

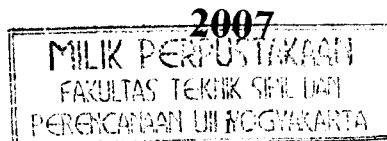
PERPUSTAKAAN FISIP UH	
HABIBUSSELI	
TGL. TERIMA :	3 - 12 - 2007
NO. JUDUL :	2650
NO. INV. :	5120002650001
NO. INDIK. :	002650

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*
DENGAN PENGURANGAN NILAI FAKTOR AIR SEMEN
(FAS) TERHADAP KUAT DESAK BETON f_c 15 MPa**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*
DENGAN PENGURANGAN NILAI FAKTOR AIR SEMEN
(FAS) TERHADAP KUAT DESAK BETON f'_c 15 MPa

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil

Disusun oleh :

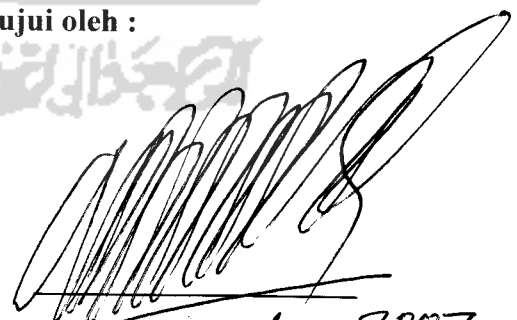
Danny Kurniawan

02 511 229

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

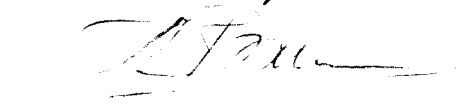
Dosen Pembimbing I

(Ir. H. A. Kadir Aboe, MS.)


Tanggal : 02/07-2007

Dosen Pembimbing II

(Ir. Helmy Akbar Bale, MT.)


Tanggal : 04/07-2007

1. Bapak DR. Ir. Ruzardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Faisol A. M., MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MT, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. Helmi Akbar Bale., MT, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Ilman Noor., MT, selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak/Ibu karyawan bagian administrasi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
7. Mama, Papa, endek, abang yang aku sayangi tempat pertama berkeluh kesah yang selalu mendorong, memotivasi dan mendo'akan aku.
8. Teman-teman di villa Al-Kahfi yang telah mensupport aku untuk mempercepat penyelesaian laporan ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu kami

Kami menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih perlu untuk dikoreksi. Oleh karena itu kami menerima masukan kritik dan saran dari pembaca sehingga dalam penyusunan yang akan dilakukan pihak lain akan lebih sempurna. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun dan yang membacanya. Akhir kata, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amien Ya Rabbal'alamiin.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Jogyakarta, April 2007

Penyusun



PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Katakanlah Muhammad SAW sekiranya samudra menjadi tinta untuk mencatat kalimat Tuhanku, pasti samudra akan kering sebelum habis kalimat Tuhanku dicatat, sekalipun kita datangkan sebanyak itu lagi (QS. Al Kahfi: 100)

Allah pasti akan mengangkat derajat orang yang beriman dan berpengetahuan di antaramu beberapa tingkat lebih tinggi (QS. Al Mujadilah: 11)

Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan (QS. Al Insyirah: 5)

Pelajarilah ilmu dan ajarkan pada manusia, dalam mencari ilmu bukanlah suatu aib jika kita gagal dalam suatu usaha tapi yang merupakan aib adalah jika kita tidak berusaha dari kegagalan itu (Ali bin Abi Thalib)

Hal yang kecil sekalipun membentuk kesempurnaan, tapi kesempurnaan bukanlah suatu hal yang kecil

Orang yang merasa dirinya luar biasa sesungguhnya dia adalah orang biasa

Yang mati bukan hanya yang berada di dalam kubur melainkan juga orang hidup dengan semangat terkubur

Janganlah bangga hanya karena dunia mengenalmu, tetapi berbahagialah karena kau mengenal dunia

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAKSI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Umum	6
2.2 Standar Pengujian	6

BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Beton	9
3.2 Materi Penyusun Beton	12
3.2.1 Semen Portland	12
3.2.2 Agregat	14
3.2.3 Air.....	14
3.3 Superplasticizer	17
3.4 Faktor Air Semen	19
3.5 Slump	20
3.6 Workability	21
3.7 Metode Perencanaan Adukan Beton	22
a. Menetapkan Kuat Tekan Beton.....	22
b. Menetapkan Nilai Deviasi Standar.....	22
c. Menghitung nilai Tambah Margin (M)	23
d. Menetapkan Kuat Tekan Rata-rata.....	24
e. Menetapkan Jenis Semen	24
f. Menetapkan Jenis Agregat	24
g. Menetapkan fas	25
h. Menetapkan nilai <i>Slump</i>	28
i. Menetapkan Kebutuhan air	29
j. Menetapkan Kebutuhan Semen.....	29
k. Menetapkan Kebutuhan Semen Minimum.....	30
l. Menetapkan Golongan Pasir	30

m. Menentukan Perbandingan Pasir dan Kerikil	31
n. Menentukan Berat jenis Campuran	32
o. Menentukan Berat Beton.....	32
p. Menentukan Kebutuhan Pasir dan Kerikil	33
q. Menentukan Kebutuhan Pasir	33
r. Menentukan Kebutuhan Kerikil	33
3.8 Persiapan	33
3.9 Pengadukan (Pencampuran)	33
3.10 Penuangan Adukan	35
3.11 Perawatan Beton (Curing).....	35
BAB IV METODE PENELITIAN	37
4.1 Persiapan Bahan dan Alat	37
4.1.1 Bahan	37
4.1.2 Peralatan Penelitian	37
4.2 Pemeriksaan Material yang akan Diperlukan	39
4.3 Perhitungan Campuran Beton	41
4.4 Bagan Alur Penelitian	45
BAB V HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	46
5.1 Umum	46
5.2 Analisis Kuat Tekan Benda Uji	46
a. Pengaruh Penambahan SP terhadap Keleccakan	46
b. Pengaruh Pengurangan Air terhadap Kuat Tekan	48
c. Pengaruh Umur terhadap Kuat Tekan	55

5.3 Tegangan Regangan	57
5.4 Modulus Elastisitas	63
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	65
6.1 Kesimpulan	65
6.2 Saran-saran	66

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR NOTASI



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Susunan Unsur Semen Biasa	13
Tabel 3.2 Tingkat pengendalian Mutu Pekerjaan dan Standar Deviasi	23
Tabel 3.3 Faktor Pengali Deviasi Standar	23
Tabel 3.4 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan fas 0,5	26
Tabel 3.5 Persyaratan fas Maksimum Untuk Berbagai Pembetonan	28
Tabel 3.6 Penetapan Nilai <i>Slump</i>	28
Tabel 3.7 Perkiraan Kebutuhan Air per Kubik Beton (liter)	29
Tabel 3.8 Penentuan Kebutuhan Air Berdasarkan Agregat	29
Tabel 3.9 Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan	30
Tabel 3.10 Gradasi Pasir	31
Tabel 3.11 Waktu Pengadukan Minimal	34
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	47
Tabel 5.2 Kuat Tekan Rata-rata Masing-masing Variasi enda Uji	48
Tabel 5.3 Hubungan Kuat Tekan Rata-rata dan Variasi Umur	55
Tabel 5.4 Nilai Modulus Elastisitas Beton	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Proses Terjadinya Beton.....	9
Gambar 3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Beton.....	11
Gambar 3.3 Hubungan antara Kuat Desak Beton dengan Nilai fas	20
Gambar 3.4 Hubungan fas an Kuat Tekan Rata-rata Silinder Beton	25
Gambar 3.5 Mencari faktor air semen.....	26
Gambar 3.6 Presentase Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan	31
Gambar 3.7 Menentukan Berat Beton.....	32
Gambar 4.1 Bagan Alur Penelitian	45
Gambar 5.1 Hubungan Kuat Tekan dengan Pengurangan Air Umur 3 Hari	49
Gambar 5.2 Hubungan Kuat Tekan dengan Pengurangan Air Umur 7 Hari	49
Gambar 5.3 Hubungan Kuat Tekan dengan Pengurangan Air Umur 14 Hari	50
Gambar 5.4 Hubungan Kuat Tekan dengan Pengurangan Air Umur 28 Hari	50
Gambar 5.5 Hubungan Kuat Tekan dengan Pengurangan Air.....	53
Gambar 5.6 Hubungan Kuat Tekan Umur 28 Hari dengan fas	54
Gambar 5.7 Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Beton	56
Gambar 5.8 Kurva Tegangan-Regangan Variasi Beton B15-0% tanpa SP	57
Gambar 5.9 Kurva Tegangan-Regangan Variasi Beton B15-5% + SP.....	58
Gambar 5.10 Kurva Tegangan-Regangan Variasi Beton B15-10% + SP	58
Gambar 5.11 Kurva Tegangan-Regangan Variasi Beton B15-15% + SP.....	59
Gambar 5.12 Kurva Tegangan-Regangan Variasi Beton B15-20% + SP	59

Gambar 5.12 Kurva Tegangan-Regangan Variasi Beton B15-25% + SP	60
Gambar 5.13 Kurva Tegangan-Regangan Variasi Beton B15-30% + SP	60
Gambar 5.14 Gabungan Tegangan-Regangan Masing-masing variasi	62
Gambar 5.15 Hubungan Pengurangan Air dengan Modulus Elastisitas	64



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Konsultasi Tugas Akhir	L1-1
Lampiran 2 Perencanaan Kebutuhan Beton	L2-1
Lampiran 3 Hasil Pemeriksaan Material	L3-1
Lampiran 4 Hasil Uji Kuat Tekan	L4-1
Lampiran 5 Hasil Uji Tegangan Regangan	L5-1
Lampiran 6 Foto Dokumentasi.....	L6-1



**PENGARUH PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER DENGAN
PENGURANGAN NILAI FAKTOR AIR SEMEN (FAS) TERHADAP
KUAT TEKAN BETON f_c 15 MPa**

ABSTRAKSI

Pada dasarnya beton normal masih mungkin untuk ditingkatkan lagi kinerjanya dengan mengurangi kandungan air dan menambah superplasticizer. Kinerja yang dapat ditingkatkan adalah kelecakan dan kuat tekannya. Dengan menggunakan superplasticizer sikament-NN sebagai bahan campuran pada beton diharapkan mampu mereduksi air sampai dengan 30% sehingga beton akan mencapai kekuatan maksimum. Penambahan superplasticizer pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang lebih tinggi. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton 'mengalir' tanpa terjadinya pemisahan yang tidak diinginkan, dan umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar. Alternatif lain, bahan ini dapat digunakan meningkatkan kekuatan beton, karena memungkinkan pengurangan air guna mempertahankan workabilitas yang sama (L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1999)

Penelitian eksperimental ini menguji benda uji beton silinder sebanyak 105 sampel dimana penambahan zat additive bervariasi dengan diikuti pengurangan kandungan air, dimulai dari interval 0%-30%.

Dari hasil penelitian pada kinerja yang dapat ditingkatkan adalah kelecakan dan kuat tekannya. Pengurangan kandungan air dengan interval 0-30% dari kondisi normal dengan mempertahankan slump lebih besar 150 mm, tanpa terjadi bleeding dan segregation. Mutu beton yang direncanakan 15 MPa yang diuji pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pengurangan air dan penambahan superplasticizer, nilai slump lebih besar dari 150 mm dapat tercapai tanpa terjadi bleeding dan segregasi. Kuat tekan optimum sebesar 44,9750 MPa untuk kuat tekan rencana 15 MPa diperoleh pada pengurangan kandungan air 30% dan penambahan superplasticizer 2,31% dari berat semen. Pengurangan air lebih dari 30% dengan kombinasi penambahan superplasticizer lebih dari 2,31% dapat menyebabkan proses hidrasi terhambat dan kuat tekan menurun.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi bangunan yang sering digunakan karena biaya pemeliharaan yang relative murah dibandingkan material lainnya.. Masalah yang perlu mendapat perhatian adalah terbatasnya kinerja beton tersebut dalam hal kelecakan (*workability*), kekuatan (*strength*) dan keawetan (*durability*).

Melihat kajian yang dilakukan pada beton kinerja tinggi akhir-akhir ini menunjukkan bahwa beton normal masih dapat ditingkatkan kinerjanya dengan memperbaiki kelemahannya, yaitu meningkatkan kelecakan dan kekuatannya. Dengan demikian untuk memperbaiki kinerja beton tersebut, konsep disain/perancangan campuran beton yang ada saat ini dapat dimodifikasi pada salah satu parameter bahannya, yaitu mengurangi jumlah air sekaligus menambah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) berupa *superplasticizer* (SP).

Penggunaan SP pada beton normal ada sisi keuntungan antara lain, yaitu dari segi pelaksanaan konstruksi, beton yang lebih *workable* akan memberikan waktu pelaksanaan lebih cepat, tenaga lebih sedikit, pemadatan lebih mudah, pompa beton bekerja lebih ringan (pompa lebih awet) dan penyelesaian pekerjaan pembetonan lebih cepat. Dari segi ekonomi akan lebih hemat. Perbandingan biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan kekuatan yang sama dengan penambahan semen dan penambahan SP menunjukkan lebih murah penambahan SP (Ardiansyah dan Kusumojati, 2004).

Perencanaan komposisi campuran beton yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan cara DOE (*Development of Enviromental*), walaupun cara DOE sudah stabil sebagai salah satu metode perencanaan beton. Namun kinerja beton masih dapat ditingkatkan lagi yang memungkinkan kelecakan (*workability*), kekuatan (*strength*) dan keawetan (*durability*). Beton dipakai secara luas sebagai bahan bangunan.

Dalam teknologi beton modern penambahan additive dan admixture kedalam campuran beton telah berhasil meningkatkan kinerja beton pada tiap aspeknya, yaitu kekuatan, kemudahan pengerjaan (*workability*) dan daya tahan (*durability*). Peneliti – peneliti terdahulu, melakukan pengujian pengaruh bahan tambah terfokus terhadap kuat tekan dengan berbagai variasi pengurangan salah satu bahan pembentuk. Untuk menghasilkan beton dengan kuat tekan tinggi, digunakan air atau faktor air semen yang rendah. Hal ini akan mempersulit dalam pengerjaan. Dengan kemajuan teknologi, permasalahan tersebut dapat diatasi dengan memberikan bahan tambah kimia.

Salah satu bahan tambah yang digunakan adalah *superplasticizer* yang mengacu pada klasifikasi A.S.T.M C-494-92 tipe F, High Range Water Reducer. Penggunaan *superplasticizer* ini membutuhkan kontrol yang ketat terhadap penakaran bahan beton terutama air, karena kelebihan dosis akan menjadikan beton *bleeding* (pemisahan air) dan *segregation* (pemisahan butiran).

Salah satu produk *superplasticizer* yang kini beredar di pasaran adalah merek *Sikament NN* dari PT. Sika Indonesia. *Sikament NN* itu sendiri merupakan generasi kedua dari *superplasticizer* untuk beton dan mortar. *Sikament NN* merupakan teknologi terbaru dari beton aditif yang menghasilkan beton yang sangat cair, mengalir, kohesif, akan meningkatkan 40% mutu beton dengan pengurangan air sampai dengan 20%.

1.2 Rumusan Masalah

Membuat beton sebenarnya tidaklah sesederhana dengan sekadar mencampurkan bahan-bahan dasarnya untuk membentuk campuran yang plastis sebagaimana yang sering kita lihat pada pembuatan bangunan sederhana, tetapi jika ingin membuat beton yang baik dalam arti memenuhi persyaratan karena tuntutan yang lebih tinggi maka harus diperhitungkan dengan seksama untuk memperoleh adukan beton segar (*fresh concrete*) dan beton keras (*hardened concrete*) yang dihasilkannya juga baik. Beton segar yang baik ialah beton yang dapat diaduk, dapat dituang, dapat dipadatkan, dan tidak ada kecenderungan untuk terjadi *segregasi* (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisahan air

dan semen dari adukan). Hal ini karena *segregasi* maupun *bleeding* mengakibatkan beton yang diperoleh akan jelek. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat desaknya tinggi, tahan lama (awet), *impermeabel* (kedap air) dan sedikit mengalami perubahan volume (kembang susut kecil).

Beton dengan kuat desak tinggi diperlukan nilai *fas* (faktor air semen) rendah yang berarti pengurangan dalam jumlah air. Akan tetapi, dalam kenyataannya apabila jumlah air dikurangi maka akan menurunkan faktor *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) karena jumlah air akan mempengaruhi konsistensi adukan yang berarti juga akan menurunkan nilai *slump* beton tersebut. Karena pada dasarnya makin besar nilai *slump* berarti semakin cair adukan betonnya. Untuk itu perlu adanya penambahan *superplasticizer* agar dapat mengurangi *fas* tetapi diperoleh nilai *slump* dan *workability* yang tinggi. Hal ini yang akan menjadi kajian dalam penelitian ini. Untuk itu perlu mendapat jawaban dari beberapa permasalahan di bawah ini,

1. bagaimana menghasilkan beton normal berkinerja tinggi berdasarkan pada metode perancangan yang telah ada,
2. seberapa besar pengurangan jumlah air dan penambahan *superplasticizer* pada campuran beton normal agar dapat menghasilkan kuat tekan yang paling tinggi dengan mempertahankan kelecakan beton segar yang tinggi,
3. seberapa besar penambahan *superplasticizer* untuk menghasilkan kelecakan beton segar lebih besar dari 150 mm tanpa terjadi *bleeding* dan *segregasi*,
4. seberapa besar penambahan *superplasticizer* untuk menghasilkan kepadatan beton maksimum sehingga menghasilkan kuat tekan maksimum,
5. bagaimana hubungan antara jumlah air, *superplasticizer*, dan kuat tekan beton setelah campuran dimodifikasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Perkembangan teknologi beton pada masa depan menuntut kinerja yang tinggi, mudah dalam penanganan, memiliki kekuatan yang diperlukan, dan

4. menggunakan semen jenis I (Standar A.S.T.M)
5. ukuran maksimum agregat kasar 20 mm dari Celereng, Kulonprogo,
6. menggunakan *superplasticizer* (SP) sikamet NN
7. penambahan SP dilakukan sedikit demi sedikit sampai dicapai slump $\geq$ 150 mm tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Salah satu indikasi untuk mengetahui kualitas dari campuran beton adalah keadaan saat beton selesai di aduk. Menurut *Tjokrodimulyo*, beton segar adalah beton yang dapat diaduk, diangkut, dituang, dipadatkan, tidak ada kecenderungan terjadi *segregasi* maupun *bleeding* karena dapat mengurangi kekuatan beton, tidak tahan lama dan mengalami perubahan volume (*Tjokrodimulyo, 1996*).

2.2 Standar Pengujian

Berbagai teknik telah dikembangkan untuk meningkatkan mutu beton. Teknik – teknik tersebut bertujuan untuk memperbaiki/menyempurnakan salah satu komponen dasar pembentuk beton, antara lain:

1. Karakteristik beton segar dapat diketahui *workabilitasnya* dengan melihat parameter nilai *slump* dan aliran *slump*. Nilai *slump* rencana lebih besar dari 180 mm tercapai dan nilai aliran slump diatas 30 mm. Penambahan *superlasticizer* dengan merk dagang “Sikament-NN” sebesar 3,62 % pada pengurangan air 40 % menyebabkan kuat tekan beton menurun walaupun *workabilitasnya* tinggi dapat tercapai. Pengurangan air lebih besar dari 30 %, kuat tekan beton cenderung menurun. (*M. Syarifruddin P.N dan Hastoro P.S, 2005*)
2. Dalam penelitian ini terdapat hubungan yang cukup signifikan antara penambahan *superpalsticizer* dan kuat desak beton. Pada penambahan *superplasticizer* dengan dosis 0,6% menghasilkan presentase peningkatan kuat desaknya 6,879% dari beton tanpa campuran *superplasticizer*, pada dosis *superplasticizer* 1% menghasilkan presentase peningkatan kuat desaknya 5,1428, sedangkan pada dosis 1,5% diperoleh 3,788%. Pada penambahan SP 1% dan 1,5% tidak mengalami peningkatan. Kadar optimum pemakaian

superplasticizer pada perencanaan campuran adukan beton $f'c$ 25 MPa yaitu sebesar 0,6 %.(Chandra Suwardani dan Faisal Sahdi, 2005)

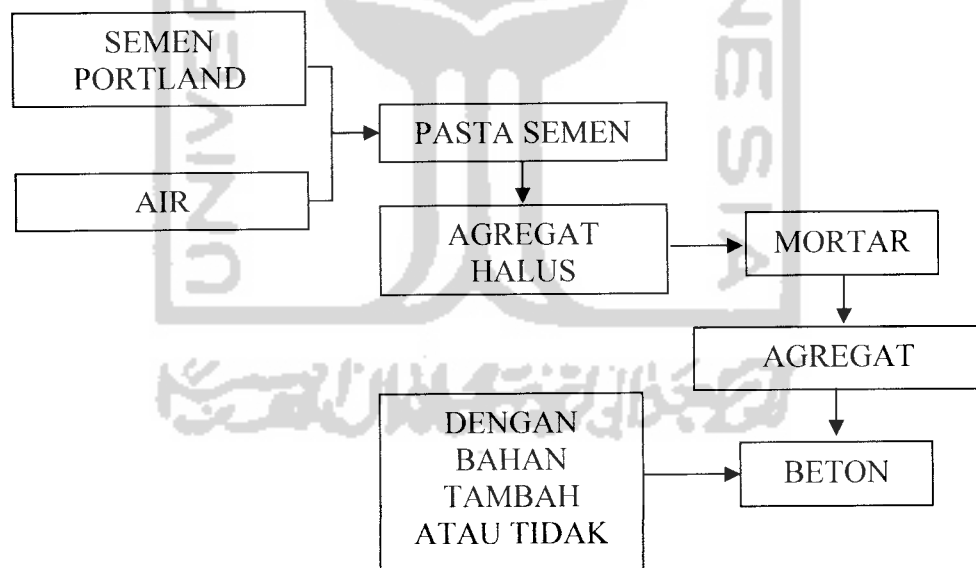
3. Pemilihan agregat yang dipakai akan berpengaruh terhadap lekatan antar agregat. Agregat dengan butiran seragam, menimbulkan banyak rongga. Untuk mengatasi hal itu agregat harus bergradasi baik. Artinya ukuran butiran bervariasi, sehingga butiran yang kecil mengisi di antara butiran besar. Dengan demikian beton punya kepadatan maksimal dan menghasilkan kekuatan optimal (*Murdock dan Brook, 1991*).
4. Semen sebagai bahan pembentuk beton yang penting, karena berfungsi sebagai pengikat aktif yaitu memberi ikatan antar agregat. Kebutuhan semen harus dengan memperhatikan faktor air semen. Penambahan semen akan mempengaruhi penyusutan jika faktor air semen tetap (*Murdock dan Brook, 1991*),
5. Proporsi air sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi, tetapi kelemasan beton atau daya kerjanya akan berkurang. Sedang proporsi air agak besar akan memberikan kemudahan pekerjaan dan kekuatannya berkurang. Proporsi air ini dinyatakan dengan rasio antara berat air dengan berat semen, (*wahyudi dan Rohim, 1997*).
6. Tinjauan dari penambahan bahan kimia adalah untuk memperbaiki sifat – sifat tertentu campuran beton lunak. Takaran bahan kimia ini sangat sedikit dibandingkan dengan bahan utama, tetapi jika penambahannya tepat dan optimal akan memberikan sifat beton sesuai kebutuhan, (*Kusuma, 1994*)
7. Variasi penambahan *superplasticizer* diambil 0.6 – 1.5% dari berat semen atau 300-750cc per 50 kg semen, (*PT. Sika Indonesia*).
8. Penambahan superplastisizer pada beton segar mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* sampai tingkat yang lebih tinggi. Bahan ini digolongkan sebagai sarana menghasilkan beton “mengalir” tanpa terjadi pemisahan agregat (*segregation*), (*Murdock dan Brook, 1991*).
9. Kecedapan adalah sifat tidak dapat dilewati air. Beton yang baik adalah yang mempunyai kekedapan tinggi. Menurut Murdock (1979), beton tidak bisa kedap air secara sempurna. Beton dengan agregat normal, kekedapannya

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Menurut SK.SNI-T-15-1990-03, Beton merupakan suatu komposit dari beberapa bahan batu – batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton berasal dari campuran agregat halus dan kasar dan ditambah dengan pasta semen. Dengan gradasi butiran yang baik akan terjadi saling mengunci di antara butiran. Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi air dan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan agregat kasar menjadi beton. Proses terjadinya beton dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3.1 Proses terjadinya beton, (Sumber: *Tri Mulyono, 2003*)

Beberapa pengertian dan definisi menurut SNI-T-15-1990-03 adalah sebagai berikut:

- Semen : bahan ikat hidrolis,
- agregat campuran : bahan batu – batuan yang netral dan merupakan bentuk sebagian besar beton (misal: pasir, kerikil batu pecah),
- pasta semen : campuran air dan semen yang mengeras,
- mortar : campuran air, semen, agregat halus yang telah mengeras,
- beton : campuran semen, agregat campuran dan air yang telah mengeras,
- bahan tambah : bahan tambah kimia yang ditambahkan ke dalam spesi beton.

