade area no. 2
17	Percentage of Fine Aggregate	Graph. 15	37 %
18	Relative Density of Combined Aggregates (SSD condition)	$(2.538 \times 63 \%) +$ $(2.233 \times 37 \%)$	2.425
19	Wet Density of Concrete Mix	Graph. 16	2225.00 kg/m ³
20	Content of Aggregates	$(19) - (12) - (11)$	1610.00 kg/m ³
21	Content of Fine Aggregate	$(20) \times (17)$	595.70 kg/m ³
22	Content of Coarse Aggregate	$(20) - (21)$	1014.30 kg/m ³

Result :

Proportion of concrete mix design	Quantity (kg/m ³)	Ratio
Portland Type I Semen Baturaja	410.00	1.00
Sand : Komering	595.70	1.45
Crushed Stone : 2/3 Lahat	1014.30	2.47
Water	205.00	0.50

Correction :

Proportion of concrete mix design	Quantity (kg/m ³)	Ratio
Portland Type I Semen Baturaja	410.00	1.00
Sand : Komering	603.89	1.47
Crushed Stone : 2/3 Lahat	1020.96	2.49
Water	190.15	0.46

Tabel 1 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

LOKASI	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
① Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275 ✓	0,60 ✓
Beton yang masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5 SNI 03-2834-2000
Beton yang kontinyu berhubungan:		
- Air tawar		Lihat Tabel 6 SNI 03-2834-2000
- Air laut		

Sumber : Tabel 4 SNI 03-2834-2000

4. Pemilihan Faktor Air Semen

Pemilihan faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan :

- hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan.
Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan **tabel 2 dan grafik 1 atau 2.**

Tabel 2 Perkiraan Kekuatan Tekan (N/mm²) Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5 dan Jenis Semen dan Agregat Kasar Yang Biasa Dipakai di Indonesia

JENIS SEMEN	JENIS AGREGAT KASAR	KUAT TEKAN (N/mm)				BENTUK BENDA UJI
		PADA UMUR (HARI)				
		3	7	(28)	91	
Semen Portland tipe I atau Semen tahan sulfat tipe II,V	Batu tak pecah	17	23	33	40	Silinder✓
	Batu pecah ✓	19	27	(37)	45	
	Batu tak pecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen tahan sulfat tipe III	Batu tak pecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak pecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Catatan :
- 1 MPa =1 N/mm² ≈ 10 kg/cm²
- Kuat Tekan Silinder ≈ 0,83 Kuat Tekan Kubus
Sumber : Tabel 1 SNI 03-2834-2000

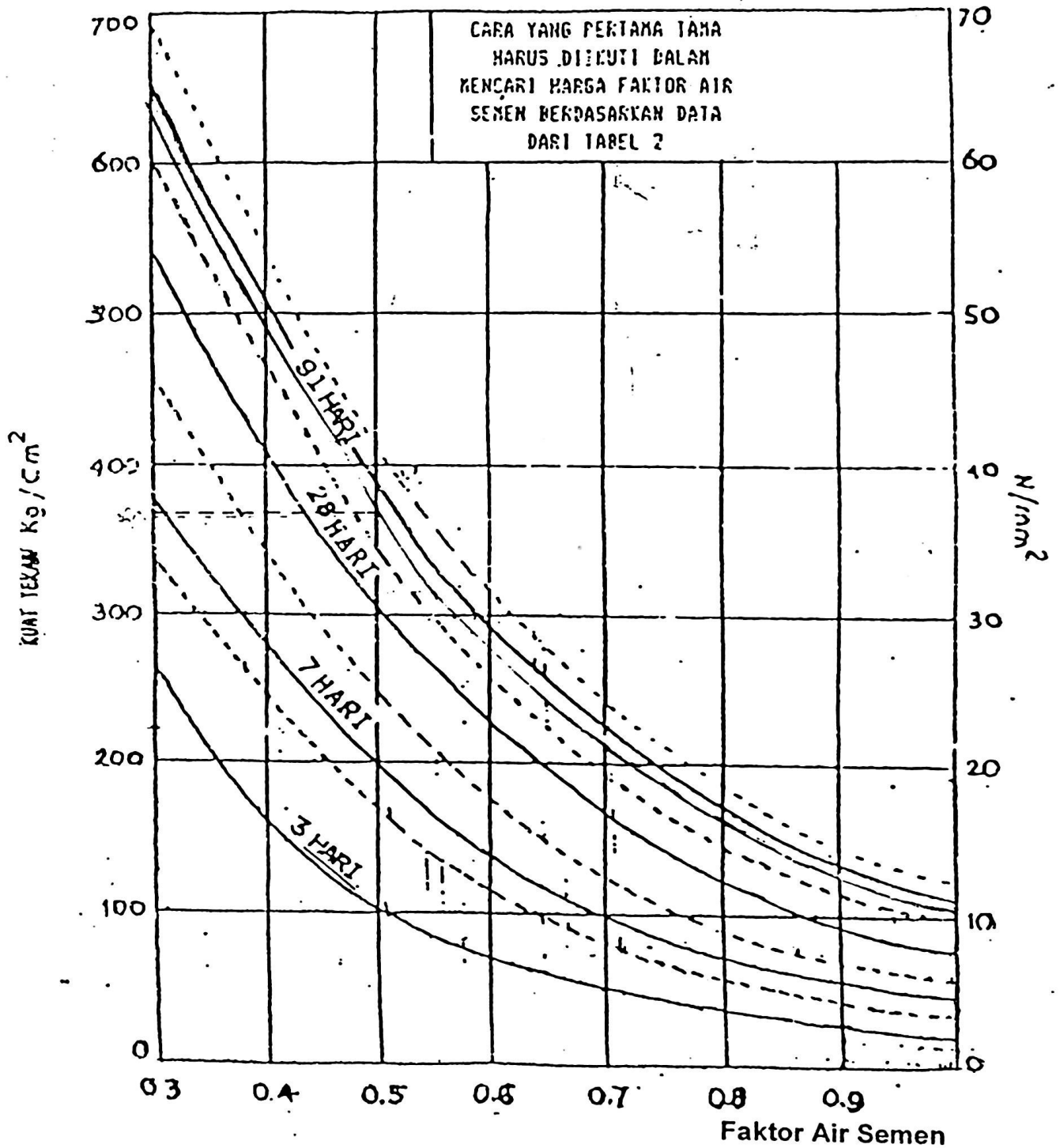
Tabel 3 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan-pengerjaan adukan beton

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	(60-100)
Ukuran Besar Butiran Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat				
10	Batu tak pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak pecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
(40)	Batu tak pecah	115	140	160	175
	Batu pecah✓	155	175	190	(205)

Sumber : Tabel 3 SNI 03-2834-2000

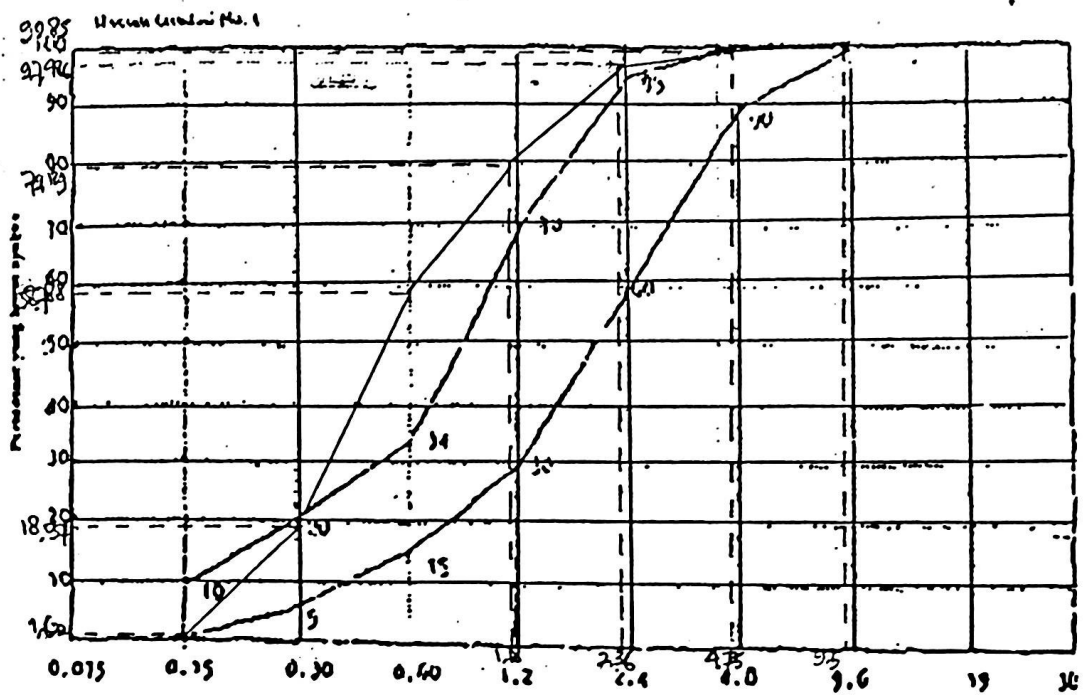
semen tipe I, II, dan V
semen tipe III

44/F 12



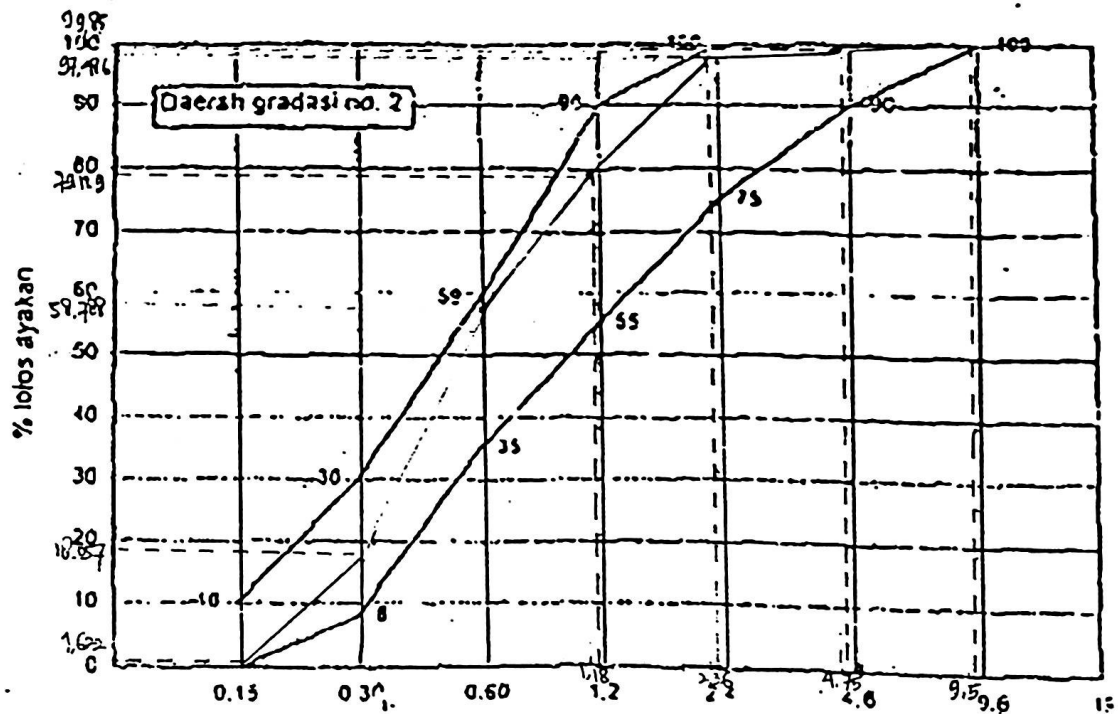
GRAFIK 1
HUBUNGAN ANTARA KUAT TEKAN DAN FAKTOR AIR SEMEN
(BENDA UJI BERBENTUK SILINDER DENGAN DIAMETER 150 MM TINGGI 300 MM)

