PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 05-12-2007
NO. JUDUL : 2684
NO. INV. : 5120002684001
002684

TUGAS AKHIR

PENGARUH BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER* (SIKAMENT-NN) TERHADAP KUAT DESAK BETON f'c 35 MPa

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Di susun oleh :

Nama : SUTRISNO
No. Mhs : 02 511 130

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

PENGARUH BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER* (SIKAMENT-NN) TERHADAP KUAT DESAK BETON f'c 35 MPa

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

Disusun Oleh :

Sutrisno

02.511.130

Disetujui :

Pembimbing :

Ir. H. Suharyatmo, MT.

Tanggal : 17/X/07

Ir. H. A. Kadir Aboe, MS.

Tanggal : 18/10/2007

HALAMAN MOTTO

Katakanlah: "Dia-lah Allah, yang Maha Esa. Allah adalah Tuhan yang bergantung kepada-Nya segala sesuatu. Dia tiada beranak dan tidak pula diperanakkan. Dan tidak ada seorangpun yang setara dengan Dia." (Q.S. Al – Ikhlas: 1 - 4)

"Hai sekalian manusia, bertakwalah kepada Tuhan-mu yang Telah menciptakan kamu dari seorang diri, dan dari padanya[263] Allah menciptakan isterinya; dan dari pada keduanya Allah memperkembang biakkan laki-laki dan perempuan yang banyak. dan bertakwalah kepada Allah yang dengan (mempergunakan) nama-Nya kamu saling meminta satu sama lain[264], dan (peliharalah) hubungan silaturrahim. Sesungguhnya Allah selalu menjaga dan Mengawasi kamu". (Qs. An Nisaa' : 1)

"Sesungguhnya telah ada pada (diri) Rasulullah itu suri teladan yang baik bagimu (yaitu) bagi orang yang mengharap (rahmat) Allah dan (kedatangan) hari kiamat dan Dia banyak menyebut Allah." (Q.S. Al – Ahzab: 21)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Assalammu'alaikum Wr. Wb

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir tentang "PENGARUH BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER (SIKAMENT-NN) TERHADAP KUAT DESAK BETON f'c 35 MPa", ini dengan baik.

Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk mencapai derajat Sarjana S-1 yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak sebagai berikut ini.

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah menunjukkan jalan yang terbaik bagi manusia.
2. Dr. Ir. Ade Ilham, MT , selaku dosen pembimbing Utama dengan penuh kesabaran dan ketekunan serta penuh pengertian, meluangkan waktu ditengah-tengah kesibukan untuk membimbing penulis.
3. Ir. H. Suharyatma, MT, selaku pengganti dosen pembimbing Utama dengan penuh kesabaran dan ketekunan serta penuh pengertian, meluangkan waktu ditengah-tengah kesibukan untuk membimbing penulis.
4. Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, selaku pengganti dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan ide-ide dasar dan bimbingannya hingga selesainya penelitian penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

MOTTO i

PERSEMBAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

ABSTRAKSI v

DAFTAR ISI vi

DAFTAR SIMBOL ix

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR LAMPIRAN xii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 2

1.3. Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

BAB III LANDASAN TEORI 9

3.1 Umum 9

3.2. Materi Penyusun Beton 10

3.2.1 Semen Portland 10

3.2.2 Agregat 11

3.2.3 Air 13

3.2.4 Bahan Tambah (*Superplasticizer*) 14

3.3 Faktor air semen (f.a.s) 15

3.4 Workability 16
3.5 Pengadukan Beton 17
3.8 Perencanaan Campuran Beton 19
3.8 Kuat Tekan Beton 32

BAB IV METODE PENELITIAN 34
4.1. Persiapan Bahan dan Alat 34
4.2.1 Pengadaan Bahan 34
4.2.2.Alat 35
4.2 Pemeriksaan Bahan Campuran Beton 37
4.3.1 Pemeriksaan Agregat Halus 37
4.3.2 Pemeriksaan Agregat Kasar 40
4.3 Perhitungan Komposisi Campuran Beton 42
4.4 Pengadukan Beton 43
4.5 Pengujian Slump 43
4.6 Pembuatan Benda Uji 44
4.7 Perawatan Beton 45
4.8 Pengujian Beton 46
4.8 Pengolahan Data 46
4.10 Langkah-langkah Penelitian 47

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHSAN 48
5.1 Hasil Uji Laboratorium 48
5.2 Pengaruh Pengurangan air dan Penambahan *Superplasticizer* terhadap workabilitas 49
5.3 Pengaruh pengurangan air terhadap Kuat Tekan 53
5.4 Analisis Hubungan Tegangan-Regangan 64
5.5 Modulus Elastisitas 74

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 77
6.1 Kesimpulan 77
6.2 Saran-Saran 78

DAFTAR PUSTAKA .....
LAMPIRAN .....

PENGARUH PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER (SIKAMENT NN)* *TERHADAP* KUAT DESAK BETON TEKAN f'c 35 MPa

ABSTRAKS

Berdasarkan komposisi campurannya, beton normal masih mungkin untuk ditingkatkan lagi kinerjanya dengan mengurangkan kandungan air dan menambah superplasticizer. Kinerja yang dapat ditingkatkan adalah kelecakan dan kuat tekannya. Pengurangan kandungan air dan penambahan superplasticizerdengan interval 0-30% dari kondisi normal dengan mempertahankan slump lebih besar 150 mm, tanpa terjadi bleeding dan segregation. Mutu beton yang direncanakan 35 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 maksimum sebesar 70,026 MPa untuk kuat tekan rencana 35 MPa diperoleh pada pengurangan kandungan air 30% dan penambahan superplasticizer 2,48 % dari berat semen. Beton dengan pengurangan air dan penambahan superplasticizer mempunyai peningkatan kuat tekan awal yang lebih tinggi apabila dibanding dengan beton normal menurut PBI 1971. Peningkatan kuat tekan terlihat jelas pada umur 3 hari menuju umur 7 hari. Beton dengan kuat tekan tinggi akan mempunyai modulus elastis yang tinggi pula, kuat tekan tertinggi pada beton dengan pengurangan air 30% dengan kuat tekan sebesar 70,026 MPa dengan moduls elastis sebesar 43986,5456 MPa.

Kata kunci: *kandungan air, superplasticizer, kelecakan, kuat tekan beton.*

DAFTAR SIMBOL

A	=	Luas
b	=	Lebar balok
h	=	Tinggi balok
D	=	Diameter
c	=	Jarak serat terluar terhadap garis netral
$f'c$	=	Kuat Desak Beton
$f'cr$	=	Kuat Desak Beton rata-rata
$f'ct$	=	Kuat Tarik
$f'sh'$	=	Kuat Geser
$f'lt$	=	Kuat Lentur
k	=	Konstanta (1,64)
L	=	Panjang Silinder
M	=	momen yang bekerja pada balok
m	=	Nilai Tambah (Margin)
n	=	Jumlah Data
P	=	Beban
Sd	=	Standar Deviasi
FAS	=	Faktor Air Semen
Wa	=	Berat Air
Ws	=	Berat Semen
ε	=	Regangan
σ	=	Tegangan
Ec	=	Modulus Elastisitas
A_h	=	Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat halusnya
A_k	=	Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat kasarnya
Bj	=	Berat Jenis
V	=	Volume
W	=	Berat

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 11
Tabel 3.2 19
Tabel 3.5 20
Tabel 3.6 22
Tabel 3.7 23
Tabel 3.8 24
Tabel 3.9 24
Tabel 3.10 25
Tabel 3.11 25
Tabel 3.12 26
Tabel 3.13 27
Tabel 3.14 28
Tabel 3.15 28
Tabel 3.16 29
Tabel 4.1 42
Tabel 4.2 45
Tabel 5.2 50
Tabel 5.3.1 53
Tabel 5.3.2 55
Tabel 5.3.3 57
Tabel 5.3.4 59
Tabel 5.3.5 62
Tabel 5.3.6 62
Tabel 5.5.1 74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 21
Gambar 3.2 22
Gambar 3.3 30
Gambar 3.4 31
Gambar 4.1 47
Gambar 5.2 51
Gambar 5.3.1 54
Gambar 5.3.2 56
Gambar 5.3.3 58
Gambar 5.3.4 60
Gambar 5.3.5 61
Gambar 5.4.1 65
Gambar 5.4.2 66
Gambar 5.4.3 67
Gambar 5.4.4 68
Gambar 5.4.5 69
Gambar 5.4.6 70
Gambar 5.4.7 71
Gambar 5.4.8 72

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Konsultasi Tugas Akhir....	
LAMPIRAN 2	Perencanaan kebutuhan beton	
LAMPIRAN 3	Data Kuat Tekan	
LAMPIRAN 4	Dokumentasi	

5. Ir. Helmy Akbar Bale, MT, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan untuk kesempurnaan Tugas Akhir penulis dan selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian di Laboratorium bahan Konstruksi Teknik.
6. DR. Ir. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
7. Ir. H. Faisol, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
8. Segenap staff dan Karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan teknik Sipil, Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
9. Semua pihak yang telah membantu kami dalam menyusun tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa hasil penelitian tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu saran dan kritik dari pembaca sangat diharapkan agar dapat dijadikan bahan masukan dan bekal yang berharga bagi penyusun untuk waktu yang akan datang dan untuk penelitian yang lain.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini cukup bermanfaat dan dapat dijadikan bahan masukan bagi pembaca khususnya yang bergerak di bidang teknik sipil. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amin.

Wabillahittaufik walhidayah, Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Jogjakarta, Juni 2007

Penyusun

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah salah satu unsur dalam pemilihan bahan konstruksi. Penggunaan beton ini karena mempunyai beberapa kelebihan, antara lain : kuat desak tinggi, ekonomis, tahan terhadap panas dan lain-lain. Selain itu pengelolaannya relatif mudah dan material pembuatannya mudah didapat.

Mengingat pentingnya penggunaan teknologi beton dalam pembangunan, banyak usaha yang dilakukun untuk memperbaiki mutu beton. Salah satunya adalah dengan menambahkan bahan tambah atau additive pada beton. Bahan tambah yang akan digunakan adalah bahan tambah *Superplasticizer*. *Superplasticizer* adalah bahan tambah untuk meningkatkan workability beton segar dan dapat mereduksi jumlah air pada cmpuran beton tanpa mengurangi nilai slum, sehingga beton dapat dikerjakan dengan baik, tidak terjadi pemisahan agregat dan mutu beton meningkat. Superplastizicer secara kimia mampu membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori sehingga pada beton segar campuran akan lebih lecak maka dalam pengerjaan akan terjaga workabilitinya.Bahan tambah ini dapat banyak mengurangi air pada campuran beton sementara *slump* beton bertambah sampai 8 in (208 mm) atau lebih.(Nawy, 1990). Pengaruh ini dapat meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang cukup besar.

Superplasticizer yang dipakai pada penelitian ini adalah SP dengan merek Sikament-NN. Menururt *Technical Data Sheet* Sikament-NN dari PT.Sika Indonesia (2005), Sikament-NN adalah *superplasticizer* cair yang sangat efektif untuk dua fungsi, yaitu dapat menghasilkan beton segar yang mengalir dan dapat sebagai bahan pengurang air untuk menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan *ultimate* yang tinggi. Kelebihan itulah yang menjadi alasan bahan tambah tersebut menjadi bahan penelitian ini.

Komposisi variasi pengurangan air karena pengaruh bahan tambah yang akan dilakukan mulai dari 0% - 30%. Sehingga didapatkan perubahan kuat tekan pada beton fc' 35 MPa.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. bagaimana menghasilkan beton normal (beton rencana awal fc' 35MPa) bermutu tinggi,
2. seberapa besar pengurangan jumlah air campuran beton normal agar dapat menghasilkan kuat tekan dan tegangan-regangan yang paling tinggi akibat penambahan SP tanpa mengurangi workabilitas beton,
3. seberapa besar penambahan SP untuk menghasilkan kelecakan beton segar (campuran/adonan beton sebelum dicetak) untuk nilai slump $\geq$ 150 mm,
4. bagaimana hubungan antara jumlah air dan SP dengan kuat tekan dan tegangan-regangan beton setelah modifikasi air campuran.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka tujuan penelitian antara lain yaitu :

1. meningkatkan workabilitas beton segar dari beton normal,
2. meningkatkan kekuatan beton keras (beton yang sudah diceteak dan sudah mengeras),
3. menghasilkan desain campuran beton normal dengan memodifikasi jumlah air dan menambahkan SP pada kuat tekan rencana fc'35 MPa.

1.4 Manfaat Penelitian

Sesuai tujuan penelitian diatas, maka manfaat dari penelitian ini adalah :

1. mendapatkan formula modifikasi desain campuran antara beton normal dengan pengurangan air dan penambahan SP,
2. mendapatkan workabilitas, lebih tinggi mutunya, dan lebih tinggi tingkat keawetannya,
3. menjadi bahan kajian selanjutnya untuk mengembangkan beton normal kinerja tinggi (BNKT).

1.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan ini agar tidak terlalu melebar baik pada saat penelitian maupun saat pembahasan, maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut:

1.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan ini agar tidak terlalu melebar baik pada saat penelitian maupun saat pembahasan, maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut:

1. kuat tekan rencana (f'c) benda uji adalah 35 MPa,
2. metode desain rencana campuran benda uji menggunakan metode DOE,
3. nilai slump asal 0 – 60 mm (sebelum dimodifikasi) akan ditingkatkan menjadi ≥150 mm,
4. variasi pengurangan air dilakukan secara gradual dari 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30 %,
5. menggunakan semen jenis I (PUBI, 1982), yaitu Semen Portland (PC) merk Gresik kemasan 50 kg,
6. air digunakan dari Laboratorium BKT, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
7. agregat kasar kerikil dari Celereng, Kulonprogo dengan ukuran agregat maksimum 20 mm,
8. agregat halus pasir yang berasal dari daerah Cangkringan, Kaliurang, disyaratkan lolos saringan 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 dan 0,15 mm,
9. menggunakan superplasticizer (SP) merk Sikament-NN,dan penambahan SP dilakukan sedikit demi sedikit dengan trial sampai dicapai slump ≥150 mm,diukur berdasarkan berat SP.

10. benda uji kuat tekan dan tegangan-reganga berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm,
11. perawatan beton dengan cara direndam dalam air sampai diuji,
12. pengujian dilaksanakan setelah beton berumur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari,
13. pengaruh suhu, udara, dan faktor lain tidak diperhitungkan,
14. pelaksanaan penelitian pengujian kuat teken dan tegangan regangan beton dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) FTSP Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Dalam ilmu teknik sipil beton merupakan hal yang utama dalam struktur. Seiring dengan kemajuan jaman perkembangan yang cepat dalam bidang seni serta analisis perancangan dan konstruksi beton telah menyebabkan dibangunya struktur beton yang sangat khas seperti Auditorium Kresge di Boston, Marina Tower, Lake Point Tower di Chicago dan lain-lain.(Nawy, 1990).

Beton merupakan Fungsi Dari bahan penyusunya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*adxture atau additive*).(Mulyono, 2005). Kekuatan, keawetan, dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan dasarnya, nilai perbandingan bahan-bahanya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan cara perawatan selama proses pengerasan.(Tjokrodimulyjo, 1992).

Sesuai dengan tingkat perkembangan mutu beton, pada sekarang ini banyak sekali campuran beton mulai menggunakan bahan tambah (admixture). Fungsi bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.(Mulyono, 2005).

Bahan yang mulai sering digunakan adalah bahan tambah superplasticizer, karena selain bisa meningkatkan workabilitas, superplasticizer juga bisa meningkakan mutu beton.

2.2 Pengaruh *Superplasticizer*

2.2.1 Pengaruh pemakaian bahan tambah *Superplasticizer* terhadap kuat desak beton

Penelitian yang dilakukan Muzammil dan Budiono (1994) menghasilkan kuat tekan bahan yang direncanakan mendekati kuat tekan yang dihasilkan bahkan bisa lebih besar dari rencana. Bahan tambah Superplasticizer jenis Merguus PB dapat mengurangi air, mempermudah pekerjaan dan mutu beton semakin tinggi, tetapi bahan tambah ini dapat memperlambat pengeringan terutama bila prosentase pemakaianya terlalu besar.

Penelitan ini menggunakan metode ACI dan dosis bahan tambah antara 0.7% - 4%. Hasil yang didapatkan dari jumlah bahan tambah 0.7% - 2.5% benda uji pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari mengalami penigkatan sedangkan untuk pemakaian 2.5% keatas kekuatanya semakin menurun. Kekuatan beton maksimum terjadi pada prosentase pemakaian bahan tambah sebesar 1%.

2.2.2 Pengaruh bahan tambah *Superplasticizer* (Sikament-NN) terhadap kuat desak beton.

Pada penelitian Suwardani dan Sahdi (2005) menunjukkan bahwa Kuat desak beton semakin menaik seiring dengan bertambahnya umur beton. Pada penelitian ini penggunaan SP sebesar 0.6%, 1.0%, dan 1,5% dari berat semen.

Sesuai anjuran pabrik PT. Sika Nusa Pratama penggunaan SP adalah 0,6% - 1,5% dan menggunakan slump 10 cm. Pada umur 7 hari dihasilkan kuat desak tertinggi dengan penggunaan SP sebesar 1%, untuk 21 hari SP sebesar 0.6% dan 28 hari SP sebesar 0.6%.Bahan tambah ini dapat mereduksi air sesuai dengan ketentuan PT. Sika Nusa Pratama hingga 30%, terbukti variasi penggunaan SP 0.6%, 1,0%, 1,5% dapat mereduksi atau mengurangi air sebesar 11,11%, 18,26%, dan 27,28%.

2.2.3 Pengaruh kandungan air dan penambahan *Superplasticizer* pada karakteristik beton dengan kuat tekan 20 Mpa dan 25 Mpa.

Pada penelitian Bramantyo dan Susanto (2005) menunjukkan bahwa adukan beton normal dapat meningkatkan workabilitasnya ditandai tercapainya slump lebih besar atau sama dengan 180 mm, tanpa terjadi bleeding dan segresi. Hal ini dengan adanya penambahan Superplasticizer sebanyak 1% - 2,35% dari berat semen untuk pengurangan air 10% dan 20%. Penambahan Superplasticizer tanpa disertai penguapan air hanya akan menambah workabilitas, hal ini terjadi pada variasi N 20 SP dan N 25 SP. Namun untuk variasi dengan pengurangan air disamping workabilitas meningkat juga disertai dengan peningkkatan kekuatan. Variasi optimum terjadi pada N 20-20 SP dan N 25-20 SP, dengan dosis superplasticizer 2,1% - 2,35% dari berat semen. Kombinasi pengurangan air 30% dan 40% dengan penambahan Superplasticizer 3,41% - 10,15%, beton tidak kering dalam 24 jam, sehingga jika diuji pada umur yang pendek menghasilkan

kekuatan yang rendah, dan terjadi perubahan warna yang agak gelap.Kuat tekan meningkat dengan nilai prosentase 8% - 13 % dari kuat tekan rencana.

2.3 Keaslian Penelitian

Dari beberapa penelitian diatas cukup jelas bahwa Superplasticizer sangat berpengaruh terhadap peningkatan mutu beton, selain kekutan beton meningkat Superplasticizer juga dapat meningkatkan workabilitas dengan ketentuan bahwa jika kombinasi antara pengurangan air bersesuaian dengan dosis penggunaan Superplasticizer.

Akan tetapi dari hasil penelitian diatas rata-rata hasil yang didapat kurang valit karena variable bahan tambah Superplasticizer yang dipakai kurang bervariasi.

Pada penelitian ini akan mencoba mencari sifat-sifat beton dari kuat desak dan tegangan-regangan. Selain meningkatkan workabilitas, meningkatkan kekuatan beton keras, meningkatkan keawetan beton keras, juga mencari desain campuran beton normal dengan memodifikasi jumlah air dan menambahkan *Superplasticizer* (Sikament-NN) pada kuat tekan rencana 35 Mpa dengan variasi pengurangan kandungan air adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, dengan nilai slump lebih dari 150 mm. Diharapkan penelitian ini mendapatkan hasil yang lebih valit sesuai variasi pengurangan air dan penambahan *Superplasticizer* (Sikament-NN).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Sampai saat ini beton merupakan salah satu elemen dari bangunan yang sangat penting. Hal ini terbukti digunakan beton secara luas sebagai bahan bangunan. Beton merupakan bahan dari campuran antara semen, agregat halus dan kasar, serta air dengan adanya rongga-rongga udara. Bahan tambah yang digunakan sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat , sampai bahan buangan non-kimia. Kekuatan, keawetan, dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan-bahan dasar penysunnya tersebut diatas, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan cara perawatan selama proses pengerasan (Tjokrodimuljo, 1992).

Pembuatan beton yang baik harus memperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton (beton segar, *freesh cocrete*) yang baik dan beton (beton keras, *hardened concrete*) yang dihasilkan juga baik. Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan,

tidak ada kecenderungan untuk terjadi segregasi (pemisahan kerikil dari adukan). (Tjokrodimuljo, 1992).

3.2 Materi Penyusun Beton

Sifat beton ini tergantung pada proporsi campuran dan kesempurnaan dari adukan bahan pembentuk campuran. Uraian tentang bahan-bahan pembentuk beton adalah sebagai berikut.

3.2.1 Semen Portland

Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu (Nawy, 1990).

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat. Semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat (Astanto, 2001). Karena semen fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen sangat penting dalam campuran beton,semakin maksimal daya ikat pada materi penyusun beton maka semakin maksimal pula kuat desak beton yang didapatkan.

Bahan baku pembentuk semen adalah :

1. kapur (CaO)-dari batu kapur,
2. Silika (SiO_2) -dari lempung,
3. Alumina (AL_2O_3)-dari lempung (Nawy,1985).

Sebagai hasil perubahan susunan kimia yang terjadi diperoleh susunan kimia yang komplek, namun pada semen biasa dapat dilihat pada Tabel 3.1. berikut ini. (Tjokrodimulyo, 1992).

Tabel 3.1 Unsur kimia penyusun semen Portland

Bahan Dasar	Rumus Kimia	% dalam PC
kapur	CaO	60-65
silika	SiO_2	17-25
alumina	Al_2O_3	3-8
besi oksida	Fe_2O_3	0.5-6
magnesia	MgO	0.5-4
sulfur	SO_3	1-2
soda/potash	$Na_2O + K_2O$	0.5-1

(Sumber : Tjokrodimulyo, 1992)

3.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang mengisi hampir 78% dari volume beton. Ada dua jenis agregat, yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) (Astanto, 2001).

Pada agregat pemukaan yang halus pada kerikil dan permukaan yang kasar pada batu pecah berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat reta-retak beton mulai terbentuk. Oleh karena itu kekasaran permukaan ini berpengaruh terhadap bentuk kurva tegangan –regangan tekan beton, dan terhadap kekuatan betonnya.

Pengaruh kekuatan agregat terhadap kekuatan beton sebenarnya tidak begitu besar karena umumnya kekuatan agregat lebih tinggi daripada pastanya. Desain

campuran beton biasanya diikuti sub-desain campuran agregat, pasta semen, dan mortar. Meskipun demikian bila dikehendaki kekuatan beton yang tinggi, diperlukan juga agregat yang kuat agar kekuatannya tidak lebih rendah dari pastanya. Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimum.

Bahwa sekitar tiga per empat beton ditempati agregat, agregat yang lemah tidak dapat menghasilkan beton yang kuat karena kekuatan agregat sangat menentukan kekuatan beton.Neville (1975). Selain itu sifat-sifat agregat juga mempengaruhi kaewetan dan penampilan struktur beton.

Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai akan berakibat semakin tinggi kekuatan betonnya. Hal ini karena pemakaian butir agregat besar menyebabkan pemakaian pasta yang lebih sedikit berarti porinya sedikit pula. Namun kerena butir-butinya besar mengakibatkan luas permukaannya lebih sempit, dan ini berakibat lekatan antara pasta semen dan agregatnya kurang kuat, dan karena butirannya besar dapat menghalangi susutan pasta, dan ini berakibat retakan-retakan kecil pada pasta sekitar butirannya. Hal ini dapat memperlemah kekuatan beton. (Tjokrodimulyo, 1992).

3.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk mereaksikan semen, serta untuk menjadi pelumas antarabutir-butir agregat untuk mempermudah dalam pengerjaan beton.

