

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELE	
TGL. TERIMA :	13 Juni 2006
NO. JUDUL :	001908
NO. INV. :	61200001908081
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**PENGARUH SUBSTITUSI FLY ASH DAN
PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP
KUAT DESAK BETON**

R.

093.5

Kulh

P

1



Disusun Oleh :

xiii, 18. lbr. lamp 23

DIBACA DI TEMPAT
TIDAK DIBAWA PULANG

Nabhan Ulin Nuha
No. Mhs : 00 511 045

Sasmita Diharja
No. Mhs : 00 511 271

Beton
Substitusi fly ash
Super plasticizer

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005**

TUGAS AKHIR

**PENGARUH SUBSTITUSI *FLY ASH* DAN
PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP
KUAT DESAK BETON**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar
Sarjana Teknik Sipil (ST)
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia Jogjakarta**



Oleh :

Nabhan Ulin Nuha 00 511 045

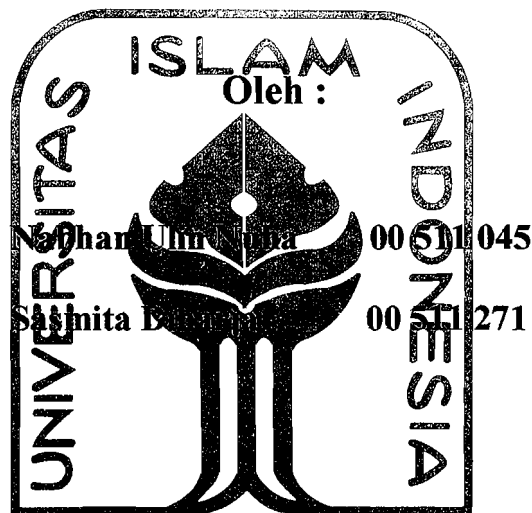
Sasmita Diharja 00 511 271

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH SUBSTITUSI *FLY ASH* DAN
PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP
KUAT DESAK BETON**



الجامعة الإسلامية

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Ir Ilman Noor, MSCE
Dosen Pembimbing

Tanggal: 13/11 - 2008

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah.
Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah,
yang mengajar dengan *Qalam*. Dialah yang mengajar manusia segala yang belum diketahui.
(QS. Al ‘alaq: 1-5)

“Dan, Dia telah mengajarkan kepadamu apa yang kamu belum ketahui. Dan adalah karunia Allah itu sangat besar.
(QS. A-Nisa: 113)

“Dan, Ampunilah Kami”, (Qs. Al- Baqarah: 286),
Sebab tidak ada yang mengampuni dosa selain Engkau.
Tidak ada yang menutupi aib kecuali Engkau. Tidak ada yang sabar melihat orang melakukan kelalaian kecuali Engkau.
Dan, Tidak ada yang memberi karunia terhadap orang yang melakukan kejahatan selain Engkau.
(La Tahzan)

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul "*Pengaruh Substitusi Fly Ash dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Kuat Desak Beton*" ini.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini juga kami ingin mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4. Seluruh karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak , Ibu dan saudara-saudara kami yang telah banyak memberikan dorongan dan bantuannya.

Dan masih banyak pihak-pihak lain yang turut membantu kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini, baik secara moril maupun material yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu. Akhir kata kami berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Amin

Wassalaamu 'alaikum WR.. Wb

Jogjakarta, September 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Motto dan Persembahan.....	iii
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xii
Abstraksi.....	xiii
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.....	3
Bab II. Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Muh. Rifai Syakuri dan Haryadi (1997).....	5
2.3 Sri Asmoro Sigit dan Nugroho Iman S (1995).....	6
2.4 Eko Yuwono (1997).....	7
2.5 Muzamil dan Budiono (1994).....	8

Bab III. Landasan Teori.....	9
3.1 Tinjauan Umum.....	9
3.2 Material Penyusun.....	10
3.2.1 Semen Portland.....	10
3.2.2 Bahan Tambah.....	13
3.2.2.1 Fly Ash.....	16
3.2.2.2 Superplasticizer.....	17
3.2.3 Agregat.....	18
3.2.4 Air.....	21
3.3 Metode Perancangan Campuran.....	21
3.4 Pengendalian Pekerjaan Beton.....	22
3.5 Perencanaan Campuran Beton.....	23
3.6 Pengadukan Beton.....	23
3.7 Modulus Elastisitas	24
Bab IV. Metode Penelitian.....	26
4.1 Persiapan Bahan dan Peralatan.....	27
4.2 Pemeriksaan Bahan Material.....	28
4.3 Perhitungan Campuran Beton (Mix Design).....	29
4.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	29
4.5 Pengujian Kuat Desak Benda Uji.....	30
4.6 Pengolahan Data.....	31
Bab V. Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	32
5.1 Umum.....	32

5.2	Berat Volume Beton.....	32
5.3	Pengujian Workabilitas.....	34
5.4	Analisis Kuat Desak Benda Uji.....	36
5.5	Analisis Modulus Elastisitas Beton.....	39
Bab VI. Kesimpulan dan Saran.....		45
6.1	Kesimpulan.....	45
6.2	Saran.....	46
Daftar Pustaka.....		47

Lampiran

- A. Metode Perencanaan Campuran Beton
- B. Pemeriksaan Agregat
- C. Perhitungan Campuran Beton
- D. Analisis Tegangan Regangan
- E. Data Hasil Pengujian Kuat Desak
- F. Kartu Peserta Tugas Akhir

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1	Flowchart penelitian..... 26
5.1	Grafik berat volume beton..... 33
5.2	Grafik nilai slump pada tiap variasi..... 35
5.3	Grafik kuat tekan beton rata-rata..... 38
5.4	Grafik tegangan regangan tipe F12SP0,6; F12SP0,8; F12SP1..... 40
5.5	Grafik tegangan regangan tipe F14SP0,6; F14SP0,8; F14SP1..... 41
5.6	Grafik tegangan regangan tipe F16SP0,6; F16SP0,8; F16SP1..... 41
5.7	Grafik tegangan regangan tipe F18SP0,6; F18SP0,8; F18SP1..... 42

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Komposisi limit Semen Portland.....	12
3.2 Sifat senyawa Semen.....	13
3.3 Persyaratan kimia Abu Terbang.....	17
3.4 Persyaratan fisika Abu Terbang.....	17
3.5 Gradasi pasir.....	19
3.6 Gradasi kerikil.....	20
3.7 Angka konversi benda uji beton.....	22
4.1 Hasil perhitungan campuran beton tiap 1m^3	29
4.2 Perincian jumlah sample.....	30
5.1 Berat volume beton.....	33
5.2 Nilai slump pada tiap variasi.....	35
5.3 Kuat desak beton rata-rata.....	37
5.4 Hasil pengujian modulus elastisitas.....	43

ABSTRAKSI

Beton sebagai salah satu unsur penting dalam konstruksi, dan menjadikannya pilihan utama dikarenakan bahan penyusun yang umumnya mudah didapat, yaitu semen, pasir, kerikil dan air. Usaha dan penelitian perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton dengan menggunakan semen yang seefisien mungkin. Pemakaian fly ash sebagai substitusi bahan pengikat dan penambahan superplasticizer dalam teknologi beton diharapkan mampu menghasilkan beton dengan kuat desak yang tinggi dan kemudahan dalam pengerjaan.

Fly ash adalah sisa hasil proses pembakaran batubara PLTU yang keluar dari tungku pembakaran. Fly ash dapat dimanfaatkan sebagai pozzolan, karena mengandung silica dan alumina. Pada penelitian ini, substitusi fly ash sebesar 12%, 14%, 16%, dan 18% dari jumlah pemakaian semen. Superplasticizer digunakan sebagai bahan tambah atau additive yang mampu mereduksi air, sehingga beton akan mencapai kekuatan maksimal, sedangkan workability atau kemudahan pengerjaan beton itu sendiri tetap terjaga. Dalam penelitian ini penambahan superplasticizer sebesar 0,6%, 0,8%, dan 1% dari jumlah pemakaian semen.

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa beton dengan substitusi fly ash rendah dan penambahan superplasticizer yang besar memudahkan pengadukan, penuangan, dan pemadatan (workability) beton. Sedangkan dari pengujian kuat desak beton diperoleh kesimpulan bahwa beton dengan substitusi fly ash sebesar 12% dan penambahan superplasticizer sebesar 0,6% menghasilkan kuat desak optimum yaitu sebesar 41,80 MPa.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan struktur bangunan yang banyak dipakai. Pemakaian sebagai bahan bangunan itu sendiri telah lama dikenal mempunyai banyak kelebihan dibanding dengan bahan bangunan lain.

Beton memiliki sifat-sifat yang dapat memenuhi aspek teknis maupun ekonomis yang relatif lebih baik apabila dibandingkan dengan jenis bahan bangunan yang lain, terutama untuk bahan struktur bangunan. Beton termasuk bahan yang mempunyai kuat tekan tinggi, tahan aus dan kebakaran, harganya relatif murah, mudah dibentuk serta dapat direncanakan mutu betonnya sesuai dengan kebutuhan. Berbagai kelebihan yang dimiliki oleh beton dengan sendirinya menyebabkan beton menjadi sangat populer untuk dipakai dalam struktur bangunan.

Usaha dan penelitian perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton dengan menggunakan semen yang seefisien mungkin. Substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* dalam teknologi beton diharapkan mampu menghasilkan beton dengan kuat desak beton yang tinggi dan kemudahan dalam pengerjaan.

Fly ash adalah sisa hasil proses pembakaran batubara yang keluar dari tungku pembakaran, sedangkan sisa pembakaran batubara yang berada pada dasar tungku disebut dengan *bottom ash*. Mengingat limbah tersebut meningkat setiap tahunnya maka perlu penanggulangannya. Limbah *fly ash* dapat mengakibatkan dampak lingkungan yang cukup membahayakan, terutama polusi udara terhadap kehidupan sekitarnya. Oleh sebab itu, diupayakan agar *fly ash* dapat menjadi bahan yang berguna. Pemanfaatan *fly ash* salah satunya sebagai bahan campuran pembuatan beton.

Dalam perkembangannya pemakaian beton banyak mengalami permasalahan. Permasalahan tersebut antara lain dalam hal kemudahan pengerjaan pengadukan beton (*workability*) yang berhubungan dengan nilai *slump*, dan faktor air semen (fas) yang berhubungan dengan kuat tekan beton. Suatu adukan beton dengan nilai fas yang lebih rendah akan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi namun tingkat kelecakannya rendah sehingga tingkat kemudahan pengerjaannya juga rendah atau susah dikerjakan. Oleh karena itu diperlukan bahan tambah atau *additive* yang mampu mereduksi air, sehingga beton akan mencapai kekuatan maksimal, sedangkan *workability* atau kemudahan dalam pengerjaan beton itu sendiri tetap terjaga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diambil rumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* terhadap kuat desak dan *workability* beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kuat desak beton dari tiap-tiap prosentase substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* dalam campuran adukan beton.
2. Untuk mengetahui prosentase variasi substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* yang menghasilkan kuat desak maksimum.
3. Untuk mengetahui pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* terhadap *workability* beton.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Menambah pengetahuan yang lebih mendalam dibidang struktur tentang beton dengan penggunaan bahan tambah *fly ash* dan *superplasticizer*.
2. Memperoleh informasi dan masukan tentang kuat desak beton dengan campuran adukan beton normal yang disubstitusi *fly ash* dan ditambah *superplasticizer*.

1.5 Batasan Masalah

Sebagai batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen Portland menggunakan jenis I tipe PC merk Nusantara.
2. Agregat kasar berupa batu pecah dari Clereng Kulonprogo.
3. Agregat halus berupa pasir dari Merapi

4. Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.
5. Variasi substitusi fly ash sebesar 12%, 14%, 16%, dan 18% dengan penambahan *Superplasticizer* sebesar 0,6%, 0,8% dan 1%.
6. Kuat desak beton rencana (f_c) pada umur 28 hari sebesar 25 MPa.
7. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
8. Penelitian dibatasi pada kuat desaknya saja.
9. Perawatan beton dilakukan dengan perendaman dalam air sampai diuji.
10. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap *fly ash* dan *superplasticizer*, diketahui bahwa *fly ash* mempunyai sifat pozzolan dengan ukuran butir yang sangat halus. Dengan komposisi tertentu dari berat semen, *fly ash* dapat dijadikan sebagai bahan tambahan campuran beton untuk meningkatkan kualitas beton dalam hal kekuatan, kekedapan air dan ketahanan terhadap sulfat. Sebagai bahan campuran beton, maka mutu dari *fly ash* harus memenuhi persyaratan kimia dan fisik berdasarkan SK-SNI S-15-1990-F. Sedangkan pengaruh *superplasticizer* akan meningkatkan kinerja beton segar berupa peningkatan workabilitas beton. Biasanya dengan penambahan *superplasticizer* dapat menaikkan nilai slump antara 17.5 – 22.5 cm, maka dari itu bahan ini cocok untuk pemakaian adukan beton pada struktur berkekuatan tinggi.

2.2 Muh. Rifai Syakuri dan Haryadi (1997)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muh. Rifai Syakuri dan Haryadi (1997) dapat diambil kesimpulan, yaitu :

1. Tegangan desak beton untuk umur muda (dibawah 21 hari) akan memberikan hasil sedikit lebih rendah di bandingkan dengan beton tanpa *fly ash*.
2. Tegangan desak beton untuk umur diatas 21 hari persentase pemakaian *fly ash* sebesar 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% pada campuran beton menghasilkan tegangan yang lebih baik daripada beton normal (tanpa *fly ash*).
3. Peningkatan tegangan desak yang paling optimal terjadi pada penggantian sebagian semen dengan *fly ash* sebesar 20%. Hasil analisa regresi menunjukkan penggantian sebagian semen oleh *fly ash* sebesar 17% akan menghasilkan peningkatan tegangan desak beton yang maksimal.
4. Nilai modulus elastisitas beton pada umur 45 hari dengan pemakaian *fly ash* akan memberikan nilai yang lebih besar dibanding dengan beton tanpa abu terbang. Pemakaian abu terbang sebesar 20% akan memberikan nilai modulus elastisitas beton yang terbesar.

2.3 Sri Asmoro Sigit dan Nugroho Iman S (1995)

Penelitian yang dilakukan oleh Sri Asmoro Sigit dan Nugroho Iman S (1995) bertujuan untuk mengetahui perbedaan kuat desak mortar yang menggunakan abu terbang dengan mortar tanpa abu terbang. Tujuan lainnya untuk mengetahui kuat desak pada variasi perbandingan abu terbang terhadap mortar semen.

Pembuatan sampel mortar sebanyak 6 buah untuk setiap adukan, dengan ukuran (70x70x70) mm. Tiga buah sampel dirawat pada suhu kamar dan tiga buah sampel dirawat pada suhu oven 60° C. Pengujian dilakukan pada benda uji berumur 28 hari. Adukan pertama menggunakan perbandingan volume 1 semen, 3 pasir, dan abu terbang dari 0 sampai 0,4 dengan interval 0,1. Adukan lainnya dilakukan sampai adukan ke 5 dengan perubahan volume pasir berinterval 1 pada setiap adukan, sedangkan volume semen dan abu terbang sama seperti adukan pertama.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada perbandingan (1:4:0,2) akan mengalami kenaikan kuat desak maksimum sebesar 71,9645% pada suhu kamar dan 81,3831% pada perlakuan suhu oven.

2.4 Eko Yuwono (1997)

Dalam penelitian “Pengaruh Bahan-bahan Pemercepat Pengerasan Terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Beton”, dipilih empat macam admixture dari empat pabrik yang berbeda, yaitu Sikament-NN, Bestmittel, BV Special, dan Superplastet F, dengan f.a.s 0,5 pada dosis minimum masing-masing admixture sesuai brosur pabrik berturut-turut yaitu Sikament-NN 0,8%, Bestmittel 0.2%, BV Special 0.2%, dan Superplastet F 0.3%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan yang ditambahkan seperti tertera diatas, Sikament-NN paling tinggi slumpnya dibanding ketiga merk lain. Pengujian kuat tekan memperlihatkan Bestmittel, BV Special, dan Superplastet F memberi percepatan pengerasan sejak hari ketiga dan mencapai kuat tekan beton

normal (± 25 MPa) pada umur 14 hari. Peningkatan kuat tekan ketiga admixture pada umur 28 hari sebesar $\pm 20\%$ dari beton normal. Sedang pada Sikament NN terjadi keenceran yang terlalu tinggi sehingga kuat tekannya tidak meningkat dibanding beton normal (± 25 MPa). Pada penelitian ini terlihat bahwa Sikament NN lebih berfungsi sebagai *superplasticizer* (meningkatkan slump menjadi 310,7% terhadap slump beton normal), sedangkan Bestnittel, BV Special, dan Superplastet F berfungsi sebagai *plasticizer* (meningkatkan slump menjadi 191,1% dan 221,4% terhadap slump beton normal) dan mempercepat pengerasan beton.

2.5 Muzamil dan Budiono (1994)

Hasil test laboratorium atas sampel beton mutu 28 MPa dengan bahan tambah kimia *superplasticizer*. Percobaan dilakukan dengan sampel berbentuk kubus berukuran 15x15x15 cm, dengan jumlah sampel sebanyak 6 tiap variasi. Variasi penambahan *superplasticizer* diambil 0%, 0.7%, 1%, 2.5%, dan 4%. Dari pengujian kuat tekan didapat nilai optimum penambahn *superplasticizer* sebanyak 1% pada umur 28 hari.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Beton didapat dari percampuran bahan aktif dan bahan pasif pada perbandingan tertentu. Bahan aktif yaitu semen dan air, sedangkan bahan pasif adalah pasir dan kerikil atau biasa disebut agregat halus dan agregat kasar. Kelompok yang aktif sebagai perekat dan kelompok yang pasif sebagai bahan pengisi. Campuran kedua bahan di atas bila dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan yang memiliki kekuatan desak tinggi. Oleh karena itu, beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. (Tjokrodinuljo, 1996)

Teknologi beton tidaklah statis saja namun terus berkembang sejalan dengan perkembangan pembangunan khususnya dibidang konstruksi. Penelitian untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton perlu sekali dilaksanakan. Tujuannya untuk mendapatkan suatu beton dengan kuat desak tinggi menggunakan semen yang seefisien mungkin. Penambahan bahan pozzolan merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan kuat desak beton yang baik. Bahan pozzolan yang biasa dipakai antara lain abu terbang.

Komponen yang paling utama dikandung abu terbang adalah Oksida Silika $[\text{SiO}_2]$. $[\text{SiO}_2]$ jika dicampur dengan air $[\text{H}_2\text{O}]$ tidak menghasilkan zat perekat seperti semen. $[\text{SiO}_2]$ akan bereaksi secara kimia dengan Kalsium hidroksida $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ pada temperatur ruang yang akan membentuk senyawa baru yaitu Kalsium silikat hidrat $[\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ yang mempunyai sifat seperti semen (zat perekat). (Semen Gresik, 2003)

Kalsium hidroksida merupakan sisa hasil reaksi antara semen dan air. Air bersih mengalir mengenai beton, lama kelamaan akan melarutkan Kalsium hidroksida $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$. Air yang mengandung CO_2 bereaksi dengan $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ menghasilkan senyawa $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ merupakan salah satu senyawa yang mudah larut dan proses reaksinya akan berulang pada lapisan lebih dalam. Senyawa ini sedikit demi sedikit akan menyerang dan merusak senyawa-senyawa lain dari semen dalam betonnya atau sering disebut korosi beton. Pelarutan dari Kalsium hidroksida dapat dicegah dengan diusahakan betonnya rapat dan Kalsium hidroksida diubah menjadi senyawa yang tidak larut. Penelitian ini dipakai abu terbang untuk mengubah Kalsium hidroksida menjadi Kalsium silikat hidrat (senyawa tidak larut). (Semen Gresik, 2003)

3.2 Material Penyusun

3.2.1 Semen Portland

Semen Portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu

atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. (SNI 15-2049-1994)

Menurut SNI 15-2049-1994, semen portland diklasifikasikan dalam lima jenis sebagai berikut :

1. Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalori hidrasi rendah.
5. Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Semen portland terutama terdiri dari oksida kapur (CaO), oksida silika (SiO_2), oksida alumina (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3). Kandungan dari keempat oksida kurang lebih 95% dari berat semen dan biasanya disebut "*major oxides*", sedangkan sisanya sebanyak 5% terdiri dari oksida magnesium (MgO) dan oksida lain. Komposisi spesifik semen portland tergantung pada jenis semen dan komposisi bahan baku yang dipergunakan. Komposisi kimia semen portland mempunyai limitasi seperti pada tabel 3.1 : (SNI 15-2049-1994)

Tabel 3.1 Komposisi limit Semen Portland

Oksida	Komposisi (% berat)
Kapur [CaO]	60 – 67
Silika [SiO ₂]	17 – 25
Alumina [Al ₂ O ₃]	3 – 8
Besi [Fe ₂ O ₃]	0,5 - 6,0
Magnesium [MgO]	0,1 - 5,5
Soda / Potash [Na ₂ O + K ₂ O]	0,5 - 1,3
TiO ₂	0,1 - 0,4
P ₂ O ₅	0,1 - 0,2

Keempat oksida utama pada semen akan membentuk senyawa-senyawa yang biasa disebut : (SNI 15-2049-1994)

1. *Trikalsium silikat, 3CaO.SiO₂ disingkat C₃S*

Sifat C₃S hampir sama dengan sifat semen, yaitu apabila ditambahkan air akan menjadi kaku dan dalam beberapa jam saja pasta akan mengeras. C₃S menunjang kekuatan awal semen dan menimbulkan panas hidrasi ± 500 joule/gram. Kandungan C₃S pada semen portland bervariasi antara 35%-55% tergantung pada jenis semen portland.

2. *Dikalsium silikat, 2CaO.SiO₂ disingkat C₂S*

Sifat C₂S, pada penambahan air segera terjadi reaksi, menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan sedikit panas yaitu ± 250 joule/gram. Pasta yang mengeras, perkembangan kekuatannya stabil dan lambat pada beberapa minggu, kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir sama dengan C₃S. Kandungan C₂S pada semen portland bervariasi antara 15%-35% dan rata-rata 25%.

3. *Trikalsium aluminat, $3CaO.Al_2O_3$ disingkat C_3A*

Sifat C_3A , dengan air bereaksi menimbulkan panas hidrasi yang tinggi yaitu ± 850 joule/gram. Perkembangan kekuatan terjadi pada satu sampai dua hari, tetapi sangat rendah. Kandungan C_3A pada semen portland bervariasi antara 7%-15%.

4. *Tetra kalsium alumino ferrite, $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ disingkat C_4AF*

Sifat C_4AF , dengan air bereaksi dengan cepat dan pasta terbentuk dalam beberapa menit, menimbulkan panas hidrasi ± 420 joule/gram. Warna abu-abu pada semen dipengaruhi oleh C_4AF . Kandungan C_4AF pada semen portland bervariasi antara 5%-10% dan rata-rata 8%.