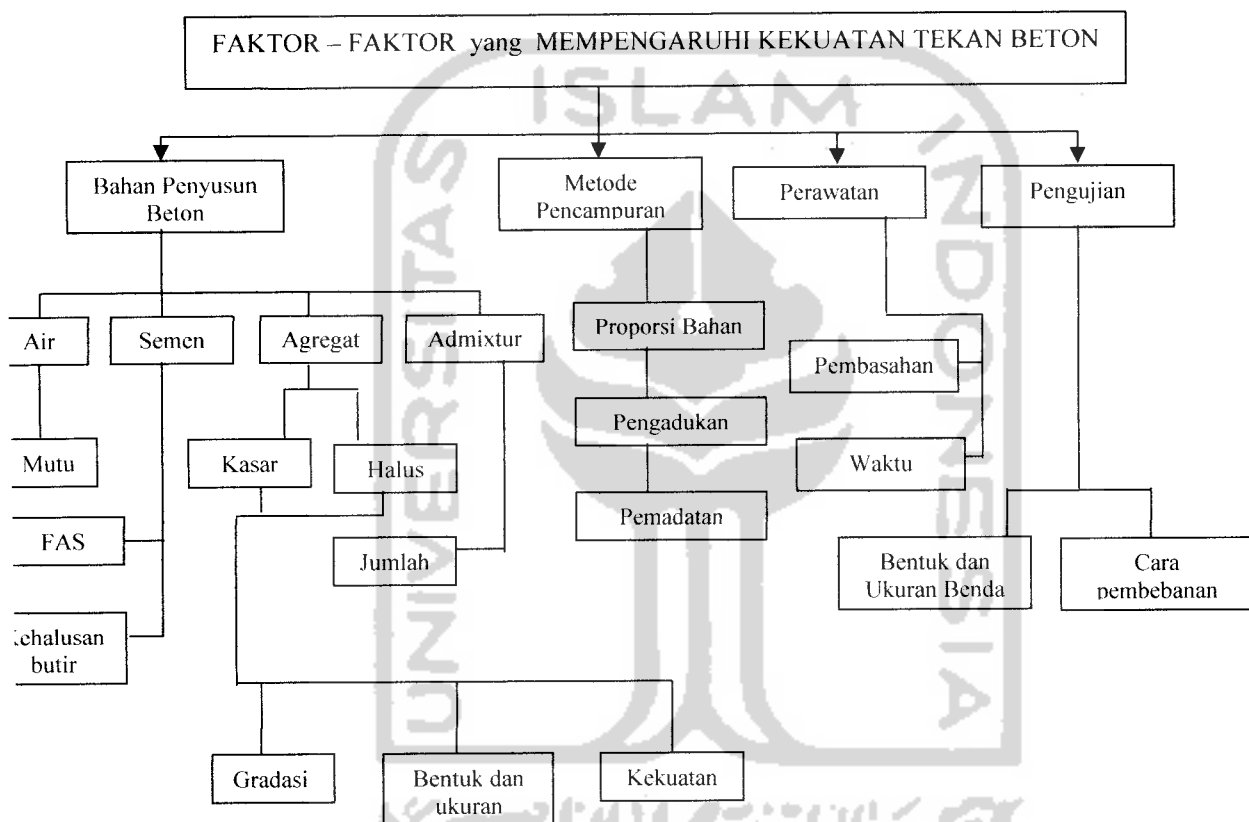
Beton yang sudah keras dapat dianggap sebagai batu tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar, kerikil atau batu pecah) diisi oleh butiran yang lebih kecil (agregat halus, pasir) dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara agregat halus juga berfungsi sebagai pengikat/perekat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat akan saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak/padat.

Parameter – parameter yang harus dicermati agar beton, memenuhi spesifikasi teknik yang ditentukan adalah:

- a. Kualitas semen
- b. Proporsi semen terhadap campuran
- c. Kekuatan dan kebersihan agregat
- d. Interaksi antara semen dan agregat
- e. Pencampuran bahan
- f. Penyelesaian dan pemadatan beton
- g. Perawatan beton. (Nawy, 1985:24).

Menurut *Tri Mulyono*, ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dan kekuatan beton adalah :

1. Proporsi bahan – bahan penyusunnya
2. Metode Perancangan
3. Perawatan
4. Pengujian



Gambar 3.2 Faktor – faktor yang mempengaruhi kekuatan beton (sumber: Teknologi Beton, Tri mulyono)

Di samping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan juga sangat penting, seperti disebutkan oleh *N.Jackson*: "*The quality of the concrete in the structure depends on the workmanships on site*" (Jackson, 1977:146)

Beton akan memberikan sentuhan seni, jika dilakukan pengolahan akhir secara khusus, umpamanya agregat diletakkan di luar, sehingga nampak jelas pada permukaan. Selain tahan terhadap api, beton juga tahan korosi. Secara garis besar kekurangan dan kelebihan dari beton adalah:

1. Kelebihan

- Mudah dibentuk untuk keperluan aspek struktural maupun arsitektural dari berbagai komponen bangunan sesuai keinginan perencananya.
- Bahan campurannya mudah didapat secara alami di banyak tempat.
- Mudah dibuat dan dilaksanakan.
- Memiliki ketahanan yang relatif baik terhadap suhu tinggi/kebakaran.
- Biaya pelaksanaan dan perawatan bangunan yang relatif murah.

2. Kekurangan

- Komponen struktur bangunannya relatif berat.
- Pelaksanaanya relatif lambat sehubungan dengan lama proses pengerasannya.
- Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton.

3.2 Materi Penyusun Beton

Beton adalah bahan elemen struktur yang memiliki karakteristik dan spesifikasi tertentu. Oleh karena itu pemahaman tentang bahan beton menjadi penting, agar mengetahui sifat – sifat bahan tersebut. Bahan penyusun beton dapat digambarkan beberapa macam.

3.2.1 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan berupa bubuk halus yang mengandung kapur (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3). Komponen terbesar penyusun semen adalah kapur (60%-65%). Semen Portland dibuat

dengan cara membakar bahan dasar semen menjadi klinker yang kemudian digiling halus menjadi semen dan ditambahkan *gypsum*.

Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan beton, karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan bahan agregat kasar dan agregat halus menjadi satu massa yang kompak dan padat. Semen akan berfungsi sebagai pengikat apabila diberi air, sehingga semen tergolong bahan pengikat hidrolis.

Reaksi kimia antara semen portland dengan air menghasilkan senyawa yang disertai dengan pelepasan panas. Kondisi ini mengandung resiko besar terhadap penyusutan beton yang berakibat pada keretakan beton. Reaksi semen dengan air dibedakan menjadi dua, yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis menuju keadaan keras. Sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah pengikatan selesai.

Ketika semen dicampur dengan air, akan timbul reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi ini menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Menurut Murdock dan Brook (1986), ada empat oksida utama pada semen yang akan membentuk senyawa-senyawa kimia yaitu:

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. <i>trikalsium silikat</i> (C_3S) | $3CaO.SiO_2$, |
| 2. <i>dikalsium silikat</i> (C_2S) | $2CaO.SiO_2$, |
| 3. <i>trikalsium aluminat</i> (C_3Al) | $3CaO.Al_2O_3$, dan |
| 4. <i>tetrakalsium aluminat</i> (C_4Al) | $4CaO. Al_2O_3.Fe_2O_3$. |

Sedangkan menurut jenisnya, semen portland bisa dibedakan menjadi lima macam, yang akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
2. Jenis II : Semen Portland yang penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.

3. Jenis III : Semen Portland yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV : Semen Portland dengan panas hidrasi rendah
5. Jenis V : Semen Portland dengan ketahanan sulfat tinggi.

3.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang merupakan bahan pengisi dalam campuran beton. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% sampai dengan 80% volume agregat (*Nawy 1985*). Untuk menghasilkan beton yang bermutu baik, diperlukan agregat yang bermutu baik pula sebagai komponen pengisi dalam adukan beton. Agar bisa dihasilkan suatu adukan yang kompak dan padat, dibutuhkan suatu proporsi yang baik untuk bisa saling mengisi antara agregat halus (pasir) dengan agregat kasar (kerikil atau batu pecah).

Besar butir agregat selalu dibatasi agar tidak terlalu besar, sampai besar butir maksimum, antara lain:

- a Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih antar baja tulangan dan cetakan.
- b Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ kali tebal pelat.
- c Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03, kekerasan pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, kasar.

3.2.3 Air

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua sebagai pelicin kerikil, pasir dan semen

agar mudah dikerjakan dan dipadatkan (*Murdok dan Brook, 1991*). Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Air diperlukan untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Perbandingan air dengan semen dalam campuran beton sangat penting, yang kemudian dikenal Faktor Air Semen (*water cement ratio*). Air berlebihan menyebabkan gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedang air yang terlalu sedikit menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga kekuatan akan terpengaruh (*Tri Mulyono, 2003*). Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan yang menggunakan air standar (PB 1989:9).

Untuk mengadakan reaksi hidrasi dengan semen diperlukan sedikitnya 25 % jumlah air dari berat semen, namun pada kenyataannya, nilai faktor air semen yang dipakai sebesar 0,35 akan sulit dikerjakan. Kelebihan air ini akan dipakai sebagai pelumas dengan catatan penambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan menjadi rendah dan menghasilkan beton yang porus. Selain itu kelebihan air akan sama-sama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton (*bleeding*) segar yang baru dituang yang kemudian menjadi buih untuk membentuk lapisan tipis (*laitance*) yang akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton yang merupakan bidang sambung yang lemah.

Air yang digunakan untuk campuran beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut ini (*Tjokrodimulyo, 1996*).

1. tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter,
2. tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter,
3. tidak mengandung *khlorida* (cl) lebih dari 0,5 gram/liter,
4. tidak mengandung senyawa *sulfat* lebih dari 1gram/liter.

Dalam pembuatan beton, air yang dipakai harus memenuhi ketentuan, (PPBI, 1971):

1. air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung garam, bahan – bahan organik atau bahan lain yang merusak beton. Dalam hal ini dipakai air bersih yang dapat diminum,
2. apabila terdapat keragu – ragan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air ke lembaga pemeriksaan bahan – bahan yang diakui,
3. jumlah air untuk membuat adukan harus dilakukan setepat – tepatnya.

Syarat mutu air menurut British Standard (BS.3148-80) :

1. garam-garam anorganik yang terkandung di dalam air tidak boleh lebih dari 2000 mg per liter, karena akan memperlambat waktu pengikatan beton dan menyebabkan menurunnya kekuatan beton.
2. konsentrasi NaCL (natrium clorida) tidak boleh lebih besar dari 20000 ppm (*parts per million*).
3. air tidak boleh mengandung minyak lebih dari 2 % berat semen karena akan mengurangi kakuatan beton hingga 20 %.
4. air harus bebas dari kandungan lempung. Kira-kira 2000 ppm lempung yang terapung atau bahan halus yang berasal dari batuan masih diijinkan dalam campuran.

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat.

Kadar air agregat dapat dibedakan dalam empat jenis:

- a. Kadar air kering tungku, yaitu keadaan yang benar – benar tidak mengandung air.
- b. Kadar air kering udara, yaitu keadaan agregat yang permukaannya kering tetapi sedikit mengandung air dalam porinya dan masih dapat menyerap air.
- c. Jenuh Kering Permukaan, yaitu kondisi dimana tidak ada air di permukaan agregat, tetapi butir – butirnya berisi air sejumlah yang dapat diserap. Pada keadaan ini, butir agregat tidak menyerap maupun menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran beton.

- d. Kondisi basah, yaitu butir – butir agregat banyak mengandung air, sehingga akan menyebabkan penambahan kadar air dalam campuran beton.

Dari keempat kondisi tersebut hanya ada dua kondisi yang dipakai di lapangan yaitu kering tungku dan kondisi SSD. Kadar air biasanya dinyatakan dalam rumus, sebagai berikut:

$$K_{air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

Jika agregat basah ditimbang beratnya (W1), dikeringakan di Oven dengan suhu 100°C sampai beratnya konstan (selama 24 jam), kemudian ditimbang beratnya (W2), maka kadar air dapat dicari.

3.3 Superplasticizer

Sesuai dengan namanya, *superplasticizer* merupakan bahan tambah kimia pada suatu campuran beton yang bertujuan untuk kepentingan tertentu, oleh karena itu penggunaan bahan tambah harus benar-benar dipertimbangkan, misalnya campuran yang kaku dapat diubah lebih plastis dan kohesif dengan penambahan bahan untuk menjadikan plastis (*plasticizer*). Karena suatu bahan campuran pada umumnya dimasukkan dalam campuran beton dalam jumlah yang relatif kecil, maka tingkatan kontrolnya harus lebih besar dari pada pekerjaan beton biasa. Hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis. Pada pelaksanaan selalu ada usaha untuk menambahnya sedikit, terutama bila operator menyangka bahwa keadaan campuran menyimpang dari keadaan normal. Kesukaran dan biaya yang dialami dalam kontrol yang dibutuhkan, kadang-kadang lebih besar dari keuntungan yang didapat dari penggunaan bahan tambah. Bahan tambah yang berlebihan dapat menurunkan sekali kekuatan atau sifat-sifat beton yang lain (*Murdock dan Brook, 1991*).

Agar dapat memahami kecocokan suatu bahan campuran, maka unsur-unsurnya yang aktif harus diketahui, ini karena beberapa sifat beton mungkin

diperbaiki oleh salah satu unsur, tetapi pengaruh penurunan terhadap sifat-sifat lainnya mungkin disebabkan oleh unsur lainnya.

Alasan penggunaan bahan tambah menurut manual of concrete practise dalam admixtures and concrete (ACI.212.1R-18, Revised 1986) antara lain:

1. menambah sifat kemudahan pekerjaan tanpa menambah kandungan air atau mengurangi kandungan air dengan sifat pengerjaan yang sama.
2. menghambat atau mempercepat waktu pengikatan awal dari campuran beton.
3. mengurangi atau mencegah secara preventif penurunan atau perubahan volume beton.
4. mengurangi segregasi.
5. mengembangkan dan meningkatkan sifat penetrasi dan pemompaan beton segar.
6. mengurangi kehilangan nilai slump.
7. menghambat atau mengurangi ekolusi panas selama pengerasan awal.
8. mempercepat laju pengembangan kekuatan beton pada umur muda.
9. menambah kekuatan tekan.
10. menambah sifat keawetan atau ketahanan dari gangguan luar, termasuk serangan garam-garam sulfat.
11. mengurangi kapilaritas dari air.
12. mengurangi sifat permeabilitas.
13. menghasilkan warna tertentu pada beton.

Menurut SK.SNI S-18-1991-03 (Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton), bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi lima jenis :

1. bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.
2. bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus di mana jarak antara tempat pengadukan

beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 (satu) jam.

3. bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera, misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, Balok prategang, jembatan dan sebagainya.
4. bahan tambah kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
5. bahan kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

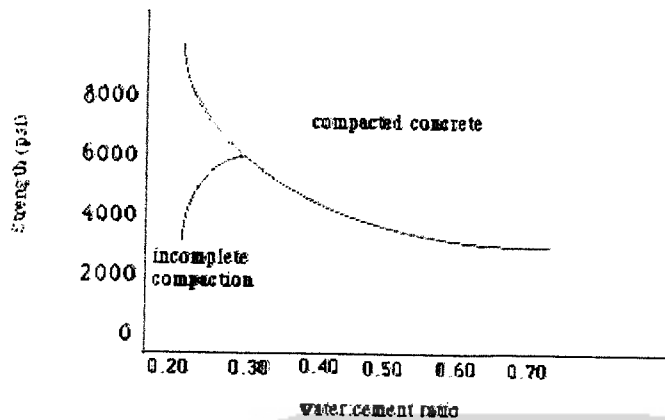
3.4 Faktor Air Semen

Faktor Air semen adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen (FAS) sangat mempengaruhi kekuatan beton, faktor air semen (FAS) merupakan perbandingan antara berat air dengan semen dalam adukan. Kenaikan FAS mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat – sifat beton seperti permeabilitas, ketahanan terhadap gaya dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, dan kuat tekan.

Hubungan antara faktor air semen (fas) dan kuat desak beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan *Duff Abrams* pada tahun (1919) yaitu :

$$f_c = \frac{A}{B^{1.5X}}$$

Dimana : f_c = kuat tekan beton A,B = konstanta
 X = f.a.s



Gambar 3.3 Hubungan antara kuat desak beton dengan nilai faktor semen
(sumber : Trend Teknik Sipil Era Milenium Baru)

3.5 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya, sehingga semakin mudah dikerjakan. (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1996)

Nilai slump berbagai macam struktur diperlihatkan pada Tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3.1 Nilai slump untuk berbagai macam struktur

Jenis Struktur	Nilai Slump	
	Minimum	Maksimum
Pondasi bertulang	5	12,5
Tiang pondasi dalam, casing	2,5	10
Pelat, balok, kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (<i>pavement</i>)	5	7,5
Beton massa (struktur massa berat)	2,5	7,5

Sumber : Kardiyono Tjokrodinuljo, 1996

3.6 Workability

Kemudahan pengerjaan (*workability*) adalah ukuran tingkat kemudahan adukan beton untuk dikerjakan termasuk adukan, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan penyusun beton dan sifat-sifat bahan penyusun beton, secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton antara lain sebagai berikut ini (*Tjokrodimulyo, 1992*).

1. jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton. Jumlah air ini akan mempengaruhi konsistensi adukan, yaitu semakin banyak air yang digunakan semakin mudah pengerjaan adukan beton,
2. jumlah semen yang digunakan. Penambahan jumlah semen ke dalam campuran adukan beton akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap,
3. gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
4. pemakaian butir – butir yang bulat akan mempermudah cara pengerjaan beton.
5. cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda. Bila pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan air lebih sedikit daripada dipadatkan dengan tangan.

Adukan dengan tingkat kelecakan tinggi memiliki resiko besar terhadap *bleeding* atau *watergain*. Hal ini akan terjadi karena bahan-bahan padat adukan beton mengendap dan bahan-bahan susun kurang mampu mengikat air campuran. Air yang naik membawa semen dan butiran halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*). Resiko *bleeding* dapat dikurangi dengan langkah-langkah berikut ini.

1. menggunakan air sesedikit mungkin.

2. pasir yang dipakai memiliki bentuk seragam dan memiliki kadar butiran yang halus.
3. gradasi agregat yang dipakai sesuai dengan persyaratan yang ditentukan menurut metode yang dipakai.
4. memberi banyak semen.

3.7 Metode Perencanaan Adukan Beton

Penelitian ini menggunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai standar *Amerika concrete Institute* (ACI). Metode ACI mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomis dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan di lapangan, kemudahan pekerjaan, serta keawetan dan kekuatan pekerjaan beton. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

a Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan 28 hari (f'_c).

Kuat tekan beton ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat di lapangan. Kuat tekan beton yang disyaratkan adalah kuat tekan beton dengan kemungkinan lebih rendah hanya 5% saja dari nilai tersebut

b Menetapkan nilai deviasi standar (sd).

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya, makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standar.

1. Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan dibawah ini

Tabel 3.2 Tingkat pengendalian mutu pekerjaan dan standar deviasi

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

2. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa minimum 30 silinder yang diuji kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka jumlah data dikoreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali

Tabel 3.3 Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah Data	30,0	25,00	20,00	15,00	< 15
Faktor Pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

c Menghitung nilai tambah Margin (M)

$$M = K \times Sd \dots\dots\dots (1.1)$$

Keterangan :

M = Nilai tambah

K = 1,64

Sd = Standar deviasi

Rumus di atas berlaku jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton yang diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Jika tidak mempunyai data pengalaman kurang dari 15 benda uji, nilai N langsung diambil 12 MPa.

d Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

rumusnya : $f'_{cr} = f'_c + M$ (1.2)

Keterangan :

f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan

M = Nilai tambah

e Menetapkan Jenis Semen

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (SII 001381) dibagi menjadi 5 jenis.

1. Jenis I, yaitu jenis semen biasa yang cepat mengeras.
2. Jenis II, yaitu jenis semen yang tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III, yaitu jenis semen untuk struktur yang menuntut kekuatan yang tinggi atau cepat mengeras.
4. Jenis IV, yaitu jenis semen yang menuntut panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V, yaitu jenis semen yang sangat tahan terhadap sulfat.

f Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)

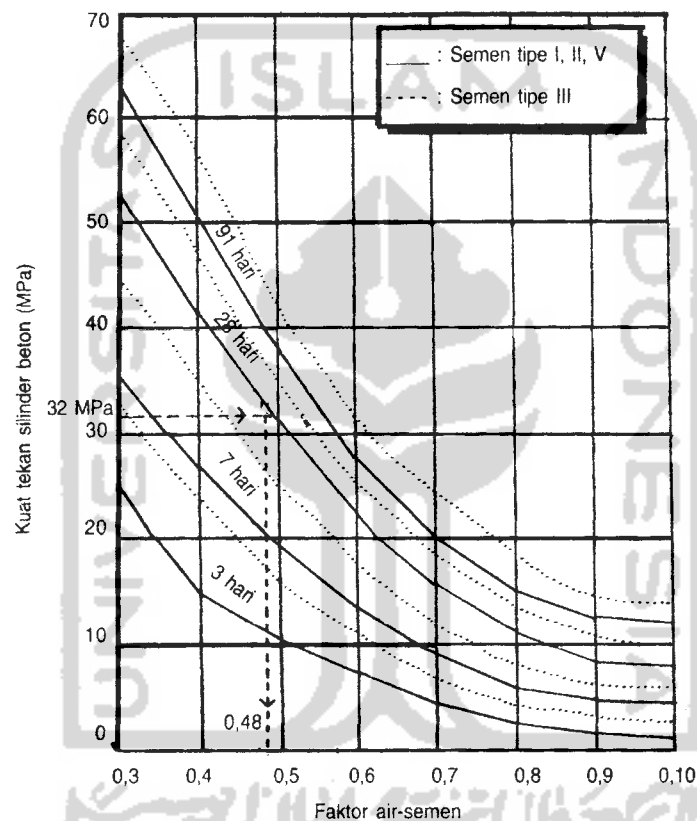
Menurut peraturan SK-SNI-T15-1990-03 kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Adapun jenis agregat kasar (kerikil) dibedakan menjadi dua, yaitu kerikil alami dan kerikil batu pecah.

Agregat yang baik butirannya tajam, kuat, bersudut, dan tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lewat ayakan 0,075 mm yaitu $\leq 5\%$ bagi pembuatan beton sampai 10 MPa, dan untuk diatas 10 MPa atau mutu yang lebih tinggi yaitu tidak mengandung zat organik, kotoran yang lewat ayakan $\leq 2,5\%$, terjadi variasi butir atau gradasi tidak bersifat kekal, tidak hancur, dan tingkat reaktif yang negatif terhadap alkali. Agregat kasar butir yang pipih dan panjang harus kurang dari 20%

g Menetapkan faktor air-semen (fas)

Cara menetapkan faktor air-semen diperoleh dari nilai terendah ketiga cara.

Cara pertama : kuat tekan silinder ($f'_{cr} = 32 \text{ MPa}$) dan pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air-semen, yaitu 0,48. Jadi f.a.s pertama – 0,48

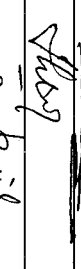
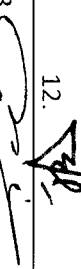
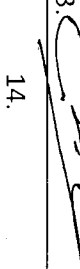
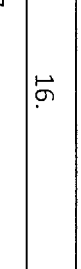


Gambar 3.4 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton
(sebagai perkiraan nilai f.a.s)

Cara kedua :

Diketahui jenis semen I, jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari maka digunakan tabel dibawah ini.

