

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIDH/BELI	
TGL. TERIMA :	5 September 2005
NO. JUDUL :	001631
NO. INV. :	572 0001631 021
NO. INDIK. :	

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI PERAWATAN BETON  
TERHADAP MUTU BETON FLY ASH**



Disusun Oleh :

**Sigit Isnianto**

No. Mhs : 00 511 219

**Arief Kurniawan**

No. Mhs : 00 511 265

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

# HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

## PENGARUH VARIASI PERAWATAN BETON TERHADAP MUTU BETON FLY ASH

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh  
Derajat Sarjana Teknik Sipil

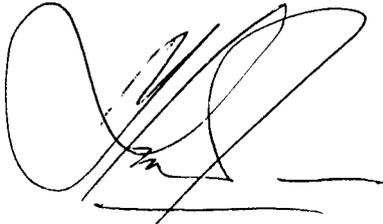
Oleh :

Sigit Isnianto      00 511 219

Arief Kurniawan    00 511 265

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir Ilman Noor, MSCE  
Dosen Pembimbing



Tanggal: 10-05-2005

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Asy-Syarh ( Q.S 94 – 5 )

“ Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan. “

H.R Qadla'ie

“ Sebaik-baik manusia ialah orang yang banyak manfaatnya (kebaikannya) kepada manusia lainnya. “

Al-Mujadilah ( Q.S 58-11 )

“ ... Allah pasti akan mengangkat orang yang beriman dan berpengetahuan diantaramu beberapa tingkat lebih tinggi ...”

H.R Ali

“ Sungguh seseorang hanya akan meraih ilmu jika memiliki enam hal :  
kecerdasan, semangat, ketabahan, bekal, bimbingan guru dan proses yang terus-menerus. “

## TERIMA KASIHKU UNTUK :

- ✓ **Allah SWT** atas rahmat dan karuniaNya yang selalu memberi kemudahan, petunjuk bagi hambaNya, Maha dari segalanya. **Nabi Muhammad SAW** yang telah memberikan suri tauladan bagi seluruh umat Islam di muka bumi.
- ✓ **Bapak dan Ibu** yang telah membesarkan dan tidak akan bisa terbalaskan jasa-jasanya (ananda baru bisa memberikan hasil karya kecil ini, semoga bisa menggemirakan bapak dan ibu).
- ✓ **Keluarga besar Sigit Isnianto di Jogja dan keluarga besar Arief Kurniawan di Pati**, terima kasih atas perhatian dan doanya selama ini. Semoga jasanya dibalas oleh Allah SWT, amin !
- ✓ **Bapak Ilman Noor, Ade Ilham, Susastrawan**, dan semua dosen di lingkungan FTSP UII, tak lupa juga seluruh karyawan FTSP.
- ✓ **Teman-teman SIPIL 2000**, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya !
- ✓ **Teman asisten BKT** (Irma, Dina, Mbak Sri, Nurhadi) dan staf lab. BKT FTSP UII (Mas Daru dan Pak Warno), makasih nescafenya ya !
- ✓ Terima kasih untuk semua yang tidak tersebut diatas.

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmaannirroohim*

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nyalah, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “ Pengaruh Variasi Perawatan Beton Terhadap Mutu Beton Fly Ash” ini.

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

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terimakasih 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. Ayah, 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

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Yogyakarta, Mei 2005

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>Halaman Judul</b>	<b>i</b>
<b>Halaman Pengesahan</b>	<b>ii</b>
<b>Motto dan Persembahan</b>	<b>iii</b>
<b>Kata Pengantar</b>	<b>v</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Gambar</b>	<b>xi</b>
<b>Daftar Tabel</b>	<b>xii</b>
<b>Abstraksi</b>	<b>xiv</b>
<b>Bab I Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah	6
<b>Bab II Tinjauan Pustaka</b>	<b>7</b>
2.1 Umum	7
2.2 Muh. Rifai Syakuri dan Haryadi (1997)	8
2.3 Tris Ariyanto dan Hakni Yuliawan (1996 )	9
2.4 Ferry Satyawan dan M. Noordioko (2004)	9

2.5	Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati (2004)	10
2.6	Novika Dwi Rahmawati dan Miftachurrochmah (2002)	11
<b>Bab III Landasan Teori</b>		<b>13</b>
3.1	Tinjauan Umum	13
3.2	Material Penyusun	15
3.2.1	Semen Portland	15
3.2.2	Bahan Tambah (Fly Ash)	18
3.2.3	Agregat	20
3.2.4	Air	22
3.3	Metode Perancangan Campuran	23
3.4	Pengendalian Pekerjaan Beton	24
3.5	Perencanaan Campuran Beton	24
3.6	Pengadukan Beton	25
3.7	Modulus Elastisitas dan Modulus Kenyal Beton	25
<b>Bab IV Metode Penelitian</b>		<b>28</b>
4.1	Bahan-bahan	29
4.2	Peralatan	29
4.3	Pemeriksaan Bahan Material	30
4.4	Perhitungan Campuran Beton (Mix Design)	31
4.5	Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	31
4.6	Pengujian Kuat Desak Benda Uji	32
4.7	Pengolahan Data	33

<b>Bab V Hasil Penelitian dan Pembahasan</b>	<b>34</b>
5.1 Umum	34
5.2 Jenis dan Metode Perawatan	34
5.3 Analisis Kuat Desak Benda Uji	35
5.3.1 Hubungan Kuat Desak dengan Umur Beton	35
5.3.2 Hubungan Kuat Desak dengan Perawatan dan Tanpa Perawatan	38
5.3.3 Hubungan Kuat Desak dengan Variasi Perawatan	40
5.4 Analisis Modulus Elastisitas dan Modulus Kenyal Beton	41
5.5 Perbandingan Kuat Desak Beton Umur 28 Hari	44
5.6 Tinjauan Perbandingan Terhadap Penelitian Terdahulu	46
5.6.1 Tris Ariyanto dan Hakni Yuliawan (1996 )	46
5.6.2 Novika Dwi Rahmawati dan Miftachurrochmah (2002)	47
5.6.3 Ferry Satyawan dan M. Noordioko (2004)	48
5.6.4 Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati (2004)	50
<b>Bab VI Kesimpulan dan Saran</b>	<b>52</b>
6.1 Kesimpulan	52
6.2 Saran	53
<b>Daftar Pustaka</b>	<b>54</b>
<b>Lampiran</b>	
A. Metode Perencanaan Campuran Beton	
B. Langkah-langkah pemeriksaan agregat dan hasil pengujian	
C. Perhitungan Campuran Beton	
D. Grafik Tegangan Regangan	

- E. Data sementara pengujian
- F. Kartu peserta tugas akhir
- G. Rencana jadwal pelaksanaan penelitian
- H. Dokumentasi penelitian

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Grafik kuat desak benda uji direndam air dan benda uji tanpa perawatan umur 7, 14, 28 hari	11
4.1 Flowchart penelitian	28
5.1 Hubungan kuat desak rata-rata beton tipe BT dengan umur beton	35
5.2 Hubungan kuat desak rata-rata beton tipe BRT dengan umur beton	36
5.3 Hubungan kuat desak rata-rata beton tipe BRS dengan umur beton	37
5.4 Perbandingan kuat desak rata-rata beton tipe BT, BRT, BRS	38

## DAFTAR TABEL

	Halaman	
3.1	Komposisi limit Semen Portland	16
3.2	Sifat senyawa semen	18
3.3	Persyaratan Kimia Abu Terbang	19
3.4	Persyaratan Fisika Abu Terbang	20
3.5	Gradasi Pasir	21
3.6	Gradasi kerikil	22
3.7	Angka konversi benda uji beton	23
4.1	Hasil perhitungan campuran beton tiap 1m <sup>3</sup>	31
5.1	Jenis dan jumlah sampel benda uji	35
5.2	Kuat desak benda uji	39
5.3	Persentase selisih kuat desak benda uji masing-masing tipe terhadap benda uji tipe BT	39
5.4	Hasil pengujian modulus elastisitas dan modulus kenyal	42
5.5	Persentase kenaikan modulus elastisitas tiap variasi perawatan	44
5.6	Persentase kenaikan kekuatan beton yang menggunakan fly ash terhadap kuat desak rata-rata yang direncanakan	45
5.7	Perbandingan penelitian Tris Ariyanto dan Hakni Yuliawan dengan penelitian Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan	46
5.8	Perbandingan penelitian Novika Dwi Rahmawati dan Miftachurrochmah dengan penelitian Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan	48

5.9	Perbandingan penelitian Ferry Satyawan dan M. Noordioko dengan penelitian Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan	49
5.10	Perbandingan penelitian Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati dengan penelitian Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan	51

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan era globalisasi yang semakin pesat membuat negara-negara di dunia, terutama negara berkembang seperti Indonesia harus senantiasa siap untuk menerima dan menghadapi setiap perubahan yang mungkin terjadi. Perkembangan globalisasi ini ditandai dengan adanya persaingan di antara negara-negara berkembang dalam menyiapkan sumber daya manusia yang handal. Usaha ini menjadi kunci penting dalam menciptakan segala ilmu dan teknologi demi tercapainya segala kebutuhan manusia.

Kebutuhan akan tempat tinggal menjadi sangat penting mengingat semakin bertambahnya jumlah dari penduduk Indonesia dan terbatasnya luas tanah untuk pembangunan. Hal ini menjadi motivasi dalam hal menciptakan teknologi yang tepat guna dalam hal konstruksi.

Beton sebagai salah satu unsur penting dalam konstruksi menjadi pilihan utama dikarenakan bahan penyusun yang umumnya mudah didapat, yaitu semen, pasir, kerikil dan air. Manfaat dari struktur beton, yaitu : faktor ekonomi merupakan pertimbangan yang sangat penting disamping tahan terhadap api, rigiditas tinggi, biaya pemeliharaan rendah dan dapat dibentuk sesuai rencana struktur maupun arsitektur.

Namun untuk membuat beton yang sesuai dengan yang kita inginkan, tidak serta-merta diperoleh dengan hanya mencampurkan semen portland atau jenis semen yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air. Tetapi juga diperlukan perawatan khusus agar mutu beton yang didapat sesuai dengan yang kita rencanakan, karena semakin tinggi suhu perawatan akan menyebabkan semakin cepat kekuatan beton terjadi. Sedang pengeringan yang terjadi sebelum waktunya akan menyebabkan hilangnya kekuatan beton sampai dengan 40 persen (Murdock dan Brook, 1999). Oleh karena itu perawatan merupakan hal yang sangat penting artinya agar kekuatan yang diinginkan dapat terpenuhi.

Usaha dan penelitian perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton dengan menggunakan semen yang seefisien mungkin. Pemakaian abu terbang (fly ash) dalam teknologi beton diharapkan mampu menghasilkan kuat desak beton yang lebih tinggi dari beton normal.

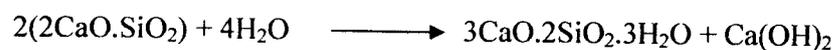
Abu terbang adalah sisa hasil proses pembakaran batubara PLTU yang keluar dari tungku pembakaran, sedangkan sisa pembakaran batubara yang berada pada dasar tungku disebut dengan Bottom Ash. Mengingat limbah tersebut meningkat setiap tahunnya maka perlu penanggulangannya. Limbah abu terbang dapat mengakibatkan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

## 1.2 Permasalahan

Proses hidrasi antara semen dengan air dalam campuran beton akan menghasilkan suatu perekat. Perekat ini akan menentukan kuat desak yang dihasilkan dalam campuran beton. Jenis semen dan kualitas air serta jumlah air yang dipakai dalam campuran beton akan mempengaruhi kuat desak yang dihasilkan. Faktor-faktor lain seperti jenis dan sifat agregat, cara pelaksanaan serta kondisi lingkungan saat pembuatan, mempengaruhi kuat desak beton yang dihasilkan.

Proses hidrasi semen menghasilkan zat-zat perekat dan Kalsium Hidroksida  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  yang sifatnya merugikan. Kalsium Hidroksida dapat menyebabkan beton korosi serta mengurangi kekuatan desak beton. Mengatasi hal tersebut diperlukan suatu bahan tambah yang mengandung Silika atau Alumina. Bahan tambah tersebut akan bereaksi secara kimia pada suhu ruang dengan Kalsium Hidroksida  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  yang akan membentuk bahan perekat baru. Bahan tambah ini kemudian dikenal dengan nama Pozzolan. Salah satu pozzolan yang biasa digunakan dalam campuran beton adalah abu terbang, (Semen Gresik, 2003).

Reaksi hidrasi semen



Reaksi Pozzolonik



Penguapan dapat menyebabkan suatu kehilangan air yang cukup berarti, sehingga mengakibatkan terhentinya proses hidrasi dengan konsekuensi berkurangnya peningkatan kekuatan beton. Penguapan juga dapat menyebabkan penyusutan kering yang terlalu awal dan cepat, sehingga berakibat timbulnya tegangan tarik yang menyebabkan retak, kecuali bila beton telah mencapai kekuatan yang cukup untuk menahan tegangan ini. Oleh karena itu, direncanakan suatu cara perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus-menerus berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu, termasuk pencegahan penguapan dengan pengadaan beberapa selimut pelindung yang sesuai maupun dengan membahasi permukaan beton secara berulang-ulang. Perawatan yang baik akan memperbaiki beberapa segi dari kualitas beton, (Murdock dan Brook, 1999).

Hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya didapat bahwa dengan penggantian sebagian berat semen oleh abu terbang sebesar 17% akan menghasilkan peningkatan tegangan beton yang maksimal, (Syakuri dan Haryadi, 1997).

Permasalahannya adalah pengaruh pemakaian abu terbang sebagai pengganti sebagian berat semen terhadap kuat desak beton yang dihasilkan terkait dengan perawatannya. Penelitian laboratorium akan dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasar pada latar belakang dan permasalahan, dapat kita ambil rumusan masalah, yaitu berapa kuat desak yang dihasilkan oleh beton dengan abu terbang 17% dari berat kebutuhan semen tanpa perawatan (BT), perawatan terus-menerus selama 7 hari (BRT) dan perawatan selang-seling 14 hari (BRS) yang diuji pada umur beton 7, 14, 21 dan 28 hari. Kecuali pada tipe BRS hanya diuji pada umur beton 14, 21 dan 28 hari.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan utama dari penelitian abu terbang untuk campuran beton adalah :

1. Mengetahui perbedaan kuat desak beton yang menggunakan abu terbang berkaitan dengan pengaruh umur dan variasi perawatannya.
2. Membandingkan nilai kuat desak beton yang dirawat dengan beton tanpa perawatan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dapat kita ambil dari penelitian adalah:

1. Mengetahui perbandingan mutu beton dari variasi sampel umur beton dan variasi perawatannya.
2. Menambah pengetahuan yang lebih mendalam dibidang struktur tentang metode perawatan beton.