(Tjokrodimuljo, 1992). Air yang digunakan untuk campuran beton biasanya sesuai dengan yang dipakai untuk air minum. Air digunakan untuk menjadikan semen bereaksi dan dijadikan pelumas antara butir-butir agregat sehingga mudah dikerjakan dan dipadatkan.Penggunaan air dalam campuran beton harus sesui komposisi yang direncanakan,karena jika penggunaan air semakin sedikit maka pengerjaan pemadatan beton akan semakin susah akibatnya cetakan beton akan terjadi pori-pori/ kropos,tentu saja ini akan mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri karena kurang maksimalnya pemadatan.Begitu sebaliknya jika penggunaan air terlalu banyak akan terjadi terlalu cairnya campuran beton maka kurang maksimal sebagai fungsinya karena air digunakan untuk menjadikan semen bereaksi dan dijadikan pelumas antara butir-butir agregat

Menurut Buku Konstruksi Beton Bertulang (Astanto, 2001), ada beberapa persyaratan air sebagai pencampur konstruksi beton antara lain:

1. tidak mengandung klorida (CI) lebih dari 0,5 gram/liter,
2. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram /liter,
3. tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter,
4. tidak mengandung zat organic, asam, dan garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.

3.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan campuran tambahan (admixtures) adalah bahan selain air, agregat, maupun semen yang ditambahkan kedalam campuran sesaat atau selama

pencampuran. Fungsi bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat beton agar "menjadi cocok untuk pengerjaan tertentu, ekonomis, dan menghemat energi".(Nawy, 1990).

Dalam buku Teknologi Beton (Tjokrodimuljo, 1992), menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (1982), bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi 5 jenis yaitu:

1. bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan ini akan diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai *slump* yang sama,
2. bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton,
3. bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton,
4. bahan kimia tambahan yang berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton,

Superplasticizer adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture)* yang mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Alternatif lain, bahan ini dapat meningkatkan kekuatan beton karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabalitas yang sama (Murdock dkk, 1991). Pengaruh s*uperplasticizer* akan meningkatkan kinerja beton segar berupa peningkatan workabilitas dan kekuatan beton terhadap gaya desak dan gaya geser.

Menurut Ramachandran (1979), *superplasticizer* adalah salah satu jenis bahan campuran (*admixture*) pengurang air itu digunakan untuk beton dengan kebutuhan air yang lebih rendah. Keuntungan dasar *superplasticizer* meliputi:

1. workabilitas beton tinggi, menghasilkan penempatan yang mudah tanpa mengurangi jumlah semen dan kekuatan;
2. beton mutu tinggi dengan workabilitas normal tetapi jumlah air yang lebih rendah; dan
3. campuran beton dengan lebih sedikit semen tetapi workabilitas dan kekuatan normal.

3.3 Faktor Air-Semen

Faktor air-semen adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Secara umum semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.(Mulyono, 2005).

Pengontrolan ketat perlu diberikan terhadap faktor air-semen dan persentase udara dalam campuran. Kekuatan beton pada umur tertentu bergantung pada

perbandingan berat air dan berat semen dalam campuran, semakin kecil faktor air-semen semakin tinggi kekuatan beton (Nawy, 1990)

Kenaikan faktor air-semen mempunyai pengaruh sebaliknya terhadap sifat-sifat beton. Beton yang mempunyai faktor air-semen minimal dan cukup untuk memberikan *workabilitas* tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik. (Murdock dan Brook, 1991)

3.4 *Workability*

Ukuran kemudahan (workability) adalah kemudahan untuk dipadatkan dan dapat mengisi rongga udara, kemudahan dituangkan dalam cetakan, kemudahan selama dikerjakan dan digetarkan tidak terjadi pemisahan antara campuran beton. Workabilitas merupakan tingkat kemudahan pengerjaan pada beton segar. Besarnya nilai/tingkat workabilitas beton segar tergantung pada besarnya nilai *slump* campuran, semakin besar nilai *slump* semakin besar pula tingkat workabilitasnya. Beton dengan workabilitas yang baik mempunyai keuntungan dalam penempatan yang cepat dan mudah (Ramachandran, 1979).Semakin mudah pengerjaan beton maka semakin mudah pula pemadatan beton segar dalam cetakan ini akan berpengaruh pada kekuatan beton itu sendiri, karena semakin padat campuran beton maka kuat desak akan menjadi maksimal.

Peningkatan kekuatan beton terjadi seiring dengan waktu. Pada proses pembuatan beton terjadi reaksi hidrasi antara semen dan air. Reaksi ini membutuhkan

waktu sampai tercapai kekuatan tertinggi yang bisa dicapai. Reaksi hidrasi akan terhenti bila tidak ada lagi tersedia semen dan air yang memungkinkan terjadinya reak

Dalam buku Teknologi Beton (Tjokrodimuljo, 1992), unsure-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antar lain :

1. jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton,
2. penambahan semen kedalam campuran,
3. gradasi campuran pasir dan krikil,
4. pemakaian butir-butir batuan yang bulat,
5. pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai, dan
6. cara pemadatan adukan beton.

3.5 Pengadukan Beton

Secera umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam campuran beton yang segar. Selama proses pengadukan, kekentalan campuran beton harus diawasi terus dengan cara memeriksa nilai slump. Proses pencampuran bahan-bahan dasar beton (pasir, kerikil, semen, dan air) dalam perbandingan yang baik disebut proses pengadukan beton. Pengadukan dilakukan sampai warna adukan tampak rata, kelecakan yang cukup, dan tampak campurannya juga homogen. Proses pengadukan dapat dilakukan dengan mesin ataupun tangan (Tjokrodimuljo, 1992).

Pengadukan beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton.Komposisi yang baik akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi, tetapi jika pelaksanaanya tidak dikontrol dengan baik , kemungkinan dihasilkanya beton yang tak sesuai dengan rencana akan semakin besar.(Mulyono 2005).

Metode pengadukan beton ada 2 yaitu,(Mulyono 2005) :

a. pengadukan manual (pengadukan dengan tangan), dilakukan bila kebutuhan beton yang dibuat lebih kecil dari 10 m^3 dalam suatu periode yang pendek,
b. pengadukan dengan mesin, penggunaan mesin aduk untuk pekerjaan beton yang besar justru lebih ekonomis. Campuran beton yang dihasilkan biasanya akan bersifat lebih homogen.

Maka dalam penelitian ini pengadukan campuran beton dilakukan dengan mesin, karena campuran beton yang dihasilkan akan lebih homogen dan ekonomis.

3.7 Perencanaan Campuran Beton

Metode perancangan campuran adukan beton yang dipakai adalah metode perancangan menurut cara Inggris. Perancangan adukan beton cara Inggris ini tercantum dalam *Design of Normal Concrete Mixes* telah menggantikan cara *Road Note No. 4* sejak tahun atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara *DOE (Department of Environment).*

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan 28 hari.
2. Menetapkan nilai deviasi standar (sd).

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

   Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan pada **tabel 3.4** dibawah ini

Tabel 3.1 Hubungan tingkat pengendalian mutu pekerjaan dengan sd

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	Standar deviasi, 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)

   b). 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 deengan suatu faktor pengali

Tabel 3.5 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)

3. Menghitung nilai tambah Margin (M)

   $M = K \times Sd$ ..... (3.4)

   Keterangan :

   M = Nilai tambah

   K = 1,64

   Sd = Standar deviasi

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

   $f'cr = f'c + M$ ..... (3.5)

   Keterangan :

   f'cr = Kuat tekan rata-rata

   f'c = Kuat tekan yang disyaratkan

   M = Nilai tambah

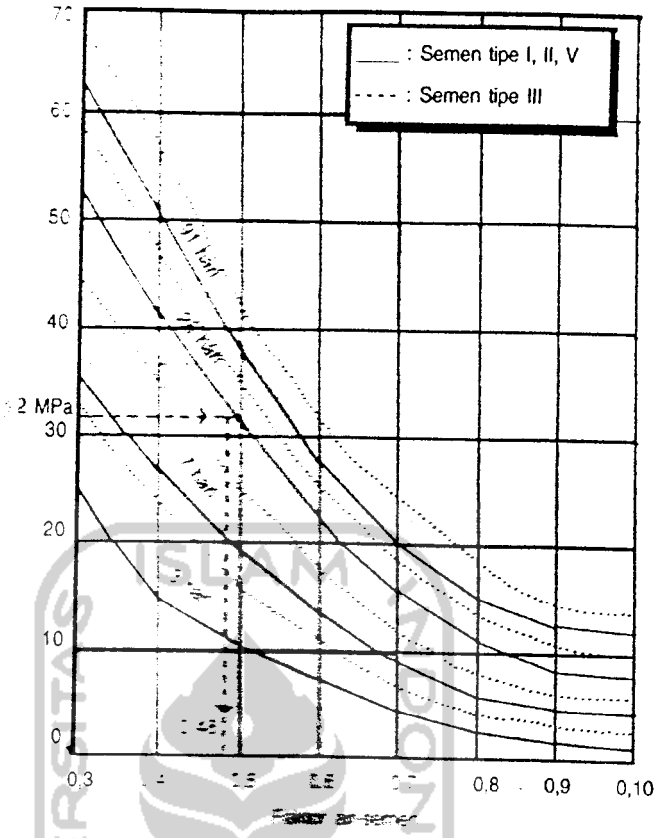
5. Menetapkan jenis semen

6. Menetapkan jenis agregat

7. Menetapkan faktor air-semen

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

   Cara pertama : Tarik garis lurus dan memotong umur beton pada tabel 3.1 didapatkan faktor air-semen



Gambar 3.1 Hubungan faktor air-semen dengan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai fas)

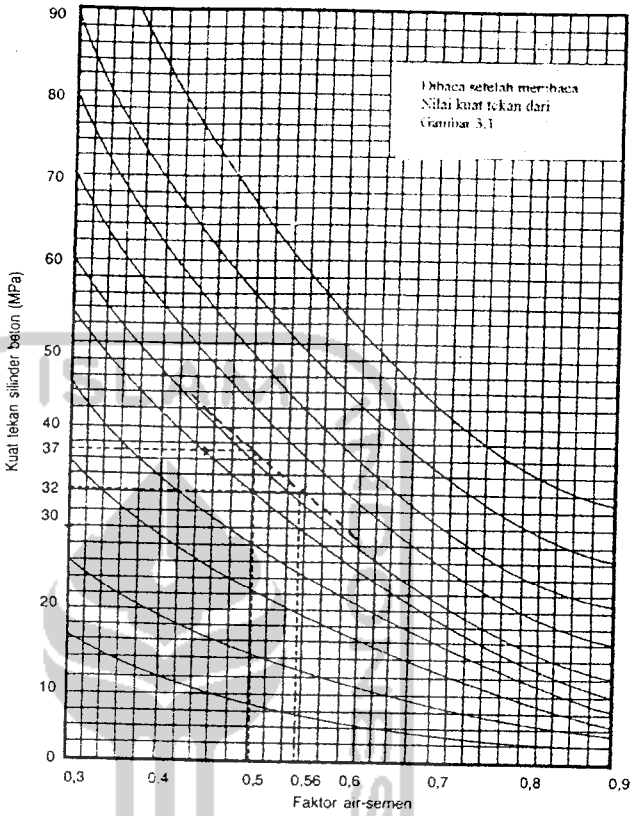
Cara kedua : Diketahui jenis semen, jenis agregat kasar. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari maka digunakan **tabel 3.6** dibawah ini.

Tabel 3.6 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 rata-rata pada umur 28 hari dengan faktor air-semen 0,5. gunakan grafik dibawah ini.



Gambar 3.2 Grafik mencari faktor air-semen

Caranya, tarik garis kekanan mendatar sesuai kuat tekan rencana, 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 pada langkah 4, tarik ke kanan memotong garis putus yang dibuat tadi di B dan tarik garis ke bawah maka diperoleh faktor air-semen yang baru.

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

Tabel 3.7 Persyaratan Faktor Air-Semen Maksimum untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	*Fas* Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. keadaan keliling non-korosif	0,60
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton di luar ruang bangunan :	
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dalam tanah	Lihat tabel 3.9
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat tabel 3.8

Sumber : (Triono Budi Astanto, 2001)

Tabel 3.8 Faktor Air Semen Maksimum untuk Beton Bertulang dalam Air

Berhubungan dengan	Tipe semen	Faktor air semen
Air tawar	Semua tipe I – V	0,50
Air payau	Tipe I + Pozolan (15 -40%) atau S.P. Pozolan	0,45
	Tipe II atau V	0,50
Air laut	Tipe II atau V	0,45

Sumber : (Triono Budi Astanto, 2001)

Tabel 3.9 Faktor Air-Semen Maksimum untuk Beton yang Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat

Konsentrasi sulfat (SO_3)			Jenis semen	*Fas* maks
Dalam tanah		SO_3 dalam air tanah (g/l)		
Total SO_3 %	SO_3 dalam campuran air : tanah = 2 : 1 (g/l)			
< 0,2	< 0,1	< 0,3	Tipe I, dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	0,50
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa Pozolan	0,50
			Tipe I dengan Pozolan (15-40%) atau semen portland pozolan (PPC)	0,55
			Tipe II atau V	0,55
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe I dengan Pozolan (15-40%) atau semen portland pozolan (PPC)	0,45
			Tipe II atau V	0,45
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	0,45
> 2,0	> 5,6	> 5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	0,45

Sumber : (Triono Budi Astanto, 2001)

8. Menetapkan faktor air-semen

   Faktor air-semen yang dipakai adalah faktor air-semen terendah dari ketiga cara dalam langkah 7.

9. Menetapkan nilai Slump

   Tabel 3.10 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)

10. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum

11. Menetapkan kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik digunakan **tabel 1.6** di bawah ini dan dilanjutkan dengan perhitungan :

Tabel 3.11 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 3.12 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)

12. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan :

$$\text{Berat Semen} = \frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan (langkah 11)}}{\text{Faktor air - semen maksimum (langkah 8)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.6)$$

13. 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 3.13 Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan Lingkungan khusus

Jenis Pembetonan	Kebutuhan Semen min
Beton di dalam ruang bangunan :	
c. keadaan keliling non-korosif	275
d. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	
Beton di luar ruang bangunan :	
c. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
d. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
c. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
d. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dalam tanah	Lihat tabel 3.14
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat tabel 3.15

Sumber : (Triono Budi Astanto, 2001)

Tabel 3.14 Kandungan Semen Minimum untuk Beton yang Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat

Konsentrasi sulfat (SO_3)			Jenis Semen	Kand. Semen min. (kg/m^3)		
Dalam tanah				Ukuran maks. Agregat (mm)		
Total SO_3 %	SO_3 dlm camp air : tanah = 2 : 1 (g/l)	SO_3 dlm air tnh (g/l)		40	20	10
< 0,2	< 0,1	< 0,3	Tipe I, dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	280	300	350
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa Pozolan	290	330	380
			Tipe I dengan Pozolan (15-40%) atau semen portland pozolan (PPC)	270	310	360
			Tipe II atau V	250	290	340
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe I dengan Pozolan (15-40%) atau semen portland pozolan (PPC)	340	380	430
			Tipe II atau V	290	330	380
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	330	370	420
> 2,0	> 5,6	> 5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	330	370	420

Sumber : (Triono Budi Astanto, 2001)

Tabel 3.15 Kebutuhan Semen Minimum untuk Beton Bertulang dalam Air

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen minimum	
		Ukuran maksimum agregat (mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe I – V	280	300
Air payau	Tipe I + Pozolan (15 -40%) atau S.P. Pozolan	340	380
	Tipe II atau V	290	330
Air laut	Tipe II atau V	330	370

Sumber : (Triono Budi Astanto, 2001)

14. Menentukan kebutuhan semen yang dipakai

Digunakan kebutuhan semen terbesar dari langkah 12 dan Langkah 13

15. 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

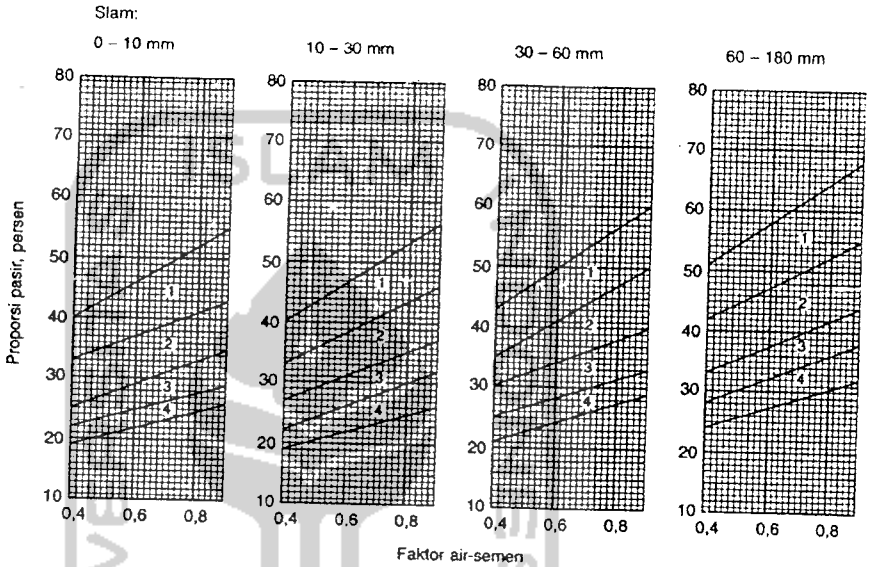
Tabel 3.16 Gradasi Pasir

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)

16. 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 3.3 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

17. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

$$\text{Bj campuran} = \frac{P}{100} \text{ x Bj pasir} + \frac{K}{100} \text{ x Bj kerikil} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.7)$$

Keterangan :

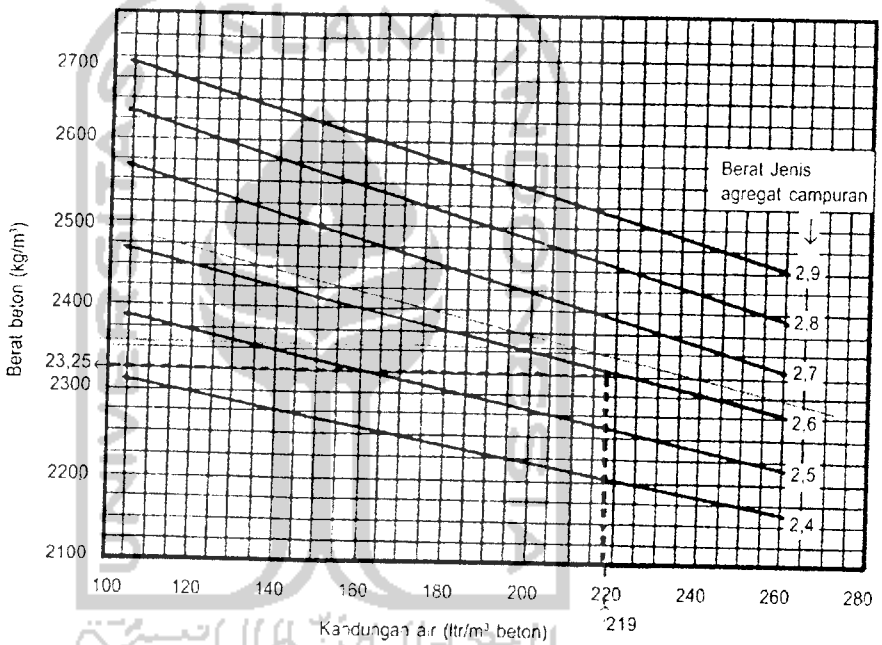
Bj campuran = Berat jenis campuran

P = Persentase pasir terhadap agregat campuran

K = Persentase kerikil terhadap agregat campuran

18. 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 3.4 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton

19. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

berat pasir + berat kerikil = berat beton - kebutuhan air - kebutuhan semen

.....(3.8)

20. Menentukan kebutuhan pasir

kebutuhan pasir = kebutuhan pasir dan kerikil x persentase berat pasir

.....(3.9)

21. Menentukan kebutuhan kerikil

kebutuhan kerikil = kebutuhan pasir dan kerikil - kebutuhan pasir

.....(3.10)

3.8 Kuat Tekan Beton

Untuk pengujian kuat desak beton ($f'c$) pada umur 28 hari sesuai SK SNI T-1991-03 dengan kekuatan rencana $f'c = 35$ MPa.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad \text{.....(3.11)}$$

$f'c$ = Kuat tekan beton (N/mm^2, MPa);

P = Beban tekan (N);

A = Luas permukaan bidang tekan (mm^2).

3.9 Tegangan Regangan

Setiap bahan akan megalami perubahan bentuk apabila mendapat beban dan apabila perubahan bentuk terjadi maka gaya internal didalam bahan tersebut akan menahannya, dan gaya internal tersebut disebut tegangan. Bila suatu bahan mengalami tegangan, maka itu akan mengalami perubahan bentuk yang dikenal sebagai regangan (MJ. Smith, 1985).

$$\text{Modulus Elastis } \mathbf{(Ec)} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \qquad (3.12)$$

Keterangan :

σ = Tegangan pada 40 % kuat tekan uji (kg/cm^2) (0,4 kuat desak beton)

ε = regangan yang dihasilkan dari tegangan

SK SNI 03-XXX-2002 menetapkan nilai dari modulus Ec, ini sebagai nilai variabel yang tergantung dari mutu beton dan dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{Ec} = 4700\sqrt{f'c}\ (\text{MPa}) \qquad (3.13)$$

3.10 Hipotesis

Pengurangan kandungan air dan menambahkan dosis *superplasticizer* yang optimum ke dalam campuran beton normal akan meningkatkan kinerja beton normal ke tahap yang paling optimumnya, kinerja yang dimaksud adalah mencakup kinerja kelecakan beton segar, dan kekuatan beton keras.

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metode penelitian ini berisikan tentang, material penyususun beton, model dan benda uji, peralatan penelitian, metode pelaksanaan penelitian, serta bagan alir penelitian.

4.1 Persiapan Bahan dan Alat

Sebelum melaksanakan penelitian terlebih dahulu dilakukan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam penelitian sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian.

4.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah agregat, semen Portland (PC), air, dan *superplasticizer* yang akan diuraikan berikut ini.

1. Agregat

   Agregat yang dipakai dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir). Kerikil yang akan dipakai adalah kerikil yang lolos ayakan 2,0 cm yang berasal dari Celereng, Kulonprogo. Sedangkan pasir yang akan dipakai adalah pasir yang lolos ayakan 0,5 cm yang berasal dari Cangkringan, Yogyakarta

2. Semen Portland (PC)

   Semen portland yang dipakai dalam penelitian ini adalah semen jenis I merk semen Gresik dengan berat 50 kg/zak. Pemilihan jenis ini dilakukan karena

paling umum dipakai sebagai bahan campuran beton dan tidak memerlukan persyaratan khusus. Semen di tempatkan pada suatu tempat yang kering dan tidak terkena kelembaban air.

3. Air

Air yang dipakai dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4. *Superplasticizer*

Bahan kimia tambahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah *superplasticizer* tipe *naphthalene formaldehyde sulphonate* merk *sikament-NN* yang diproduksi oleh PT. Sika Indonesia dengan berat jenis 1,17 kg/liter.

4.1.2 Alat

Untuk kelancaran pelaksanaan penelitian diperlukan adanya persiapan alat yang akan digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian. Peralatan-peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin uji kuat tekan

Mesin uji kuat tekan digunakan untuk menguji kuat tekan beton dengan merk *ADR 3000*. Mesin ini juga digunakan untuk menguji kuat tarik serta kuat geser beton. Mesin ini mempunyai kapasitas sebesar 3000 kN.

2. Mollen (mesin aduk beton)

   Mesin aduk beton (molen) digunakan untuk mengaduk bahan susun beton sehingga dihasilkan campuran adukan beton yang homogen.

3. Talam baja dan cetok

   Kegunaan talam baja adalah sebagai alas untuk pengujian *slump* serta untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk beton. Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam dan cetakan benda uji.

4. Cetakan benda uji silinder

   Cetakan yang akan digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dan balok. Cetakan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm digunakan untuk membuat benda uji kuat desak.

5. Kerucut *Abrams* dan tongkat pemadat

   Kerucut *Abrams* digunakan untuk pengujian *slump*. Pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui adukan beton. Kerucut *Abrams* mempunyai dua lubang pada ujungnya dengan diameter 10 cm pada ujung atas, diameter 20 cm pada ujung bawah, dan tinggi 30 cm. Untuk memadatkan adukan beton menggunakan tongkat pemadat dari baja dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm yang ujungnya berbentuk bulat.

6. Timbangan

   Timbangan dipakai untuk menimbang bahan susun beton yang akan digunakan serta untuk menimbang benda uji sebelum pengujian.