Keterangan mengenai keempat senyawa diatas dapat dilihat dalam tabel 3.2 :

Tabel 3.2 Sifat senyawa semen

Senyawa	Laju reaksi	Panas ikatan (tiap satuan)	Nilai ikatan (tiap satuan)	
			Awal	pada optimum
C_3S	Sedang	sedang	Baik	Baik
C_2S	lambat	kecil	kurang	baik
C_3A	besar	besar	baik	kurang
C_4AF	Lambat	Kecil	Kurang	Kurang

3.2.2 Bahan Tambah

Sesuai dengan namanya, bahan tambah merupakan bahan tambahan pada suatu campuran beton yang bertujuan untuk kepentingan tertentu. Oleh karena itu, penggunaan bahan tambah harus benar-benar dipertimbangkan, misalnya: campuran yang kaku dapat diubah lebih plastis dan kohesif dengan penambahan bahan untuk menjadikan plastis (*plasticizer*). Karena suatu bahan campuran pada

umumnya dimasukan dalam campuran beton dalam jumlah yang relatif kecil, maka tingkatan kontrolnya harus lebih besar dari pada pekerjaan beton biasa. Hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis. Pada pelaksanaan selalu ada usaha untuk menambahnya sedikit, terutama bila operator menyangka bahwa keadaan campuran menyimpang dari keadaan normal. Kesukaran dan biaya yang dialami dalam kontrol yang dibutuhkan, kadang-kadang lebih besar dari keuntungan yang didapat dari penggunaan bahan tambah. Bahan tambah yang berkelebihan dapat menurunkan sekali kekuatan atau sifat-sifat beton yang lain (L.J. Murdock dan K.M.Brook).

Agar dapat memahami kecocokan suatu bahan campuran, maka unsur-unsurnya yang aktif harus diketahui, ini karena beberapa sifat beton mungkin diperbaiki oleh salah satu unsur, tetapi pengaruh penurunan terhadap sifat-sifat lainnya mungkin disebabkan oleh unsur lainnya.

Menurut SK SNI S-18-1990-03 (1990). (Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton), bahan kimia tambahan dapat dibedakan dalam lima jenis:

1. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai.

Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.

2. Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya untuk satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.

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

Berikut ini adalah beberapa contoh bahan tambah atau additive:

1. *Accelerators* yaitu bahan untuk mempercepat pengerasan pada adukan beton. Bahan ini biasanya dipakai pada saat musim dingin karena kurangnya panas yang diterima untuk mempercepat adukan beton.
2. *Retarder* yaitu bahan untuk memperlambat pengerasan adukan beton. Bahan ini biasanya dipakai pada daerah yang bertemperatur panas.
3. *Air entraining agents* yaitu bahan untuk mengisi pori-pori pada beton segar. Bahan ini meningkatkan durabilitas dan plastisitas, tetapi bisa saja mempunyai efek yang merugikan dalam kekuatan beton.
4. *Superplasticizer* yaitu bahan yang melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar dengan merata pada adukan beton. Bahan ini digunakan dalam jumlah yang relatif sedikit karena sangat mudah mengakibatkan terjadinya bleeding. *Superplasticizer*

dapat mereduksi air sampai 15% dari campuran awal dan juga dapat meningkatkan kekuatan beton sampai 10%.

5. *Pozzolan admixtures* yaitu bahan yang bereaksi dengan kapur ikat bebas selama pengikatan semen.
6. *Concrete waterproofers* yaitu bahan campuran penangkal air yang berfungsi untuk mencegah meresapnya air hujan kedalam beton, dengan demikian diharapkan beton kedap air.

3.2.2.1 *Fly Ash*

Fly ash berasal dari penyaringan sisa pembakaran batu bara pada tungku Pembangkit Listrik Tenaga Uap, yang berbentuk partikel halus, tidak berpori serta bersifat pozzolanik.

Menurut SK-SNI S-15-1990-F Spesifikasi Abu Terbang Sebagai Bahan Tambahan Untuk Campuran Beton, abu terbang hasil pembakaran batu bara digolongkan menjadi 3 jenis abu terbang, yaitu :

1. Kelas F : Abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis antrasit dan bituminous.
2. Kelas C : Abu Terbang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis lignite dan subbituminous.
3. Kelas N : Pozzolan alam, seperti halnya tanah diatome, shale, tufa, abu gunung berapi atau pumice.

Persyaratan kimia abu terbang menurut SK SNI S-15-1990-F dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini :

Tabel 3.3 Persyaratan Kimia Abu Terbang

No.	Senyawa	Kadar (%)
1.	Jumlah oksida $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ minimum	70
2.	SO_3 maksimum	5
3.	Hilang pijar maksimum	6
4.	Kadar air maksimum	3
5.	Total alkali dihitung sebagai Na_2O maksimum	1,5

Persyaratan fisika abu terbang menurut SK SNI S-15-1990-F dapat dilihat pada tabel 3.4 dibawah ini :

Tabel 3.4 Persyaratan Fisika Abu Terbang

No.	Sifat fisika	Data yang ada
1.	Berat Jenis	1,99-2,40 gr/cm^3
2.	Kehalusan Butir	163-227,19 m^2/kg
3.	Kadar Air	0,55-4,6 %

3.2.2.2 Superplasticizer

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 digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama (L.J. Murdock dan K.M.Brook).

Keistimewaan penggunaan *superplasticizer* dalam campuran pasta semen maupun campuran beton antara lain:

1. Menjaga kandungan air dan semen tetap konstan sehingga didapatkan campuran dengan workabilitas tinggi.

2. Mengurangi jumlah air dan menjaga kandungan semen dengan kemampuan kerjanya tetap sama serta menghasilkan faktor air semen yang lebih rendah dengan kekuatan yang lebih besar.
3. Mengurangi kandungan air dan semen dengan faktor air semen yang konstan dengan meningkatkan kemampuan kerjanya sehingga menghasilkan beton dengan kekuatan yang sama tetapi menggunakan semen lebih sedikit.
4. Tidak adanya udara yang masuk. Penambahan 1% udara ke dalam beton dapat menyebabkan pengurangan rata-rata 6% terhadap kuat desak beton.
5. Tidak adanya pengaruh korosi terhadap tulangan.

3.2.3 Agregat

Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Ini karena agregat menempati kira-kira sebanyak 78% volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan. (Triono Budi Astanto, 2001)

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton, besar butir agregat selalu dibatasi oleh ketentuan maksimal persyaratan agregat, ketentuan itu antara lain: (Triono Budi Astanto, 2001)

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

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm, dan 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm. (Triono Budi Astanto, 2001)

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03, kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Batas-batas jenis pasir tercantum dalam tabel 3.5 :

Tabel 3.5 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	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
0,6	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

Keterangan:

Daerah I : Pasir kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah IV : Pasir halus

Adapun agregat kerikil ditetapkan seperti yang tercantum dalam tabel 3.6 :

Tabel 3.6 Gradasi kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan	
	Berat butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

Indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat di tetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus 1,5 sampai 3,8 dan kerikil antara 5 dan 8. Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus : (Triono Budi Astanto, 2001)

$$W = \frac{K - C}{C - P} \times 100 \% \quad (1)$$

Dengan W : Persentase berat pasir terhadap berat kerikil

K : Modulus halus butir kerikil

P : Modulus halus butir pasir

C : Modulus halus butir campuran.

3.2.4 Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam pengikatan campuran serta sifat mudah dikerjakan (*workability*). Namun demikian pemakaian air tidak boleh berlebihan, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak keatas permukaan adukan beton segar yang baru saja di tuang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan sambung yang lemah. Dalam pemakaian air untuk beton, sebaiknya air memenuhi syarat-syarat sebagai berikut : (Triono Budi Astanto, 2001)

1. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gr/lit,
2. Tidak mengandung zat organik, asam, dan garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gr/lit,
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/lit, dan
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/lit.

3.3 Metode Perancangan Campuran

Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F merupakan penyempurnaan dari ketentuan pada PBI 1971. Ketentuan ini yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Benda uji standar berupa silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Benda uji selain silinder sebagai alternatif yang memberikan kuat tekan yang berbeda, dibutuhkan faktor konversi seperti pada tabel 3.7 :

Tabel 3.7 Angka konversi benda uji beton

Benda Uji	Faktor Konversi
Silinder 150 x 300 mm	1,00
Kubus 150 x 150 mm	0,80
Kubus 200 x 200 mm	0,83

2. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimal 2 buah benda uji.

3.4 Pengendalian Pekerjaan Beton

Untuk menjaga agar mutu beton dilapangan tetap terjaga, seorang pengawas harus mengawasi pekerjaan dengan teliti. Pelaksanaan pengawasan mutu secara terus menerus selama pembuatan beton perlu dilakukan untuk mengetahui kuat desak rata-rata dan besar variasi kuat desak beton yang dibuat dilapangan secara lebih dini. (Tjokrodinuljo, 1996)

Dalam buku Perencanaan Campuran dan Pengendalian Mutu Beton 1994, tercantum bahwa pekerjaan beton dapat dinyatakan memenuhi syarat jika kedua persyaratan berikut terpenuhi :

1. Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (yang masing-masing pasangan terdiri dari tiga hasil uji desak) tidak kurang dari $f'c + 0,82$ sd
2. Tidak satupun dari hasil uji desak (rata-rata dari dua silinder / kubus) kurang dari $0,85 f'c$.

Jika persyaratan pertama tidak terpenuhi, maka harus diambil langkah-langkah untuk meningkatkan kuat desak rata-rata betonnya. Adapun jika persyaratan kedua yang tidak dipenuhi maka harus diambil langkah-langkah untuk

memastikan bahwa kapasitas daya dukung struktur terhadap beban akan ditahan masih tidak membahayakan.

3.5 Perencanaan Campuran Beton

Dalam penelitian ini kami menggunakan metode "*The British Mix Design Method*" atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara DOE (*Department of Environment*). Adapun langkah-langkahnya pada lampiran A.

3.6 Pengadukan Beton

Untuk mencapai mutu beton yang baik maka bahan-bahan penyusun beton yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus yang kemudian diikat dengan semen lalu berinteraksi dengan air sebagai bahan perekat, harus dicampur dan di aduk dengan benar dan rata. Pengadukan beton dapat dilakukan dengan cara : (Triono Budi Astanto, 2001)

- a. Tangan, dilakukan bila jumlah beton yang dibuat sedikit dan tidak diinginkan suara berisik yang ditimbulkan oleh mesin.
- b. Mesin, dilakukan bila jumlah beton yang dibuat dalam jumlah yang banyak. Lamanya waktu pengadukan tergantung pada kapasitas isi mesin pengaduk, jumlah adukan, jenis serta susunan butir bahan susun, dan slump beton, pada umumnya tidak kurang dari 1,5 menit semenjak dimulainya pengadukan, dan hasil adukannya menunjukkan susunan dan warna yang merata.

3.7 Modulus Elastisitas Beton

Hubungan tegangan-regangan beton perlu diketahui untuk menurunkan persamaan analisis dan desain juga prosedur-prosedur pada struktur beton. Kurva hubungan tegangan-regangan diperoleh dari pengujian terhadap benda uji silinder beton selama beberapa menit. Sampai sekitar 40% dari $f'c$, pada umumnya untuk tujuan praktis kurva hubungan tegangan-regangan dapat dianggap linier. Mendekati 70% tegangan hancur, materialnya banyak kehilangan kekakuannya sehingga menambah ketidaklinieran kurva. (Nawy, 1985)

Tolok ukur yang umum dari sifat elastis suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per-satuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan itu. (Murdock dan Brook, 1999)

Untuk menghitung besarnya modulus elastisitas, dapat dipergunakan formulasi sebagai berikut :

$$E_c = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2)$$

Dimana : E_c = Modulus elastisitas

σ = Tegangan pada saat batas sebanding (Kg/cm^2)

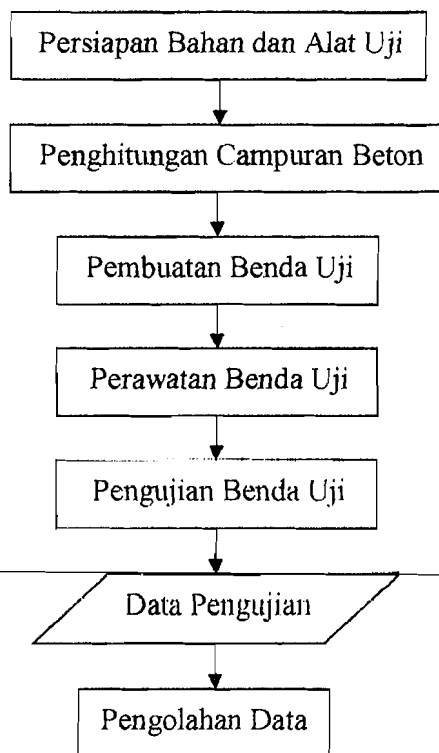
ϵ = Regangan pada saat batas sebanding

Modulus elastisitas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu karakteristik agregat, umur beton, kondisi rawatan beton dan metode pengukuran nilai modulus. Karakteristik agregat merupakan faktor yang sangat berpengaruh, penggunaan agregat yang berbutir kecil dengan tekstur yang tajam dapat meningkatkan modulus elastisitas. Modulus elastisitas beton akan meningkat

dengan bertambahnya waktu. Peningkatan modulus elastisitas tergantung pada kelangsungan proses hidrasi semen, yang berhubungan dengan berkurangnya porositas beton dan peningkatan kekuatan. Penggunaan bahan tambah pengganti semen untuk meningkatkan kepadatan beton selain meningkatkan kekuatan juga menaikkan modulus elastisitas beton.

BAB IV METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang kami lakukan adalah dengan cara persiapan bahan dan alat uji, penghitungan campuran beton, pembuatan, perawatan, pengujian dan pengolahan data. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.1 :



Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

4.1 Persiapan bahan dan peralatan

Dalam tahap ini seluruh bahan (material) dan peralatan yang akan digunakan untuk penelitian dipersiapkan terlebih dahulu.

Bahan yang digunakan dalam pencampuran adalah:

1. Semen Portland merek Nusantara.
2. Agregat halus (pasir) diambil dari Merapi, Kaliurang.
3. Agregat kasar (kerikil) dari Kali Clereng, Kulonprogo.
4. Air dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
5. Bahan tambah *fly ash* dari PLTU Suralaya Jawa Barat.
6. *Superplastilizer* menggunakan Sikament NN yang diproduksi oleh PT Sika Nusantara Pratama.

Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Mesin aduk beton (mollen).
2. Mesin desak.
3. Sekop besar.
4. Kaliper.
5. Tongkat penumbuk
6. Gelas Ukur.
7. Ember.
8. Kerucut Abrams.
9. Timbangan.
10. Ayakan.

11. Cetok.
12. Palu karet.
13. Cetakan silinder.
14. Seperangkat alat kunci.

4.2 Pemeriksaan Bahan Material

Pemeriksaan bahan material yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar

Dari hasil pemeriksaan didapat berat jenis agregat halus = $2,53 \text{ gr/cm}^3$ dan agregat kasar = $2,67 \text{ gr/cm}^3$.

2. Analisis saringan dan modulus halus butir (MHB) agregat halus dan kasar

Dari hasil pemeriksaan didapat MHB agregat halus = 2,8982 dan masuk golongan 2 (pasir agak kasar). Sedangkan MHB agregat kasar = 6,6446 dan besar butir maksimum = 20 mm.

3. Pemeriksaan berat volume agregat halus dan kasar

Dari hasil pemeriksaan didapat berat volume agregat halus = $1,53 \text{ gr/cm}^3$ dan agregat kasar = $1,3581 \text{ gr/cm}^3$.

4. Pemeriksaan butiran yang lewat ayakan no.200

Dari hasil pemeriksaan didapat butiran yang lolos ayakan no.200 = 1,42% < 5%, jadi memenuhi syarat tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

Adapun langkah pemeriksaan dan hitungan dapat dilihat pada lampiran B.

4.3 Perhitungan Campuran Beton (*Mix Design*)

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*), adapun perhitungan lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C.

Hasil perhitungan campuran beton tiap 1m^3 beton, adalah seperti pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1 Hasil perhitungan campuran beton tiap 1m^3

No.	Bahan	Kebutuhan (Kg)
1.	Air	225
2.	Semen	500
3.	Pasir	701
4.	Kerikil	929

4.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

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

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan yang dibutuhkan.
3. Mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang kedalam molen, kemudian diaduk sampai merata dengan permukaan mengkilap.
4. Diukur nilai *slump* dari adukan tersebut
5. Setelah *slump* yang didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan silinder. Pengisian adukan dilakukan tiga tahap, masing-masing $1/3$ dari tinggi cetakan. Setiap tahap ditusuk-tusuk dengan tongkat baja (dengan ukuran diameter 16

mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali sebagai pemadatan adukan.

6. Setelah pemadatan selesai, kemudian permukaanya diratakan.
7. Cetakan diletakan ditempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan 24 jam.
8. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dirawat dengan cara merendam dalam air.

Tabel 4.2 Perincian jumlah sampel

No	Type	Dosis bahan tambah <i>fly ash</i> + <i>superplastilizer</i>	Jumlah sampel
1.	F12SP0,6	12% + 0,6%	15
2.	F12SP0,8	12% + 0,8%	15
3.	F12SP1	12% + 1%	15
4.	F14SP0,6	14% + 0,6%	15
5.	F14SP0,8	14% + 0,8%	15
6.	F14SP1	14% + 1%	15
7.	F16SP0,6	16% + 0,6%	15
8.	F16SP0,8	16% + 0,8%	15
9.	F16SP1	16% + 1%	15
10.	F18SP0,6	18% + 0,6%	15
11.	F18SP0,8	18% + 0,8%	15
12.	F18SP1	18% + 1%	15
Jumlah			180

4.5 Pengujian Kuat Desak Benda Uji

Pengujian kuat desak dilakukan sesuai dengan jadwal pada lampiran.

Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. Benda uji diambil dari bak perendam \pm 24 jam sebelum dilakukan pengujian.
2. Kotoran yang menempel dibersihkan dengan kain.
3. Menimbang berat dari benda uji.

4. Mengukur dimensi dari benda uji
5. Benda uji diletakan pada mesin desak secara sentris.
6. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan dicatat beban maksimum.

4.6 Pengolahan Data

Setelah bahan dan alat uji siap serta sampel uji telah dibuat, maka siap untuk diuji sesuai prosedur penelitian. Hasil dari pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan atau korelasi antar satu pengujian dengan pengujian lainnya. Secara umum dari pengujian-pengujian yang akan dilakukan nantinya akan menghasilkan pengaruh penambahan *fly ash* dan *superplasticizer* pada mutu beton.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Setelah melaksanakan penelitian dan pengujian dilaboratorium, maka hal yang nantinya akan menjadi bahasan meliputi :

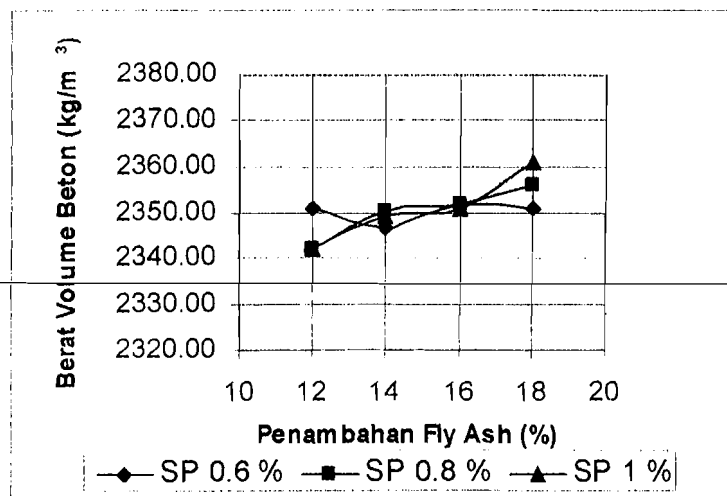
1. Berat volume beton dari tiap-tiap prosentase variasi substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* dalam campuran adukan beton.
2. Tingkat workabilitas beton dari tiap-tiap prosentase substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* dalam campuran adukan beton.
3. Kuat tekan beton dari tiap-tiap prosentase substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* dalam campuran adukan beton.
4. Modulus elastisitas beton dengan substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer*.

5.2 Berat Volume Beton

Berat volume beton merupakan perbandingan antara berat beton dengan volume beton yang sangat tergantung dari komposisi material adukan beton yang direncanakan. Sehingga bila bahan penyusunnya memiliki berat volume yang besar, maka beton yang dihasilkan akan memiliki berat volume yang besar pula. Dari hasil penelitian di laboratorium didapat berat volume beton keras seperti terlihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Berat Volume Beton

No	Tipe	Berat Volume Beton (kg/m ³)
1.	F12SP0,6	2350.64
2.	F12SP0,8	2342.21
3.	F12SP1	2342.35
4.	F14SP0,6	2346.95
5.	F14SP0,8	2350.29
6.	F14SP1	2349.43
7.	F16SP0,6	2351.66
8.	F16SP0,8	2351.87
9.	F16SP1	2350.61
10.	F18SP0,6	2350.99
11.	F18SP0,8	2355.57
12.	F18SP1	2360.88



Gambar 5.1 Grafik Berat Volume Beton

Dari hasil penelitian pada tabel 5.1 dan gambar 5.1 dapat diketahui bahwa berat volume beton terbesar terdapat pada variasi F18SP1 yaitu sebesar 2360.88 kg/m³. Berat volume beton terkecil terdapat pada variasi F12SP0,8 yaitu sebesar 2342.21 kg/m³.

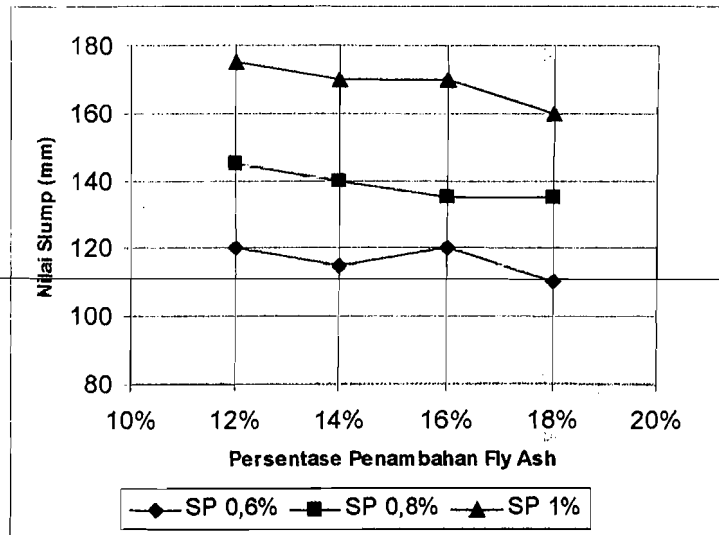
Dari hasil-hasil tersebut terlihat bahwa berat volume beton yang ada sangat bervariasi, hal ini dikarenakan pengaruh proporsi campuran beton dan proses pemadatan beton segar. Menurut Murdock dan Brook (1986), kekuatan beton yang lebih besar dapat dicapai dengan mempergunakan campuran yang lebih “kaya” semen serta memadatkannya sampai berat volume beton yang lebih besar.