Sumber : Grafik 1 SNI 03-2834-2000



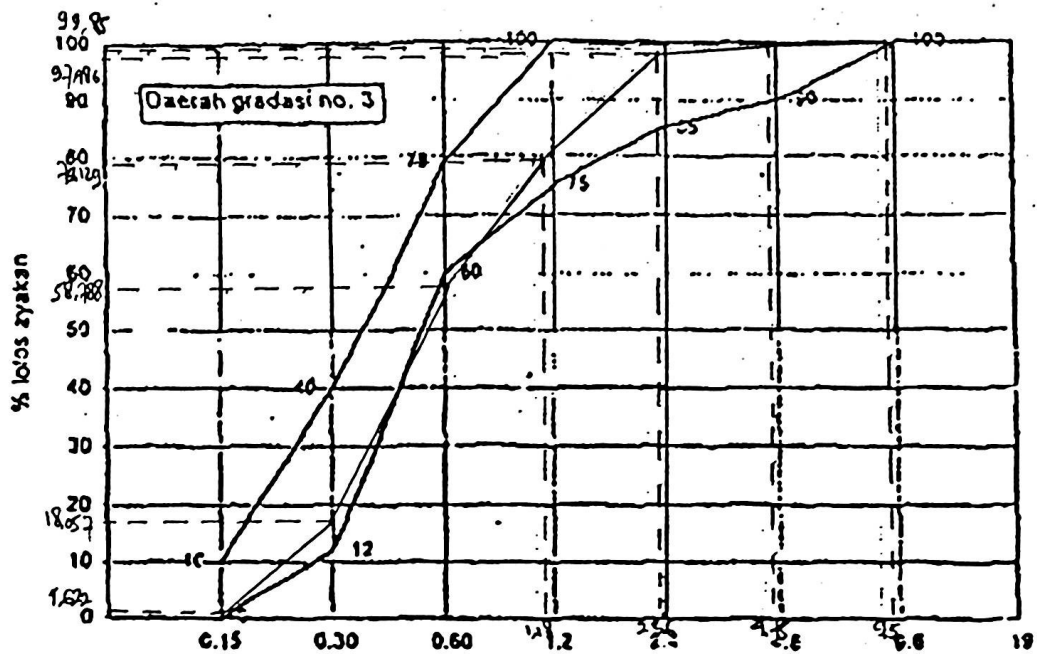
Ukuran mata ayakan (mm)

GRAFIK 3
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.1



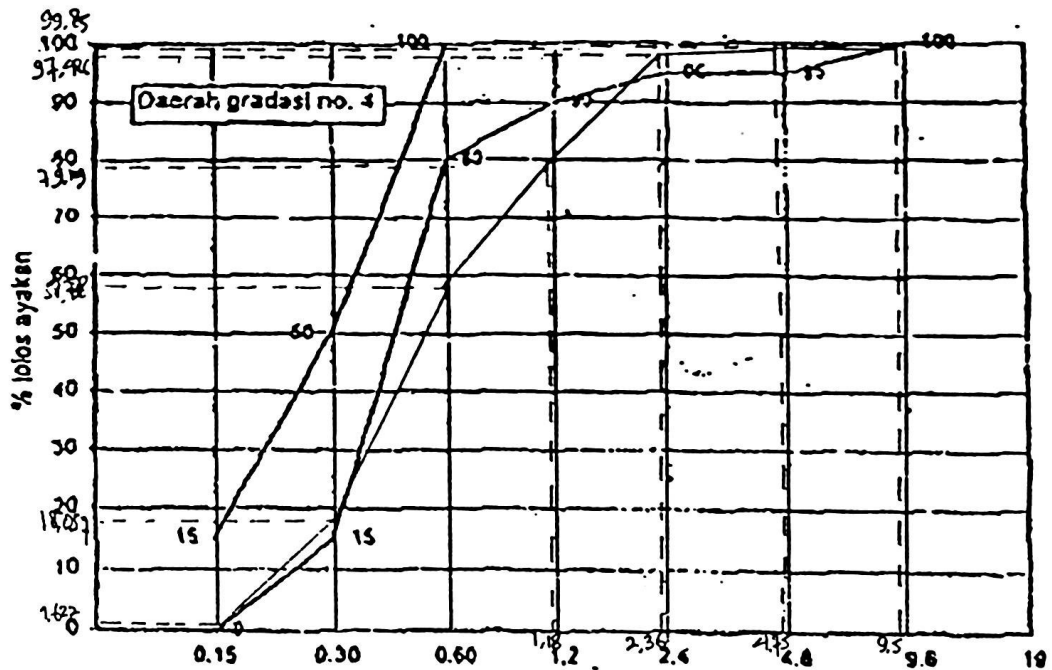
Ukuran mata ayakan (mm)

GRAFIK 4
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.2 ✓



Ukuran mata ayakan (mm)

GRAFIK 5
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.3



Ukuran mata ayakan (mm)