7. Mistar dan kaliper

Mistar dan kaliper digunakan untuk mengukur dimensi benda uji sebelum pengujian. Mistar juga digunakan untuk mengukur penurunan nilai *slump*.

8. Ayakan

Ayakan yang digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil. Ukuran ayakan yang digunakan untuk mengetahui gradasi pasir adalah 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 dan 0,15 mm. Sedangkan untuk mengetahui gradasi kerikil digunakan ayakan dengan ukuran adalah 40; 20; 10; dan 4,8 mm.

9. Gelas ukur

Gelas ukur dipakai untuk menakar jumlah air dan *superplasticizer* yang diperlukan dalam pembuatan adukan beton.

4.2 Pemeriksaan Bahan Campuran Beton

Pemeriksaan bahan campuran beton dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dari bahan campuran beton tersebut. Pemeriksaan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir):

4.2.1 Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan terhadap agregat halus (pasir) meliputi:

a. Modulus halus butir (MHB) pasir

Langkah-langkah pengujian analisis saringan agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu (110 ± 5) ^{0}C, sampai berat tetap,
2. saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas,
3. saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit,
4. hitunglah persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji setelah disaring.

b. Berat jenis dan kadar air pasir

Langkah-langkah pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus adalah sebagai berikut:

1. cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan,
2. keringkan benda uji dalam oven dengan suhu (110 ± 5) ^{0}C, sampai berat tetap,
3. buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan di atas talam, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji, lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh,

4. setelah tercapai kering permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer, masukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya,
5. tambahkan air sampai mencapai tanda batas,
6. timbang picnometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt),
7. keluarkan benda uji, keringkan benda uji dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{0}$C, sampai berat tetap,
8. setelah benda uji dingin, kemudian ditimbang (Bk),
9. tentukan berat piknometer berisi air penuh (B),
10. hitunglah berat jenis kadar air pasir dengan persamaan:
    a. Berat jenis curah *(bulk specific gravity)*, gram/cm^3

$$= \frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} \quad \text{.....(4.1)}$$

    b. Berat jenis jenuh kering muka *(saturated surface dry)*, gram/cm^3

$$= \frac{500}{(B + 500 - Ba)} \quad \text{.....(4.2)}$$

    c. Berat jenis semu *(apparevt specific grafity)*, gram/cm^3

$$= \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \quad \text{.....(4.3)}$$

    d. Penyerapan Air

$$= \frac{(500 - Bk)}{Bk} x100\% \quad \text{.....(4.4)}$$

c. Kandungan lumpur agregat halus (Pasir)

Langkah-langkah pengujian kandungan lumpur agregat halus adalah sebagai berikut:

1. Timbang pasir kering oven sebanyak 500 gram (W_1),
2. Pasir dimasukkan ke dalam gelas ukur dan dituangi air,
3. Gelas ukur dikocok-kocok selama 1 menit sampai air keruh dan didiamkan selama 1 menit, kemudian air keruh dibuang pelan-pelan jangan sampai pasir terbuang,
4. Langkah 2 dan 3 diulang beberapa kali sampai air dalam gelas ukur seperti semula,
5. Pasir kemudian dikeluarkan dan dimasukkan kedalam oven pada 105^0 selama kurang lebih 24 jam,
6. Setelah 24 jam pasir dikeluarkan dari oven, setelah dingin ditimbang berat pasirnya (W_2),
7. Hitung kandungan lumpur dengan persamaan:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} x100\% \quad \text{.....(4.5)}$$

4.2.2 Agregat Kasar (Kerikil)

. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Langkah-langkah pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan,

2. keringkan benda uji dalam oven dengan suhu (110 ± 5) ^{0}C, sampai berat tetap,
3. dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam,kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk),
4. rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam,
5. keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain pennyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran besar pengeringan harus satu persatu,
6. timbang benda uji kering permukaan jenuh (Bj),
7. letakkan benda uji dalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya dalam air (Ba),
8. ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar (5 ^{0}C),
9. hitunglah berat jenis dan penyerapan agregat kasar dengan persamaan:
   a. Berat jenis curah *(bulk specific gravity)*, gram/cm^3

$$= \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \quad \ldots\ldots (1)$$

   b. Berat jenis jenuh kering muka *(saturated surface dry)*, gram/cm^3

$$= \frac{Bj}{(Bj - Ba)} \quad \ldots\ldots (2)$$

   c. Berat jenis semu *(apparevt specific grafity)*, gram/cm^3

$$= \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \quad \ldots\ldots (3)$$

d. Penyerapan Air

$$= \frac{(Bj - Bk)}{Bk} x100\% \quad \ldots\ldots (4)$$

4.3 Perhitungan Komposisi Campuran Beton

Komposisi campuran adukan beton diperoleh dari hasil perancangan campuran adukan beton menurut cara inggris atau di Indonesia dikenal dengan cara DOE (*Department Of Environment*). Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan banyaknya masing-masing bahan dalam adukan beton. Langkah-langkah perancangan campuran adukan beton menurut cara DOE dapat dilihat pada lampiran 2.

Hasil perhitungan komposisi campuran untuk beton normal dan variasi pengurangan kadar air (dengan interval 5% dari berat total air) dapat dilihat pada ***Tabel 4.1***.

Tabel 4.1 Komposisi bahan campuran beton dengan pengurangan kandungan air untuk kuat tekan 25 dan 30 Mpa

Mutu Rencana (MPa)	Pengurangan Air (%)	Sampel Beton	Air (kg/m^3)	Semen (kg/m^3)	Pasir (kg/m^3)	Kerikil (kg/m^3)
35	0	BS35-0%	210	525	567	1053
	0	BS355-0%	210			
	5	BS35-5%	199,5			
	10	BS35-10%	189			
	15	BS35-15%	178,5			
	20	BS35-20%	168			
	25	BS35-25%	157,5			
	30	BS35-30%	147			

4.4 Pengadukan Beton

Secera umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam campuran beton yang segar. Selama proses pengadukan, kekentalan campuran beton harus diawasi terus dengan cara memeriksa nilai slump. Proses pencampuran bahan-bahan dasar beton (pasir, kerikil, semen, dan air) dalam perbandingan yang baik disebut proses pengadukan beton. Pengadukan dilakukan sampai warna adukan tampak rata, kelecakan yang cukup, dan tampak campurannya juga homogen.

Pengadukan beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Komposisi yang baik akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi, tetapi jika pelaksanaanya tidak dikontrol dengan baik , kemungkinan dihasilkanya beton yang tak sesuai dengan rencana akan semakin besar.(Mulyono 2005).

Dalam penelitian ini pengadukan campuran beton dilakukan dengan mesin (molen), karena campuran beton yang dihasilkan akan lebih homogen dan ekonomis.

4.5 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* adalah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Mula-mula kerucut Abrams di letakkan ditempat yang rata dan tida menghisap air.

Adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut Abrams dengan hati-hati dan kerucut Abrams dipegang erat-erat agar tidak bergerak, jumlah adukan yang dimasukkan kira-kira $\frac{1}{3}$ volume kerucut Abrams. Setelah adukan masuk lalu ditusuk-tusuksebanyak 25 kali dengan tongkat baja. Kemudian adukan kedua dengan volume sama dengan adukan pertama dimasukkan dan ditusuk-tusuk juga. Kemudian adukan ketiga dimasukkan, setelah adukan ketiga selesai ditusuk-tusuk lalu permukaan beton diratakan. Setelah 60 detik, kemudian tarik kerucut Abrams lurus ke atas dan ukur penurunan permukaan adukan betonsetelah kerucut Abrams ditarik. Kemudian nilai slump awal diukur, jika nilai slump belum mencapai rencana yaitu ≥ 150 mm maka penambahan SP dilakukan dengan coba-coba sedikit demi sedikit hingga mencapai nilai slump ≥ 150 mm, begitu seterusnya untuk adukan berikutnya. Besar penurunan adukan beton tersebut disebut nilai *slump*. (Tjokrodimuljo, 1992)

4.6 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang akan di buat pada penelitian ini dicetak dalam bentuk silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) untuk pengujian kuat desak dan tegngan-regangan.Jumlah benda uji dan variasi pengurangan air dapat dilihat pada **tabel 4.1**. berikut ini.

Tabel 4.1 Jumlah benda uji dengan pengurangan air dan penambahan *superplasticizier* .

No.	Mutu beton (MPa)	Jenis benda uji	Umur benda uji (hari)	Variasi pengurangan air (%)	Jumlah Benda uji	Total Benda Uji
1	35	Kuat tekan	3	0; 5; 10; 15; 20; 25; 30	3	21
		Kuat tekan	7	0; 5; 10; 15; 20; 25; 30	3	21
		Kuat tekan	14	0; 5; 10; 15; 20; 25; 30	3	21
		Kuat tekan	28	0; 5; 10; 15; 20; 25; 30	5	35
		Tegangan-Regangan	28	0; 5; 10; 15; 20; 25; 30	1	7
						105

Ket : Penambahan *superplasticizier* dilakukan dengan cara coba-coba hingga mencapai nilai slump ≥ 150 mm

4.7 Perawatan Beton

Nawy (1990), mengatakan bahwa kondisi perawatan yang baik dapat dicapai dengan menggunakan salah satu metode dibawah ini:

1. beton dibasahi terus-menerus dengan air,
2. beton direndam di dalam air,
3. beton dilindungi dengan karung basah, film plastik, atau kertas perawatan tahan air,
4. dengan menggunakan perawatan gabungan acuan membran cair untuk mempertahankan uap air semula dari bahan basah.

Perawatan beton dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara merendam beton di dalam air selama 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari setelah beton dikeluarkan dari cetakan sampai pengujian beton tersebut dilaksanakan.

4.8 Pengujian Beton

Pengujian Kuat Desak dan Tegangan Regangan Benda Uji

Pengujian beton dilaksanakan pada beton umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pengujian-pengujian yang dilaksanakan adalah pengujian kuat desak dan tegangan-regangan.Pengujian kuat desak dan tegangan regangan dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Tahapan pengujian dilakukan sebagai berikut:

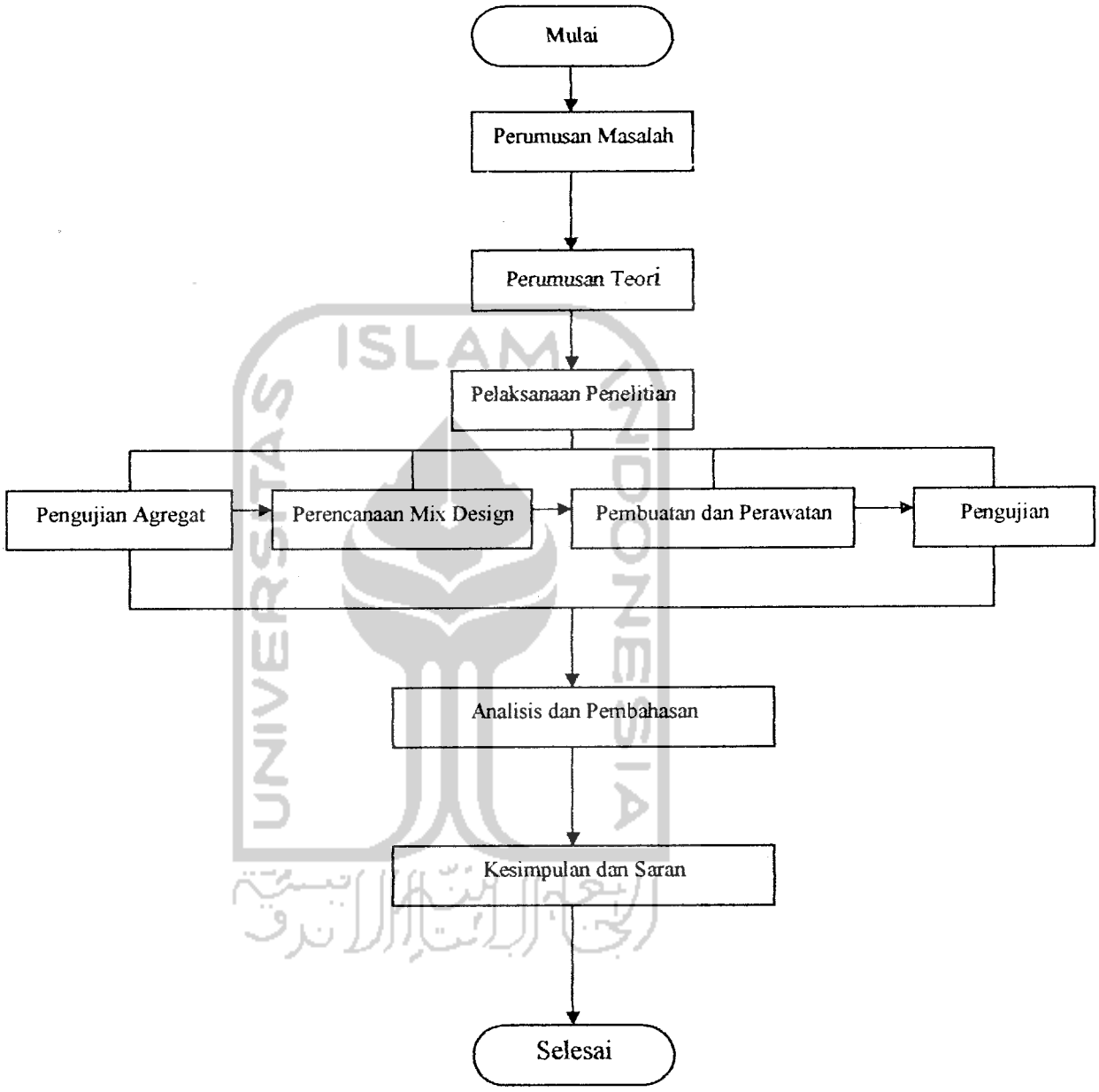
1. Benda uji dikeluarkan dari rendaman satu hari sebelum pengujian
2. Menimbang berat benda uji
3. Mengukur dimensi benda uji
4. Benda uji diletakkan pada mesin desak
5. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur / pecah dan dicatat pembebanan maksimumnya
6. Untuk benda uji tegangan regangan, besarnya regangan dibaca setiap pembebanan 10 KN.

4.9 Pengolahan Data

Dari hasil pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut. Hasil pengujian yang dilakukan nantinya akan mengahasilkan pengaruh perawatan dan penambahan *superplasticizer* (SP) pada mutu beton.

4.10. Langkah-langkah penelitian

Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada *flow chart* berikut ini :



Gambar 4.1. Flow Chart Penelitian

BAB V
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pada bab ini mrmbicarakan hasil penelitian yang dilakukan dilaboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan pembehasan mengenai hasil penelitian yang diperoleh. Hasil penelitian yang didapat meliputi : berat jenis agregat kasar dan halus, gradasi pasir, nilai slump dan aliran slump serta hasil pengujian beton yaitu kuat tekan dan tegangan-regangan..

5.2 Data-data hasil pengujian laboratorium

Hasil data pengujian bahan dilaboraturium yang meliputi pengujian pemeriksaan berat jenis dan kadar air pasir, pemeriksaan berat jenis dan kadar air kerikil, pemeriksaan berat volume agregat kasar, modulus halus butir (MHB) agregat halus, dan gradasi pasir . Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang akan diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan bera jenis dari beton jadi secara tidak langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Modulus halus butir (MHB) adalah suatu indeks yang dipakai untuk mengukur kekasaran atau kahalusan butir-butir agregat, dan diefinisika sebagi persen kumulatif dari butir agregat yang tertinggal dalam satu set ayakan. Makin besar nilai MHB suatu agregat berarti semakin besar butiran agregatnya. Umumnya untuk agregat halus mempunyai MHB sekitar 1,50-3,80%.

Dari hasil pengujian di laboraturium diperoleh berat jenis jenuh kering muka pasir = 2,621 gr/cm^3, berat jenis jenuh kering muka agregat kasar = 2,643 gr/cm^3, Modulus Halus Butir = $\frac{273,45}{100}$ = 2,7345, dan hasil analisa ayakan masuk daerah :II dan Jenis pasir : agak kasar.

Data tersebut digunakan untuk perhitungan perencanaan campuran beton, untuk lebih jelasnya lihat lampiran II.

Agregat merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan beton, pada beton biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat , dimana agregat yang kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat yang berukuran besar (Nawy, 1990). Agregat untuk beton harus memenuhi ketentuan dari mutu dan cara uji agregat beton dalam Standar Industri Indonesia .

5.3 Pengaruh Pengurangan Air dan Penambahan *Superplasticizer* terhadap Workabilitas

Dengan adanya workabilitas yang tinggi pada beton segar akan memudahkan pekerjaan pada saat penuangan beton kedalam cetakan. Pada saat penuangan dan pemadatan beton segar mudah dilaksanakan maka workabilitas beton tersebut tinggi.(Swamy 1989). Tingkat workabilitas beton ditunjukkan dengan besarnya nilai *slump*. Nilai *slump* menunjukkan seberapa besar runtuhnya adukan beton dari posisi awal sampai beton berhenti mengalir. Nilai *slump* yang tinggi menujukkan tingkat kelecakan beton tinggi dan bisa dikatakan bahwa tingkat workabilitas beton itu juga tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan beton normal maka beton normal akan dikurangi kandungan airnya secara gradual mulai 5, 10, 15, 20, 25, 30%. Dengan adanya pengurangan air secara gradual maka akan mengakibatkan tingkat kelecakan beton menjadi berkurang. Untuk dapat meningkatkan tingkat kelecakan beton maka perlu dilakukan penambahan *superplasticizer* dengan kadar tertentu. Pada penelitian ini beton normal dan beton dengan pengurangan kandungan air dan penambahan *superplasticizer* ditetapkan memiliki nilai *slump* lebih dari 150 mm.

Pada penelitian ini untuk meningkatkan workabilitas tidak dengan menambahkan air karena semakin banyak kandungan air dalam beton maka kekuatan beton akan semakin rendah (porositas tinggi beton akan cenderung keropos), akan

tetapi justru mengurangi persen jumlah air dan fungsi sebagai workabilitas digantikan dengan penambahan SP (superplasticizer). Mekanisme kerja atau proses SP itu sendiri adalah SP mengikat butiran semen sehingga semen tidak dapat melukakan reaksi hidrasi dengan air dalam waktu tertentu.Hal ini akan mengakibatkan perubahan fisik beton ,butiran beton lebih lepas sehingga campuran beton akan lebih encer.

Data hasil pengujian beton segar berupa nilai *slump* sebelum dan sesudah penambahan *superplasticizer* dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.3 Nilai slump, penambahan SP dan nilai fas beton 35 MPa

Sampel Uji	fas	Pengurangan Air (%)	Slump sebelum SP (mm)	Penambahan SP (%)	Slump setelah SP (mm)
BS35-0%	0,37	0	90	0,45	170
BS35-5%	0,35	5	10	0,56	180
BS35-10%	0,33	10	0	0,90	162,5
BS35-15%	0,31	15	0	1,51	182,5
BS35-20%	0,30	20	0	1,58	189
BS35-25%	0,28	25	0	1,92	180
BS35-30%	0,26	30	0	2,48	185

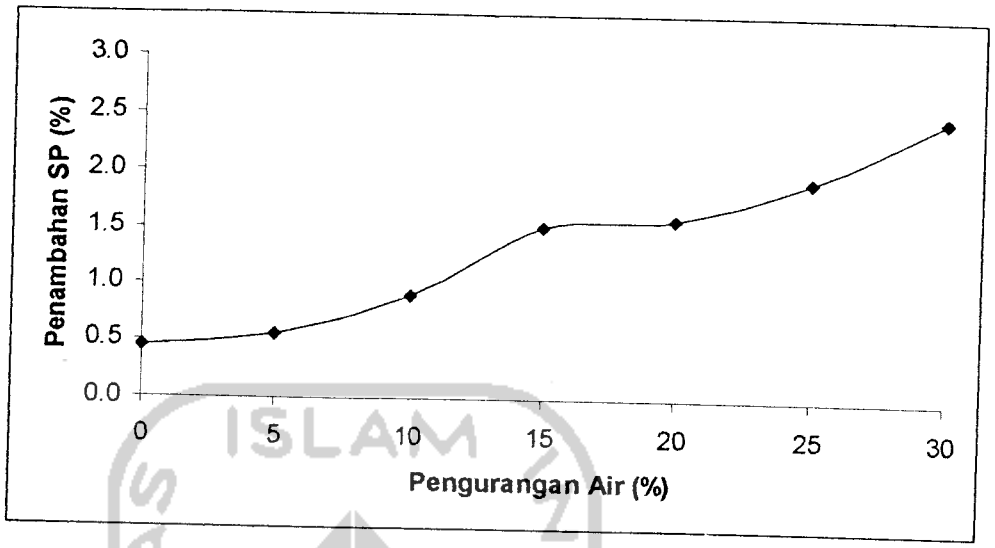
Dari tabel 5.3 memperlihatkan akibat pengurangan air terjadi penurunan nilai *slump*, bahkan pada pengurangan air 10% hingga 30% nilai *slump* yang terjadi adalah 0 mm. Hal ini terjadi karena kandungan air pada beton normal dikurangi maka kelecakan beton juga akan berkurang. Jadi jelaslah bahwa dengan dilakukan pengurangan air pada campuran beton maka maka tingkat workabilitas beton akan menurun yang dilihat lewat penurunan nilau *slump*.

Untuk tetap menjaga workabilitas beton maka beton tersebut perlu ditambahkan bahan tambah *superplasticizeer* yang berfungsi meningkatkan tingkat kelecakan beton. Pada pengerjaan pengadukan beton B35-0%,dan beton B35-5%

untuk mencapai nilai slump lebih besar dari 150 mm relatif lebih mudah dalam pengerjaannya, sedangkan pada pengerjaan beton B35-10%, B35-15%, B35-20% B35-25%, dan beton B35-30% untuk mencapai *slump* lebih besar dari 150 mm relaif agak sulit dicapai karena beton segar tersebut lebih kental karena dosis pengurangan air yang cukup tinggi. Hal ini terlihat dari nilai *slump* sebelum penambahan *superplasticizer* sangat rendah yakni sebesar 0 mm. Untuk mencapai *slump* yang ditetapkan lebih besar dari 150 mm maka semakin banyak dosis pengurangan kandungan air pada campuran maka semakin banyak pula dosis penambahan *superplasticizer* yang digunakan. Jadi jelaslah bahwa dengan penggunaan *superplasticizer* pada beton dapat meningkatkan workabilitas beton melalui meningkatnya kelecakan beton.

Dari tabel 5.3 memperlihatkan nilai *slump* untuk seluruh variasi campuran adukan beton dengan pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* yang dihasilkan lebih besar dari 150 mm. Hal ini sesuai yang diperoleh Swamy (1989), bahwa dengan penggunaan *superplasticizer* nilai slump yang didapat antara 150 – 250 mm Swamy (1989) mengatakan bahwa dengan pemakaian *superplasticizer* akan meningkatkan workabilitas 12 %. Dalam kajian ini peningkatan kelecakan dari nilai slump awal sebelum dan sesudah dicampur *superplasticizer* meningkat sangat tinggi. Hal ini sebagaimana yang terjadi pada variasi beton B35-0% dengan kelecakan awal 90 mm meningkat menjadi 170 mm tanpa terjadi segregasi dan *bleeding*, hanya dengan menambahkan *superplasticizer* 0,4511% dari berat semen (tabel 5.1). Bahkan terlihat dari variasi B35-10%, B35-15%, B35-20%, B35-25% dan B35-30% dengan pengurangan air sebesar 10%, 15%, 20%, 25%, 30% terlihat slump awal sebelum penambahan *superplasticizer* sebesar 0 mm kemudian ditambah *superplasticizer* workabilitasnya naik dengan peningkatan slump menjadi lebih besar dari 150 mm.

Hubungan penambahan *superplasticizer* akibat pengurangan kandungan air dapat dilihat pada grafik 5.3.



Gambar 5.3 Grafik penguragan Air dengan penambahan SP f'c 35 MPa

Dari grafik 5.3 terlihat terjadi penambahan *superplasticizer* yang mengalami peningkatan mulai 0% hingga 30 % pengurangan air. Hal ini terjadi karena semakin tinggi pengurangan air, maka semakin tinggi pula penambahan *superplasticizer* untuk menghasilkan *slump* 150 mm atau lebih(Hastoro, 2005).

Hal ini terlihat jelas dari variasi B35-10%, B35-15%, B35-20%, B35-25% dan B35-30% dengan pengurangan air sebesar 10%, 15%, 20%, 25%, 30% penambahan *superplasticizer* akan terus meningkat.