5.3 Pengujian Workabilitas

Sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, dituang, dan dipadatkan. Dengan adanya perbedaan komposisi bahan pada tiap-tiap *mix design*, maka nilai *slump* yang dihasilkan juga bervariasi seperti yang tertera dalam tabel 5.2. Semakin besar nilai slump berarti adukan beton semakin encer sehingga tingkat workabilitasnya semakin tinggi.

Tabel 5.2 Nilai *slump* (mm) pada tiap variasi

No	Tipe	Slump (mm)
1.	F12SP0.6	120
2.	F12SP0.8	145
3.	F12SP1	175
4.	F14SP0.6	115
5.	F14SP0.8	140
6.	F14SP1	170
7.	F16SP0.6	120
8.	F16SP0.8	135
9.	F16SP1	170
10.	F18SP0.6	110
11.	F18SP0.8	135
12.	F18SP1	160



Gambar 5.2 Grafik nilai slump pada tiap variasi

Dari tabel 5.2 dan gambar 5.2 di atas dapat diketahui bahwa untuk beton dengan penambahan *superplasticizer* 0.6% mengalami kesulitan dalam pengerjaan pengadukan beton dibandingkan dengan penambahan *superplasticizer* 0.8% dan 1%. Untuk beton dengan penambahan *superplasticizer* 0.8% dan 1% lebih mudah untuk diaduk, dituang dan dipadatkan, karena nilai slumpnya yang relatif lebih tinggi dibandingkan beton dengan penambahan *superplasticizer* 0.6%.

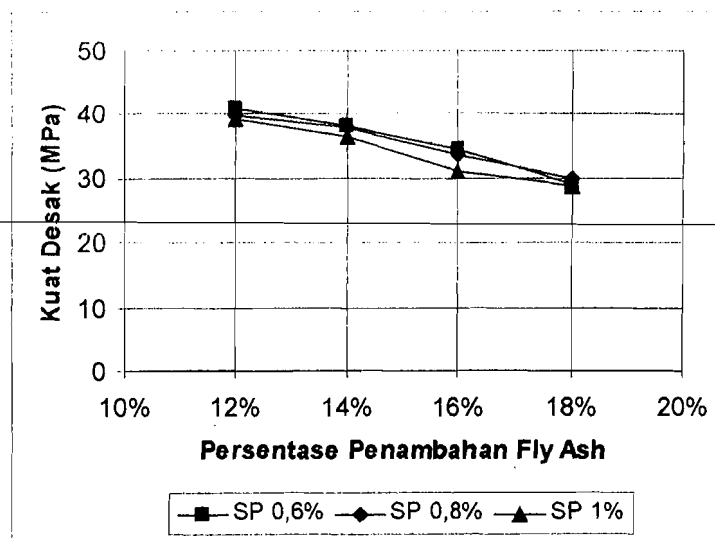
Dilihat dari penambahan kandungan *fly ash* maka nilai *slump* beton yang dihasilkan ada kecenderungan penurunan. Hal ini disebabkan air dalam adukan diserap oleh *fly ash* yang mempunyai tingkat penyerapan air cukup tinggi. Menurut Azhardi dan Ahmad (1998) semakin tinggi kandungan *fly ash*, diperlukan jumlah air yang lebih banyak untuk mencapai *workability* beton. Secara umum, beton dengan kandungan *fly ash* rendah dan *superplasticizer* yang besar seperti pada tipe F12SP1, lebih mudah dikerjakan dibandingkan beton dengan kandungan *fly ash* besar dan *superplasticizer* yang sedikit seperti pada tipe F18SP0,6.

5.3 Analisis Kuat Desak Benda Uji

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat desak benda uji tersebut. Pengujian kuat desak beton dilakukan pada benda uji umur 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa kuat tekan beton maksimum terdapat pada tipe variasi F12SP0,6 dengan kuat tekan rata-rata sebesar 41,80 MPa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Kuat Desak Beton Rata-rata

No	Tipe	Kuat Desak Rata-rata (MPa)
1.	F12SP0,6	41.80
2.	F12SP0,8	39.74
3.	F12SP1	39.35
4.	F14SP0,6	38.05
5.	F14SP0,8	37.74
6.	F14SP1	36.47
7.	F16SP0,6	34.57
8.	F16SP0,8	33.71
9.	F16SP1	31.20
10.	F18SP0,6	29.08
11.	F18SP0,8	29.99
12.	F18SP1	28.93



Gambar 5.3 Grafik kuat desak beton rata-rata

Dari tabel 5.3 dan gambar 5.3 di atas dapat dilihat bahwa kuat desak beton tertinggi terdapat pada tipe F12SP0,6 yaitu sebesar 41,80 MPa dan kuat desak beton terendah terdapat pada tipe F18SP1 yaitu sebesar 28,93 MPa. Dari data diatas juga dapat dilihat bahwa substitusi 12% *fly ash* mempunyai kuat desak lebih tinggi dibandingkan dengan beton variasi substitusi *fly ash* lainnya.

Telah diketahui bahwa *fly ash* merupakan bahan tambah yang bersifat aktif bila dicampur dengan kapur atau semen, dan beton *fly ash* memiliki kuat tekan lebih tinggi daripada beton normal pada komposisi tertentu (M. Rifai Syakuri dan Haryadi, 1997).

Pengaruh *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen mengakibatkan terjadinya reaksi pengikatan kapur bebas yang dihasilkan dalam proses hidrasi semen oleh silika yang terkandung dalam *fly ash*. Selain itu, butiran *fly ash* yang jauh lebih kecil membuat beton lebih padat karena rongga antara butiran agregat diisi oleh *fly ash*.

Beton dengan substitusi *fly ash* diatas 12% mengalami kuat tekan lebih rendah, bahkan pada substitusi *fly ash* 16% dan 18% kuat tekannya lebih rendah dari kuat tekan yang direncanakan. Hal ini disebabkan penggunaan *fly ash* yang banyak cenderung mengganggu lekatan semen pada agregat bahkan membentuk gumpalan-gumpalan *fly ash* yang tidak dapat tercampur dengan pasta semen. Hal inilah yang menyebabkan penurunan kuat desak beton.

Menurut hasil penelitian Azhardi dan Ahmad (1998) dengan penggantian sebagian semen oleh *fly ash* sebanyak 15% menyebabkan kuat tekan lebih rendah dari beton normal. Hal ini dikarenakan jumlah kandungan senyawa C_3S dan

senyawa C_3A dalam semen ikut berkurang. Dimana senyawa C_3S dalam semen memiliki peranan yang besar pada perkembangan kekuatan beton. Dan senyawa C_3A memiliki pengaruh memberikan sifat pada campuran agar cepat kaku.

Dari penelitian terlihat bahwa semakin rendah kandungan *fly ash*, kuat tekan semakin tinggi. Pada campuran yang sama tetapi dengan kandungan *fly ash* lebih tinggi terlihat bahwa kuat tekan lebih rendah daripada campuran kandungan *fly ash* rendah. Hal ini mungkin disebabkan karena campuran *fly ash* telah mencapai kadar optimumnya. Dengan mengurangi kandungan *fly ash*, kekuatan dapat meningkat sebagaimana yang diperlihatkan pada tipe F12SP0,6, F12SP0,8, dan F12SP1.

Adanya penambahan *superplasticizer* tidak begitu berpengaruh terhadap kuat desak beton. Hal ini dikarenakan dengan nilai faktor air semen yang tetap *superplasticizer* hanya berguna dalam hal kemudahan pengerjaan pengadukan beton (*workability*).

5.3 Analisis Modulus Elastisitas Beton

Pengujian tegangan-regangan tidak dilakukan terhadap seluruh benda uji disebabkan keterbatasan biaya yang tersedia, sehingga hanya diambil 2 sampel dari satu variasi berjumlah 15 sampel. Seluruh pengujian tegangan-regangan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII. Kurva hubungan tegangan-regangan benda uji untuk masing-masing variasi ditunjukkan pada lampiran D.

Perhitungan Modulus Elastisitasnya sebagai berikut :

$$\text{Modulus Elastisitas (Ec)} = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (1)$$

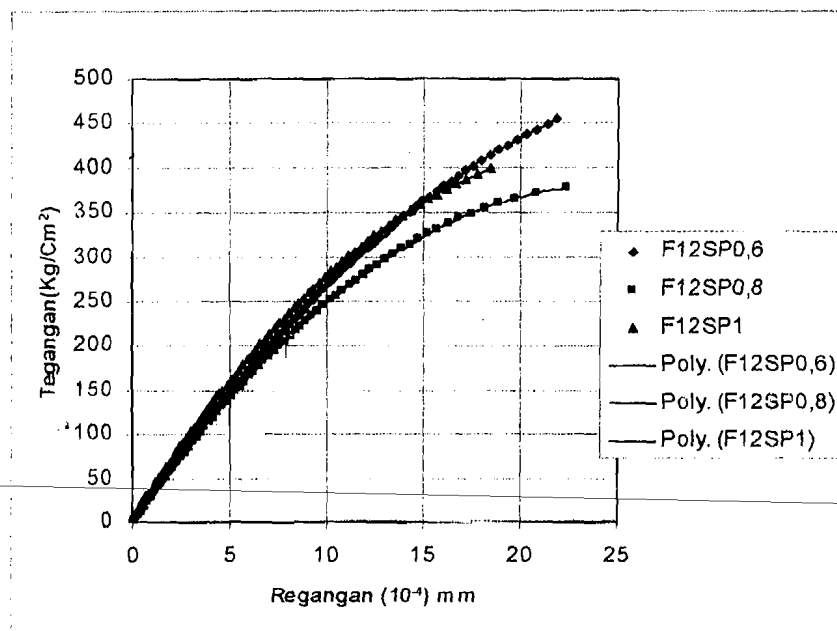
Dimana : σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

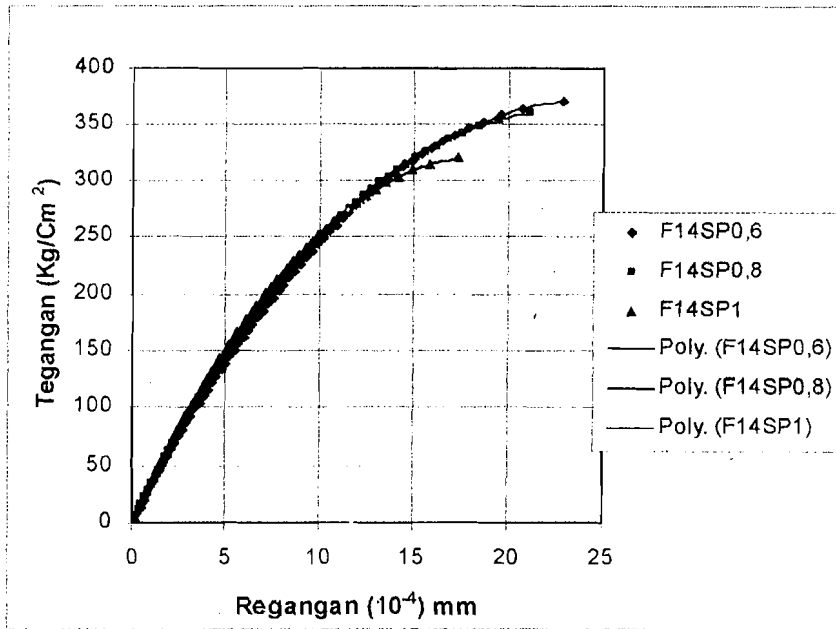
Pada tipe F12SP0,6, didapat $\sigma = 184,07 \text{ kg/cm}^2$ dan $\epsilon = 6,433 \cdot 10^{-4}$

$$Ec = \frac{184,07}{6,433 \cdot 10^{-4}} = 286133,997 \text{ kg/cm}^2$$

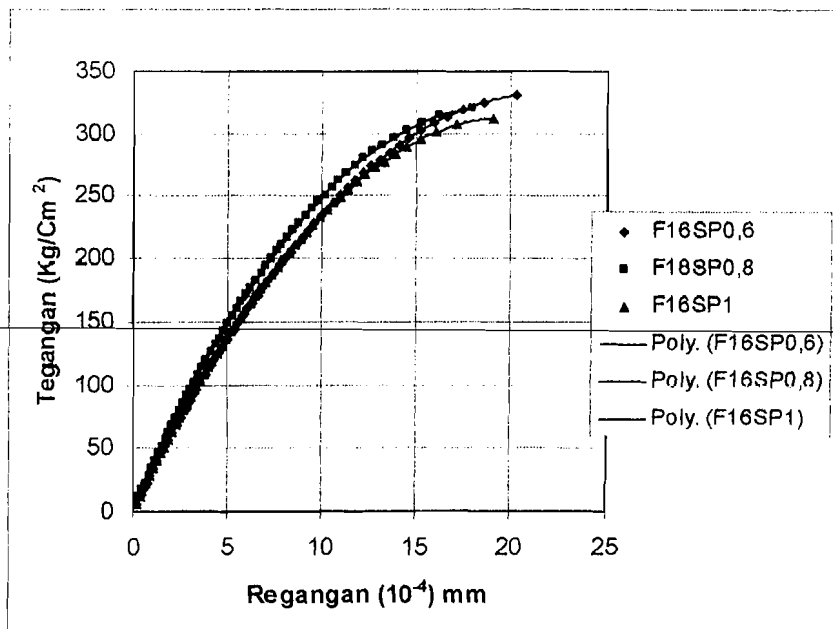
Untuk grafik tegangan regangannya dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini:



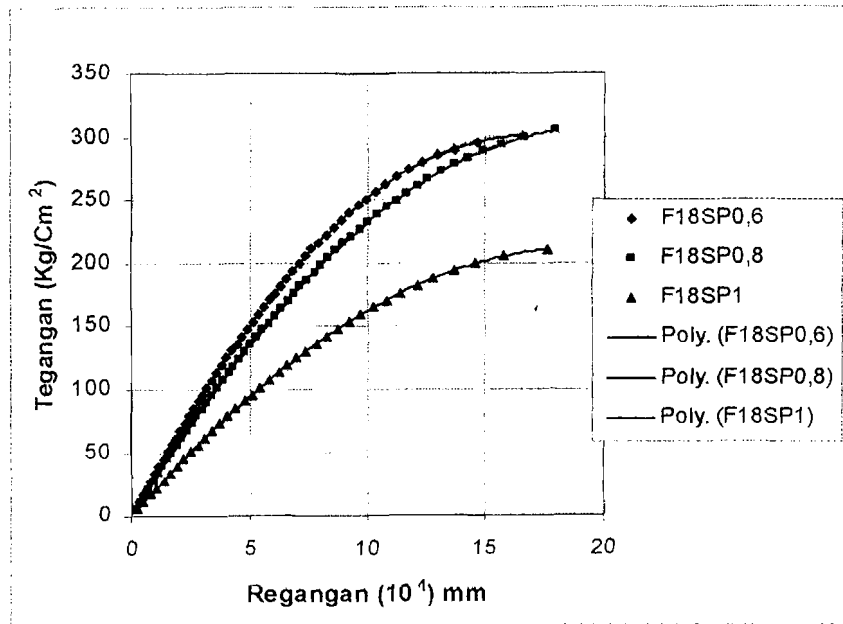
Gambar 5.4 Grafik Tegangan Regangan Tipe F12SP0,6; F12SP0,8; F12SP1



Gambar 5.5 Grafik Tegangan Regangan Tipe F14SP0,6; F14SP0,8; F14SP1



Gambar 5.6 Grafik Tegangan Regangan Tipe F16SP0,6; F16SP0,8; F16SP1



Gambar 5.7 Grafik Tegangan Regangan Tipe F18SP0,6; F18SP0,8; F18SP1

Selain menggunakan penyelesaian diatas, penetapan nilai modulus elastisitas beton bisa dilakukan dengan cara lain berdasar kerapatan (density) / berat beton, menurut SK-SNI-T-15-1991-03 untuk beton kepadatan normal dengan berat isi $\pm 23 \text{ KN/m}^3$ nilai modulus elastisitas beton menggunakan rumus :

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$$

dimana E_c = Modulus Elastisitas Beton (MPa)

f_c' = Kuat Tekan Beton (MPa)

Pada tipe F12SP0,6, dengan kuat tekan beton 41,80 MPa

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \sqrt{41,80} = 30386,8721 \text{ MPa} \\ &= 309754,050 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Untuk tipe selanjutnya dapat dilihat tabel 5.4 :

Tabel 5.4 Hasil pengujian modulus elastisitas

No.	Tipe	σ (kg/cm ²)	ϵ (10 ⁻⁴)	Ec Berdasar Pengujian (kg/cm ²)	Ec Berdasar Teori (kg/cm ²)	Selisih (%)
1	F12SP0,6	184,070	6,443	285689,896	309754,051	-7,77
2	F12SP0,8	154,380	5,592	276072,961	302024,925	-8,59
3	F12SP1	161,922	5,086	318368,069	300539,267	5,93
4	F14SP0,6	150,356	5,482	274272,163	295533,138	-7,19
5	F14SP0,8	148,663	5,310	279967,985	294326,795	-4,88
6	F14SP1	131,163	4,304	304746,747	289332,178	5,33
7	F16SP0,6	136,813	5,009	273134,358	281694,614	-3,04
8	F16SP0,8	131,340	4,406	298093,509	278168,680	7,16
9	F16SP1	124,832	4,494	277774,811	267612,350	3,80
10	F18SP0,6	125,132	3,977	314639,175	258360,464	21,78
11	F18SP0,8	130,057	4,802	270839,234	262371,759	3,23
12	F18SP1	90,908	4,301	211364,799	257693,267	-17,98

Dari hasil penelitian pada tabel 5.4 dapat diketahui bahwa modulus elastisitas beton terbesar terdapat pada variasi F12SP1 yaitu sebesar 318368,069 kg/cm². Modulus elastisitas beton terkecil terdapat pada variasi F18SP1 yaitu sebesar 211364,799 kg/cm².

Dari data diatas juga dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan nilai modulus elastisitas berdasarkan perhitungan menggunakan grafik tegangan regangan dibandingkan berdasarkan teori. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pengerjaan pembuatan sampel yang kurang baik dan minimnya jumlah sampel untuk pengujian tegangan regangan.

Dari grafik tegangan regangan, kurva tegangan regangan berbentuk lengkung. Hal ini menandakan nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangannya pada tegangan tinggi, yang berarti beton tidak sepenuhnya elastis.

Bentuk kurva tegangan-regangan dipengaruhi oleh karakteristik agregat yang digunakan dan faktor pengujian seperti alat uji dan kecepatan pembebanan. Daerah terlemah pada beton adalah daerah antara pasta semen dengan agregat kasar. Penggunaan agregat kasar batu pecah yang memiliki permukaan kasar akan mengurangi hal tersebut, sehingga meningkatkan kuat tekan dan memperkecil deformasi yang terjadi akibat pembebanan.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini terdiri dari kesimpulan dari hasil penelitian benda uji dan saran terhadap hal-hal yang terkait dengan penggunaan bahan tambah *fly ash* dan *superplasticizer* terhadap kuat desak yang dapat dijadikan sebagai anjuran bagi penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat desak tertinggi terdapat pada substitusi *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* sebesar 12% dan 0,6% yaitu pada tipe F12SP0,6 dengan kuat desak 41,80 MPa.
2. Beton dengan substitusi *fly ash* diatas 12% mengalami penurunan kuat desak bila dibandingkan dengan substitusi *fly ash* 12%.
3. Beton dengan substitusi *fly ash* rendah dan penambahan *superplasticizer* yang besar memudahkan pengadukan, penuangan, dan pemadatan (*workability*) beton.

4. Kandungan *fly ash* optimum dan bersesuaian dengan dosis penggunaan *superplasticizer* akan menghasilkan beton yang memiliki kuat desak tinggi.

6.2 Saran

Untuk lebih sempurnanya hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan dilakukan penelitian dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan variasi *fly ash* yang lebih kecil dan penggunaan *superplasticizer* dari produk lain.
2. Agar didapat hasil yang lebih baik maka variasi umur ditambah, misal umur 3, 7, dan 14 hari.
3. Untuk pengujian tegangan regangan, diperlukan penambahan jumlah sampel untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.
4. Agar diperoleh sampel yang baik perlu diperhatikan pada saat pemadatan, karena apabila dalam pemadatan tidak benar, sampel akan mengalami keropos dan ini akan sangat mempengaruhi hasil uji.

DAFTAR PUSTAKA

1. Eko Yuwono, "Pengaruh Bahan-bahan Pemercepat Pengerasan Terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Beton", Yogyakarta, 1997.
2. Muzamil dan Budiono, "Pengaruh Pemakaian Superplazticizer Terhadap Kuat Desak Beton", Yogyakarta, 1994.
3. Muh. Rifai Syakuri dan Haryadi, "Studi Tentang Beton Normal Dengan Campuran Abu Terbang", Yogyakarta, 1997.
4. Azhardi dan Ahmad Pasya S., "Evaluasi Potensi Penggunaan Air Es dan Abu Terbang (Fly Ash) Dalam Usaha Memperkecil Perbedaan Suhu dan Pengaruhnya Terhadap Kuat Tekan Beton", Yogyakarta, 1998.
5. Murdock' L. J, Brook, K. M., "Bahan dan Praktek Beton", Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta, 1986.
6. Nawi G. E., "Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Dasar", Terjemahan Bambang Suryoatmo, PT Refika Aditama, Jakarta, 1998.
7. Triono Budi Astanto, "Konstruksi Beton Bertulang", Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 2001.
8. PT. Semen Gresik, "Kuliah Umum Teknologi Semen", PT. Semen Gresik (PERSERO) Tbk, 2003.
9. Kardiyono Tjokrodimuljo, "Teknologi Beton", NAFIRI, Yogyakarta, 1996.
10. -----, SK SNI T-15-1990-03, " Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung, 1991.

11. -----, SK SNI M-14-1989-F, "Tata Cara Pengadukan Dan Pengecoran Beton, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung, 1991.
12. -----, SK SNI S-15-1990-F, "Spesifikasi Abu Terbang Sebagai Bahan Tambahan Untuk Campuran Beton", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung, 1991.
13. -----, SK SNI S-18-1990-03, "Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton , Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung, 1991.

LAMPIRAN

**METODE „THE BRITISH MIX DESIGN
METHOD“**

LAMPİRAN A

Metode "The British Mix Design Method"

Metode ini di Indonesia dikenal dengan nama DOE (*Department of Environment*).