GRAFIK 6
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.4

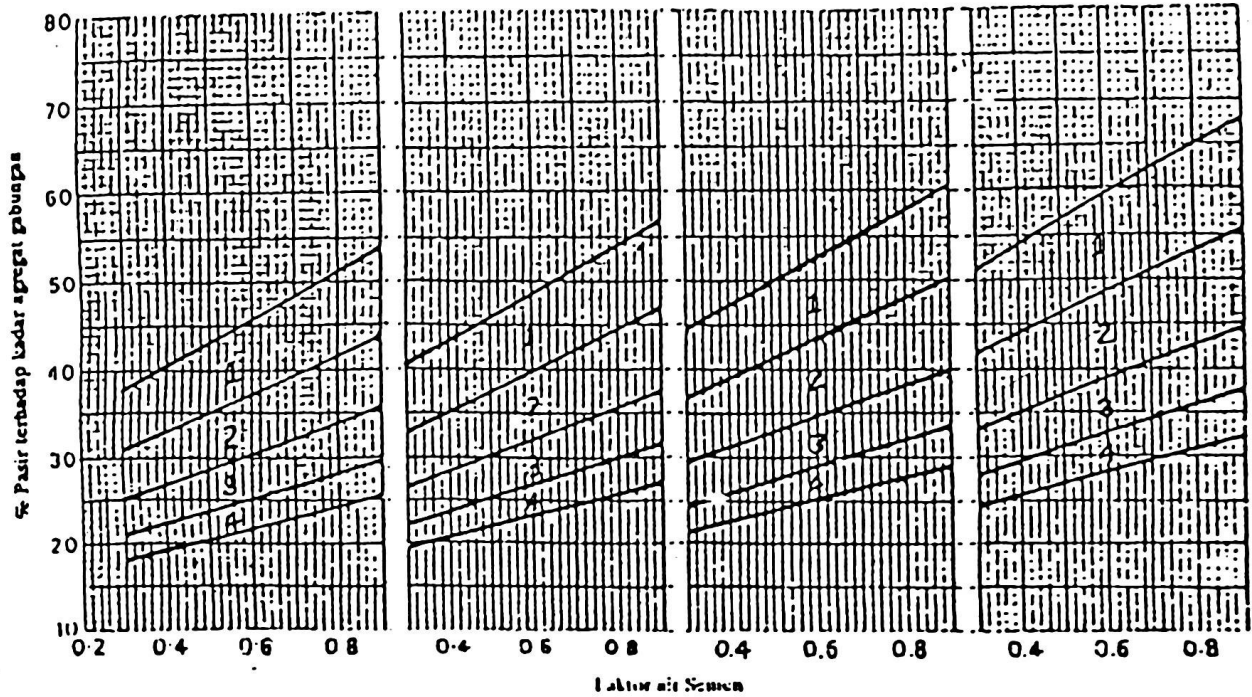
Ukuran Butir Agregat Maksimum 20 mm

Slump : 0-10mm

10-30mm

30-60mm

60-180mm



GRAFIK 14

PERSENTASE PASIR TERHADAP TOTAL AGREGAT
YANG DIANJURKAN UNTUK UKURAN BUTIR MAKSIMUM 20 MM

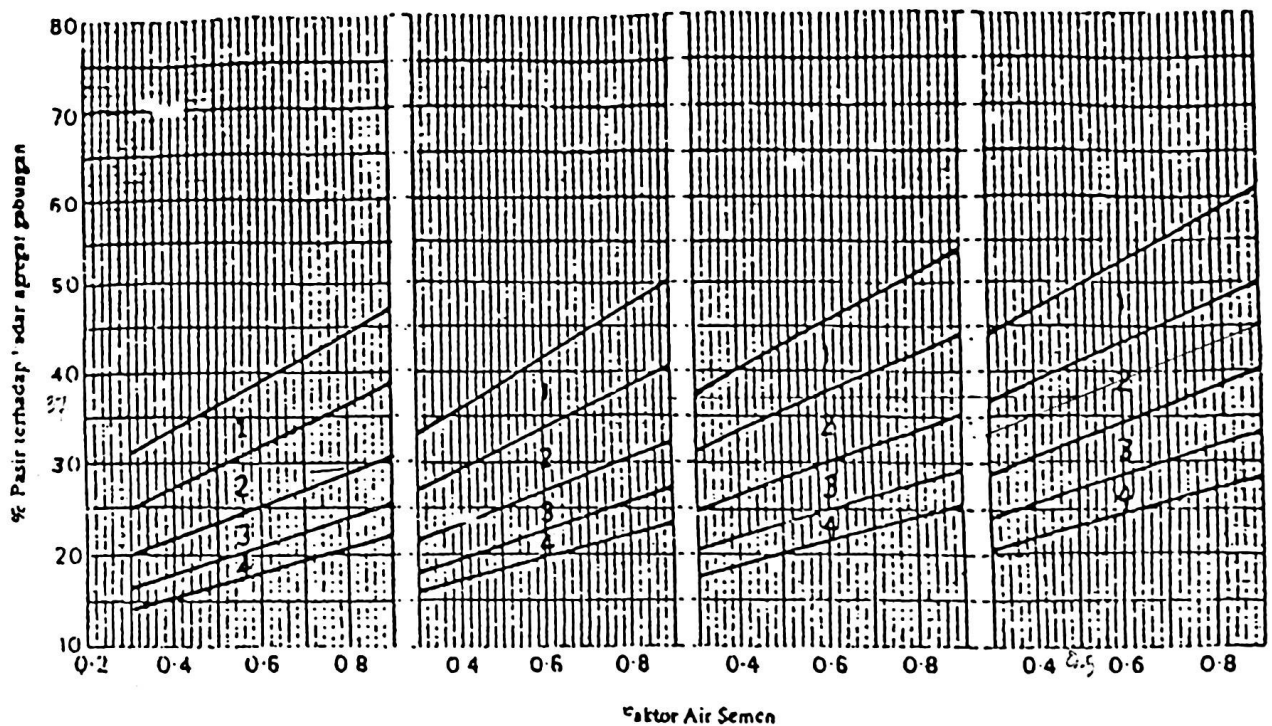
Ukuran Butir Agregat Maksimum 40 mm

Slump : 0-10mm

10-30mm

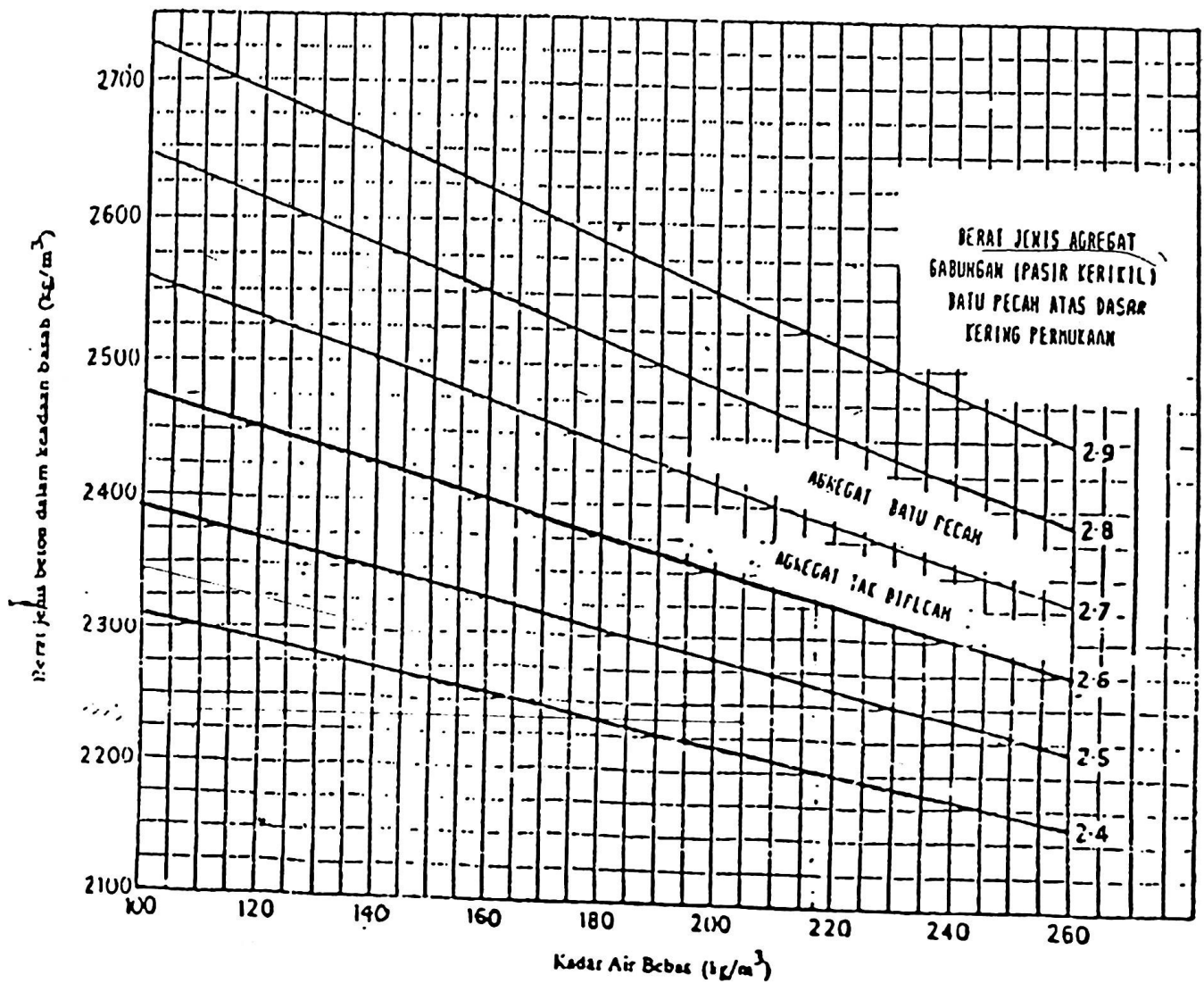
30-60mm

60-150mm



GRAFIK 15

PERSENTASE PASIR TERHADAP TOTAL AGREGAT
YANG DIANJURKAN UNTUK UKURAN BUTIR MAKSIMUM 40 MM



GRAFIK 16
PERKIRAAN BERAT JENIS BETON BASAH
YANG DIMAMPATKAN SECARA PENUH

DESIGN OF CONCRETE JOB MIX FORMULA

CODE : SNI 03-2834-2000

SPECIMEN : CYLINDRICAL CONCRETE 15x30

Pekerjaan : f'c 20 Mpa
 Lokasi : Palembang

No.	Description	Table/Graph /Calculation	Value
1	Characteristic Compression Strength	f'c 20	20.00 MPa
2	Standard Deviation		7.00 MPa
3	Margin	$1.64 \cdot (2)$	11.48 MPa
4	Target of Compression Strength	$(1) + (3)$	31.48 MPa
5	Type of cement		Portland Type I Semen Baturaja
6	Coarse Aggregate		Crushed Stone : 2/3 Lahat
	Fine Aggregate		Sand : Komering
7	Water Cement Ratio	Table 2 & Graph. 1	0.55
8	Maximum Water Cement Ratio	Table 1	0.60
9	Slump (prior to addition of the admixture)	max	60-100 mm
10	Maximum Size of Aggregate	Material Test	40 mm
11	Water Content	Table 3	205 kg/m ³
12	Cement Content	$(11)/(7)$	372.73 kg/m ³
13	Maximum Cement Content	$(11)/(8)$ or (12)	341.67 kg/m ³
14	Minimum Cement Content	Table 1	275.00 kg/m ³
15	Water Cement Factor Adjusted		—————
16	Gradation of Fine Aggregate	Material Test	Grade area no. 2
17	Percentage of Fine Aggregate	Graph. 15	38 %
18	Relative Density of Combined Aggregates (SSD condition)	$(2.538 \times 62 \%) + (2.233 \times 38 \%)$	2.422
19	Wet Density of Concrete Mix	Graph. 16	2225.00 kg/m ³
20	Content of Aggregates	$(19) - (12) - (11)$	1647.27 kg/m ³
21	Content of Fine Aggregate	$(20) \times (17)$	625.96 kg/m ³
22	Content of Coarse Aggregate	$(20) - (21)$	1021.31 kg/m ³

Result :

Proportion of concrete mix design	Quantity (kg/m ³)	Ratio
Portland Type I Semen Baturaja	372.73	1.00
Sand : Komering	625.96	1.68
Crushed Stone : 2/3 Lahat	1021.31	2.74
Water	205.00	0.55

Correction :

Proportion of concrete mix design	Quantity (kg/m ³)	Ratio
Portland Type I Semen Baturaja	372.73	1.00
Sand : Komering	634.57	1.70
Crushed Stone : 2/3 Lahat	1028.02	2.76
Water	189.68	0.51

Tabel 1 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembedonan dalam Lingkungan Khusus

LOKASI	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
ⓑ Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275 ✓	0,60 ✓
Beton yang masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5 SNI 03-2834-2000
Beton yang kontnyu berhubungan:		
- Air tawar		Lihat Tabel 6 SNI 03-2834-2000
- Air laut		

Sumber : Tabel 4 SNI 03-2834-2000

4. Pemilihan Faktor Air Semen

Pemilihan faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan :

- hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan.
- Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan **tabel 2 dan grafik 1 atau 2.**

Tabel 2 Perkiraan Kekuatan Tekan (N/mm²) Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5 dan Jenis Semen dan Agregat Kasar Yang Biasa Dipakai di Indonesia

JENIS SEMEN	JENIS AGREGAT KASAR	KUAT TEKAN (N/mm)				BENTUK BENDA UJI
		PADA UMUR (HARI)				
		3	7	(28)	91	
Semen Portland tipe I atau Semen tahan sulfat tipe II,V	Batu tak pecah	17	23	33	40	Silinder ✓
	Batu pecah ✓	19	27	(37)	45	
	Batu tak pecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen tahan sulfat tipe III	Batu tak pecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak pecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Catatan :

- 1 MPa = 1 N/mm² ≈ 10 kg/cm²

- Kuat Tekan Silinder ≈ 0,83 Kuat Tekan Kubus

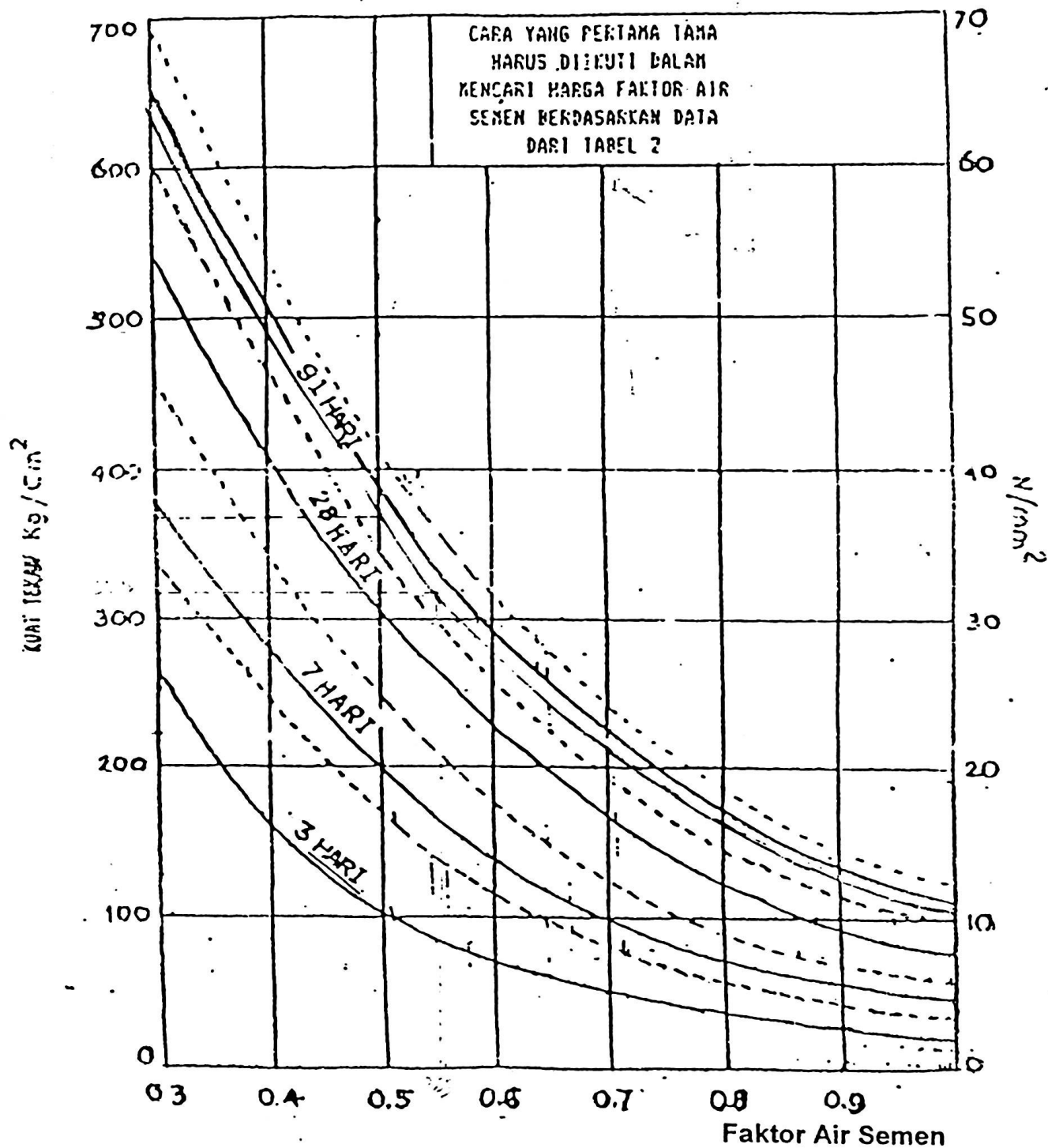
Sumber : Tabel 1 SNI 03-2834-2000

Tabel 3 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan-pengerjaan adukan beton

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	(60-100)
Ukuran Dasar Butiran Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat				
10	Batu tak pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak pecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
(40)	Batu tak pecah	115	140	160	175
	Batu pecah ✓	155	175	190	(205)