**DAFTAR HADIR RAPAT PENGURUS DAERAH
IKATAN PUSTAKAWAN INDONESIA (IPI) SLEMAN
DIREKTORAT PERPUSTAKAAN UII, 20 APRIL 2015**

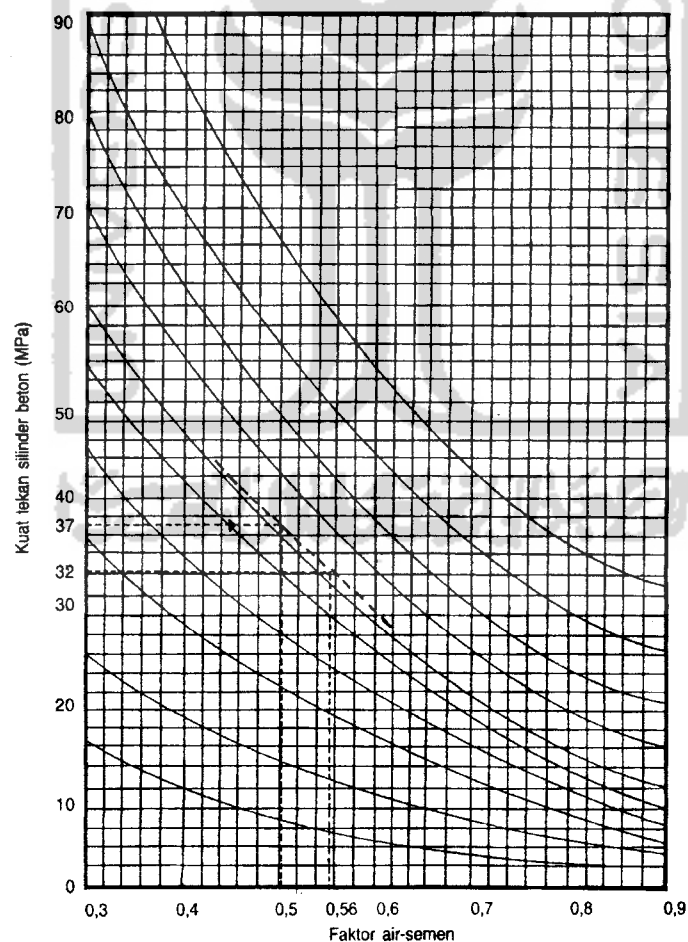
NO	NAMA	JABATAN	INSTANSI	NO. HP	E-MAIL	TANDA TANGAN
1	Admiko Siharato	KETUA	UII	081320132346	admiko.s@uii.ac.id	1. 
2	Paik Sulaksana	-	UII	081328481911	paik@uii.ac.id	2. 
3	Suharti	-	UII	085729724124	suharti_ade@yahoo.com	3. 
4	Dian Rerita R	-	MTs. N Seyegan	681931707471	DianRerita@gmail.com	4. 
5	Fistika Jamaningrum	-	SD Dengagung	081706133113	fistika.jamaningrum@yahoo.com	5. 
6	Rista Mugi	-	Diklat 16	08578960078	rista.mugi@yahoo.com	6. 
7	Sri Lelani	-	KPD Sleman	081328769980	-	7. 
8	Ratih Mulandari	-	-	087838120066	dhinderath@gmail.com	8. 
9	Arit Hidayat	-	KRD Sleman	087739046777	comet-mpsk@yahoo.co.id	9. 
10	Purwath	-	-	085228821485	purwathbaso83@gmail.com	10. 
11	Silvia Renitabai	-	KPD Sleman	085292335005	silvia.renitabai@yahoo.com	11. 
12	SUCERI.	-	-	08222032061	-	12. 
13	Budi Sanjoso	-	MTs N Yogyakarta	081277677522	Vandiyogafama@yahoo.com	13. 
14	MURAHARTI	-	SMK N Sukopawo	0878456674658	-	14. 
15						15.
16						16.
17						17.
18						18.
19						19.
20						20.
21						21.
22						22.
23						23.

Tabel 3.4 Perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan faktor air semen 0,50

Jenis Semen	Jenis Agregat kasar (kerikil)	Umur beton (hari)			
		3	7	28	91
I, II, V	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
III	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Dari Tabel diatas diperoleh nilai kuat tekan = 37 MPa, yaitu jenis semen I, kerikil batu pecah pada umur beton 28 hari. Kemudian, dengan faktor air semen 0,5 dan $f_{cr} = 37$ MPa, gunakan grafik dibawah ini.

**Gambar 3.5** Mencari faktor air semen

Caranya, tarik garis kekanan mendatar 37, tarik garis keatas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya. Sekarang dengan $f'_{cr} = 32$ tarik ke kanan memotong garis putus yang dibuat tadi di B dan tarik garis ke bawah maka diperoleh faktor air-semen yang baru yaitu = 0,56. Jadi fas kedua = 0,56

Cara Ketiga :

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembetonan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat untuk beton bertulang terendam air.

1. Untuk pembetonan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,6
2. Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozolan untuk tanah mengandung SO_3 antara 0,3 – 1,2 maka fas yang diperoleh = 0,50
3. untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50

Dari ketiga cara di atas diperoleh masing-masing 0,6; 0,5; dan 0,5 diambil harga yang terendah yaitu 0,5; maka diperoleh faktor air semennya = 0,5.

Tabel 3.5 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis pembetonan	FAS maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :	0,60
- Keadaan keliling non korosif	0,52
- Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	
Beton di luar bangunan :	0,55
- Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
- Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	
Beton yang masuk kedalam tanah :	0,55
- Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	
- Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	
Beton yang berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat tabel
	Lihat tabel

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

h Menetapkan nilai Slump

Tabel 3.6 Penetapan nilai slump

Pemakaian Beton	Maksimal	Minimal
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang kaisan, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

i Menetapkan kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik digunakan tabel dibawah ini dan dilanjutkan dengan perhitungan :

Tabel 3.7 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

Besar Ukuran maks (mm)	Jenis batuan	Slump			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Tabel 3.8 Penentuan kebutuhan air berdasarkan agregat

Besar Ukuran maks kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

j Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan :

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{W}{C} \dots\dots\dots(1.3)$$

Keterangan :

W = Jumlah air yang dibutuhkan

C = Faktor air-semen maksimum

k Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan lewat tabel antara lain untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus misalnya lingkungan korotif, air payau dan air laut.

Tabel 3.9 Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis Pembetonan	
Beton di dalam ruang bangunan :	
- Keadaan keliling non korosif	275
- Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	
Beton di luar ruang bangunan	
- Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari	325
- Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah:	
- Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

l Menentukan golongan pasir

Golongan pasir ditentukan dengan cara menghitung hasil ayakan hingga dapat ditemukan golongannya.

Dalam SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi 4 daerah yaitu

Daerah I	=	Pasir kasar
Daerah II	=	Pasir agak kasar
Daerah III	=	Pasir agak halus
Daerah IV	=	Pasir halus

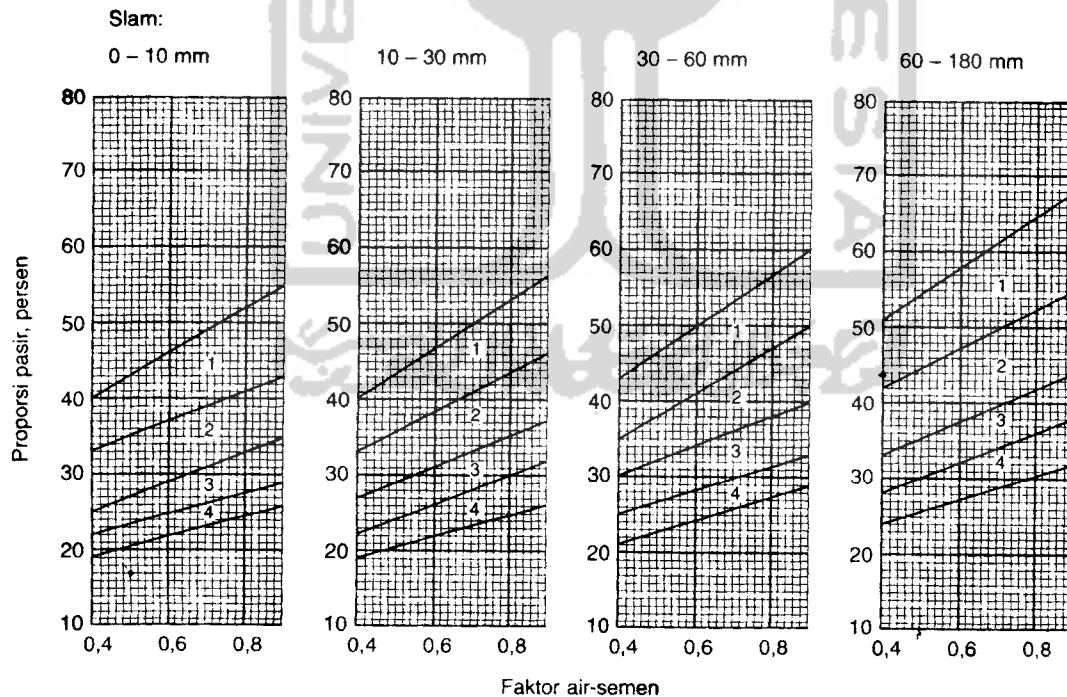
Tabel 3.10 Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
48	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,5	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

m Menentukan perbandingan pasir dan kerikil

Untuk menentukan perbandingan pasir dan kerikil dicari dengan bantuan grafik di bawah ini. Dengan melihat nilai slump yang diinginkan, ukuran butir maksimum, zona pasir, faktor air-semen.



Gambar 3.6. Persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

n Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

$$B_j \text{ campuran} = \frac{P}{100} \times B_j \text{ pasir} + \frac{K}{100} \times B_j \text{ kerikil} \quad \dots\dots\dots(1.4)$$

Keterangan :

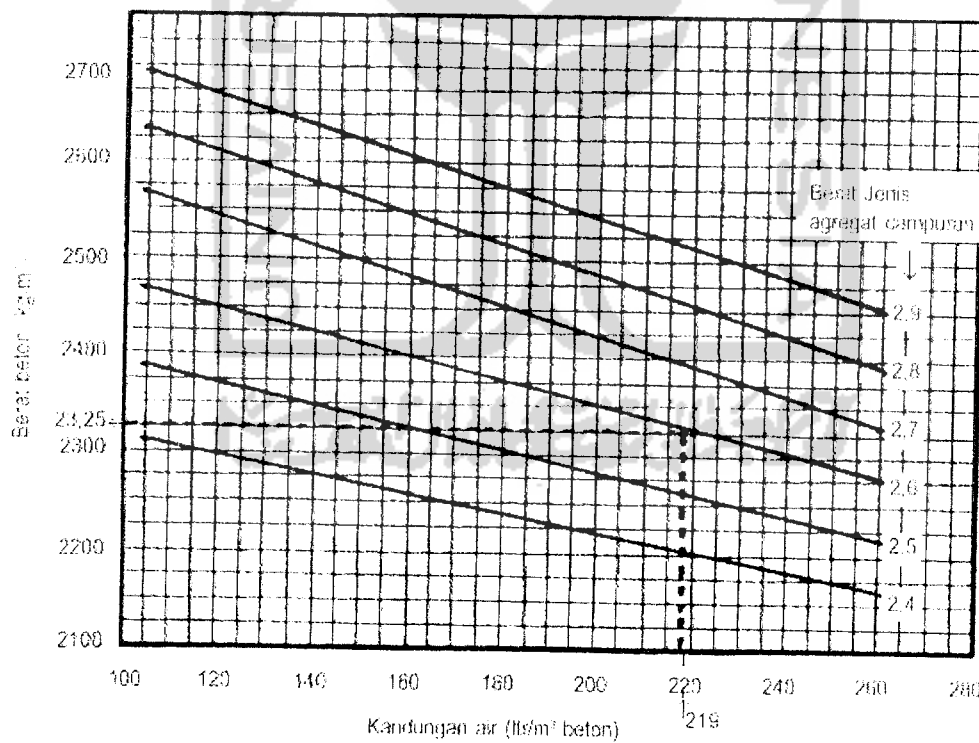
B_j campuran = Berat jenis campuran

P = Persentase pasir terhadap agregat campuran

K = Persentase kerikil terhadap agregat campuran

o Menentukan Berat Beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran kebutuhan dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan dalam grafik beton di bawah ini



Gambar 3.7 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton

p Menentukan Kebutuhan Pasir dan Kerikil

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} + \text{berat kerikil} &= \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen} \\ &= \text{langkah o} - \text{langkah i} - \text{langkah j} \end{aligned}$$

q Menentukan Kebutuhan Pasir

$$\text{Kebutuhan pasir} = \text{kebutuhan pasir dan kerikil} \times \text{persentase berat pasir}$$

r Menentukan Kebutuhan Kerikil

$$\text{Kebutuhan kerikil} = \text{kebutuhan pasir dan kerikil} \times \text{persentase berat kerikil}$$

3.8 Persiapan

Sebelum penuangan beton dilaksanakan, hal – hal berikut ini harus diperhatikan (PB,1989:27):

1. semua peralatan untuk pengadukan dan pengangkutan beton harus bersih.
2. ruang yang akan diisi betob harus bebas dari kotoran yang mengganggu,
3. utnuk memudahkan pembukaan cetakan, permukaan cetakan boleh dilapisi denagn bahan khusus, antara lain lapisan minyak mineral, lapisan bahan kimia atau lembaran,
4. Semua kotoran, serpihan beton dan mineral lain yang menempel pada permukaan beton yang telah mengeras harus dibuang sebelum beton yang baru dituangkan.

3.9 Pengadukan (Pencampuran)

Komposisi saat pengadukan disesuaikan dengan kapasitas alat aduk. Secara umum pengadukan sampai didapatkan sifat – sifat dari beton segar.. Indikasinya warna adukan merata, kelecakan cukup, dan kelihatan homogen

Selama proses pengadukan, harus dilakukan pendataan rinci mengenai: 1). jumlah adukan yang dihasilkan, 2). proporsi material, 3). Perkiraan lokasi dari penuangan akhir, 4). Waktu dan tanggal pengadukan. Metode pengadukan dapat dibedakan menajadi dua yaitu secara manual dan mesin. Pengadukan sacara

manual dilakuakn dengan bantuan tangan sedangkan pengadukan mesin memanfaatkan alat aduk seperti molen. Berikut adalah tata cara pengadukan secara manual:

1. pasir dengan semen dicampur (dalam kondisi kering) dengan komposisi tertentu, di atas tempat yang datar dan kedap air.
2. pencampuran dilakukan sampai terlihat warna yang homogen,
3. tambahkan kerikil, kemudian lakukan pencampuran lagi, alat bantu yang digunakan dapat berupa sekop, cangkul,
4. buat lubang di tengah adukan, tambahkan kira – kira 75% dari kebutuhan air,
5. aduk hingga rata dan tambahkan sedikit demi sedikit air yang tersisa.

Untuk pengadukan dengan mesin akan menurunkan biaya (*cost*), di samping akan menghasilkan campuran yang lebih homogen dan plastis. Secara umum pengadukan dengan mesin harus dilakukan menggunakan mesin yang telah disetujui penggunaannya (PB, 1989:27). Setelah pencampuran seluruh bahan selesai, harus dilakukan pengadukan kembali minimal selama 1.5 menit. Ketentuan mengenai waktu pengadukan minimal dapat di lihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.11 Waktu Pengadukan Minimal

Kapasitas dari Mixer (m^3)	ASTM C.94 dan ACI 318
0.8 – 3.1	1 menit
3.8 – 4.6	2 menit
7.6	3 menit

Waktu pengadukan ini kan berpengaruh pada mutu beton. Jika terlalu sebentar pencampuran bahan kurang merata, sehingga pengikatan antara bahan – bahan beton akan berkurang. Sebaliknya, pengadukan yang terlalu lama akan mengakibatkan: 1). naiknya suhu beton, 2). keausan pada agregat sehingga agregat pecah, 3). terjadinya kehilangan air, 4). bertambahnya nilai slump, 5).

menurunnya kekuatan beton. Selama proses pengadukan, kekentalan campuran beton harus diawasi terus dengan cara memeriksa slump, (Tri Mulyono, 2003).

3.10 Penuangan Adukan

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam penuangan antara lain (PB,1989:28);

1. campuran yang akan dituangkan harus di tempatkan sedekat mungkin dengan cetakan untuk mencegah segregasi karena penanganan kembali atau pengaliran adukan,
2. pembetonan harus dilaksanakan dengan kecepatan penuangan yang diatur sedemikian rupa sehingga campuran beton selalu dalam keadaan plastis dan dapat mengalir,
3. campuran beton yang telah mengeras atau telah terkotori oleh material asing tidak boleh di tuang,
4. campuran beton yang mengalami setengah mengeras atau mengalami penambahan air tidak boleh di tuang kecuali dengan persetujuan pengawas,
5. setelah penuangan campuran beton dimulai, pelaksanaan harus dilakukan tanpa henti hingga selesai penuangan,
6. beton yang di tuangkan harus dipadatkan dengan alat yang tepat secara sempurna dan harus diusahakan secara maksimal agar dapat mengisi semua rongga.

3.11 Perawatan Beton (Curing)

Perawatan dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak terganggu. Jika hal ini terjadi beton akan mengalami retakan karena kehilangan air yang cepat. Perawatan minimal dilakukan selama 7 hari dan beton yang berkekuatan awal tinggi minimal 3 hari serta harus dipertahankan dalam keadaan lembab, kecuali dengan perawatan yang dipercepat. (PB,1989:29).

Perawatan yang kami gunakan adalah dengan curing basah. Perawatan ini juga untuk memperbaiki mutu keawetan beton, kekedapan terhadap air,

menghindarkan dari kehilangan air akibat penguapan pada hari – hari awal, dan menghindari beton dari perbedaan suhu.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Persiapan Bahan & Alat

Sebelum melaksanakan penelitian maka perlu dilakukan persiapan bahan dan peralatan yang akan digunakan. Sehingga diharapkan penelitian nantinya berjalan sesuai dengan jadwal yang direncanakan, dengan demikian tujuan akhir dari penelitian dapat diperoleh secara maksimal.

4.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi semen portland, agregat halus (pasir), agregat kasar (krikil), air dan bahan tambah (*superplasticizer*) yang akan diuraikan sebagaimana berikut ini.

1. Semen Portland

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah Semen Jenis I merk Gresik kemasan 50 kg.

2. Agregat

Terdapat dua macam agregat yang digunakan yaitu :

1. agregat halus, digunakan pasir dengan ukuran maksimum 5 mm,
2. agregat kasar, digunakan kerikil dengan ukuran butir maksimum 20 mm.

3. Air

Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

4. Superplastisizer (Sikament NN)

Superplasticizer yang digunakan untuk penelitian ini diambil merk Sikament NN.

4.1.2 Peralatan Penelitian

Untuk penelitian ini digunakan beberapa peralatan sebagai sarana dalam mencapai maksud dan tujuan penelitian, yaitu :

a) Timbangan

Timbangan yang digunakan memiliki kapasitas 20 kg. Digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan untuk penelitian.

b) Kaliper dan Penggaris

Kaliper digunakan untuk mengukur dimensi sample beton. Penggaris digunakan untuk mengukur slump.

c) Ayakan

Ayakan digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil. Untuk mengayak dalam jumlah besar guna membuat beton maka digunakan ayakan dari kawat kasa dengan lubang maksimal untuk pasir 5 mm dan untuk kerikil 20 mm.

d) Mesin pengaduk beton

Mesin pengaduk Beton (*mixer*) digunakan untuk mengaduk bahan susun beton (semen, kerikil, pasir, *superplasticizer*, dan air) sehingga diperoleh campuran adukan beton yang homogen.

e) Cetok dan Talam baja

Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan silinder beton. Talam baja di gunakan sebagai penampungan sementara adukan beton yang dikeluarkan dari *mixer*.

f) Kerucut Abrams

Alat ini di gunakan untuk mengukur tingkat kelecekan beton (*slump*), tinggi 30 cm, dengan diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm.

g) Tongkat penumbuk

Alat ini digunakan untuk menumbuk beton cair di dalam cetakan untuk memadatkan beton.

h) Mesin uji kuat desak.

Mesin uji kuat desak digunakan untuk mengetahui kuat desak silinder beton.

i) Ember

Ember digunakan untuk mengangkat material setelah diukur.

j) Palu karet

Palu karet digunakan untuk memukul bagian luar cetakan supaya beton cair menjadi padat saat di tuang ke dalam cetakan, kemudian supaya gelembung-gelembung udara dalam beton cair juga berkurang.

k) Cetakan Silinder

l) Seperangkat alat kunci

Alat-alat kunci digunakan untuk mengencangkan dan membuka baut pada cetakan silinder beton.

4.2 Pemeriksaan Material yang akan digunakan

4.2.1 Pemeriksaan agregat halus

Pemeriksaan agregat halus dalam penelitian ini antara lain :

1. Pemeriksaan berat jenis agerigat halus

Alat yang digunakan :

- Gelas ukur kapasitas 1000 cc
- Timbangan, merk Ohaus dengan ketelitian 0.01 gram
- Piring, sekop kecil

Cara pemeriksaan:

- Menimbang pasir yang telah dicuci dan dikeringkan dengan oven sebanyak 500 gram (W),
- Menakar air dengan gelas ukur sebanyak 500 cc ($V1$),
- Masukkan air yang telah ditimbang ke dalam gelas ukur berisi air 500 cc ($V2$),
- Mencatat kenaikan ketinggian air dalam gelas ukur,
- Menghitung berat jenis,

$$\text{Berat jenis} = \frac{W}{(V2 - V1)} \dots\dots\dots (4.1)$$

2. Pemeriksaan Analisa Saringan Agerigat Halus

Urutan Proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Benda uji dikringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.

- b) Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan mesin pengguncang selama 15 menit.

3. Pemeriksaan Butiran yang lewat ayakan no. 200

Urutan pelaksanaannya:

- Keringkan agerigat halus sampai berat tetap pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, kemudian ditimbang dengan timbangan dengan ketelitian 0.1 gram (W1)
- Letakkan agerigat halus dalam ayakan dan alirkan air di atasnya
- Gerakkan agerigat halus dengan air deras secukupnya sehingga bagian yang halus menembus ayakan 75 mm (no 200) dan bagian yang kasar tertinggal diatas ayakan
- Ulangi pekerjaan no tiga diatas hingga air pencuci menjadi jernih,
- Keringkan agerigat yang telah dicuci sampai berat tetap pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ dan ditimbang dengan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram (W2)
- Rumus :

$$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100\% \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan :

W1 = berat agerigat awal (gram)

W2 = berat setelah dicuci (gram)

4.2.2 Pemeriksaan Agerigat Kasar

Pemeriksaan agerigat kasar dalam penelitian ini antara lain:

1. Pemriksaaan Berat Jenis Agerigat kasar

Urutan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- Cuci agerigat kasar untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan
- Keringkan agerigat kasar dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ samapai berat tetap
- Rendam agerigat kasar dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam,

- d) Keluarkan agerigat kasar dari air, lap dengan kain sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu
- e) Timbang agerigat kering permukaan jenuh (B_j)
- f) Letakkan benda uji dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya dalam air (B_a)
- g) Menghitung berat jenis

$$\frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (4.3)$$

Keterangan : B_j = berat kondisi jenuh kering muka (gram)

B_a = berat agerigat dalam air (gram)

2. **Pemeriksaan Analisa Sarinag Agerigat Kasar**

Urutan Proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Benda uji dikringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
- b) Saring benda uji lewat susunan sarinagn dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan mesin pengguncang selama 15 menit.