Untuk pengurangan air 25% dan 30 %, nilai *slump* lebih dari 150 mm dapat dicapai tetapi adukan lebih kohesif dan kental. Sifat-sifat warkabilitasnyapun sedikit berbeda dibandingkan beton dengan pengurangan air yang lebih sedikit. Campuran ini terlihat berwarna agak kecoklatan yang menunjukkan campuran *superplasticizer* terlalu banyak. Walaupun demikian pada saat penuangan pada cetakan sedikit mengalami hambatan karena campuran adukan beton cepat mengeras, hal ini

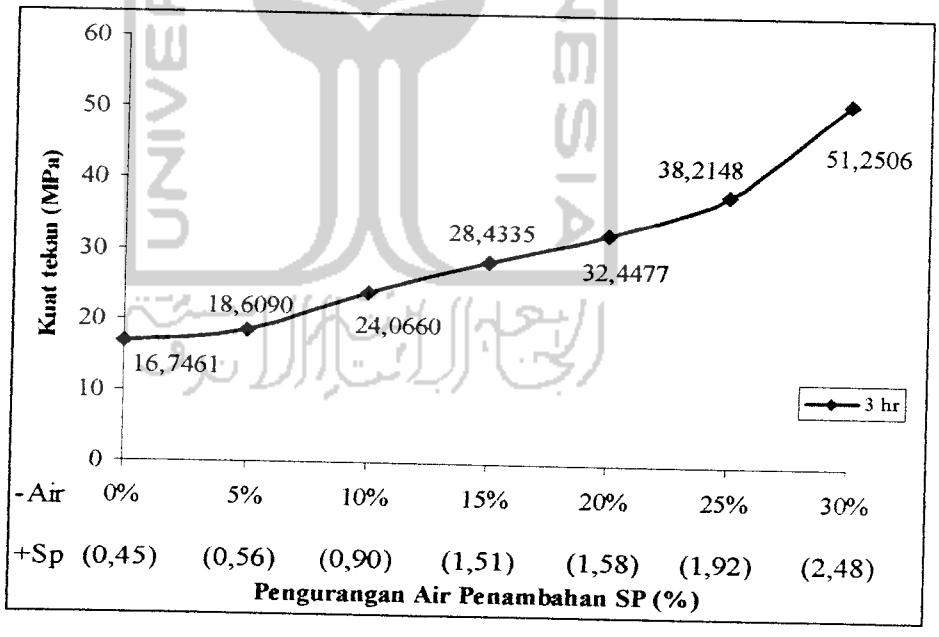
dipengaruhi rendahnya kandungan air walaupun penambahan *superplasticizer* sudah cukup tinggi .Dalam hal ini untuk menghindari cepat mengerasnya beton segar diperlukan pekerjaan yang ekstra cepat pula dalam penuangan. Untuk penambahan *superplasticizer* dilakukan sedikit demi sedikit, karena jika dilakukan langsung dalam jumlah banyak dapat mengakibatkan pengerasan beton dalam waktu yang relatif cepat. Hasil ini sesuai dengan pendapat Ramachandran *(1979)* yang mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi cepat mengerasnya adukan antara lain tipe dan jumlah penambahan *superplasticizer*, tipe dan jumlah kandungan semen, waktu penambahan *superplasticizer*, kelembaban dan temperatur udara, cara pengadukan, dan pemakaian bahan tambah lainnya.

5.4 Pengaruh Pengurangan Air dan Penambahan Superplasticizer terhadap Kuat Tekan

Tujuan utama kajian ini adalah memodifikasi formula beton normal (cara DOE) untuk meningkatkan kuat tekan lebih tinggi dari kuat tekan normal. Modifikasi dilakukan hanya dengan mengurangi kandungan air, dengan asumsi semen yang tersedia mampu mencapai kuat tekan yang lebih tinggi. 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. Hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur 3 hari terlihat dari gambar 5.4.1

Tabel 5.4.1 Hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur 3 hari

Sampel Uji	Variasi		fas	Kuat Tekan (MPa)	Kenaikan Kuat Tekan (%)
	Pengurang-an Air (%)	Penambah-an SP (%)			
BS35-0%	0	0,45	0,40	16,7461	0,000
BS35-5%	5	0,56	0,38	18,609	11,124
BS35-10%	10	0,90	0,36	24,006	43,71
BS35-15%	15	1,51	0,34	28,4335	69,7979
BS35-20%	20	1,58	0,32	32,4477	93,7627
BS35-25%	25	1,92	0,30	38,2148	128,2012
BS35-30%	30	2,48	0,28	51,2056	206,0449



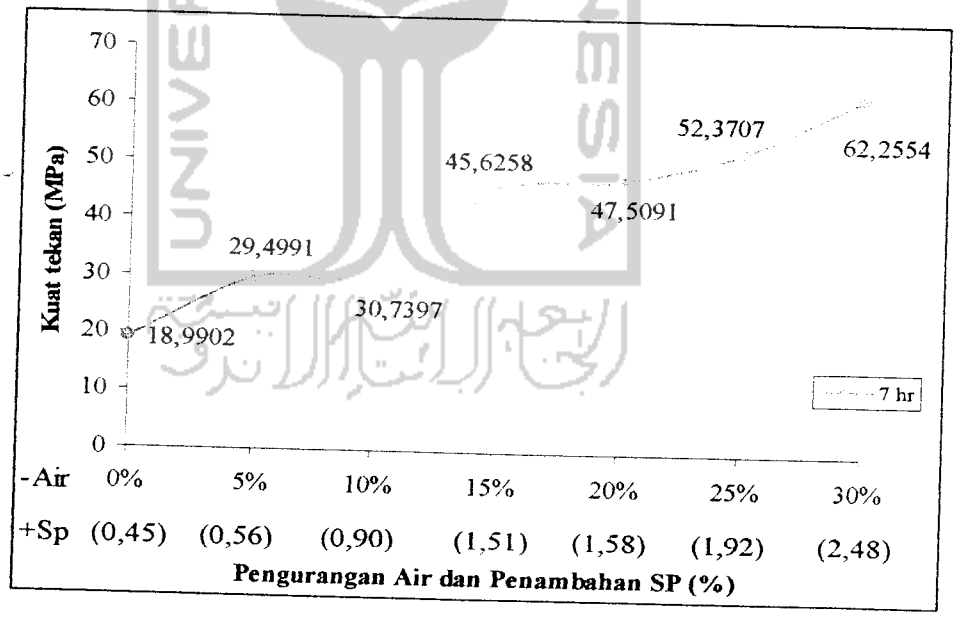
Gambar 5.4.1 Grafik hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur 3 hari

Terlihat dari data diatas bahwa kuat tekan cenderung meningkat seiring dengan semakin banyak pengurangan airnya. Pada variasi pengurangan air 0% - 5% yakni pada variasi beton B35-0% dan B35-5% peningkatan kuat tekan yang terjadi masih belum begitu terlihat secara signifikan. Peningkatan yang terjadi hanya sekitar 11,124% dari kuat tekan beton normal. Pada variasi pengurangan air 10% hingga 30%, peningkatan kuat tekan sudah mulai terlihat secara jelas. Untuk sampel beton peningkatan kuat tekan sebesar B35-10% adalah 43.71%, B35-15% adalah 69,7979%, B35-20% adalah 93,7627%, B35-25% adalah 128,2017% dan B35-30% adalah 206,0449% dari beton normal. Peningkatan kuat tekan pada sampel beton tersebut sebesar 23% lebih, bahkan pada sampel beton dengan pengurangan air 30% terjadi peningkatan sebesar 206,0449% dari beton normal. Hal ini mungkin terjadi karena pada pengurangan air 5% efek pengurangan air masih belum berpengaruh besar pada peningkatan kuat tekan karena pengurangan kandungan air masih dalam dosis yang cukup kacil. Peningkatan kuat tekan akibat pengurangan air mulai terlihat jelas pada pengurangan air dengan dosis yang tinggi yakni lebih besardari 5%.

Secara keseluruhan pada mutu beton umur 3 hari seiring dengan pengurangan air ini terjadi pula peningkatan kuat tekan beton, presentasi peningkatan yang terjadi adalah rata-rata 34,34% setiap pengurangan air 5% dari beton normal, akan tetapi kuat tekan beton normal belum memenuhi rencana yaitu 35MPa. Ini dikarenakan masih terlalu cepat umur beton untuk diuji kuat tekannya.Grafik peningkatan pada mutu beton umur 3 hari tidak bisa kontinew karna sangat sulitnya menjaga keseragaman agregat sehingga hasil pengujian tidak bisa mendekati maksimal.Dan kurang maksimalnya pada saat pengerjaan pengadukan dan pencetakan beton yang mengakibatkan hasil yang kurang maksimal pula.

Tabel 5.4.2 Hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur 7 hari

Sampel Uji	Variasi		fas	Kuat Tekan (MPa)	Kenaikan Kuat Tekan (%)
	Pengurang-an Air (%)	Penambah-an SP (%)			
BS35-0%	0	0,45	0,40	18,9902	0,000
BS35-5%	5	0,56	0,38	29,4991	55,3385
BS35-10%	10	0,90	0,36	30,7397	61,8714
BS35-15%	15	1,51	0,34	45,6258	140,2597
BS35-20%	20	1,58	0,32	47,5091	150,1769
BS35-25%	25	1,92	0,30	52,3707	175,7775
BS35-30%	30	2,48	0,28	62,2554	227,8291



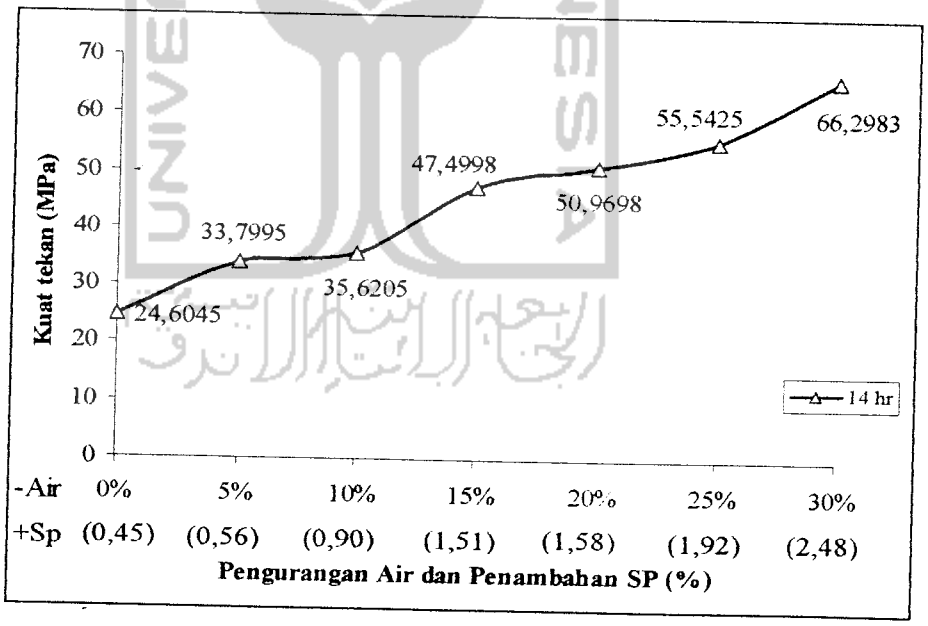
Gambar 5.4.2 Grafik hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur 7 hari

Terlihat dari data diatas bahwa kuat tekan cenderung meningkat seiring dengan semakin banyak pengurangan airnya. Pada variasi pengurangan air 0% - 10% yakni pada variasi beton B35-0%, B35-5% dan B35-10% peningkatan kuat tekan yang terjadi masih belum begitu terlihat secara signifikan. Peningkatan yang terjadi hanya sekitar 0 sampai 61,8711% dari kuat tekan beton normal. Persentase peningkatan kuat tekan beton untuk variasi B35-5% adalah 55,3385% dan B35-10% adalah 61,8714%. Pada variasi pengurangan air 15% hingga 30%, peningkatan kuat tekan sudah mulai terlihat secara jelas. Untuk sampel beton peningkatan kuat tekan sebesar B35-15% adalah 140,2597%, B35-20% adalah 150,1769%, B35-25% adalah 175,7775% dan B35-30% adalah 227,8291% dari beton normal. Peningkatan kuat tekan pada sampel beton tersebut sebesar 140% lebih, bahkan pada sampel beton dengan pengurangan air 30% terjadi peningkatan sebesar 227,8291% dari beton normal. Hal ini mungkin terjadi karena pada pengurangan air 5%-10%, efek pengurangan air masih belum berpengaruh besar pada peningkatan kuat tekan karena pengurangan kandungan air masih dalam dosis yang cukup kecil. Peningkatan kuat tekan akibat pengurangan air mulai terlihat jelas pada pengurangan air dengan dosis yang tinggi yakni lebih besardari 15%.

Secara keseluruhan pada mutu beton umur 7 hari seiring dengan pengurangan air ini terjadi pula peningkatan kuat tekan beton, presentasi peningkatan yang terjadi adalah rata-rata 37,97% setiap pengurangan air5% dari beton normal, akan tetapi kuat tekan beton normal belum memenuhi rencana yaitu 35MPa. Ini dikarenakan masih terlalu cepat umur beton untuk diuji kuat tekannya. Grafik peningkatan pada mutu beton umur 7 hari tidak bisa kontinew karna sangat sulitnya menjaga keseragaman agregat sehingga hasil pengujian tidak bisa mendekati maksimal.Dan kurang maksimalnya pada saat pengerjaan pengadukan dan pencetakan beton yang mengakibatkan hasil yang kurang maksimal pula.

Tabel 5.4.3 Hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur 14 hari

Sampel Uji	Variasi		fas	Kuat Tekan (MPa)	Kenaikan Kuat Tekan (%)
	Pengurang-an Air (%)	Penambah-an SP (%)			
BS35-0%	0	0,45	0,40	24,6045	0,000
BS35-5%	5	0,56	0,38	33,7995	37,3712
BS35-10%	10	0,90	0,36	35,6205	44,7712
BS35-15%	15	1,51	0,34	47,4998	93,0533
BS35-20%	20	1,58	0,32	50,9698	107,1564
BS35-25%	25	1,92	0,30	55,5425	125,7412
BS35-30%	30	2,48	0,28	66,2963	169,4478



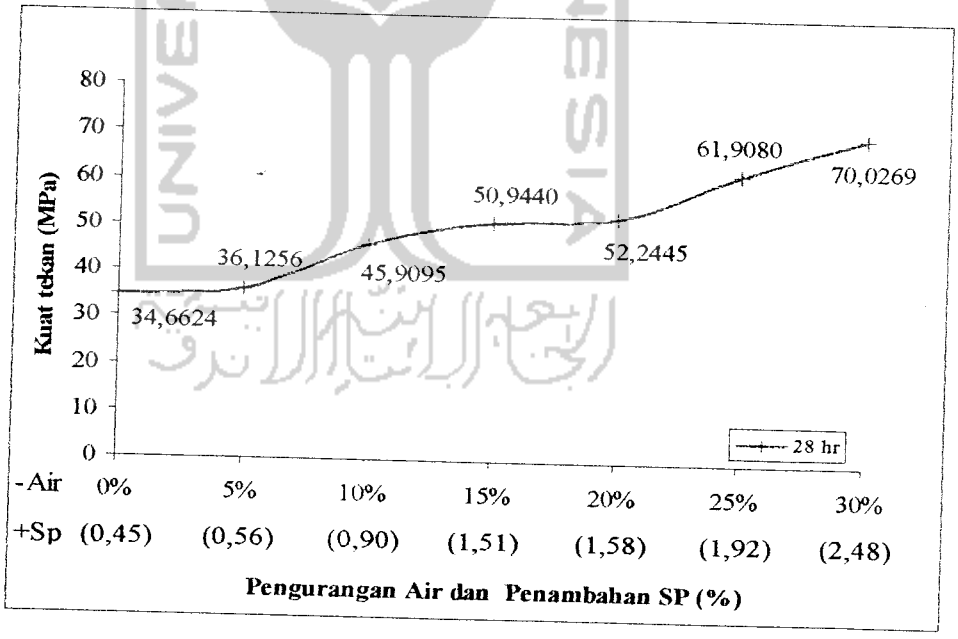
Gambar 5.4.3 Grafik hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur 14 hari

Terlihat dari data diatas bahwa kuat tekan cenderung meningkat seiring dengan semakin banyak pengurangan airnya. Pada variasi pengurangan air 0% - 10% yakni pada variasi beton B35-0%, B35-5% dan B35-10% peningkatan kuat tekan yang terjadi masih belum begitu terlihat secara signifikan. Peningkatan yang terjadi hanya sekitar 0 sampai 44,7712% dari kuat tekan beton normal. Persentase peningkatan kuat tekan beton untuk variasi B35-5% adalah 37,3712% dan B35-10% adalah 44,7714%. Pada variasi pengurangan air 15% hingga 30%, peningkatan kuat tekan sudah mulai terlihat secara jelas. Untuk sampel beton peningkatan kuat tekan sebesar B35-15% adalah 93,0533%, B35-20% adalah 107,6564%, B35-25% adalah 125,7412% dan B35-30% adalah 169,4478% dari beton normal. Peningkatan kuat tekan pada sampel beton tersebut sebesar 93% lebih, bahkan pada sampel beton dengan pengurangan air 30% terjadi peningkatan sebesar 169,4478% dari beton normal. Hal ini mungkin terjadi karena pada pengurangan air 5%-10%, efek pengurangan air masih belum berpengaruh besar pada peningkatan kuat tekan karena pengurangan kandungan air masih dalam dosis yang cukup kacil. Peningkatan kuat tekan akibat pengurangan air mulai terlihat jelas pada pengurangan air dengan dosis yang tinggi yakni lebih besar dari 15%.

Secara keseluruhan pada mutu beton umur 14 hari seiring dengan pengurangan air ini terjadi pula peningkatan kuat tekan beton, presentasi peningkatan yang terjadi adalah rata-rata 28,2413% setiap pengurangan air 5% dari beton normal, akan tetapi kuat tekan beton normal belum memenuhi rencana yaitu 35MPa. Ini dikarenakan masih terlalu cepat umur beton untuk diuji kuat tekannya. Grafik peningkatan pada mutu beton umur 14 hari tidak bisa kontinew karna sangat sulitnya menjaga keseragaman agregat sehingga hasil pengujian tidak bisa mendekati maksimal.Dan kurang maksimalnya pada saat pengerjaan pengadukan dan pencetakan beton yang mengakibatkan hasil yang kurang maksimal pula.

Tabel 5.4.4 Hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur28 hari

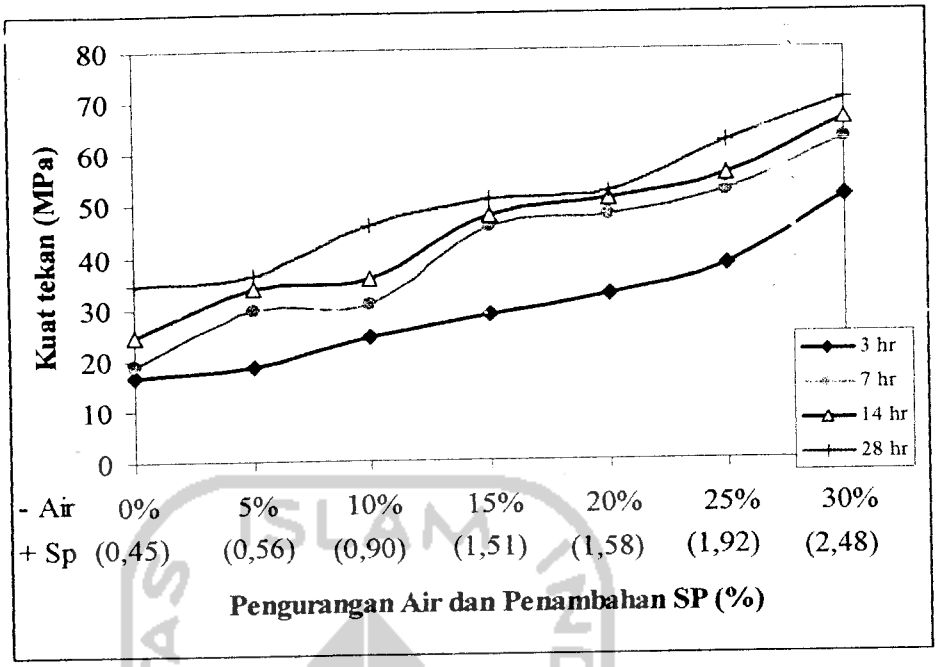
Sampel Uji	Variasi		fas	Kuat Tekan (MPa)	Kenaikan Kuat Tekan (%)
	Pengurang-an Air (%)	Penambah-an SP (%)			
BS35-0%	0	0,45	0,40	34,6624	0,000
BS35-5%	5	0,56	0,38	36,1256	4,2213
BS35-10%	10	0,90	0,36	45,9440	32,4476
BS35-15%	15	1,51	0,34	50,9440	46,9719
BS35-20%	20	1,58	0,32	52,2445	50,7238
BS35-25%	25	1,92	0,30	61,9080	78,6027
BS35-30%	30	2,48	0,28	70,0260	102,0255



Gambar 5.4.4 Grafik hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur 28 hari

Terlihat dari data diatas bahwa kuat tekan cenderung meningkat seiring dengan semakin banyak pengurangan airnya. Pada variasi pengurangan air 0% - 5% yakni pada variasi beton B35-0% dan B35-5% peningkatan kuat tekan yang terjadi masih belum begitu terlihat secara signifikan. Peningkatan yang terjadi hanya sekitar 0 sampai 4,2212% dari kuat tekan beton normal. Persentase peningkatan kuat tekan beton untuk variasi B35-5% adalah 4,2212% Pada variasi pengurangan air 10% hingga 30%, peningkatan kuat tekan sudah mulai terlihat secara jelas. Untuk sampel beton peningkatan kuat tekan sebesar B35-10% adalah 32,4476%, B35-15% adalah 46,9719%, B35-20% adalah 50,7238%, B35-25% adalah 78,6027% dan B35-30% adalah 102,0255% dari beton normal. Peningkatan kuat tekan pada sampel beton tersebut sebesar 32% lebih, bahkan pada sampel beton dengan pengurangan air 30% terjadi peningkatan sebesar 102,0255% dari beton normal. Hal ini mungkin terjadi karena pada pengurangan air 5%, efek pengurangan air masih belum berpengaruh besar pada peningkatan kuat tekan karena pengurangan kandungan air masih dalam dosis yang cukup kacil. Peningkatan kuat tekan akibat pengurangan air mulai terlihat jelas pada pengurangan air dengan dosis yang tinggi yakni lebih besar dari 10%.

Secara keseluruhan pada mutu beton umur 28 hari seiring dengan pengurangan air ini terjadi pula peningkatan kuat tekan beton, presentasi peningkatan yang terjadi adalah rata-rata 17% setiap pengurangan air 5% dari beton normal, dan kuat tekan beton normal mencapai 34,6624MPa sedangkan f'cr adalah 41,888 MPa . Ini dikarenakan kurang maksimalnya pada saat pengerjaan pengadukan dan pencetakan beton yang mengakibatkan hasil yang kurang maksimal pula. Grafik peningkatan pada mutu beton umur 28 hari tidak bisa kontinew karna sangat sulitnya menjaga keseragaman agregat sehingga hasil pengujian tidak bisa mendekati maksimal.



Gambar 5.4.5 Grafik hubungan pengurangan air dan penambahan SP dengan kuat tekan beton mutu 35 MPa umur 3,7,14, dan 28 hari

Tabel 5.4.5 Tabel peningkatan kuat tekan berdasarkan umur beton.

UMUR	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
3	16,7461	18,609	24,006	28,4335	32,4477	38,2148	51,2056
7	18,9902	29,4991	30,7397	45,6258	47,5091	52,3707	62,2554
14	24,6045	33,7995	35,6205	47,4998	50,9698	55,5425	66,2963
28	34,6624	36,1256	45,9440	50,9440	52,2445	61,9080	70,0260

Tabel 5.4.6 Tabel perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur menurut hasil penelitian dan PBI 1971.