Sumber : Tabel 3 SNI 03-2834-2000

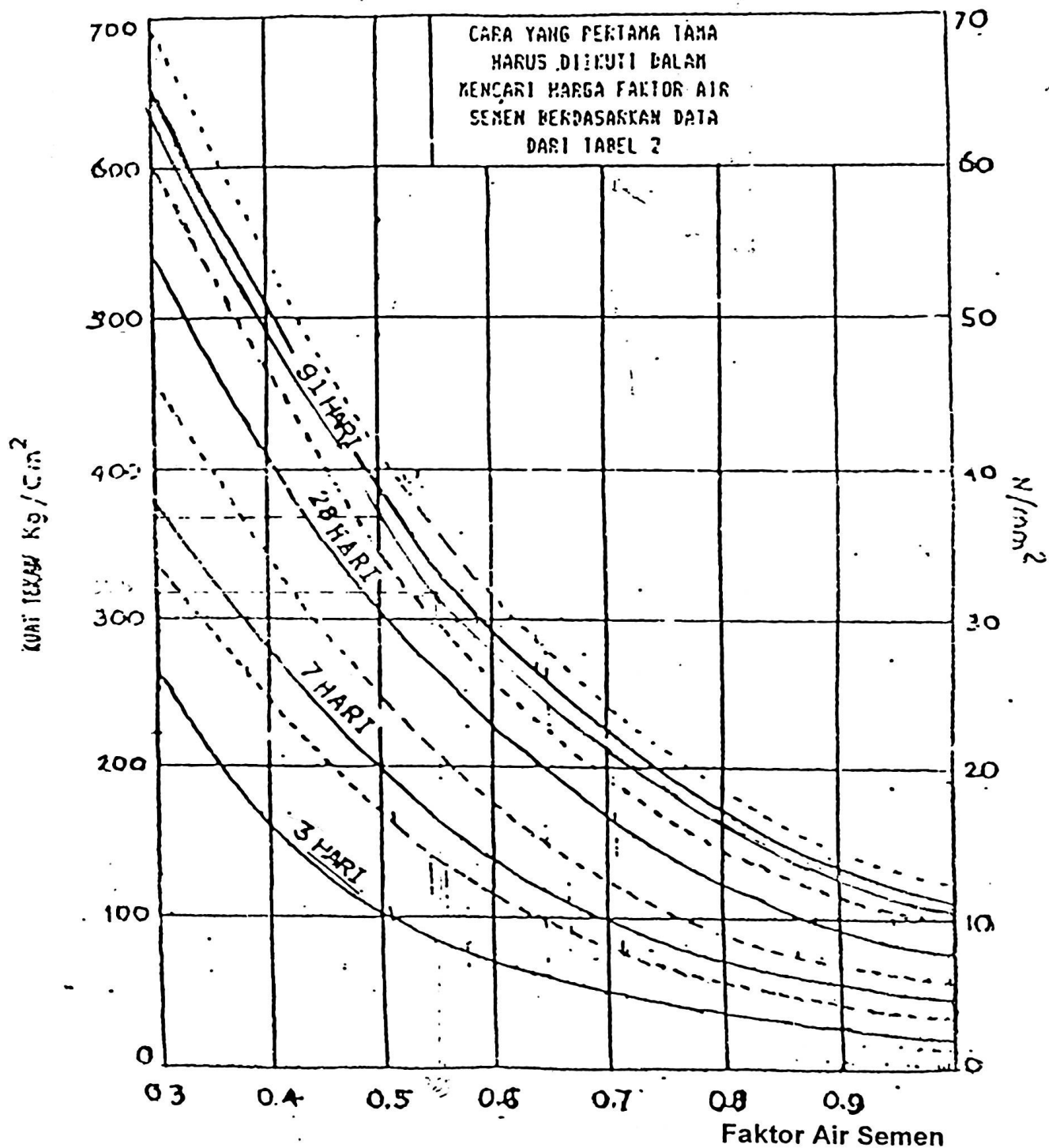
semen tipe I, II, dan V
semen tipe III



GRAFIK 1
HUBUNGAN ANTARA KUAT TEKAN DAN FAKTOR AIR SEMEN
(BENDA UJI BERBENTUK SILINDER DENGAN DIAMETER 150 MM TINGGI 300 MM)

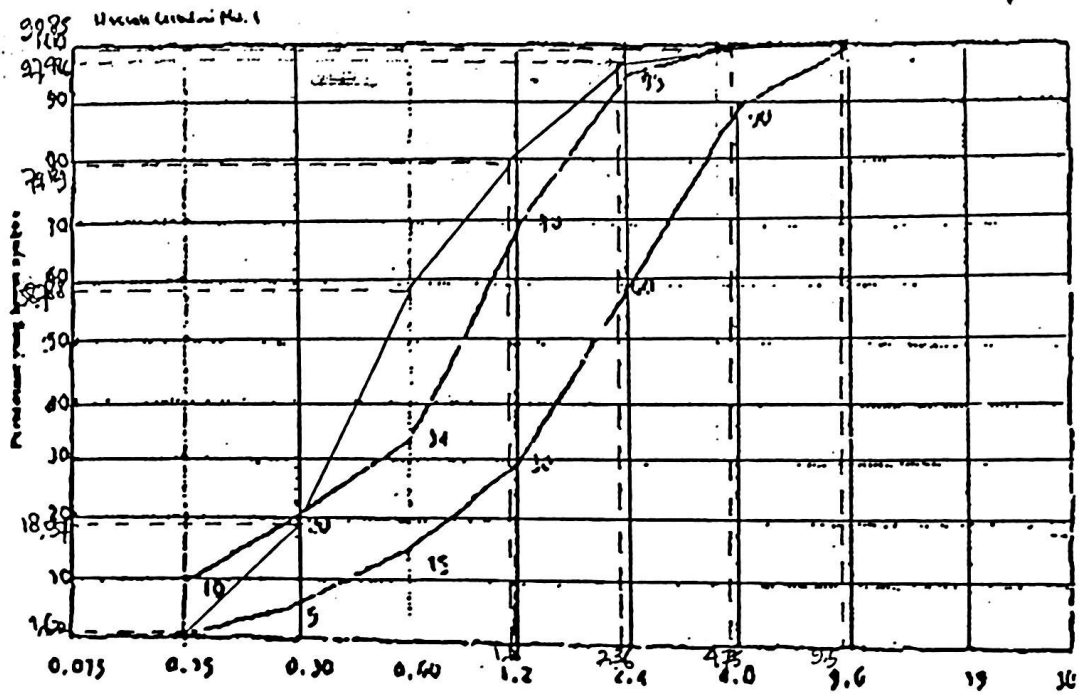
Sumber : Grafik 1 SNI 03-2834-2000

semen tipe I, II, dan V
semen tipe III



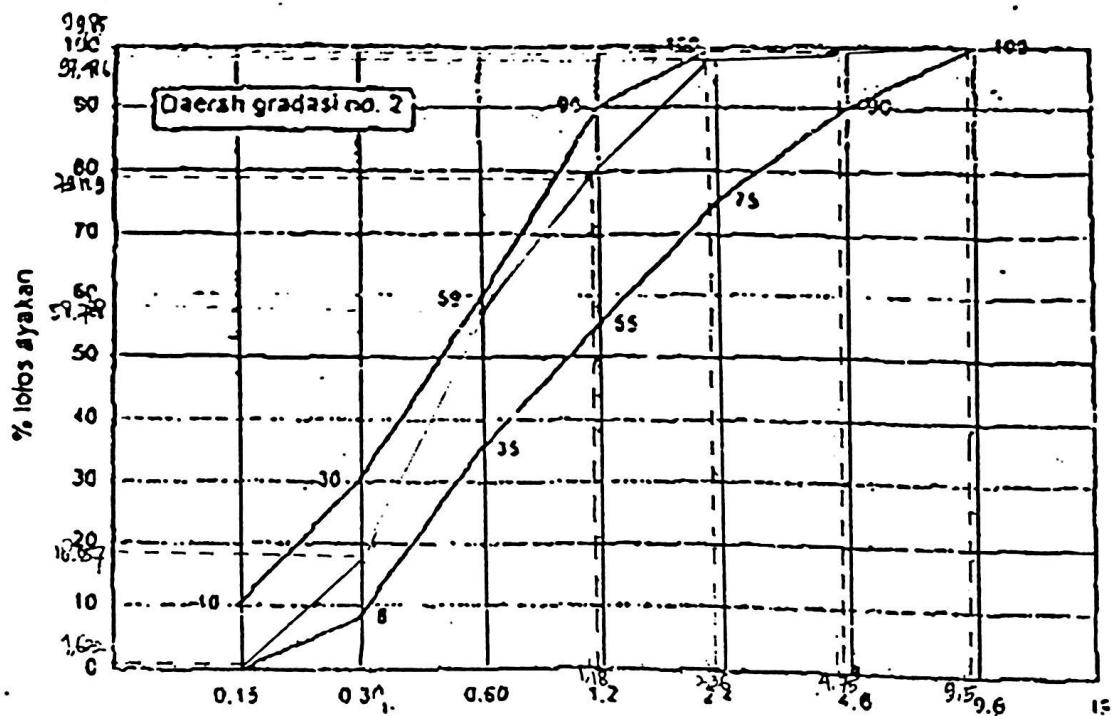
GRAFIK 1
HUBUNGAN ANTARA KUAT TEKAN DAN FAKTOR AIR SEMEN
(BENDA UJI BERBENTUK SILINDER DENGAN DIAMETER 150 MM TINGGI 300 MM)

Sumber : Grafik 1 SNI 03-2834-2000



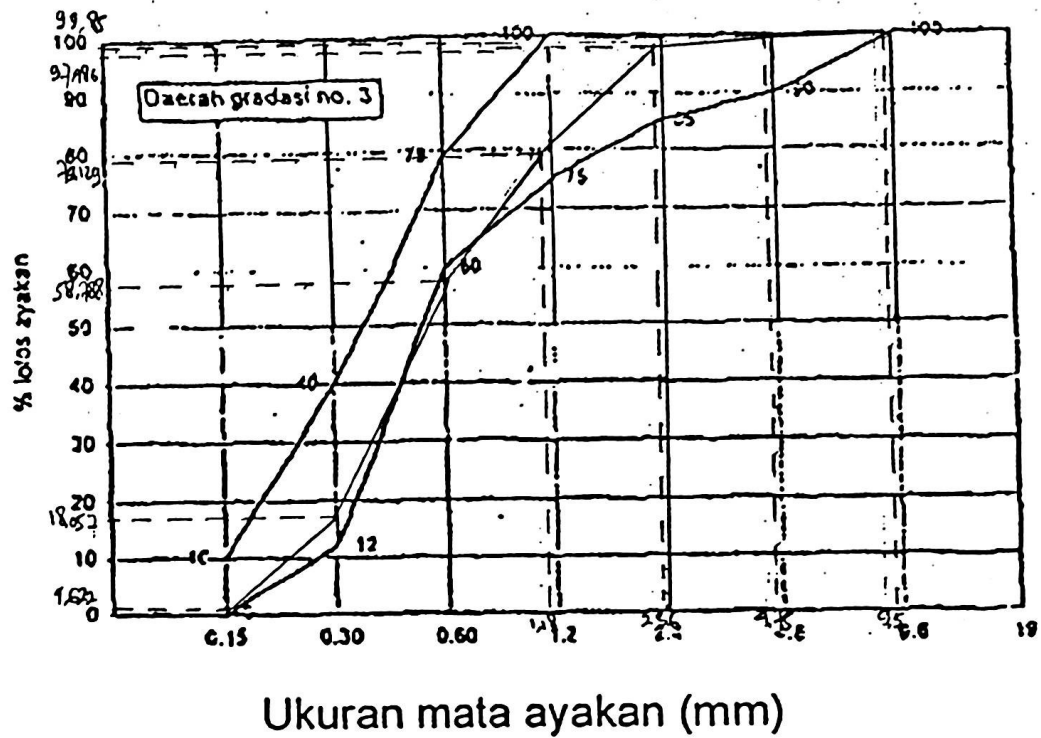
Ukuran mata ayakan (mm)