4.3 **Perhitungan Campuran Beton (*mix design*)**

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*), yaitu :

f_c	: 15 MPa
Jenis semen	: jenis I (Portland Cement)
Jenis kerikil	: batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	: 20 mm
Nilai slump	: 30 – 60 mm
Jenis pasir	: agak kasar (golongan dua)

1. Kuat tekan yang disyaratkan pada 28 hari yaitu $f'_c = 15 \text{ MPa}$

2. Penetapan nilai deviasi standar (S) = 4,2 MPa

Dari tabel 3.2 diambil nilai 4,2 dengan tingkat pengendalian mutu pekerjaan baik

3. Perhitungan nilai tambah (M) = $s_d \cdot K$

$$M = 1,64 \times 4,2 = 6,888 \text{ MPa}$$

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

$$f'_{cr} = 15 + 6,888$$

$$= 21,888 \text{ MPa}$$

5. Menetapkan jenis semen

Digunakan semen portland jenis I yaitu jenis semen biasa yang cepat mengeras atau semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus

6. Menetapkan faktor air semen (fas)

Cara I : dari gambar 3.4 dengan $f'_{cr} = 21,888 \text{ MPa}$ pada umur 28 hari didapat 0,61

Cara II : dari tabel 3.4 jenis semen I, batu pecah pada umur 28 hari dan dilihat dalam gambar 3.5 didapat 0,72

Cara III : Untuk pembetonan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,6

Dari ketiga cara diatas diambil nilai fas yang terendah yaitu 0,6

7. Menetapkan nilai slump

Pada penelitian ini digunakan nilai slump rencana 30-60 cm

8. Menetapkan kebutuhan air (A)

Dari tabel 3.7 didapat kebutuhan airnya 210 liter

9. Menentukan kebutuhan semen

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{W}{C}$$

$$= \frac{210}{0,60} = 350 \text{ kg/m}^3$$

10. Perbandingan pasir dan kerikil

Dari gambar 3.6 jika fas 0,6; pasir golongan 2; nilai slump 30-60 mm; agregat maksimum 20 mm didapat 38%

11. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil!

$$\begin{aligned} \text{Bj campuran} &= \frac{P}{100} \times \text{Bj pasir} + \frac{K}{100} \times \text{Bj kerikil} \\ &= \left(\frac{38}{100} \times 2,621 \right) + \left(\frac{62}{100} \times 2,643 \right) = 2,635 \text{ t/m}^3 \end{aligned}$$

12. Menentukan berat jenis beton

Dari gambar 3.7 didapat berat jenis betonnya $2362,5 \text{ kg/m}^3$

13. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$\begin{aligned} &= \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen} \\ &= 2362,5 - 210 - 350 = 1802,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

14. Menentukan kebutuhan pasir

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pasir} &= (\text{berat pasir} + \text{kerikil}) \times \text{persentase berat pasir} \\ &= 1802,5 \times 38\% = 684,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

15. Menentukan kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kerikil} &= (\text{berat pasir} + \text{kerikil}) \times \text{persentase berat kerikil} \\ &= 1802,5 \times 62\% = 1117,55 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Untuk 1 m^3 beton dibutuhkan

- a Air = 210 kg
- b Semen = 350 kg
- c Pasir = 684,95 kg
- d Kerikil = 1117,6 kg

4.3.1 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji

2. Menimbang bahan yang dibutuhkan
3. Mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang kedalam molen, kemudian diaduk sampai merata dengan ciri permukaannya mengkilap.
4. Tiap variasi adukan beton dengan pengurangan air sebagai berikut :
 - a Variasi pengurangan air 0% yaitu sampel beton tanpa pengurangan air (beton normal). Bila setelah diuji nilai *slump* didapat 150 mm maka tidak perlu lagi penambahan *superplasticizer*. Dan apabila didapat kurang dari 150 mm maka perlu ditambahkan *superplasticizer* sedikit demi sedikit sampai diperoleh nilai *slump* ≥ 150 mm
 - b Variasi pengurangan air 5% yaitu sampel beton dengan pengurangan air 5% dari kandungan air normal. Bila setelah diuji nilai *slump* didapat kurang dari 150 mm maka perlu ditambahkan *superplasticizer* kedalam adukan hingga diperoleh nilai *slump* ≥ 150 mm. Proses pengurangan air dilakukan secara gradual dengan interval 5% antara 0 – 30% dan penambahan SP dilakukan sedikit demi sedikit sampai diperoleh nilai *slump* lebih besar atau sama dengan 150 mm untuk setiap variasi pengurangan air.
5. mengukur nilai *slump* dari adukan beton
6. Bila *slump* belum mencapai nilai yang diinginkan, adukan ditambah *superplasticizer* sedikit demi sedikit hingga mencapai nilai *slump* yang diinginkan.
7. Setelah *slump* yang diperoleh sesuai dengan rencana, kemudian beton dikeluarkan dari molen dan dimasukkan ke dalam cetakan silinder. Pengisian dilakukan dalam tiga tahap, masing-masing 1/3 dari tinggi cetakan. Setiap tahap ditusuk-tusuk dengan tongkat baja (diameter 16 mm dan panjang 60 mm) sebanyak 25 kali sampai beton memadat.
8. Setelah padat, kemudian permukaannya diratakan dengan cetok perata yang terbuat dari baja.
9. Cetakan yang sudah diisi beton kemudian ditempatkan pada tempat yang rata dan bebas dari gangguan-gangguan lain dan dibiarkan selama 24 jam

10. Setelah 24 jam cetakan dilepas dan benda uji direndam di dalam bak airdengan lama perendaman sesuai dengan lamanya perawatan

4.3.2 Pengujian Kuat Desak Benda Uji

Pengujian kuat desak dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Tahapan pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Benda uji dikeluarkan dari rendaman satu hari sebelum pengujian
2. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel
3. Menimbang berat benda uji
4. Mengukur dimensi benda uji
5. Benda uji diletakkan pada mesin desak
6. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat pembebanan maksimumnya

4.3.3 Pengolahan Data

Hasil dari pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan antara satu pengujian dengan pengujian yang lain. Hasil pengujian yang dilakukan nantinya akan menghasilkan pengaruh perawatan dan penambahan *superplasticizer* pada mutu beton.

4.4 Bagan Alur Penelitian

Alur penelitian yang akan kami lakukan dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi akan dibuat pembahasannya pada bab ini. Data yang diperoleh meliputi kuat tekan beton dan Tegangan-Regangan. Setelah melaksanakan penelitian dan pengujian di laboratorium, maka hal yang nantinya akan menjadi bahasan meliputi :

1. Membandingkan kuat tekan beton dengan variasi penambahan zat additive berupa *superplastisizer* sikament NN dan pengurangan air (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%) pada umur (3, 7, 14, dan 28) hari.
2. Membandingkan grafik Tegangan-Regangan dengan variasi penambahan zat additive berupa *superplastisizer* sikament NN dan pengurangan air (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%) pada umur 28 hari.

5.2 Analisis Kuat Tekan Benda Uji

a) Pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap kelecakan

Dalam penelitian ini beton normal dengan pengurangan kandungan air dan penambahan *superplasticizer* ditetapkan memiliki nilai *slump* lebih dari 150 mm. Menurut Swamy (1989), ciri-ciri beton memiliki kelecakan tinggi adalah pada saat penuangan dan pemadatan beton segar mudah dilaksanakan.

Tabel 5.1. Nilai *Slump*

Variasi Beton	fas	Pengurangan Air (%)	Slump awal (mm)	<i>Superplasticizer</i> (%)	Slump Akhir (mm)
B15 - 0%	0,60	0	150,0	-	150,0
B15 - 5%	0,57	5	145,0	0,55	172,5
B15 - 10%	0,54	10	155,0	0,53	160,0
B15 - 15%	0,51	15	125,0	0,67	165,0
B15 - 20%	0,48	20	-	2,19	162,5
B15 - 25%	0,45	25	-	2,23	172,5
B15 - 30%	0,42	30	-	2,31	162,5

Catatan : *pengurangan air dalam % terhadap kandungan air normal

*penambahan *superplasticizer* dalam % terhadap berat semen

Tabel 5.1 memperlihatkan nilai *slump* untuk seluruh variasi campuran adukan beton dengan pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* yang dihasilkan lebih besar dari 150 mm. Pengurangan air pada adukan beton akan menurunkan nilai *slump* karena air selain dibutuhkan dalam proses hidrasi oleh semen juga mempunyai fungsi untuk membentuk fisik beton segar dalam hal kelecakan. Pada dasarnya makin besar nilai *slump* berarti semakin cair adukan betonnya. Penambahan *superplasticizer* pada adukan beton akan meningkatkan nilai *slump* karena sifat dari *superplasticizer* itu dapat membungkus butiran – butiran semen dalam adukan beton sehingga air yang berada di dalam adukan beton dapat bergerak bebas dan akibatnya kelecakan beton menjadi meningkat. R.C Smith dan C.K Andres dalam material of construction mengatakan bahwa *superplasticizer* melapisi partikel semen kemudian memisahkan dan melepaskan semen dari ikatan akibat air, pelapisan ini juga menyebabkan muatan negatif pada partikel semen, mengakibatkan adanya gaya tolak menolak antar partikel semen sehingga menimbulkan tingkat *workabilitas* yang tinggi tanpa peningkatan nilai fas atau menimbulkan *bleeding*. Hal ini sesuai dengan yang diperoleh Swamy (1989), bahwa dengan menggunakan *superplasticizer* untuk meningkat kelecakan adukan beton menghasilkan nilai *slump* tinggi antara 150 – 250 mm.

Swamy (1989) mengatakan bahwa dengan pemakaian *superplasticizer* dapat meningkatkan kelecakan 12-20 %. Dalam kajian ini peningkatan kelecakan

dari nilai *slump* awal sebelum dan sesudah dicampur *superplasticizer* meningkat. Semakin tinggi pengurangan air, maka semakin tinggi pula penambahan *superplasticizer* untuk menghasilkan *slump* ≥ 150 mm.

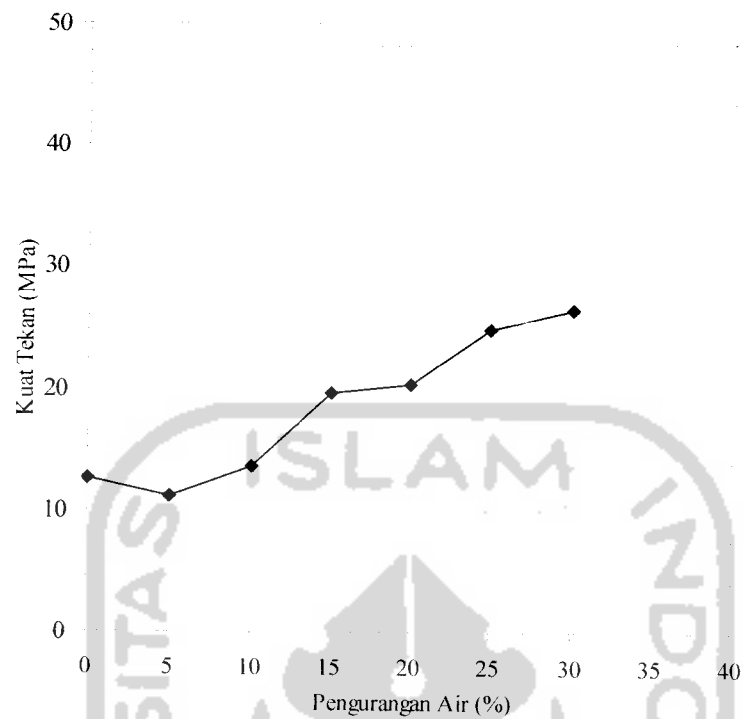
b) Pengaruh pengurangan air terhadap kuat tekan

Pada penelitian ini jumlah air untuk campuran beton dikurangi secara gradual mulai dari pengurangan 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % dan 30 % terhadap jumlah air normal hasil perhitungan.

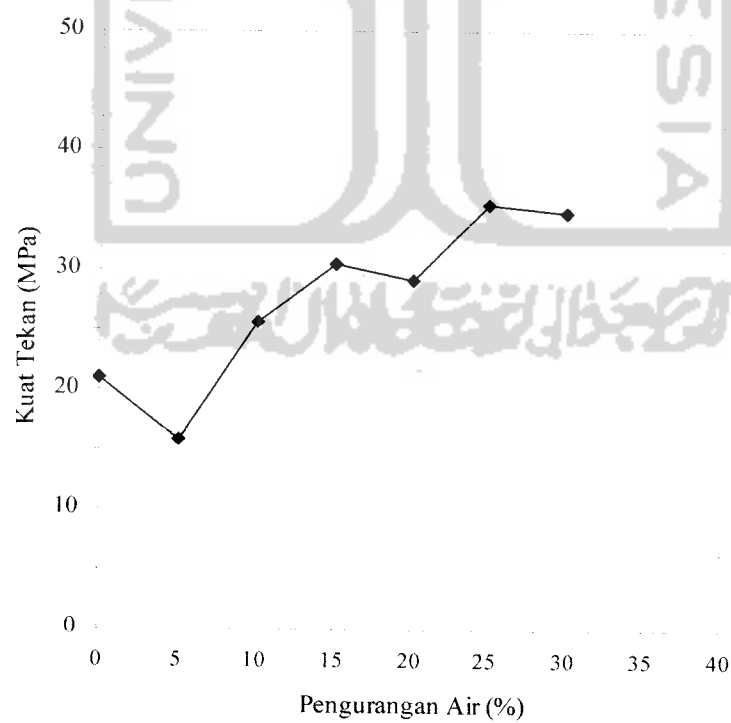
Tabel 5.2 Kuat Tekan Rata-rata Masing-masing Variasi Benda Uji

Variasi Beton	fas	SP (%)	Kuat Tekan Beton (MPa)			
			Umur 3 hari	Umur 7 hari	Umur 14 hari	Umur 28 hari
B15-0 %	0,60	-	12,5192	21,0525	23,0344	23,9446
B15-5 %	0,57	0,55	11,1909	15,8321	23,0396	31,3572
B15-10 %	0,54	0,53	13,5097	25,6205	26,7852	32,9670
B15-15 %	0,51	0,67	19,6663	30,4854	34,2982	26,3893
B15-20 %	0,48	2,19	20,2893	29,1641	36,2515	41,0382
B15-25 %	0,45	2,23	24,8893	35,5055	42,9500	28,6296
B15-30 %	0,42	2,31	26,4958	34,7762	43,2498	44,9749

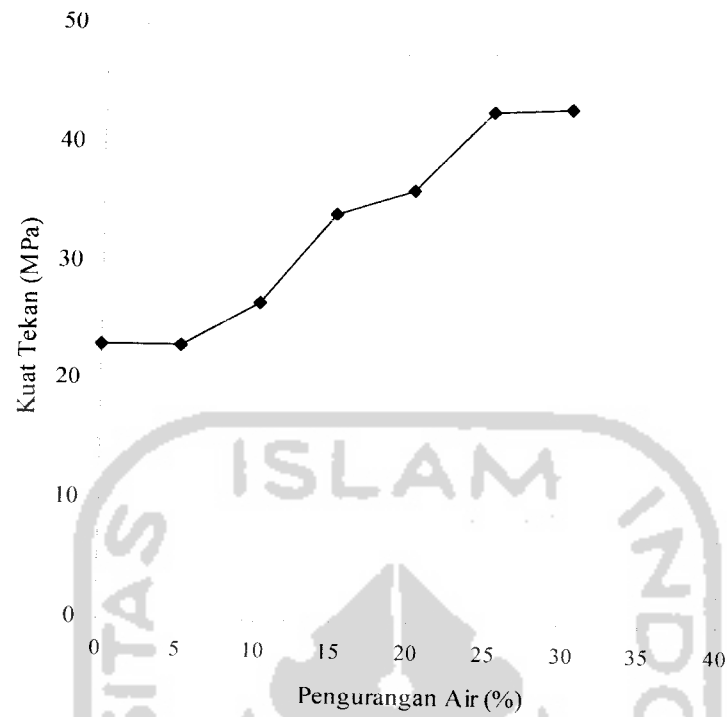
Menurut Neville (1995), kuat tekan beton akan meningkat apabila kandungan air pada campuran bahan beton rendah. Kelebihan jumlah air pada pasta semen akan menghasilkan beton dengan *porositas* tinggi, kekuatan rendah dan kurang adanya ikatan antara pasta semen dan agregat. Chaiyasena (1992) menambahkan bahwa dengan pengurangan air berlebihan akan menghasilkan beton kering dengan kelecakan rendah. Untuk mempertahankan kelecakan pada beton segar ditambahkan bahan *additive* berupa *superplasticizer* yang dapat meningkatkan kinerja beton tersebut. Hasil pengujian yang memperlihatkan kuat tekan beton sebelum dan sesudah pengurangan air seperti ditunjukkan pada **Gambar 5.1.- 5.4.**



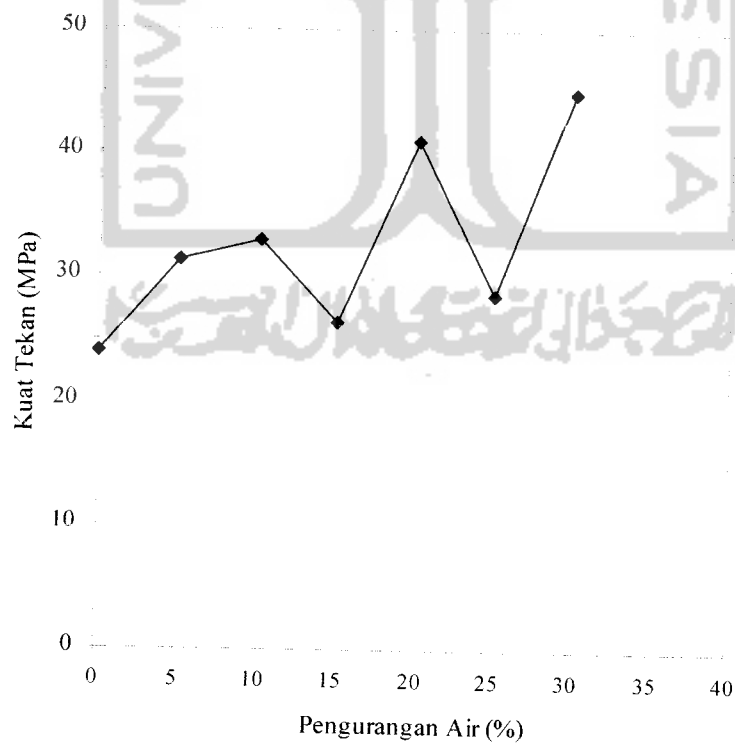
Gambar 5.1. Hubungan kuat tekan dengan pengurangan air umur 3 hari



Gambar 5.2. Hubungan kuat tekan dengan pengurangan air umur 7 hari



Gambar 5.3. Hubungan kuat tekan dengan pengurangan air umur 14 hari



Gambar 5.4. Hubungan kuat tekan dengan pengurangan air umur 28 hari

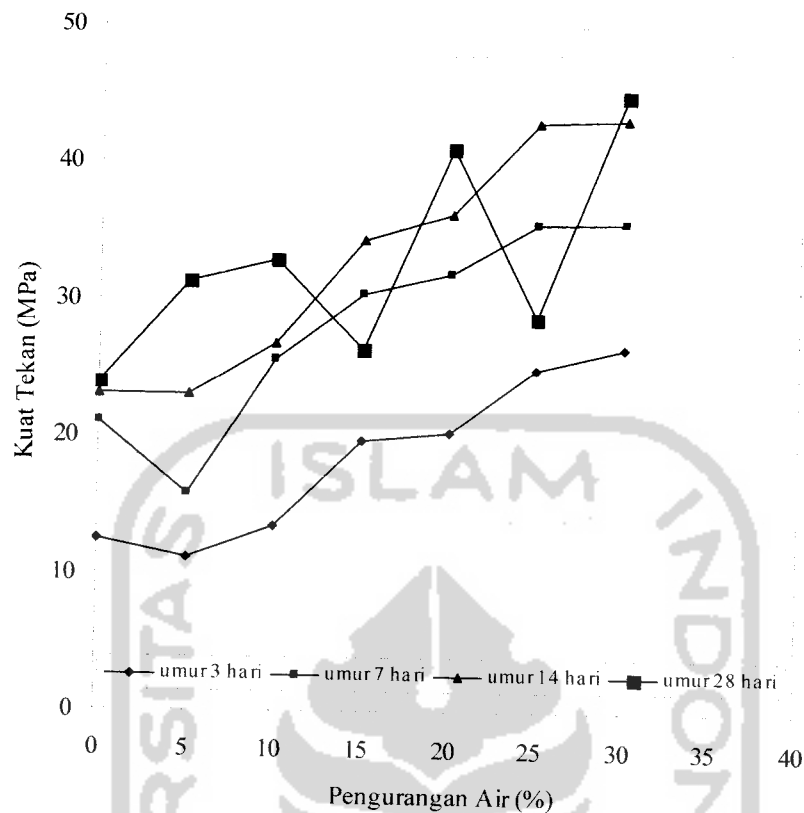
Pada **Gambar 5.1. - 5.4.** memperlihatkan peningkatan kekuatan beton akibat pengurangan air, semakin tinggi pengurangan kandungan air kuat tekan beton cenderung meningkat. Hal ini sesuai dengan Neville (1995), kuat tekan beton akan meningkat apabila kandungan air pada campuran bahan beton rendah. Kekurangan air lebih dari 30% pada pasta semen akan menghasilkan beton dengan *porositas* tinggi, kekuatan rendah dan kurang adanya ikatan antara pasta semen dengan agregat.

Pada variasi beton B15-0% pada umur 3 hari mengalami kuat tekan awal (beton normal) yang tinggi sebesar 12,5192 MPa, disebabkan belum ada pengurangan air dan penambahan *superplasticizer*. Kemudian kuat tekan menurun pada variasi beton B15-5% (saat pengurangan air 5% dan penambahan *superplasticizer* 0,55%) sebesar 11,1909 MPa disebabkan pengaruh dosis *superplasticizer* yang agak tinggi mengakibatkan proses pengikatan antara semen dengan agregat lain menjadi lama sehingga memperlambat proses pengerasan pada usia muda. Hal ini sesuai dengan L. J. Murdock dan K. M. Brook (1986) hal 88 yaitu *superplasticizer* mempunyai efek memperlambat pengerasan pada pengikatan beton. Pengurangan kandungan air antara 10 – 30 % mengalami peningkatan kekuatan seiring dengan persentase pengurangan airnya dan kuat tekan optimal dicapai pada pengurangan kandungan air 30% sebesar 26,4958 MPa.

Pada variasi beton B15-0% pada umur 7 hari mengalami kuat tekan awal yang tinggi (pada saat pengurangan air 0%) sebesar 21,0525 MPa, kemudian kuat tekan menurun pada variasi beton B15-5% (saat pengurangan air 5%) sebesar 15,8321 MPa. Pada variasi B15-5% terjadi penurunan kuat tekan beton hal ini disebabkan karena adanya ketidaksesuaian antara kandungan air dengan dosis *superplasticizer*. Pengurangan kandungan air antara 10–15 % mengalami peningkatan kuat tekan 17–31 % terhadap beton normal. Tetapi pada pengurangan air 20 % dan 30 % kuat tekannya turun 29,1641 MPa dan 34,7762 MPa disebabkan penambahan dosis *superplasticizer* lebih banyak dari dosis aturan yang terdapat didalam brosur produk yaitu 0,6 – 1,5 % dari berat semen.

Pada variasi beton pada umur 14 hari kuat tekan awal pada pengurangan air 0% sebesar 23,0344 MPa dan kuat tekan optimal dicapai pada pengurangan kandungan air 30% sebesar 43,2498 MPa. Kuat tekan beton akan meningkat seiring dengan pengurangan air. Hal ini sesuai dengan Neville (1995), kuat tekan beton akan meningkat apabila kandungan air pada campuran bahan beton rendah.

Pada variasi beton B15-0%, B15-5%, B15-10%, B15-20%, dan B15-30% pada umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan dengan kuat tekan awal (saat pengurangan air 0%) sebesar 23,9446 MPa. Kuat tekan menurun pada variasi beton B15-15% dan B15-25% sebesar 26,3893 MPa dan 28,6296 MPa. Hal ini disebabkan keadaan material yang tidak terkontrol dengan baik sehingga terjadi ketidaksesuaian antara penambahan *superplasticizer* terhadap kondisi agregat saat itu. Agregat yang terlampau basah mengakibatkan kekuatan beton rendah. Dan juga kurang terkontrolnya mesin pencampur dimana setelah pengadukan pertama selesai mesin pencampur disiram dengan air dengan maksud membersihkan sisa-sisa pengadukan pertama. Pengadukan untuk variasi selanjutnya dilakukan tetapi di mesin pencampur tersebut sedikitnya masih tersisa air dari pembersihan. Ini juga dapat mengakibatkan nilai kuat tekan beton menurun karena jumlah air bertambah dari agregat dan mesin pencampur yang basah. Kuat tekan optimal dicapai pada pengurangan kandungan air 30% sebesar 44,9749 MPa.

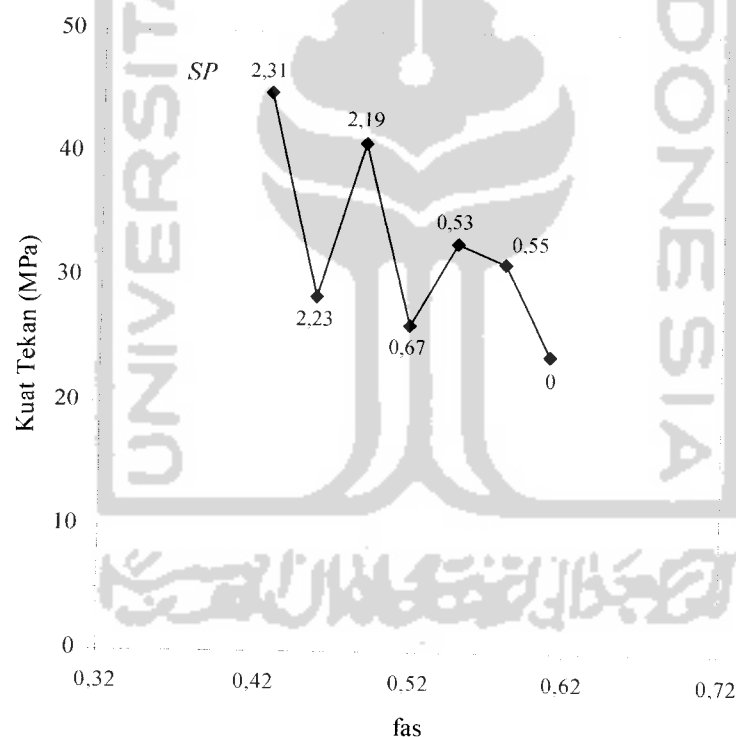


Gambar 5.5. Hubungan kuat tekan dengan pengurangan air

Gambar 5.5. memperlihatkan peningkatan kekuatan beton akibat pengurangan air, semakin tinggi pengurangan kandungan air kuat tekan beton cenderung meningkat. Pada variasi beton umur 3 dan 7 hari mengalami kuat tekan awal yang tinggi (pada saat pengurangan air 0%), kemudian kuat tekan menurun pada saat pengurangan air 5%, disebabkan karena pada pengurangan air 5% slump awalnya (140 mm) sudah mendekati slump yang diinginkan yaitu ≥ 150 mm. Sewaktu penambahan *superplasticizer*, dosis yang ditambahkan agak tinggi sehingga menyebabkan terjadinya proses pemisahan ikatan antara air dengan semen sehingga memperlambat pengerasan pada beton. Selanjutnya pada pengurangan air 10-30 % nilai kuat tekan meningkat, disebabkan meminimalkan kandungan air di dalam campuran beton akan mengurangi tingkat porositas dan meningkatkan kuat tekannya.