Umur	Menurut PBI 1971	Perbandingan kuat tekan pada berbagai variasi pengurangan air						
		0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
3	0,40	0,48	0,52	0,52	0,56	0,62	0,62	0,73
7	0,65	0,55	0,82	0,67	0,90	0,91	0,85	0,89
14	0,88	0,71	0,94	0,78	0,93	0,98	0,90	0,95
28	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Terlihat dari data diatas bahwa kuat tekan cenderung meningkat seiring dengan semakin banyak pengurangan airnya. Secara umum dari umur beton 3 hari ,7 hari ,14 hari dan 28 hari pada variasi pengurangan air 0% -30% yakni pada variasi beton B35-0%-B35-30% peningkatan kuat tekan yang terjadi sudah terlihat secara signifikan.. Persentase peningkatan kuat tekan beton tidak bisa terlihat secara kontinuw ini disebabkan karena mungkin dalam proses pengerjaanya beton segar yang kurang sempurna dan sangat sulitnya menjaga keseragaman bahan yang digunakan dalam pembuatan beton segar. Pada variasi pengurangan air 15% hingga 30%, peningkatan kuat tekan sudah mulai terlihat secara jelas, sedangkan untuk variasi pengurangn air 0% hingga 10% belum keliatan begitu jelas ini disebabkan karena pengurangan air dan penambahan SP masih belum berpengaruh besar pada peningkatan kuat tekan karena pengurangan kandungan air dan penambahan SP masih dalam dosis yang cukup kacil. Peningkatan kuat tekan akibat pengurangan air mulai terlihat jelas pada pengurangan air dengan dosis yang tinggi yakni lebih besardari 15%.

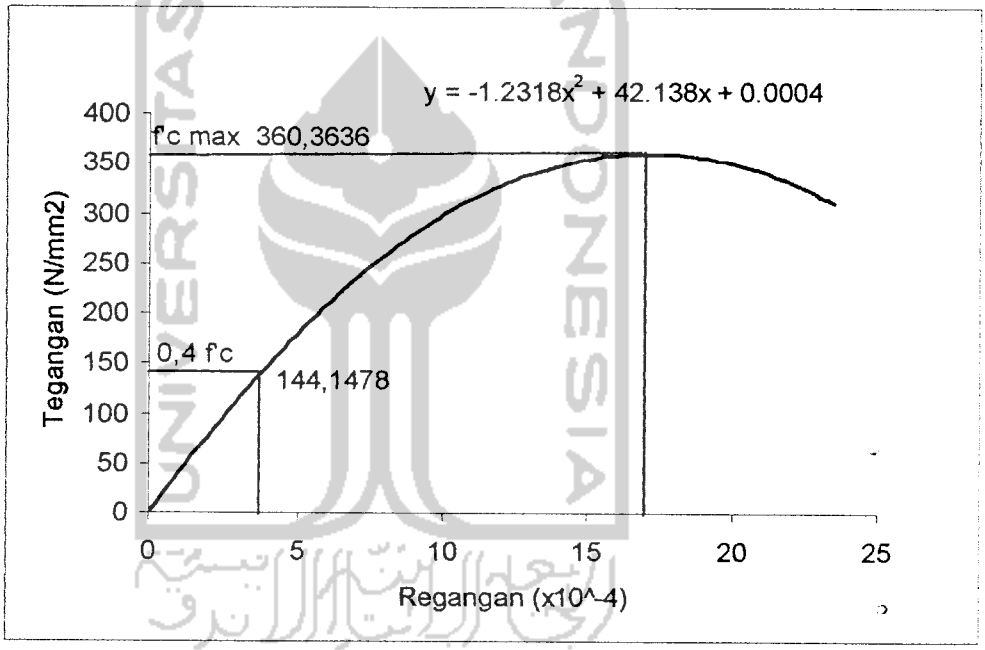
Kuat tekan beton normal hanya mencapai 34,6624 MPa sedangkan f'cr adalah 41,888 MPa . Ini dikarenakan kurang maksimalnya pada saat pengerjaan pengadukan dan pencetakan beton yang mengakibatkan hasil yang kurang maksimal pula.Dan kuat tekan beton maksimal terjadi pada umur 28 hari yaitu 70,0260MPa. Grafik peningkatan pada mutu beton umur 28 hari tidak bisa kontinew karna sangat sulitnya menjaga keseragaman agregat sehingga hasil pengujian tidak bisa mendekati maksimal.Dan kurang maksimalnya pada saat pengerjaan pengadukan dan pencetakan beton yang mengakibatkan hasil yang kurang maksimal pula.

5.5 Analisis Hubungan Tegangan dan Regangan

Dalam penelitian ini pengujian tegangan regangan tidak dilakukan pada seluruh sampel benda uji karena keterbatasan biaya yang tersedia, sehingga hanya diambil satu sampel benda uji setiap variasi pengurangan kandungan air. Setiap bahan akan

megalami perubahan bentuk apabila mendapat beban dan apabila perubahan bentuk terjadi maka gaya internal didalam bahan tersebut akan menahannya, dan gaya internal tersebut disebut tegangan. Bila suatu bahan mengalami tegangan, maka itu akan mengalami perubahan bentuk yang dikenal sebagai regangan (MJ. Smith, 1985). Hasil pengujian tegangan dapat digambarkan dengan grafik hubungan tegangan regangan dengan setiap variasi pengurangan air 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% pada beton umur 28 hari.

Pada pembahasan tegangan regangan ini dibuat berdasarkan gambar yang sudah diregresi dan dikoreksi.Untuk lebih jelasnya lihat gambar 5.5.1-5.5.8 berikut ini.



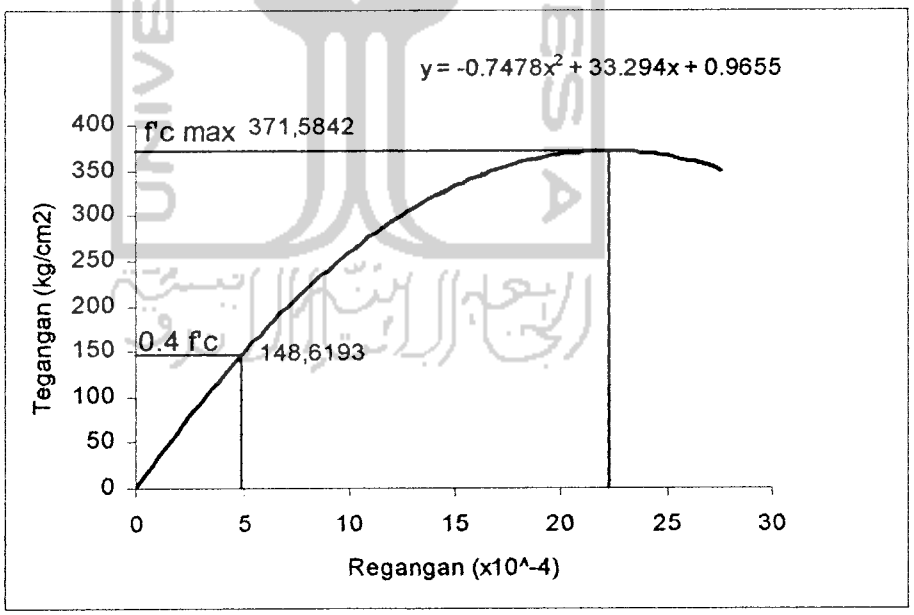
Gambar 5.5.1 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan untuk pengurangan air 0%

Grafik tegangan regangan dipengaruhi oleh karakteristik aregat yang digunakan dan faktor pengujian seperti alat uji dan kecepatan pembebanan. Daerah terlemah pada beton adalah daerah antara pasta semen dan agregat kasar. Penggunaan

agregat kasar batu pecah yang memiliki permukaan kasar akan mengurangi kelemahan tersebut, sehingga dapat meningkatkan kuat tekan dan memperkecil deformasi yang tejadi akibat pembebanan.

Dari grafik hubungan tegangan regangan diatas dapat dilihat bahwa kurva berbentuk lengkung. Hal ini menandakan bahwa nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangan, dan berarti bahwa beton tidak sepenunya elastis.Dari pengujian tegangan regangan pada sampel beton dengan pegurangan 10 % didapat tegangan maksimum pada 360,3696 kg/cm^2 dan regangan hancurnya sebesar 17,1 x 10^{-4}. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Edward G nawy, 1990).Pada kurva tegangan regangan bahwa sampai dengan 40% dari f'c pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang tejadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis.

Dan pada kurva diatas batas linier berada pada tegangan sebesar 144,1478 kg/cm^2 dan besar regangannya adalah 3,8554 x 10^{-4}.

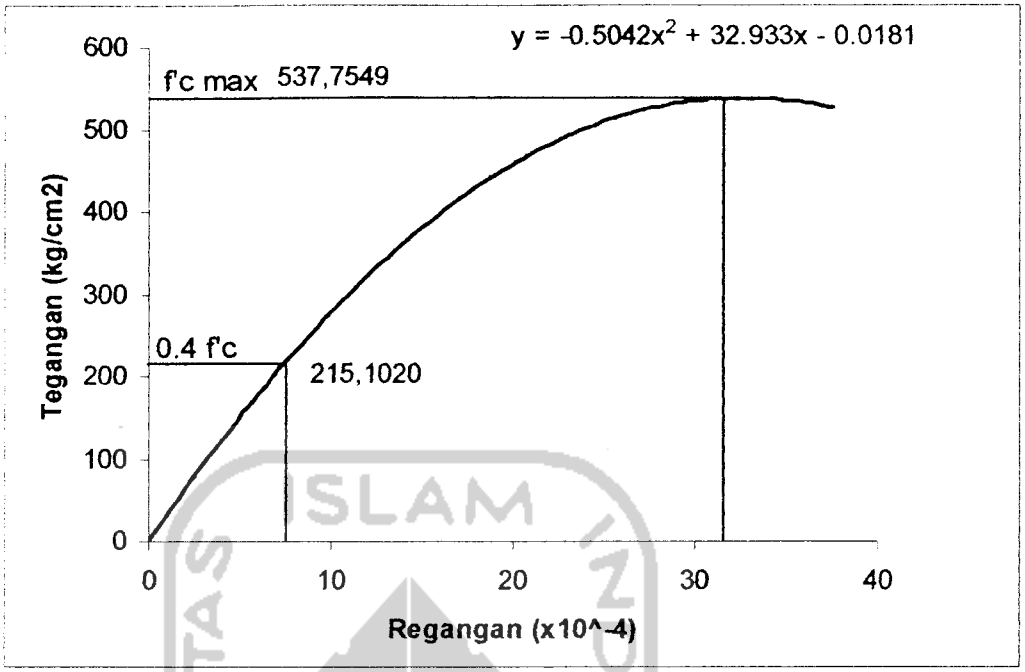


Gambar 5.5.2 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan untuk pengurangan air 5%

Grafik tegangan regangan dipengaruhi oleh karakteristik aregat yang digunakan dan faktor pengujian seperti alat uji dan kecepatan pembebanan. Daerah terlemah pada beton adalah daerah antara pasta semen dan agregat kasar. Penggunaan agregat kasar batu pecah yang memiliki permukaan kasar akan mengurangi kelemahan tersebut, sehingga dapat meningkatkan kuat tekan dan memperkecil deformasi yang tejadi akibat pembebanan.

Dari grafik hubungan tegangan regangan diatas dapat dilihat bahwa kurva berbentuk lengkung. Hal ini menandakan bahwa nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangan, dan berarti bahwa beton tidak sepenunya elastis.Dari pengujian tegangan regangan pada sampel beton dengan pegurangan 5 % didapat tegangan maksimum pada 371,5842 kg/cm^2 dan regangan hancurnya sebesar 22,3 x 10^{-4}. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Edward G nawy, 1990).

Pada kurva tegangan regangan bahwa sampai dengan 40% dari f'c pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang tejadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis. Dan pada kurva diatas batas linier berada pada tegangan sebesar 148,6193 kg/cm^2 dan besar regangannya adalah 4,9453 x 10^{-4}.

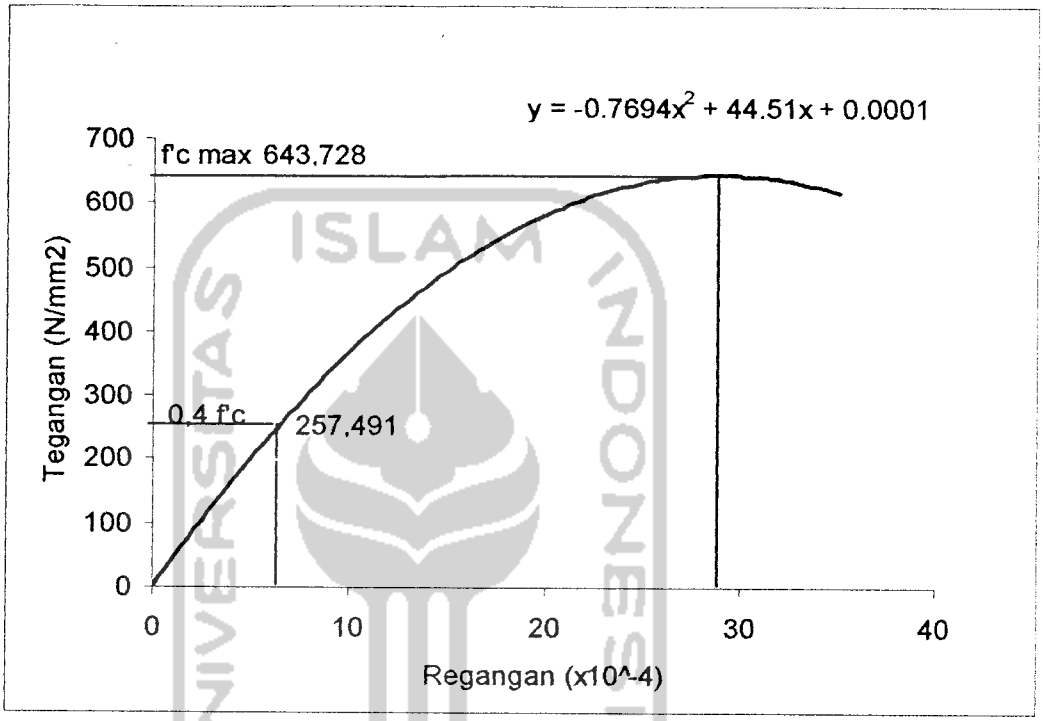


Gambar 5.5.3 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan untuk pengurangan air 10%

Grafik tegangan regangan dipengaruhi oleh karakteristik aregat yang digunakan dan faktor pengujian seperti alat uji dan kecepatan pembebanan. Daerah terlemah pada beton adalah daerah antara pasta semen dan agregat kasar. Penggunaan agregat kasar batu pecah yang memiliki permukaan kasar akan mengurangi kelemahan tersebut, sehingga dapat meningkatkan kuat tekan dan memperkecil deformasi yang tejadi akibat pembebanan.

Dari grafik hubungan tegangan regangan diatas dapat dilihat bahwa kurva berbentuk lengkung. Hal ini menandakan bahwa nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangan, dan berarti bahwa beton tidak sepenunya elastis.Dari pengujian tegangan regangan pada sampel beton dengan pegurangan 0% didapat tegangan maksimum pada 537,7549 kg/cm^2 dan regangan hancurnya sebesar 32,7 x 10^{-4}. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Edward G nawy, 1990).

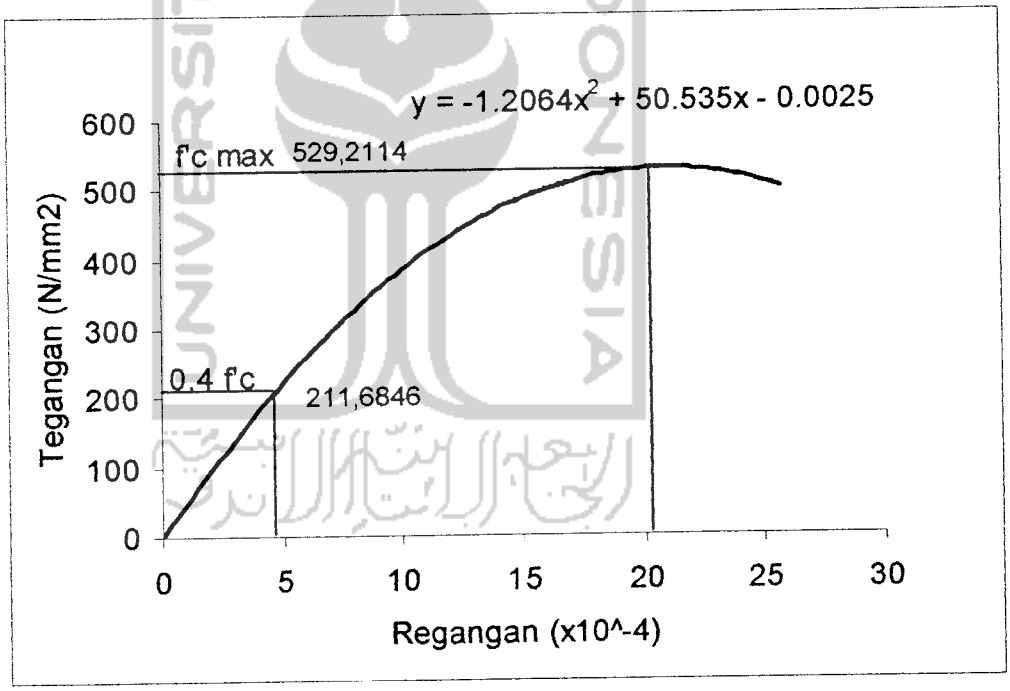
Pada kurva tegangan regangan bahwa sampai dengan 40% dari f'c pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang tejadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis. Dan pada kurva diatas batas linier berada pada tegangan sebesar 215,1020 kg/cm^2 dan besar regangannya adalah 7,3618 x 10^{-4}.



Gambar 5.5.4 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan untuk pengurangan air 15%

Grafik tegangan regangan dipengaruhi oleh karakteristik aregat yang digunakan dan faktor pengujian seperti alat uji dan kecepatan pembebanan. Daerah terlemah pada beton adalah daerah antara pasta semen dan agregat kasar. Penggunaan agregat kasar batu pecah yang memiliki permukaan kasar akan mengurangi kelemahan tersebut, sehingga dapat meningkatkan kuat tekan dan memperkecil deformasi yang tejadi akibat pembebanan.

Dari grafik hubungan tegangan regangan diatas dapat dilihat bahwa kurva berbentuk lengkung. Hal ini menandakan bahwa nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangan, dan berarti bahwa beton tidak sepenunya elastis.Dari pengujian tegangan regangan pada sampel beton dengan pegurangan 15 % didapat tegangan maksimum pada 643,7285 kg/cm^2 dan regangan hancurnya sebesar 28,9 x 10^{-4}. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Edward G nawy, 1990).Pada kurva tegangan regangan bahwa sampai dengan 40% dari f'c pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang tejadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis. Dan pada kurva diatas batas linier berada pada tegangan sebesar 257,4914 kg/cm^2 dan besar regangannya adalah 6,52 x 10^{-4}.

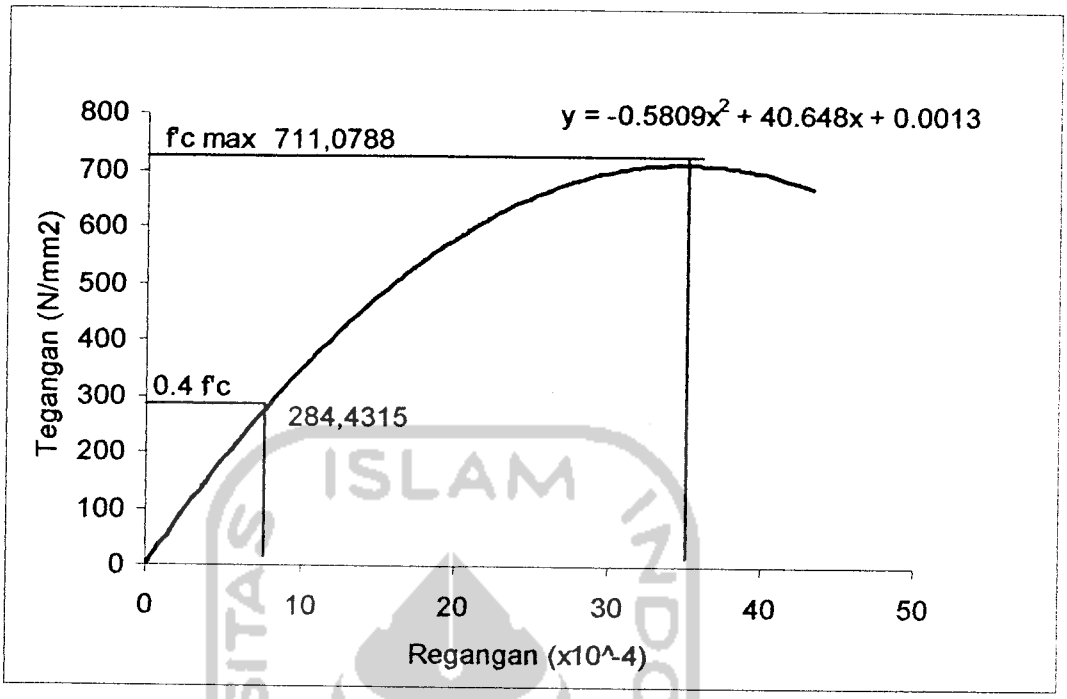


Gambar 5.5.5 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan untuk pengurangan air 20%

Grafik tegangan regangan dipengaruhi oleh karakteristik aregat yang digunakan dan faktor pengujian seperti alat uji dan kecepatan pembebanan. Daerah terlemah pada beton adalah daerah antara pasta semen dan agregat kasar. Penggunaan agregat kasar batu pecah yang memiliki permukaan kasar akan mengurangi kelemahan tersebut, sehingga dapat meningkatkan kuat tekan dan memperkecil deformasi yang tejadi akibat pembebanan.

Dari grafik hubungan tegangan regangan diatas dapat dilihat bahwa kurva berbentuk lengkung. Hal ini menandakan bahwa nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangan, dan berarti bahwa beton tidak sepenunya elastis.Dari pengujian tegangan regangan pada sampel beton dengan pegurangan 20 % didapat tegangan maksimum pada 529,2114 kg/cm^2 dan regangan hancurnya sebesar 20,9 x 10^{-4}. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Edward G nawy, 1990).

Pada kurva tegangan regangan bahwa sampai dengan 40% dari f'c pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang tejadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis. Dan pada kurva diatas batas linier berada pada tegangan sebesar 211,6846 kg/cm^2 dan besar regangannya adalah 4,721 x 10^{-4}.



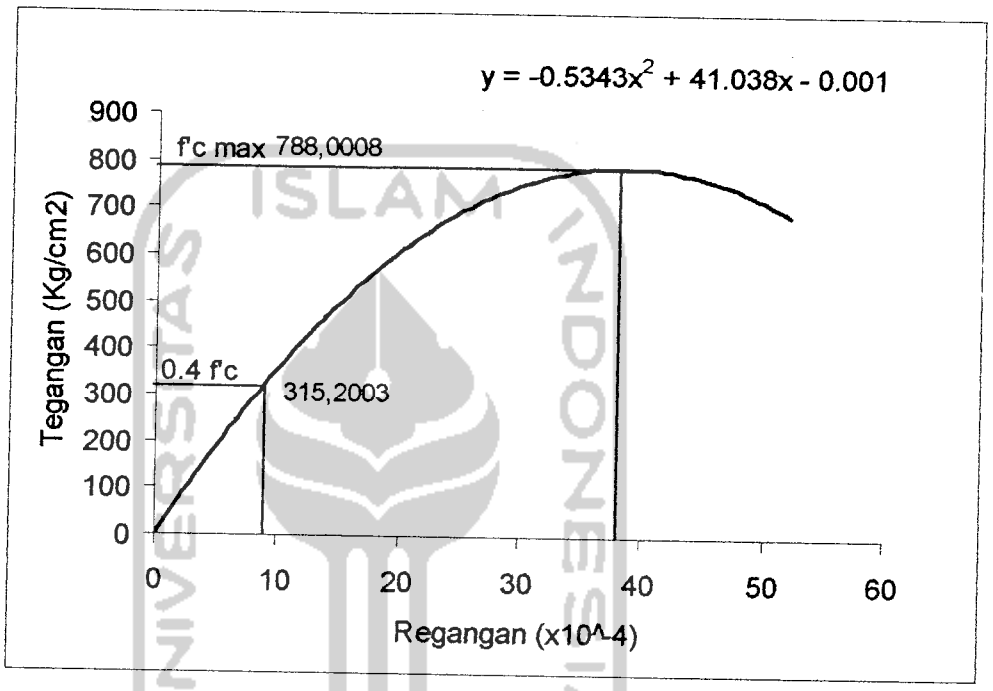
Gambar 5.5.6 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan untuk pengurangan air 25%

Grafik tegangan regangan dipengaruhi oleh karakteristik aregat yang digunakan dan faktor pengujian seperti alat uji dan kecepatan pembebanan. Daerah terlemah pada beton adalah daerah antara pasta semen dan agregat kasar. Penggunaan agregat kasar batu pecah yang memiliki permukaan kasar akan mengurangi kelemahan tersebut, sehingga dapat meningkatkan kuat tekan dan memperkecil deformasi yang tejadi akibat pembebanan.