GRAFIK 3
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.1

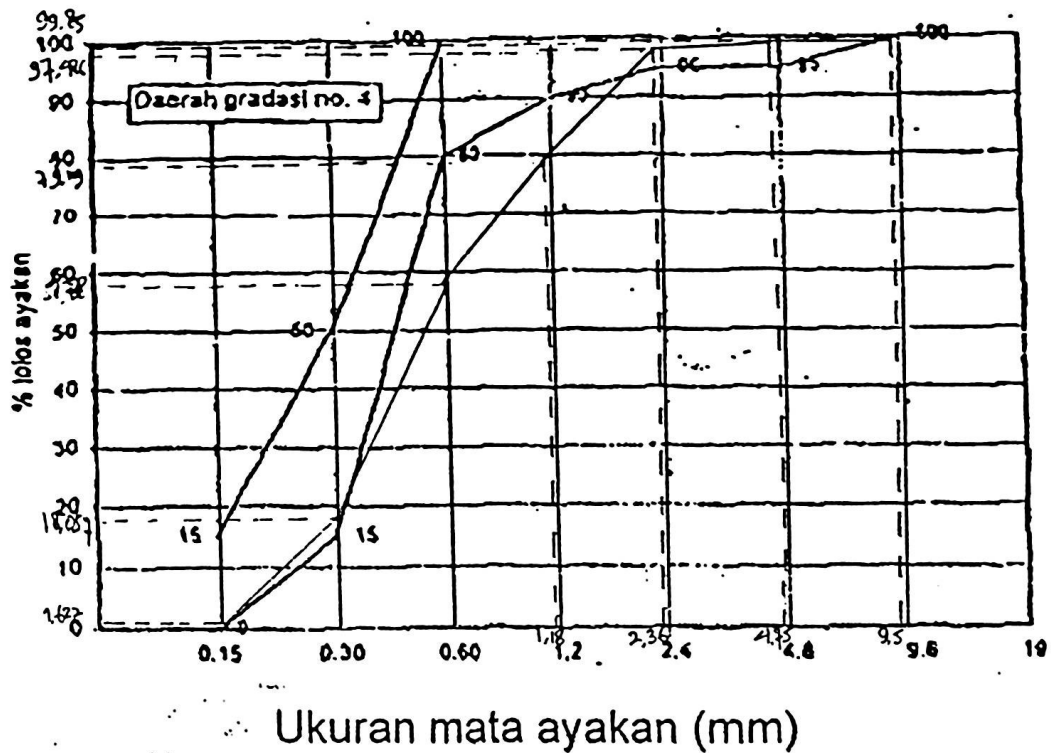


Ukuran mata ayakan (mm)