Pada variasi beton umur 28 hari kuat tekan mengalami peningkatan dari pengurangan air 0 –10 % sebesar 27,37 % dari kuat tekan awal yaitu pengurangan air 0%. Kuat tekan turun pada pengurangan air 15 dan 25 % sebesar 16,36% dari kuat tekan yang pengurangan airnya 0%. Pada sampel umur 28 hari grafiknya tidak dapat digunakan sebagai perbandingan untuk grafik sampel umur yang lain karena sewaktu pembuatan sampel umur 28 hari proses pengadukan betonnya terpisah yaitu dua kali pengadukan. Pengadukan pertama untuk sampel umur 3, 7, dan 14 hari kemudian pengadukan kedua umur 28 hari.

Hubungan kuat tekan umur 28 hari dengan faktor air semen dapat dilihat pada **Gambar 5.6**



Gambar 5.6. Hubungan kuat tekan umur 28 hari dengan fas

Gambar 5.6. memperlihatkan semakin tinggi nilai fas nilai kuat tekan beton makin rendah. Dari penelitiannya Duff Abrams, 1920 bahwa hubungan antara fas dengan kuat tekan beton dinyatakan dalam persamaan $f'_c = \left(\frac{A}{B^{1.5x}}\right)$

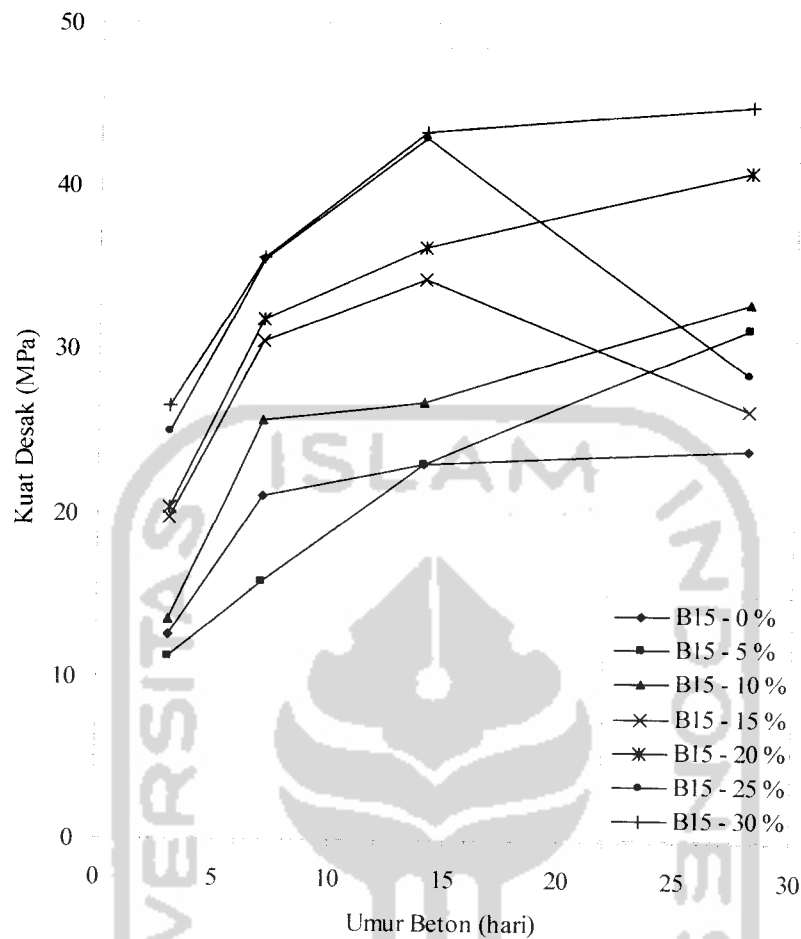
dimana A, dan B adalah nilai konstan dan x adalah FAS. Proporsi air yang agak besar akan memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaan pengecoran, tetapi kekuatan hancur beton jadi rendah. (L. Wahyudi, Syahril A. rahim, 1997:22-23)

c) Pengaruh umur terhadap kuat tekan

Umur beton merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya kuat tekan suatu beton karena dengan bertambahnya umur (termasuk umur perawatan) maka kuat tekan beton akan meningkat. Perawatan dalam kajian ini adalah perawatan basah berupa perendaman. Pengaruh umur beton terhadap kuat tekan untuk berbagai variasi pengurangan kandungan air dan penambahan *superplasticizer* ditunjukkan pada **Gambar 5.6**.

Tabel 5.5. Hubungan Kuat Tekan Rata-rata dan Variasi Umur

Variasi Beton	fas	SP	Umur 3 Hari		Umur 7 hari		Umur 14 hari		Umur 28 hari	
		(%)	MPa	(%)	MPa	(%)	MPa	(%)	MPa	(%)
B15-0%	0,60	-	12,5192	52,2840	21,0525	87,9214	23,0344	96,1984	23,9447	100
B15-5%	0,57	0,55	11,1909	35,6885	15,8321	50,4895	23,0396	73,4747	31,3572	100
B15-10%	0,54	0,53	13,5097	40,9793	25,6205	77,7152	26,7852	81,2484	32,9671	100
B15-15%	0,51	0,67	19,6663	74,5237	30,4854	115,5220	34,2982	129,9703	26,3893	100
B15-20%	0,48	2,19	20,2893	49,4401	29,1641	71,0657	36,2516	88,3361	41,0382	100
B15-25%	0,45	2,23	24,8893	86,9353	35,5055	124,0164	42,9501	150,0195	28,6297	100
B15-30%	0,42	2,31	26,4958	61,9938	34,7762	81,3678	43,2498	97,3972	44,9750	100



Gambar 5.7. Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Beton

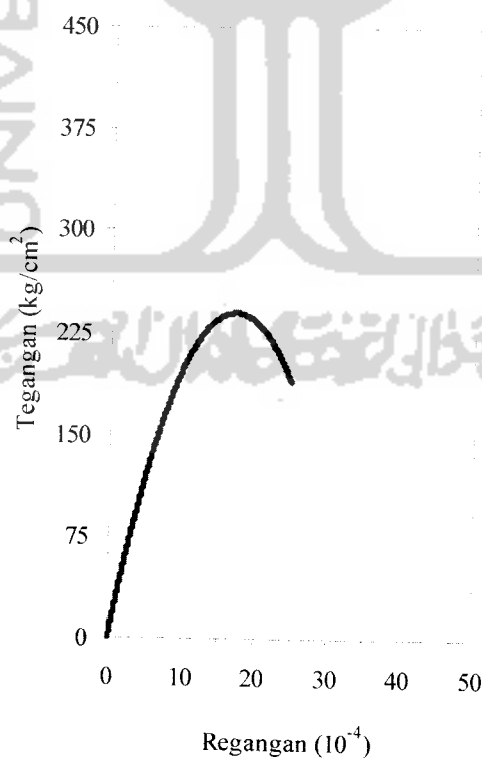
Pada **Tabel 5.5.** prosentase kuat tekan didapat dari membandingkan antara kuat tekan yang dihasilkan pada umur 3, 7 dan 14 hari terhadap umur 28 hari. Yang memperlihatkan bahwa penggunaan *superplasticizer* terhadap pengurangan air $< 15 \%$ ternyata prosentase kuat tekannya belum kelihatan meningkat. Peningkatan mulai terjadi setelah pengurangan air $\geq 15 \%$. Hal ini dikarenakan penambahan *superplasticizer* yang tidak sebanding dengan pengurangan airnya. Yaitu pada pengurangan air (5 dan 10) % penambahan *superplasticizernya* agak tinggi. Sehingga proses pengikatan masing-masing materialnya butuh waktu yang agak lama.

Pada **Gambar 5.7.** memperlihatkan peningkatan kuat tekan beton seiring dengan bertambahnya umur beton. Umur beton merupakan salah satu faktor yang

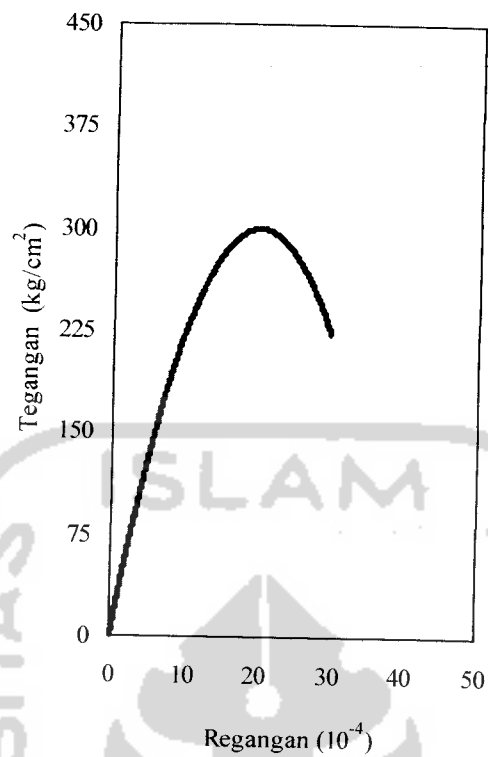
mempengaruhi besarnya kuat tekan suatu beton karena dengan bertambahnya umur (termasuk umur perawatan) maka kuat tekan beton akan meningkat. Perawatan dalam penelitian ini adalah perawatan basah berupa perendaman. Pada umur 3, 7, dan 14 hari grafik kuat tekan yang dipengaruhi pengurangan air selalu meningkat akan tetapi pada umur 28 hari yang seharusnya dengan pengurangan kandungan air lebih banyak dan umur perawatan lebih lama kuat tekannya meningkatkan malah sebaliknya. Hal ini telah dibahas pada topik kuat tekan terhadap pengurangan air. Sehingga untuk umur 28 hari tidak dapat digunakan sebagai pembanding dengan umur 3, 7, dan 14 hari.

5.3 Tegangan-Regangan

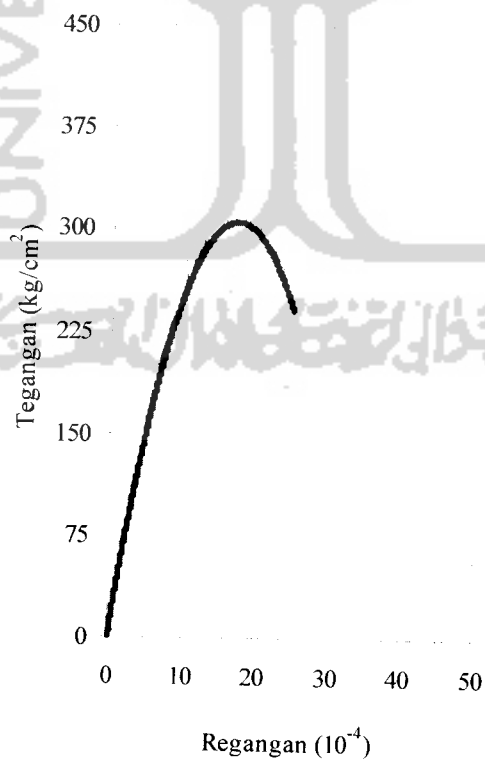
Pengujian tegangan regangan dimaksudkan untuk mengetahui peningkatan daktilitas beton. Uji tegangan-regangan ini tidak dilakukan pada semua sample benda uji, tetapi diambil 1 sample benda uji untuk setiap variasi dan khusus pada sampel umur 28 hari. Hasil pengujian tegangan regangan dapat dilihat pada gambar berikut.



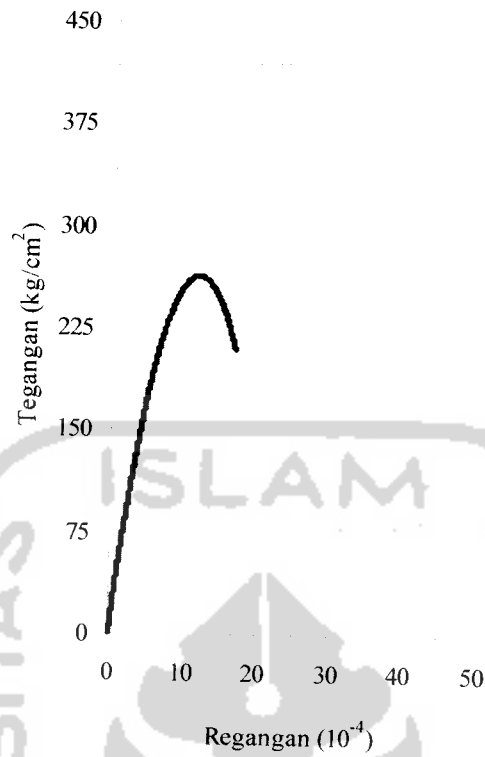
Gambar 5.8 Kurva tegangan-regangan variasi beton B15-0 % tanpa SP



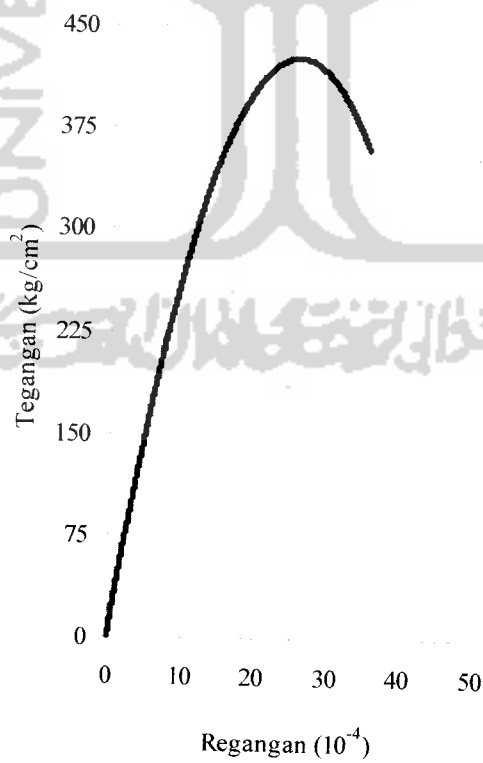
Gambar 5.8 Kurva tegangan-regangan variasi beton B15-5 % + SP



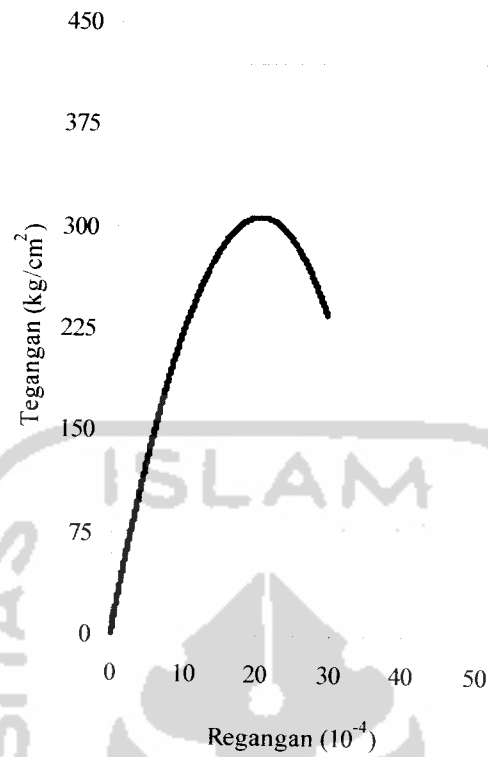
Gambar 5.9. Kurva tegangan-regangan variasi beton B15-10 % + SP



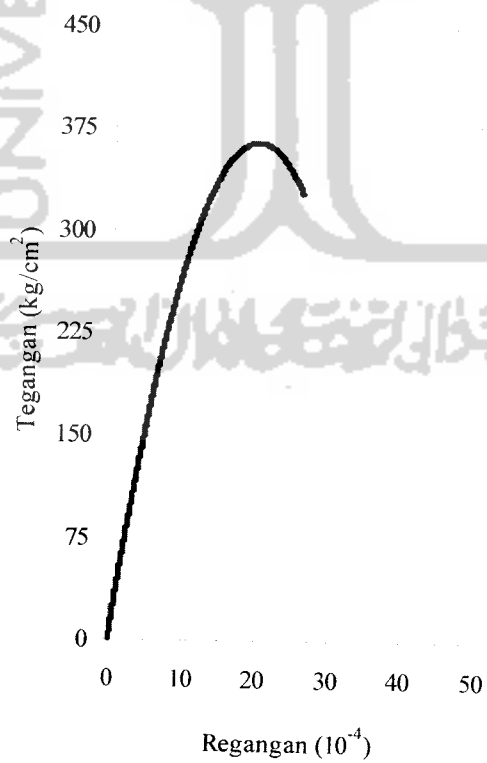
Gambar 5.10. Kurva tegangan-regangan variasi beton B15-15 % + SP



Gambar 5.11. Kurva tegangan-regangan variasi beton B15-20 % + SP



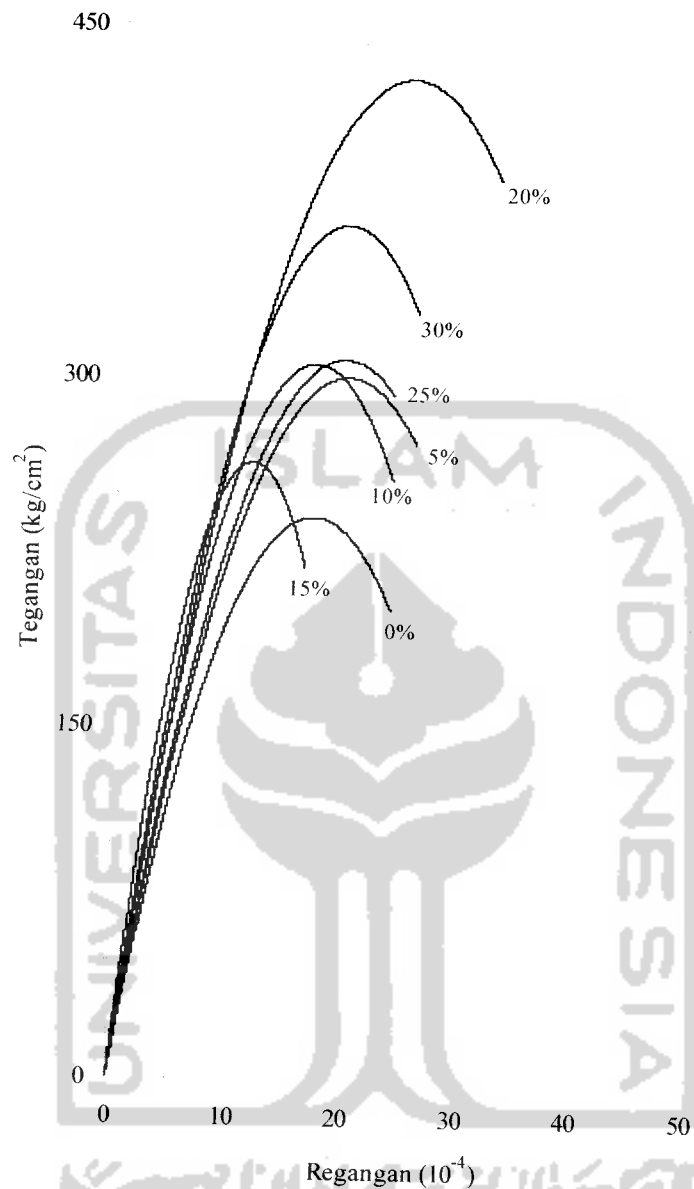
Gambar 5.12. Kurva tegangan-regangan variasi beton B15-25 % + SP



Gambar 5.13. Kurva tegangan-regangan variasi beton B15-30 % + SP

Pada **Gambar 5.7 – 5.13** memperlihatkan kurva tegangan-regangan yang diperoleh dari penelitian dengan menggunakan benda uji silinder beton dan dibebani tekan uniaksial (pembebanan yang bertambah terus menerus) selama beberapa menit. Bagian pertama kurva ini (kira-kira 40% dari f'_c) dianggap linier setelah mendekati 70% tegangan hancur. Disebabkan karena materialnya banyak kehilangan kekakuan sehingga menambah ketidaklinieran diagram.

Berdasarkan penelitian, beton normal biasanya tegangan maksimum terjadi pada saat regangan desak beton mencapai $\xi_c \pm 0,002$ dan setelah titik maksimum tercapai, kurva akan menurun lagi sampai sampel benda uji beton hancur. Tapi pada pengujian ini diperoleh regangan yang cukup tinggi. Pada sampel dengan pengurangan air 0 % regangan sebesar 0,00335. Pada sampel dengan pengurangan air 5 % dan penambahan SP sebesar 0,55 % berat semen diperoleh regangan sebesar 0,00337. Pada sampel dengan pengurangan air 10 % dan penambahan SP sebesar 0,53 % berat semen diperoleh regangan sebesar 0,00293. Pada sampel dengan pengurangan air 15 % dan penambahan SP sebesar 0,67 % berat semen diperoleh regangan sebesar 0,00211. Pada sampel dengan pengurangan air 20 % dan penambahan SP sebesar 2,19 % berat semen diperoleh regangan sebesar 0,00580. Pada sampel dengan pengurangan air 25 % dan penambahan SP sebesar 2,23 % berat semen diperoleh regangan sebesar 0,00403. Pada sampel dengan pengurangan air 30 % dan penambahan SP sebesar 2,31 % berat semen diperoleh regangan sebesar 0,00419.



Gambar 5.14. Gabungan Tegangan-Regangan masing-masing variasi

Apabila diperhatikan, hubungan tegangan-regangan untuk mutu beton (f'_c) sama akan membentuk kurva yang berbeda apabila kondisi pembebanan berbeda. Menurut Istimawan (1994) dengan kondisi pembebanan berbeda yang berarti nilai regangannya berbeda dan diperoleh kurva yang berbeda pula.

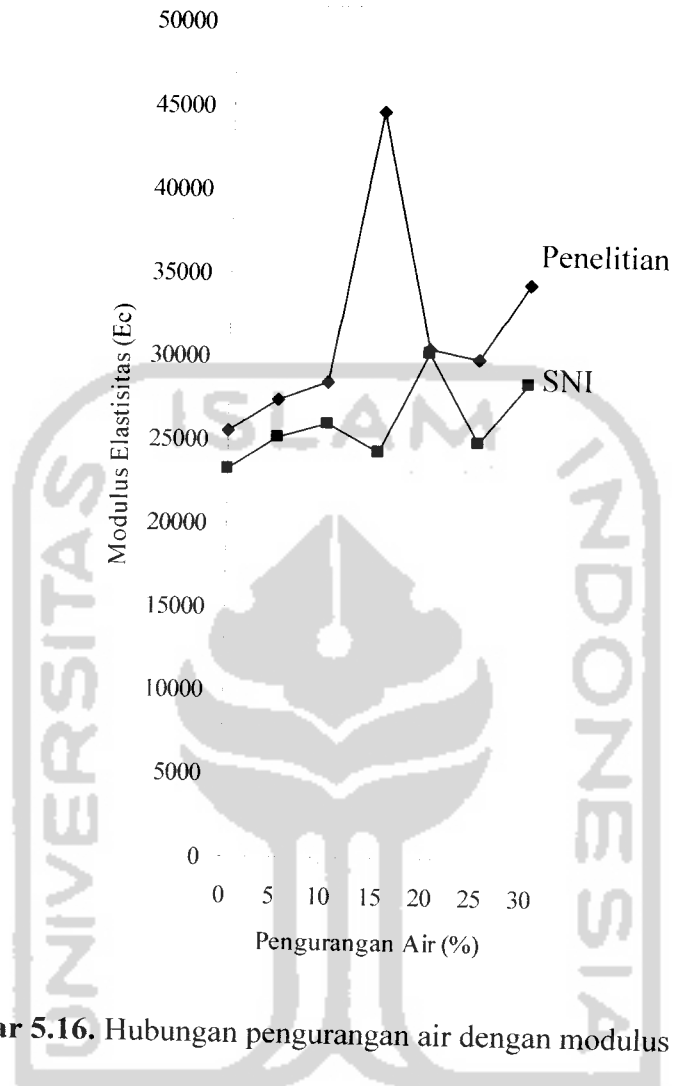
5.4 Modulus Elastisitas (E_c)

Dari kurva tegangan-regangan beton dapat diketahui tingkat daktilitas beton dan diperoleh modulus elastis dari perhitungan yang sesuai dengan persamaan (3.9).