Dari grafik hubungan tegangan regangan diatas dapat dilihat bahwa kurva berbentuk lengkung. Hal ini menandakan bahwa nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangan, dan berarti bahwa beton tidak sepenunya elastis.Dari pengujian tegangan regangan pada sampel beton dengan pegurangan 25 % didapat tegangan maksimum pada 711,0788 kg/cm^2 dan regangan hancurnya sebesar 35 x

10^{-4}. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Edward G nawy, 1990).

Pada kurva tegangan regangan bahwa sampai dengan 40% dari f'c pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang tejadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis. Dan pada kurva diatas batas linier berada pada tegangan sebesar 284,4315 kg/cm^2 dan besar regangannya adalah 7,8862 x 10^{-4}.

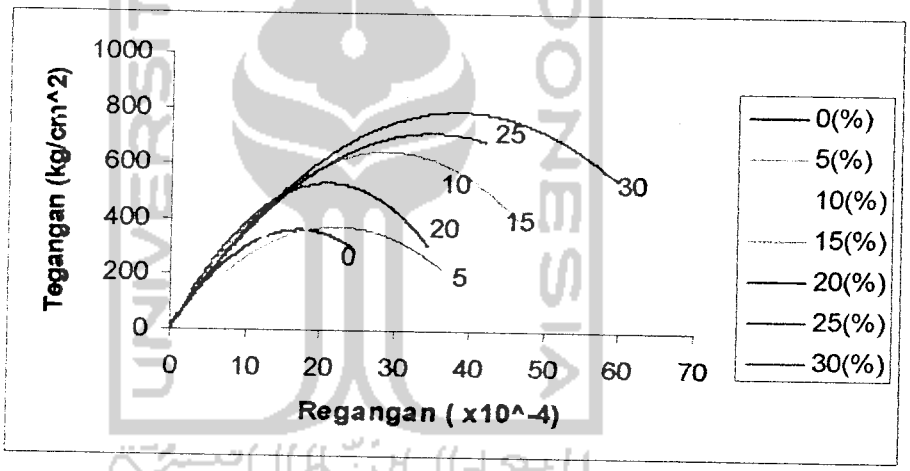


Gambar 5.5.7 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan untuk pengurangan air 30%

Grafik tegangan regangan dipengaruhi oleh karakteristik aregat yang digunakan dan faktor pengujian seperti alat uji dan kecepatan pembebanan. Daerah terlemah pada beton adalah daerah antara pasta semen dan agregat kasar. Penggunaan agregat kasar batu pecah yang memiliki permukaan kasar akan mengurangi kelemahan tersebut, sehingga dapat meningkatkan kuat tekan dan memperkecil deformasi yang tejadi akibat pembebanan.

Dari grafik hubungan tegangan regangan diatas dapat dilihat bahwa kurva berbentuk lengkung. Hal ini menandakan bahwa nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangan, dan berarti bahwa beton tidak sepenunya elastis.Dari pengujian tegangan regangan pada sampel beton dengan pegurangan 25 % didapat tegangan maksimum pada 711,0788 kg/cm^2 dan regangan hancurnya sebesar 35 x 10^{-4}. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Edward G nawy, 1990).

Pada kurva tegangan regangan bahwa sampai dengan 40% dari f'c pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang tejadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis. Dan pada kurva diatas batas linier berada pada tegangan sebesar 315,2003 kg/cm^2 dan besar regangannya adalah 8,8656 x 10^{-4}.



Gambar 5.5.8 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan untuk pengurangan air 0%,5%,10%,15%,20%,25%, dan 30%

Secara keseluruhan pada mutu beton umur 28 hari seiring dengan pengurangan air setiap 5% dan penambahan SP ini terjadi pula peningkatan tegangan .Air yang berada diantara bagian-bagian semen jumlahnya sedikit dan jarak antara

butiran semen menjadi pendek.(Tri Mulyono 2004).Dengan kondisi ikatan semen akan lebih rapat maka akan mempengaruhi kekuatan beton.

Dari hasil uji tegangan regangan diperoleh tegangan maksimum terjadi pada sampel B35-30% yaitu sebesar 788,0008 kg/cm².Pad variasi ini terjadi penambahan SP sebesar 2,48 % terhadap berat semen. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Edward G nawy, 1990).Pada kurva tegangan regangan bahwa sampai dengan 40% dari f'c pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang tejadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis. Dan pada kurva diatas batas linier maksimum berada pada sampel B35-30% tegangan sebesar 315,2003 kg/cm^2 dan besar regangannya adalah 8,8656 x 10^{-4}.Dengan penguranan air sampai 30% maka secara otomatis kelacakan beton segar akan sangat berkurang(ini ditandai dengan nilai *slump* awal hanya 0 cm), dengan di imbangi dengan penambahan SP sebesar 2,48 % terhadap berat semen kelacakan/workabilitiny beton segar menaik (ini ditandai dengan nilai slump akhir sebesar 18,5mm).Kesimpulanya jelas bahwa workabiliti sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton,semakin maksimum pemadatan beton segar yang terjadi semakin maksimum pula hasil kekuatan beto yang dicapai. Dengan penambahan SP, air yang berada diantara bagian-bagian semen jumlahnya sedikit dan jarak antara butiran semen menjadi pendek.(Tri Mulyono 2004).Dengan kondisi ikatan semen akan lebih rapat maka akan mempengaruhi kekuatan beton.

5.6 Modulus Elastis

Modulus elastis modulus elastis adalah kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan itik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar 0,4 f'c), modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis. (Edward G Nawy).Dari modulus elastis ini maka dapat

diketahui seberapa besar kekakuan beton. Data hasil perhitungan Modulus Elastis dapat diketahui dari tabel 5.6.1 berikut ini.

Tabel 5.6.1 Tabel Perhitungan Modulus Elastis Beton

Variasi Beton	Tegangan Max (MPa)	Tegangan. (kg/cm2)	Regangan (10^-4)	Modulus Elastis (kg/cm2)	Modulus Elastis (MPa)	Modulus Elastis SNI(4700√ f'c) (MPa)
B35-0%	52,7538	215,1020	7,3618	292186,6935	28663,51463	34136,9369
B35-5%	36,4524	148,6193	4,9953	297518,2672	29186,54201	28376,6407
B35-10%	35,3517	144,1478	3,8554	373885,4594	36678,16356	27944,9167
B35-15%	63,1497	257,4914	6,5200	394925,4601	38742,18764	37349,3942
B35-20%	51,9156	211,6846	4,7210	448389,3243	43986,99271	33864,6785
B35-25%	69,7568	284,4315	7,8862	360669,9044	35381,71762	39254,6606
B35-30%	77,3029	315,2003	8,6563	364128,2072	35720,97713	41323,3661

Perhitungan Modulus Elastis (Mpa) :

* Modulus Elastis **(Ec)** = $\frac{\sigma}{\varepsilon}$

Keterangan

σ = Tegangan pada 40 % kuat tekan uji (kg/cm^2) (0,4 kuat desak beton)

ε = regangan yang dihasilkan dari tegangan

* Modulus Elastis sesuai SNI :

Modulus Elastis **(Ec)** = $4700\sqrt{f'c}$ (MPa)

Dari tabel 5.5.1 dapat dilihat bahwa dari hasil penelitian modulus elastisitas beton dengan pengurangan air sebesar 0 % (B35-0%) memiliki modulus elastisitas paling rendah dengan nilai 2866,3938 MPa. Hal ini disebabkan oleh besarnya regangan yang terjadi pada saat 40 % tegangan maksimun dan juga bisa terjadi karena

komposisi penambahan SP kurang tepat (SP sangat mempengaruhi workabilitas, jika workabilitasnya rendah maka dalam proses pemadatan kurang maksimal sehinga regangan yang yang terjadi rendah). Modulus elastisitas terbesar terjadi pada sampel dengan variasi pengurangan air 20 % (B35-20% dengan penambahan SP 1,58 %) sebesar 43986,5456 MPa. Hal ini disebabkan oleh dengan pengurangan air sebesar 20 % (B35-20%), penambahan komposisi SP yang hampir mendekati tepat.

Besarnya Modulus Elastis sangat dipengaruhi oleh karakteristi agregat. Daya rekat antara agregat akan mempengaruhi kuat tekan beton tersebut.Modulus Elastis pada beberapa sampel mengalami penurunan ini bisa terjadi karena keseragaman agregat kurang terjaga dan pada proses pengerjaan atau pemadatan beton segar kurang terkontrol.Beton dengan kuat tekan tinggi mempunyai modulus elastis tinggi pula. Pada gambar 5.6.1 dapat dilihat perbandingan antara modulus elastisitas hasil pengujian di laboratorium dengan hasil perhitungan (SNI). Dari perbandingan tersebut menunjukkan bahwa hasil pengujian di laboratorium lebih kecil dari hasil perhitungan (SNI),maka hasil pengijian tidak boleh digunakan sebagai dasar acuan .

BAB V1
KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang ksimpulan dan saran dari hasil penelitian. Penjelasan mengenai hal-hal tersebut akan diuraikan sebagai berikut ini.

6. 1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian laboratorium didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Kelecakan beton segar karakteristiknya dapat dilihat dengan parameter nilai *slump*. Setelah dimodifikasi dengan variasi pengurangan Air dan penambahan SP, nilai *slump* lebih besar dari 150 mm tercapai dimana beton segar tidak terjadi *bleeding* maupun segregasi.
2. Kuat tekan tertinggi sebesar 70,029 MPa terjadi pada umur beton 28 hari untuk pengurangan air 30% dan penambahan SP 2,4812 % dari berat semen.
3. Kuat tekan beton normal dari hasil penelitian hanya mencapai 34,6624 MPa. Sedangkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'cr) adalah 41,888 MPa,Kuat beton normal dari hasil penelitian tidak bisa mencapai f'cr ini disebabkan karena kurang maksimalnya pada saat pengerjaan beton.

6.2 Saran

Dari kesimpulan hasil penelitian, didapatkan beberapa saran yang diharapkan untuk melengkapi penelitian ini maupun yang berguna untuk struktur beton dan dunia teknik sipil yaitu sebagai berikut.

1. Perlu penelitian lebih lanjut guna mencari kadar *superplasticizer* optimum yang mampu memberikan kuat desak beton maksimum.
2. Untuk penambahan *superplasticizer* disarankan agar kadar yang digunakan secara tertatur dan kontinu supaya tercapai hasil yang maksimal.

3. Dalam penelitian berikutnya untuk mendapatkan hasil yang mendekati akurat maka dalam persiapan bahan material dan proses pengerjaanya ini harus diperhatikan kesamaan dan keseragamanya.
4. Dalam proses pengerjaan mencetak beton segar ini harus dikerjakan secara kompak dan cepat, karena jika adukan beton segar dibiarkan terlalu lama maka beton segar akan mengalami pengerasan atau segregasi sebelum pencetakan.

DAFTAR PUSTAKA

Buku Panduan Praktikum Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, 2004.

Ade Ilham, Syafruddin, Hastoro, 2005, Pengaruh Kandungan Air Dan Penambahan Superplasticizer Pada Komposisi Campuran Beton Kuat Tekan 30 Dan 40 Mpa, Yogyakarta.

Chaiyasena,T, 1992, A Study Of High Strength Concrete Made From Portland Cement Containing Rice Husk Ash, Fly Ash And Superplasticizer. www.library.kku.ac.th/abstract/thesis/meng /se/2535/se 350001e.html

Fitria, H. dan Asna, L.,2003, Tugas Akhir Uji Lab Tinjauan Pemakaian Superplasticizer Pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kuat Desak dan Kadar Optimum, Jurusan teknik Sipil dan Perencanaan UII, Jogjakarta.

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.

Ir. Tri mulyono, MT, 2004, Teknologi Beton, Yogyakarta, ANDI,

Murdock, L.J., K.M.Brook, dan Stephanus Hendarko., 1991, BAHAN PRAKTEK BETON.Jakarta : Erlangga.

Muzamil dan Budiyono, 1997, Tugas Akhir Pengaruh Pemakain 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.

Ramachandran, V. S, 1979, *Superplasticizer In Concrete*. www.irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd203.e.html

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.

LAMPIRAN I

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERE. AAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Sutrisno	02 511 130	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Bahan Tambah Superplasticizer (Sikamen NN) Dan Pengurangan Jumlah Air Terhadap Kuat Desak Beton Fc 35 Mpa

PERIODE KE	: I (Sept.06- Pebr.07)
TAHUN TA	: 2006 - 2007
Sampai Akhir Pebruari 2007	

No.	Kegiatan	Bulan Ke : SEP	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	PEB.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Ade Ilham,Dr,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Ade Ilham,Dr,Ir,MT



Jogjakarta , 28-Sep-06
a.n. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MS

Catatan :

Seminar

Sidang

Pendadaran

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP 895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE	: I (Sept.06- Pebr.07)
TAHUN TA	: 2006 - 2007
Sampai Akhir Pebruari 2007	

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Sutrisno	02 511 130	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Bahan Tambah Superplasticizer (Sikamen NN) Dan Pengurangan Jumlah Air Terhadap Kuat Desak Beton Fc 35 Mpa

Dosen Pembimbing I : Ade Ilham,Dr,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Ade Ilham,Dr,Ir,MT



Jogjakarta ,28-Sep-06
a.n. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MS

Catatan :
Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

LAMPIRAN 2

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 x Sd .....(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 x 4,2 = 6,888 MPa

D. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

f'cr = f'c + M .....(1.2)

Keterangan :

f'cr = Kuat tekan rata-rata

f'c = Kuat tekan yang disyaratkan

M = Nilai tambah

f'cr = 35 + 6,888 = 41,888 MPa

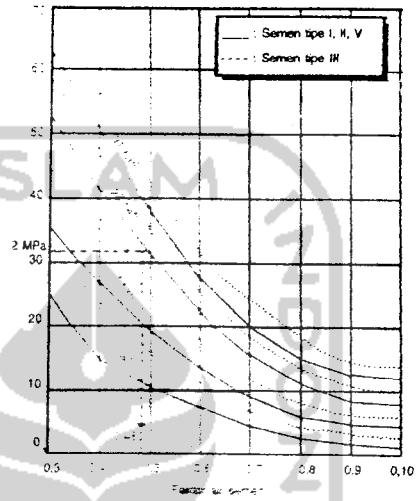
E. Menetapkan Jenis Semen

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 = 41,888 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 0,40. Jadi f.a.s pertama **– 0,40**



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

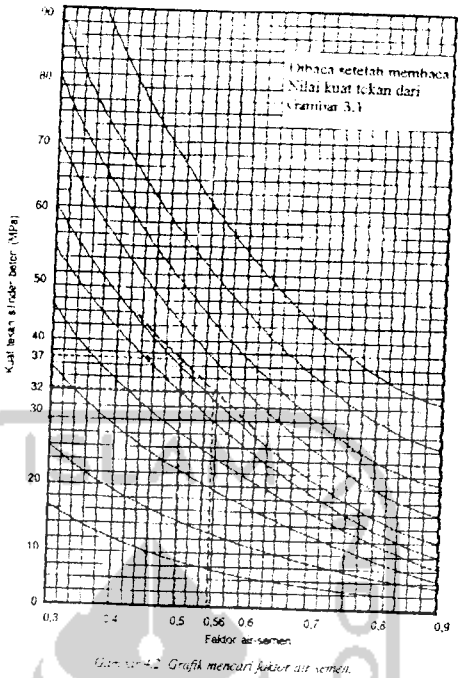
Cara kedua : Diketahui jenis semen I, jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari maka digunakan tabel dibawah ini.

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 4.2 Grafik mencari faktor air semen.

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 = 41,888 tarik ke kanan memotong garis putus yang dibuat tadi di B dan tarik garis ke bawah maka diperoleh faktor air-semen yang baru yaitu = 0,48. Jadi fas kedua = 0,48

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

Dengan cara ini diperoleh :

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

b) 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.

c) 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 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 0,40 ; 0,48; 0,6 maka nilai fas diambil nilai yang terendah yaitu **0,40**

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

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)

I. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan :

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

Keterangan :

W = Jumlah air yang dibutuhkan

C = Faktor air-semen maksimum

Kebutuhan semen = $^{210}/_{0,40}$ = **525 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 **525 kg/m^3**

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.

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

CATATAN KONSULTASI

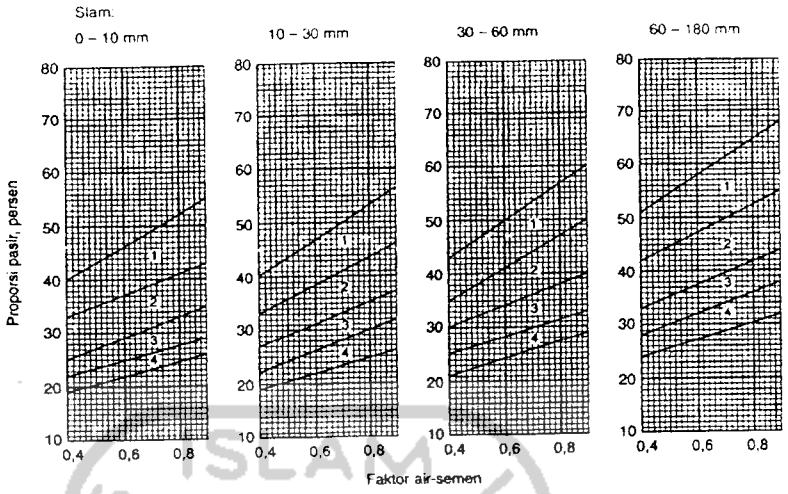
TAN
TANG

20/2/06 Perbaiki Bab I
28/3/07 Perbaiki Bab II
30/3/07 Perbaiki Bab III - Lanjutkan
2/4/07 Perbaiki - Lanjutkan
10/4/07 Perbaiki Bab III & IV



SP.

12/4/07 ACC
03/05/07 Perbaiki isi - Perbaiki & pindahkan
29/5/07 - Format sesuai
01/6/07 - Perbaiki, simpulan
02/6/07 ACC



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

Fas = 0,40

Daerah pasir = daerah 2

Slump = 30 – 60 mm

Agregat maksimum = 20 mm

Maka didapat persentase pasir = 35%

persentase kerikil = 65%

M. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

$$\text{Bj campuran} = \frac{P}{100} \text{ x Bj pasir} + \frac{K}{100} \text{ x Bj kerikil} \quad \text{.....(1.4)}$$

Keterangan :

Bj campuran = Berat jenis campuran

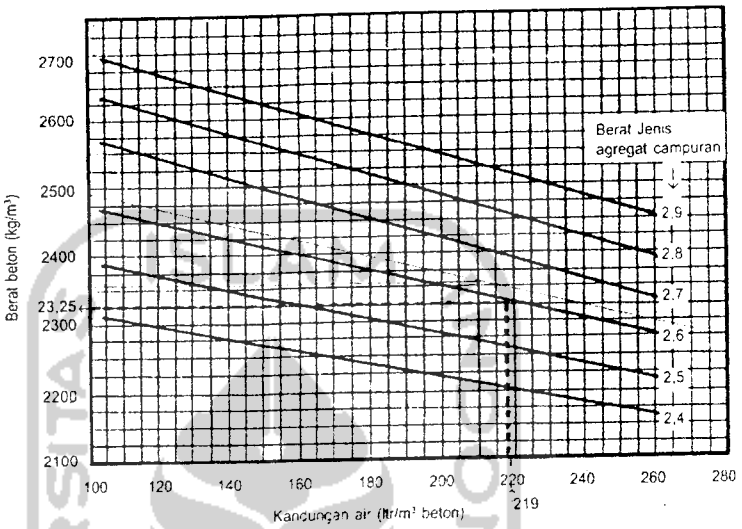
P = Persentase pasir terhadap agregat campuran

K = Persentase kerikil terhadap agregat campuran

$$\text{Bj campuran} = (35/100 \text{ x } 2{,}621) + (65/100 \text{ x } 2{,}643) = \mathbf{2{,}6353\ t/m^3}$$

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 **2355 kg/m^3** dengan cara kebutuhan air

O. Menentukan Kebutuhan Pasir dan Kerikil

Berat pasir + berat kerikil = berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen

= 2355 – 210 – 525 = **1620 kg**

P. Menentukan Kebutuhan Pasir

Kebutuhan pasir = 1620 x 35% = **567 kg**

Q. Menentukan Kebutuhan Kerikil

1620 – 567 = **1053 kg**

Formulir Perancangan Adukan Beton

(Menurut Standar Pekerjaan Umum)

No	Uraian	Jumlah
1	Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari	35 Mpa
2	Deviasi standar	4,2 MPa
3	Nilai tambah	6,88 MPa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan	41.888 MPa
5	Jenis semen	biasa
6	Jenis agregat kasar	batu pecah
7	Faktor air semen	0,40
8	Nilai slump	9 mm
9	Ukuran maksimum agregat	20 mm
10	Kebutuhan Air	210 ltr
11	Kebutuhan semen portland	525 kg
12	Daerah gradasi agregat halus	2
13	Persen berat agregat halus terhadap campuran	35%
14	Berat jenis agregat campuran	2,64 t/m^3
15	Berat jenis beton	2355 kg/m^3
16	Kebutuhan agregat	1620 kg/m^3
17	Kebutuhan agregat halus	567 kg/m^3
18	Kebutuhan agregat kasar	1053 kg/m^3

Kesimpulan

Volume	Berat total	Air	Semen	Ag. halus	Ag. kasar
1 m^3	2355 kg	210 kg	525 kg	567 kg	1053 kg
1 adukan	861.93 kg	76.86 kg	192.15 kg	207.522 kg	385.398 kg

LAMPIRAN HASIL UJI LABORATORIUM

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

LAMPIRAN B-1

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

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

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

URAIAN	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak, gram (Bk)	474	480	478	477,33
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, gram	500	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air, gram (Bt)	1142	1147,5	1132	1140,5
Berat Piknometer Berisi Air, gram (B)	831,5	831,5	831,5	831,5
Berat Jenis Curah, gram/cm^3 ..... (1) Bk / (B + 500 - Bt)	2,5013	2,609	2,396	2,502
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, gram/cm^3 ... (2) 500 / (B + 500 - Bt)	2,64	2,717	2,506	2,621
Berat Jenis Semu ..... (3) Bk / (B + Bk - Bt)	2,899	2,926	2,693	2,834
Penyerapan Air ..... (4) (500 - Bk) / Bk x 100%	5,485 %	4,167 %	4,603 %	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/cm^3

Yogyakarta, Februari 2007

Disahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Sutrisno

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

LAMPIRAN B-2

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR
KRICAK/KERIKIL
No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

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

URAIAN	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
Berat Kerikil Kering Mutlak, gram (Bk)	4801	4830	4805	4812
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka, gram (Bj)	5000	5000	5000	5000
Berat Kerikil Dalam Air, gram (Ba)	3098	3108	3119	3108,33
Berat Jenis curah,.....(1) Bk / (Bj - Ba)	2,524	2,553	2,554	2,544
Berat Jenis jenuh Kering Muka,..... (2) Bj / (Bj - Ba)	2,629	2,643	2,658	2,643
Berat Jenis Semu,.....(3) Bk / (Bk - Ba)	2,819	2,805	2,85	2,825
Penyerapan Air,..... (4) (Bj - Bk) / Bk x 100%	4,145 %	3,519 %	4,058 %	3,907 %

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka agregat tersebut = 2,643 gr/cm^3

Yogyakarta, Februari 2007

Disahkan

LABORATORIUM
UNTUK KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Sutrisno

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

LAMPIRAN B-3

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

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

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

Uraian	**Sampel 1**	**Sampel 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	**Sampel 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, Februari 2007

Disahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Sutrisno

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

LAMPIRAN B-4

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

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

Penguji : Sutrisno
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**	-

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

Yogyakarta, Februari 2007

Disahkan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Sutrisno

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

LAMPIRAN B-5

GRADASI PASIR

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

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar
Daerah II : Pasir agak kasar
Daerah III : Pasir agak halus
Daerah IV : Pasir halus

Hasil analisa ayakan masuk daerah : 2 (dua)