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari (f_c')

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

- b. Menetapkan nilai deviasi standar (S_d)

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

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

Tabel 1 Tingkat pengendalian pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	S_d (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

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

Tabel 2 Faktor Pengali deviasi standar

Jumlah data	30	25	20	15	<15
Faktor pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

- c. Menghitung nilai tambah margin (M)

$$M = K \cdot Sd \quad (1)$$

Keterangan : M = nilai tambah

$$K = 1,64$$

Sd = standar deviasi

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

- d. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

$$\text{Rumusnya : } f'_{cr} = f'_c + M \quad (2)$$

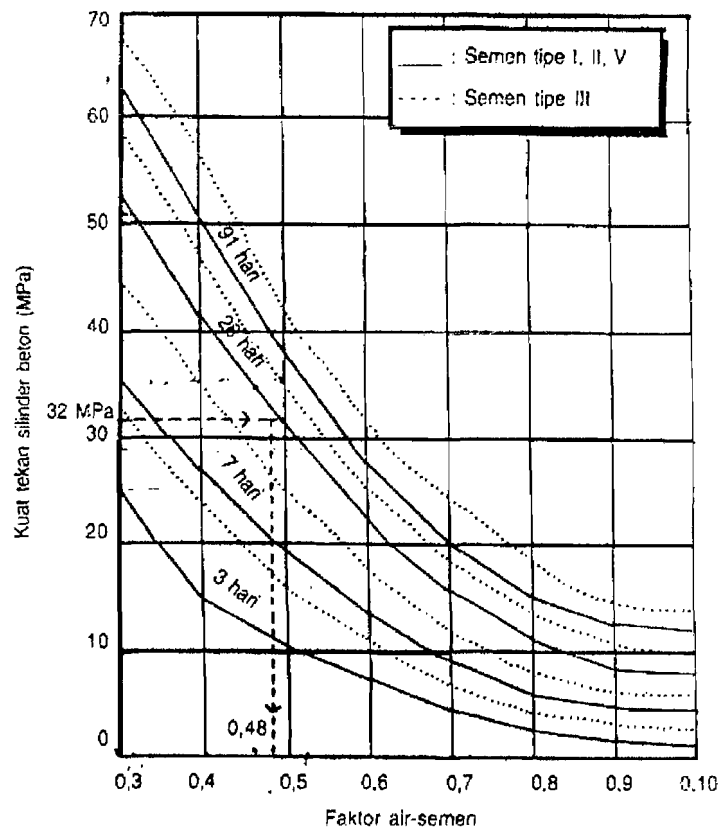
Keterangan : f'_{cr} = kuat tekan rata-rata

$$f'_c = \text{kuat tekan yang disyaratkan} \quad M = \text{nilai tambah}$$

- e. Menetapkan jenis semen
- f. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)
- g. Menetapkan faktor air semen

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

Cara Pertama:



Gambar 1 Grafik faktor air semen

Misal, kuat tekan silinder ($f'_{cr} = 32$ 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 (Gambar 1)

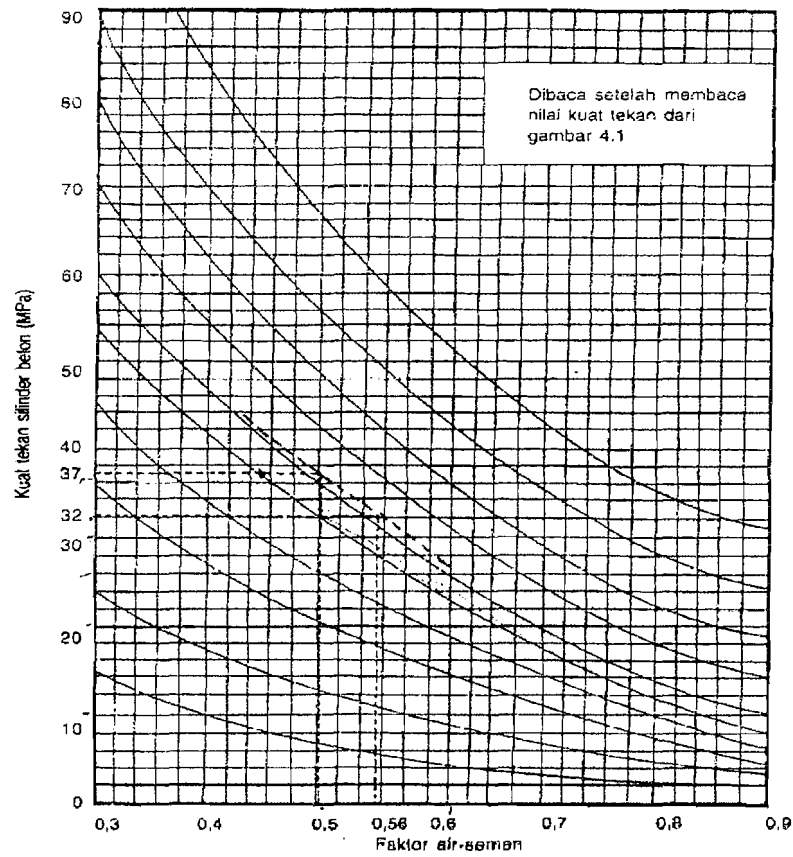
Cara Kedua

Diketahui jenis semen I, Jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka gunakan tabel 3 :

Tabel 3 Nilai kuat tekan beton

Jenis semen	Jenis agregat kasar(kerikil)	Umur Beton			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
IV	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Dari tabel di atas diperoleh nilai kuat tekan = 37 MPa, yaitu jenis semen I, kerikil batu pecah dan umur beton 28 hari. Kemudian, dengan faktor air semen 0,5 dan $f'_{cr} = 37$ MPa, digunakan grafik penentuan faktor air semen dibawah ini. Caranya, tarik garis ke kanan mendatar 37, tarik garis ke atas 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.



Gambar 4.2. Grafik mencari faktor air semen.

Gambar 2 Grafik mencari faktor air semen

Cara Ketiga :

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembeconan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air. Dengan cara ini diperoleh :

1. Untuk pembetonan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,60.
2. Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozzolan untuk tanah mengandung SO_3 antara 0,3 – 1,2 maka FAS yang diperoleh = 0,50.
3. Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50.

Dari ketiga cara di atas ambil nilai yang terendah.

- h. Menetapkan faktor air semen maksimum

Cara ini didapat dari ketiga cara di atas ambil nilai faktor air semen yang terkecil.

- i. Menetapkan nilai slump

Nilai slump didapat sesuai dari pemakaian beton, hal ini dapat diketahui dari tabel 4 :

Tabel 4 Penetapan Nilai Slump (cm)

Pemakaian Beton	Maks	Min
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang koison, struktur dibawah 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

- j. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum (kerikil).
- k. Menetapkan jumlah kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik beton digunakan tabel 5 :

Tabel 5 Kebutuhan air per meter kubik beton

Besarnya ukuran maksimum 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

Dalam tabel di atas, bila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai memiliki jenis yang berbeda (Alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k \quad (3)$$

Dengan : A = jumlah air yang dibutuhkan, liter/m³

A_h = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus

A_k = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

l. Menetapkan kebutuhan semen

$$\text{Berat semen per meter kubik} = \frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan}}{\text{Faktor air semen maksimum}} \quad (4)$$

m. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan berdasar tabel 6 :

Tabel 6 Kebutuhan semen minimum

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen min. Ukuran maks agregat(mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe	280	300
Air payau	Tipe + pozolan (15-40%)	340	380
	atau S.P pozolan tipe II dan V	290	330
Air laut	Tipe II dan V	330	370

n. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Untuk menetapkan kebutuhan semen, lihat langkah l (kebutuhan semen dan kebutuhan semen minimumnya), maka yang dipakai harga terbesar diantara keduanya.

o. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

Jika jumlah semen pada langkah l dan m berubah, maka faktor air semen berubah yang ditetapkan dengan :

1. Jika akan menurunkan faktor air semen, maka faktor air semen dihitung lagi dengan cara jumlah air dibagi jumlah semen minimum.
2. Jika akan menaikkan jumlah air lakukan dengan cara jumlah semen minimum dikalikan faktor air semen.

p. Menentukan golongan pasir

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

q. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.

r. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

1. Jika tidak ada data, maka agregat alami (pasir) diambil 2,7 dan untuk kerikil (pecahan) diambil 2,7.

2. Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ campuran} = (P/100) \times B_j \text{ pasir} + (K/100) \times B_j \text{ kerikil} \quad (5)$$

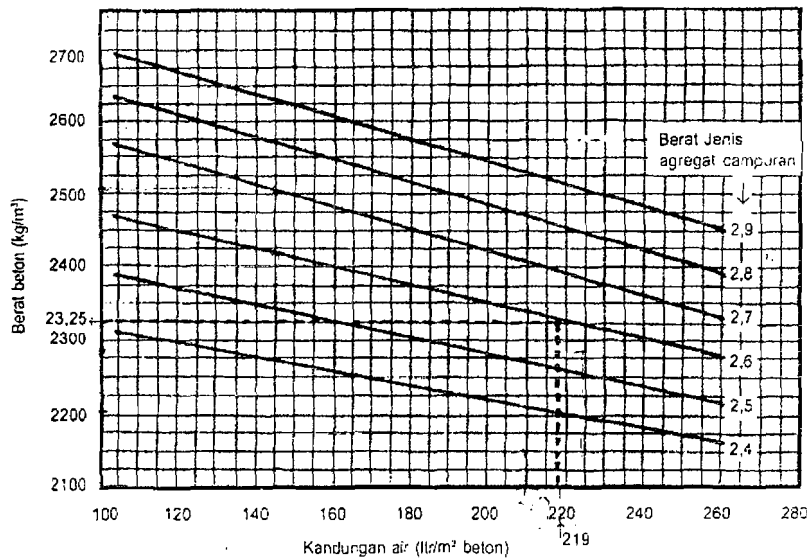
Diketahui : B_j campuran = berat jenis campuran

P = persentase pasir terhadap agregat campuran

K = persentase kerikil terhadap agregat campuran

s. Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan kedalam gambar 3 :



Gambar 4.6. Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton.

Gambar 3 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

Misalnya, jika berat jenis campuran 2,6.

kebutuhan air tiap meter kubik = 219

Caranya, tentukan angka 219 dan tarik garis keatas memotong garis berat jenis 2,6 dan tarik garis ke kiri, dan temukan berat jenis betonnya 2325 kg/m³.

t. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

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

u. Menentukan kebutuhan pasir

Kebutuhan pasir = kebutuhan pasir dan kerikil x persentase berat pasir

v. Menentukan kebutuhan kerikil

Kebutuhan kerikil = kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir

PEMERIKSAAN AGREGAT

LAMPIRAN B

PEMERIKSAAN AGREGAT

A. Pemeriksaan Bahan Material Agregat Halus

A.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Urutan Proses dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap; yang dimaksud berat tetap adalah keadaan benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar daripada 0,1%; dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama (24 ± 4) jam.
2. Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talam, keringkan di udara panas dengan membalik-balikkan benda uji; lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.
3. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung; keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
4. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer; masukkan air suling sampai mencapai 90% isi

piknometer, putar sambil diduncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.

5. Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C .
6. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
7. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
8. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).
9. Rumus berat jenis jenuh kering permukaan :
$$\frac{500}{(B + 500 - Bt)}$$

Keterangan: B = berat piknometer berisi air, dalam gram

Bt = berat piknometer berisi benda uji dan air, dalam gram

500 = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram.

A.2 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

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

A.3 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus

Urutan pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

1. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 1/3 bagian dan ratakan dengan jari tangan.
2. Tumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali yang terdistribusi merata ke seluruh permukaan.
3. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 2/3 bagian dan ratakan serta tumbuk seperti diatas.
4. Masukkan agregat halus kedalam silinder sampai penuh dan ditumbuk kembali.
5. Ratakan permukaan agregat halus dengan jari tangan, sehingga sebanding antara bagian yang menonjol dengan bagian yang kosong dari atas silinder.
6. Timbang silinder ukur berikut isinya (W2).
7. Keluarkan agregat halus dari silinder.
8. Timbang silinder (W1).
9. Rumus berat volume : $\frac{W2 - W1}{V}$

Keterangan : W1 = Berat tabung, dalam gram

W2 = Berat tabung + agregat halus, dalam gram.

V = Volume tabung, dalam cm³.

A.4 Pemeriksaan Butir yang lewat ayakan no.200

Urutan pelaksanaannya:

1. Keringkan agregat halus sampai berat tetap pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$, dan timbang dengan ketelitian 0,1 gram (W1).
2. Letakkan agregat halus dengan ayakan dan alirkan air di atasnya.
3. Gerakkan agregat halus dengan air deras secukupnya sehingga bagian yang halus menembus ayakan 75 mm (no.200) dan bagian yang kasar tertinggal di atas ayakan.
4. Ulang pekerjaan tersebut di atas hingga air pencuci menjadi jernih.
5. Keringkan agregat yang telah dicuci sampai berat tetap pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$, dan timbang dengan ketelitian 0,1 gram (W2).
6. Rumus :
$$\frac{W2 - W1}{W1}$$

Keterangan : W1 = Berat agregat awal, dalam gram.

W2 = Berat setelah dicuci, dalam gram.

B. Pemeriksaan Bahan Material Agregat Kasar

B.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Urutan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Cuci agregat kasar untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.

2. Keringkan agregat kasar dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ sampai berat tetap; sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dalam oven.
3. Rendam agregat kasar dalam air pada suhu kamar selama (24 ± 4) jam.
4. Keluarkan agregat kasar dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
5. Timbang agregat kasar kering permukaan jenuh (B_j).
6. Letakkan benda uji di dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (B_a), dan suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25°C).
7. Rumus :
$$\frac{B_j}{(B_j - B_a)}$$

Keterangan : B_j = Berat kondisi jenuh kering muka, dalam gram.

B_a = Berat dalam air, dalam gram.

B.2 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar

Urutan proses pengujian ini adalah sebagai berikut :

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

2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

B.3 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar

Urutan pemeriksaan adalah sebagai berikut :

1. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 1/3 bagian dan ratakan dengan jari tangan.
2. Tumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali yang terdistribusi merata ke seluruh permukaan.
3. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 2/3 bagian dan ratakan serta tumbuk seperti diatas.
4. Masukkan agregat halus kedalam silinder sampai penuh dan ditumbuk kembali.
5. Ratakan permukaan agregat halus dengan jari tangan, sehingga sebanding antara bagian yang menonjol dengan bagian yang kosong dari atas silinder.
6. Timbang silinder ukur berikut isinya (W2).
7. Keluarkan agregat halus dari silinder.
8. Timbang silinder (W1).
9. Rumus berat volume :
$$\frac{W2 - W1}{V}$$

Keterangan : W_1 = Berat tabung, dalam gram

W_2 = Berat tabung + agregat halus, dalam gram.

V = Volume tabung, dalam cm^3 .



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

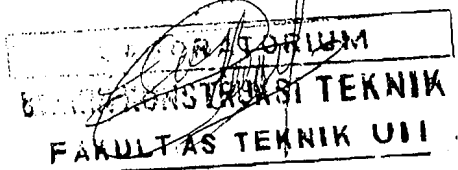
Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditest tanggal : 09 Mei 2005
Sasmita Diharja
Pasir asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Berat pasir kondisi jenuh kering muka = 500 gram
Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt) = 970 gram
Berat piknometer berisi air (B) = 660 gram
Berat jenis jenuh kering muka $[500 / (B+500-Bt)]$ = 2,53 gr/cm³

Yogyakarta, 09 Mei 2004

Dikerjakan oleh

Disyahkan





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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR
No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

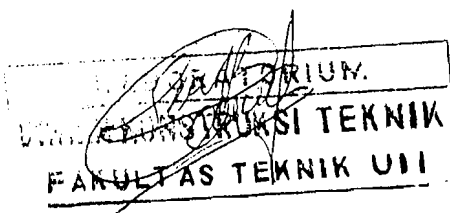
Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditest tanggal : 09 Mei 2005
Sasmita Diharja
Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (B) = 5000 gram
Berat kerikil dalam air (Ba) = 1233 gram
Berat jenis jenuh kering muka $[B / (B - Ba)]$ = 2,6706 gr/cm³

Yogyakarta, 09 Mei 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh





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

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

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditest tanggal : 10 Mei 2005
Sasmita Diharja
Pasir asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Berat agregat awal sebelum dicuci (W1)	= 500 gram
Berat setelah dicuci (W2)	= 492,9 gram
Berat yang lewat ayakan no.200 (W1-W2)	= 7,1 gram
Berat yang lewat ayakan no.200 $[(W1-W2)/W1] \times 100\%$	= 1,42 %

Yogyakarta, 10 Mei 2005

Dikerjakan oleh

Disyahkan


**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII**



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditest tanggal : 10 Mei 2005
Sasmita Diharja
Pasir asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1) = 11200 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2) = 19300 gram
Berat agregat hersih (W2-W1) = 8100 gram
Volume tabung (V) = 5301,44 cm³
Berat volume [(W2-W1) / V] = 1,53 gram/cm³

Disyahkan

Yogyakarta, 10 Mei 2005

Dikerjakan oleh

**LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII**



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

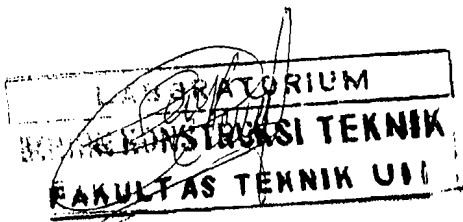
Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditest tanggal : 10 Mei 2005
Sasmita Diharja
Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1)	= 12800 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2)	= 20000 gram
Berat agregat bersih (W2-W1)	= 7200 gram
Volume tabung (V)	= 5301,45 cm ³
Berat volume [(W2-W1) / V]	= 1,3581 gram/cm ³

Yogyakarta, 10 Mei 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh





**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

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

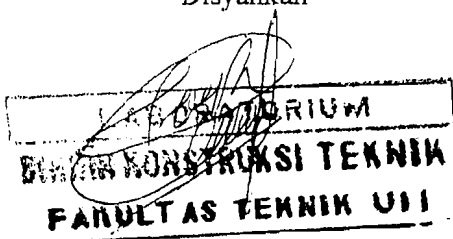
Hasil analisa ayakan masuk daerah : 2 (dua)

Jenis pasir : agak kasar

Yogyakarta, 11 Mei 2005

Dikerjakan oleh

Disyahkan





**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

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2004

Penguji : Nabhan Ulin Nuha

Ditest tanggal : 11 Mei 2004

Sasmita Diharja

Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo

Keperluan : Tugas Akhir

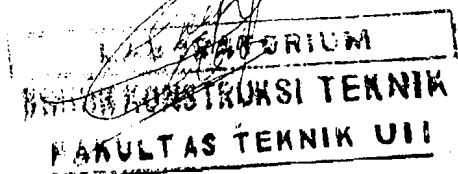
Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif (%)	Persen lolos komulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	146,8	7,69	7,69	92,31
10,00	937,6	49,08	56,77	43,23
4,80	825,7	43,23	100	0
2,40			100	
1,20			100	
0,60			100	
0,30			100	
0,15			100	
Sisa			-	
Jumlah	1910,1	100	664,46	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{664,46}{100} = 6,6446$$

Yogyakarta, 11 Mei 2005

Dikerjakan oleh

Disyahkan





**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

GRADASI KERIKIL

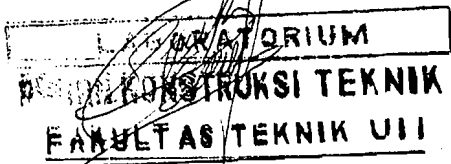
Lubang ayakan (mm)	• Persen berat butir agregat yang lewat ayakan	
	Besar butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40,00	90-100	100
20,00	30-70	95-100
10,00	10-35	25-55
4,80	0-5	0-10

Hasil analisa ayakan, besar butir maksimum masuk 20 mm.

Yogyakarta, 11 Mei 2005

Dikerjakan oleh

Disyahkan



PERHITUNGAN CAMPURAN BETON
(Mix Design)

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN CAMPURAN BETON (*MIX DESIGN*)

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

$f'c$	= 25 MPa
Jenis semen	= biasa
Jenis kerikil	= batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	= 20 mm
Nilai slump	= 150 mm (15 cm)
Jenis pasir	= agak kasar (golongan 2)
Berat jenis pasir	= 2,63 t/m ³
Berat jenis kerikil	= 2,67 t/m ³

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari yaitu $f'c = 25$ MPa
2. Penetapan nilai deviasi standar (S) = 5,6 MPa
3. Perhitungan nilai tambah (M) = $5,6 \times 1,16 \times 1,64 = 10,65 \approx 11$ MPa
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$\begin{aligned}f'cr &= f'c + M \\ &= 25 + 11 \\ &= 36 \text{ MPa}\end{aligned}$$

5. Menetapkan jenis semen

Digunakan jenis semen biasa merk Nusantara 50 kg

6. Menetapkan jenis agregat

Digunakan jenis kerikil batu pecah ukuran maks 20 mm

7. Menetapkan faktor air semen (FAS)

$$\text{Cara 1} = 0,45$$

$$\text{Cara 2} = 0,46$$

$$\text{Cara 3} = 0,5 \quad \text{Diambil terkecil, yaitu} = 0,45$$

8. Menetapkan nilai slump = 15 cm

9. Menetapkan kebutuhan air (A)

$$= (0,67 \times 225) + (0,33 \times 225)$$

$$= 225 \text{ liter}$$

10. Menentukan kebutuhan semen

$$= \text{air/faktor air semen}$$

$$= \frac{225}{0,47} = 478,7 \text{ kg dipakai } 479 \text{ kg}$$

11. Perbandingan pasir dan kerikil = 43% dan 57% (grafik hub. fas, slump dan ukuran butir maks)

12. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

$$= \frac{43}{100} \times 2,63 + \frac{57}{100} \times 2,67 = 2,653$$

13. Menentukan berat jenis beton = 2355 kg/m^3 (grafik hub. kandungan air dan berat jenis campuran)

14. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$= 2355 - 225 - 500 = 1630 \text{ kg}$$

15. Menentukan kebutuhan pasir

$$= 43\% \times 1630 = 701 \text{ kg}$$

16. Menentukan kebutuhan kerikil

$$= 1630 - 701 = 929 \text{ kg}$$

Kesimpulan :

Untuk 1 m³ beton dibutuhkan

a. air = 225 liter

b. semen = 500 kg

c. pasir = 701 kg

d. kerikil = 929 kg

ANALISIS TEGANGAN REGANGAN

LAMPIRAN D

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F12SP0,6

Diameter = 15.03 cm
 Luas = 177.21 cm²
 Tinggi = 302.15 mm
 Berat = 12.70 kg

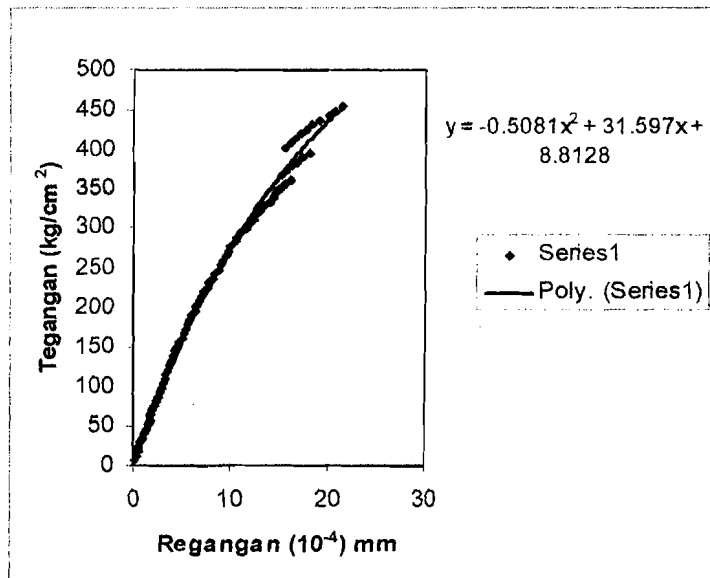
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.5081	31.597	8.8128