Tabel 5.6. Nilai Modulus Elastisitas Beton

No	Variasi Pengurangan Air (%)	SP (%)	f'_c (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Penelitian	SNI ($4700\sqrt{f'_c}$)
1	0	-	24,508	25497,69	23267,82
2	5	0,55	28,642	27366,38	25153,50
3	10	0,53	30,586	28427,82	25993,28
4	15	0,67	26,827	44625,20	24343,58
5	20	2,19	41,245	30470,61	30184,54
6	25	2,23	27,896	29849,40	24823,70
7	30	2,31	36,630	34455,21	28445,60

Modulus elastisitas merupakan sifat dari beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami perpanjangan atau perpendekan (disebut deformasi). Dari **Tabel 5.6** dapat dilihat bahwa modulus elastisitas beton dengan pengurangan air sebesar 0 % (B15-0%) memiliki modulus elastisitas paling rendah dengan nilai 25497,69 MPa. Hal ini disebabkan oleh besarnya regangan yang terjadi pada saat 40 % tegangan maksimum. Modulus elastisitas terbesar terjadi pada sampel dengan variasi pengurangan air 15 % (B15-15% dengan penambahan SP 0,67 %) sebesar 44625,20 MPa. Hal ini disebabkan oleh komposisi SP yang tepat (sesuai dengan dosis yang dianjurkan oleh produsen yaitu maksimum 1,5 % berat semen).



Gambar 5.16. Hubungan pengurangan air dengan modulus elastisitas

Pada **Gambar 5.16** dapat dilihat perbandingan antara modulus elastisitas hasil pengujian di laboratorium dengan hasil perhitungan secara teoritis (SNI). Dari perbandingan tersebut menunjukkan bahwa hasil pengujian di laboratorium lebih tinggi dari hasil perhitungan secara teoritis. Dengan demikian beton normal yang dilakukan pengurangan kadar air (fas diperkecil) kemudian ditambahkan SP (untuk mempertahankan workabilitas), memenuhi syarat SNI karena hasil pengujian di laboratorium lebih besar dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus SNI ($4700 \sqrt{f'c}$).

BAB VI

KESIMPULAN dan SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan akhir dari penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran yang perlu diperhatikan bagi penelitian berikutnya yang sejenis.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil penelitian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan akhir untuk menjawab tujuan-tujuan penelitian sebagai berikut.

1. kelecakan beton dapat dilihat dari parameter nilai *slump*nya. Nilai *slump* lebih besar dari 150 mm tercapai karena pengaruh penambahan *superplasticizer* dimana beton segar tidak terjadi *bleeding* maupun segregasi.
2. kuat tekan rencana f'_c 15 MPa pada umur 28 hari dapat ditingkatkan kuat tekannya dengan mengurangi kandungan air sebanyak 30% dan penambahan SP 2,31% dari berat semen yang menghasilkan kuat tekan sebesar 44,9749 MPa
3. Kuat tekan beton pada umur 28 hari masing – masing variasi pengurangan air diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a variasi B15-0% menghasilkan kuat tekan 23,9446 MPa,
 - b variasi B15-5% menghasilkan kuat tekan 31,3572 MPa,
 - c variasi B15-10% menghasilkan kuat tekan 32,9670 MPa,
 - d variasi B15-15% menghasilkan kuat tekan 26,3893 MPa,
 - e variasi B15-20% menghasilkan kuat tekan 41,0382 MPa,
 - f variasi B15-25% menghasilkan kuat tekan 28,6296 MPa, dan
 - g variasi B15-30% menghasilkan kuat tekan 44,9749 MPa.
4. bahan campuran *superplasticizer* dengan merk dagang “Sikament NN” dapat mereduksi air sesuai dengan ketentuan dari PT Sika Nusa Pratama yaitu hingga 30%. Hal ini dibuktikan pada benda uji beton silinder tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi.

6.2 Saran

Dari uraian diatas merujuk pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan penelitian yang lebih baik lagi diperlukan saran-saran yang bersifat membangun seperti berikut :

1. dalam mempersiapkan bahan dan peralatan perlu ditempatkan dan disimpan pada tempat yang khusus,
2. pada penelitian berikutnya disarankan untuk dilakukan kontrol kualitas meterial dengan lebih baik untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat,
3. dalam pelaksanaan pembuatan benda uji perlu diperhatikan cara pengadukan dan pemadatan agar didapat mutu benda uji yang lebih baik,
4. diperlukan sampel beton normal yang dapat digunakan untuk perbandingan dengan variasi beton yang ingin diteliti,
5. diusahakan dalam pembuatan benda uji satu variasi berada di dalam satu adukan agar benda uji tersebut berada dalam satu situasi,

DAFTAR PUSTAKA

- Hastoro, P.A, dan Safruddin, P.N., 2005, **Tugas Akhir Pengaruh Pengurangan Kandungan Air Dan Penambahan *Superplasticizer* Pada Komposisi Campuran Beton Kuat Tekan 30 dan 40 MPa**, Jurusan teknik Sipil dan Perencanaan UII, Jogjakarta.
- , 2004, **Buku Panduan Praktikum Bahan Konstruksi Teknik**, Universitas Islam Indonesia.
- Tri mulyono, Ir. MT, 2004, **Teknologi Beton**, ANDI, Yogyakarta.
- Murdock, L.J., K.M.Brook, dan Stephanus Hendarko., 1991, **BAHAN PRAKTEK BETON**.Jakarta : Erlangga.
- Muzamil dan Budiyo, 1997, **Tugas Akhir Pengaruh Pemakaian Bahan Tambah "*Superplasticizer*" Terhadap Kuat Desak Beton**, Jurusan teknik Sipil dan Perencanaan UII, Jogjakarta.
- Nawy, E. G., 1990, **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, Bandung, PT. Eresco.
- Tjokrodimulyo,K., 1992, **Teknologi Beton**. Yogyakarta: Nafiri.
- Yuwono, Eko, 1997, **Tugas Akhir Pengaruh Bahan-bahan Pemercepat Pengerasan Terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Beton**, Jurusan teknik Sipil dan Perencanaan UII, Jogjakarta.
- , 1971, **Peraturan Beton Bertulang Indonesia**, Jakarta Direktorat Jendral Cipta Karya.



KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE	: II (Des.06- Mei.07)
TAHUN	: 2006 - 2007
Sampai Akhir Mei 2007	

N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
Danny Kurniawan	02 511 229	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

garuh Penambahan Superplasticizer Dengan Pengurangan Nilai FAS Terhadap Kuat Desak Beton 15 Mpa

sen Pembimbing I : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

sen Pembimbing II : Helmy Akbar Bale,Ir,MT



Jogyakarta , 16-Mar-07
a.n. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MS

atan	:	
inar	:	
ng	:	
ladaran	:	



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

N A M A	NO. MHS.	BID. STUDI
Danny Kurniawan	02 511 229	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

garuh Penambahan Superplasticizer Dengan Pengurangan Nilai FAS Terhadap Kuat Desak Beton
15 Mpa

PERIODE KE	II (Des.06- Mei.07)
TAHUN	2006 - 2007
	Sampai Akhir Mei 2007

Kegiatan	Bulan Ke :					
	Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
Pendaftaran						
Penentuan Dosen Pembimbing						
Pembuatan Proposal						
Seminar Proposal						
Konsultasi Penyusunan TA						
Sidang - Sidang						
Pendadaran						

en Pembimbing I : A Kadir Aboe, Ir, H, MS

en Pembimbing II : Helmy Akbar Bale, Ir, MT



Jogjakarta, 16-Mar-07
agn. Dekan

Ir. H. Faisol AM, MS

atan	:	
nar	:	
ig	:	
adaran	:	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	
1	09/03-07	Simulasi	
2	26/03-07	- perbaikan - pembalasan di muka- jauh	
3	20/04-07	Simulasi Sidang	
4	06/05-07	- acc perbaikan sidang - pendadaran	
5	29/05-07	- Acc - Jilid.	



Tabel 1.2 Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah Data	30,0	25,00	20,00	15,00	< 15
Faktor Pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

C. Menghitung nilai tambah Margin (M)

$$M = K \times Sd \dots\dots\dots (1.1)$$

Keterangan :

M = Nilai tambah

K = 1,64

Sd = Standar deviasi

Rumus di atas berlaku jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton yang diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Jika tidak mempunyai data pengalaman kurang dari 15 benda uji, nilai N langsung diambil 12 MPa. Standar deviasi nilainya diambil dari tabel 1.1 dengan nilai 4,2 karena pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji

Maka nilai tambah margin adalah :

$$M = 1,64 \times 4,2 = 6,888 \text{ MPa}$$

D. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$f'_{cr} = f'_c + M \dots\dots\dots (1.2)$$

Keterangan :

f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan

M = Nilai tambah

$$f'_{cr} = 15 + 6,888 = 21.888 \text{ MPa}$$

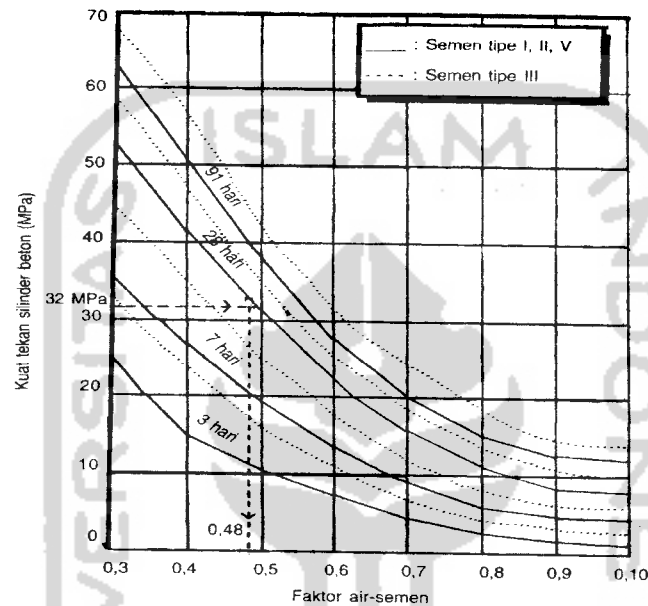
E. Menetapkan Jenis Semen

Jenis semen yang dipakai adalah semen Jenis I, yaitu jenis semen biasa yang cepat mengeras.

F. Menetapkan faktor air-semen

Cara menetapkan faktor air-semen diperoleh dari nilai terendah tiga cara.

Cara pertama : kuat silinder ($f'_{cr} = 21,888 \text{ MPa}$) dan pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air-semen, yaitu 0,61. Jadi f.a.s pertama – 0,61



Gambar 1.1 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai f.a.s)

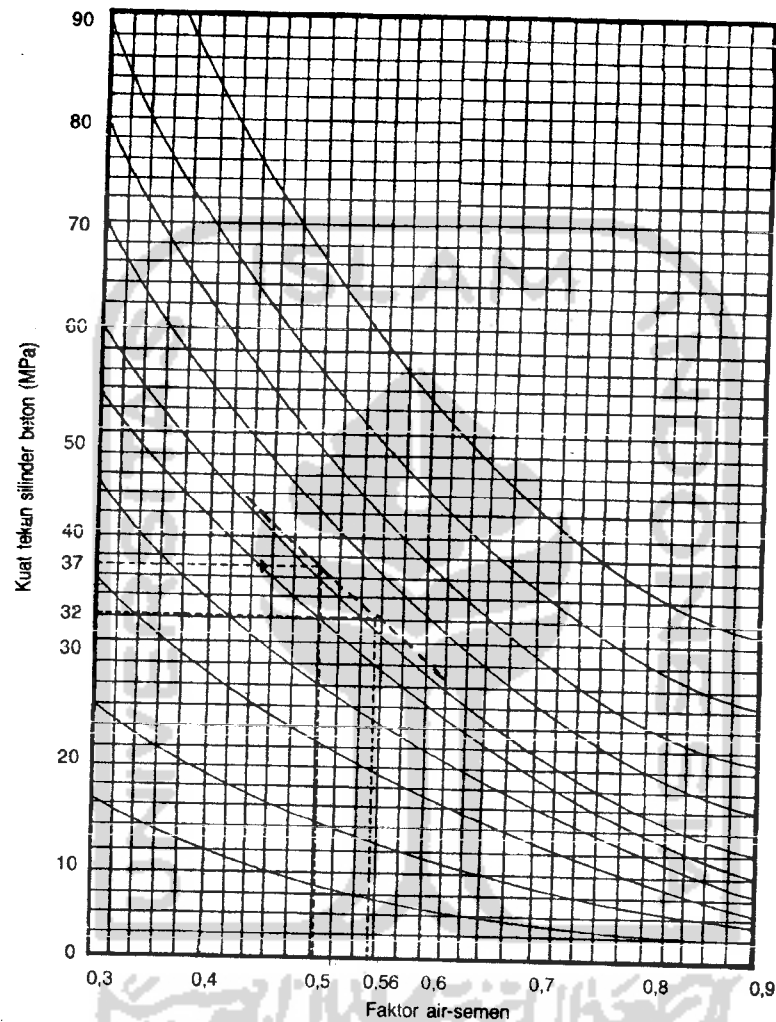
Cara kedua : Diketahui jenis semen I, jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari maka digunakan tabel dibawah ini.

Tabel 1.3 Perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan faktor air semen 0,50

Jenis Semen	Jenis Agregat kasar (kerikil)	Umur beton (hari)			
		3	7	28	91
I, II, V	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
III	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Dari Tabel diatas diperoleh nilai kuat tekan = 37 MPa, yaitu jenis semen I, kerikil batu pecah pada umur beton 28 hari. Kemudian, dengan faktor air semen 0,5 dan $f'_{cr} = 37$ MPa, gunakan grafik dibawah ini.



Gambar 1.2 Mencari faktor air semen

Caranya, tarik garis kekanan mendatar 37, tarik garis keatas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya. Sekarang dengan $f'_{cr} = 21,888$ tarik ke kanan memotong garis putus yang

dibuat tadi di B dan tarik garis ke bawah maka diperoleh faktor air-semen yang baru yaitu = 0,72. Jadi fas kedua = 0,72

Cara Ketiga : Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembetonan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat untuk beton bertulang terendam air.

Untuk pembetonan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,6

Tabel 1.4 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis pembetonan	f.a.s maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :	
- Keadaan keliling non korosif	0,60
- Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton di luar bangunan :	0,55
- Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
- Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	
Beton yang masuk kedalam tanah :	
- Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
- Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Lihat tabel
Beton yang berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat tabel

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Dari ketiga cara diatas, diperoleh masing-masing fas 0,60 ; 0,61; 0,72 maka nilai fas diambil nilai yang terendah yaitu **0,60**

G. Menetapkan nilai Slump

Tabel 1.5 Penetapan nilai slump

Pemakaian Beton	Maksimal	Minimal
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

H. Menetapkan kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik digunakan tabel dibawah ini dan dilanjutkan dengan perhitungan :

Tabel 1.6 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

Besar Ukuran maks (mm)	Jenis batuan	Slump			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Tabel 1.7 Penentuan kebutuhan air berdasarkan agregat

Besarnya Ukuran maks kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

I. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan :

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{W}{C} \dots\dots\dots(1.3)$$

Keterangan :

W = Jumlah air yang dibutuhkan

C = Faktor air-semen maksimum

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{210}{0,60} = 350 \text{ kg/m}^3$$

J. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan lewat tabel antara lain untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus misalnya lingkungan korotif, air payau dan air laut.

Tabel 1.8 Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis Pembetonan	
Beton di dalam ruang bangunan :	
- Keadaan keliling non korosif	275
- Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	
Beton di luar ruang bangunan	
- Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari	325
- Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah:	
- Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Diambil kebutuhan semen dengan nilai terbesar adalah **350 kg/m³**

K. Menentukan golongan pasir

Golongan pasir ditentukan dengan cara menghitung hasil ayakan hingga dapat ditemukan golongannya.

Dalam SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi 4 daerah yaitu

Daerah I = Pasir kasar

Daerah II = Pasir agak kasar

Daerah III = Pasir agak halus

Daerah IV = Pasir halus

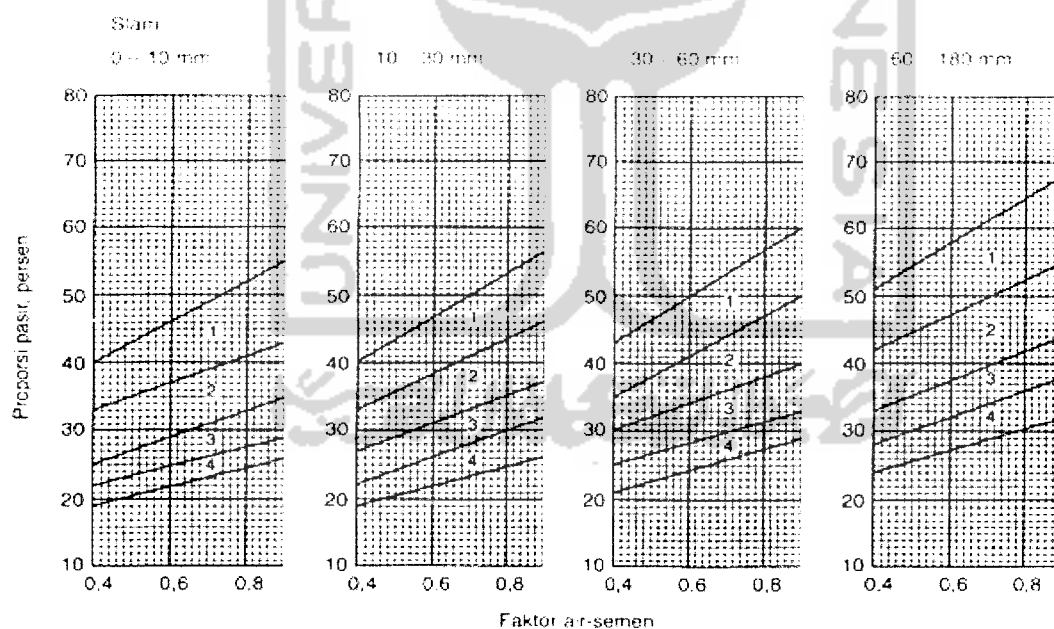
Tabel 1.9 Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
48	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,5	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

L. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil

Untuk menentukan perbandingan pasir dan kerikil dicari dengan bantuan grafik di bawah ini. Dengan melihat nilai slump yang diinginkan, ukuran butir maksimum, zona pasir, faktor air-semen.



Gambar 1.3. Persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

Fas = 0,60
 Daerah pasir = daerah 2
 Slump = 30 – 60 mm
 Agregat maksimum = 20 mm

Maka didapat persentase pasir = 38%
persentase kerikil = 62%

M. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

$$B_j \text{ campuran} = \frac{P}{100} \times B_j \text{ pasir} + \frac{K}{100} \times B_j \text{ kerikil} \dots\dots\dots(1.4)$$

Keterangan :

B_j campuran = Berat jenis campuran

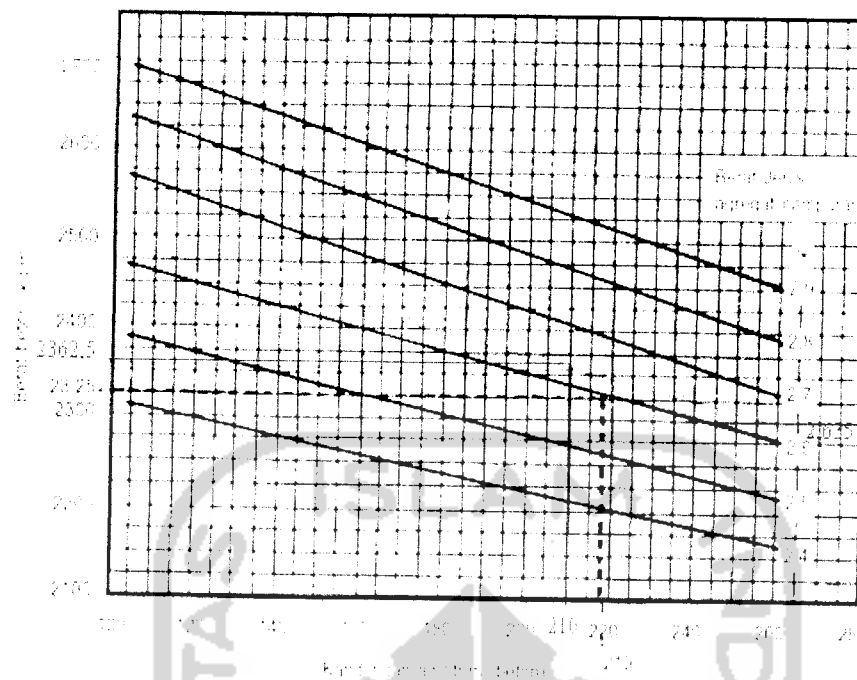
P = Persentase pasir terhadap agregat campuran

K = Persentase kerikil terhadap agregat campuran

$$B_j \text{ campuran} = \left(\frac{38}{100} \times 2,621\right) + \left(\frac{62}{100} \times 2,643\right) = 2,635 \text{ t/m}^3$$

N. Menentukan Berat Beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran kebutuhan dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan dalam grafik beton di bawah ini



Gambar 1.4 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton

Maka didapat berat beton adalah $2362,5 \text{ kg/m}^3$ dengan cara kebutuhan air

O. Menentukan Kebutuhan Pasir dan Kerikil

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} + \text{berat kerikil} &= \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen} \\ &= 2362,5 - 210 - 350 = \mathbf{1802,5 \text{ kg}} \end{aligned}$$

P. Menentukan Kebutuhan Pasir

$$\text{Kebutuhan pasir} = 1802,5 \times 38\% = \mathbf{684,95 \text{ kg}}$$

Q. Menentukan Kebutuhan Kerikil

$$1802,5 \times 62\% = \mathbf{1117,55 \text{ kg}}$$

Sikament® -NN

High Range Water - Reducing

Description	<p>A highly effective dual action liquid superplasticizer for the production of free flowing concrete or as a substantial water-reducing agent for promoting high early and ultimate strengths. Chloride free.</p> <p>Complies with A.S.T.M. C 494-92 Type F</p>
Use	<p>Sikament-NN is used as a super plasticizer in the production of free flowing concrete for use in :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Slabs and foundations ■ Walls, columns and piers. ■ Slender components with densely packed reinforcement. ■ Textured surface finishes. <p>It is also used as a water-reducing agent leading to high early strength concrete for use in :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Pre-cast concrete elements ■ Pre-stressed concrete ■ Bridges and cantilever structures ■ Areas of concrete where formwork must be removed quickly or early load will be applied.
Advantages	<p>Sikament NN provides the following properties :</p> <p><i>As a Superplasticizer :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Workability is greatly improved. Increased placeability in slender components with packed reinforcement. ■ Decreases the amount of vibration required. Normal set without retardation. ■ Significantly reduces risk of segregation. <p><i>As a Water reducer :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Up to 20% reduction of water will produce 40% increase in 28 days compressive strength. ■ High strength after 12 hours.
Dosage	<p>0.6 % - 1.5 % by weight of cement.</p> <p>It is advisable to carry out trial mixes to establish the exact dosage rate required. Sikament-NN is compatible with all type of Portland cement including S.R.C.</p>
Dispensing	<p>Sikament-NN can be added to the mixing water prior to its addition to the aggregates or as in most cases, it can be added directly to the freshly mixed concrete.</p> <p>When added directly to the freshly mixed concrete, the plasticizing effect is more pronounced.</p> <p>For ready-mix concrete, Sikament-NN is added to the concrete immediately prior to discharge and after further mixing has taken place for about three to five minutes.</p>



Combinations

Sikament NN may be combined with the following products:

- Plastocrete series
- Plastiment series
- Sika Pump
- SikaFume
- SikaAER

Pre-trials are recommended if combinations with the above products are required. Please consult our Technical Service Department.

Technical Data

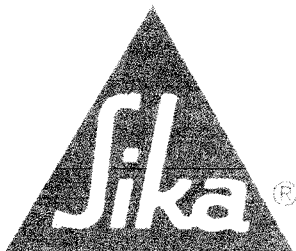
Type	Naphthalene Formaldehyde Sulphonate
Colour	Dark brown
Specific Gravity	1.16 – 1.18 kg/ ltr
Shelf Life	Minimum 1 year if stored in original unopened container
Storage	Dry, cool, shaded place
Packaging	250 kg drum

**Handling
Precautions:**

- Avoid contact with skin and eyes
- Wear protective gloves and eye protection during work
- If skin contact occurs, wash skin thoroughly.
- If in eyes, hold eyes open, flood with warm water and seek medical attention without delay.