Jenis pasir : agak kasar

Yogyakarta, Februari 2007

Disahkan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Sutrisno

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

LAMPIRAN B-6

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200
(UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR)
No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Sutrisno
Ditest tanggal : 22 Juni 2006
Krikil asal : Cangkringan Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Ukuran butir maksimum	Barat Minimum	Keterangan
Sampai 4,80 mm	500 gram	Pasir
9,60 mm	1000 gram	Kerikil
19,20 mm	1500 gram	Kerikil
38,00 mm	2500 gram	Kerikil

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven (W_1), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W_2), gram	488,5	492	490,25
Berat yang lewat ayakan no. 200, (%) $\{(W_1 - W_2)/ W_1\} \times 100\%$	2,3 %	1,6 %	1,95 %

Menurut Persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982) berat bagian yang lewat ayakan no. 200 (0,075 mm):

a. Untuk pasir maksimum 5 % (lima persen)
b. Untuk kerikil maksimum 1 % (satu persen)

Yogyakarta, Februari 2007

Disahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Sutrisno

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

LAMPIRAN B-7

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200
(UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM KERIKIL)
No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

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

Ukuran butir maksimum	Barat Minimum	Keterangan
Sampai 4,80 mm	500 gram	Pasir
9,60 mm	1000 gram	Kerikil
19,20 mm	1500 gram	Kerikil
38,00 mm	2500 gram	Kerikil

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven (W_1), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W_2), gram	488,5	492	490,25
Berat yang lewat ayakan no. 200, (%) $\{(W_1 - W_2)/ W_1\} \times 100\%$	2,3 %	1,6 %	1,95 %

Menurut Persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982) berat bagian yang lewat ayakan no. 200 (0,075 mm):

c. Untuk pasir maksimum 5 % (lima persen)
d. Untuk kerikil maksimum 1 % (satu persen)

Yogyakarta, Februari 2007

Disahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Sutrisno

LAMPIRAN 3

Data Kuat Desak Beton Umur 3 hari $f'c$ 35 MPa

0%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c=P/A$
B35-0%	147	299	12.6	321600	18.9588
	148	296	12.5	282500	16.4295
	147	300	12.7	251900	14.8499
				P max rata-rat **285333.333**	16.7461

5%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c=P/A$
B35-5%	146	299	12.6	368200	22.0043
	147	300	12.7	261500	15.4158
	146	300	12.6	308000	18.4067
				P max rata-rat **312566.667**	18.609

10%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c=P/A$
B35-10%	147	302	13	429400	25.3138
	147	301	12.9	406700	23.9756
	147	300	12.8	388600	22.9086
				P max rata-rat **408233.333**	24.066

15%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c=P/A$
B35-15%	149	300	12.85	415700	23.8527
	149	300	12.94	546600	31.3637
	149	301	13	524300	30.0841
				P max rata-rat **495533.333**	28.4335

20%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c=P/A$
B35-20%	150	303	13.1	434700	24.6115
	150	302	12.93	620900	35.1536
	151	299	13	672600	37.578
				P max rata-rat **576066.667**	32.4477

25%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c=P/A$
B35-25%	149	300	13.1	652100	37.4173
	149	299	13	689500	39.5633
	149	301	12.99	656400	37.664
				P max rata-rat **666000**	38.2148

30%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c=P/A$
B35-30%	149	300	13.1	901600	51.7335
	150	299	13.2	885400	50.1288
	150	300	13.2	916500	51.8896
				P max rata-rat **901166.667**	51.2506

Data Kuat Desak Beton Umur 7 hari $f'c$ 35 MPa

0%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-0%	148	300	12.8	309500	17.9998
	148	300	13	285900	16.6273
	149	300	12.8	389400	22.3436
			P max rata-rata	**328266.6667**	18.9902

5%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-5%	145	301	12.8	525100	31.8153
	147	300	12.8	548900	32.3585
	147	300	12.8	412600	24.3234
			P max rata-rata	**495533.3333**	29.4991

10%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-10%	147	301	13.1	462500	27.2651
	148	300	13	510900	29.7127
	147	301	13	597800	35.2413
			P max rata-rata	**523733.3333**	30.7397

15%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-15%	147	300	13.1	768000	45.2748
	148	300	13.1	745400	43.3507
	146	300	13.2	807400	48.2518
			P max rata-rata	**773600**	45.6258

20%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-20%	147	300	13.3	716700	42.2506
	147	300	13.2	495400	
	147	300	13.1	895100	52.7676
			P max rata-rata	**702400**	47.5091

25%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-25%	147	300	13.1	939200	55.3674
	146	300	13.1	806100	48.1741
	146	305	13.5	896400	53.5706
			P max rata-rata	**880566.6667**	52.3707

30%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-30%	147	302	13.2	946800	55.8154
	149	300	13.2	1181000	67.7654
	148	299	13.25	1295000	75.3142
			P max rata-rata	**1140933.333**	66.2983

Data Kuat Desak Beton Umur 14 hari $f'c$ 35 MPa

0%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-0%	147	303	12.8	403100	23.7634
	147	303	12.9	329200	19.4069
	148	300	13	526900	30.6433
			P max rata-rata	**419733.333**	24.6045

5%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-5%	149	305	13.3	469500	26.9397
	147	300	12.8	548600	32.3409
	148	300	13	724200	42.1178
			P max rata-rata	**580766.667**	33.7995

10%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-10%	147	301	13.2	571200	33.6732
	147	300	13	633400	37.34
	147	300	13.1	608100	35.8485
			P max rata-rata	**604233.333**	35.6205

15%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-15%	149	298	13	683600	39.2247
	147	300	13.2	935500	55.1492
	148	300	13.2	827500	48.1255
			P max rata-rata	**815533.333**	47.4998

20%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-20%	149	298	13.2	935100	53.6557
	146	300	13.2	824100	49.2498
	148	297	13.2	859800	50.004
			P max rata-rata	**873000**	50.9698

25%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-25%	149	299	13.1	846100	
	149	300	13.1	928500	53.277
	147	300	13.2	980600	57.8079
			P max rata-rata	**918400**	55.5425

30%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-30%	148	299	13.21	1180000	68.626
	149	300	13.35	1262000	72.4131
	150	305	13.8	1311000	74.2251
			P max rata-rata	**1251000**	71.7547

Data Kuat Desak Beton Umur 28 hari $f'c$ 35 MPa

0%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-0%	150	300	13	737200	
	150	300	13	604500	34.225053
	149	300	13	682300	39.150127
	149	300	12.9	533500	30.612037
	151	301	13	489400	
			P max rata-rata	**609380**	34.662406

5%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-0%	151	300	12.9	631500	35.281724
	149	300	13	532800	
	150	300	13.1	605900	34.304317
	150	303	13.1	690500	39.094126
	149	300	13.1	624300	35.822108
			P max rata-rata	**617000**	36.125569

10%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-0%	150	300	13.0	797400	45.146497
	150	301	13.1	725300	41.064402
	149	301	13.1	786100	45.106134
	150	300	13.0	853900	48.345364
	150	300	13.0	881100	49.88535
			P max rata-rata	**808760**	45.909549

15%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-0%	148	301	13.10	773100	44.961686
	146	301	13.10	883200	52.781739
	147	300	13.08	853900	50.33878
	148	300	13.10	951100	55.313749
	148	301	13.10	882500	51.324134
			P max rata-rata	**868760**	50.944017

20%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-0%	149	301	13.2	925000	53.076165
	147	301	13.1	893500	52.673264
	147	300	13.2	935000	55.119756
	147	300	13.25	951100	56.068877
	147	299	13.3	751200	44.28445
			P max rata-rata	**891160**	52.244502

25%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	f'c=P/A
B35-0%	150	299	13.4	996000	56.390658
	151	301	13.3	953200	53.255011
	151	297	13.25	1227000	68.552139
	149	299	13.3	1043000	59.846963
	149	301	13.3	1246000	71.495029
			P max rata-rata	**1093040**	61.90796

30%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	f'c=P/A
B35-0%	150	300	13.45	1292000	73.149328
	151	298	13.4	1201000	67.099527
	148	299	13.4	1326000	77.117055
	148	300	13.5	965100	
	151	298	13.3	1123000	62.741689
			P max rata-rata	**1181420**	70.0269

Sampel	- Air	28 hr	14 hr	7 hr	3 hr
B35-0%	0%	34.6624	24.6045	18.9902	16.746096
B35-5%	5%	36.1256	33.7995	29.4991	18.608955
B35-10%	10%	45.9095	35.6205	30.7397	24.066012
B35-15%	15%	50.9440	47.4998	45.6258	28.433523
B35-20%	20%	52.2445	50.9698	47.5091	32.44767
B35-25%	25%	61.9080	55.5425	52.3707	38.214839
B35-30%	30%	70.0269	66.2983	62.2554	51.250627

Data Lanjutan Kuat Desak Beton Umur 28 hari $f'c$ 35 MPa

25%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-0%	150	299	13.4	996000	56.390658
	151	301	13.3	953200	53.255011
	151	297	13.25	1227000	68.552139
	149	299	13.3	1043000	59.846963
	149	301	13.3	1246000	71.495029
			P max rata-rata	**1093040**	61.90796

30%

Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	P Max (N)	$f'c$=P/A
B35-0%	150	300	13.45	1292000	73.149328
	151	298	13.4	1201000	67.099527
	148	299	13.4	1326000	77.117055
	148	300	13.5	965100	
	151	298	13.3	1123000	62.741689
			P max rata-rata	**1181420**	70.0269

Sampel	- Air	28 hr	14 hr	7 hr	3 hr
B35-0%	0%	34.6624	24.6045	18.9902	16.746096
B35-5%	5%	36.1256	33.7995	29.4991	18.608955
B35-10%	10%	45.9095	35.6205	30.7397	24.066012
B35-15%	15%	50.9440	47.4998	45.6258	28.433523
B35-20%	20%	52.2445	50.9698	47.5091	32.44767
B35-25%	25%	61.9080	55.5425	52.3707	38.214839
B35-30%	30%	70.0269	66.2983	62.2554	51.250627

DATA TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 0 %

Diameter	14.9	cm
Tinggi	30.4	cm
Berat	13.2	kg
P Max	616	KN

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
10	2	0.573	5.6238	0.067	0.109
20	6	1.147	11.2477	0.200	0.242
30	10	1.720	16.8715	0.333	0.376
40	13	2.293	22.4953	0.433	0.476
50	17	2.866	28.1191	0.567	0.609
60	20	3.440	33.7430	0.667	0.709
70	24	4.013	39.3668	0.800	0.842
80	28	4.586	44.9906	0.933	0.976
90	32	5.159	50.6144	1.067	1.109
100	36	5.733	56.2383	1.200	1.242
110	41	6.306	61.8621	1.367	1.409
120	45	6.879	67.4859	1.500	1.542
130	50	7.453	73.1097	1.667	1.709
140	55	8.026	78.7336	1.833	1.876
150	60	8.599	84.3574	2.000	2.042
160	67	9.172	89.9812	2.233	2.276
170	73	9.746	95.6050	2.433	2.476
180	80	10.319	101.2289	2.667	2.709
190	88	10.892	106.8527	2.933	2.976
200	95	11.465	112.4765	3.167	3.209
210	103	12.039	118.1003	3.433	3.476
220	108	12.612	123.7242	3.600	3.642
230	114	13.185	129.3480	3.800	3.842
240	115	13.759	134.9718	3.833	3.876
250	116	14.332	140.5956	3.867	3.909
260	118	14.905	146.2195	3.933	3.976
270	124	15.478	151.8433	4.133	4.176
280	134	16.052	157.4671	4.467	4.509
290	143	16.625	163.0909	4.767	4.809
300	151	17.198	168.7148	5.033	5.076
310	159	17.772	174.3386	5.300	5.342
320	168	18.345	179.9624	5.600	5.642
330	175	18.918	185.5862	5.833	5.876
340	184	19.491	191.2101	6.133	6.176
350	192	20.065	196.8339	6.400	6.442
360	200	20.638	202.4577	6.667	6.709
370	165	21.211	208.0815	5.500	5.542
380	172	21.784	213.7054	5.733	5.776
390	180	22.358	219.3292	6.000	6.042
400	189	22.931	224.9530	6.300	6.342
410	197	23.504	230.5768	6.567	6.609
420	205	24.078	236.2007	6.833	6.876
430	215	24.651	241.8245	7.167	7.209
440	225	25.224	247.4483	7.500	7.542
450	236	25.797	253.0721	7.867	7.909

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 0 %

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
460	246	26.371	258.6960	8.200	8.242
470	236	26.944	264.3198	7.867	7.909
480	246	27.517	269.9436	8.200	8.242
490	257	28.090	275.5674	8.567	8.609
500	270	28.664	281.1913	9.000	9.042
510	282	29.237	286.8151	9.400	9.442
520	293	29.810	292.4389	9.767	9.809
530	204	30.384	298.0627	6.800	6.842
540	216	30.957	303.6866	7.200	7.242
550	300	31.530	309.3104	10.000	10.042
560	340	32.103	314.9342	11.333	11.376
570	370	32.677	320.5580	12.333	12.376
580	344	33.250	326.1819	11.467	11.509
590	360	33.823	331.8057	12.000	12.042
600	382	34.396	337.4295	12.733	12.776
610	408	34.970	343.0533	13.600	13.642
620	452	35.543	348.6772	15.067	15.109
630	490	36.116	354.3010	16.333	16.376
640	507	36.690	359.9248	16.900	16.942
650	512	37.263	365.5486	17.067	17.109

DATA TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 5 %

Diameter	14.9	cm
Tinggi	30.4	cm
Berat	13.2	kg
P Max	565.7	KN

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
10	4	0.573	5.6238	0.133	0.119
20	8	1.147	11.2477	0.267	0.252
30	14	1.720	16.8715	0.467	0.452
40	18	2.293	22.4953	0.600	0.586
50	24	2.866	28.1191	0.800	0.786
60	29	3.440	33.7430	0.967	0.952
70	35	4.013	39.3668	1.167	1.152
80	39	4.586	44.9906	1.300	1.286
90	44	5.159	50.6144	1.467	1.452
100	49	5.733	56.2383	1.633	1.619
110	54	6.306	61.8621	1.800	1.786
120	60	6.879	67.4859	2.000	1.986
130	65	7.453	73.1097	2.167	2.152
140	70	8.026	78.7336	2.333	2.319
150	76	8.599	84.3574	2.533	2.519
160	82	9.172	89.9812	2.733	2.719
170	89	9.746	95.6050	2.967	2.952
180	95	10.319	101.2289	3.167	3.152
190	101	10.892	106.8527	3.367	3.352
200	109	11.465	112.4765	3.633	3.619
210	115	12.039	118.1003	3.833	3.819
220	121	12.612	123.7242	4.033	4.019
230	131	13.185	129.3480	4.367	4.352
240	139	13.759	134.9718	4.633	4.619
250	146	14.332	140.5956	4.867	4.852
260	155	14.905	146.2195	5.167	5.152
270	162	15.478	151.8433	5.400	5.386
280	170	16.052	157.4671	5.667	5.652
290	179	16.625	163.0909	5.967	5.952
300	188	17.198	168.7148	6.267	6.252
310	197	17.772	174.3386	6.567	6.552
320	205	18.345	179.9624	6.833	6.819
330	215	18.918	185.5862	7.167	7.152
340	223	19.491	191.2101	7.433	7.419
350	231	20.065	196.8339	7.700	7.686
360	241	20.638	202.4577	8.033	8.019
370	250	21.211	208.0815	8.333	8.319
380	257	21.784	213.7054	8.567	8.552
390	262	22.358	219.3292	8.733	8.719
400	265	22.931	224.9530	8.833	8.819
410	270	23.504	230.5768	9.000	8.986

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 5 %

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
420	274	24.078	236.2007	9.133	9.119
430	279	24.651	241.8245	9.300	9.286
440	282	25.224	247.4483	9.400	9.386
450	285	25.797	253.0721	9.500	9.486
460	287	26.371	258.6960	9.567	9.552
470	290	26.944	264.3198	9.667	9.652
480	292	27.517	269.9436	9.733	9.719
490	295	28.090	275.5674	9.833	9.819
500	301	28.664	281.1913	10.033	10.019
510	309	29.237	286.8151	10.300	10.286
520	316	29.810	292.4389	10.533	10.519
530	325	30.384	298.0627	10.833	10.819
540	336	30.957	303.6866	11.200	11.186
550	349	31.530	309.3104	11.633	11.619
560	382	32.103	314.9342	12.733	12.719
570	414	32.677	320.5580	13.800	13.786
580	451	33.250	326.1819	15.033	15.019
590	494	33.823	331.8057	16.467	16.452
600	513	34.396	337.4295	17.100	17.086
610	510	34.970	343.0533	17.000	16.986
620	495	35.543	348.6772	16.500	16.486

DATA TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 10 %

Diameter	14.9	cm
Tinngi	30	cm
Berat	12.9	kg
P Max	770.2	KN

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
10	5	0.573	5.6238	0.167	0.278
20	10	1.147	11.2477	0.333	0.444
30	15	1.720	16.8715	0.500	0.611
40	21	2.293	22.4953	0.700	0.811
50	26	2.866	28.1191	0.867	0.978
60	30	3.440	33.7430	1.000	1.111
70	34	4.013	39.3668	1.133	1.244
80	39	4.586	44.9906	1.300	1.411
90	44	5.159	50.6144	1.467	1.578
100	49	5.733	56.2383	1.633	1.744
110	54	6.306	61.8621	1.800	1.911
120	60	6.879	67.4859	2.000	2.111
130	65	7.453	73.1097	2.167	2.278
140	71	8.026	78.7336	2.367	2.478
150	75	8.599	84.3574	2.500	2.611
160	81	9.172	89.9812	2.700	2.811
170	86	9.746	95.6050	2.867	2.978
180	91	10.319	101.2289	3.033	3.144
190	98	10.892	106.8527	3.267	3.378
200	103	11.465	112.4765	3.433	3.544
210	109	12.039	118.1003	3.633	3.744
220	115	12.612	123.7242	3.833	3.944
230	120	13.185	129.3480	4.000	4.111
240	126	13.759	134.9718	4.200	4.311
250	132	14.332	140.5956	4.400	4.511
260	138	14.905	146.2195	4.600	4.711
270	144	15.478	151.8433	4.800	4.911
280	150	16.052	157.4671	5.000	5.111
290	157	16.625	163.0909	5.233	5.344
300	163	17.198	168.7148	5.433	5.544
310	169	17.772	174.3386	5.633	5.744
320	175	18.345	179.9624	5.833	5.944
330	180	18.918	185.5862	6.000	6.111
340	189	19.491	191.2101	6.300	6.411
350	195	20.065	196.8339	6.500	6.611
360	201	20.638	202.4577	6.700	6.811
370	209	21.211	208.0815	6.967	7.078
380	216	21.784	213.7054	7.200	7.311
390	223	22.358	219.3292	7.433	7.544
400	231	22.931	224.9530	7.700	7.811

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 10%

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
410	238	23.504	230.5768	7.933	8.044
420	245	24.078	236.2007	8.167	8.278
430	252	24.651	241.8245	8.400	8.511
440	258	25.224	247.4483	8.600	8.711
450	265	25.797	253.0721	8.833	8.944
460	272	26.371	258.6960	9.067	9.178
470	280	26.944	264.3198	9.333	9.444
480	288	27.517	269.9436	9.600	9.711
490	295	28.090	275.5674	9.833	9.944
500	303	28.664	281.1913	10.100	10.211
510	310	29.237	286.8151	10.333	10.444
520	318	29.810	292.4389	10.600	10.711
530	325	30.384	298.0627	10.833	10.944
540	332	30.957	303.6866	11.067	11.178
550	339	31.530	309.3104	11.300	11.411
560	348	32.103	314.9342	11.600	11.711
570	355	32.677	320.5580	11.833	11.944
580	362	33.250	326.1819	12.067	12.178
590	370	33.823	331.8057	12.333	12.444
600	379	34.396	337.4295	12.633	12.744
610	389	34.970	343.0533	12.967	13.078
620	396	35.543	348.6772	13.200	13.311
630	405	36.116	354.3010	13.500	13.611
640	414	36.690	359.9248	13.800	13.911
650	422	37.263	365.5486	14.067	14.178
660	431	37.836	371.1725	14.367	14.478
670	440	38.409	376.7963	14.667	14.778
680	450	38.983	382.4201	15.000	15.111
690	458	39.556	388.0439	15.267	15.378
700	468	40.129	393.6678	15.600	15.711
710	479	40.703	399.2916	15.967	16.078
720	491	41.276	404.9154	16.367	16.478
730	500	41.849	410.5392	16.667	16.778
740	508	42.422	416.1631	16.933	17.044
750	516	42.996	421.7869	17.200	17.311
760	525	43.569	427.4107	17.500	17.611
770	538	44.142	433.0345	17.933	18.044
780	555	44.715	438.6584	18.500	18.611
790	575	45.289	444.2822	19.167	19.278
800	530	45.862	449.9060	17.667	17.778
810	522	46.435	455.5298	17.400	17.511
820	450	47.009	461.1537	15.000	15.111

DATA TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 15 %

Diameter	14.6	cm
Tinggi	30.1	cm
Berat	13.2	kg
P max	1020	KN

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
10	4	0.597	5.8573	0.133	0.281
20	7	1.194	11.7146	0.233	0.381
30	10	1.791	17.5719	0.333	0.481
40	15	2.388	23.4293	0.500	0.648
50	18	2.985	29.2866	0.600	0.748
60	21	3.582	35.1439	0.700	0.848
70	25	4.180	41.0012	0.833	0.981
80	28	4.777	46.8585	0.933	1.081
90	33	5.374	52.7158	1.100	1.248
100	36	5.971	58.5732	1.200	1.348
110	40	6.568	64.4305	1.333	1.481
120	44	7.165	70.2878	1.467	1.615
130	48	7.762	76.1451	1.600	1.748
140	52	8.359	82.0024	1.733	1.881
150	56	8.956	87.8597	1.867	2.015
160	60	9.553	93.7171	2.000	2.148
170	65	10.150	99.5744	2.167	2.315
180	70	10.747	105.4317	2.333	2.481
190	74	11.344	111.2890	2.467	2.615
200	78	11.942	117.1463	2.600	2.748
210	84	12.539	123.0036	2.800	2.948
220	88	13.136	128.8609	2.933	3.081
230	92	13.733	134.7183	3.067	3.215
240	96	14.330	140.5756	3.200	3.348
250	101	14.927	146.4329	3.367	3.515
260	106	15.524	152.2902	3.533	3.681
270	110	16.121	158.1475	3.667	3.815
280	115	16.718	164.0048	3.833	3.981
290	120	17.315	169.8622	4.000	4.148
300	124	17.912	175.7195	4.133	4.281
310	128	18.509	181.5768	4.267	4.415
320	133	19.106	187.4341	4.433	4.581
330	137	19.704	193.2914	4.567	4.715
340	141	20.301	199.1487	4.700	4.848
350	144	20.898	205.0061	4.800	4.948
360	150	21.495	210.8634	5.000	5.148
370	155	22.092	216.7207	5.167	5.315
380	159	22.689	222.5780	5.300	5.448
390	164	23.286	228.4353	5.467	5.615
400	168	23.883	234.2926	5.600	5.748
410	173	24.480	240.1500	5.767	5.915
420	182	25.077	246.0073	6.067	6.215

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 15 %

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
430	185	25.674	251.8646	6.167	6.315
440	188	26.271	257.7219	6.267	6.415
450	193	26.868	263.5792	6.433	6.581
460	198	27.465	269.4365	6.600	6.748
470	203	28.063	275.2938	6.767	6.915
480	208	28.660	281.1512	6.933	7.081
490	214	29.257	287.0085	7.133	7.281
500	219	29.854	292.8658	7.300	7.448
510	225	30.451	298.7231	7.500	7.648
520	232	31.048	304.5804	7.733	7.881
530	237	31.645	310.4377	7.900	8.048
540	241	32.242	316.2951	8.033	8.181
550	248	32.839	322.1524	8.267	8.415
560	254	33.436	328.0097	8.467	8.615
570	259	34.033	333.8670	8.633	8.781
580	265	34.630	339.7243	8.833	8.981
590	270	35.227	345.5816	9.000	9.148
600	277	35.825	351.4390	9.233	9.381
610	283	36.422	357.2963	9.433	9.581
620	290	37.019	363.1536	9.667	9.815
630	295	37.616	369.0109	9.833	9.981
640	302	38.213	374.8682	10.067	10.215
650	308	38.810	380.7255	10.267	10.415
660	314	39.407	386.5828	10.467	10.615
670	321	40.004	392.4402	10.700	10.848
680	328	40.601	398.2975	10.933	11.081
690	335	41.198	404.1548	11.167	11.315
700	342	41.795	410.0121	11.400	11.548
710	350	42.392	415.8694	11.667	11.815
720	355	42.989	421.7267	11.833	11.981
730	361	43.587	427.5841	12.033	12.181
740	368	44.184	433.4414	12.267	12.415
750	376	44.781	439.2987	12.533	12.681
760	382	45.378	445.1560	12.733	12.881
770	391	45.975	451.0133	13.033	13.181
780	400	46.572	456.8706	13.333	13.481
790	408	47.169	462.7280	13.600	13.748
800	416	47.766	468.5853	13.867	14.015
810	423	48.363	474.4426	14.100	14.248
820	433	48.960	480.2999	14.433	14.581
830	441	49.557	486.1572	14.700	14.848
840	448	50.154	492.0145	14.933	15.081
850	456	50.751	497.8719	15.200	15.348
860	464	51.349	503.7292	15.467	15.615
870	473	51.946	509.5865	15.767	15.915
880	481	52.543	515.4438	16.033	16.181
890	490	53.140	521.3011	16.333	16.481