3. Memberikan informasi yang akurat bagi akademisi maupun praktisi, tentang pengaruh dari penambahan abu terbang dan perawatan pada beton, sehingga dapat menjadi acuan bagi pembuatan beton selanjutnya.

### **1.6 Batasan Masalah**

Untuk melaksanakan penelitian ini diperlukan pembatasan masalah agar penelitian tidak menyimpang dari tujuannya. Adapun batasannya adalah sebagai berikut :

1. Benda uji mempunyai kuat tekan rencana ( $f'c$ ) = 25 MPa.
2. Semen yang digunakan adalah semen portland jenis I tipe PC merk Nusantara.
3. Agregat kasar menggunakan batu pecah yang berasal dari Kali Clereng, Kulonprogo.
4. Pasir atau agregat halus digunakan pasir dari Merapi, Kaliurang.
5. Bahan tambah yang digunakan adalah abu terbang dari PLTU Suralaya Jawa Barat.
6. Penelitian dibatasi pada kuat desaknya saja.
7. Perawatan dilakukan dengan cara direndam pada bak dan yang tanpa perawatan, sampel dibiarkan di tempat terbuka dengan diberi atap dan di atas sampel diberi plastik untuk mencegah terkena air hujan.
8. 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 abu terbang, diketahui bahwa abu terbang mempunyai sifat pozolan dengan ukuran butir yang sangat halus. Dengan komposisi tertentu dari berat semen, abu terbang 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 abu terbang harus memenuhi persyaratan kimia dan fisik berdasarkan SK-SNI S-15-1990-F. Penelitian tentang abu terbang telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hasil penelitiannya dapat bermanfaat untuk masyarakat dan dapat digunakan sebagai pustaka bagi peneliti yang lainnya tentang abu terbang.

## **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 beton untuk umur muda (di bawah 21 hari) akan memberikan hasil sedikit lebih rendah di bandingkan dengan beton tanpa abu terbang.
2. Tegangan beton untuk umur di atas 21 hari persentase pemakaian abu terbang sebesar 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% pada campuran beton menghasilkan tegangan yang lebih baik daripada beton normal (tanpa abu terbang).
3. Peningkatan tegangan yang paling optimal terjadi pada penggantian sebagian semen dengan abu terbang sebesar 20%. Hasil analisa regresi menunjukkan penggantian sebagian semen oleh abu terbang sebesar 17% akan menghasilkan peningkatan tegangan beton yang maksimal.
4. Nilai modulus elastisitas beton pada umur 45 hari dengan pemakaian abu terbang 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.
5. Bertambahnya persentase abu terbang yang digunakan bertambah pula nilai slumpnya.

### **2.3 Tris Ariyanto dan Hakni Yuliawan (1996 )**

Dalam penelitian ini menggambarkan hubungan antara waktu mulai perawatan dari mulai cetakan dibuka dan lamanya perawatan, terhadap kuat desak beton pada umur beton 28 hari. Hasil penelitiannya adalah sebagai berikut :

- a. Perawatan selama 7 hari yang dirawat mulai cetakan dibuka dibandingkan dengan benda uji yang dirawat 7 hari setelah hari ke-3 cetakan dibuka mempunyai kuat desak 4,745% lebih tinggi, dan bila dibandingkan dengan benda uji yang dirawat 7 hari setelah hari ke-7 mempunyai kuat desak 15,084% lebih tinggi.
- b. Perawatan selama 14 hari yang dirawat mulai cetakan di buka dibandingkan dengan benda uji yang dirawat 14 hari setelah hari ke-3 cetakan dibuka mempunyai kuat desak 20,007% lebih tinggi, dan bila dibandingkan dengan benda uji yang dirawat 14 hari setelah hari ke-7 mempunyai kuat desak 24,499% lebih tinggi.
- c. Benda uji yang dirawat mulai hari ke-14 kuat desaknya pada umur 28 hari 0,313% lebih rendah dari kuat desak benda uji yang sama sekali tidak dirawat, jadi keterlambatan perawatan selama 14 hari tidak menambah kuat desak beton.

### **2.4 Ferry Satyawan dan M. Noordioko (2004)**

Dalam laporan Ferry Satyawan dan M. Noordioko penelitian ditinjau hanya dari variasi perawatannya. Ferry Satyawan dan M. Noordioko menggunakan 4 variasi perawatan yaitu dirawat 7 hari terus-menerus, dirawat 14

hari selang-seling, dirawat 14 hari selang-seling tiap 3 hari dan dirawat 21 hari terus-menerus. Sebagai pembanding digunakan beton normal tanpa perawatan.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa dengan perawatan 14 hari selang-seling diperoleh kuat desak yang paling tinggi pada umur 28 hari dengan kenaikan sebesar 8,6 MPa dibandingkan dengan kuat desak beton normal tanpa perawatan umur 28 hari.

## **2.5 Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati (2004)**

Penelitian Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati dilakukan dengan bahan tambah Sikament-502 dan variasi perawatannya. Variasi Sikament-502 dengan mengganti dari berat kebutuhan semen sedangkan variasi perawatan yaitu dengan perawatan 7 hari terus-menerus dan 14 hari selang-seling. Dari penelitian diperoleh bahwa untuk penambahan Sikament-502 0,5% dari berat kebutuhan semen dan perawatan 7 hari terus-menerus diperoleh kuat desak yang paling tinggi pada umur 28 hari dengan kenaikan sebesar 9,82 MPa dibanding beton dengan Sikament-502 0,5% tanpa perawatan.

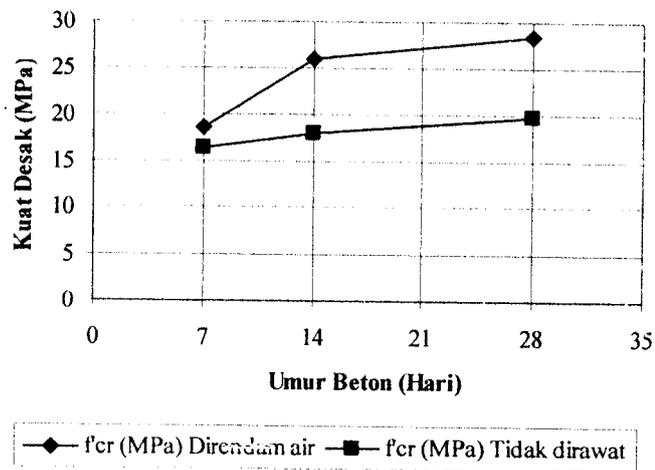
Dari penelitian di atas juga diperoleh kesimpulan bahwa dengan penambahan Sikament-502 0,5% dan perawatan 7 hari terus-menerus, beton akan mengalami kenaikan kuat desak sebesar 21,46 MPa dibandingkan beton normal (tanpa perawatan dan tanpa Sikament-502).

## 2.6 Novika Dwi Rahmawati dan Miftachurrochmah (2002)

Penelitian ini mencoba meneliti tentang metode perawatan beton terhadap kuat desak beton, perawatan beton yang dilakukan dengan cara merendam beton menggunakan air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Suhu air dalam kolam perendaman antara 24°C – 27°C, dengan variasi yang digunakan yaitu :

1. Beton direndam air selama 6 hari, diuji umur 7 hari
2. Beton direndam air selama 13 hari, diuji umur 14 hari
3. Beton direndam air selama 27 hari, diuji umur 28 hari

Hasil dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Grafik hubungan kuat desak benda uji direndam air dan tanpa perawatan umur 7, 14, dan 28 hari

## *Review*

*Dari penelitian-penelitian di atas dapat kita ketahui bahwa, pada penambahan abu terbang menunjukkan bahwa bahan ini memang sangat cocok sebagai bahan tambah pengganti semen, karena dengan penambahan abu terbang dapat meningkatkan kualitas beton dalam hal kekuatan. Dari penelitian tentang perawatan beton itu sendiri terlihat jelas pengaruh dari perawatan beton dengan cara direndam, semakin lama kita merendam maka akan semakin besar kuat tekannya. Disamping itu dalam merawat beton, harus dilakukan sedini mungkin, jangan sampai terlambat, karena keterlambatan perawatan beton mengakibatkan peningkatan kekuatan tidak berjalan secara maksimal, dibanding dengan beton yang tidak dirawat sama sekali.*

## **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, (Tjokrodimuljo, 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  $\text{CO}_2$  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).

Kaitannya dengan perawatan beton, ada beberapa macam cara perawatan beton yaitu (Triono Budi Astanto, 2001) :

- a. Perawatan beton pada proses pengerasan di lapangan :
  1. Menyirami permukaan beton dengan air segar.
  2. Menggenangi permukaan beton dengan air.
  3. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.

4. Penggunaan senyawa kimia.
- b. Perawatan beton pada proses pengerasan di laboratorium :
  1. Menaruh beton segar di dalam ruangan lembab.
  2. Menaruh beton segar dalam air (di rendam).
  3. Menaruh beton segar di atas genangan air.

### **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<sub>2</sub>), oksida alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan oksida besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). 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 <sub>2</sub> ]	17 – 25
Alumina [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]	3 – 8
Besi [Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]	0,5 - 6,0
Magnesium [MgO]	0,1 - 5,5
Soda / Potash [Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O]	0,5 - 1,3
TiO <sub>2</sub>	0,1 - 0,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1 - 0,2

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

1. *Trikalsium silikat, 3CaO.SiO<sub>2</sub> disingkat C<sub>3</sub>S*

Sifat C<sub>3</sub>S hampir sama dengan sifat semen, yaitu apabila ditambahkan air akan menjadi kaku dan dalam beberapa jam saja pasta akan mengeras. C<sub>3</sub>S

menunjang kekuatan awal semen dan menimbulkan panas hidrasi  $\pm 500$  joule/gram. Kandungan  $C_3S$  pada semen portland bervariasi antara 35%-55% tergantung pada jenis semen portland.

2. *Dikalsium silikat,  $2CaO.SiO_2$  disingkat  $C_2S$*

Sifat  $C_2S$ , pada penambahan air segera terjadi reaksi, menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan sedikit panas yaitu  $\pm 250$  joule/gram. Pasta yang mengeras, perkembangan kekuatannya stabil dan lambat pada beberapa minggu, kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir sama dengan  $C_3S$ . Kandungan  $C_2S$  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  $\pm 850$  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  $\pm 420$  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 <sub>3</sub> S	Sedang	sedang	baik	Baik
C <sub>2</sub> S	lambat	kecil	kurang	baik
C <sub>3</sub> A	besar	besar	baik	kurang
C <sub>4</sub> AF	Lambat	kecil	kurang	kurang

### 3.2.2 Bahan Tambah (Fly Ash)

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 dimasukkan dalam campuran beton dalam jumlah yang relatif kecil, maka tingkatan kontrolnya harus lebih besar dari pada pekerjaan beton biasa. Hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis. Pada pelaksanaan selalu ada usaha untuk menambahnya sedikit, terutama bila operator menyangka bahwa keadaan campuran menyimpang dari keadaan normal. Kesukaran dan biaya yang dialami dalam kontrol yang dibutuhkan, kadang-kadang lebih besar dari keuntungan yang didapat dari penggunaan bahan tambah. Bahan tambah yang berlebihan dapat menurunkan sekali kekuatan atau sifat-sifat beton yang lain, (Murdock dan Brook, 1999).

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, (Murdock dan Brook, 1999).

Abu terbang berasal dari bagian dari hasil 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 :

**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.	$\text{SO}_3$ maksimum	5
3.	Hilang pijar maksimum	6
4.	Kadar air maksimum	3
5.	Total alkali dihitung sebagai $\text{Na}_2\text{O}$ maksimum	1,5

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

**Tabel 3.4 Persyaratan Fisika Abu Terbang**

No.	Sifat Fisika	Data
1.	Berat Jenis	1,99 - 2,40 gr/cm <sup>2</sup>
2.	Kehalusan Butir	163,25 - 227,19 m <sup>2</sup> /kg
3.	Kadar Air	0,55 - 4,6%

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

Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. 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

Dalam peraturan ini juga ditetapkan gradasi agregat campurannya, yaitu campuran pasir dan kerikil dengan diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm, masing-masing mempunyai kurva tersendiri. Gradasi campuran yang ideal adalah yang masuk dalam kurva 2 dan 3. 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. Persentase berat pasir terhadap berat kerikil 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/lt,
2. Tidak mengandung zat organik, asam, dan garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gr/lt,
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/lt, dan
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/lt.

### 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, (Tjokrodimuljo, 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 dan Modulus Kenyal 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).

Sedangkan modulus kenyal didefinisikan sebagai jumlah energi elastis yang dapat diserap oleh satu satuan volume bahan yang dibebani gaya, besarnya modulus kenyal sama dengan luas bidang dibawah diagram tegangan( $\sigma$ ) dan regangan( $\epsilon$ ) sampai batas sebanding, (Charles dan John, 1986).

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

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

Dimana :  $E_c$  = Modulus elastisitas

$\sigma$  = Tegangan pada saat batas sebanding ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\epsilon$  = Regangan pada saat batas sebanding

$$E_k = 0,5 \times \sigma \times \epsilon \quad (3)$$

Dimana :  $E_k$  = Modulus kenyal

$\sigma$  = Tegangan pada saat batas sebanding ( $\text{kg/cm}^2$ )

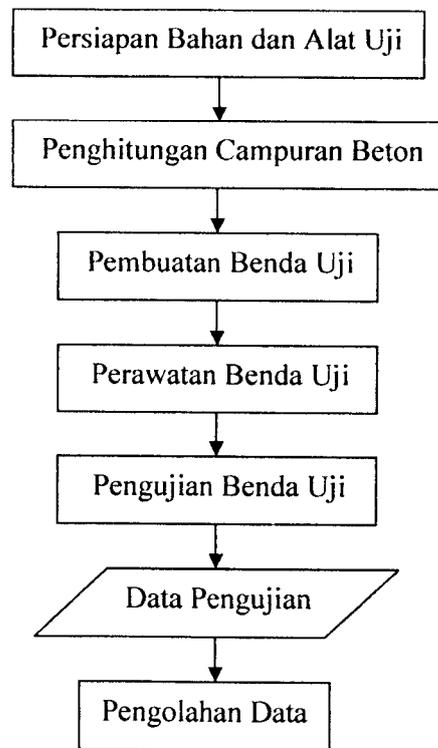
$\epsilon$  = Regangan pada saat batas sebanding

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. Perawatan dengan mempertahankan permukaan beton untuk selalu lembab akan menghasilkan modulus elastisitas beton lebih tinggi 15% dibanding tanpa perawatan.