Legal Notes

The information and in particular the recommendations relating to the application and end-use of Sika products are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the product when properly stored, handled and applied under normal conditions. In practice, the differences in materials, substrates and actual site conditions are such that no warranty in respect of merchantability or fitness for a particular purpose, nor any liability arising out of any legal relationship whatsoever, can be inferred either from this information, or from any written recommendations or from any other advice offered. The proprietary rights of third parties must be observed. All orders are accepted subject to our current terms of sales and delivery. Users should always refer to the most recent issue of the technical Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.



PT. Sika Indonesia
Jl. Raya Cibinong- Bekasi km. 20
Limusnunggal- Cileungsi
BOGOR 16820- Indonesia
Tel. +62 21 8230025
Fax +62 21 8230025
www.sika.co.id
e-mail: marketing@sika.co.id

Branches
Surabaya,
Tel: 031-8690202
Fax: 031-8682123
Medan,
Tel: 061-7941200
Fax: 061-7940822
Batam,
Tel: 0778-424928
Fax: 0778-420913

Sub Distributor
Bandung, Tel: 022-5423855, 5423857, Fax: 022-5423517
Denpasar, Tel: 0361-235998 – 235973, Fax: 0361-237053
Makassar, Tel: 0411- 859147 – 858527, Fax: 0411-858527
Balikpapan, Tel: 0542-411258 Fax: 0542-412230
Pekanbaru, Tel: 0761-46993 – 47677, Fax: 0761-45112
Duri/Dumai, Tel: 0765-595259 Fax: 0765-91135
Palembang, Tel: 0711-351523 Fax: 0711-369858
Palu, Tel: 0451-454855 – 422122, Fax: 0451-454855
Manado, Tel /Fax: (0431) 324069



LAMPIRAN 3
HASIL PEMERIKSAAN MATERIAL





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

L3-2

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

No. / Ka.Ops. / LBKT / 2006

Penguji : Danny Kurniawan
Ditest tanggal : 22 Juni 2006
Pasir asal : Cangkringan Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3
Berat Pasir Kering Mutlak, gram (Bk)	474	480	478
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, gram	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air, gram (Bt)	1142	1147,5	1132
Berat Piknometer Berisi Air, gram (B)	831,5	831,5	831,5
Berat Jenis Curah, gram/cm ³ (1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,5013	2,609	2,396
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, gram/cm ³ (2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,64	2,717	2,506
Berat Jenis Semu..... (3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,899	2,926	2,693
Penyerapan Air..... (4) $(500 - Bk) / Bk \times 100\%$	5,485 %	4,167 %	4,603 %

URAIAN	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak, gram (Bk)	477,33
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, gram	500
Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air, gram (Bt)	1140,5
Berat Piknometer Berisi Air, gram (B)	831,5
Berat Jenis Curah, gram/cm ³ (1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,502
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, gram/cm ³ (2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,621
Berat Jenis Semu..... (3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,834
Penyerapan Air..... (4) $(500 - Bk) / Bk \times 100\%$	4,752 %

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka pasir tersebut = 2,621 gr/cm³

Yogyakarta, Desember 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

Danny Kurniawan



L3-3

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR

KRICAK/KERIKIL

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Danny Kurniawan
Ditest tanggal : 23 Juni 2006
Krikil asal : Clereng Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3
Berat Kerikil Kering Mutlak, gram (Bk)	4801	4830	4805
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka, gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat Kerikil Dalam Air, gram (Ba)	3098	3108	3119
Berat Jenis Curah,.....(1) $Bk / (Bj - Ba)$	2,524	2,553	2,554
Berat Jenis jenuh Kering Muka,..... (2) $Bj / (Bj - Ba)$	2,629	2,643	2,658
Berat Jenis Semu,..... (3) $Bk / (Bk - Ba)$	2,819	2,805	2,85
Penyerapan Air,..... (4) $(Bj - Bk) / Bk \times 100\%$	4,145 %	3,519 %	4,058 %

URAIAN	Rata-rata
Berat Kerikil Kering Mutlak, gram (Bk)	4812
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka, gram (Bj)	5000
Berat Kerikil Dalam Air, gram (Ba)	3108,33
Berat Jenis Curah,.....(1) $Bk / (Bj - Ba)$	2,544
Berat Jenis jenuh Kering Muka,..... (2) $Bj / (Bj - Ba)$	2,643
Berat Jenis Semu,..... (3) $Bk / (Bk - Ba)$	2,825
Penyerapan Air,..... (4) $(Bj - Bk) / Bk \times 100\%$	3,907 %

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka agregat tersebut = $2,544 \text{ gr/cm}^3$

Yogyakarta, Desember 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

Danny Kurniawan



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

L3-4

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

No. ... / Ka.Ops. / LBKT / ... / 2006

Penguji : Danny Kurniawan
Ditest tanggal : 22 Juni 2006
Krikil asal : Clereng Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

Uraian	Contoh 1	Contoh 2
Berat Tabung (W_1), gram	15967	15967
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku (W_2), gram	31899,67	32868,55
Berat Agregat Bersih (W_3), gram	15932,67	16901,55
Volume Tabung (V), cm^3	10765,32	10765,32
Berat Isi Padat (W_3 / V), gram/cm^3	1,48	1,57

Uraian	Contoh 3	Rata-rata
Berat Tabung (W_1), gram	15967	15967
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku (W_2), gram	33000	32589,41
Berat Agregat Bersih (W_3), gram	17033	16622,41
Volume Tabung (V), cm^3	10760	10763,52
Berat Isi Padat (W_3 / V), gram/cm^3	1,58	1,54

Yogyakarta, Desember 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

Danny Kurniawan



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

L3-5

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Danny Kurniawan
Ditest tanggal : 23 Juni 2006
Pasir asal : Cangkringan Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40.00	0	0	0	100
20.00	0	0	0	100
10.00	0	0	0	100
4.80	23,50	1,175	1,175	98,825
2.40	141	7,05	8,225	91,775
1.20	416,5	20,825	29,05	70,95
0.60	644,50	32,225	61,275	38,725
0.30	407	20,35	81,625	18,375
0.15	209,5	10,475	92,1	7,90
Sisa	158	7,9	0	0
Jumlah	2000	100	273,45	-

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{273,45}{100} = 2,7345$$

Yogyakarta, Desember 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

Danny Kurniawan



SAMPLE UMUR 3 HARI

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 15^2 \\
 &= 176,7146 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_c' &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{228,6}{176,7146} \times 10 \\
 &= 12,9361 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{cr}' &= \frac{f_b'}{N} \\
 &= \frac{37,5577}{3} \\
 &= 12,5192 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Pengurangan Air 0%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (f _c ')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	175	15	29,9	176,7146	228,6	12,9361
2	175	15	29,8	176,7146	214,1	12,1156
3	175	15	29,9	176,7146	221	12,5060
f_b'						37,5577
f_{cr}'						12,5192

Pengurangan Air 5%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (f _c ')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	172,5	14,90	30,0	174,3662	204,30	11,7167
2	172,5	15,10	30,0	179,0786	179,20	10,0068
3	172,5	14,95	29,8	175,5385	208,00	11,8493
f_b'						33,5728
f_{cr}'						11,1909

Pengurangan Air 10%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	160	14,9	30,2	174,3662	262,3	15,0430
2	160	15,1	29,9	179,0786	222,3	12,4135
3	160	15,1	30,2	179,0786	234,1	13,0725
						f_b'
						40,5291
						f_{cr}'
						13,5097

Pengurangan Air 15%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	165	15,0	30,1	176,7146	263,0	14,8828
2	165	15,0	30,2	176,7146	336,6	19,0477
3	165	14,9	29,8	174,3662	353,7	20,2849
						f_b'
						39,3326
						f_{cr}'
						19,6663

Pengurangan Air 20%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	162,5	15,0	29,9	176,7146	357,1	20,2077
2	162,5	15,0	30,0	176,7146	376,7	21,3169
3	162,5	15,1	30,0	179,0786	346,4	19,3435
						f_b'
						60,8680
						f_{cr}'
						20,2893

Pengurangan Air 25%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	172,5	15,0	29,7	176,7146	443,8	25,1139
2	172,5	14,7	29,5	169,7167	340,2	20,0452
3	172,5	14,7	29,8	169,7167	418,6	24,6646
					f_b'	49,7786
					f_{cr}'	24,8893

Pengurangan Air 30%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	162,5	15,1	30,5	179,0786	454,0	25,3520
2	162,5	15,0	29,8	176,7146	493,6	27,9320
3	162,5	14,9	29,9	174,3662	456,9	26,2035
					f_b'	79,4875
					f_{cr}'	26,4958

SAMPLE UMUR 7 HARI

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 15^2 \\
 &= 179,0786 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_c' &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{379,9}{179,0786} \times 10 \\
 &= 21,2141 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{cr}' &= \frac{f_b'}{N} \\
 &= \frac{63,1575}{3} \\
 &= 21,0525 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Pengurangan Air 0%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	175	15,1	30,0	179,0786	379,9	21,2141
2	175	15,0	29,9	176,7146	392,8	22,2279
3	175	15,0	29,8	176,7146	348,4	19,7154
					f_b'	63,1575
					f_{cr}'	21,0525

Pengurangan Air 5%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	172,5	14,9	30,0	174,3662	281,6	16,1499
2	172,5	14,9	30,0	174,3662	301,7	17,3027
3	172,5	14,8	30,1	172,0336	241,6	14,0438
					f_b'	47,4963
					f_{cr}'	15,8321

Pengurangan Air 10%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	160	15,0	29,9	176,7146	469,9	26,5909
2	160	14,8	30,0	172,0336	420,9	24,4661
3	160	15,0	30,8	176,7146	456,0	25,8043
					f_b'	76,8614
					f_{cr}'	25,6205

Pengurangan Air 15%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	165	14,7	29,9	169,7167	543,3	32,0122
2	165	15,0	30,0	176,7146	504,4	28,5432
3	165	14,8	30,0	172,0336	531,6	30,9009
					f_b'	91,4563
					f_{cr}'	30,4854

Pengurangan Air 20%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	162,5	15,1	29,8	179,0786	473,8	26,4577
2	162,5	15,2	29,9	181,4584	447,7	24,6723
3	162,5	15,0	30,0	176,7146	563,2	31,8706
					f_b'	58,3283
					f_{cr}'	29,1641

Pengurangan Air 25%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	172,5	15,0	29,9	176,7146	639,7	36,1996
2	172,5	15,0	29,8	176,7146	670,6	37,9482
3	172,5	14,9	29,8	174,3662	564,4	32,3687
					f_b'	106,5165
					f_{cr}'	35,5055

Pengurangan Air 30%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	162,5	14,8	30,0	172,0336	607,8	35,3303
2	162,5	15,0	30,0	176,7146	583,9	33,0420
3	162,5	15,0	29,9	176,7146	635,4	35,9563
					f_b'	71,2866
					f_{cr}'	35,6433

SAMPLE UMUR 14 HARI

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 14,8^2 \\
 &= 172,0336 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_c' &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{408,9}{172,0336} \times 10 \\
 &= 23,7686 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{cr}' &= \frac{f_b'}{N} \\
 &= \frac{69,1032}{3} \\
 &= 23,0344 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Pengurangan Air 0%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	175	14,8	30,0	172,0336	408,9	23,7686
2	175	14,7	30,0	169,7167	403,4	23,7690
3	175	14,8	29,9	172,0336	371,0	21,5656
f_b'						69,1032
f_{cr}'						23,0344

Pengurangan Air 5%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	172,5	14,80	30	172,0336	357,6	20,7866
2	172,5	14,80	30	172,0336	419,9	24,4080
3	172,5	15,05	30	177,8946	425,6	23,9243
f_b'						69,1189
f_{cr}'						23,0396

Pengurangan Air 10%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	160	14,8	30,0	172,0336	413,0	24,0069
2	160	14,9	30,0	174,3662	502,6	28,8244
3	160	14,6	29,8	167,4155	460,8	27,5243
					f_b'	80,3557
					f_{cr}'	26,7852

Pengurangan Air 15%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	165	15,0	30	176,7146	570,8	32,3007
2	165	15,0	29,9	176,7146	641,4	36,2958
3	165	15,2	30,2	181,4584	473,8	26,1107
					f_b'	68,5965
					f_{cr}'	34,2982

Pengurangan Air 20%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	162,5	14,7	30,0	169,7167	494,7	29,1486
2	162,5	14,7	30,3	169,7167	574,5	33,8505
3	162,5	14,7	30,1	169,7167	656,0	38,6527
					f_b'	72,5032
					f_{cr}'	36,2516

Pengurangan Air 25%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	172,5	14,8	30,2	172,0336	479,1	27,8492
2	172,5	14,6	30,2	167,4155	732,4	43,7474
3	172,5	15,0	30,2	176,7146	744,9	42,1527
					f_b'	85,9002
					f_{cr}'	42,9501

A	=
	=
	=

Pengura**Pengurangan Air 30%**

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	162,5	14,6	30,0	167,4155	701,5	41,9017
2	162,5	14,7	29,8	169,7167	651,4	38,3816
3	162,5	14,7	30,0	169,7167	756,9	44,5979
					f_b'	86,4996
					f_{cr}'	43,2498

No	S
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Pengura

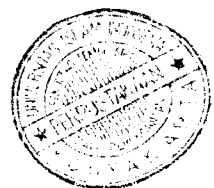
No	S
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Pengurangan Air 10%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	160	14,8	29,8	172,0336	547,5	31,8252
2	160	14,7	30,1	169,7167	631,5	37,2091
3	160	14,7	30,4	169,7167	392	23,0973
4	160	14,6	29,8	167,4155	404,7	24,1731
5	160	14,7	30	169,7167	547,3	32,2479
6	160	14,7	29,9	169,7167	519,1	30,5863
					f_b'	131,8684
					f_{cr}'	32,9671

Pengurangan Air 15%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	165	14,7	29,9	169,7167	464,1	27,3456
2	165	14,9	29,7	174,3662	814,5	46,7120
3	165	14,8	30	172,0336	463,6	26,9482
4	165	14,6	29,9	167,4155	407,8	24,3586
5	165	14,6	29,9	167,4155	443,1	26,4671
6	165	14,7	29,7	169,7167	455,3	26,8271
					f_b'	131,9465
					f_{cr}'	26,3893



Pengurangan Air 30%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	162,5	14,7	30,0	169,7167	669,5	39,4181
2	162,5	14,7	30,0	169,7167	667,4	39,3114
3	162,5	14,7	30,0	169,7167	773,7	45,5877
4	162,5	14,8	29,9	172,0336	829,1	48,1941
5	162,5	14,8	29,9	172,0336	707,8	41,1431
6	162,5	14,9	29,8	174,3662	638,7	36,6548
					f_b'	134,9249
					f_{cr}'	44,9750



LAMPIRAN 5
HASIL UJI TEGANGAN REGANGAN



Tegangan-Regangan Pada Pengurangan Air 0%

Tinggi	=	29,9	cm
Diameter	=	15	cm
Luas	=	176,7146	cm ²
Volume	=	5283,7661	cm ³

$$\begin{aligned}\epsilon_{10} &= \frac{\Delta l}{L_0} = \frac{9 \times 0.5}{15} = 0,3 \times 10^{-3} \\ \sigma_{10} &= \frac{P}{A} = \frac{1019,3680}{176,7146} = 5,7684 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

BEBAN		Δl	REGANGAN	TEGANGAN
KN	Kg	BN 3	(10 ⁻³)	kg/cm ²
10	1019,3680	9	0,3000	5,7684
20	2038,7360	15	0,5000	11,5369
30	3058,1040	21	0,7000	17,3053
40	4077,4720	26	0,8667	23,0738
50	5096,8400	32	1,0667	28,8422
60	6116,2080	37	1,2333	34,6107
70	7135,5759	42	1,4000	40,3791
80	8154,9439	50	1,6667	46,1475
90	9174,3119	56	1,8667	51,9160
100	10193,6799	62	2,0667	57,6844
110	11213,0479	69	2,3000	63,4529
120	12232,4159	75	2,5000	69,2213
130	13251,7839	81	2,7000	74,9898
140	14271,1519	87	2,9000	80,7582
150	15290,5199	93	3,1000	86,5266
160	16309,8879	100	3,3333	92,2951
170	17329,2559	108	3,6000	98,0635
180	18348,6239	122	4,0667	103,8320
190	19367,9918	129	4,3000	109,6004
200	20387,3598	137	4,5667	115,3689
210	21406,7278	144	4,8000	121,1373

Sambungan

220	22426,0958	152	5,0667	126,9057
230	23445,4638	163	5,4333	132,6742
240	24464,8318	171	5,7000	138,4426
250	25484,1998	180	6,0000	144,2111
260	26503,5678	189	6,3000	149,9795
270	27522,9358	211	7,0333	155,7480
280	28542,3038	221	7,3667	161,5164
290	29561,6718	231	7,7000	167,2848
300	30581,0398	244	8,1333	173,0533
310	31600,4077	257	8,5667	178,8217
320	32619,7757	270	9,0000	184,5902
330	33639,1437	283	9,4333	190,3586
340	34658,5117	297	9,9000	196,1271
350	35677,8797	312	10,4000	201,8955
360	36697,2477	329	10,9667	207,6639
370	37716,6157	349	11,6333	213,4324
380	38735,9837	372	12,4000	219,2008
390	39755,3517	392	13,0667	224,9693
400	40774,7197	414	13,8000	230,7377
410	41794,0877	448	14,9333	236,5062
420	42813,4557	484	16,1333	242,2746
430	43832,8236	492	16,4000	248,0430
433,1	44148,8277	503	16,7667	249,8313
420	42813,4557	508	16,9333	242,2746
410	41794,0877	517	17,2333	236,5062
400	40774,7197	525	17,5000	230,7377

Tegangan-Regangan Pada Pengurangan Air 5%

Tinggi	=	29,8	cm
Diameter	=	14,7	cm
Luas	=	169,7167	cm ²
Volume	=	5057,5573	cm ³

$$\begin{aligned}
 \epsilon_{10} &= \frac{\Delta l}{L_0} & \sigma_{10} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{(4 \times 0.5)}{15} & &= \frac{1019,3680}{169,7167} \\
 &= 0,13 \times 10^{-3} & &= 6,0063 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

BEBAN		Δl	REGANGAN	TEGANGAN
KN	Kg	BN 3	(10 ⁻³)	kg/cm ²
10	1019,3680	4	0,1333	6,0063
20	2038,7360	9	0,3000	12,0126
30	3058,1040	14	0,4667	18,0189
40	4077,4720	20	0,6667	24,0252
50	5096,8400	25	0,8333	30,0315
60	6116,2080	31	1,0333	36,0378
70	7135,5759	32	1,0667	42,0440
80	8154,9439	45	1,5000	48,0503
90	9174,3119	50	1,6667	54,0566
100	10193,6799	59	1,9667	60,0629
110	11213,0479	65	2,1667	66,0692
120	12232,4159	70	2,3333	72,0755
130	13251,7839	75	2,5000	78,0818
140	14271,1519	83	2,7667	84,0881
150	15290,5199	90	3,0000	90,0944
160	16309,8879	95	3,1667	96,1007
170	17329,2559	101	3,3667	102,1070
180	18348,6239	110	3,6667	108,1133
190	19367,9918	112	3,7333	114,1195
200	20387,3598	115	3,8333	120,1258
210	21406,7278	130	4,3333	126,1321

Sambungan

220	22426,0958	140	4,6667	132,1384
230	23445,4638	145	4,8333	138,1447
240	24464,8318	150	5,0000	144,1510
250	25484,1998	160	5,3333	150,1573
260	26503,5678	165	5,5000	156,1636
270	27522,9358	175	5,8333	162,1699
280	28542,3038	185	6,1667	168,1762
290	29561,6718	190	6,3333	174,1825
300	30581,0398	205	6,8333	180,1888
310	31600,4077	210	7,0000	186,1951
320	32619,7757	217	7,2333	192,2013
330	33639,1437	205	6,8333	198,2076
340	34658,5117	215	7,1667	204,2139
350	35677,8797	225	7,5000	210,2202
360	36697,2477	235	7,8333	216,2265
370	37716,6157	246	8,2000	222,2328
380	38735,9837	260	8,6667	228,2391
390	39755,3517	275	9,1667	234,2454
400	40774,7197	290	9,6667	240,2517
410	41794,0877	301	10,0333	246,2580
420	42813,4557	360	12,0000	252,2643
430	43832,8236	380	12,6667	258,2706
440	44852,1916	381	12,7000	264,2768
450	45871,5596	405	13,5000	270,2831
460	46890,9276	430	14,3333	276,2894
470	47910,2956	450	15,0000	282,2957
480	48929,6636	480	16,0000	288,3020
486,1	49551,4781	505	16,8333	291,9659
470	47910,2956	540	18,0000	282,2957
460	46890,9276	570	19,0000	276,2894
450	45871,5596	600	20,0000	270,2831
440	44852,1916	680	22,6667	264,2768
430	43832,8236	750	25,0000	258,2706
420	42813,4557	775	25,8333	252,2643
410	41794,0877	865	28,8333	246,2580
400	40774,7197	930	31,0000	240,2517

Sambungan

220	22426,0958	140	4,6667	132,1384
230	23445,4638	145	4,8333	138,1447
240	24464,8318	155	5,1667	144,1510
250	25484,1998	165	5,5000	150,1573
260	26503,5678	173	5,7667	156,1636
270	27522,9358	180	6,0000	162,1699
280	28542,3038	190	6,3333	168,1762
290	29561,6718	198	6,6000	174,1825
300	30581,0398	206	6,8667	180,1888
310	31600,4077	215	7,1667	186,1951
320	32619,7757	224	7,4667	192,2013
330	33639,1437	233	7,7667	198,2076
340	34658,5117	242	8,0667	204,2139
350	35677,8797	203	6,7667	210,2202
360	36697,2477	213	7,1000	216,2265
370	37716,6157	220	7,3333	222,2328
380	38735,9837	233	7,7667	228,2391
390	39755,3517	240	8,0000	234,2454
400	40774,7197	250	8,3333	240,2517
410	41794,0877	265	8,8333	246,2580
420	42813,4557	275	9,1667	252,2643
430	43832,8236	290	9,6667	258,2706
440	44852,1916	300	10,0000	264,2768
450	45871,5596	312	10,4000	270,2831
460	46890,9276	350	11,6667	276,2894
470	47910,2956	366	12,2000	282,2957
480	48929,6636	384	12,8000	288,3020
490	49949,0316	380	12,6667	294,3083
500	50968,3996	390	13,0000	300,3146
510	51987,7676	450	15,0000	306,3209
519,1	52915,3925	440	14,6667	311,7866
500	50968,3996	430	14,3333	300,3146
490	49949,0316	498	16,6000	294,3083
480	48929,6636	490	16,3333	288,3020
470	47910,2956	487	16,2333	282,2957

Tegangan-Regangan Pada Pengurangan Air 15%

Tinggi	=	29,7	cm
Diameter	=	14,7	cm
Luas	=	169,7167	cm ²
Volume	=	5040,5857	cm ³

$$\begin{aligned}
 \epsilon_{10} &= \frac{\Delta l}{L_0} & \sigma_{10} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{(4 \times 0.5)}{15} & &= \frac{1019,3680}{169,7167} \\
 &= 0,13 \times 10^{-3} & &= 6,0063 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

BEBAN		Δl	REGANGAN	TEGANGAN
KN	Kg	BN 3	(10 ⁻³)	kg/cm ²
10	1019,3680	4	0,1333	6,0063
20	2038,7360	8	0,2667	12,0126
30	3058,1040	13	0,4333	18,0189
40	4077,4720	18	0,6000	24,0252
50	5096,8400	21	0,7000	30,0315
60	6116,2080	25	0,8333	36,0378
70	7135,5759	30	1,0000	42,0440
80	8154,9439	35	1,1667	48,0503
90	9174,3119	39	1,3000	54,0566
100	10193,6799	44	1,4667	60,0629
110	11213,0479	47	1,5667	66,0692
120	12232,4159	52	1,7333	72,0755
130	13251,7839	57	1,9000	78,0818
140	14271,1519	62	2,0667	84,0881
150	15290,5199	54	1,8000	90,0944
160	16309,8879	57	1,9000	96,1007
170	17329,2559	63	2,1000	102,1070
180	18348,6239	68	2,2667	108,1133
190	19367,9918	74	2,4667	114,1195
200	20387,3598	80	2,6667	120,1258
210	21406,7278	86	2,8667	126,1321