GRAFIK 4
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.2 ✓



GRAFIK 5
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.3



GRAFIK 6
BATAS GRADASI PASIR DALAM DAERAH GRADASI NO.4

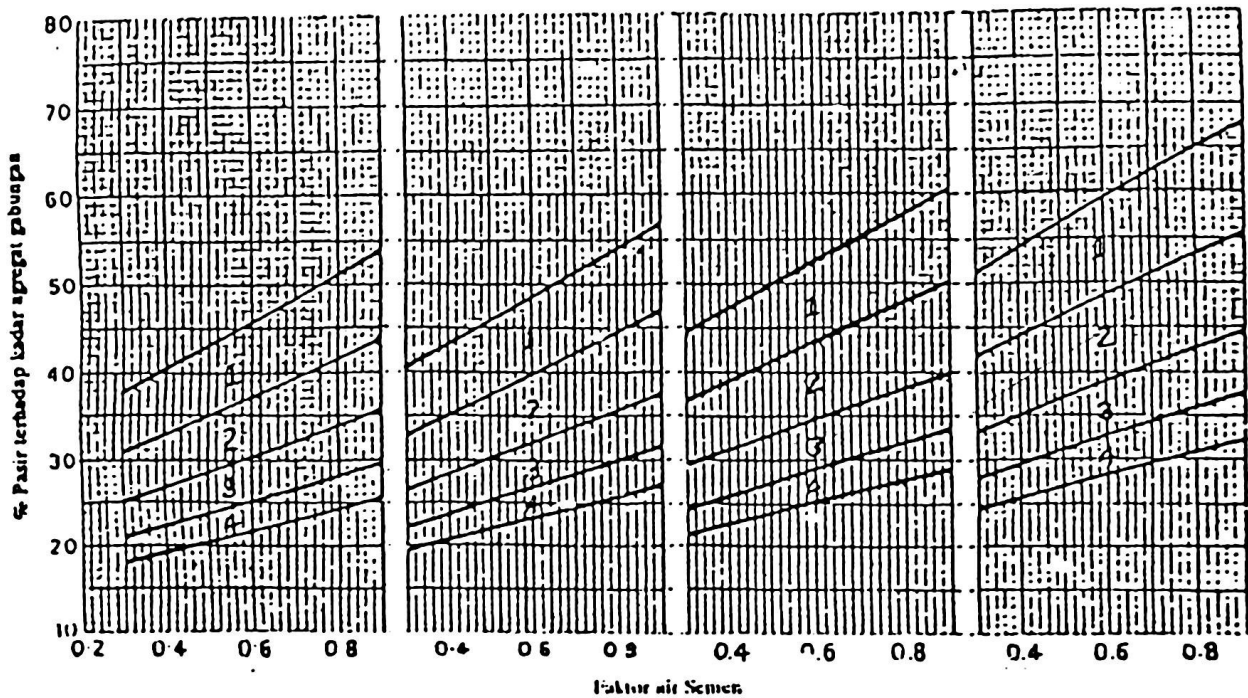
Ukuran Butir Agregat Maksimum 20 mm

Slump : 0-10mm

10-30mm

30-60mm

60-180mm



GRAFIK 14
PERSENTASE PASIR TERHADAP TOTAL AGREGAT
YANG DIANJURKAN UNTUK UKURAN BUTIR MAKSIMUM 20 MM

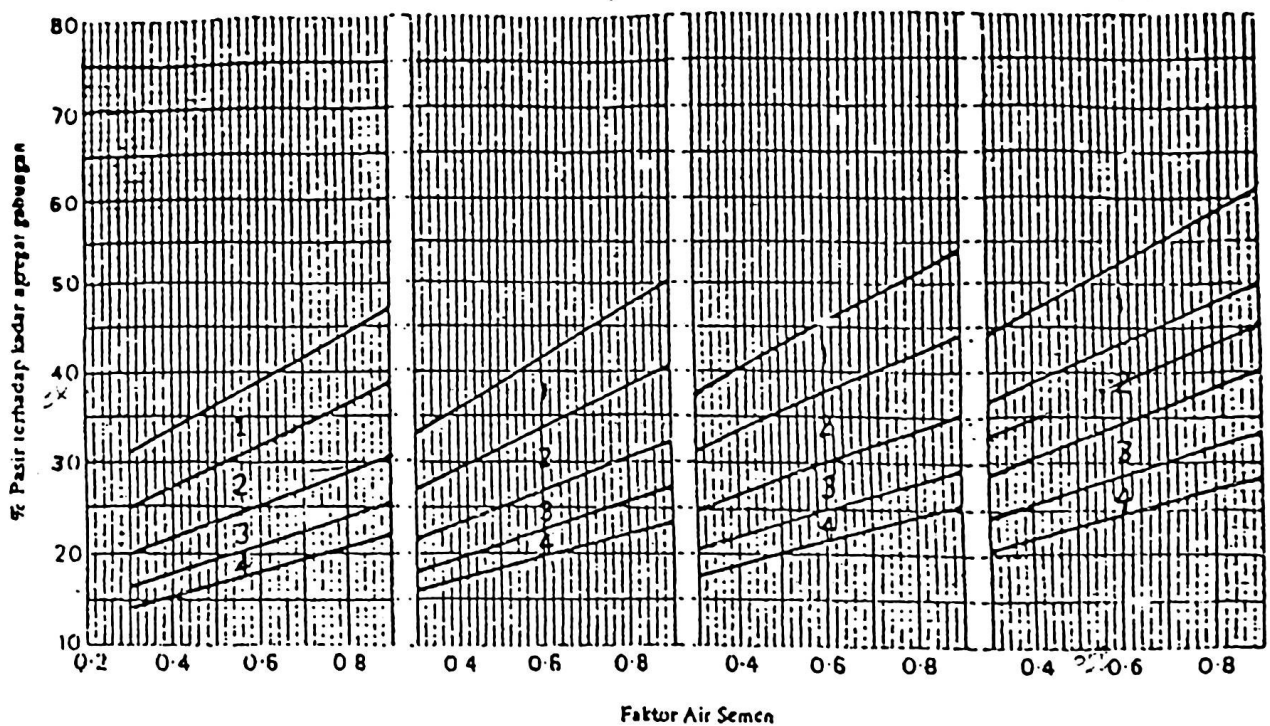
Ukuran Butir Agregat Maksimum 40 mm

Slump : 0-10mm

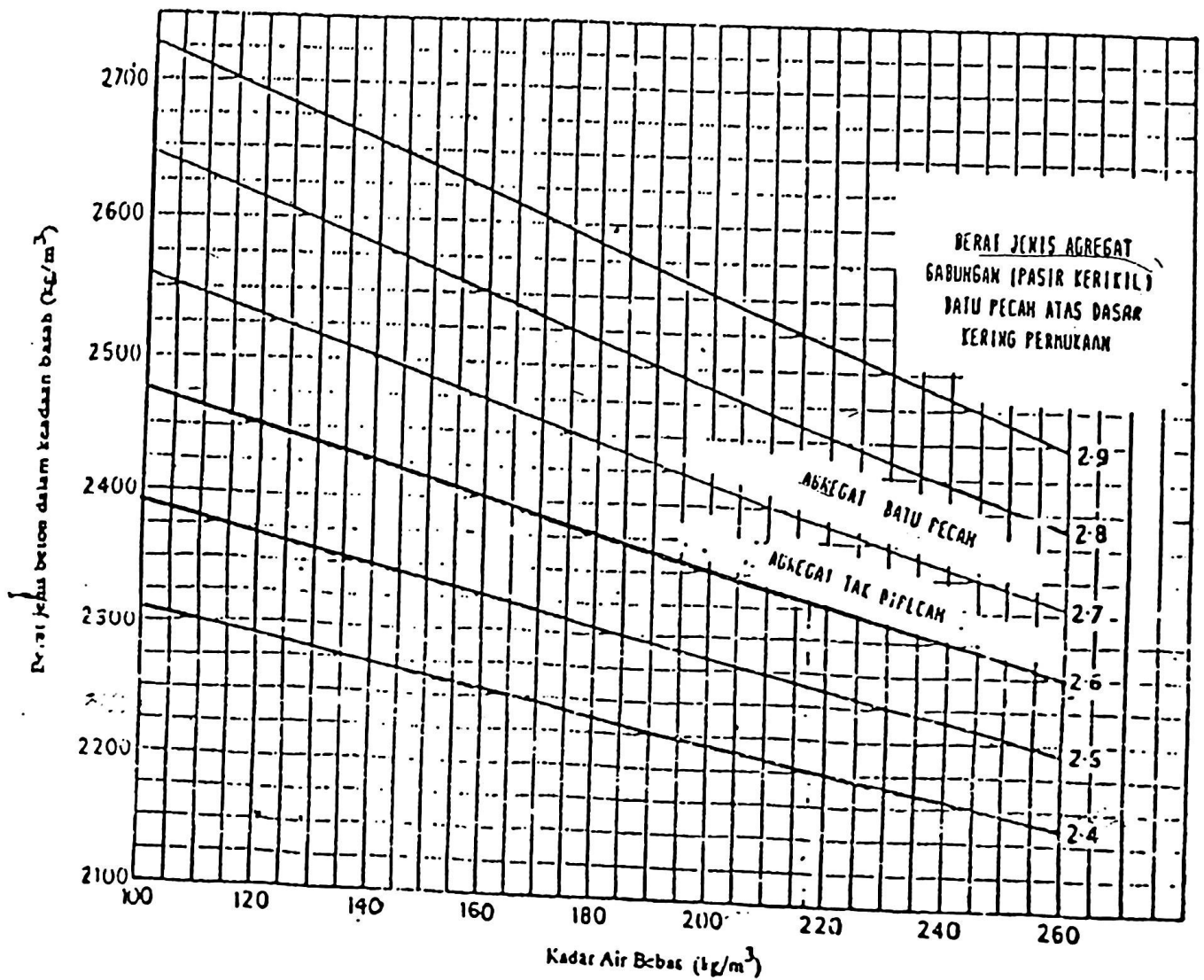
10-30mm

30-60mm

50-180mm



GRAFIK 15
PERSENTASE PASIR TERHADAP TOTAL AGREGAT
YANG DIANJURKAN UNTUK UKURAN BUTIR MAKSIMUM 40 MM

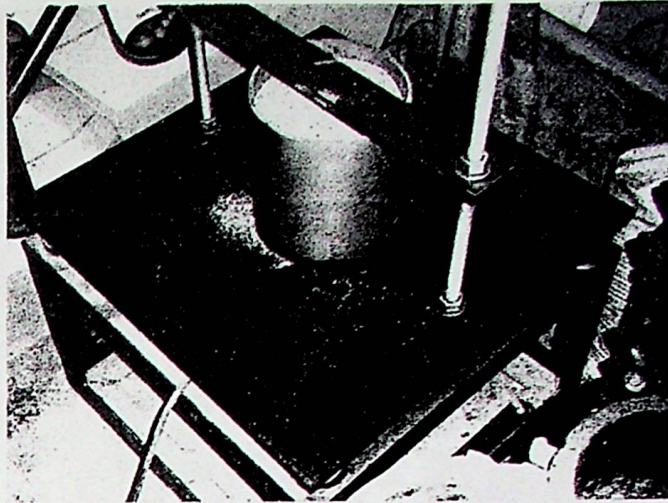


GRAFIK 16
PERKIRAAN BERAT JENIS BETON BASAH
YANG DIMAMPATKAN SECARA PENUH

LAMPIRAN C

Dokumentasi

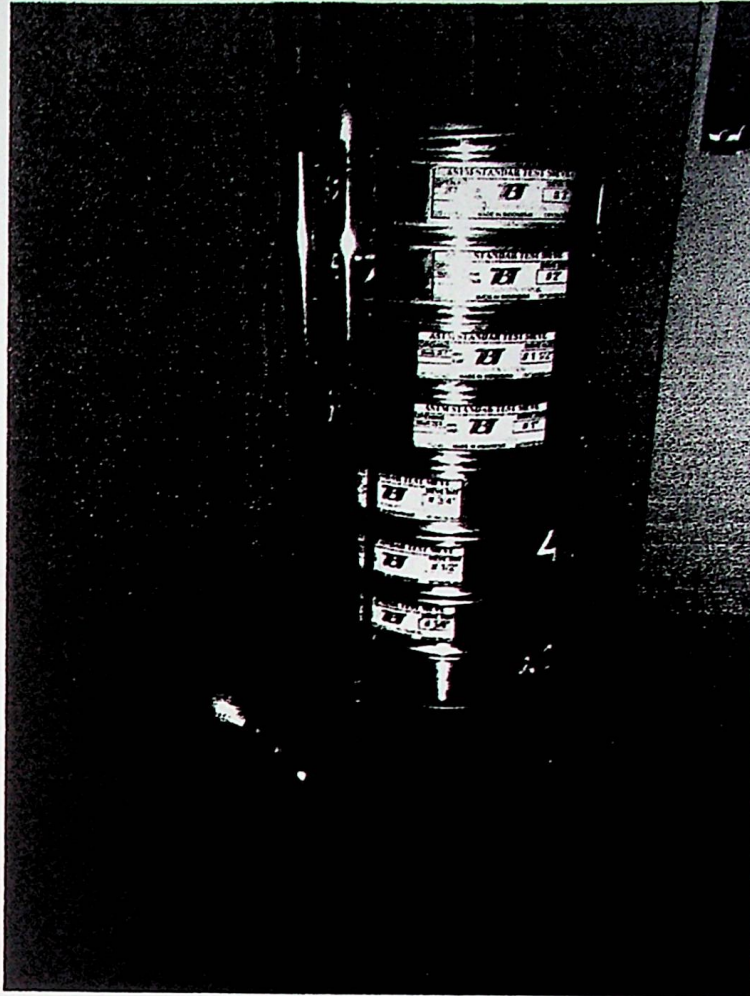




Gambar 1. Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus

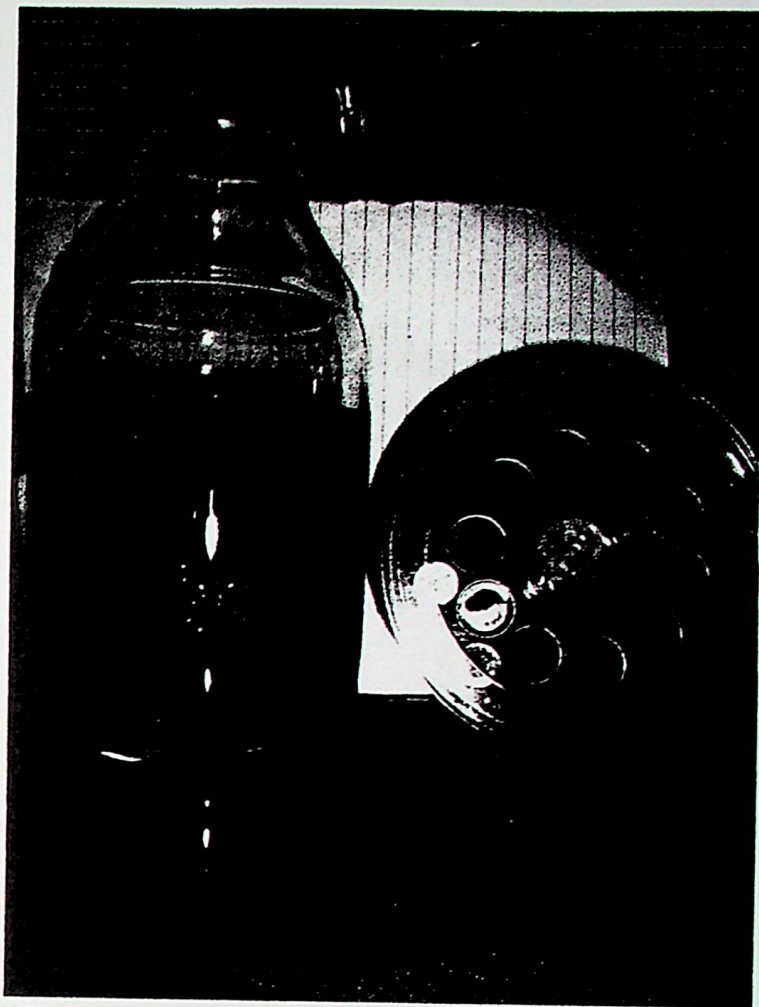


Gambar 2. Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar

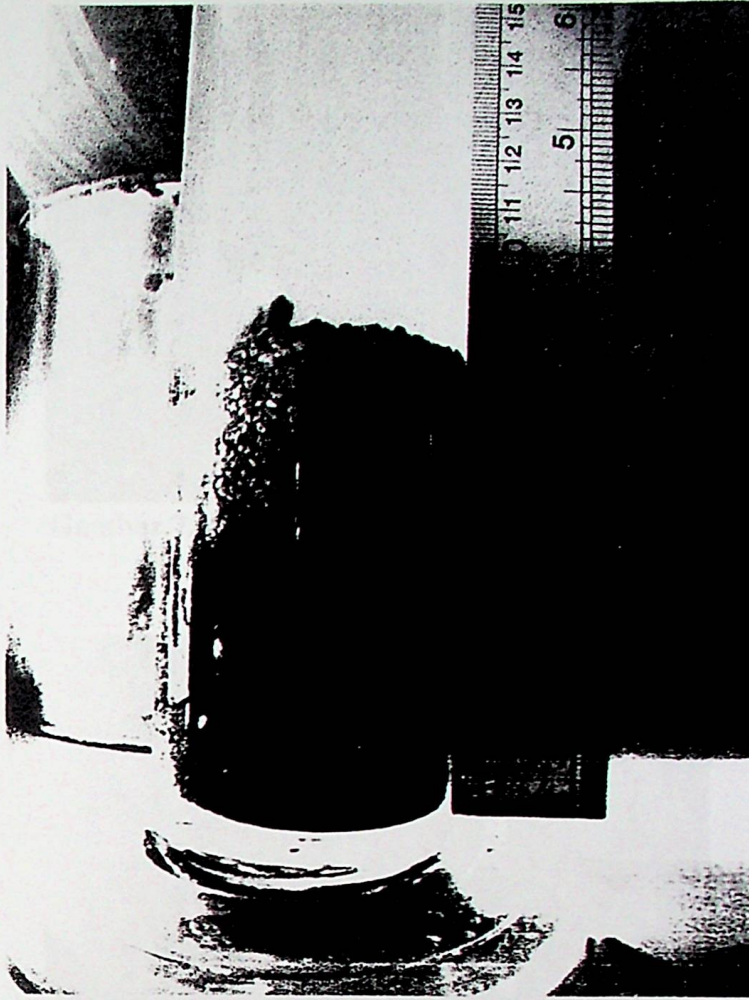


Gambar 3. Analisis Saringan Agregat

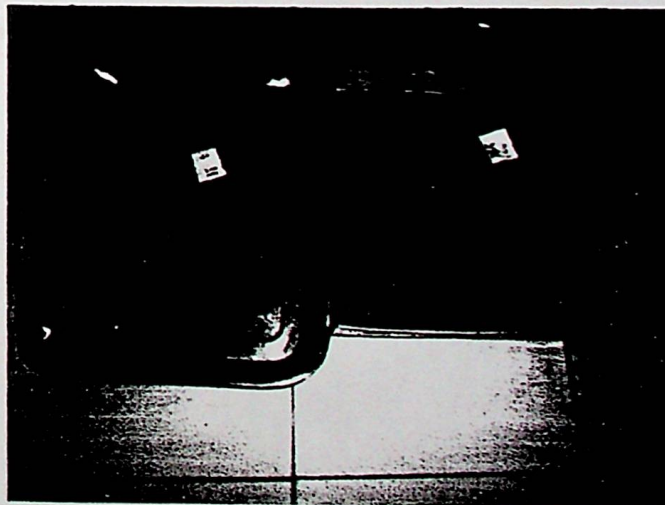




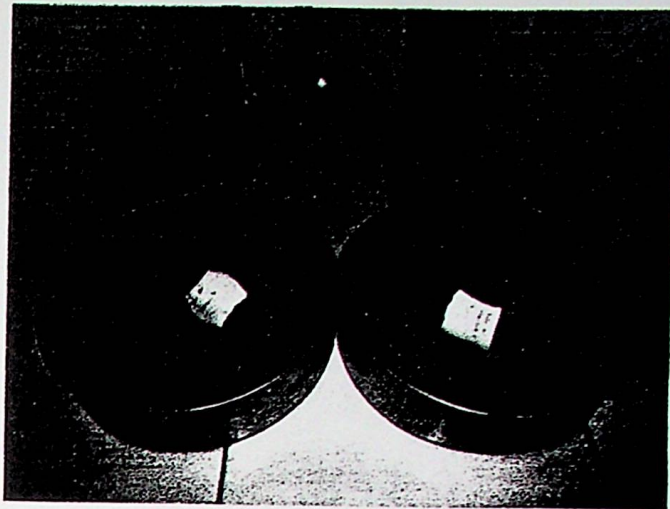
Gambar 4. Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus



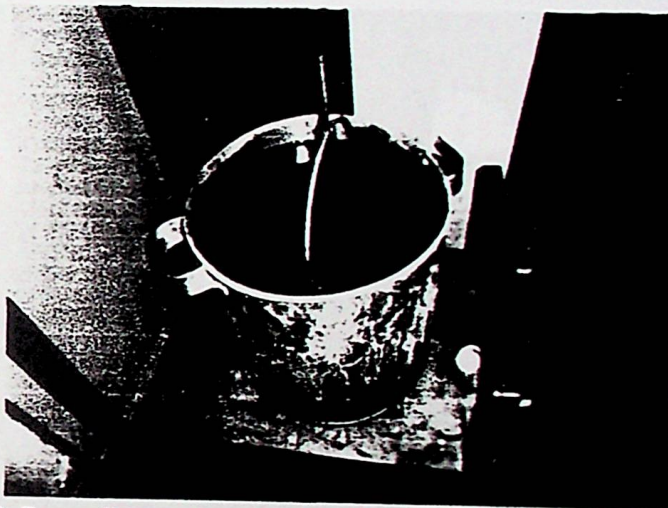
Gambar 5. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus



Gambar 6. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus



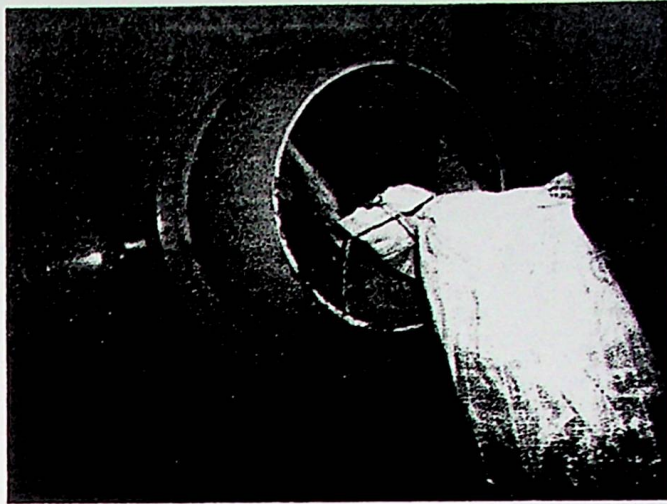
Gambar 7. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar



Gambar 8. Pemeriksaan *Specific Gravity* dan Penyerapan Agregat Kasar



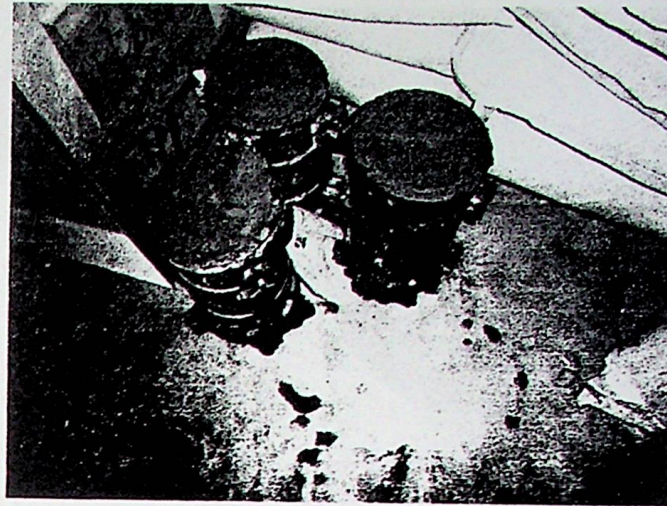
Gambar 9. Pemeriksaan *Specific Gravity* dan Penyerapan Agregat Halus



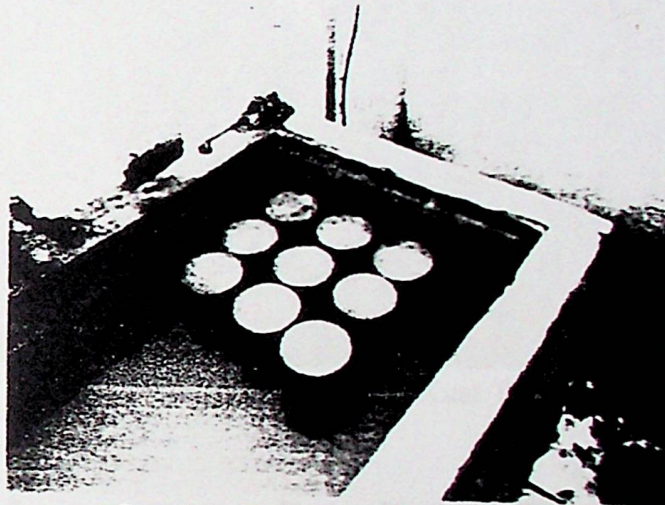
Gambar 10. Pelaksanaan Campuran



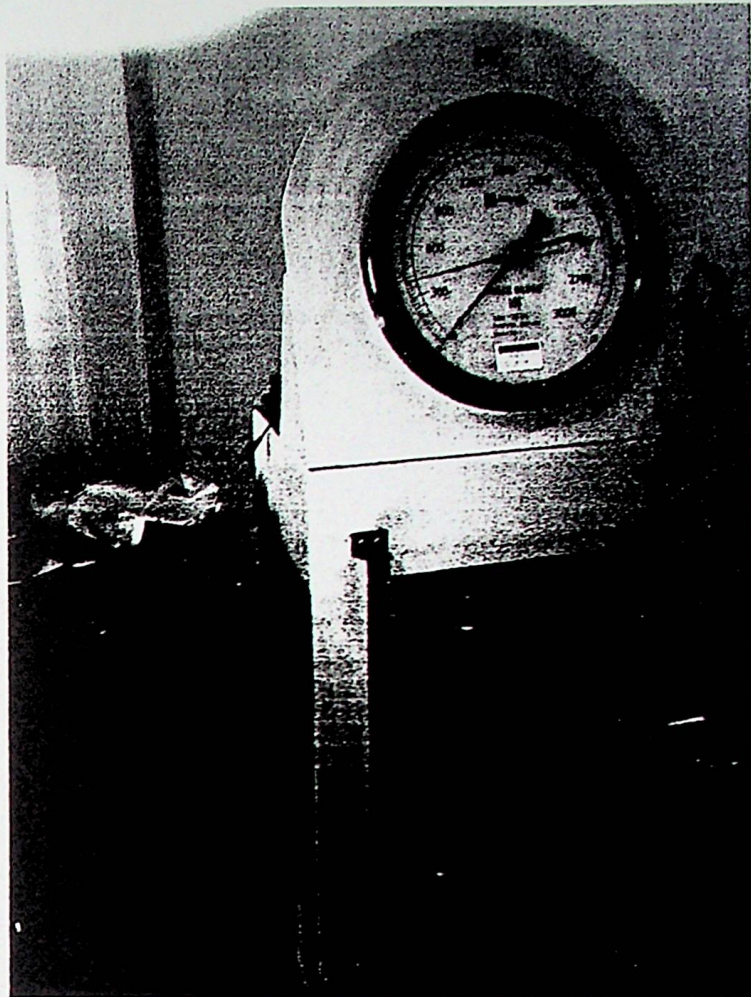
Gambar 11. Pengujian *Slump*



Gambar 12. Pembuatan Benda Uji



Gambar 13. Perawatan Benda Uji



Gambar 14. Pengujian Kuat Tekan



Gambar 15. Pola Retak Benda Uji



JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM. 32 Indralaya Ogan Ilir 30662

Telp. 0711.580139 -- 0711.580062 Fax 0711.580139 e-mail: sipil@unsri.ac.id

Indralaya, 20 Mei 2011

Nomor : 139/UJ.1.1/10-58K/2011
Lam. : 2 Lembar
Hal : 1
Judul & Pembimbingan Skripsi/Tugas Akhir
Mahasiswa

Yth _____
Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Setelah mempelajari daftar kemajuan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya periode semester Genap 2010/2011 dan mengevaluasi beberapa persyaratan lainnya, maka sejumlah mahasiswa telah memenuhi syarat untuk diberikan Tugas Akhir/Skripsi.

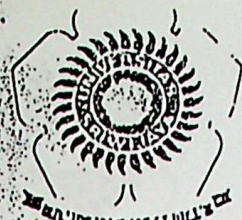
Pimpinan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, dengan ini mengharapkan kiranya Saudara bersedia memberikan Judul sekaligus menjadi Dosen Pembimbing Utama bagi mahasiswa yang tersebut dalam lampiran surat ini. Apa bila diperlukan pembantu pembimbing dapat saudara tunjuk dari daftar tersebut dalam lampiran ini juga.

Demikian kiranya dapat dimaklumi. Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan,

Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.
NIP. 195811121987031002

Tembusan :
- Arsip.



JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM. 32 Inderalaya Ogan Ilir 30662