**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 Bahan – bahan**

Bahan yang digunakan dalam pencampuran adalah:

1. Semen Portland merek Nusantara.
2. Agregat halus (pasir) diambil Merapi, Kaliurang.
3. Agregat kasar (kerikil) dari Kali Clereng, Kulonprogo.
4. Air dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.
5. Bahan tambah abu terbang (fly ash) dari PLTU Suralaya Jawa Barat.

#### **4.2 Peralatan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

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

13. Palu karet.
14. Cetakan silinder.
15. Seperangkat alat kunci.

#### **4.3 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 =  $2,36 \text{ gr/cm}^3$  dan agregat kasar =  $2,41 \text{ gr/cm}^3$ .

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 =  $1,358 \text{ gr/cm}^3$ .

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.

#### 4.4 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  $1\text{m}^3$  beton adalah seperti pada tabel 4.1 :

**Tabel 4.1 Hasil perhitungan campuran beton tiap  $1\text{m}^3$**

No.	Bahan	Kebutuhan (Kg)
1.	Air	225
2.	Semen	397
3.	Pasir	658
4.	Kerikil	838
5.	Fly Ash	82

#### 4.5 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 dimasukan 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 permukaannya diratakan memakai cetok.
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 sesuai dengan variasi perawatan yaitu tanpa perawatan (BT), perawatan 7 hari terus-menerus (BRT) dan perawatan 14 hari selang-seling (BRS) diuji hari ke 7, 14, 21, dan 28 hari. Kecuali pada tipe BRS hanya diuji pada 14, 21, dan 28 hari.

#### **4.6 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.

#### **4.7 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 perawatan dan penambahan abu terbang 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. Membandingkan kuat desak beton dengan penambahan fly ash untuk beton yang menggunakan perawatan dan tanpa perawatan.
2. Membandingkan grafik tegangan dan regangan beton dengan penambahan fly ash untuk beton yang menggunakan perawatan dan tanpa perawatan.

#### **5.2 Jenis dan Metode Perawatan**

Penelitian yang dilakukan menggunakan beton berbentuk silinder dengan diameter  $\pm 150$  mm dan tinggi  $\pm 300$  mm sebanyak total 165 sampel yang dibagi menjadi 3 tipe secara berturut-turut diberi nama beton tidak dirawat (BT), beton dirawat terus-menerus (BRT) dan beton dirawat selang-seling (BRS). Dari tipe BT dan BRT terdapat 4 variasi umur pengujian, yaitu : 7, 14, 21 dan 28 hari. Sedangkan untuk tipe BRS hanya terdiri dari 3 variasi umur pengujian, yaitu : 14, 21 dan 28 hari.

Adapun jenis dan jumlah sampel dapat dilihat pada tabel 5.1 :

**Tabel 5.1 Jenis dan Jumlah Sampel Benda Uji**

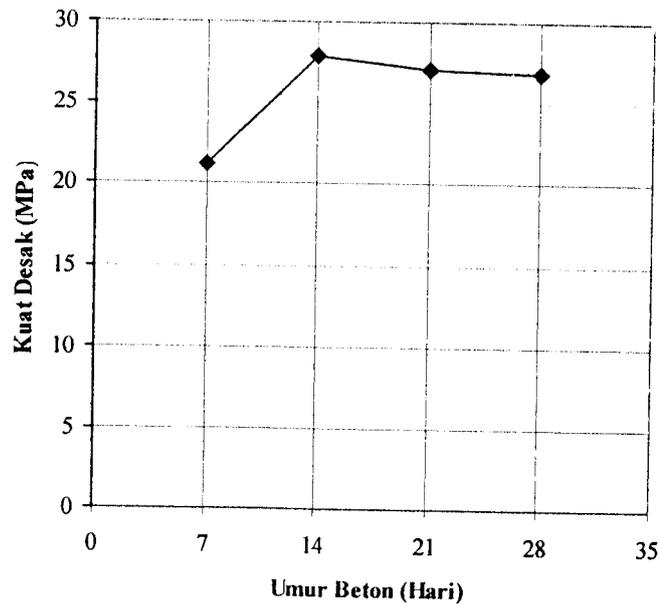
No.	Tipe	Variasi Umur (Hari)				Jumlah
		7	14	21	28	
1.	BT	15	15	15	15	60
2.	BRT	15	15	15	15	60
3.	BRS	0	15	15	15	45

### 5.3 Analisis Kuat Desak Benda Uji

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat desak benda uji tersebut.

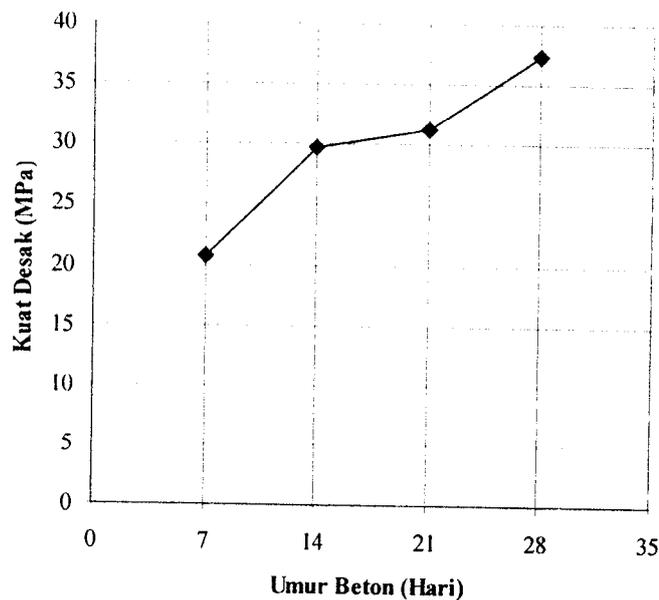
#### 5.3.1 Hubungan Kuat Desak dengan Umur Beton

Secara grafis hubungan kuat desak beton dengan umur beton adalah sebagai berikut :



Gambar 5.1 Hubungan Kuat Desak rata-rata beton tipe BT dengan umur beton

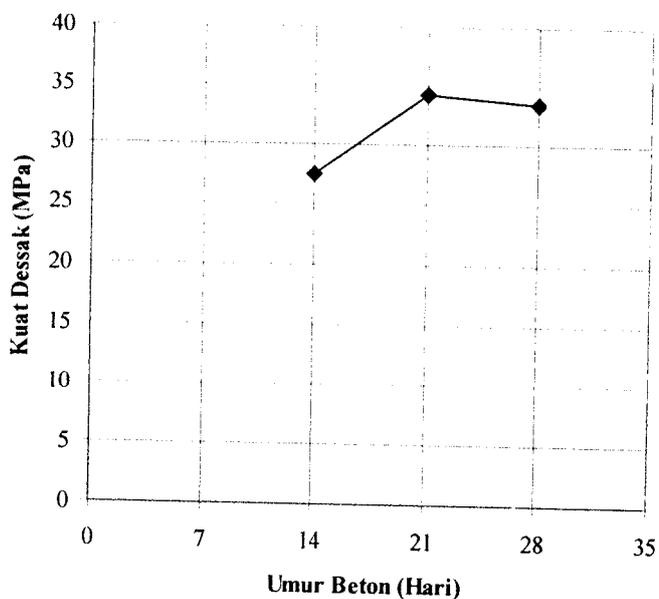
Pada benda uji tipe BT pada umur 7 hari menunjukkan sebesar 21,201 MPa dan pada umur 14 hari menunjukkan kuat desak sebesar 27,959 MPa. Terdapat peningkatan sebesar 31,88% tetapi pada umur 21 hari terjadi penurunan sebesar 0,843 MPa menjadi 27,116 MPa dan pada umur 28 hari terjadi penurunan sebesar 0,189 MPa menjadi 26,927 MPa. Hal ini terjadi dimungkinkan karena benda uji tersebut tidak dirawat sehingga proses hidrasi yang terjadi pada umur awal (7-14 hari) tidak berlangsung optimal dan tidak terjaganya kelembaban pada umur awal tersebut.



Gambar 5.2 Hubungan Kuat Desak rata-rata beton tipe BRT dengan umur beton

Pada benda uji tipe BRT pada umur 7 hari menunjukkan kuat desak sebesar 20,744 MPa dan pada umur 14 hari mempunyai kuat desak 29,697 MPa atau terdapat peningkatan sebesar 8,953 MPa. Pada umur 21 hari meningkat lagi menjadi 31,248 MPa atau meningkat sebesar 1,551 MPa dari umur 14 hari. Pada

umur 28 hari menunjukkan kuat desak 37,415 MPa atau terdapat peningkatan sebesar 6,167 MPa dari kuat desak umur 21 hari. Perawatan dapat meningkatkan kuat desak beton umur sehingga dapat mencapai atau bahkan melampaui kuat desak direncanakan .

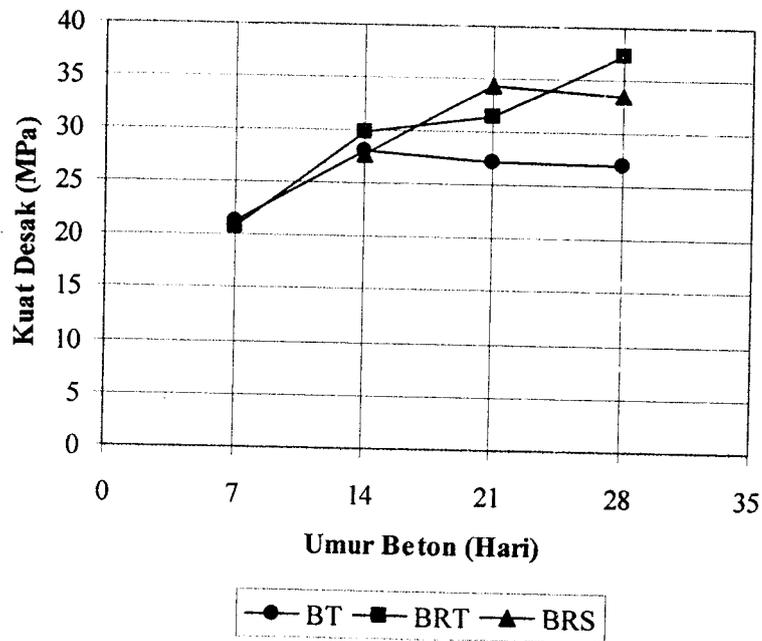


Gambar 5.3 Hubungan Kuat Desak rata-rata beton tipe BRS dengan umur beton

Pada benda uji tipe BRS pada umur 14 hari mempunyai kuat desak sebesar 27,568 MPa. Sedangkan pada umur 21 hari mempunyai kuat desak sebesar 34,316 MPa atau terdapat peningkatan sebesar 6,748 MPa dan pada umur 28 hari menunjukkan kuat desak sebesar 33,449 MPa atau terdapat penurunan sebesar 0,867 MPa dari kuat desak umur 21 hari.

### 5.3.2 Hubungan Kuat Desak dengan Perawatan dan Tanpa Perawatan

Penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan kuat desak maksimum menggunakan variasi metode perawatan yang berbeda terhadap sampel beton. Perawatan pada sampel tipe BRT adalah dengan merendam sampel pada bak berisi air dengan lama perawatan 7 hari secara terus-menerus. Sedangkan perawatan pada sampel tipe BRS adalah dengan merendam sampel pada bak berisi air dengan lama perawatan 14 hari secara selang-seling. Adapun hasil dari penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 5.4 Perbandingan Kuat Desak rata-rata beton tipe BT, BRT, BRS

Untuk lebih memperjelas grafik di atas dapat dilihat pula tabel 5.2 :

**Tabel 5.2 Tabel kuat desak benda uji**

No	Tipe	Kuat desak pada umur				Keterangan
		7	14	21	28	
1	BT	21,201	27,959	27,116	26,927	Tidak dirawat
2	BRT	20,744	29,697	31,248	37,415	Dirawat 7 hari terus menerus
3	BRS	-	27,568	34,316	33,449	Dirawat 14 hari selang-seling

Dari gambar 5.4 atau tabel 5.1 dapat dihitung nilai persentase perbedaan antara benda uji tipe BT dengan benda uji jenis lainnya pada pengujian hari ke 7, 14, 21, dan 28, yang dapat dilihat tabel 5.3 :

**Tabel 5.3 Persentase selisih kuat desak benda uji masing-masing tipe terhadap benda uji tipe BT**

No	Tipe	Prosentase selisih kuat desak (%)				Keterangan
		7	14	21	28	
1	BT	0	0	0	0	Tidak dirawat
2	BRT	-2,155	6,216	15,238	38,949	Dirawat 7 hari terus menerus
3	BRS	-	-1,398	26,553	24,221	Dirawat 14 hari selang-seling

Pada pengujian kuat desak hari ke-7, sampel tipe BT mempunyai kuat desak yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sampel tipe BRT, dengan persentase kenaikan 2,155%. Hal ini disebabkan sampel tipe BRT masih dalam keadaan jenuh sedangkan sampel tipe BT sudah dalam keadaan kering sehingga kuat desak tipe BRT lebih rendah dari kuat desak tipe BT. Pada BRS umur 7 hari tidak dilakukan pengujian kuat desak.

Pada pengujian hari ke-14, sampel BRT menunjukkan peningkatan kuat desak sebesar 6,216% sedangkan untuk tipe BRS mengalami penurunan sebesar 1,398% jika dibandingkan dengan tipe BT yaitu beton tanpa perawatan. Hal ini disebabkan pada tipe BRT proses hidrasi pada beton umur awal dapat berjalan

secara baik dibanding beton tanpa perawatan, sedangkan pada tipe BRS benda uji masih dalam kondisi jenuh sehingga hasil pengujian kurang maksimal dibanding beton tanpa perawatan.

Pada pengujian kuat desak hari ke-21, sampel dengan tipe BRT menunjukkan peningkatan sebesar 15,238% dan pada sampel tipe BRS menunjukkan peningkatan sebesar 26,553% jika dibandingkan dengan tipe BT. Hal ini disebabkan karena fly ash memperlambat proses hidrasi sehingga pada tipe BRT kenaikan belum terlihat secara maksimal, sedangkan tipe BRS hasil kuat desak lebih tinggi karena perawatannya lebih lama daripada tipe BRT.