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 15 %

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
900	501	53.737	527.1584	16.700	16.848
910	510	54.334	533.0157	17.000	17.148
920	520	54.931	538.8731	17.333	17.481
930	529	55.528	544.7304	17.633	17.781
940	539	56.125	550.5877	17.967	18.115
950	551	56.722	556.4450	18.367	18.515
960	560	57.319	562.3023	18.667	18.815
970	571	57.916	568.1596	19.033	19.181
980	582	58.513	574.0170	19.400	19.548
990	595	59.111	579.8743	19.833	19.981
1000	608	59.708	585.7316	20.267	20.415
1010	628	60.305	591.5889	20.933	21.081
1020	675	60.902	597.4462	22.500	22.648
1030	620	61.499	603.3035	20.667	20.815
1040	618	62.096	609.1609	20.600	20.748
1050	640	62.693	615.0182	21.333	21.481
1060	642	63.290	620.8755	21.400	21.548
1070	699	63.887	626.7328	23.300	23.448

DATA TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 20 %

Diameter	14.6	cm
Tinggi	30	cm
Berat	13.1	kg
P Max	901.2	KN

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
10	4	0.597	5.8573	0.133	-0.166
20	7	1.194	11.7146	0.233	-0.066
30	11	1.791	17.5719	0.367	0.067
40	15	2.388	23.4293	0.500	0.201
50	20	2.985	29.2866	0.667	0.367
60	23	3.582	35.1439	0.767	0.467
70	27	4.180	41.0012	0.900	0.601
80	31	4.777	46.8585	1.033	0.734
90	35	5.374	52.7158	1.167	0.867
100	39	5.971	58.5732	1.300	1.001
110	43	6.568	64.4305	1.433	1.134
120	48	7.165	70.2878	1.600	1.301
130	52	7.762	76.1451	1.733	1.434
140	56	8.359	82.0024	1.867	1.567
150	60	8.956	87.8597	2.000	1.701
160	64	9.553	93.7171	2.133	1.834
170	70	10.150	99.5744	2.333	2.034
180	73	10.747	105.4317	2.433	2.134
190	78	11.344	111.2890	2.600	2.301
200	83	11.942	117.1463	2.767	2.467
210	86	12.539	123.0036	2.867	2.567
220	91	13.136	128.8609	3.033	2.734
230	97	13.733	134.7183	3.233	2.934
240	101	14.330	140.5756	3.367	3.067
250	106	14.927	146.4329	3.533	3.234
260	112	15.524	152.2902	3.733	3.434
270	115	16.121	158.1475	3.833	3.534
280	121	16.718	164.0048	4.033	3.734
290	125	17.315	169.8622	4.167	3.867
300	132	17.912	175.7195	4.400	4.101
310	137	18.509	181.5768	4.567	4.267
320	143	19.106	187.4341	4.767	4.467
330	148	19.704	193.2914	4.933	4.634
340	152	20.301	199.1487	5.067	4.767
350	159	20.898	205.0061	5.300	5.001
360	165	21.495	210.8634	5.500	5.201
370	171	22.092	216.7207	5.700	5.401
380	176	22.689	222.5780	5.867	5.567
390	182	23.286	228.4353	6.067	5.767
400	188	23.883	234.2926	6.267	5.967
410	193	24.480	240.1500	6.433	6.134
420	199	25.077	246.0073	6.633	6.334
430	204	25.674	251.8646	6.800	6.501

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 20 %

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
440	211	26.271	257.7219	7.033	6.734
450	218	26.868	263.5792	7.267	6.967
460	224	27.465	269.4365	7.467	7.167
470	231	28.063	275.2938	7.700	7.401
480	236	28.660	281.1512	7.867	7.567
490	244	29.257	287.0085	8.133	7.834
500	250	29.854	292.8658	8.333	8.034
510	258	30.451	298.7231	8.600	8.301
520	264	31.048	304.5804	8.800	8.501
530	271	31.645	310.4377	9.033	8.734
540	278	32.242	316.2951	9.267	8.967
550	286	32.839	322.1524	9.533	9.234
560	293	33.436	328.0097	9.767	9.467
570	301	34.033	333.8670	10.033	9.734
580	306	34.630	339.7243	10.200	9.901
590	314	35.227	345.5816	10.467	10.167
600	321	35.825	351.4390	10.700	10.401
610	330	36.422	357.2963	11.000	10.701
620	338	37.019	363.1536	11.267	10.967
630	342	37.616	369.0109	11.400	11.101
640	351	38.213	374.8682	11.700	11.401
650	360	38.810	380.7255	12.000	11.701
660	368	39.407	386.5828	12.267	11.967
670	374	40.004	392.4402	12.467	12.167
680	381	40.601	398.2975	12.700	12.401
690	389	41.198	404.1548	12.967	12.667
700	396	41.795	410.0121	13.200	12.901
710	404	42.392	415.8694	13.467	13.167
720	412	42.989	421.7267	13.733	13.434
730	419	43.587	427.5841	13.967	13.667
740	427	44.184	433.4414	14.233	13.934
750	436	44.781	439.2987	14.533	14.234
760	443	45.378	445.1560	14.767	14.467
770	452	45.975	451.0133	15.067	14.767
780	460	46.572	456.8706	15.333	15.034
790	470	47.169	462.7280	15.667	15.367
800	478	47.766	468.5853	15.933	15.634
810	486	48.363	474.4426	16.200	15.901
820	496	48.960	480.2999	16.533	16.234
830	503	49.557	486.1572	16.767	16.467
840	511	50.154	492.0145	17.033	16.734
850	512	50.751	497.8719	17.067	16.767
860	516	51.349	503.7292	17.200	16.901
870	521	51.946	509.5865	17.367	17.067
880	528	52.543	515.4438	17.600	17.301
890	535	53.140	521.3011	17.833	17.534
900	540	53.737	527.1584	18.000	17.701

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 20 %

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
910	498	54.334	533.0157	16.600	16.301
920	482	54.931	538.8731	16.067	15.767
930	399	55.528	544.7304	13.300	13.001
940	378	56.125	550.5877	12.600	12.301
950	352	56.722	556.4450	11.733	11.434
960	365	57.319	562.3023	12.167	11.867
970	373	57.916	568.1596	12.433	12.134
980	336	58.513	574.0170	11.200	10.901
990	344	59.111	579.8743	11.467	11.167
1000	306	59.708	585.7316	10.200	9.901
1010	307	60.305	591.5889	10.233	9.934
1020	304	60.902	597.4462	10.133	9.834

DATA TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 25 %

Diameter	15	cm
Tinggi	30.1	cm
Berat	13.38	kg
P Max	1192	KN

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
10	4	0.566	5.5491	0.133	0.278
20	10	1.131	11.0982	0.333	0.478
30	12	1.697	16.6473	0.400	0.545
40	18	2.263	22.1964	0.600	0.745
50	20	2.828	27.7455	0.667	0.811
60	24	3.394	33.2945	0.800	0.945
70	26	3.960	38.8436	0.867	1.011
80	30	4.525	44.3927	1.000	1.145
90	35	5.091	49.9418	1.167	1.311
100	37	5.657	55.4909	1.233	1.378
110	42	6.222	61.0400	1.400	1.545
120	46	6.788	66.5891	1.533	1.678
130	50	7.354	72.1382	1.667	1.811
140	54	7.919	77.6873	1.800	1.945
150	57	8.485	83.2364	1.900	2.045
160	63	9.051	88.7855	2.100	2.245
170	67	9.616	94.3345	2.233	2.378
180	71	10.182	99.8836	2.367	2.511
190	77	10.747	105.4327	2.567	2.711
200	81	11.313	110.9818	2.700	2.845
210	85	11.879	116.5309	2.833	2.978
220	90	12.444	122.0800	3.000	3.145
230	94	13.010	127.6291	3.133	3.278
240	98	13.576	133.1782	3.267	3.411
250	103	14.141	138.7273	3.433	3.578
260	107	14.707	144.2764	3.567	3.711
270	111	15.273	149.8255	3.700	3.845
280	115	15.838	155.3745	3.833	3.978
290	120	16.404	160.9236	4.000	4.145
300	125	16.970	166.4727	4.167	4.311
310	130	17.535	172.0218	4.333	4.478
320	135	18.101	177.5709	4.500	4.645
330	139	18.667	183.1200	4.633	4.778
340	144	19.232	188.6691	4.800	4.945
350	149	19.798	194.2182	4.967	5.111
360	154	20.364	199.7673	5.133	5.278
370	157	20.929	205.3164	5.233	5.378
380	163	21.495	210.8655	5.433	5.578
390	167	22.061	216.4145	5.567	5.711
400	172	22.626	221.9636	5.733	5.878
410	176	23.192	227.5127	5.867	6.011
420	182	23.758	233.0618	6.067	6.211

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 25 %

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
900	474	50.909	499.4182	15.800	15.945
910	481	51.475	504.9673	16.033	16.178
920	490	52.040	510.5164	16.333	16.478
930	496	52.606	516.0655	16.533	16.678
940	503	53.172	521.6145	16.767	16.911
950	510	53.737	527.1636	17.000	17.145
960	516	54.303	532.7127	17.200	17.345
970	525	54.869	538.2618	17.500	17.645
980	532	55.434	543.8109	17.733	17.878
990	540	56.000	549.3600	18.000	18.145
1000	548	56.566	554.9091	18.267	18.411
1010	556	57.131	560.4582	18.533	18.678
1020	566	57.697	566.0073	18.867	19.011
1030	584	58.263	571.5564	19.467	19.611
1040	605	58.828	577.1055	20.167	20.311
1050	615	59.394	582.6545	20.500	20.645
1060	625	59.960	588.2036	20.833	20.978
1070	635	60.525	593.7527	21.167	21.311
1080	643	61.091	599.3018	21.433	21.578
1090	651	61.657	604.8509	21.700	21.845
1100	657	62.222	610.4000	21.900	22.045
1110	664	62.788	615.9491	22.133	22.278
1120	669	63.354	621.4982	22.300	22.445
1130	685	63.919	627.0473	22.833	22.978
1140	708	64.485	632.5964	23.600	23.745
1150	715	65.051	638.1455	23.833	23.978
1160	724	65.616	643.6945	24.133	24.278
1170	729	66.182	649.2436	24.300	24.445
1180	735	66.747	654.7927	24.500	24.645
1190	743	67.313	660.3418	24.767	24.911
1200	754	67.879	665.8909	25.133	25.278
1210	760	68.444	671.4400	25.333	25.478

DATA TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 30 %

Diameter	15	cm
Tinggi	29.8	cm
Berat	13.3	kg
P Max	1216	KN

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
10	5	0.566	5.5491	0.167	0.044
20	7	1.131	11.0982	0.233	0.110
30	11	1.697	16.6473	0.367	0.244
40	12	2.263	22.1964	0.400	0.277
50	20	2.828	27.7455	0.667	0.544
60	24	3.394	33.2945	0.800	0.677
70	27	3.960	38.8436	0.900	0.777
80	32	4.525	44.3927	1.067	0.944
90	37	5.091	49.9418	1.233	1.110
100	40	5.657	55.4909	1.333	1.210
110	44	6.222	61.0400	1.467	1.344
120	51	6.788	66.5891	1.700	1.577
130	57	7.354	72.1382	1.900	1.777
140	62	7.919	77.6873	2.067	1.944
150	66	8.485	83.2364	2.200	2.077
160	70	9.051	88.7855	2.333	2.210
170	75	9.616	94.3345	2.500	2.377
180	80	10.182	99.8836	2.667	2.544
190	85	10.747	105.4327	2.833	2.710
200	89	11.313	110.9818	2.967	2.844
210	93	11.879	116.5309	3.100	2.977
220	97	12.444	122.0800	3.233	3.110
230	96	13.010	127.6291	3.200	3.077
240	104	13.576	133.1782	3.467	3.344
250	107	14.141	138.7273	3.567	3.444
260	110	14.707	144.2764	3.667	3.544
270	115	15.273	149.8255	3.833	3.710
280	120	15.838	155.3745	4.000	3.877
290	126	16.404	160.9236	4.200	4.077
300	131	16.970	166.4727	4.367	4.244
310	137	17.535	172.0218	4.567	4.444
320	143	18.101	177.5709	4.767	4.644
330	147	18.667	183.1200	4.900	4.777
340	152	19.232	188.6691	5.067	4.944
350	155	19.798	194.2182	5.167	5.044
360	157	20.364	199.7673	5.233	5.110
370	163	20.929	205.3164	5.433	5.310
380	168	21.495	210.8655	5.600	5.477
390	173	22.061	216.4145	5.767	5.644
400	179	22.626	221.9636	5.967	5.844
410	184	23.192	227.5127	6.133	6.010

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 30 %

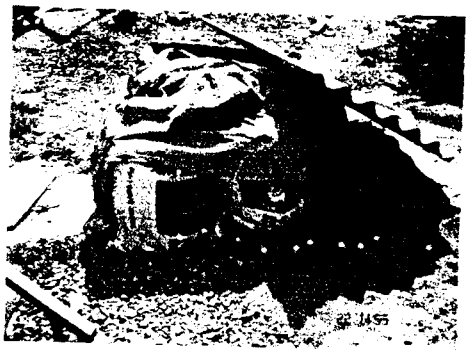
Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
420	190	23.758	233.0618	6.333	6.210
430	196	24.323	238.6109	6.533	6.410
440	202	24.889	244.1600	6.733	6.610
450	203	25.455	249.7091	6.767	6.644
460	209	26.020	255.2582	6.967	6.844
470	214	26.586	260.8073	7.133	7.010
480	221	27.152	266.3564	7.367	7.244
490	227	27.717	271.9055	7.567	7.444
500	233	28.283	277.4545	7.767	7.644
510	239	28.848	283.0036	7.967	7.844
520	244	29.414	288.5527	8.133	8.010
530	250	29.980	294.1018	8.333	8.210
540	255	30.545	299.6509	8.500	8.377
550	262	31.111	305.2000	8.733	8.610
560	267	31.677	310.7491	8.900	8.777
570	273	32.242	316.2982	9.100	8.977
580	279	32.808	321.8473	9.300	9.177
590	286	33.374	327.3964	9.533	9.410
600	292	33.939	332.9455	9.733	9.610
610	297	34.505	338.4945	9.900	9.777
620	303	35.071	344.0436	10.100	9.977
630	311	35.636	349.5927	10.367	10.244
640	319	36.202	355.1418	10.633	10.510
650	324	36.768	360.6909	10.800	10.677
660	330	37.333	366.2400	11.000	10.877
670	336	37.899	371.7891	11.200	11.077
680	343	38.465	377.3382	11.433	11.310
690	349	39.030	382.8873	11.633	11.510
700	355	39.596	388.4364	11.833	11.710
710	364	40.162	393.9855	12.133	12.010
720	370	40.727	399.5345	12.333	12.210
730	376	41.293	405.0836	12.533	12.410
740	383	41.859	410.6327	12.767	12.644
750	390	42.424	416.1818	13.000	12.877
760	396	42.990	421.7309	13.200	13.077
770	403	43.556	427.2800	13.433	13.310
780	410	44.121	432.8291	13.667	13.544
790	416	44.687	438.3782	13.867	13.744
800	424	45.253	443.9273	14.133	14.010
810	430	45.818	449.4764	14.333	14.210
820	437	46.384	455.0255	14.567	14.444
830	443	46.949	460.5745	14.767	14.644
840	447	47.515	466.1236	14.900	14.777
850	462	48.081	471.6727	15.400	15.277
860	468	48.646	477.2218	15.600	15.477
870	475	49.212	482.7709	15.833	15.710

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 30 %

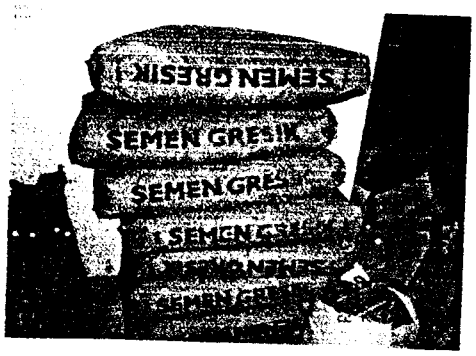
Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
880	484	49.778	488.3200	16.133	16.010
890	490	50.343	493.8691	16.333	16.210
900	498	50.909	499.4182	16.600	16.477
910	505	51.475	504.9673	16.833	16.710
920	515	52.040	510.5164	17.167	17.044
930	425	52.606	516.0655	14.167	14.044
940	434	53.172	521.6145	14.467	14.344
950	436	53.737	527.1636	14.533	14.410
960	443	54.303	532.7127	14.767	14.644
970	448	54.869	538.2618	14.933	14.810
980	453	55.434	543.8109	15.100	14.977
990	465	56.000	549.3600	15.500	15.377
1000	472	56.566	554.9091	15.733	15.610
1010	479	57.131	560.4582	15.967	15.844
1020	486	57.697	566.0073	16.200	16.077
1030	494	58.263	571.5564	16.467	16.344
1040	502	58.828	577.1055	16.733	16.610
1050	510	59.394	582.6545	17.000	16.877
1060	520	59.960	588.2036	17.333	17.210
1070	530	60.525	593.7527	17.667	17.544
1080	543	61.091	599.3018	18.100	17.977
1090	559	61.657	604.8509	18.633	18.510
1103	570	62.392	612.0647	19.000	18.877
1120	584	63.354	621.4982	19.467	19.344
1120	591	63.354	621.4982	19.700	19.577
1150	605	65.051	638.1455	20.167	20.044
1160	620	65.616	643.6945	20.667	20.544
1170	632	66.182	649.2436	21.067	20.944
1175	659	66.465	652.0182	21.967	21.844
1180	697	66.747	654.7927	23.233	23.110
1190	709	67.313	660.3418	23.633	23.510
1200	727	67.879	665.8909	24.233	24.110
1210	741	68.444	671.4400	24.700	24.577
1216	770	68.784	674.7695	25.667	25.544
1210	780	68.444	671.4400	26.000	25.877
1200	802	67.879	665.8909	26.733	26.610

LAMPIRAN 4

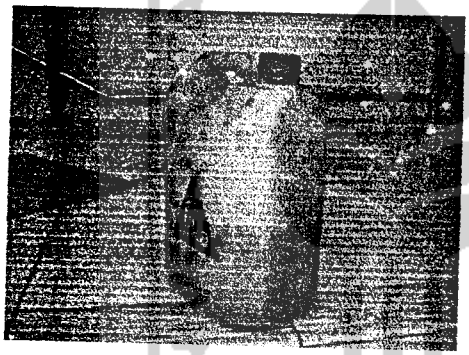
FOTO DOKUMENTASI



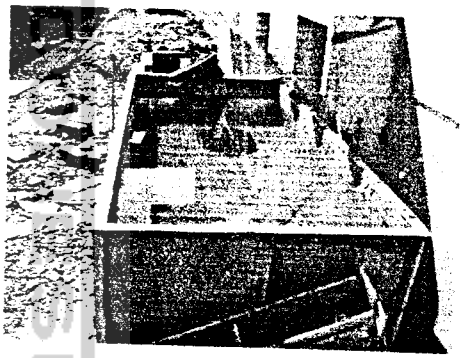
Penyimpanan Agregat



Portland Cement



Superplasticizer



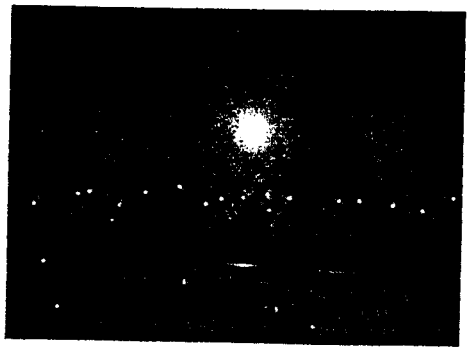
Bak Perendaman



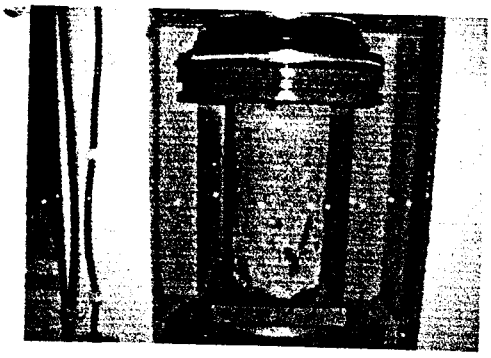
Pengadukan



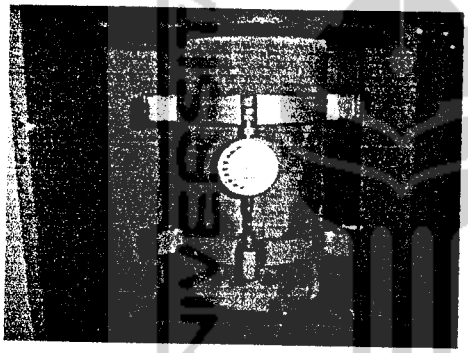
Pengujian Slump



Perendaman



Pengujian Tekan



Pengujian Tegangan
Regangan

DATA LANJUTAN TEGANGAN REGANGAN BETON DENGAN PENGURANGAN AIR 25 %

Beban (KN)	Dial	Teg. (N/mm2)	Teg. (kg/cm2)	Reg	Reg. Koreksi
430	187	24.323	238.6109	6.233	6.378
440	194	24.889	244.1600	6.467	6.611
450	196	25.455	249.7091	6.533	6.678
460	205	26.020	255.2582	6.833	6.978
470	209	26.586	260.8073	6.967	7.111
480	211	27.152	266.3564	7.033	7.178
490	217	27.717	271.9055	7.233	7.378
500	223	28.283	277.4545	7.433	7.578
510	229	28.848	283.0036	7.633	7.778
520	234	29.414	288.5527	7.800	7.945
530	239	29.980	294.1018	7.967	8.111
540	246	30.545	299.6509	8.200	8.345
550	252	31.111	305.2000	8.400	8.545
560	256	31.677	310.7491	8.533	8.678
570	263	32.242	316.2982	8.767	8.911
580	269	32.808	321.8473	8.967	9.111
590	275	33.374	327.3964	9.167	9.311
600	281	33.939	332.9455	9.367	9.511
610	286	34.505	338.4945	9.533	9.678
620	292	35.071	344.0436	9.733	9.878
630	297	35.636	349.5927	9.900	10.045
640	304	36.202	355.1418	10.133	10.278
650	309	36.768	360.6909	10.300	10.445
660	315	37.333	366.2400	10.500	10.645
670	321	37.899	371.7891	10.700	10.845
680	327	38.465	377.3382	10.900	11.045
690	333	39.030	382.8873	11.100	11.245
700	337	39.596	388.4364	11.233	11.378
710	345	40.162	393.9855	11.500	11.645
720	353	40.727	399.5345	11.767	11.911
730	358	41.293	405.0836	11.933	12.078
740	365	41.859	410.6327	12.167	12.311
750	372	42.424	416.1818	12.400	12.545
760	380	42.990	421.7309	12.667	12.811
770	385	43.556	427.2800	12.833	12.978
780	393	44.121	432.8291	13.100	13.245
790	399	44.687	438.3782	13.300	13.445
800	405	45.253	443.9273	13.500	13.645
810	411	45.818	449.4764	13.700	13.845
820	416	46.384	455.0255	13.867	14.011
830	423	46.949	460.5745	14.100	14.245
840	431	47.515	466.1236	14.367	14.511
850	434	48.081	471.6727	14.467	14.611
860	444	48.646	477.2218	14.800	14.945
870	451	49.212	482.7709	15.033	15.178
880	458	49.778	488.3200	15.267	15.411
890	465	50.343	493.8691	15.500	15.645