Telp 0711 580139 0711 580062 Fax 0711 580139 e-mail: sipil@unsri.ac.id

Lampiran 1 Surat Ketua Jurusan

Nomor : 139/UN.1.9/11/2011

Tanggal : 20 Mei 2011

NO	NIM	NAMA	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II
1.	03061001022	Auel Hidayat	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
2.	03071001031	Rolan Komagi	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
3.	03071001056	Alvin F S	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
4.	03071001079	Rahmatul Ansy	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
5.	03071001117	Bernan Bakti S	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
6.	03071001119	M Ansh A	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS	Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
7.	03071001119	M. Ahmad Ghomari	Dr. Ir. Hanafiah MS	Rosdawani, ST, MT
8.	03071001119	A. S. S. S. S. S.	Dr. Ir. Hanafiah MS	Rosdawani, ST, MT
9.	03071001119	Komala Sari	Dr. Ir. Gunawan Tanjung, M. Eng	Dr. Ir. Gunawan Tanjung, M. Eng
10.	03071001089	Theresa Yudin Pandiangan	Dr. Ir. Gunawan Tanjung, M. Eng	Dr. Ir. Gunawan Tanjung, M. Eng
11.	03071001090	Priska Kenya Prasasti	Dr. Ir. Gunawan Tanjung, M. Eng	Dr. Ir. Gunawan Tanjung, M. Eng
12.	03071001091	Mutha Aliand	Ir. H. Sarino, MSCE	Ir. H. Sarino, MSCE
13.	03071001015	Charles Tanzil	Ir. H. Sarino, MSCE	Ir. H. Sarino, MSCE
14.	03071001032	Ria Utama	Ir. H. Sarino, MSCE	Ir. H. Sarino, MSCE
15.	03071001056	Septha Darmasanti	Ir. H. Sarino, MSCE	Ir. H. Sarino, MSCE
16.	03071001061	Eka Wijaya	Ir. H. Sarino, MSCE	Ir. H. Sarino, MSCE
17.	03071001077	Sudhansyah	Ir. H. Sarino, MSCE	Ir. H. Sarino, MSCE
18.	03071001086	Indras	Ir. H. Sarino, MSCE	Ir. H. Sarino, MSCE
19.	03071001077	Dito Ratih Kumalasari	Ir. H. Sarino, MSCE	Ir. H. Sarino, MSCE
20.	03061001001	Ferdianto	Ir. Wirawan Jatmiko, MM	Melawaty Agustien, Ssi, MT
21.	03071001057	Cyottha A	Ir. Wirawan Jatmiko, MM	Ir. Wirawan Jatmiko, MM
22.	03071001066	Agam Sukmana	Ir. Wirawan Jatmiko, MM	Ir. Wirawan Jatmiko, MM
23.	03071001078	Z. Kepar. Brata	Ir. Wirawan Jatmiko, MM	Ir. Wirawan Jatmiko, MM
24.	03071001082	M. Anna Muslim	Ir. Wirawan Jatmiko, MM	Ir. Wirawan Jatmiko, MM
25.	03071001083	M. Ichsan Zulf	Ir. Wirawan Jatmiko, MM	Ir. Wirawan Jatmiko, MM
26.	03071001112	Suci Putri	Ir. Wirawan Jatmiko, MM	Ir. Wirawan Jatmiko, MM
27.	03071001017	Putri Bella Sari	Ir. Indra Chusaini San, MS	Ir. Indra Chusaini San, MS
28.	03071001026	Rita Anggraini	Ir. Indra Chusaini San, MS	Ir. Indra Chusaini San, MS
29.	03071001027	Agustina Sembiring	Ir. Indra Chusaini San, MS	Ir. Indra Chusaini San, MS
30.	03071001033	Ali Kamil	Ir. Indra Chusaini San, MS	Ir. Indra Chusaini San, MS
31.	03071001050	A Riyadinal	Ir. Indra Chusaini San, MS	Ir. Indra Chusaini San, MS
32.	03071001081	Dicky Aswar	Ir. Indra Chusaini San, MS	Ir. Indra Chusaini San, MS
33.	03071001107	Jonathan Mula S	Ir. Indra Chusaini San, MS	Ir. Indra Chusaini San, MS
34.	03071001011	Ari Altiarto	Ir. H. Ika Juliantina, MS	Ir. H. Ika Juliantina, MS
35.	03071001016	Indah Permata Sari	Ir. H. Ika Juliantina, MS	Ir. H. Ika Juliantina, MS
36.	03071001019	Debby Yulinar	Ir. H. Ika Juliantina, MS	Ir. H. Ika Juliantina, MS
37.	03071001020	Dewi Sartika	Ir. H. Ika Juliantina, MS	Ir. H. Ika Juliantina, MS
38.	03071001021	Dwi Febrina	Ir. H. Ika Juliantina, MS	Ir. H. Ika Juliantina, MS
39.	03071001047	Indah Pratiwi	Ir. H. Ika Juliantina, MS	Ir. H. Ika Juliantina, MS
40.	03071001057	Yana Triasrita	Ir. H. Ika Juliantina, MS	Ir. H. Ika Juliantina, MS
41.	03071001051	Herjuna Risa Destania	Dr. Ir. Maulid M. Iqbal, MS	Rosdawani, ST, MT
42.	03071001040	M. Gusman Kalam	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc
43.	03071001087	Trifani Izmiria	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc
44.	03071001095	Said Imam Faisal	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc
45.	03071001098	Fajri Ramadhani Afrillianto	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc
46.	03071001110	Rika Metri Sister	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc
47.	03071001111	Thania Febriani	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc
48.	03071001111	Rudha Purnama Sari	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc	Prof. Dr. Ir. H. Erika Buchari, MSc
49.	03071001031	M. Resko Oktano	Dr. Ir. Joni Ariansyah, MT	Dr. Ir. Joni Ariansyah, MT
50.	03071001031	Fajar Setiawan	Dr. Ir. Joni Ariansyah, MT	Budhi Setiawan, Ph.D
51.	03071001011	Tri Endah	Budhi Setiawan, Ph.D	Budhi Setiawan, Ph.D
52.	03071001036	Utari Sriwijaya Minaka	Budhi Setiawan, Ph.D	Budhi Setiawan, Ph.D

Ketua Jurusan,

[Signature]



JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM. 32 Inderalaya Ogan Ilir 30662
Telp. 0711.580139 - 0711.580062 Fax 0711.580139 e-mail: sipil@unsri.ac.id

DAFTAR NAMA-NAMA DOSEN PEMBIMBING UTAMA DAN PEMBIMBING PEMBANTU

NO	DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	KETERANGAN
1	IR.H.BAKRIE OLMAR,M.SC.MHIT	PEMBIMBING UTAMA
2	IR.HJ.IKA JULIAHINA,M.S	PEMBIMBING UTAMA
3	DR.IR.HJ.ERIEKA HUCHARI,M.SC	PEMBIMBING UTAMA
4	IR.SUBARY ADINEGARA,M.T	PEMBIMBING UTAMA
5	IR.H.IMPON FIKRI ASTIRA,M.S	PEMBIMBING UTAMA
6	DR.IR.GUNAWAN TANJIL,M.Eng	PEMBIMBING UTAMA
7	DR.IR.HANAFIAT,M.S	PEMBIMBING UTAMA
8	DR.IR.MAULID H IQBAL,M.T	PEMBIMBING UTAMA
9	IR.H.SARINO,M.SCI.	PEMBIMBING UTAMA
10	IR.H.ARIFIN DAUD,M.T	PEMBIMBING UTAMA
11	IR.INDRA CHUSAINI SAN,M.S	PEMBIMBING UTAMA
12	DR.Eng.IR.JONI ARLIAN SYAH,M.T	PEMBIMBING UTAMA
13	DR.IR.H.ANIS SAGGAFF,M.Sc	PEMBIMBING UTAMA
14	IR.H.WIRAWAN IATMIKO,M.M	PEMBIMBING UTAMA
15	IR.HJ.REINI SILVIA RUMAH,M.T	PEMBIMBING UTAMA
16	IR.HELMI HAKKI,M.T	PEMBIMBING UTAMA
17	IR.YAKNI IDRIS,M.Sc,MSCE	PEMBIMBING UTAMA
18	IR.H.NURDIN SYAHRI,M.T	PEMBIMBING UTAMA
19	RATNA DEWI,S.T,M.T	PEMBIMBING UTAMA
20	MELAWATY AGUSTIEN,Ssi,MT	PEMBIMBING UTAMA
21	MONA FORALISA TOYFUR,S.T,M.T	PEMBIMBING UTAMA
22	ROSIDAWANI,S.T,M.T	PEMBIMBING UTAMA
23	HENI FITRIANI,S.T,M.T	PEMBIMBING UTAMA
24	BUDHI SETIAWAN,Ph.D	PEMBIMBING UTAMA
25	IR.HAMDANI,MS	PEMBIMBING PEMBANTU
26	IR.H.ROZIRWAN	PEMBIMBING PEMBANTU
27	IMROATUL CHALIMAH JULIANA,S.T,M.T	PEMBIMBING PEMBANTU
28	IR.SUTANTO MULIAWAN,M.Eng	PEMBIMBING PEMBANTU
29	TAUFIK ARIGUNAWAN,S.T,M.T	PEMBIMBING PEMBANTU
30	AGUS LESTARI YUWONO,S.T,M.T	PEMBIMBING PEMBANTU
31	FEBRIAN HADINATA,S.T,M.T	PEMBIMBING PEMBANTU
32	SALOMA,S.T,M.T	PEMBIMBING PEMBANTU
33	BETTY SUSANTI,S.T,M.T	PEMBIMBING PEMBANTU
34	BIMO BRATA ADHITYA,S.T,M.T	PEMBIMBING PEMBANTU

Ketua Jurusan,

Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.
NIP. 195811121987031002

Tembusan :
Arsip

LABORATORIUM PENELITIAN BIOPROSES
JURUSAN TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

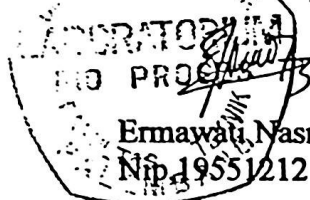
HASIL PENGUJIAN
No.010/P/Biop/FT/K/2011

Nama : Triana Sucitra
Nim :
FAK/Jurs : FT/Teknik Sipil
Sample : Fly Ash
Analisa : SiO_2 , CaO , Fe_2O_3 , Al_2O_3

HASIL ANALISA

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metoda Uji	Keterangan
1.	Silikat (SiO_2)	%	37,69	Gravimetri	Parameter Uji Sesuai Permintaan
2.	Kalsium Oksida (CaO)	%	18,62	Titrimetri	
3.	Besi Oksida (Fe_2O_3)	%	17,18	Gravimetri	
4.	Aluminium Oksida (Al_2O_3)	%	1,13	Titrimetri	

Indralaya, 20 Juni 2011
Analisis Lab Bioproses TEKIM



Ermawati Nasril MK
Nip. 19551212 198403 2 001

SURAT KETERANGAN SELESAI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir / Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yaitu :

Nama : Ariaf Hidayat
NIM : 0361001030
Judul Skripsi : Kajian Perencanaan kuat tekan beton menggunakan Semen Portland tpe 1 dengan Campuran zat.aditif Struktur pd 203 dan Fly Ash

Dengan ini menerangkan bahwa Tugas Akhir/Skripsi yang dilaksanakan oleh mahasiswa tersebut diatas hingga saat ini dalam keadaan *):

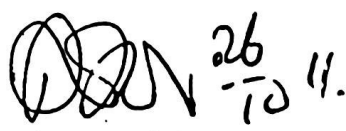
- ☐ Selesai tanpa masalah
☒ Proses penyelesaian akhir

Oleh karena itu yang bersangkutan direkomendasikan dapat mengikuti Ujian Sidang Sarjana /komprehensif yang rencananya akan dilaksanakan pada :

Hari :
Tanggal :
Tempat : Ruang Rapat Jurusan Teknik Sipil Bukit Besar
Palembang

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dosen Pembimbing 1


H. H. Isnan Fikri Astia, M.S.

NIP. 19540224 198503 1 001

Palembang,

Dosen Pembimbing 2,

.....
NIP.

KARTU ASISTENSI



NAMA : Arief Hidayat
NIM : 03061001030
DOSEN PEMBIMBING : Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S
TUGAS : Laporan Tugas Akhir

No.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF DOSEN PEMBIMBING
		ripta Det²/blu² JH² rumi fe'.	
		an bea iji Tet kust kkg fe' - 7d 28 hu.	
	1/11	Agutls Anslis Ot Perbhuon / Grifid. Kesipul / 122.	
	26/10	Perbuh: kdkon. - longkapi out = adu + foto 2 OK - riep reipketi riep riepna 24.	

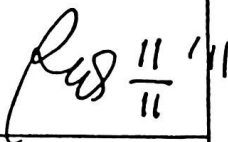
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

HASIL SEMINAR
LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ARIEF HIDAYAT
NIM : 03061001030
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : KAJIAN PENCAPAIAN KUAT TEKAN BETON
MENGUNAKAN SEMEN PORTLAND TIPE 1 DENGAN
CAMPURAN ZAT ADDITIF STRUCTURO PD203 DAN FLY
ASH
DOSEN PEMB. : Ir. H. IMRON ASTIRA FIKRI, M.S
TGL. SEMINAR : NOVEMBER 2011

No	Tanggapan/Saran	Tanda Tangan & Nama Dosen Pemb./Nara Sumber	
		Asistensi	ACC. Revisi
1.	- Check lagi capemalenis structure sesuai brosur		
2.	—		
3.	Perbaikan 11 11		
4.	Idr		
Kesimpulan : Jlaid & Berbagi		Ketua Jurusan,  Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE NIP. 19581211 198703 1 002	

SURAT KETERANGAN
NOMOR :

Yang bertanda tangan dibawah ini Dosen Penguji Tugas Akhir/Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya menerangkan bahwa :

Nama : ARIEF HIDAYAT

NIM : 03061001030

Judul Tugas Akhir : Kajian Pencapaian Kuat Tekan Beton Menggunakan Semem Portland Tipe 1 Dengan Campuran Zat Additif Structuro PD203 Dan *Fly Ash*

Adalah benar telah menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi dan melakukan revisi pada tugas akhir tersebut.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya dan dapat dipergunakan seperlunya.

Dosen Penguji I,



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE
NIP. 19581211 198703 1 002

Dosen Penguji III,



Rosidawani, S.T., M.T
NIP. 19760509 200012 2 001

Palembang, November 2011

Dosen Penguji II,



Ir. Nurdin Syahril, M.T
NIP. 19501010 197301 1 001

S
693.507
Ari. **PERPUSTAKAAN UNSRI**
k

2019. INVENTARIS : 120075

PENGARANG : Arief Hidayat

JUDUL : ~~Kajian~~ pencapaian kuat
tekan beton menggunakan semen...

TGL KEMBALI	NAMA / NRP / NIP	PARAF

120075