Pada pengujian kuat desak hari ke-28, sampel dengan tipe BRT menunjukkan peningkatan sebesar 38,949% dan sampel tipe BRS menunjukkan peningkatan sebesar 24,221% jika dibandingkan dengan sampel tipe BT. Hal ini disebabkan karena pada tipe BRT proses hidrasi sudah mendekati sempurna dibanding BRS.

### **5.3.3 Hubungan Kuat Desak dengan Variasi Perawatan**

Dari gambar 5.4 dapat kita simpulkan bahwa perawatan yang dilakukan dengan perendaman secara terus-menerus (BRT) selama 7 hari pertama lebih efisien jika dibandingkan dengan perawatan selang-seling (BRS).

Pada pengujian kuat desak hari ke-14, tipe beton BRT mempunyai kuat desak lebih tinggi dibandingkan tipe BRS karena benda uji dengan tipe BRT sudah dalam keadaan kering sehingga kuat desaknya lebih tinggi dibandingkan BRS. Benda uji yang kering memberikan data kekuatan yang lebih tinggi daripada benda uji yang dalam keadaan jenuh, (Murdock dan Brook, 1999).

Pada pengujian kuat desak hari ke-21, tipe beton BRS mempunyai kuat desak yang lebih baik jika dibandingkan dengan BRT karena dalam hal ketersediaan air untuk bereaksi, mempunyai jumlah air yang cukup untuk bereaksi.

Pada pengujian kuat desak hari ke-28, tipe BRT menunjukkan nilai kuat desak yang relatif lebih tinggi dari tipe BRS. Hal ini dikarenakan pada tipe BRT pada umur awal (7-14 hari) tersedia air secara cukup sehingga proses hidrasi dapat berjalan secara maksimal.

#### **5.4 Analisis Modulus Elastisitas dan Modulus Kenyal Beton**

Pengujian tegangan-regangan tidak dilakukan terhadap seluruh benda uji disebabkan keterbatasan biaya yang tersedia, sehingga hanya diambil 6 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 umur beton ditunjukkan pada lampiran D.

Perhitungan Modulus Elastisitas dan Modulus Kenyalnya sebagai berikut :

$$\text{Modulus Elastisitas } (E_c) = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (1)$$

Dimana :  $\sigma$  = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

$\varepsilon$  = Regangan yang dihasilkan dari tegangan ( $\sigma$ )

$$\text{Modulus Kenyal } (E_k) = 0,5 \times \sigma \times \varepsilon \quad (2)$$

Dimana :  $\sigma$  = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

$\varepsilon$  = Regangan yang dihasilkan dari tegangan ( $\sigma$ )

Pada tipe BT-7, didapat  $\sigma = 101,972 \text{ kg/cm}^2$  dan  $\epsilon = 4,903.10^{-4}$

$$E_c = \frac{101,972}{4,903.10^{-4}} = 207978,788 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_k = 0,5 \times 101,972 \times 4,903.10^{-4} = 0,025$$

Untuk tipe selanjutnya dapat dilihat tabel 5.4 :

**Tabel 5.4 Hasil pengujian modulus elastisitas dan modulus kenyal**

No.	Tipe	$\sigma(\text{kg/cm}^2)$	$\epsilon (10^{-4})$	Modulus Elastisitas( $\text{kg/cm}^2$ )	Modulus Kenyal
1	BT-7	101,972	4,903	207978,788	0,02500
2	BT-14	114,215	5,614	203446,740	0,03206
3	BT-21	125,636	5,078	247412,367	0,03190
4	BT-28	135,961	6,228	218299,027	0,04234
5	BRT-7	97,465	4,987	195438,139	0,02430
6	BRT-14	138,325	5,766	239897,676	0,03988
7	BRT-21	143,711	6,148	233752,440	0,04418
8	BRT-28	169,730	7,078	239799,378	0,06007
9	BRS-14	120,235	5,357	224444,652	0,03220
10	BRS-21	153,365	6,732	227814,914	0,05162
11	BRS-28	149,257	6,466	230833,591	0,04825

Pada pengujian beton umur 7 hari, beton tanpa perawatan didapatkan modulus elastisitas sebesar  $207978,788 \text{ kg/cm}^2$  dan pada beton perawatan 7 hari terus-menerus didapatkan  $195438,139 \text{ kg/cm}^2$ . Dari hasil diatas terlihat penurunan sebesar  $12540,649 \text{ kg/cm}^2$ , hal ini disebabkan karena beton perawatan 7 hari terus-menerus masih dalam kondisi jenuh sehingga tidak dapat menahan beban secara maksimal.

Modulus elastisitas pada umur beton 14 hari tanpa perawatan sebesar  $203446,740 \text{ kg/cm}^2$ , beton perawatan 7 hari terus-menerus didapatkan  $239897,676 \text{ kg/cm}^2$  sedangkan pada perawatan 14 hari selang-seling didapatkan  $224444,652 \text{ kg/cm}^2$ . Dari hasil diatas ada kenaikan sebesar  $36450,936 \text{ kg/cm}^2$  pada perawatan 7 hari terus-menerus dibanding tanpa perawatan dan peningkatan sebesar

20997,912 kg/cm<sup>2</sup> pada perawatan 14 hari selang-seling. Dari hasil diatas bisa terlihat bahwa dengan perawatan 7 hari terus-menerus diperoleh peningkatan modulus elastisitas yang lebih besar dibandingkan dengan perawatan 14 hari selang-seling. Hal ini dikarenakan pada perawatan 7 hari terus menerus ketersediaan air terjaga sehingga proses hidrasi pada umur awal dapat berjalan secara maksimal.

Pada umur pengujian beton 21 hari, beton perawatan 7 hari terus-menerus mengalami penurunan sebesar 13659,927 kg/cm<sup>2</sup> dibanding tanpa perawatan. Sedangkan beton perawatan 14 hari selang-seling mengalami penurunan sebesar 19597,453 kg/cm<sup>2</sup> terhadap tanpa perawatan.

Pengujian umur 28 hari, beton perawatan 7 hari terus-menerus mengalami kenaikan sebesar 21550,351 kg/cm<sup>2</sup> dibanding tanpa perawatan, sedangkan pada perawatan 14 hari selang-seling juga mengalami kenaikan sebesar 12604,564 kg/cm<sup>2</sup> dibanding beton tanpa perawatan. Dari hasil diatas terlihat bahwa perawatan 7 hari terus-menerus akan menghasilkan modulus elastisitas yang lebih maksimal dibandingkan perawatan 14 hari selang-seling.

Dari hasil pengujian didapatkan modulus kenyal terbesar pada variasi perawatan 7 hari terus-menerus dan secara umum terlihat bahwa beton dengan perawatan baik secara terus-menerus maupun selang-seling didapatkan modulus kenyal yang lebih besar daripada beton tanpa perawatan. Hal ini dikarenakan bahwa dengan perawatan terutama perawatan 7 hari terus menerus maka pada umur awal beton ketersediaan air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi dapat terjaga sehingga disamping didapatkan kuat desak dan modulus elastisitas, juga

didapatkan modulus kenyal yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa perawatan.

Jika dilihat dari masing-masing tipe perawatan maka hasil perhitungan persentase kenaikan modulus elastisitas dapat dilihat pada tabel 5.5 :

**Tabel 5.5 Persentase kenaikan modulus elastisitas tiap variasi perawatan**

No	Tipe	Persentase kenaikan modulus elastisitas				Keterangan
		7	14	21	28	
1	BT	0	-2,179	18,960	4,962	Tidak dirawat
2	BRT	0	22,749	19,604	22,698	Dirawat 7 hari terus menerus
3	BRS	0	0	1,502	2,847	Dirawat 14 hari selang-seling

Dari tabel diatas terlihat jelas bahwa perawatan 7 hari terus menerus sangat efektif bila dibanding tipe perawatan yang lain.

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.

### 5.5 Perbandingan Kuat Desak Beton Umur 28 Hari

Pada umur beton 28 hari diketahui bahwa pada beton tipe BT, terdapat penyimpangan (lebih kecil) dari rencana kuat tekan rata-rata yang diisyaratkan yaitu sebesar  $33 - 26,927 = 6,073$  MPa, berarti terjadi penurunan sebesar 18,403%. Hal ini terjadi dimungkinkan karena beton tersebut sama sekali tidak dirawat, sehingga kelembaban tidak terjaga. Pengeringan beton yang terlalu awal



mengakibatkan terganggunya proses hidrasi (reaksi semen dan air) akan dapat mengurangi kekuatan beton sampai 40%.(Murdock dan Brook, 1999)

Pada beton dengan perawatan 7 hari terus-menerus (BRT) terjadi penambahan dari kuat tekan rata-rata yang direncanakan sebesar 13,379%. Dan pada beton dengan perawatan selang-seling 14 hari (BRS) terjadi penambahan sebesar 1,361%. Dari hasil tersebut dapat kita lihat bahwa perawatan sangat besar pengaruhnya terhadap kekuatan beton, sehingga beton dapat mencapai kekuatan yang direncanakan bahkan lebih kuat dari yang direncanakan. Kekuatan beton sangat tergantung pada kondisi kelembaban beton tersebut pada umur awal (7-14 hari), perawatan bertujuan untuk menjaga kelembaban pada umur awal tersebut sehingga proses hidrasi tidak terganggu dan menjaga ketersediaan air yang dibutuhkan beton dalam proses hidrasi.

Untuk lebih jelasnya mengenai persentase kenaikan kekuatan beton pada umur 28 hari terhadap kuat desak rata-rata yang direncanakan, dapat kita ketahui dari tabel 5.6 :

**Tabel 5.6 Persentase selisih kekuatan beton yang menggunakan fly ash terhadap kuat desak rata-rata yang direncanakan ( 33 MPa )**

No.	Type	$f'_{cr}$ (MPa)	$f'_c$ uji (MPa)	Selisih (%)
1.	BT	33	26,927	-18,403
2.	BRT	33	37,415	13,379
3.	BRS	33	33,449	1,361

## **5.6 Tinjauan Perbandingan Terhadap Penelitian Terdahulu**

### **5.6.1 Tris Ariyanto dan Hakni Yuliawan (1996 )**

Pada penelitian Tris Ariyanto dan Hakni Yuliawan, penelitian dilakukan pada beton dengan variasi dan lama perawatan yang dimulai setelah cetakan dibuka pada hari ke-3, ke-7, dan ke-14 dibandingkan dengan perawatan beton secara langsung setelah cetakan dibuka ( $\pm 24$  jam).

Hasil penelitian kuat desak dari perawatan beton yang dimulai setelah hari ke-3, ke-7 dan ke-14 cetakan dibuka, menunjukkan bahwa terjadi penurunan kuat desak beton dibandingkan dengan beton yang dirawat langsung setelah cetakan dibuka.

Pada penelitian kami, model atau variasi perawatannya adalah sampel dirawat selama 7 hari terus-menerus dan 14 hari selang-seling mulai cetakan dibuka  $\pm 24$  jam setelah pembuatan beton. Apabila dilihat dari hasil pengujian didapat bahwa beton dengan perawatan mempunyai kuat desak lebih tinggi daripada beton tanpa perawatan. Sebagai perbandingan dapat dilihat pada tabel

5.7 :

**Tabel 5.7 Perbandingan penelitian Tris Ariyanto dan Hakni Yuliawan dengan penelitian Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan**

No.	Keterangan	Tris Ariyanto dan Hakni Yuliawan	Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan
1.	Variasi perawatan	3, 7 dan 14 hari setelah cetakan dibuka	7 hari terus-menerus dan 14 hari selang-seling setelah cetakan dibuka
2.	Bahan tambah	Beton normal	Beton dengan fly ash
3.	Pembanding	Perawatan secara langsung setelah cetakan dibuka	Fly ash 17% tanpa perawatan
4.	Hasil maksimum	Perawatan secara langsung setelah cetakan dibuka	17% fly ash dengan perawatan 7 hari terus-menerus

#### **5.6.2 Novika Dwi Rahmawati dan Miftachurrochmah (2002)**

Penelitian ini ditinjau dari variasi umur perawatan yang digunakan yaitu dengan perendaman beton selama 6, 13 dan 27 hari secara terus-menerus. Dari hasil penelitian terlihat bahwa peningkatan antara beton yang dirawat 13 hari terus-menerus mempunyai peningkatan kekuatan beton sebesar 41% dan pada perawatan 27 hari terus-menerus mempunyai peningkatan sebesar 53,517% terhadap perawatan 6 hari terus-menerus.

Dalam penelitian yang kami lakukan, model atau variasi perawatan yang kami gunakan adalah dengan dirawat 7 hari terus-menerus dan 14 hari selang-seling. Kemiripan penelitian kami dengan penelitian Novika dan Miftachurrochmah adalah pada perawatan selama 7 hari terus-menerus. Pada penelitian Novika dan Miftachurrochmah terjadi kenaikan kuat desak antara beton yang dirawat 7 hari terus-menerus dibandingkan dengan tanpa perawatan

mencapai 12,887%. Tetapi pada penelitian kami mengalami penurunan kuat desak mencapai 2,158%.

Perbedaan kuat desak antara penelitian kami dengan Novika dan Miftachurrochmah adalah bahwa penelitian kami menggunakan bahan tambah fly ash sedangkan penelitian Novika dan Miftachurrochmah tidak menggunakan bahan tambah atau beton normal. Sebagai perbandingan dapat dilihat pada tabel 5.8 :

**Tabel 5.8 Perbandingan penelitian Novika Dwi Rahmawati dan Miftachurrochmah dengan penelitian Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan**

No.	Keterangan	Novika Dwi Rahmawati dan Miftachurrochmah	Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan
1.	Variasi perawatan	6, 13 dan 27 hari terus-menerus	7 hari terus-menerus dan 14 hari selang-seling
2.	Bahan tambah	Beton normal	Beton dengan fly ash
3.	Kenaikan	10,868 MPa	10,488 MPa
4.	Pembanding	Perawatan 6 hari terus-menerus	Fly ash 17% tanpa perawatan
5.	Hasil maksimum	27 hari terus-menerus	17% fly ash dengan perawatan 7 hari terus-menerus

### 5.6.3 Ferry Satyawan dan M. Noordioko (2004)

Dalam laporan Ferry Satyawan dan M. Noordioko penelitian ditinjau hanya dari variasi perawatannya. Ferry Satyawan dan M. Noordioko menggunakan 4 variasi perawatan yaitu dirawat 7 hari terus-menerus, dirawat 14 hari selang-seling, dirawat 14 hari selang-seling tiap 3 hari dan dirawat 21 hari terus-menerus. Dan menggunakan beton normal tanpa perawatan sebagai pembanding.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa dengan perawatan 14 hari selang-seling diperoleh kuat desak yang paling tinggi pada umur 28 hari dengan kenaikan sebesar 8,6 MPa dibandingkan dengan kuat desak beton normal tanpa perawatan umur 28 hari.