Sambungan

220	22426,0958	94	3,1333	132,1384
230	23445,4638	100	3,3333	138,1447
240	24464,8318	106	3,5333	144,1510
250	25484,1998	112	3,7333	150,1573
260	26503,5678	118	3,9333	156,1636
270	27522,9358	127	4,2333	162,1699
280	28542,3038	135	4,5000	168,1762
290	29561,6718	144	4,8000	174,1825
300	30581,0398	152	5,0667	180,1888
310	31600,4077	160	5,3333	186,1951
320	32619,7757	172	5,7333	192,2013
330	33639,1437	180	6,0000	198,2076
340	34658,5117	193	6,4333	204,2139
350	35677,8797	205	6,8333	210,2202
360	36697,2477	212	7,0667	216,2265
370	37716,6157	206	6,8667	222,2328
380	38735,9837	218	7,2667	228,2391
390	39755,3517	232	7,7333	234,2454
400	40774,7197	255	8,5000	240,2517
410	41794,0877	275	9,1667	246,2580
420	42813,4557	300	10,0000	252,2643
430	43832,8236	325	10,8333	258,2706
440	44852,1916	350	11,6667	264,2768
450	45871,5596	385	12,8333	270,2831
455,3	46411,8247	316	10,5333	273,4665
440	44852,1916	335	11,1667	264,2768
430	43832,8236	331	11,0333	258,2706

Tegangan-Regangan Pada Pengurangan Air 20%

Tinggi = 30 cm
 Diameter = 14,7 cm
 Luas = 169,7167 cm²
 Volume = 5091,5007 cm³

$$\begin{aligned}
 \epsilon_{10} &= \frac{\Delta l}{L_0} & \sigma_{10} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{(4 \times 0.5)}{15} & &= \frac{1019,3680}{169,7167} \\
 &= 0,13 \times 10^{-3} & &= 6,0063 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

BEBAN		Δl	REGANGAN	TEGANGAN
KN	Kg	BN 3	(10 ⁻³)	kg/cm ²
10	1019,3680	4	0,1333	6,0063
20	2038,7360	7	0,2333	12,0126
30	3058,1040	11	0,3667	18,0189
40	4077,4720	15	0,5000	24,0252
50	5096,8400	20	0,6667	30,0315
60	6116,2080	24	0,8000	36,0378
70	7135,5759	30	1,0000	42,0440
80	8154,9439	36	1,2000	48,0503
90	9174,3119	40	1,3333	54,0566
100	10193,6799	45	1,5000	60,0629
110	11213,0479	52	1,7333	66,0692
120	12232,4159	55	1,8333	72,0755
130	13251,7839	61	2,0333	78,0818
140	14271,1519	67	2,2333	84,0881
150	15290,5199	71	2,3667	90,0944
160	16309,8879	77	2,5667	96,1007
170	17329,2559	82	2,7333	102,1070
180	18348,6239	87	2,9000	108,1133
190	19367,9918	94	3,1333	114,1195
200	20387,3598	101	3,3667	120,1258
210	21406,7278	106	3,5333	126,1321

Sambungan

220	22426,0958	112	3,7333	132,1384
230	23445,4638	118	3,9333	138,1447
240	24464,8318	125	4,1667	144,1510
250	25484,1998	131	4,3667	150,1573
260	26503,5678	137	4,5667	156,1636
270	27522,9358	144	4,8000	162,1699
280	28542,3038	151	5,0333	168,1762
290	29561,6718	157	5,2333	174,1825
300	30581,0398	164	5,4667	180,1888
310	31600,4077	171	5,7000	186,1951
320	32619,7757	179	5,9667	192,2013
330	33639,1437	187	6,2333	198,2076
340	34658,5117	195	6,5000	204,2139
350	35677,8797	201	6,7000	210,2202
360	36697,2477	206	6,8667	216,2265
370	37716,6157	213	7,1000	222,2328
380	38735,9837	220	7,3333	228,2391
390	39755,3517	227	7,5667	234,2454
400	40774,7197	235	7,8333	240,2517
410	41794,0877	244	8,1333	246,2580
420	42813,4557	251	8,3667	252,2643
430	43832,8236	259	8,6333	258,2706
440	44852,1916	267	8,9000	264,2768
450	45871,5596	278	9,2667	270,2831
460	46890,9276	288	9,6000	276,2894
470	47910,2956	309	10,3000	282,2957
480	48929,6636	321	10,7000	288,3020
490	49949,0316	331	11,0333	294,3083
500	50968,3996	341	11,3667	300,3146
510	51987,7676	354	11,8000	306,3209
520	53007,1356	360	12,0000	312,3272
530	54026,5036	368	12,2667	318,3335
540	55045,8716	376	12,5333	324,3398
550	56065,2396	385	12,8333	330,3461
560	57084,6075	397	13,2333	336,3524
570	58103,9755	409	13,6333	342,3586
600	61162,0795	445	14,8333	360,3775

Pengurangan Air 20%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	162,5	14,7	30,0	169,7167	689,6	40,6324
2	162,5	14,7	30,1	169,7167	637,6	37,5685
3	162,5	14,8	30,0	172,0336	706,2	41,0501
4	162,5	14,8	30,2	172,0336	764,1	44,4157
5	162,5	14,8	30,0	172,0336	710,8	41,3175
6	162,5	14,7	30,0	169,7167	700,0	41,2452
f_b'						246,2295
f_{cr}'						41,0382

Pengurangan Air 25%

No	Slump	Diameter (D)	Tinggi	Luas (A)	Beban Max (P)	Kuat Tekan (fc')
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	KN	MPa
1	172,5	14,8	30,0	172,0336	467,8	27,1924
2	172,5	14,8	30,0	172,0336	486,2	28,2619
3	172,5	14,8	30,0	172,0336	486,0	28,2503
4	172,5	14,7	29,9	169,7167	509,7	30,0324
5	172,5	14,8	29,9	172,0336	518,6	30,1453
6	172,5	14,8	29,9	172,0336	479,9	27,8957
f_b'						171,7780
f_{cr}'						28,6297

Tegangan-Regangan Pada Pengurangan Air 0%

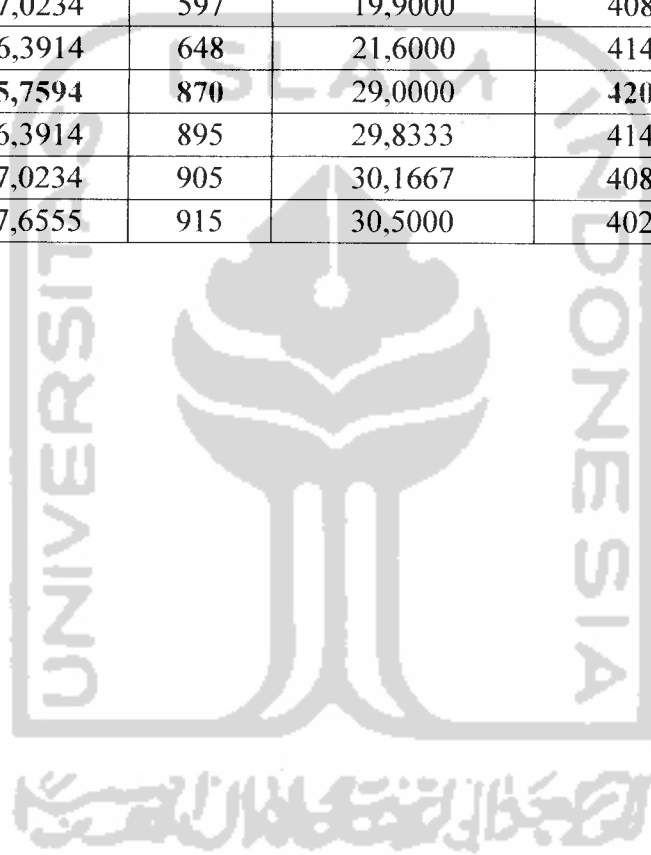
Tinggi	=	29,9	cm
Diameter	=	15	cm
Luas	=	176,7146	cm ²
Volume	=	5283,7661	cm ³

$$\begin{aligned}
 \epsilon_{10} &= \frac{\Delta l}{L_0} = \frac{P}{A} \\
 &= \frac{(9 \times 0.5)}{15} = \frac{1019,3680}{176,7146} \\
 &= 0,3 \times 10^{-3} = 5,7684 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

BEBAN		Δl	REGANGAN	TEGANGAN
KN	Kg	BN 3	(10 ⁻³)	kg/cm ²
10	1019,3680	9	0,3000	5,7684
20	2038,7360	15	0,5000	11,5369
30	3058,1040	21	0,7000	17,3053
40	4077,4720	26	0,8667	23,0738
50	5096,8400	32	1,0667	28,8422
60	6116,2080	37	1,2333	34,6107
70	7135,5759	42	1,4000	40,3791
80	8154,9439	50	1,6667	46,1475
90	9174,3119	56	1,8667	51,9160
100	10193,6799	62	2,0667	57,6844
110	11213,0479	69	2,3000	63,4529
120	12232,4159	75	2,5000	69,2213
130	13251,7839	81	2,7000	74,9898
140	14271,1519	87	2,9000	80,7582
150	15290,5199	93	3,1000	86,5266
160	16309,8879	100	3,3333	92,2951
170	17329,2559	108	3,6000	98,0635
180	18348,6239	122	4,0667	103,8320
190	19367,9918	129	4,3000	109,6004
200	20387,3598	137	4,5667	115,3689
210	21406,7278	144	4,8000	121,1373

Sambungan

610	62181,4475	460	15,3333	366,3838
620	63200,8155	477	15,9000	372,3901
630	64220,1835	489	16,3000	378,3964
640	65239,5515	516	17,2000	384,4027
650	66258,9195	527	17,5667	390,4090
660	67278,2875	554	18,4667	396,4153
670	68297,6555	571	19,0333	402,4216
680	69317,0234	597	19,9000	408,4279
690	70336,3914	648	21,6000	414,4341
700	71355,7594	870	29,0000	420,4404
690	70336,3914	895	29,8333	414,4341
680	69317,0234	905	30,1667	408,4279
670	68297,6555	915	30,5000	402,4216



Tegangan-Regangan Pada Pengurangan Air 25%

Tinggi	=	29,9	cm
Diameter	=	14,8	cm
Luas	=	172,0336	cm ²
Volume	=	5143,8050	cm ³

$$\begin{aligned}
 \epsilon_{10} &= \frac{\Delta l}{L_0} & \sigma_{10} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{(3 \times 0.5)}{15} & &= \frac{1019,3680}{169,7167} \\
 &= 0,10 \times 10^{-3} & &= 5,9254 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

BEBAN		Δl	REGANGAN	TEGANGAN
KN	Kg	BN 3	(10 ⁻³)	kg/cm ²
10	1019,3680	3	0,1000	5,9254
20	2038,7360	7	0,2333	11,8508
30	3058,1040	11	0,3667	17,7762
40	4077,4720	15	0,5000	23,7016
50	5096,8400	20	0,6667	29,6270
60	6116,2080	25	0,8333	35,5524
70	7135,5759	30	1,0000	41,4778
80	8154,9439	35	1,1667	47,4032
90	9174,3119	39	1,3000	53,3286
100	10193,6799	46	1,5333	59,2540
110	11213,0479	50	1,6667	65,1794
120	12232,4159	54	1,8000	71,1048
130	13251,7839	59	1,9667	77,0302
140	14271,1519	65	2,1667	82,9556
150	15290,5199	71	2,3667	88,8810
160	16309,8879	78	2,6000	94,8064
170	17329,2559	83	2,7667	100,7318
180	18348,6239	89	2,9667	106,6572
190	19367,9918	95	3,1667	112,5826
200	20387,3598	103	3,4333	118,5080
210	21406,7278	110	3,6667	124,4334

Sambungan

220	22426,0958	116	3,8667	130,3588
230	23445,4638	125	4,1667	136,2842
240	24464,8318	134	4,4667	142,2096
250	25484,1998	141	4,7000	148,1350
260	26503,5678	155	5,1667	154,0604
270	27522,9358	165	5,5000	159,9858
280	28542,3038	177	5,9000	165,9112
290	29561,6718	189	6,3000	171,8366
300	30581,0398	199	6,6333	177,7620
310	31600,4077	208	6,9333	183,6874
320	32619,7757	220	7,3333	189,6128
330	33639,1437	229	7,6333	195,5382
340	34658,5117	237	7,9000	201,4636
350	35677,8797	230	7,6667	207,3890
360	36697,2477	231	7,7000	213,3144
370	37716,6157	239	7,9667	219,2398
380	38735,9837	247	8,2333	225,1652
390	39755,3517	259	8,6333	231,0906
400	40774,7197	272	9,0667	237,0160
410	41794,0877	288	9,6000	242,9414
420	42813,4557	307	10,2333	248,8668
430	43832,8236	328	10,9333	254,7922
440	44852,1916	351	11,7000	260,7176
450	45871,5596	381	12,7000	266,6430
460	46890,9276	411	13,7000	272,5684
470	47910,2956	453	15,1000	278,4938
479,9	48919,4699	605	20,1667	284,3600
470	47910,2956	735	24,5000	278,4938
460	46890,9276	779	25,9667	272,5684
450	45871,5596	805	26,8333	266,6430
440	44852,1916	820	27,3333	260,7176

Tegangan-Regangan Pada Pengurangan Air 30%

Tinggi	=	29,8	cm
Diameter	=	14,9	cm
Luas	=	174,3662	cm ²
Volume	=	5196,1141	cm ³

$$\begin{aligned}
 \epsilon_{10} &= \frac{\Delta l}{L_0} & \sigma_{10} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{(5 \times 0.5)}{15} & &= \frac{1019,3680}{169,7167} \\
 &= 0,17 \times 10^{-3} & &= 5,8461 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

BEBAN		Δl	REGANGAN	TEGANGAN
KN	Kg	BN 3	(10 ⁻³)	kg/cm ²
10	1019,3680	5	0,1667	5,8461
20	2038,7360	8	0,2667	11,6923
30	3058,1040	11	0,3667	17,5384
40	4077,4720	15	0,5000	23,3845
50	5096,8400	16	0,5333	29,2307
60	6116,2080	35	1,1667	35,0768
70	7135,5759	36	1,2000	40,9229
80	8154,9439	37	1,2333	46,7691
90	9174,3119	38	1,2667	52,6152
100	10193,6799	39	1,3000	58,4613
110	11213,0479	43	1,4333	64,3074
120	12232,4159	47	1,5667	70,1536
130	13251,7839	51	1,7000	75,9997
140	14271,1519	56	1,8667	81,8458
150	15290,5199	61	2,0333	87,6920
160	16309,8879	65	2,1667	93,5381
170	17329,2559	70	2,3333	99,3842
180	18348,6239	75	2,5000	105,2304
190	19367,9918	80	2,6667	111,0765
200	20387,3598	85	2,8333	116,9226
210	21406,7278	91	3,0333	122,7688

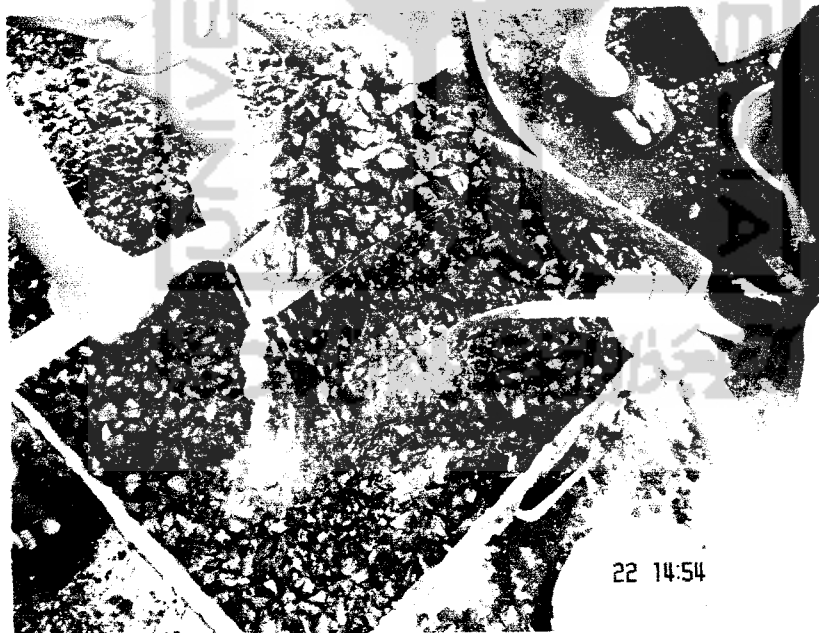
Sambungan

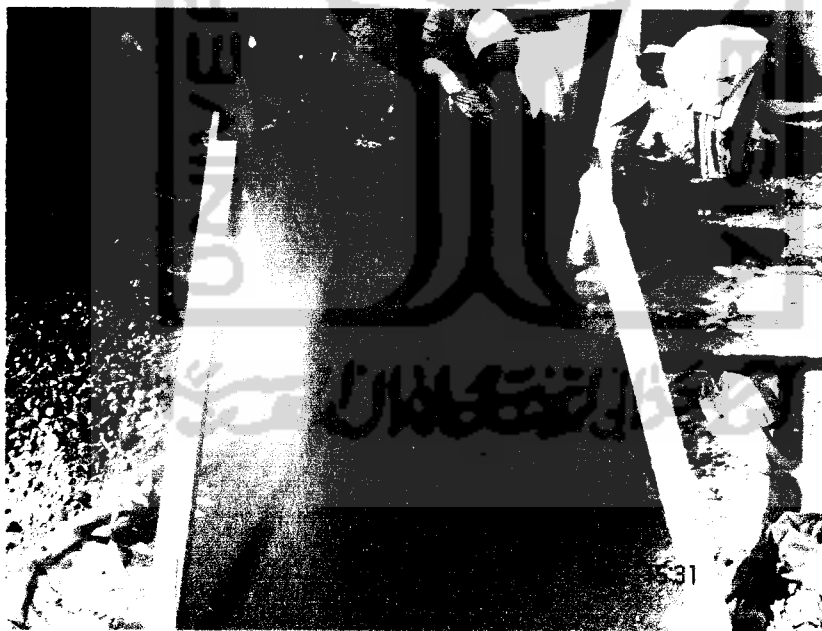
220	22426,0958	96	3,2000	128,6149
230	23445,4638	101	3,3667	134,4610
240	24464,8318	106	3,5333	140,3072
250	25484,1998	112	3,7333	146,1533
260	26503,5678	117	3,9000	151,9994
270	27522,9358	124	4,1333	157,8455
280	28542,3038	130	4,3333	163,6917
290	29561,6718	136	4,5333	169,5378
300	30581,0398	143	4,7667	175,3839
310	31600,4077	149	4,9667	181,2301
320	32619,7757	155	5,1667	187,0762
330	33639,1437	162	5,4000	192,9223
340	34658,5117	170	5,6667	198,7685
350	35677,8797	176	5,8667	204,6146
360	36697,2477	183	6,1000	210,4607
370	37716,6157	190	6,3333	216,3069
380	38735,9837	197	6,5667	222,1530
390	39755,3517	205	6,8333	227,9991
400	40774,7197	207	6,9000	233,8453
410	41794,0877	221	7,3667	239,6914
420	42813,4557	229	7,6333	245,5375
430	43832,8236	238	7,9333	251,3837
440	44852,1916	248	8,2667	257,2298
450	45871,5596	256	8,5333	263,0759
460	46890,9276	269	8,9667	268,9220
470	47910,2956	281	9,3667	274,7682
480	48929,6636	297	9,9000	280,6143
490	49949,0316	315	10,5000	286,4604
500	50968,3996	339	11,3000	292,3066
510	51987,7676	355	11,8333	298,1527
520	53007,1356	365	12,1667	303,9988
530	54026,5036	374	12,4667	309,8450
540	55045,8716	394	13,1333	315,6911
550	56065,2396	411	13,7000	321,5372
560	57084,6075	429	14,3000	327,3834
570	58103,9755	457	15,2333	333,2295
580	59123,3435	476	15,8667	339,0756



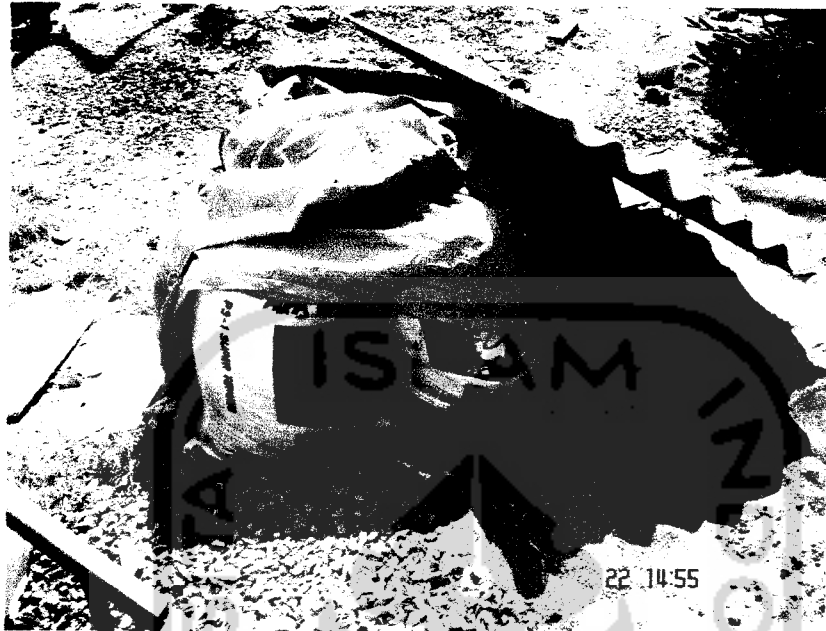
LAMPIRAN 6
FOTO DOKUMENTASI

1. Persiapan Bahan





2. Penyimpanan Agregat



3. Menimbang material





4. Pembuatan Benda Uji

a Pengadukan



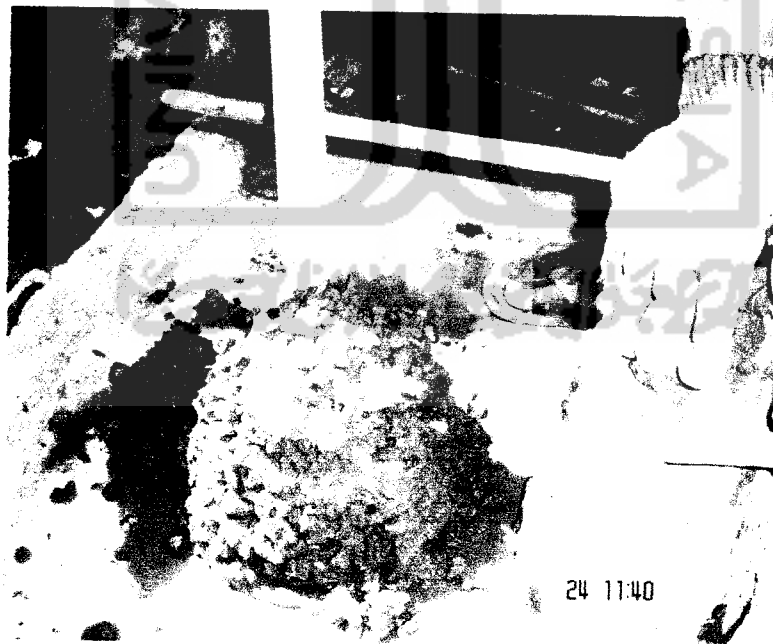
b Uji slump



c Penambahan *superplasticizer*



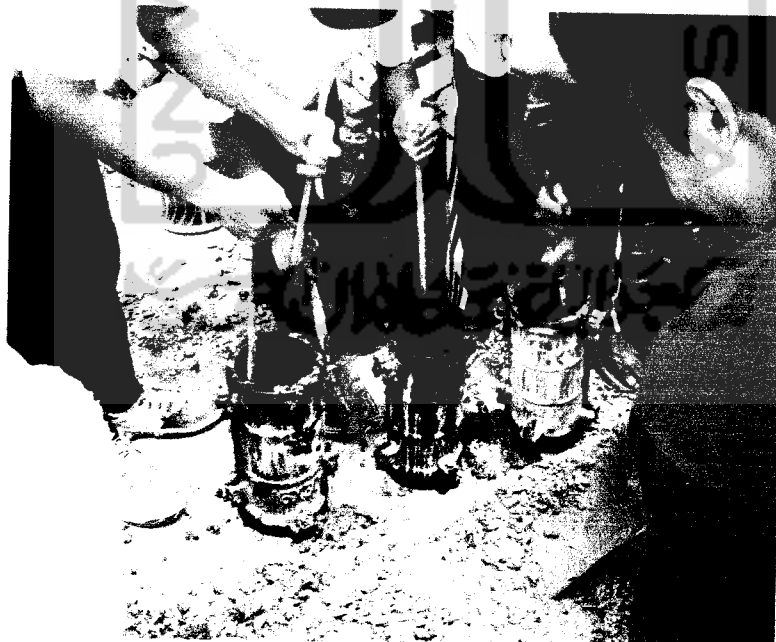
d Pengujian *slump* setelah penambahan SP



e Pencetakan kedalam silinder



f Pemadatan





g Meratakan permukaan



h Perawatan benda uji



i Pengangkatan benda uji dari rendaman sebelum di uji



5. Pengujian kuat tekan benda uji



6. Pengujian Tegangan Regangan