Koreksi : (-) 0.277

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³)mm	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10 ⁻⁴)
10	1019.37	5	0.165	5.752	3.061	-0.097	5.752	0.180
20	2038.74	11	0.364	11.504	-2.692	0.085	11.504	0.362
30	3058.10	15	0.496	17.257	-8.444	0.268	17.257	0.545
40	4077.47	20	0.662	23.009	-14.196	0.453	23.009	0.730
50	5096.84	26	0.860	28.761	-19.948	0.638	28.761	0.915
60	6116.21	30	0.993	34.513	-25.700	0.824	34.513	1.101
70	7135.58	35	1.158	40.265	-31.452	1.012	40.265	1.289
80	8154.94	39	1.291	46.017	-37.205	1.201	46.017	1.478
90	9174.31	45	1.489	51.770	-42.957	1.391	51.770	1.668
100	10193.68	51	1.688	57.522	-48.709	1.582	57.522	1.859
110	11213.05	56	1.853	63.274	-54.461	1.774	63.274	2.051
120	12232.42	62	2.052	69.026	-60.213	1.968	69.026	2.245
130	13251.78	67	2.217	74.778	-65.966	2.163	74.778	2.440
140	14271.15	72	2.383	80.531	-71.718	2.359	80.531	2.636
150	15290.52	77	2.548	86.283	-77.470	2.557	86.283	2.834
160	16309.89	82	2.714	92.035	-83.222	2.756	92.035	3.033
170	17329.26	88	2.912	97.787	-88.974	2.956	97.787	3.233
180	18348.62	93	3.078	103.539	-94.726	3.158	103.539	3.435
190	19367.99	99	3.277	109.291	-100.479	3.362	109.291	3.639
200	20387.36	103	3.409	115.044	-106.231	3.567	115.044	3.844
210	21406.73	109	3.607	120.796	-111.983	3.773	120.796	4.050
220	22426.10	115	3.806	126.548	-117.735	3.981	126.548	4.258
230	23445.46	121	4.005	132.300	-123.487	4.191	132.300	4.468
240	24464.83	126	4.170	138.052	-129.239	4.402	138.052	4.679
250	25484.20	130	4.302	143.804	-134.992	4.615	143.804	4.892
260	26503.57	138	4.567	149.557	-140.744	4.829	149.557	5.106
270	27522.94	144	4.766	155.309	-146.496	5.046	155.309	5.323
280	28542.30	154	5.097	161.061	-152.248	5.264	161.061	5.541
290	29561.67	161	5.328	166.813	-158.000	5.484	166.813	5.761
300	30581.04	168	5.560	172.565	-163.753	5.706	172.565	5.983
310	31600.41	172	5.693	178.318	-169.505	5.930	178.318	6.207
320	32619.78	177	5.858	184.070	-175.257	6.156	184.070	6.432
330	33639.14	184	6.090	189.822	-181.009	6.384	189.822	6.661
340	34658.51	193	6.388	195.574	-186.761	6.614	195.574	6.891
350	35677.88	198	6.553	201.326	-192.513	6.847	201.326	7.124
360	36697.25	206	6.818	207.078	-198.266	7.081	207.078	7.358
370	37716.62	215	7.116	212.831	-204.018	7.318	212.831	7.595
380	38735.98	221	7.314	218.583	-209.770	7.557	218.583	7.834

390	39755.35	229	7.579	224.335	-215.522	7.799	224.335	8.076
400	40774.72	237	7.844	230.087	-221.274	8.043	230.087	8.320
410	41794.09	249	8.241	235.839	-227.027	8.290	235.839	8.567
420	42813.46	257	8.506	241.592	-232.779	8.540	241.592	8.817
430	43832.82	265	8.770	247.344	-238.531	8.792	247.344	9.069
440	44852.19	273	9.035	253.096	-244.283	9.048	253.096	9.325
450	45871.56	281	9.300	258.848	-250.035	9.306	258.848	9.583
460	46890.93	289	9.565	264.600	-255.787	9.567	264.600	9.844
470	47910.30	297	9.830	270.352	-261.540	9.832	270.352	10.109
480	48929.66	304	10.061	276.105	-267.292	10.100	276.105	10.377
490	49949.03	319	10.558	281.857	-273.044	10.371	281.857	10.648
500	50968.40	319	10.558	287.609	-278.796	10.646	287.609	10.923
510	51987.77	333	11.021	293.361	-284.548	10.925	293.361	11.202
520	53007.14	348	11.517	299.113	-290.300	11.207	299.113	11.484
530	54026.50	359	11.882	304.865	-296.053	11.494	304.865	11.771
540	55045.87	371	12.279	310.618	-301.805	11.785	310.618	12.062
550	56065.24	381	12.610	316.370	-307.557	12.081	316.370	12.358
560	57084.61	392	12.974	322.122	-313.309	12.381	322.122	12.658
570	58103.98	405	13.404	327.874	-319.061	12.686	327.874	12.963
580	59123.34	419	13.867	333.626	-324.814	12.996	333.626	13.273
590	60142.71	430	14.231	339.379	-330.566	13.311	339.379	13.588
600	61162.08	440	14.562	345.131	-336.318	13.632	345.131	13.909
610	62181.45	451	14.926	350.883	-342.070	13.960	350.883	14.237
620	63200.82	470	15.555	356.635	-347.822	14.293	356.635	14.570
630	64220.18	488	16.151	362.387	-353.574	14.634	362.387	14.911
640	65239.55	455	15.059	368.139	-359.327	14.981	368.139	15.258
650	66258.92	468	15.489	373.892	-365.079	15.337	373.892	15.614
660	67278.29	487	16.118	379.644	-370.831	15.700	379.644	15.977
670	68297.66	505	16.714	385.396	-376.583	16.072	385.396	16.349
680	69317.02	522	17.276	391.148	-382.335	16.454	391.148	16.731
690	70336.39	545	18.037	396.900	-388.088	16.846	396.900	17.123
700	71355.76	469	15.522	402.653	-393.840	17.249	402.653	17.526
710	72375.13	483	15.985	408.405	-399.592	17.664	408.405	17.941
720	73394.50	499	16.515	414.157	-405.344	18.092	414.157	18.369
730	74413.86	514	17.011	419.909	-411.096	18.535	419.909	18.812
740	75433.23	534	17.673	425.661	-416.848	18.994	425.661	19.271
750	76452.60	550	18.203	431.413	-422.601	19.472	431.413	19.749
760	77471.97	576	19.063	437.166	-428.353	19.969	437.166	20.246
770	78491.34	602	19.924	442.918	-434.105	20.490	442.918	20.767
780	79510.70	625	20.685	448.670	-439.857	21.038	448.670	21.315
790	80530.07	645	21.347	454.422	-445.609	21.618	454.422	21.895
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

$$\sigma = 184.07$$

$$\epsilon = 6.433$$

$$\text{Maka } E_c = 286133.997 \text{ Kg/cm}^2$$

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F12SP0,8

Diameter = 15.07 cm
 Luas = 178.28 cm²
 Tinggi = 304.00 mm
 Berat = 12.30 kg

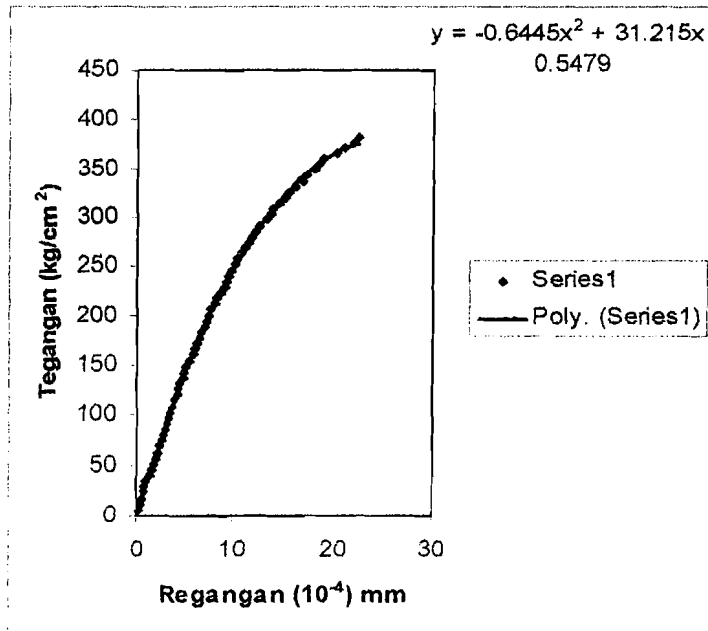
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.6445	31.215	-0.5479

Koreksi : (+) 0.017

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10^{-4})
10	1019.37	7	0.230	5.718	-6.266	0.202	5.718	0.185
20	2038.74	13	0.428	11.436	-11.983	0.387	11.436	0.370
30	3058.10	21	0.691	17.153	-17.701	0.574	17.153	0.557
40	4077.47	25	0.822	22.871	-23.419	0.762	22.871	0.745
50	5096.84	25	0.822	28.589	-29.137	0.952	28.589	0.935
60	6116.21	30	0.987	34.307	-34.855	1.144	34.307	1.127
70	7135.58	41	1.349	40.025	-40.572	1.337	40.025	1.320
80	8154.94	47	1.546	45.742	-46.290	1.531	45.742	1.514
90	9174.31	53	1.743	51.460	-52.008	1.728	51.460	1.711
100	10193.68	59	1.941	57.178	-57.726	1.926	57.178	1.909
110	11213.05	66	2.171	62.896	-63.444	2.125	62.896	2.108
120	12232.42	72	2.368	68.614	-69.161	2.327	68.614	2.310
130	13251.78	78	2.566	74.331	-74.879	2.530	74.331	2.513
140	14271.15	85	2.796	80.049	-80.597	2.736	80.049	2.719
150	15290.52	91	2.993	85.767	-86.315	2.943	85.767	2.926
160	16309.89	98	3.224	91.485	-92.033	3.153	91.485	3.136
170	17329.26	105	3.454	97.202	-97.750	3.364	97.202	3.347
180	18348.62	109	3.586	102.920	-103.468	3.578	102.920	3.561
190	19367.99	115	3.783	108.638	-109.186	3.793	108.638	3.776
200	20387.36	121	3.980	114.356	-114.904	4.012	114.356	3.995
210	21406.73	130	4.276	120.074	-120.622	4.232	120.074	4.215
220	22426.10	135	4.441	125.791	-126.339	4.455	125.791	4.438
230	23445.46	140	4.605	131.509	-132.057	4.680	131.509	4.663
240	24464.83	149	4.901	137.227	-137.775	4.908	137.227	4.891
250	25484.20	154	5.066	142.945	-143.493	5.139	142.945	5.122
260	26503.57	158	5.197	148.663	-149.210	5.373	148.663	5.356
270	27522.94	171	5.625	154.380	-154.928	5.609	154.380	5.592
280	28542.30	180	5.921	160.098	-160.646	5.849	160.098	5.832
290	29561.67	189	6.217	165.816	-166.364	6.091	165.816	6.074
300	30581.04	196	6.447	171.534	-172.082	6.337	171.534	6.320
310	31600.41	201	6.612	177.252	-177.799	6.586	177.252	6.569
320	32619.78	206	6.776	182.969	-183.517	6.839	182.969	6.822
330	33639.14	215	7.072	188.687	-189.235	7.096	188.687	7.079
340	34658.51	222	7.303	194.405	-194.953	7.356	194.405	7.339
350	35677.88	230	7.566	200.123	-200.671	7.620	200.123	7.603
360	36697.25	237	7.796	205.841	-206.388	7.889	205.841	7.872
370	37716.62	248	8.158	211.558	-212.106	8.162	211.558	8.145
380	38735.98	254	8.355	217.276	-217.824	8.440	217.276	8.423

390	39755.35	267	8.783	222.994	-223.542	8.723	222.994	8.706
400	40774.72	275	9.046	228.712	-229.260	9.011	228.712	8.994
410	41794.09	282	9.276	234.429	-234.977	9.304	234.429	9.287
420	42813.46	287	9.441	240.147	-240.695	9.603	240.147	9.586
430	43832.82	298	9.803	245.865	-246.413	9.909	245.865	9.892
440	44852.19	308	10.132	251.583	-252.131	10.221	251.583	10.204
450	45871.56	315	10.362	257.301	-257.849	10.540	257.301	10.523
460	46890.93	329	10.822	263.018	-263.566	10.866	263.018	10.849
470	47910.30	341	11.217	268.736	-269.284	11.201	268.736	11.184
480	48929.66	348	11.447	274.454	-275.002	11.544	274.454	11.527
490	49949.03	359	11.809	280.172	-280.720	11.897	280.172	11.880
500	50968.40	368	12.105	285.890	-286.438	12.260	285.890	12.243
510	51987.77	383	12.599	291.607	-292.155	12.634	291.607	12.617
520	53007.14	402	13.224	297.325	-297.873	13.021	297.325	13.004
530	54026.50	414	13.618	303.043	-303.591	13.421	303.043	13.404
540	55045.87	425	13.980	308.761	-309.309	13.837	308.761	13.820
550	56065.24	438	14.408	314.479	-315.026	14.269	314.479	14.252
560	57084.61	457	15.033	320.196	-320.744	14.721	320.196	14.704
570	58103.98	474	15.592	325.914	-326.462	15.195	325.914	15.178
580	59123.34	490	16.118	331.632	-332.180	15.695	331.632	15.678
590	60142.71	515	16.941	337.350	-337.898	16.226	337.350	16.209
600	61162.08	527	17.336	343.068	-343.615	16.793	343.068	16.776
610	62181.45	547	17.993	348.785	-349.333	17.407	348.785	17.390
620	63200.82	564	18.553	354.503	-355.051	18.080	354.503	18.063
630	64220.18	576	18.947	360.221	-360.769	18.834	360.221	18.817
640	65239.55	614	20.197	365.939	-366.487	19.708	365.939	19.691
650	66258.92	639	21.020	371.656	-372.204	20.789	371.656	20.772
660	67278.29	668	21.974	377.374	-377.922	22.389	377.374	22.372
670	68297.66	685	22.533	383.092	-383.640	23.154	383.092	23.137
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

σ = 154.38

ϵ = 5.592

Maka E_c = 276072.961 Kg/cm²

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F12SP1

Diameter = 14.99 cm
 Luas = 176.27 cm²
 Tinggi = 301.25 mm
 Berat = 12.65 kg

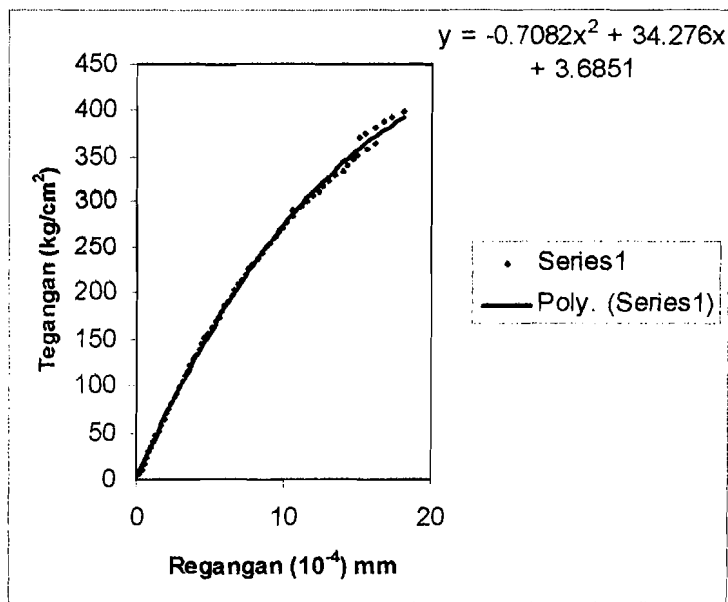
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.708	34.276	3.681

Koreksi : (-) 0.107

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10^{-4})
10	1019.37	5	0.166	5.783	3.034	-0.088	5.783	0.019
20	2038.74	11	0.365	11.566	-2.749	0.080	11.566	0.188
30	3058.10	15	0.498	17.349	-8.531	0.250	17.349	0.357
40	4077.47	20	0.664	23.132	-14.314	0.421	23.132	0.528
50	5096.84	26	0.863	28.915	-20.097	0.594	28.915	0.701
60	6116.21	30	0.996	34.698	-25.880	0.767	34.698	0.874
70	7135.58	35	1.162	40.481	-31.663	0.942	40.481	1.049
80	8154.94	39	1.295	46.263	-37.446	1.118	46.263	1.226
90	9174.31	45	1.494	52.046	-43.229	1.296	52.046	1.403
100	10193.68	51	1.693	57.829	-49.012	1.475	57.829	1.582
110	11213.05	56	1.859	63.612	-54.795	1.655	63.612	1.762
120	12232.42	62	2.058	69.395	-60.578	1.837	69.395	1.944
130	13251.78	67	2.224	75.178	-66.361	2.020	75.178	2.128
140	14271.15	72	2.390	80.961	-72.144	2.205	80.961	2.312
150	15290.52	77	2.556	86.744	-77.927	2.392	86.744	2.499
160	16309.89	82	2.722	92.527	-83.710	2.580	92.527	2.687
170	17329.26	88	2.921	98.310	-89.492	2.769	98.310	2.877
180	18348.62	93	3.087	104.093	-95.275	2.961	104.093	3.068
190	19367.99	99	3.286	109.876	-101.058	3.154	109.876	3.261
200	20387.36	103	3.419	115.659	-106.841	3.349	115.659	3.456
210	21406.73	109	3.618	121.442	-112.624	3.546	121.442	3.653
220	22426.10	115	3.817	127.224	-118.407	3.744	127.224	3.851
230	23445.46	121	4.017	133.007	-124.190	3.945	133.007	4.052
240	24464.83	126	4.183	138.790	-129.973	4.147	138.790	4.255
250	25484.20	130	4.315	144.573	-135.756	4.352	144.573	4.459
260	26503.57	138	4.581	150.356	-141.539	4.559	150.356	4.666
270	27522.94	144	4.780	156.139	-147.322	4.768	156.139	4.875
280	28542.30	154	5.112	161.922	-153.105	4.979	161.922	5.086
290	29561.67	161	5.344	167.705	-158.888	5.193	167.705	5.300
300	30581.04	168	5.577	173.488	-164.671	5.409	173.488	5.516
310	31600.41	172	5.710	179.271	-170.453	5.627	179.271	5.734
320	32619.78	177	5.876	185.054	-176.236	5.848	185.054	5.956
330	33639.14	184	6.108	190.837	-182.019	6.072	190.837	6.179
340	34658.51	193	6.407	196.620	-187.802	6.299	196.620	6.406
350	35677.88	198	6.573	202.403	-193.585	6.528	202.403	6.636
360	36697.25	206	6.838	208.185	-199.368	6.761	208.185	6.868
370	37716.62	215	7.137	213.968	-205.151	6.997	213.968	7.104
380	38735.98	221	7.336	219.751	-210.934	7.236	219.751	7.343

390	39755.35	229	7.602	225.534	-216.717	7.478	225.534	7.585
400	40774.72	237	7.867	231.317	-222.500	7.724	231.317	7.831
410	41794.09	249	8.266	237.100	-228.283	7.974	237.100	8.081
420	42813.46	257	8.531	242.883	-234.066	8.227	242.883	8.335
430	43832.82	265	8.797	248.666	-239.849	8.485	248.666	8.592
440	44852.19	273	9.062	254.449	-245.632	8.747	254.449	8.854
450	45871.56	281	9.328	260.232	-251.414	9.014	260.232	9.121
460	46890.93	289	9.593	266.015	-257.197	9.285	266.015	9.392
470	47910.30	297	9.859	271.798	-262.980	9.561	271.798	9.668
480	48929.66	304	10.091	277.581	-268.763	9.843	277.581	9.950
490	49949.03	319	10.589	283.364	-274.546	10.130	283.364	10.237
500	50968.40	319	10.589	289.146	-280.329	10.423	289.146	10.531
510	51987.77	333	11.054	294.929	-286.112	10.723	294.929	10.830
520	53007.14	348	11.552	300.712	-291.895	11.030	300.712	11.137
530	54026.50	359	11.917	306.495	-297.678	11.343	306.495	11.450
540	55045.87	371	12.315	312.278	-303.461	11.665	312.278	11.772
550	56065.24	381	12.647	318.061	-309.244	11.995	318.061	12.102
560	57084.61	392	13.012	323.844	-315.027	12.334	323.844	12.441
570	58103.98	405	13.444	329.627	-320.810	12.683	329.627	12.791
580	59123.34	419	13.909	335.410	-326.593	13.044	335.410	13.151
590	60142.71	430	14.274	341.193	-332.375	13.416	341.193	13.523
600	61162.08	440	14.606	346.976	-338.158	13.801	346.976	13.909
610	62181.45	451	14.971	352.759	-343.941	14.202	352.759	14.309
620	63200.82	470	15.602	358.542	-349.724	14.619	358.542	14.726
630	64220.18	488	16.199	364.325	-355.507	15.055	364.325	15.162
640	65239.55	455	15.104	370.107	-361.290	15.513	370.107	15.620
650	66258.92	468	15.535	375.890	-367.073	15.996	375.890	16.103
660	67278.29	487	16.166	381.673	-372.856	16.510	381.673	16.617
670	68297.66	505	16.763	387.456	-378.639	17.061	387.456	17.168
680	69317.02	522	17.328	393.239	-384.422	17.658	393.239	17.765
690	70336.39	545	18.091	399.022	-390.205	18.315	399.022	18.422
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

$$\sigma = 161.922$$

$$\epsilon = 5.086$$

$$\text{Maka } E_c = 318368.069 \quad \text{Kg/cm}^2$$

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F14SP0,6

Diameter = 14.99 cm
 Luas = 176.27 cm²
 Tinggi = 303.70 mm
 Berat = 12.65 kg

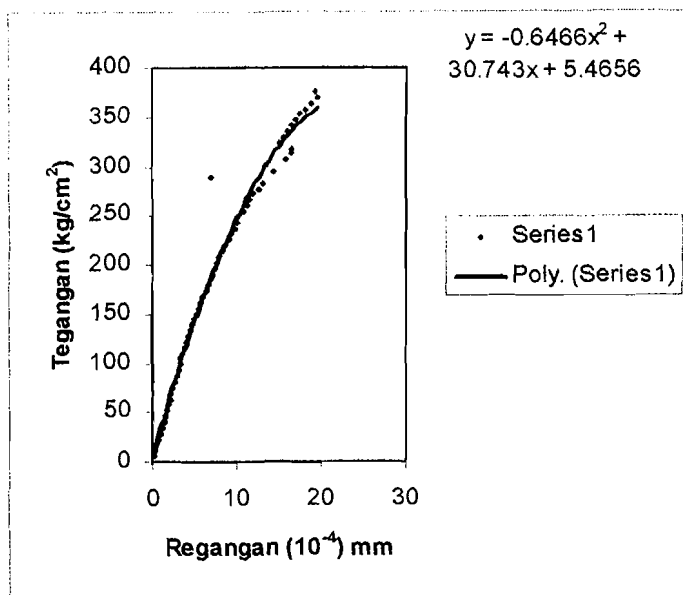
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.6466	30.743	5.6456