Penelitian yang kami lakukan mempunyai persamaan dengan penelitian diatas yaitu variasi perawatan 7 hari terus-menerus dan perawatan 14 selang-seling dan menggunakan beton tanpa perawatan sebagai pembanding. Namun perbedaannya bahwa penelitian kami menggunakan bahan tambah berupa abu terbang atau fly ash. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa untuk beton yang diberi bahan tambah fly ash ternyata diperoleh bahwa dengan perawatan 7 hari terus-menerus diperoleh kuat desak yang paling tinggi pada umur 28 hari dengan kenaikan sebesar 10,488 MPa dibanding beton tanpa perawatan. Sebagai perbandingan dapat dilihat pada tabel 5.9 :

**Tabel 5.9 Perbandingan penelitian Ferry Satyawan dan M. Noordioko dengan penelitian Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan**

No.	Keterangan	Ferry Satyawan dan M. Noordioko	Sigit Isnianto dan Arief Kurniawan
1.	Variasi perawatan	7 hari terus-menerus, 14 hari selang-seling, 14 hari selang-seling tiap 3 hari, 21 hari terus-menerus	7 hari terus-menerus dan 14 hari selang-seling
2.	Bahan tambah	Beton normal	Beton dengan fly ash
3.	Kenaikan	8,6 MPa	10,488 MPa
4.	Pembanding	Beton normal tanpa perawatan	Fly ash 17% tanpa perawatan
5.	Hasil maksimum	Perawatan 14 hari selang-seling	17% fly ash dengan perawatan 7 hari terus-menerus

#### **5.6.4 Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati (2004)**

Penelitian Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati dilakukan dengan bahan tambah zat additive dan variasi perawatannya. Variasi zat additive dengan mengganti dari berat kebutuhan semen sedangkan variasi perawatan yaitu dengan perawatan 7 hari terus-menerus dan 14 hari selang-seling. Dari penelitian diperoleh bahwa untuk penambahan zat additive 0,5% dari berat kebutuhan semen dan perawatan 7 hari terus-menerus diperoleh kuat desak yang paling tinggi pada umur 28 hari dengan kenaikan sebesar 9,82 MPa dibanding beton dengan zat additive 0,5% tanpa perawatan.

Dari penelitian diatas juga diperoleh kesimpulan bahwa dengan penambahan zat additive 0,5% dan perawatan 7 hari terus-menerus, beton akan mengalami kenaikan kuat desak sebesar 21,46 MPa dibandingkan beton normal (tanpa perawatan dan tanpa zat additive).

Penelitian yang kami lakukan mempunyai persamaan dengan penelitian Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati yaitu kedua penelitian sama-sama menggunakan bahan tambah dan variasi perawatan yang digunakan yaitu perawatan 7 hari terus-menerus dan 14 hari selang-seling. Yang membedakan kedua penelitian diatas adalah bahwa penelitian Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati menggunakan zat additive berupa Sikament-502 sedangkan penelitian kami menggunakan abu terbang atau fly ash.

Hasil dari penelitian kami adalah bahwa beton dengan bahan tambah fly ash akan memperoleh kuat desak maksimum pada umur 28 hari dengan perawatan 7 hari terus-menerus, kenaikan yang diperoleh adalah sebesar 10,488 MPa

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini terdiri dari kesimpulan dari hasil penelitian benda uji dan saran terhadap hal-hal yang terkait dengan pengaruh perawatan 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. Perawatan awal beton sangat besar pengaruhnya terhadap kuat desak beton.  
Hal ini terlihat dari hasil pengujian sampel beton yang dirawat lebih tinggi daripada beton tanpa perawatan.
2. Perawatan dengan cara direndam selama 7 hari terus-menerus mengalami peningkatan kuat desak beton paling maksimal seiring dengan bertambahnya umur beton, dikarenakan proses hidrasi pada umur awal berjalan dengan baik.
3. Perawatan dengan cara direndam selama 7 hari terus-menerus menghasilkan kekuatan desak maksimal dibandingkan dengan perawatan 14 hari selang-seling.
4. Kedua variasi perawatan menghasilkan kuat desak beton yang lebih besar daripada beton tanpa perawatan.

## **6.2 Saran**

Dari hasil penelitian untuk mendapatkan jenis perawatan yang efektif, maka diberikan saran sebagai berikut :

1. Variasi umur perawatan dibuat lebih banyak, misal 3, 5, 18 hari.
2. Variasi perawatan ditambah, misal 7 hari selang-seling, 14 hari terus-menerus.
3. Agar didapat hasil yang lebih baik maka variasi umur ditambah, misal umur 90 dan 180 hari
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. Arianto dan Yuliawan, "Pengaruh Perawatan Beton Terhadap Mutu Beton", Yogyakarta, 1996.
2. Rahmawati dan Miftachrurrochmah, "Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Desak Beton", Yogyakarta, 2002.
3. Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati, "Pengaruh Perawatan Beton Terhadap Mutu Beton yang Menggunakan Bahan Tambah", Yogyakarta, 2004.
4. Ferry Satyawati dan M. Noordioko, "Pengaruh Perawatan Beton Terhadap Mutu Beton", Yogyakarta, 2004.
5. Murdock L. J, Brook, K. M., "Bahan dan Praktek Beton", Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta, 1986.
6. -----, SK SNI T-15-1990-03, "Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung, 1991.
7. -----, SK SNI M-14-1989-F, "Tata Cara Pengadukan Dan Pengecoran Beton", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung, 1991.
8. Triono Budi Astanto, "Konstruksi Beton Bertulang", Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 2001.
9. PT. Semen Gresik, "Kuliah Umum Teknologi Semen", PT. Semen Gresik (PERSERO) Tbk, 2003.
10. Kardiyono Tjokrodinuljo, "Teknologi Beton", NAFIRI, Yogyakarta, 1996.

# LAMPIRAN 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 (Sd)

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	Sd (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)

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

*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.

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

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

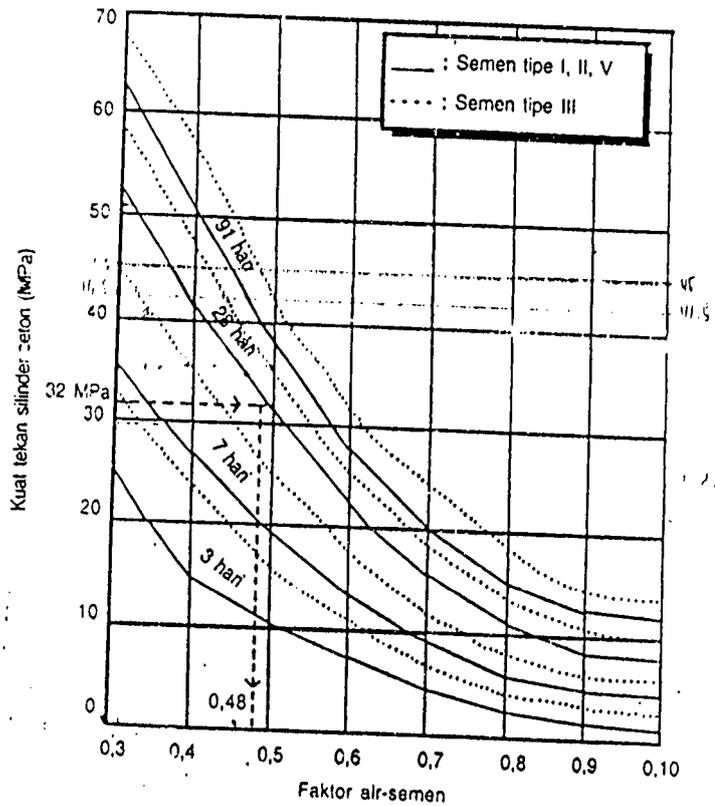
$f'_c$  = kuat tekan yang disyaratkan

M = 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)

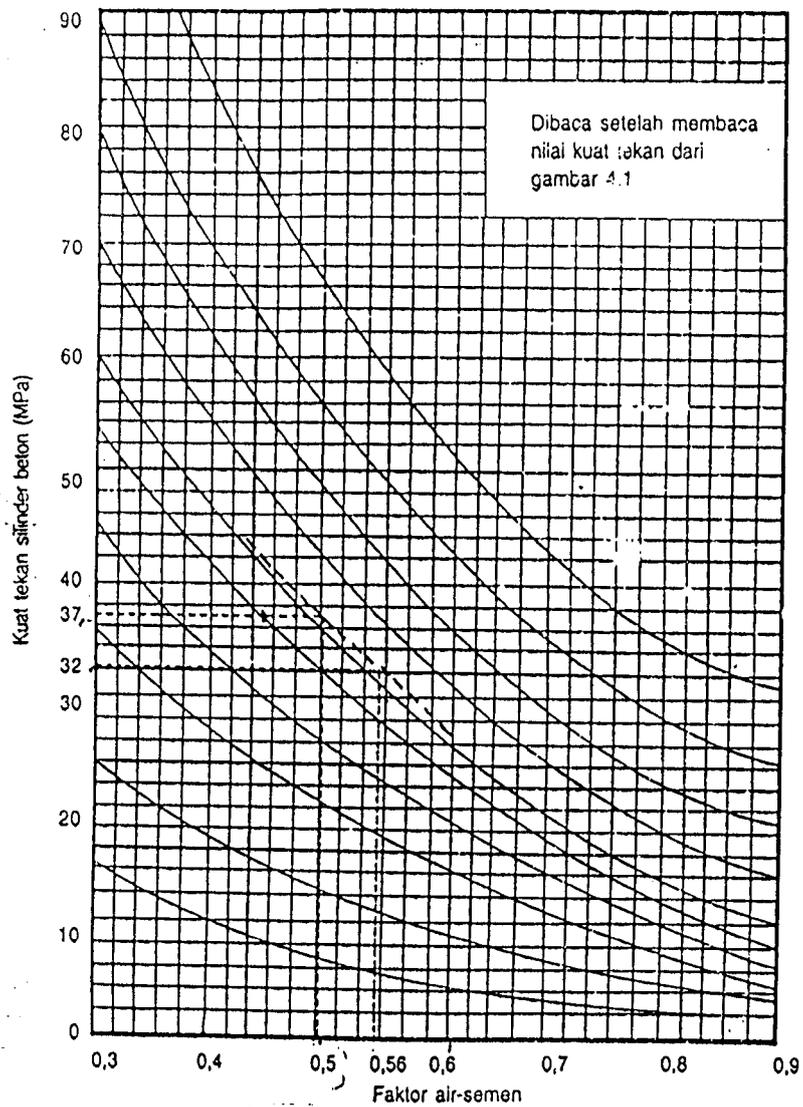
*Cara Kedua*

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 2** Grafik mencari faktor air semen

*Cara Ketiga :*

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembebanan 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)**

<b>Pemakaian Beton</b>	<b>Maks</b>	<b>Min</b>
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**

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

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/m<sup>3</sup>

A<sub>h</sub> = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya

A<sub>k</sub> = 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%) atau S.P pozolan tipe II dan V	340	380
Air laut	Tipe II dan V	290	330
		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 :

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

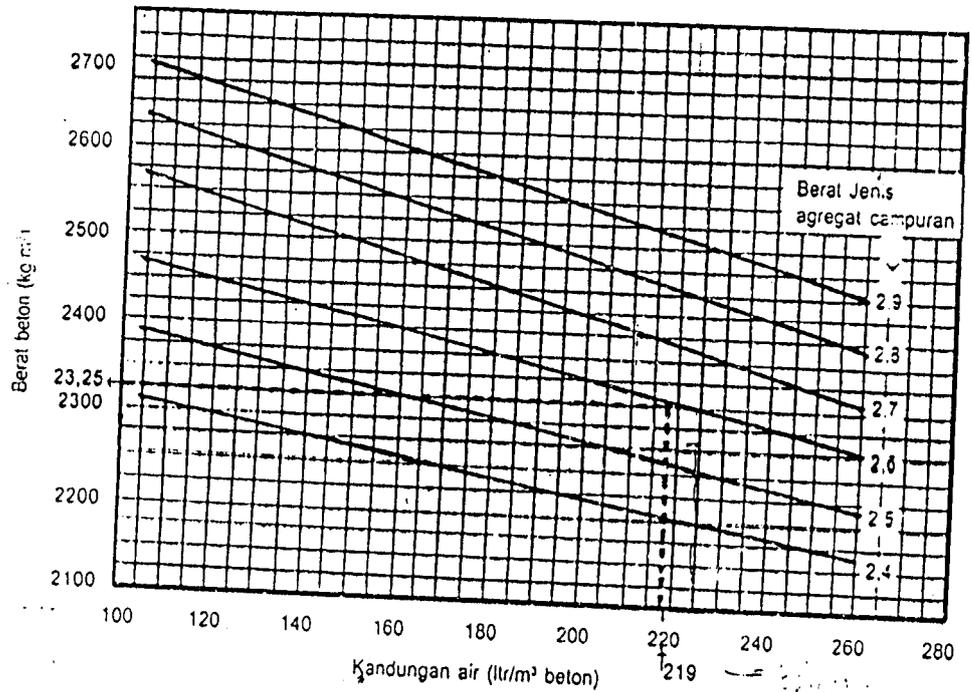
Diketahui :  $B_j$  campuran = berat jenis campuran

$P$  = 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 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/m<sup>3</sup>.

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

# LAMPIRAN B

## PEMERIKSAAN AGREGAT

### A. Pemeriksaan Bahan Material Agregat Halus

#### A.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Urutan proses dalam pengujian ini 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 berat 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  $(24 \pm 4)$  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 di guncang 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 banda 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 ditumbk 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 cm<sup>3</sup>

#### **A.4 Pemeriksaan Butiran yang lewat ayakan no.200**

Urutan pelaksanaannya :

1. Keringkan agregat halus sampai berat tetap pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ , dan timbang dengan ketelitian 0,1 gram (W1).
2. Letakkan agregat halus dalam ayakan dan alirkan air diatasnya.
3. Gerakkan agregat halus dengan air deras secukupnya sehingga bagian yang halus menembus ayakan 75 um (no.200) dan bagian yang kasar tertinggal diatas ayakan.

4. Ulang pekerjaan tersebut diatas hingga air pencuci menjadi jernih.
5. Keringkan agregat yang telah dicuci sampai berat tetap pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ , dan timbang dengan ketelitian 0,1 gram ( $W_2$ ).
6. Rumus : 
$$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$$

Keterangan :  $W_1$  = berat agregat awal, dalam gram

$W_2$  = 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 agreagat kasar untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan agregat kasar dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$  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 dengan oven.
3. Rendam agreagat kasar dalam air pada suhu kamar selama  $(24 \pm 4)$  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 didalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air ( $B_a$ ), dan suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar ( $25^\circ \text{C}$ ).
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 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.

## **B.3 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar**

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 ditumbk 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 cm<sup>3</sup>



**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 / / 2004

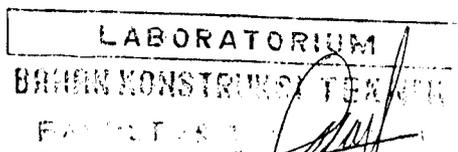
Penguji : Sigit Isnianto Ditest tanggal : 27 Desember 2004  
Arief Kurniawan  
Pasir asal : Merapi, Kaliurang  
Keperluan : Tugas Akhir

Berat pasir kondisi jenuh kering muka = 500 gram  
Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt) = 960 gram  
Berat piknometer berisi air (B) = 672 gram  
Berat jenis jenuh kering muka  $[500 / (B+500-Bt)]$  = 2,36 gr/cm<sup>3</sup>

Yogyakarta, 27 Desember 2004

Dikerjakan oleh

Disyahkan



*(Signature)*  
(Sumaning)









**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 HALUS**  
No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2004

Penguji : Sigit Isnianto Ditest tanggal : 29 Desember 2004  
Arief Kurniawan  
Pasir asal : Merapi, Kaliurang  
Keperluan : Tugas Akhir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif (%)	Persen lolos komulatif (%)
40,00				
20,00				
10,00				
4,80	0	0	0	100
2,40	87,1	5,85	5,85	94,15
1,20	296,1	19,87	25,72	74,28
0,60	640,5	42,98	68,7	31,3
0,30	336,3	22,57	91,27	8,73
0,15	104,5	7,01	98,28	1,72
Sisa	25,7	1,72	-	-
Jumlah	1490,2	100	289,82	-

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{289,82}{100} = 2,8982$$

Yogyakarta, 29 Desember 2004

Disahkan

Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UIN  
*(Signature)*



**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, 29 Desember 2004

Disyahkan

Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
(Sumarna)





**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	
	Besarnya 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, 29 Desember 2004

Disyahkan

Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

*(Sumantri)*

# 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	= 100 mm (10 cm $\pm$ 2)
Jenis pasir	= agak kasar (golongan 2)
Berat jenis pasir	= 2,36 t/m <sup>3</sup>
Berat jenis kerikil	= 2,41 t/m <sup>3</sup>

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari yaitu  $f'c = 25$  MPa
2. Penetapan nilai deviasi standar (S) = 4,2 MPa
3. Perhitungan nilai tambah (M) =  $4,2 \times 1,16 \times 1,64 = 7,99$  MPa  $\approx$  8 MPa
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$\begin{aligned}f'cr &= f'c + M \\ &= 25 + 8 \\ &= 33 \text{ MPa}\end{aligned}$$

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)

$$\text{Cara 1} = 0,47$$

$$\text{Cara 2} = 0,55$$

$$\text{Cara 3} = 0,5 \quad \text{Diambil terkecil, yaitu} = 0,47$$

8. Menetapkan nilai slump = 10 cm ± 2

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 = 44% dan 56% (grafik hub. fas, slump dan ukuran butir maks)

12. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

$$= \frac{44}{100} \times 2,36 + \frac{56}{100} \times 2,41 = 2,39$$

13. Menentukan berat jenis beton = 2200 kg/m<sup>3</sup> (grafik hub. kandungan air dan berat jenis campuran)

14. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$= 2200 - 225 - 479 = 1496 \text{ kg}$$

15. Menentukan kebutuhan pasir

$$= 44\% \times 1496 = 658 \text{ kg}$$

16. Menentukan kebutuhan kerikil

$$= 1496 - 658 = 838 \text{ kg}$$

Kesimpulan :

Untuk  $1 \text{ m}^3$  beton dibutuhkan

a. air = 225 liter

b. semen =  $479 \text{ kg} - (17\% \times 479) = 397 \text{ kg}$

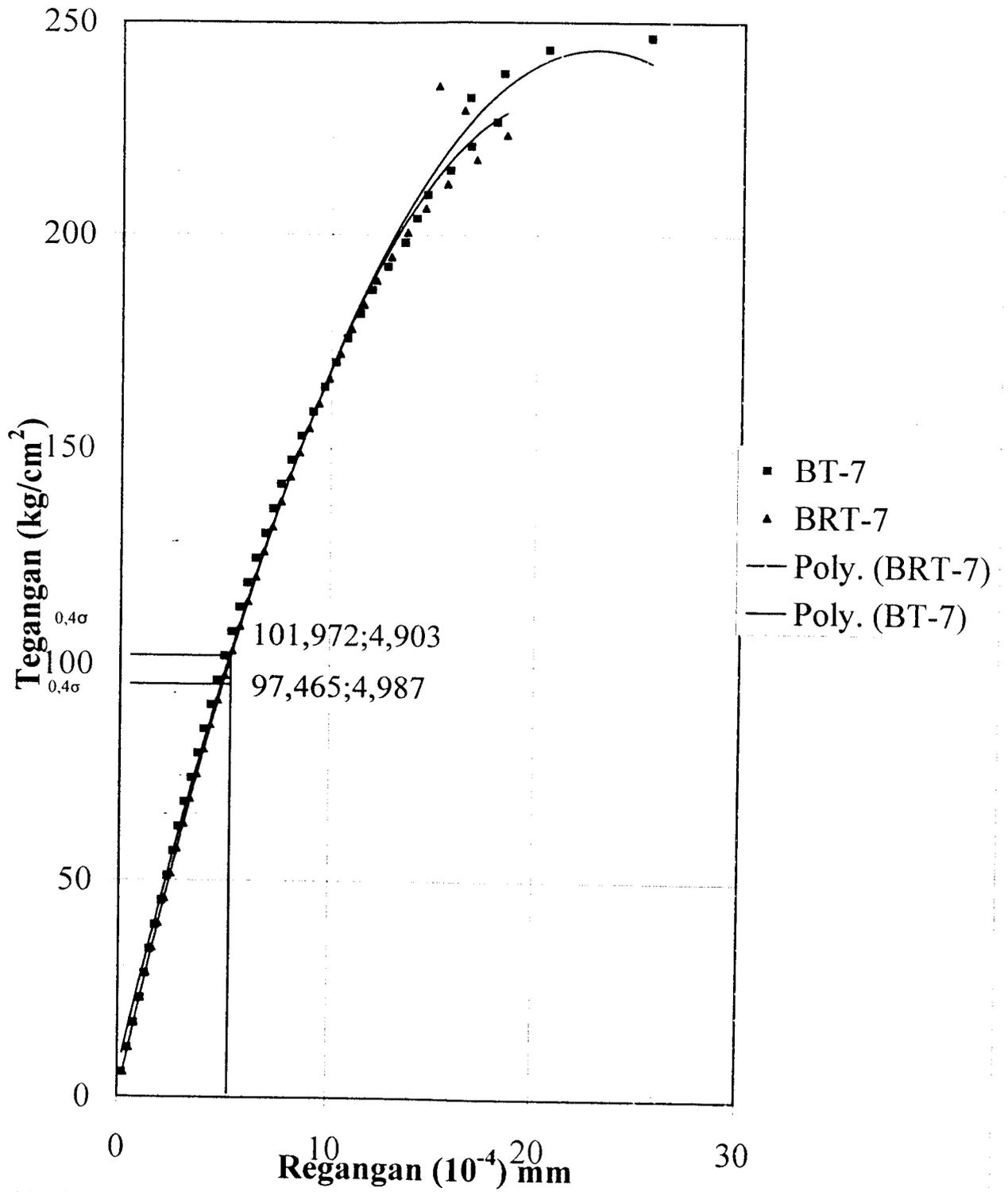
c. pasir = 658 kg

d. kerikil = 838 kg

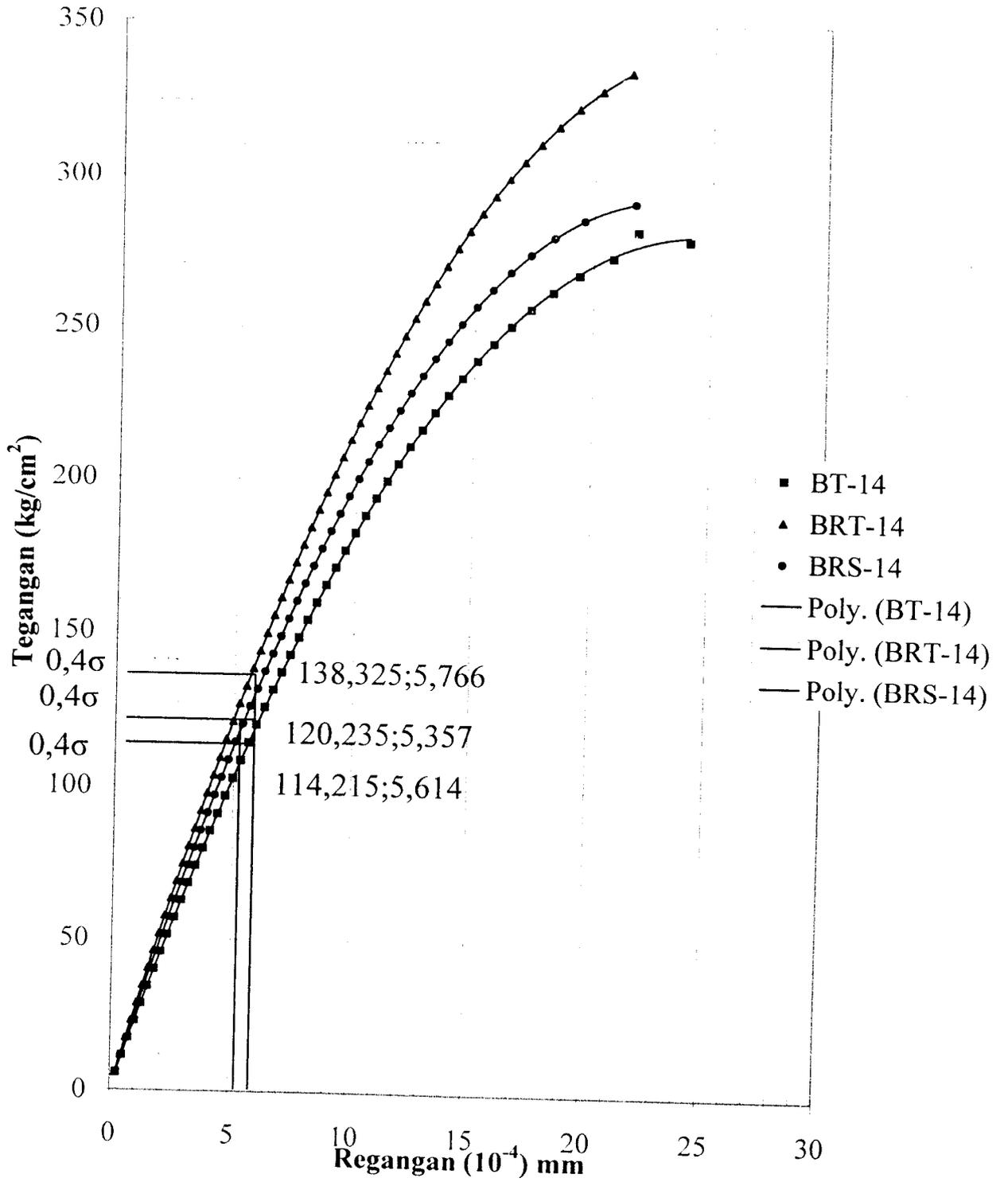
e. fly ash = 82 kg

# LAMPIRAN D

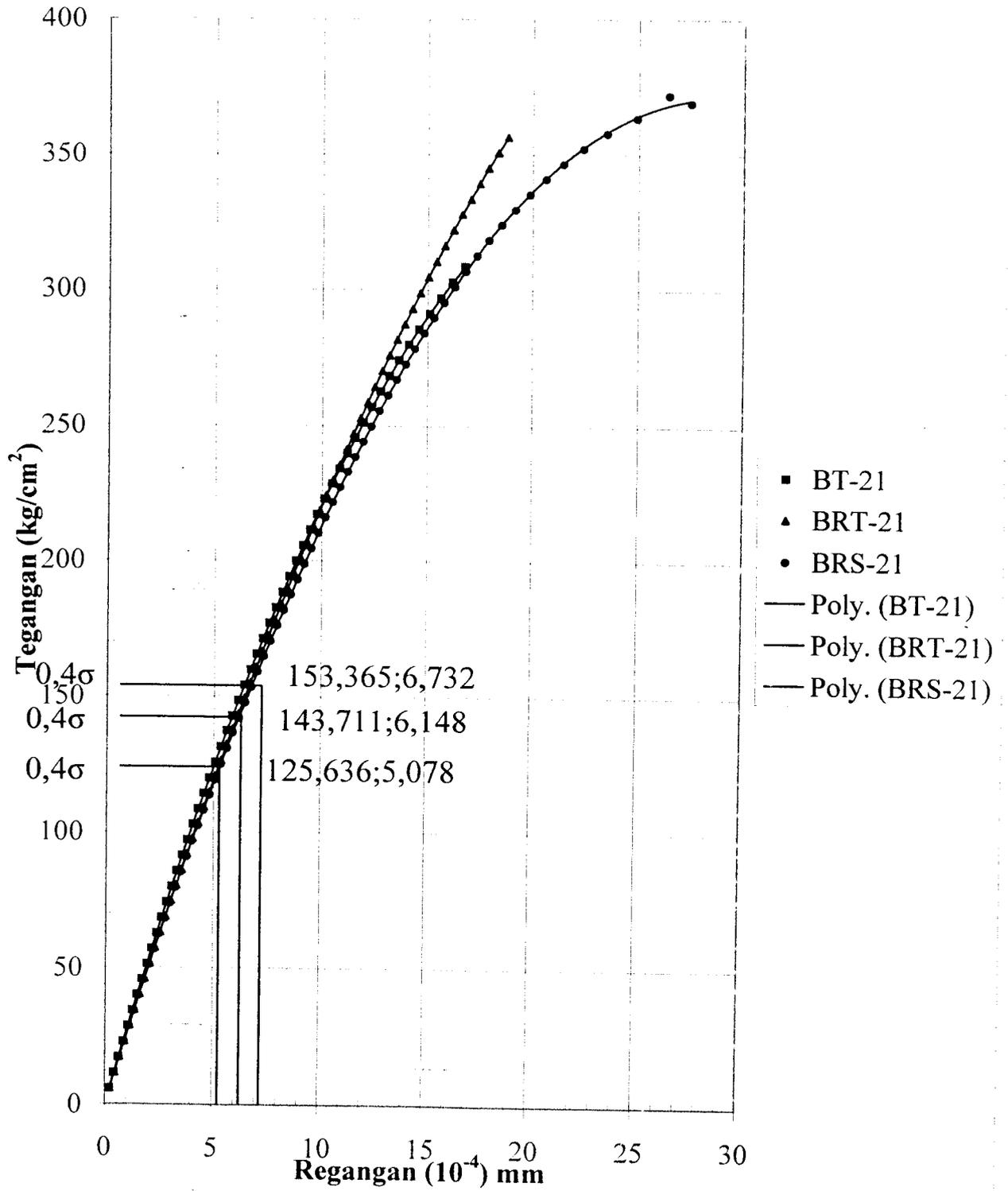
**Grafik Tegangan Regangan Tipe BT-7, BRT-7**