Koreksi : (-) 0.177

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10^{-4})
10	1019.37	4	0.132	5.783	-0.317	0.010	5.783	0.187
20	2038.74	10	0.329	11.566	-6.100	0.199	11.566	0.376
30	3058.10	16	0.527	17.349	-11.883	0.390	17.349	0.567
40	4077.47	22	0.724	23.132	-17.666	0.582	23.132	0.759
50	5096.84	27	0.889	28.915	-23.449	0.775	28.915	0.952
60	6116.21	33	1.087	34.698	-29.232	0.971	34.698	1.148
70	7135.58	40	1.317	40.481	-35.015	1.168	40.481	1.345
80	8154.94	46	1.515	46.263	-40.798	1.366	46.263	1.543
90	9174.31	53	1.745	52.046	-46.581	1.567	52.046	1.744
100	10193.68	59	1.943	57.829	-52.364	1.769	57.829	1.946
110	11213.05	62	2.041	63.612	-58.147	1.973	63.612	2.150
120	12232.42	68	2.239	69.395	-63.930	2.179	69.395	2.356
130	13251.78	74	2.437	75.178	-69.712	2.387	75.178	2.564
140	14271.15	80	2.634	80.961	-75.495	2.598	80.961	2.775
150	15290.52	86	2.832	86.744	-81.278	2.810	86.744	2.987
160	16309.89	92	3.029	92.527	-87.061	3.024	92.527	3.201
170	17329.26	98	3.227	98.310	-92.844	3.241	98.310	3.418
180	18348.62	104	3.424	104.093	-98.627	3.460	104.093	3.637
190	19367.99	110	3.622	109.876	-104.410	3.681	109.876	3.858
200	20387.36	118	3.885	115.659	-110.193	3.905	115.659	4.082
210	21406.73	124	4.083	121.442	-115.976	4.131	121.442	4.308
220	22426.10	131	4.313	127.224	-121.759	4.360	127.224	4.537
230	23445.46	134	4.412	133.007	-127.542	4.592	133.007	4.769
240	24464.83	144	4.742	138.790	-133.325	4.827	138.790	5.004
250	25484.20	151	4.972	144.573	-139.108	5.064	144.573	5.241
260	26503.57	158	5.203	150.356	-144.891	5.305		
270	27522.94	163	5.367	156.139	-150.673	5.549	156.139	5.726
280	28542.30	170	5.598	161.922	-156.456	5.796	161.922	5.973
290	29561.67	184	6.059	167.705	-162.239	6.046	167.705	6.223
300	30581.04	193	6.355	173.488	-168.022	6.300	173.488	6.477
310	31600.41	201	6.618	179.271	-173.805	6.558	179.271	6.735
320	32619.78	209	6.882	185.054	-179.588	6.820	185.054	6.997
330	33639.14	215	7.079	190.837	-185.371	7.086	190.837	7.263
340	34658.51	222	7.310	196.620	-191.154	7.356	196.620	7.533
350	35677.88	228	7.507	202.403	-196.937	7.631	202.403	7.808
360	36697.25	240	7.903	208.185	-202.720	7.910	208.185	8.087
370	37716.62	253	8.331	213.968	-208.503	8.194	213.968	8.371
380	38735.98	263	8.660	219.751	-214.286	8.484	219.751	8.661

390	39755.35	272	8.956	225.534	-220.069	8.780	225.534	8.957
400	40774.72	281	9.253	231.317	-225.852	9.081	231.317	9.258
410	41794.09	293	9.648	237.100	-231.634	9.388	237.100	9.565
420	42813.46	305	10.043	242.883	-237.417	9.703	242.883	9.880
430	43832.82	301	9.911	248.666	-243.200	10.024	248.666	10.201
440	44852.19	326	10.734	254.449	-248.983	10.353	254.449	10.530
450	45871.56	338	11.129	260.232	-254.766	10.691	260.232	10.868
460	46890.93	346	11.393	266.015	-260.549	11.037	266.015	11.214
470	47910.30	362	11.920	271.798	-266.332	11.393	271.798	11.570
480	48929.66	380	12.512	277.581	-272.115	11.760	277.581	11.937
490	49949.03	400	13.171	283.364	-277.898	12.138	283.364	12.315
500	50968.40	207	6.816	289.146	-283.681	12.529	289.146	12.706
510	51987.77	434	14.290	294.929	-289.464	12.934	294.929	13.111
520	53007.14	402	13.237	300.712	-295.247	13.355	300.712	13.532
530	54026.50	475	15.640	306.495	-301.030	13.793	306.495	13.970
540	55045.87	497	16.365	312.278	-306.813	14.252	312.278	14.429
550	56065.24	500	16.464	318.061	-312.595	14.734	318.061	14.911
560	57084.61	454	14.949	323.844	-318.378	15.243	323.844	15.420
570	58103.98	472	15.542	329.627	-324.161	15.784	329.627	15.961
580	59123.34	487	16.036	335.410	-329.944	16.365	335.410	16.542
590	60142.71	501	16.497	341.193	-335.727	16.996	341.193	17.173
600	61162.08	514	16.925	346.976	-341.510	17.691	346.976	17.868
610	62181.45	529	17.419	352.759	-347.293	18.478	352.759	18.655
620	63200.82	552	18.176	358.542	-353.076	19.403	358.542	19.580
630	64220.18	573	18.867	364.325	-358.859	20.586	364.325	20.763
640	65239.55	596	19.625	370.107	-364.642	22.673	370.107	22.850
650	66258.92	585	19.262	375.890	-370.425	23.591	375.890	23.768
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

$$\sigma = 150.356$$

$$\epsilon = 5.482$$

$$\text{Maka } E_c = 274272.163 \text{ Kg/cm}^2$$

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F14SP0,8

Diameter = 15.07 cm
 Luas = 178.28 cm²
 Tinggi = 303.08 mm
 Berat = 12.72 kg

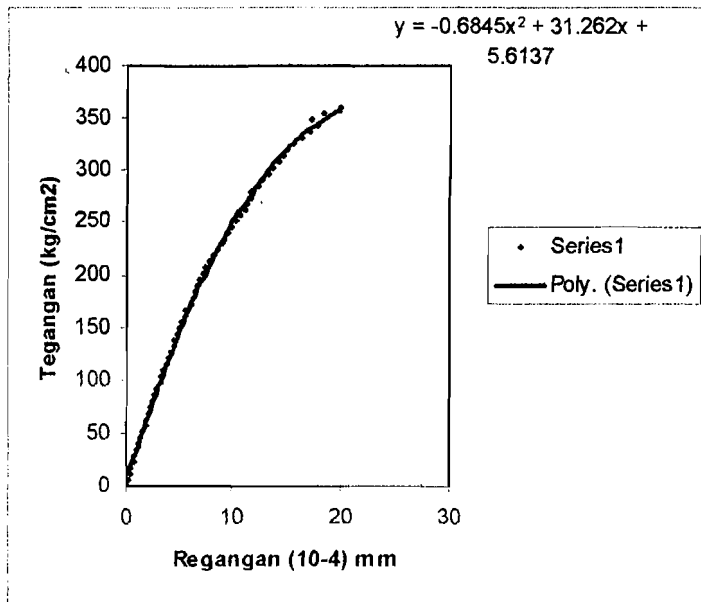
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.6845	31.262	5.6137

Koreksi : (-) 0.178

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10^{-4})
10	1019.37	5	0.165	5.718	-0.104	0.003	5.718	0.181
20	2038.74	9	0.297	11.436	-5.822	0.186	11.436	0.364
30	3058.10	9	0.297	17.153	-11.540	0.370	17.153	0.548
40	4077.47	20	0.660	22.871	-17.257	0.556	22.871	0.734
50	5096.84	25	0.825	28.589	-22.975	0.743	28.589	0.921
60	6116.21	30	0.990	34.307	-28.693	0.932	34.307	1.110
70	7135.58	36	1.188	40.025	-34.411	1.123	40.025	1.301
80	8154.94	41	1.353	45.742	-40.129	1.315	45.742	1.493
90	9174.31	47	1.551	51.460	-45.846	1.509	51.460	1.687
100	10193.68	54	1.782	57.178	-51.564	1.705	57.178	1.883
110	11213.05	59	1.947	62.896	-57.282	1.903	62.896	2.081
120	12232.42	65	2.145	68.614	-63.000	2.102	68.614	2.280
130	13251.78	70	2.310	74.331	-68.718	2.304	74.331	2.482
140	14271.15	76	2.508	80.049	-74.435	2.507	80.049	2.685
150	15290.52	82	2.706	85.767	-80.153	2.713	85.767	2.891
160	16309.89	88	2.904	91.485	-85.871	2.921	91.485	3.099
170	17329.26	94	3.101	97.202	-91.589	3.131	97.202	3.309
180	18348.62	99	3.266	102.920	-97.307	3.343	102.920	3.521
190	19367.99	105	3.464	108.638	-103.024	3.557	108.638	3.735
200	20387.36	113	3.728	114.356	-108.742	3.774	114.356	3.952
210	21406.73	119	3.926	120.074	-114.460	3.994	120.074	4.172
220	22426.10	127	4.190	125.791	-120.178	4.216	125.791	4.394
230	23445.46	134	4.421	131.509	-125.896	4.441	131.509	4.619
240	24464.83	139	4.586	137.227	-131.613	4.668	137.227	4.846
250	25484.20	147	4.850	142.945	-137.331	4.899	142.945	5.077
260	26503.57	154	5.081	148.663	-143.049	5.132		
270	27522.94	159	5.246	154.380	-148.767	5.369	154.380	5.547
280	28542.30	169	5.576	160.098	-154.484	5.609	160.098	5.787
290	29561.67	173	5.708	165.816	-160.202	5.852	165.816	6.030
300	30581.04	190	6.269	171.534	-165.920	6.099	171.534	6.277
310	31600.41	193	6.368	177.252	-171.638	6.350	177.252	6.528
320	32619.78	198	6.533	182.969	-177.356	6.605	182.969	6.783
330	33639.14	203	6.698	188.687	-183.073	6.863	188.687	7.041
340	34658.51	210	6.929	194.405	-188.791	7.126	194.405	7.304
350	35677.88	222	7.325	200.123	-194.509	7.394	200.123	7.572
360	36697.25	228	7.523	205.841	-200.227	7.666	205.841	7.844
370	37716.62	239	7.886	211.558	-205.945	7.943	211.558	8.121
380	38735.98	249	8.216	217.276	-211.662	8.226	217.276	8.404

390	39755.35	259	8.546	222.994	-217.380	8.514	222.994	8.692
400	40774.72	271	8.942	228.712	-223.098	8.808	228.712	8.986
410	41794.09	280	9.238	234.429	-228.816	9.108	234.429	9.286
420	42813.46	292	9.634	240.147	-234.534	9.416	240.147	9.594
430	43832.82	303	9.997	245.865	-240.251	9.730	245.865	9.908
440	44852.19	310	10.228	251.583	-245.969	10.052	251.583	10.230
450	45871.56	325	10.723	257.301	-251.687	10.383	257.301	10.561
460	46890.93	334	11.020	263.018	-257.405	10.723	263.018	10.901
470	47910.30	343	11.317	268.736	-263.123	11.073	268.736	11.251
480	48929.66	353	11.647	274.454	-268.840	11.433	274.454	11.611
490	49949.03	355	11.713	280.172	-274.558	11.806	280.172	11.984
500	50968.40	374	12.340	285.890	-280.276	12.192	285.890	12.370
510	51987.77	388	12.802	291.607	-285.994	12.592	291.607	12.770
520	53007.14	402	13.264	297.325	-291.711	13.009	297.325	13.187
530	54026.50	415	13.693	303.043	-297.429	13.444	303.043	13.622
540	55045.87	430	14.188	308.761	-303.147	13.902	308.761	14.080
550	56065.24	441	14.551	314.479	-308.865	14.384	314.479	14.562
560	57084.61	457	15.079	320.196	-314.583	14.896	320.196	15.074
570	58103.98	474	15.639	325.914	-320.300	15.443	325.914	15.621
580	59123.34	496	16.365	331.632	-326.018	16.036	331.632	16.214
590	60142.71	516	17.025	337.350	-331.736	16.686	337.350	16.864
600	61162.08	542	17.883	343.068	-337.454	17.416	343.068	17.594
610	62181.45	521	17.190	348.785	-343.172	18.264	348.785	18.442
620	63200.82	555	18.312	354.503	-348.889	19.317	354.503	19.495
630	64220.18	602	19.863	360.221	-354.607	20.902	360.221	21.080
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

σ = 148.663

ϵ = 5.310

Maka E_c = 279967.984 Kg/cm²

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F14SP1

Diameter = 15.09 cm
 Luas = 178.75 cm²
 Tinggi = 302.48 mm
 Berat = 12.78 kg

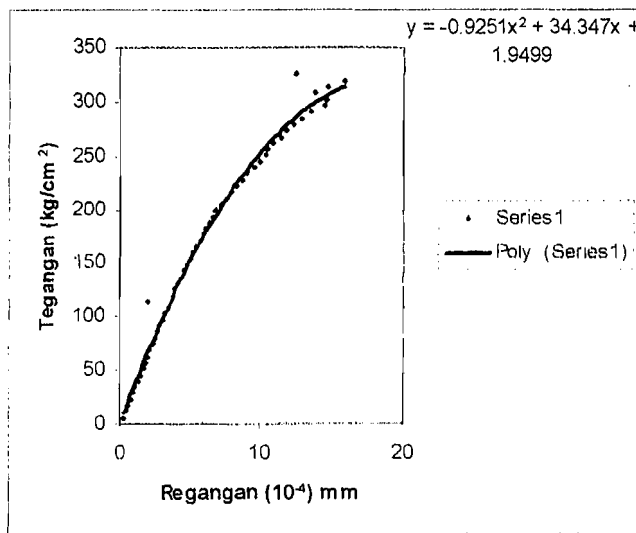
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.9251	34.347	1.9499

Koreksi : (-) 0.056

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³)mm	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10 ⁻⁴)
10	1019.37	7	0.231	5.703	-3.753	0.110	5.703	0.166
20	2038.74	12	0.397	11.406	-9.456	0.277	11.406	0.333
30	3058.10	17	0.562	17.108	-15.158	0.447	17.108	0.503
40	4077.47	22	0.727	22.811	-20.861	0.618	22.811	0.674
50	5096.84	27	0.893	28.514	-26.564	0.790	28.514	0.846
60	6116.21	33	1.091	34.217	-32.267	0.964	34.217	1.020
70	7135.58	39	1.289	39.919	-37.969	1.140	39.919	1.196
80	8154.94	45	1.488	45.622	-43.672	1.318	45.622	1.374
90	9174.31	50	1.653	51.325	-49.375	1.498	51.325	1.554
100	10193.68	55	1.818	57.028	-55.078	1.680	57.028	1.736
110	11213.05	59	1.951	62.730	-60.780	1.863	62.730	1.919
120	12232.42	65	2.149	68.433	-66.483	2.049	68.433	2.105
130	13251.78	70	2.314	74.136	-72.186	2.236	74.136	2.292
140	14271.15	75	2.480	79.839	-77.889	2.426	79.839	2.482
150	15290.52	80	2.645	85.541	-83.591	2.618	85.541	2.674
160	16309.89	85	2.810	91.244	-89.294	2.813	91.244	2.869
170	17329.26	91	3.008	96.947	-94.997	3.010	96.947	3.066
180	18348.62	97	3.207	102.650	-100.700	3.209	102.650	3.265
190	19367.99	102	3.372	108.352	-106.403	3.411	108.352	3.467
200	20387.36	58	1.917	114.055	-112.105	3.616	114.055	3.672
210	21406.73	114	3.769	119.758	-117.808	3.824	119.758	3.880
220	22426.10	121	4.000	125.461	-123.511	4.034	125.461	4.090
230	23445.46	128	4.232	131.163	-129.214	4.248	131.163	4.300
240	24464.83	134	4.430	136.866	-134.916	4.465	136.866	4.521
250	25484.20	141	4.661	142.569	-140.619	4.685	142.569	4.741
260	26503.57	146	4.827	148.272	-146.322	4.909	148.272	4.965
270	27522.94	154	5.091	153.974	-152.025	5.137	153.974	5.193
280	28542.30	161	5.323	159.677	-157.727	5.368	159.677	5.424
290	29561.67	169	5.587	165.380	-163.430	5.604	165.380	5.660
300	30581.04	175	5.786	171.083	-169.133	5.844	171.083	5.900
310	31600.41	183	6.050	176.785	-174.836	6.089	176.785	6.145
320	32619.78	188	6.215	182.488	-180.538	6.338	182.488	6.394
330	33639.14	195	6.447	188.191	-186.241	6.593	188.191	6.649
340	34658.51	204	6.744	193.894	-191.944	6.853	193.894	6.909
350	35677.88	205	6.777	199.597	-197.647	7.120	199.597	7.176
360	36697.25	220	7.273	205.299	-203.349	7.392	205.299	7.448
370	37716.62	229	7.571	211.002	-209.052	7.672	211.002	7.728
380	38735.98	242	8.001	216.705	-214.755	7.958	216.705	8.014

390	39755.35	255	8.430	222.408	-220.458	8.253	222.408	8.309
400	40774.72	268	8.860	228.110	-226.160	8.557	228.110	8.613
410	41794.09	275	9.092	233.813	-231.863	8.869	233.813	8.925
420	42813.46	292	9.654	239.516	-237.566	9.193	239.516	9.249
430	43832.82	304	10.050	245.219	-243.269	9.528	245.219	9.584
440	44852.19	313	10.348	250.921	-248.971	9.875	250.921	9.931
450	45871.56	320	10.579	256.624	-254.674	10.238	256.624	10.294
460	46890.93	331	10.943	262.327	-260.377	10.617	262.327	10.673
470	47910.30	346	11.439	268.030	-266.080	11.014	268.030	11.070
480	48929.66	357	11.802	273.732	-271.782	11.434	273.732	11.490
490	49949.03	373	12.331	279.435	-277.485	11.881	279.435	11.937
500	50968.40	389	12.860	285.138	-283.188	12.359	285.138	12.415
510	51987.77	408	13.488	290.841	-288.891	12.877	290.841	12.933
520	53007.14	436	14.414	296.543	-294.594	13.448	296.543	13.504
530	54026.50	443	14.646	302.246	-300.296	14.091	302.246	14.147
540	55045.87	418	13.819	307.949	-305.999	14.843	307.949	14.899
550	56065.24	445	14.712	313.652	-311.702	15.792	313.652	15.848
560	57084.61	483	15.968	319.354	-317.405	17.332	319.354	17.388
570	58103.98	379	12.530	325.057	-323.107	18.865	325.057	18.741
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

$$\sigma = 131.163$$

$$\epsilon = 4.304$$

$$\text{Maka } E_c = 304746.747 \text{ Kg/cm}^2$$

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F16SP0,6

Diameter = 15.09 cm
 Luas = 178.82 cm²
 Tinggi = 304.33 mm
 Berat = 12.73 kg

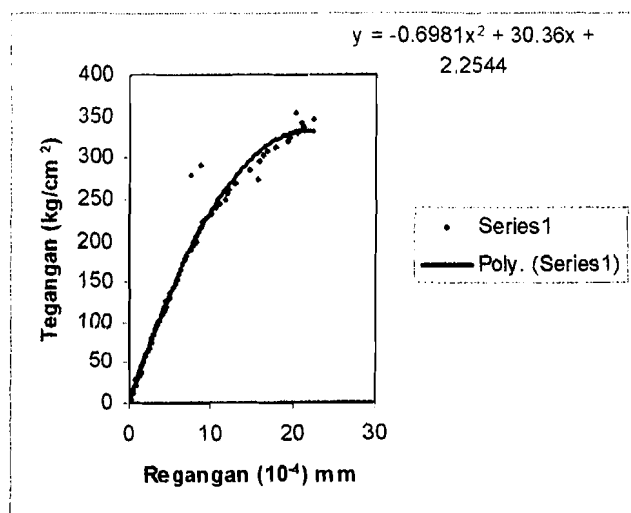
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.6981	30.36	2.2544

Koreksi : (-) 0.074

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³)mm	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10 ⁻⁴)
10	1019.37	6	0.197	5.701	-3.446	0.114	5.701	0.114
20	2038.74	12	0.394	11.401	-9.147	0.303	11.401	0.303
30	3058.10	18	0.591	17.102	-14.847	0.495	17.102	0.495
40	4077.47	25	0.821	22.802	-20.548	0.688	22.802	0.688
50	5096.84	25	0.821	28.503	-26.248	0.882	28.503	0.882
60	6116.21	36	1.183	34.203	-31.949	1.079	34.203	1.079
70	7135.58	41	1.347	39.904	-37.649	1.278	39.904	1.278
80	8154.94	47	1.544	45.604	-43.350	1.478	45.604	1.478
90	9174.31	54	1.774	51.305	-49.050	1.681	51.305	1.681
100	10193.68	59	1.939	57.005	-54.751	1.885	57.005	1.885
110	11213.05	66	2.169	62.706	-60.451	2.092	62.706	2.092
120	12232.42	73	2.399	68.406	-66.152	2.301	68.406	2.301
130	13251.78	78	2.563	74.107	-71.852	2.512	74.107	2.512
140	14271.15	85	2.793	79.807	-77.553	2.725	79.807	2.725
150	15290.52	92	3.023	85.508	-83.253	2.941	85.508	2.941
160	16309.89	99	3.253	91.208	-88.954	3.160	91.208	3.160
170	17329.26	106	3.483	96.909	-94.655	3.381	96.909	3.381
180	18348.62	112	3.680	102.609	-100.355	3.604	102.609	3.604
190	19367.99	118	3.877	108.310	-106.056	3.831	108.310	3.831
200	20387.36	125	4.107	114.011	-111.756	4.060	114.011	4.060
210	21406.73	132	4.337	119.711	-117.457	4.292	119.711	4.292
220	22426.10	136	4.469	125.412	-123.157	4.528	125.412	4.528
230	23445.46	146	4.797	131.112	-128.858	4.767	131.112	4.767
240	24464.83	150	4.929	136.813	-134.558	5.009		
250	25484.20	163	5.356	142.513	-140.259	5.255	142.513	5.255
260	26503.57	172	5.652	148.214	-145.959	5.504	148.214	5.504
270	27522.94	180	5.915	153.914	-151.660	5.758	153.914	5.758
280	28542.30	187	6.145	159.615	-157.360	6.015	159.615	6.015
290	29561.67	196	6.440	165.315	-163.061	6.277	165.315	6.277
300	30581.04	204	6.703	171.016	-168.761	6.543	171.016	6.543
310	31600.41	210	6.900	176.716	-174.462	6.814	176.716	6.814
320	32619.78	216	7.098	182.417	-180.162	7.090	182.417	7.090
330	33639.14	228	7.492	188.117	-185.863	7.371	188.117	7.371
340	34658.51	236	7.755	193.818	-191.563	7.658	193.818	7.658
350	35677.88	249	8.182	199.518	-197.264	7.951	199.518	7.951
360	36697.25	254	8.346	205.219	-202.965	8.250	205.219	8.250
370	37716.62	262	8.609	210.919	-208.665	8.557	210.919	8.557
380	38735.98	269	8.839	216.620	-214.366	8.870	216.620	8.870