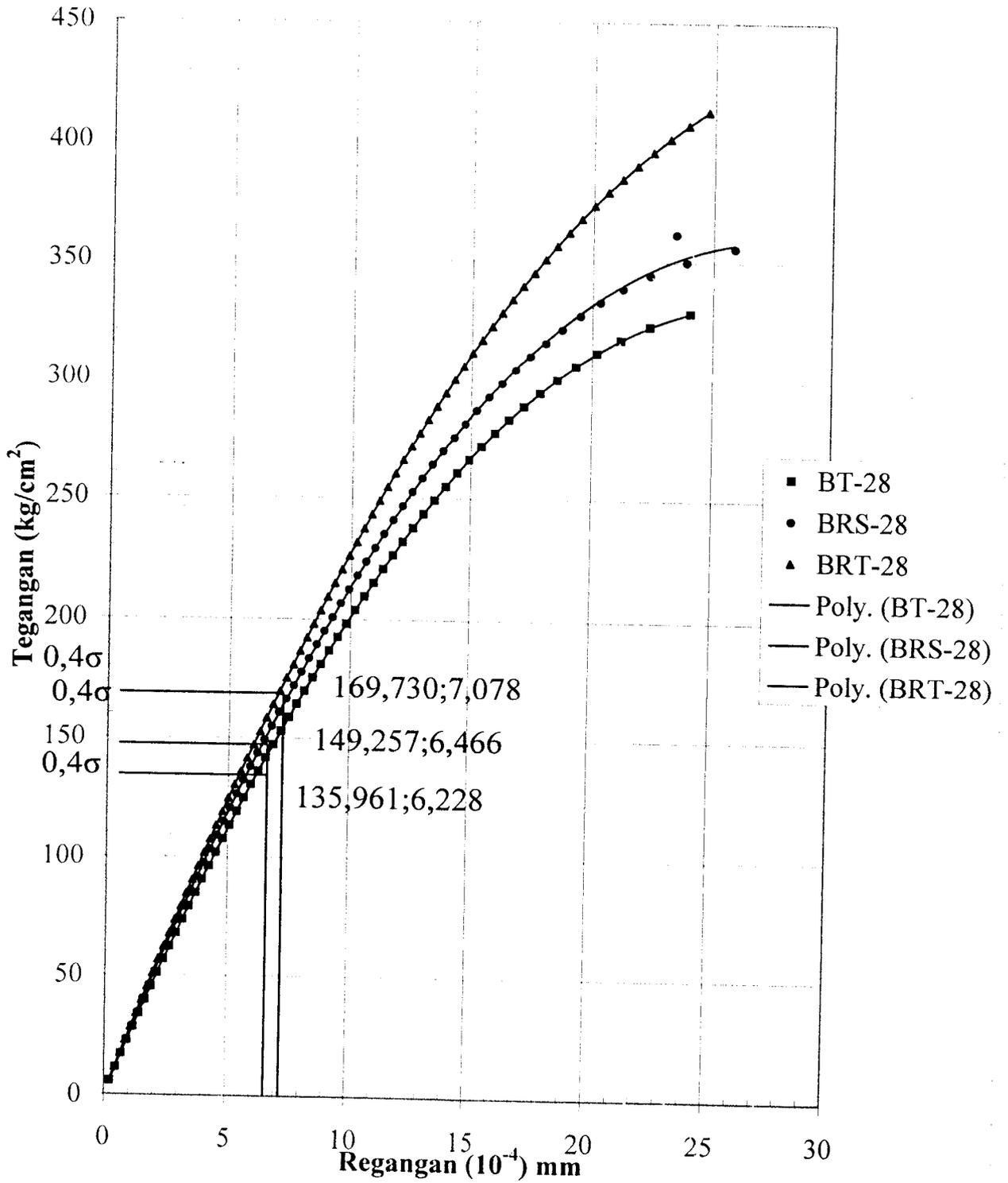
Grafik Tegangan Regangan Tipe BT-14, BRT-14, BRS-14



**Grafik Tegangan Regangan Tipe BT-21, BRT-21, BRS-21**



Grafik Tegangan Regangan Tipe BT-28, BRT-28, BRS-28



# 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 : Sigit Isnianto  
Arief Kurniawan  
Keperluan : Tugas Akhir  
Ditest tanggal : 7, 8 Februari 2005  
Umur : 7 Hari  
Jumlah : 15 Buah  
Kode : BT-7

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,3	303,3	17733,2207	12,0	2,2311	350
2	151,2	301,8	17946,2304	12,0	2,2156	380
3	150,3	301,2	17733,2207	12,0	2,2467	355
4	148,7	300,8	17357,6767	12,0	2,2983	345
5	154,8	305,6	18810,9864	12,1	2,1048	400
6	148,3	302,9	17264,4187	12,1	2,3138	395
7	150,6	302,9	17804,0826	12,1	2,2437	350
8	151,4	303,4	17993,7386	12,3	2,2530	345
9	151,6	302,9	18041,3096	12,0	2,1959	355
10	151,2	301,5	17946,2304	12,0	2,2178	430
11	150,7	299,8	17827,7346	11,9	2,2265	345
12	151,2	298,5	17946,2304	11,8	2,2027	400
13	151,0	300,0	17898,7850	12,1	2,2534	405
14	150,0	303,6	17662,5000	12,0	2,2378	435
15	151,3	302,4	17969,9767	12,0	2,2083	390

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK  
*(Signature)*  
(Sumarna)



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 : Sigit Isnianto Ditest tanggal : 12 Februari 2005  
Arief Kurniawan Umur : 14 Hari  
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah  
Kode : BT-14

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	148,3	302,5	17264,4187	12,1	2,3169	500
2	150,5	299,4	17780,4463	12,0	2,2542	525
3	150,6	300,9	17804,0826	12,0	2,2400	460
4	153,3	304,1	18448,1987	12,1	2,1568	570
5	151,3	302,8	17969,9767	12,1	2,2237	440
6	151,0	300,9	17898,7850	12,2	2,2652	535
7	151,1	302,9	17922,4999	12,1	2,2289	475
8	150,0	302,4	17662,5000	12,2	2,2842	545
9	150,6	302,6	17804,0826	12,0	2,2274	500
10	150,9	304,5	17875,0859	12,2	2,2414	480
11	151,4	302,2	17993,7386	12,0	2,2068	475
12	150,2	301,9	17709,6314	12,0	2,2444	495
13	150,8	301,9	17851,4024	12,1	2,2452	535
14	150,6	301,4	17804,0826	11,9	2,2176	485
15	149,5	300,9	17544,9463	12,1	2,2920	455

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

(Sudarmo)



**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

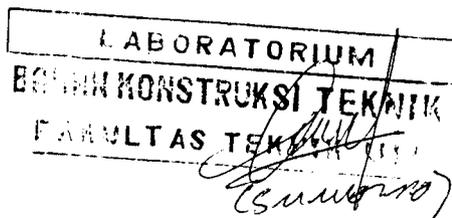
Penguji : Sigit Isnianto Ditest tanggal : 11, 15 Februari 2005  
Arief Kurniawan Umur : 21 Hari  
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah  
Kode : BT-21

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,5	303,5	17780,4463	12,0	2,2237	470
2	151,2	307,2	17946,2304	12,1	2,1948	530
3	151,0	301,8	17898,7850	12,1	2,2400	450
4	150,5	302,8	17780,4463	12,0	2,2289	525
5	151,2	305,1	17946,2304	12,3	2,2464	540
6	151,0	304,9	17898,7850	12,1	2,2172	555
7	148,0	300,5	17194,6400	12,0	2,3224	490
8	150,3	302,4	17733,2207	11,8	2,2005	450
9	150,6	301,1	17804,0826	12,0	2,2385	430
10	154,3	300,6	18689,6647	12,0	2,1359	540
11	150,8	300,8	17851,4024	12,0	2,2348	385
12	150,3	301,9	17733,2207	12,0	2,2415	480
13	150,6	301,5	17804,0826	11,7	2,1796	495
14	150,0	301,1	17662,5000	12,2	2,2940	505
15	148,2	301,4	17241,1434	12,0	2,3093	380

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

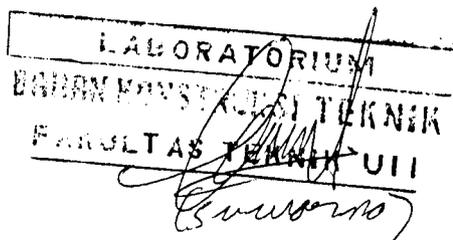
Penguji : Sigit Isnianto Ditest tanggal : 2, 3 Februari 2005  
Arief Kurniawan Umur : 28 Hari  
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah  
Kode : BT-28

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	147,6	300,3	17101,8216	12,0	2,3366	495
2	151,2	298,4	17946,2304	11,9	2,2222	380
3	152,2	303,9	18184,3994	12,2	2,2076	545
4	150,6	301,8	17804,0826	12,0	2,2333	495
5	150,6	299,0	17804,0826	12,1	2,2730	445
6	150,3	296,7	17733,2207	11,8	2,2427	450
7	151,3	301,1	17969,9767	11,9	2,1993	400
8	150,0	299,7	17662,5000	11,8	2,2292	470
9	151,0	299,2	17898,7850	11,8	2,2034	420
10	151,0	299,0	17898,7850	11,9	2,2236	460
11	151,3	301,3	17969,9767	11,4	2,1055	690
12	149,5	300,0	17544,9463	11,6	2,2039	585
13	151,0	298,6	17898,7850	12,0	2,2453	490
14	150,0	299,8	17662,5000	11,7	2,2095	420
15	154,0	300,3	18617,0600	11,9	2,1285	460

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 : Sigit Isnianto Ditest tanggal : 8 Februari 2005  
Arief Kurniawan Umur : 6 Hari  
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah  
Kode : BRT-7

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	148,7	298,3	17357,6767	12,2	2,3562	370
2	150,6	300,1	17804,0826	12,1	2,2646	365
3	147,7	298,6	17125,0027	12,1	2,3663	390
4	151,0	301,3	17898,7850	12,3	2,2808	325
5	152,0	300,9	18136,6400	12,4	2,2722	330
6	152,7	301,6	18304,0727	12,2	2,2099	400
7	149,2	297,9	17474,6024	12,1	2,3244	400
8	150,5	300,2	17780,4463	12,2	2,2856	450
9	151,1	300,6	17922,4999	12,0	2,2274	380
10	151,4	301,8	17993,7386	12,3	2,2650	405
11	150,6	299,2	17804,0826	12,1	2,2715	350
12	152,5	298,3	18256,1563	12,0	2,2035	360
13	150,7	301,2	17827,7346	12,4	2,3092	370
14	150,3	299,8	17733,2207	12,2	2,2948	325
15	150,3	302,6	17733,2207	12,1	2,2549	319

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
(Sumarno)



**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 : Sigit Isnianto Ditetes tanggal : 11 Februari 2005  
Arief Kurniawan Umur : 14 Hari  
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah  
Kode : BRT-14

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,7	302,2	17827,7346	12,1	2,2459	470
2	151,5	303,8	18017,5163	12,2	2,2288	500
3	148,9	300,2	17404,3999	12,1	2,3159	530
4	151,9	301,3	18112,7839	12,1	2,2172	505
5	149,6	299,2	17568,4256	12,0	2,2829	515
6	151,2	300,5	17946,2304	11,9	2,2066	480
7	150,3	300,5	17733,2207	12,0	2,2519	575
8	150,2	303,6	17709,6314	12,1	2,2505	520
9	148,0	301,3	17194,6400	12,1	2,3356	525
10	149,9	300,5	17638,9579	12,2	2,3017	580
11	150,2	301,3	17709,6314	12,1	2,2677	530
12	151,0	303,5	17898,7850	12,2	2,2458	510
13	150,4	301,1	17756,8256	12,1	2,2631	515
14	150,7	301,1	17827,7346	12,0	2,2355	560
15	152,0	301,3	18136,6400	12,2	2,2326	520

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

*(Signature)*



**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

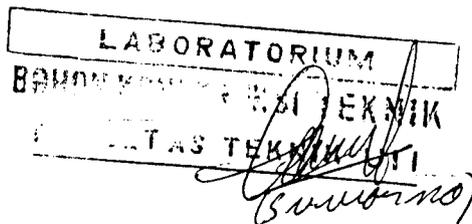
Penguji : Sigit Isnianto Ditetes tanggal : 5, 15 Februari 2005  
Arief Kurniawan Umur : 21 Hari  
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah  
Kode : BRT-21

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,3	303,3	17733,2207	12,2	2,2683	690
2	150,8	300,8	17851,4024	12,1	2,2534	560
3	151,2	301,3	17946,2304	12,2	2,2563	530
4	150,9	301,9	17875,0859	12,3	2,2793	680
5	148,0	299,1	17194,6400	12,1	2,3528	620
6	151,3	301,0	17969,9767	12,1	2,2370	660
7	150,2	301,0	17709,6314	12,1	2,2699	570
8	151,2	300,2	17946,2304	12,1	2,2460	570
9	150,4	300,9	17756,8256	12,1	2,2646	520
10	150,4	304,4	17756,8256	12,2	2,2571	485
11	150,4	302,1	17756,8256	12,0	2,2370	535
12	151,5	299,4	18017,5163	12,1	2,2430	410
13	150,4	303,1	17756,8256	12,3	2,2854	530
14	151,5	301,0	18017,5163	12,1	2,2311	460
15	152,6	302,7	18280,1066	12,1	2,1867	535