390	39755.35	276	9.069	222.321	-220.066	9.191	222.321	9.191
400	40774.72	293	9.628	228.021	-225.767	9.520	228.021	9.520
410	41794.09	307	10.088	233.722	-231.467	9.859	233.722	9.859
420	42813.46	318	10.449	239.422	-237.168	10.208	239.422	10.208
430	43832.82	332	10.909	245.123	-242.868	10.567	245.123	10.567
440	44852.19	354	11.632	250.823	-248.569	10.939	250.823	10.939
450	45871.56	365	11.994	256.524	-254.269	11.323	256.524	11.323
460	46890.93	374	12.289	262.224	-259.970	11.723	262.224	11.723
470	47910.30	396	13.012	267.925	-265.670	12.139	267.925	12.139
480	48929.66	475	15.608	273.625	-271.371	12.574	273.625	12.574
490	49949.03	231	7.590	279.326	-277.071	13.030	279.326	13.030
500	50968.40	448	14.721	285.026	-282.772	13.512	285.026	13.512
510	51987.77	265	8.708	290.727	-288.472	14.024	290.727	14.024
520	53007.14	479	15.739	296.427	-294.173	14.572	296.427	14.572
530	54026.50	496	16.298	302.128	-299.873	15.166	302.128	15.166
540	55045.87	515	16.922	307.828	-305.574	15.819	307.828	15.819
550	56065.24	539	17.711	313.529	-311.275	16.554	313.529	16.554
560	57084.61	585	19.223	319.229	-316.975	17.411	319.229	17.411
570	58103.98	591	19.420	324.930	-322.676	18.487	324.930	18.487
580	59123.34	626	20.570	330.630	-328.376	20.180	330.630	20.180
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

σ = 136.813

ϵ = 5.009

Maka E_c = 273134.358 Kg/cm²

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F16SP0,8

Diameter = 15.08 cm
 Luas = 178.51 cm²
 Tinggi = 304.05 mm
 Berat = 12.60 kg

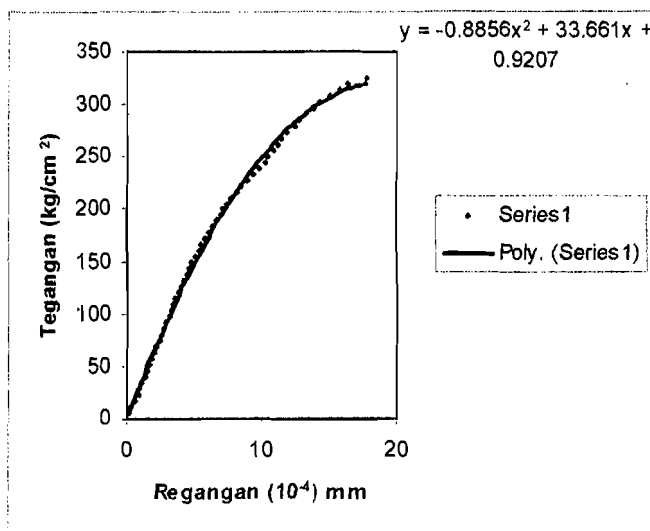
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.8856	33.661	0.9207

Koreksi : (-) 0.027

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³)mm	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10 ⁻⁴)
10	1019.37	5	0.164	5.710	-4.790	0.143	5.710	0.170
20	2038.74	11	0.362	11.421	-10.500	0.315	11.421	0.342
30	3058.10	17	0.559	17.131	-16.211	0.488	17.131	0.515
40	4077.47	25	0.822	22.842	-21.921	0.663	22.842	0.690
50	5096.84	28	0.921	28.552	-27.631	0.839	28.552	0.866
60	6116.21	33	1.085	34.263	-33.342	1.018	34.263	1.045
70	7135.58	39	1.283	39.973	-39.052	1.198	39.973	1.225
80	8154.94	45	1.480	45.683	-44.763	1.380	45.683	1.407
90	9174.31	50	1.644	51.394	-50.473	1.564	51.394	1.591
100	10193.68	55	1.809	57.104	-56.184	1.750	57.104	1.777
110	11213.05	60	1.973	62.815	-61.894	1.938	62.815	1.965
120	12232.42	65	2.138	68.525	-67.604	2.127	68.525	2.154
130	13251.78	71	2.335	74.236	-73.315	2.320	74.236	2.347
140	14271.15	77	2.532	79.946	-79.025	2.514	79.946	2.541
150	15290.52	83	2.730	85.656	-84.736	2.711	85.656	2.738
160	16309.89	88	2.894	91.367	-90.446	2.910	91.367	2.937
170	17329.26	95	3.124	97.077	-96.157	3.111	97.077	3.138
180	18348.62	100	3.289	102.788	-101.867	3.315	102.788	3.342
190	19367.99	105	3.453	108.498	-107.577	3.522	108.498	3.549
200	20387.36	111	3.651	114.209	-113.288	3.732	114.209	3.759
210	21406.73	117	3.848	119.919	-118.998	3.945	119.919	3.972
220	22426.10	123	4.045	125.629	-124.709	4.160	125.629	4.187
230	23445.46	128	4.210	131.340	-130.419	4.379	131.340	4.405
240	24464.83	134	4.407	137.050	-136.130	4.601	137.050	4.628
250	25484.20	141	4.637	142.761	-141.840	4.827	142.761	4.854
260	26503.57	147	4.835	148.471	-147.550	5.056	148.471	5.083
270	27522.94	154	5.065	154.181	-153.261	5.289	154.181	5.316
280	28542.30	164	5.394	159.892	-158.971	5.526	159.892	5.553
290	29561.67	170	5.591	165.602	-164.682	5.768	165.602	5.795
300	30581.04	177	5.821	171.313	-170.392	6.013	171.313	6.040
310	31600.41	186	6.117	177.023	-176.102	6.264	177.023	6.291
320	32619.78	193	6.348	182.734	-181.813	6.520	182.734	6.547
330	33639.14	202	6.644	188.444	-187.523	6.781	188.444	6.808
340	34658.51	212	6.973	194.154	-193.234	7.047	194.154	7.074
350	35677.88	220	7.236	199.865	-198.944	7.320	199.865	7.347
360	36697.25	228	7.499	205.575	-204.655	7.599	205.575	7.626
370	37716.62	236	7.762	211.286	-210.365	7.885	211.286	7.912
380	38735.98	249	8.189	216.996	-216.075	8.179	216.996	8.206

390	39755.35	259	8.518	222.707	-221.786	8.481	222.707	8.508
400	40774.72	274	9.012	228.417	-227.496	8.792	228.417	8.819
410	41794.09	288	9.472	234.127	-233.207	9.113	234.127	9.140
420	42813.46	300	9.867	239.838	-238.917	9.445	239.838	9.472
430	43832.82	312	10.261	245.548	-244.628	9.788	245.548	9.815
440	44852.19	319	10.492	251.259	-250.338	10.145	251.259	10.172
450	45871.56	331	10.886	256.969	-256.048	10.516	256.969	10.543
460	46890.93	341	11.215	262.680	-261.759	10.905	262.680	10.932
470	47910.30	350	11.511	268.390	-267.469	11.313	268.390	11.340
480	48929.66	364	11.972	274.100	-273.180	11.745	274.100	11.772
490	49949.03	379	12.465	279.811	-278.890	12.203	279.811	12.230
500	50968.40	392	12.893	285.521	-284.601	12.695	285.521	12.722
510	51987.77	406	13.353	291.232	-290.311	13.229	291.232	13.256
520	53007.14	422	13.879	296.942	-296.021	13.817	296.942	13.844
530	54026.50	435	14.307	302.653	-301.732	14.481	302.653	14.508
540	55045.87	458	15.063	308.363	-307.442	15.260	308.363	15.287
550	56065.24	482	15.853	314.073	-313.153	16.253	314.073	16.280
560	57084.61	501	16.478	319.784	-318.863	17.945	319.784	17.972
570	58103.98	542	17.826	325.494	-324.574	18.843	325.494	18.870
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

$$\sigma = 131.340$$

$$\epsilon = 4.406$$

$$\text{Maka } E_c = 298093.508 \text{ Kg/cm}^2$$

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F16SP1

Diameter = 15.13 cm
 Luas = 179.65 cm²
 Tinggi = 304.19 mm
 Berat = 12.85 kg

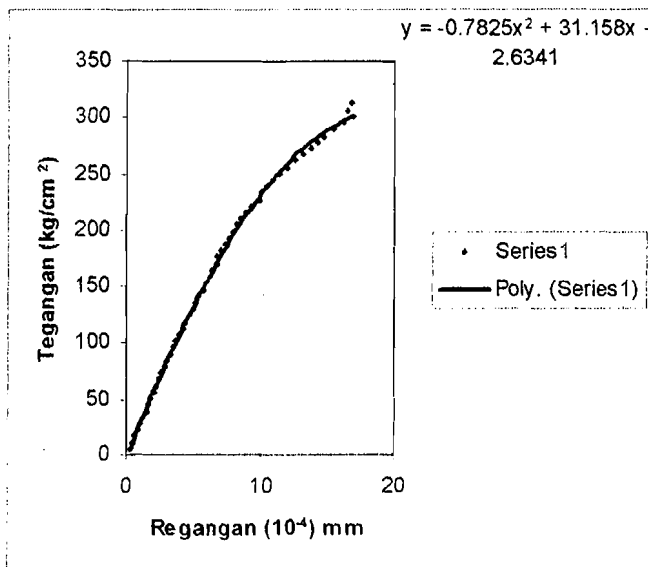
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.7825	31.158	-2.6341

Koreksi : (-) 0.027

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³)mm	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10 ⁻⁴)	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10 ⁻⁴)
10	1019.37	8	0.263	5.674	-3.040	0.098	5.674	0.182
20	2038.74	14	0.460	11.348	-8.714	0.282	11.348	0.366
30	3058.10	20	0.657	17.023	-14.388	0.467	17.023	0.551
40	4077.47	26	0.855	22.697	-20.063	0.655	22.697	0.739
50	5096.84	32	1.052	28.371	-25.737	0.844	28.371	0.928
60	6116.21	37	1.216	34.045	-31.411	1.035	34.045	1.119
70	7135.58	44	1.446	39.719	-37.085	1.228	39.719	1.312
80	8154.94	50	1.644	45.394	-42.759	1.423	45.394	1.507
90	9174.31	56	1.841	51.068	-48.434	1.620	51.068	1.704
100	10193.68	62	2.038	56.742	-54.108	1.820	56.742	1.904
110	11213.05	67	2.203	62.416	-59.782	2.021	62.416	2.105
120	12232.42	74	2.433	68.090	-65.456	2.225	68.090	2.309
130	13251.78	80	2.630	73.764	-71.130	2.431	73.764	2.515
140	14271.15	87	2.860	79.439	-76.805	2.640	79.439	2.724
150	15290.52	93	3.057	85.113	-82.479	2.851	85.113	2.935
160	16309.89	99	3.255	90.787	-88.153	3.065	90.787	3.149
170	17329.26	106	3.485	96.461	-93.827	3.282	96.461	3.366
180	18348.62	112	3.682	102.135	-99.501	3.501	102.135	3.585
190	19367.99	119	3.912	107.810	-105.175	3.724	107.810	3.808
200	20387.36	126	4.142	113.484	-110.850	3.949	113.484	4.033
210	21406.73	133	4.372	119.158	-116.524	4.178	119.158	4.262
220	22426.10	142	4.668	124.832	-122.198	4.410		
230	23445.46	149	4.898	130.506	-127.872	4.646	130.506	4.730
240	24464.83	155	5.095	136.181	-133.546	4.886	136.181	4.970
250	25484.20	161	5.293	141.855	-139.221	5.129	141.855	5.213
260	26503.57	172	5.654	147.529	-144.895	5.376	147.529	5.460
270	27522.94	180	5.917	153.203	-150.569	5.628	153.203	5.712
280	28542.30	187	6.147	158.877	-156.243	5.884	158.877	5.968
290	29561.67	194	6.378	164.551	-161.917	6.145	164.551	6.229
300	30581.04	204	6.706	170.226	-167.592	6.411	170.226	6.495
310	31600.41	206	6.772	175.900	-173.266	6.682	175.900	6.766
320	32619.78	215	7.068	181.574	-178.940	6.959	181.574	7.043
330	33639.14	223	7.331	187.248	-184.614	7.242	187.248	7.326
340	34658.51	232	7.627	192.922	-190.288	7.532	192.922	7.616
350	35677.88	243	7.988	198.597	-195.963	7.828	198.597	7.912
360	36697.25	251	8.251	204.271	-201.637	8.132	204.271	8.216
370	37716.62	259	8.514	209.945	-207.311	8.444	209.945	8.528
380	38735.98	272	8.942	215.619	-212.985	8.765	215.619	8.849

390	39755.35	282	9.271	221.293	-218.659	9.095	221.293	9.179
400	40774.72	300	9.862	226.968	-224.333	9.436	226.968	9.520
410	41794.09	306	10.060	232.642	-230.008	9.788	232.642	9.872
420	42813.46	320	10.520	238.316	-235.682	10.153	238.316	10.237
430	43832.82	336	11.046	243.990	-241.356	10.532	243.990	10.616
440	44852.19	349	11.473	249.664	-247.030	10.927	249.664	11.011
450	45871.56	367	12.065	255.338	-252.704	11.340	255.338	11.424
460	46890.93	384	12.624	261.013	-258.379	11.774	261.013	11.858
470	47910.30	404	13.281	266.687	-264.053	12.233	266.687	12.317
480	48929.66	419	13.774	272.361	-269.727	12.720	272.361	12.804
490	49949.03	434	14.267	278.035	-275.401	13.244	278.035	13.328
500	50968.40	446	14.662	283.709	-281.075	13.812	283.709	13.896
510	51987.77	470	15.451	289.384	-286.750	14.439	289.384	14.523
520	53007.14	496	16.306	295.058	-292.424	15.147	295.058	15.231
530	54026.50	519	17.062	300.732	-298.098	15.982	300.732	16.066
540	55045.87	504	16.569	306.406	-303.772	17.051	306.406	17.135
550	56065.24	514	16.897	312.080	-309.446	18.950	312.080	19.034
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

$$\sigma = 124.832$$

$$\epsilon = 4.494$$

$$\text{Maka } E_c = 277774.811 \text{ Kg/cm}^2$$

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F18SP0.6

Diameter = 15.11 cm
 Luas = 179.22 cm²
 Tinggi = 303.67 mm
 Berat = 12.72 kg

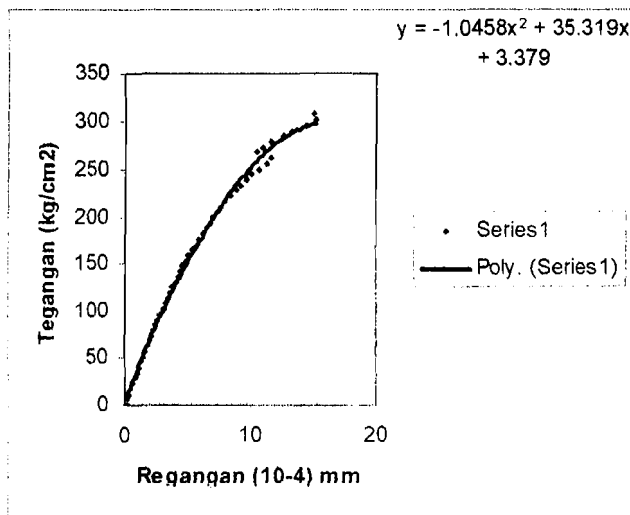
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-1.0458	35.319	3.379

Koreksi : (-) 0.01

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10^{-4})
10	1019.37	6	0.198	5.688	-2.309	0.065	5.688	0.165
20	2038.74	11	0.362	11.376	-7.997	0.228	11.376	0.328
30	3058.10	16	0.527	17.063	-13.684	0.392	17.063	0.492
40	4077.47	21	0.692	22.751	-19.372	0.558	22.751	0.658
50	5096.84	25	0.823	28.439	-25.060	0.725	28.439	0.825
60	6116.21	28	0.922	34.127	-30.748	0.894	34.127	0.994
70	7135.58	34	1.120	39.815	-36.436	1.065	39.815	1.165
80	8154.94	39	1.284	45.502	-42.123	1.238	45.502	1.338
90	9174.31	43	1.416	51.190	-47.811	1.413	51.190	1.513
100	10193.68	49	1.614	56.878	-53.499	1.590	56.878	1.690
110	11213.05	54	1.778	62.566	-59.187	1.768	62.566	1.868
120	12232.42	59	1.943	68.254	-64.875	1.949	68.254	2.049
130	13251.78	64	2.108	73.941	-70.562	2.133	73.941	2.233
140	14271.15	70	2.305	79.629	-76.250	2.318	79.629	2.418
150	15290.52	75	2.470	85.317	-81.938	2.506	85.317	2.606
160	16309.89	79	2.602	91.005	-87.626	2.696	91.005	2.796
170	17329.26	85	2.799	96.693	-93.314	2.889	96.693	2.989
180	18348.62	91	2.997	102.380	-99.001	3.085	102.380	3.185
190	19367.99	98	3.227	108.068	-104.689	3.283	108.068	3.383
200	20387.36	103	3.392	113.756	-110.377	3.485	113.756	3.585
210	21406.73	107	3.524	119.444	-116.065	3.689	119.444	3.789
220	22426.10	114	3.754	125.132	-121.753	3.897		
230	23445.46	120	3.952	130.819	-127.440	4.108	130.819	4.208
240	24464.83	126	4.149	136.507	-133.128	4.323	136.507	4.423
250	25484.20	132	4.347	142.195	-138.816	4.541	142.195	4.641
260	26503.57	139	4.577	147.883	-144.504	4.763	147.883	4.863
270	27522.94	146	4.808	153.571	-150.192	4.990	153.571	5.090
280	28542.30	154	5.071	159.258	-155.879	5.220	159.258	5.320
290	29561.67	162	5.335	164.946	-161.567	5.456	164.946	5.556
300	30581.04	169	5.565	170.634	-167.255	5.696	170.634	5.796
310	31600.41	178	5.862	176.322	-172.943	5.942	176.322	6.042
320	32619.78	187	6.158	182.010	-178.631	6.193	182.010	6.293
330	33639.14	195	6.421	187.697	-184.318	6.451	187.697	6.551
340	34658.51	204	6.718	193.385	-190.006	6.715	193.385	6.815
350	35677.88	213	7.014	199.073	-195.694	6.986	199.073	7.086
360	36697.25	223	7.343	204.761	-201.382	7.264	204.761	7.364
370	37716.62	230	7.574	210.449	-207.070	7.551	210.449	7.651
380	38735.98	242	7.969	216.137	-212.758	7.847	216.137	7.947

390	39755.35	257	8.463	221.824	-218.445	8.153	221.824	8.253
400	40774.72	267	8.792	227.512	-224.133	8.470	227.512	8.570
410	41794.09	277	9.122	233.200	-229.821	8.800	233.200	8.900
420	42813.46	292	9.616	238.888	-235.509	9.144	238.888	9.244
430	43832.82	304	10.011	244.576	-241.197	9.503	244.576	9.603
440	44852.19	323	10.637	250.263	-246.884	9.881	250.263	9.981
450	45871.56	345	11.361	255.951	-252.572	10.281	255.951	10.381
460	46890.93	354	11.657	261.639	-258.260	10.706	261.639	10.806
470	47910.30	319	10.505	267.327	-263.948	11.163	267.327	11.263
480	48929.66	334	10.999	273.015	-269.636	11.660	273.015	11.760
490	49949.03	355	11.690	278.702	-275.323	12.209	278.702	12.309
500	50968.40	382	12.579	284.390	-281.011	12.832	284.390	12.932
510	51987.77	401	13.205	290.078	-286.699	13.570	290.078	13.670
520	53007.14	435	14.325	295.766	-292.387	14.528	295.766	14.628
530	54026.50	458	15.082	301.454	-298.075	16.539	301.454	16.639
540	55045.87	456	15.016	307.141	-303.762	17.284	307.141	17.294
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial	C - Teg	Rumus ABC	Buat Grafik		



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan

uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

$$\sigma = 125.132$$

$$\epsilon = 3.977$$

$$\text{Maka } E_c = 314638.319 \text{ Kg/cm}^2$$

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F18SP0,8

Diameter = 15.15 cm
 Luas = 180.27 cm²
 Tinggi = 304.72 mm
 Berat = 12.84 kg

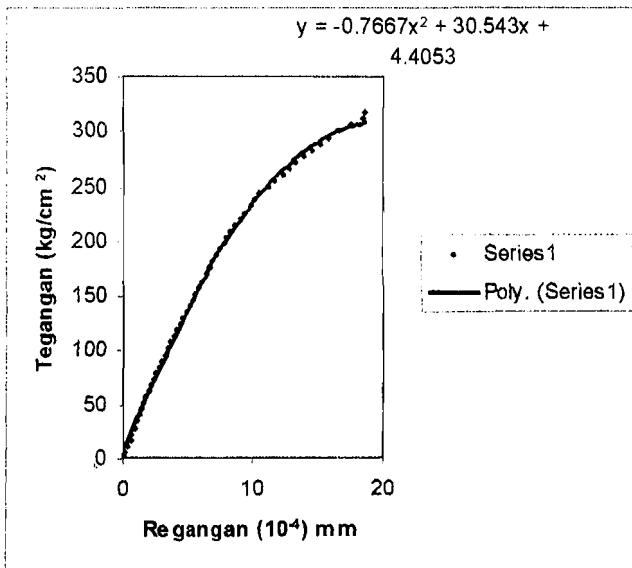
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.7667	30.543	4.4053

Koreksi : (-) 0.143

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10^{-4})
10	1019.37	7	0.230	5.655	-1.249	0.041	5.655	0.184
20	2038.74	11	0.361	11.309	-6.904	0.227	11.309	0.370
30	3058.10	17	0.558	16.964	-12.559	0.416	16.964	0.559
40	4077.47	21	0.689	22.619	-18.213	0.606	22.619	0.749
50	5096.84	26	0.853	28.273	-23.868	0.797	28.273	0.940
60	6116.21	32	1.050	33.928	-29.523	0.991	33.928	1.134
70	7135.58	37	1.214	39.583	-35.177	1.187	39.583	1.330
80	8154.94	44	1.444	45.237	-40.832	1.385	45.237	1.528
90	9174.31	49	1.608	50.892	-46.487	1.585	50.892	1.728
100	10193.68	54	1.772	56.547	-52.141	1.787	56.547	1.930
110	11213.05	60	1.969	62.201	-57.796	1.992	62.201	2.135
120	12232.42	65	2.133	67.856	-63.451	2.199	67.856	2.342
130	13251.78	72	2.363	73.511	-69.105	2.408	73.511	2.551
140	14271.15	77	2.527	79.165	-74.760	2.620	79.165	2.763
150	15290.52	84	2.757	84.820	-80.415	2.835	84.820	2.978
160	16309.89	91	2.986	90.475	-86.069	3.052	90.475	3.195
170	17329.26	98	3.216	96.129	-91.724	3.272	96.129	3.415
180	18348.62	104	3.413	101.784	-97.379	3.495	101.784	3.638
190	19367.99	109	3.577	107.439	-103.033	3.721	107.439	3.864
200	20387.36	116	3.807	113.093	-108.688	3.950	113.093	4.093
210	21406.73	123	4.036	118.748	-114.343	4.183	118.748	4.326
220	22426.10	131	4.299	124.403	-119.998	4.419	124.403	4.562
230	23445.46	139	4.562	130.057	-125.652	4.659	130.057	4.801
240	24464.83	147	4.824	135.712	-131.307	4.902	135.712	5.045
250	25484.20	155	5.087	141.367	-136.962	5.150	141.367	5.293
260	26503.57	163	5.349	147.022	-142.616	5.402	147.022	5.545
270	27522.94	171	5.612	152.676	-148.271	5.658	152.676	5.801
280	28542.30	181	5.940	158.331	-153.926	5.919	158.331	6.062
290	29561.67	190	6.235	163.986	-159.580	6.185	163.986	6.328
300	30581.04	198	6.498	169.640	-165.235	6.456	169.640	6.599
310	31600.41	207	6.793	175.295	-170.890	6.733	175.295	6.876
320	32619.78	214	7.023	180.950	-176.544	7.016	180.950	7.159
330	33639.14	221	7.253	186.604	-182.199	7.305	186.604	7.448
340	34658.51	232	7.614	192.259	-187.854	7.601	192.259	7.744
350	35677.88	241	7.909	197.914	-193.508	7.904	197.914	8.047
360	36697.25	248	8.139	203.568	-199.163	8.215	203.568	8.358
370	37716.62	253	8.303	209.223	-204.818	8.534	209.223	8.677
380	38735.98	266	8.729	214.878	-210.472	8.863	214.878	9.006

390	39755.35	278	9.123	220.532	-216.127	9.202	220.532	9.345
400	40774.72	290	9.517	226.187	-221.782	9.551	226.187	9.694
410	41794.09	304	9.976	231.842	-227.436	9.913	231.842	10.056
420	42813.46	313	10.272	237.496	-233.091	10.289	237.496	10.432
430	43832.82	322	10.567	243.151	-238.746	10.680	243.151	10.823
440	44852.19	343	11.256	248.806	-244.400	11.088	248.806	11.231
450	45871.56	360	11.814	254.460	-250.055	11.516	254.460	11.659
460	46890.93	377	12.372	260.115	-255.710	11.967	260.115	12.110
470	47910.30	394	12.930	265.770	-261.364	12.445	265.770	12.588
480	48929.66	408	13.389	271.424	-267.019	12.956	271.424	13.099
490	49949.03	425	13.947	277.079	-272.674	13.508	277.079	13.651
500	50968.40	444	14.571	282.734	-278.328	14.111	282.734	14.254
510	51987.77	462	15.161	288.388	-283.983	14.785	288.388	14.928
520	53007.14	484	15.883	294.043	-289.638	15.563	294.043	15.706
530	54026.50	505	16.573	299.698	-295.292	16.513	299.698	16.656
540	55045.87	533	17.491	305.352	-300.947	17.863	305.352	18.006
550	56065.24	563	18.476	311.007	-306.602	18.482	311.007	18.625
560	57084.61	566	18.574	316.662	-312.256	19.153	316.662	19.296
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C – Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

σ = 130.057

ϵ = 4.802

Maka E_c = 270839.233 Kg/cm²

Analisis Tegangan Regangan pada Beton Tipe F18SP1

Diameter = 15.12 cm
 Luas = 179.41 cm²
 Tinggi = 306.29 mm
 Berat = 13.04 kg

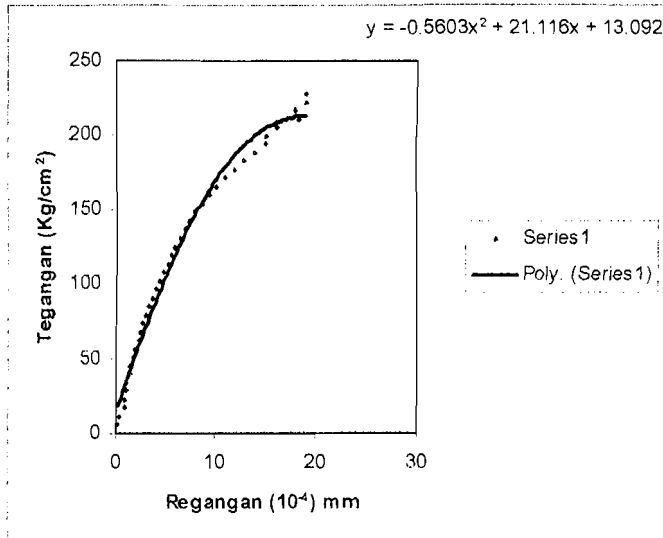
Didapat persamaan kuadrat :

A	B	C
-0.5603	21.116	13.092

Koreksi : (-) 0.607

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	C	Reg (10^{-4})	Teg (Kg/cm ²)	Reg (10^{-4})
10	1019.37	8	0.261	5.682	7.410	-0.348	5.682	-0.187
20	2038.74	13	0.424	11.364	1.728	-0.082	11.364	0.079
30	3058.10	28	0.914	17.045	-3.953	0.188	17.045	0.349
40	4077.47	30	0.979	22.727	-9.635	0.462	22.727	0.623
50	5096.84	31	1.012	28.409	-15.317	0.740	28.409	0.901
60	6116.21	35	1.143	34.091	-20.999	1.022	34.091	1.183
70	7135.58	42	1.371	39.772	-26.680	1.309	39.772	1.470
80	8154.94	45	1.469	45.454	-32.362	1.601	45.454	1.762
90	9174.31	55	1.796	51.136	-38.044	1.897	51.136	2.058
100	10193.68	62	2.024	56.818	-43.726	2.199	56.818	2.360
110	11213.05	70	2.285	62.500	-49.408	2.507	62.500	2.668
120	12232.42	78	2.547	68.181	-55.089	2.820	68.181	2.981
130	13251.78	85	2.775	73.863	-60.771	3.140	73.863	3.301
140	14271.15	94	3.069	79.545	-66.453	3.466	79.545	3.627
150	15290.52	98	3.200	85.227	-72.135	3.799	85.227	3.960
160	16309.89	113	3.689	90.908	-77.816	4.140	90.908	4.301
170	17329.26	122	3.983	96.590	-83.498	4.489	96.590	4.650
180	18348.62	135	4.408	102.272	-89.180	4.847	102.272	5.008
190	19367.99	145	4.734	107.954	-94.862	5.214	107.954	5.375
200	20387.36	159	5.191	113.636	-100.544	5.591	113.636	5.752
210	21406.73	171	5.583	119.317	-106.225	5.979	119.317	6.140
220	22426.10	184	6.007	124.999	-111.907	6.380	124.999	6.541
230	23445.46	198	6.464	130.681	-117.589	6.793	130.681	6.954
240	24464.83	215	7.019	136.363	-123.271	7.222	136.363	7.383
250	25484.20	230	7.509	142.044	-128.952	7.666	142.044	7.827
260	26503.57	245	7.999	147.726	-134.634	8.130	147.726	8.291
270	27522.94	266	8.685	153.408	-140.316	8.614	153.408	8.775
280	28542.30	288	9.403	159.090	-145.998	9.122	159.090	9.283
290	29561.67	313	10.219	164.772	-151.680	9.658	164.772	9.819
300	30581.04	341	11.133	170.453	-157.361	10.228	170.453	10.389
310	31600.41	366	11.949	176.135	-163.043	10.838	176.135	10.999
320	32619.78	393	12.831	181.817	-168.725	11.499	181.817	11.660
330	33639.14	428	13.974	187.499	-174.407	12.225	187.499	12.386
340	34658.51	462	15.084	193.180	-180.088	13.042	193.180	13.203
350	35677.88	463	15.116	198.862	-185.770	13.994	198.862	14.155
360	36697.25	495	16.161	204.544	-191.452	15.185	204.544	15.346
370	37716.62	565	18.447	210.226	-197.134	17.043	210.226	17.204
380	38735.98	550	17.957	215.908	-202.816	17.996	215.908	18.603

390	39755.35	586	19.132	221.589	-208.497	19.152	221.589	19.759
400	40774.72	585	19.100	227.271	-214.179	20.047	227.271	20.654
Beban x 101.9368			Grafik Polinomial		C – Teg	Rumus ABC	Buat Grafik	



Modulus Elastisitas (E_c) = σ/ϵ

Dimana:

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan oleh tegangan

Penyelesaian:

$$\sigma = 90.908$$

$$\epsilon = 4.301$$

$$\text{Maka } E_c = 211364.79 \text{ Kg/cm}^2$$

DATA HASIL PENGUJIAN KUAT DESAK

LAMPIRAN E



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditetes tanggal : 30, 31 Mei 2005
Sasmita Diharja Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
Kode : F12SP0,6

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	151,0	301,0	17898,7850	12,65	2348,01	715
2	149,5	302,0	17544,9463	12,65	2387,43	785
3	150,5	303,3	17780,4463	12,60	2336,44	780
4	150,0	304,5	17662,5000	12,55	2333,48	765
5	150,5	290,5	17780,4463	12,50	2420,03	820
6	149,7	302,5	17591,9207	12,65	2377,12	690
7	150,4	307,5	17756,8256	12,60	2307,60	780
8	149,5	301,0	17544,9463	12,60	2385,90	725
9	151,0	301,5	17898,7850	12,60	2334,85	645
10	150,0	301,7	17662,5000	12,65	2373,90	710
11	149,5	302,5	17544,9463	12,35	2326,96	685
12	151,0	300,0	17898,7850	12,70	2365,15	800
13	150,5	306,5	17780,4463	12,50	2293,70	680
14	149,5	302,0	17544,9463	12,40	2340,25	835
15	151,0	302,3	17898,7850	12,60	2328,67	690

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji	: Nabhan Ulin Nuha	Ditest tanggal	: 1, 2 Juni 2005
	: Sasmita Diharja	Umur	: 28 Hari
Keperluan	: Tugas Akhir	Jumlah	: 15 Buah
		Kode	: F12SP0,8

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	151,0	307,0	17898,7850	12,70	2311,22	675
2	150,8	305,0	17851,4024	12,65	2323,37	680
3	150,5	300,5	17780,4463	12,80	2395,65	750
4	150,6	303,5	17804,0826	12,65	2341,06	670
5	150,3	305,1	17733,2207	12,70	2347,33	680
6	150,8	304,0	17851,4024	12,65	2331,01	755
7	152,5	306,2	18256,1563	12,60	2254,01	640
8	150,3	304,5	17733,2207	12,60	2333,43	680
9	150,4	302,5	17756,8256	12,60	2345,74	815
10	151,5	303,7	18017,5163	12,75	2330,08	790
11	150,7	304,5	17827,7346	12,65	2330,27	655
12	149,5	302,4	17544,9463	12,70	2393,70	735
13	150,3	305,8	17733,2207	12,85	2369,62	690
14	150,5	304,3	17780,4463	12,70	2347,25	725
15	149,8	301,8	17615,4314	12,65	2379,46	675

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditetes tanggal : 2, 3 Juni 2005
Sasmita Diharja Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
Kode : F12SPI

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,5	304,6	17780,4463	12,50	2308,01	675
2	150,0	302,8	17662,5000	12,55	2346,58	680
3	150,3	303,3	17733,2207	12,50	2324,07	750
4	150,7	301,5	17827,7346	12,65	2353,46	670
5	150,2	302,0	17709,6314	12,50	2337,19	680
6	150,8	301,8	17851,4024	12,50	2320,16	755
7	150,8	302,7	17851,4024	12,55	2322,52	640
8	150,5	303,3	17780,4463	12,50	2317,90	680
9	149,5	300,5	17544,9463	12,60	2389,87	815
10	149,4	301,1	17521,4826	12,45	2359,87	790
11	150,0	301,7	17662,5000	12,30	2308,22	655
12	150,2	300,8	17709,6314	12,50	2346,51	735
13	151,5	295,0	18017,5163	12,60	2370,57	690
14	150,5	301,0	17780,4463	12,65	236364	725
15	150,5	303,0	17780,4463	12,75	2366,60	675

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditest tanggal : 4 Juni 2005
Sasmita Diharja Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
Kode : F14SP0,6

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,8	303,3	17851,4024	12,70	2345,63	740
2	152,1	305,3	18160,5119	12,85	2317,65	620
3	149,4	302,9	17521,4826	12,65	2383,53	540
4	150,0	297,5	17662,5000	12,70	2416,93	645
5	149,7	304,2	17591,9207	12,50	2335,81	780
6	150,0	303,7	17662,5000	12,80	2386,23	665
7	150,7	303,8	17827,7346	12,70	2344,88	720
8	150,4	304,5	17756,8256	12,75	2358,07	580
9	148,5	303,5	17311,0163	12,50	2379,19	750
10	150,3	304,5	17733,2207	12,65	2342,69	650
11	150,5	303,4	17780,4463	12,65	2344,94	710
12	150,6	302,3	17804,0826	12,60	2341,06	730
13	153,3	304,1	18448,1987	12,65	2254,86	670
14	151,0	304,2	17898,7850	12,60	2314,13	720
15	150,8	307,8	17851,4024	12,85	2338,63	630

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha
Sasmita Diharja
Keperluan : Tugas Akhir

Ditest tanggal : 5 Juni 2005
Umur : 28 Hari
Jumlah : 15 Buah
Kode : F14SP0,8

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	149,8	301,8	17615,4314	12,75	2398,27	640
2	150,5	303,4	17780,4463	12,60	2335,67	740
3	150,3	305,8	17733,2207	12,70	2341,96	670
4	149,5	302,4	17544,9463	12,65	2384,28	560
5	150,7	304,5	17827,7346	12,60	2321,06	690
6	151,5	302,4	18017,5163	12,70	2330,92	710
7	150,4	303,1	17756,8256	12,70	2359,68	610
8	150,3	306,5	17733,2207	12,80	2355,01	680
9	152,5	307,3	18256,1563	12,85	2290,50	690
10	150,8	297,5	17851,4024	12,60	2372,53	750
11	150,3	305,3	17733,2207	12,80	2364,26	665
12	150,6	300,5	17804,0826	12,60	2355,08	650
13	150,5	302,1	17780,4463	12,70	2364,34	710
14	150,8	301,5	17851,4024	12,75	2368,92	700
15	152,1	302,5	18160,5119	12,70	2311,80	630

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditetes tanggal : 6 Juni 2005
Sasmita Diharja Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
Kode : F14SPI

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	152,1	307,8	18160,5119	12,85	2298,83	690
2	150,0	302,3	17662,5000	12,75	2387,92	725
3	153,3	303,4	18448,1987	12,70	2269,00	610
4	150,8	302,1	17851,4024	12,65	2345,67	610
5	150,0	302,3	17662,5000	12,65	2369,19	670
6	150,2	298,5	17709,6314	12,65	2392,97	660
7	149,7	302,7	17591,9207	12,60	2366,16	815
8	151,0	303,1	17898,7850	12,70	2340,96	595
9	150,8	301,1	17851,4024	12,60	2344,16	625
10	150,5	304,4	17780,4463	12,80	2364,95	640
11	150,6	301,7	17804,0826	12,65	2355,03	600
12	151,3	302,2	17969,9767	12,75	2347,84	590
13	150,7	301,6	17827,7346	12,70	2361,98	565
14	150,5	297,3	17780,4463	12,70	2402,52	645
15	152,5	306,8	18256,1563	12,85	2294,24	740

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji	: Nabhan Ulin Nuha	Ditest tanggal	: 7 Juni 2005
	: Sasmita Diharja	Umur	: 28 Hari
Keperluan	: Tugas Akhir	Jumlah	: 15 Buah
		Kode	: F16SP0,6

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,6	306,3	17804,0826	12,85	2356,33	675
2	151,2	301,6	17946,2304	12,60	2327,91	670
3	151,5	302,7	18017,5163	12,85	2356,11	600
4	149,5	303,8	17544,9463	12,75	2392,05	510
5	151,4	304,2	17993,7386	12,85	2347,59	530
6	151,4	301,4	17993,7386	12,80	2360,18	590
7	150,2	305,4	17709,6314	12,70	2348,15	590
8	150,0	305,6	17662,5000	12,85	2380,66	645
9	149,9	304,8	17638,9579	12,60	2343,60	570
10	151,5	306,7	18017,5163	12,95	2343,48	680
11	151,4	303,8	17993,7386	12,65	2314,10	615
12	150,2	302,9	17709,6314	12,80	2386,17	565
13	150,1	308,3	17686,0579	12,90	2365,84	695
14	152,5	304,2	18256,1563	12,80	2304,84	710
15	150,7	303,4	17827,7346	12,70	2347,97	615

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditetes tanggal : 8 Juni 2005
Sasmita Diharja Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
Kode : F16SP0,8

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,1	303,6	17686,0579	12,90	2402,46	630
2	150,8	304,1	17851,4024	12,75	2348,67	680
3	152,7	305,5	18304,0727	12,75	2280,09	550
4	150,5	302,6	17780,4463	12,70	2360,44	640
5	151,2	308,6	17946,2304	13,10	2365,39	620
6	150,6	304,5	17804,0826	12,75	2351,82	630
7	151,1	303,1	17922,4999	12,70	2337,86	590
8	151,7	304,8	18065,1187	12,60	2288,31	540
9	150,9	302,1	17875,0859	12,70	2351,82	590
10	150,2	305,1	17709,6314	12,60	2331,95	540
11	150,5	303,4	17780,4463	12,80	2372,75	625
12	150,1	303,8	17686,0579	12,75	2372,97	550
13	150,7	302,5	17827,7346	12,75	2364,22	570
14	150,7	301,9	17827,7346	12,80	2378,21	670
15	151,1	301,2	17922,4999	12,80	2371,14	605

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditest tanggal : 9 Juni 2005
Sasmita Diharja Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
Kode : F16SP1

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	149,7	303,8	17591,9207	12,7	2376,31	590
2	151,0	304,6	17898,7850	12,9	2366,12	480
3	150,4	304,8	17756,8256	12,8	2364,99	620
4	152,7	304,7	18304,0727	13,0	2330,90	500
5	151,0	304,3	17898,7850	12,7	2331,73	665
6	150,5	302,5	17780,4463	12,8	2379,81	585
7	151,4	307,4	17993,7386	13,2	2386,43	490
8	151,2	300,3	17946,2304	12,7	2356,54	570
9	151,4	304,7	17993,7386	12,9	2352,86	590
10	150,2	303,3	17709,6314	13,0	2420,26	510
11	151,4	303,6	17993,7386	12,7	2324,77	630
12	151,3	304,0	17969,9767	12,9	2361,39	510
13	152,5	304,5	18256,1563	12,8	2302,57	570
14	152,3	304,7	18208,3027	12,9	2325,13	550
15	152,4	305,6	18232,2216	12,7	2279,35	545

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops./LBKT/ / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Diteř tanggal : 10 Juni 2005
 : Sasmita Diharja Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
 Kode : F18SP0,6

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,8	302,4	17851,4024	12,80	2371,13	605
2	151,8	306,0	18088,9434	13,00	2348,60	470
3	152,7	302,9	18304,0727	12,90	2326,71	550
4	150,4	304,2	17756,8256	12,75	2360,40	540
5	149,8	303,3	17615,4314	12,70	2377,05	460
6	150,8	303,8	17851,4024	12,70	2341,77	600
7	150,7	302,8	17827,7346	12,95	2398,93	440
8	150,5	303,8	17780,4463	12,70	2351,11	650
9	151,0	302,9	17898,7850	12,85	2370,17	530
10	151,0	303,3	17898,7850	12,70	2339,42	610
11	150,5	305,1	17780,4463	12,80	2359,53	470
12	151,1	302,8	17922,4999	12,70	2340,18	505
13	154,6	303,2	18762,4106	12,90	2267,63	420
14	151,1	304,4	17922,4999	13,00	2382,87	440
15	151,1	304,2	17922,4999	12,70	2329,41	530

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditest tanggal : 11 Juni 2005
Sasmita Diharja Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
Kode : F18SP0,8

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,8	304,0	17851,4024	13,00	2395,51	560
2	152,5	307,7	18256,1563	13,00	2314,23	530
3	152,0	304,4	18136,6400	12,90	2336,62	545
4	150,7	304,4	17827,7346	12,70	2340,25	460
5	151,4	303,5	17993,7386	12,90	2362,16	480
6	150,3	304,8	17733,2207	12,85	2377,39	575
7	152,1	302,2	18160,5119	12,90	2350,54	570
8	150,2	307,5	17709,6314	12,90	2368,84	570
9	150,0	304,3	17662,5000	12,95	2409,44	580
10	152,2	305,0	18184,3994	12,90	2325,90	510
11	152,6	304,3	18280,1066	13,00	2337,02	550
12	152,0	305,2	18136,6400	12,80	2312,43	560
13	153,0	304,8	18376,0650	13,10	2338,86	540
14	151,6	306,6	18041,3096	13,05	2359,23	520
15	152,1	302,2	18160,5119	13,20	2405,20	560

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



**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

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Nabhan Ulin Nuha Ditetes tanggal : 13 Juni 2005
Sasmita Diharja Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
Kode : F18SP1

No	Ukuran (mm)		Luas (mm ²)	Berat (Kg)	Berat satuan (kg/m ³)	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	151,6	307,3	18041,3096	13,10	2362,87	580
2	151,2	306,0	17946,2304	13,00	2367,27	490
3	150,6	307,4	17804,0826	13,05	2384,44	600
4	150,2	307,0	17709,6314	12,90	2372,69	400
5	150,4	305,0	17756,8256	12,90	2381,91	635
6	151,2	307,6	17946,2304	12,90	2336,85	490
7	151,3	304,3	17969,9767	13,00	2377,35	415
8	151,8	306,2	18088,9434	13,10	2365,12	450
9	152,6	305,7	18280,1066	13,10	2344,21	550
10	151,0	303,6	17898,7850	12,90	2373,91	600
11	152,4	307,8	18232,2216	13,10	2334,33	520
12	151,9	307,0	18112,7839	12,85	2310,89	480
13	150,1	306,1	17686,0579	12,90	2382,84	520
14	150,2	307,6	17709,6314	12,95	2377,24	490
15	151,5	305,8	18017,5163	12,90	2341,30	565

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,
Dikerjakan oleh



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Nabhan Ulin Nuha	00 511 045	Teknik Sipil
2.	Sasmita Diharja	00 511 271	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh penambahan Fly ASH dan Superplaztilizer terhadap kuat desak beton

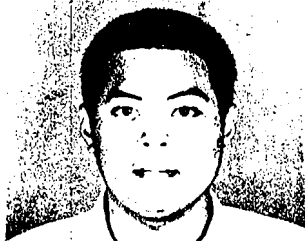
PERIODE KE : III (Mar 05 - Agst 05)
 TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai : 17-Mar-05 Sampai Akhir Agustus 05

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AG.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Ilman Noor,Ir,H,MSCE

Dosen Pembimbing II : Ilman Noor,Ir,H,MSCE



Jogjakarta , 17-Mar-05
 a.n. Dekan


 Ir. H. Munadhir, MS

Sidang : _____
 Pendadaran : _____