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

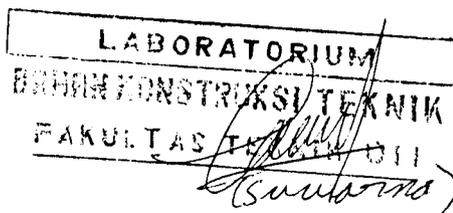
Penguji : Sigit Isnianto  
          : Arief Kurniawan  
Keperluan : Tugas Akhir  
Ditest tanggal : 4, 5 Februari 2005  
Umur : 28 Hari  
Jumlah : 15 Buah  
Kode : BRT-28

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	151,8	302,8	18088,9434	12,4	2,2639	685
2	152,8	303,5	18328,0544	12,2	2,1932	695
3	150,7	302,0	17827,7346	12,3	2,2846	730
4	149,6	300,8	17568,4256	12,0	2,2708	720
5	150,8	303,6	17851,4024	12,3	2,2695	710
6	152,0	304,0	18136,6400	12,2	2,2127	680
7	151,6	301,5	18041,3096	12,2	2,2429	720
8	150,6	301,6	17804,0826	12,3	2,2906	790
9	150,0	300,8	17662,5000	12,2	2,2963	620
10	154,6	303,5	18762,4106	12,1	2,1249	640
11	150,0	301,6	17662,5000	11,9	2,2339	595
12	150,2	300,4	17709,6314	12,0	2,2557	605
13	150,6	300,4	17804,0826	12,0	2,2437	530
14	151,3	301,5	17969,9767	12,1	2,2333	725
15	150,7	300,3	17827,7346	12,1	2,2601	620

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 : Sigit Isnianto Ditest tanggal : 12, 14 Februari 2005  
Arief Kurniawan Umur : 13 Hari  
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah  
Kode : BRS-14

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	148,4	300,1	17287,7096	12,2	2,3516	490
2	150,8	301,2	17851,4024	12,4	2,3062	520
3	151,3	300,2	17969,9767	12,3	2,2801	510
4	148,9	300,2	17404,3999	12,2	2,3350	495
5	150,9	301,3	17875,0859	12,3	2,2838	505
6	151,4	299,2	17993,7386	12,0	2,2289	425
7	149,8	301,5	17615,4314	12,4	2,3348	500
8	150,2	302,8	17709,6314	12,2	2,2751	480
9	150,5	299,3	17780,4463	12,2	2,2925	460
10	149,6	300,9	17568,4256	12,3	2,3268	460
11	150,8	301,2	17851,4024	12,2	2,2690	510
12	150,7	301,6	17827,7346	12,3	2,2876	505
13	150,6	300,5	17804,0826	12,3	2,2990	490
14	151,2	302,5	17946,2304	12,4	2,2841	495
15	150,9	301,7	17875,0859	12,4	2,2993	495

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI  
  
(Sigit Isnianto)



**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 : Sigit Isnianto Ditest tanggal : 17 Februari 2005  
Arief Kurniawan Umur : 21 Hari  
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah  
Kode : BRS-21

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,3	302,1	17733,2207	12,2	2,2773	560
2	147,9	300,0	17171,4119	11,9	2,3100	645
3	150,0	299,9	17662,5000	12,2	2,3032	570
4	150,8	298,9	17851,4024	12,2	2,2864	590
5	154,0	302,3	18617,0600	12,3	2,1855	485
6	150,1	302,1	17686,0579	12,3	2,3021	570
7	150,5	301,5	17780,4463	12,1	2,2571	580
8	150,7	300,2	17827,7346	12,2	2,2796	590
9	150,7	303,6	17827,7346	12,5	2,3095	725
10	150,8	302,7	17851,4024	12,4	2,2948	650
11	150,6	301,6	17804,0826	12,3	2,2906	620
12	150,8	302,2	17851,4024	12,4	2,2986	655
13	150,9	303,9	17875,0859	12,5	2,3011	650
14	150,8	300,6	17851,4024	12,3	2,2922	640
15	150,4	301,0	17756,8256	12,5	2,3387	630

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
(Suroso)



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 : Sigit Isnianto Ditetes tanggal : 7, 12 Februari 2005  
Arief Kurniawan Umur : 28 Hari  
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah  
Kode : BRS-28

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
1	150,6	299,0	17804,0826	12,1	2,2730	635
2	150,9	302,7	17875,0859	12,2	2,2548	515
3	150,9	299,2	17875,0859	12,0	2,2437	545
4	153,6	300,8	18520,4736	12,1	2,1720	520
5	150,7	299,4	17827,7346	12,1	2,2669	540
6	151,0	299,1	17898,7850	12,1	2,2602	525
7	150,3	301,9	17733,2207	12,1	2,2601	575
8	150,2	301,6	17709,6314	12,2	2,2841	635
9	150,1	302,3	17686,0579	12,3	2,3006	685
10	149,6	305,5	17568,4256	12,2	2,2731	600
11	152,7	301,2	18304,0727	12,1	2,1947	720
12	150,7	304,4	17827,7346	12,4	2,2850	605
13	151,2	298,9	17946,2304	12,1	2,2557	625
14	149,8	299,9	17615,4314	12,1	2,2904	630
15	151,0	299,2	17898,7850	12,2	2,2781	610

Catatan :

Disahkan

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
(Sigit Isnianto)

# LAMPIRAN F



## KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Sigit Isnianto	00 511 219	Teknik Sipil
2.	Arief Kurniawan	00 511 265	Teknik Sipil

### JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh perawatan beton terhadap mutu beton yang menggunakan abu terbang ( Fly Ash )

PERIODE KE : II ( Des 04 - Mei 05 )

TAHUN : 2003 - 2004

**Berlaku mulai Tgl : 2-Dec-04 - Sampai 2 Juni 2005**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
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 :



Jogyakarta ,2-Dec-04

Dekan



H. H. Munadhir, MS

C  
S

Sidang : \_\_\_\_\_

Pendadaran : \_\_\_\_\_

# LAMPIRAN G



Type	BT-28 8	BT-28 7	BRT-28 8	BRT-28 7	BRS-28 8	BRS-28 7	BRT-21 8	BT-21 7	BRT-21 7	BT-21 8
1										
2	02/02/2005									
3		03/02/2005								
4			04/02/2005							
5				05/02/2005			05/02/2005			
6										
7					07/02/2005					
8										
9										
10										
11										
12								11/02/2005		
13						12/02/2005				
14										
15										
16									15/02/2005	15/02/2005
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										

Februari

Tipe	BRS-21	BRS-21	BRT-14	BRT-14	BRT-14	BT-14	BRS-14	BRS-14	BT-14	BRS-14	BT-7
Jumlah	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27	27/01/05	27/01/05	27/01/05								
28											
29				29/01/05					29/01/05	29/01/05	
30											
31										31/01/05	31/01/05

Tipe	BRS-21	BRS-21	BRT-14	BRT-14	BT-14	BT-14	BRS-14	BRS-14	BRS-14	BT-7	BT-7
Jumlah	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											

Februari

07/02/2005

11/02/2005 11/02/2005

12/02/2005 12/02/2005

13/02/2005

17/02/2005 17/02/2005

Type	BT-7	BRT-7	BRT-7
Jumlah	7	8	7
	Februari		
1	09/02/2005	09/02/2005	09/02/2005
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8	09/02/2005	09/02/2005	09/02/2005
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

KETERANGAN =

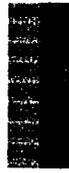


BENDA UJI DIBUAT

BENDA UJI DIRENDAM

BENDA UJI DIANGKAT DARI RENDAMAN

BENDA UJI DIDESAK



BT

BENDA UJI TIDAK DIRAWAT

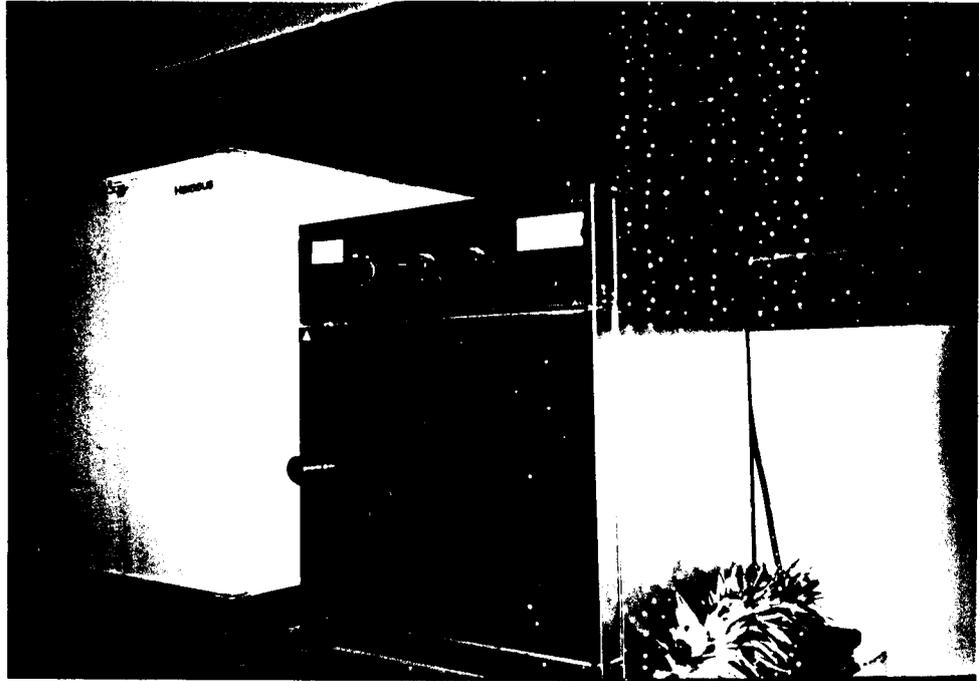
BRT

BENDA UJI DIRAWAT 7 HARI TERUS MENERUS

BRS

BENDA UJI DIRAWAT 14 HARI SELANG-SELING

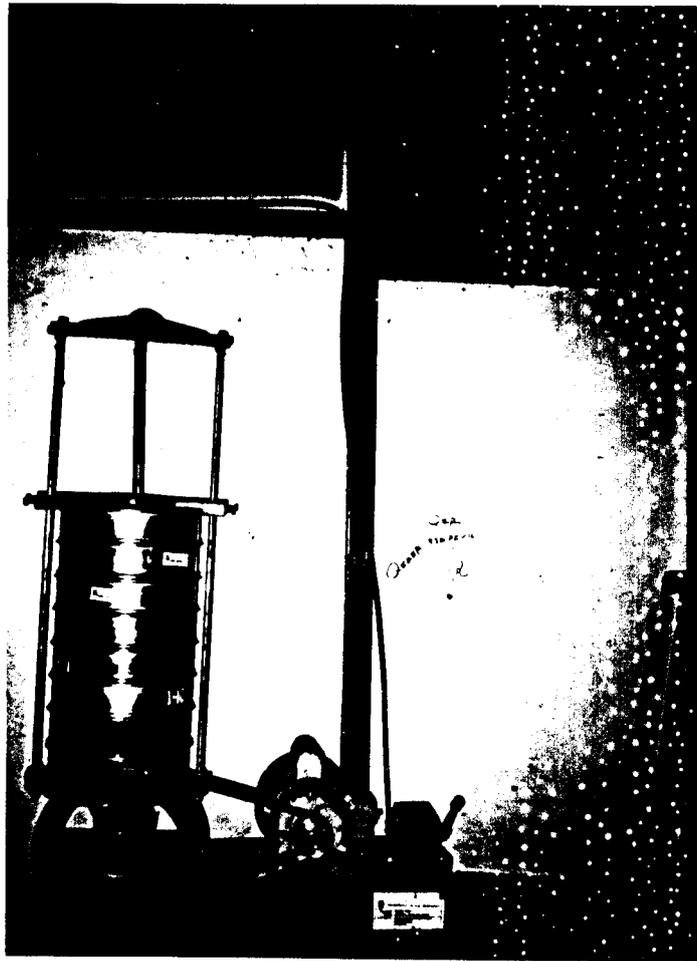
# LAMPIRAN H



Gambar mesin oven



Gambar cetakan silinder



Gambar mesin pengayak



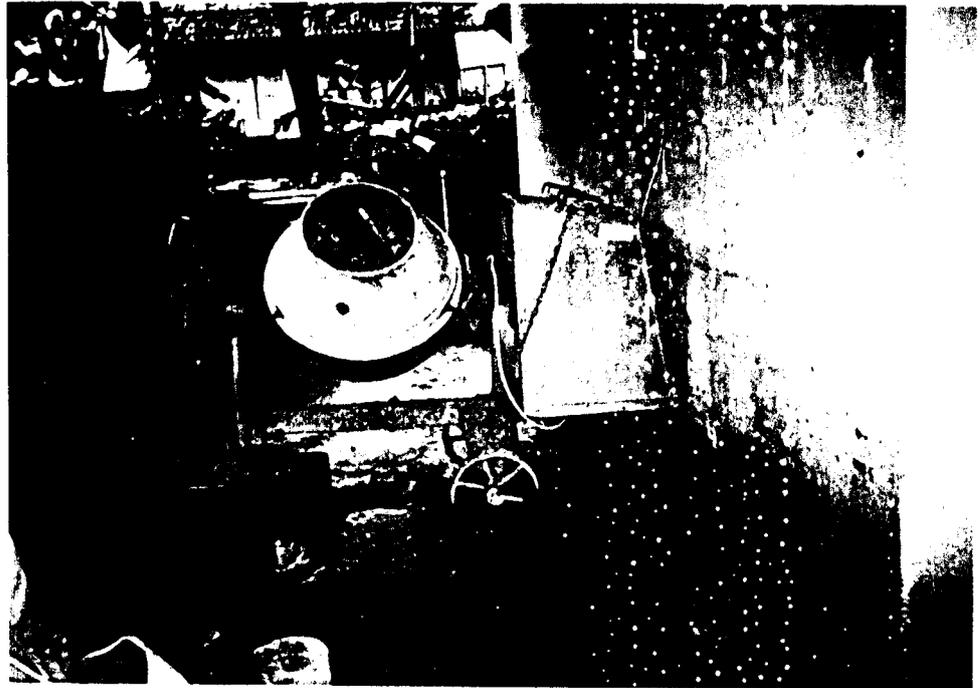
Gambar timbangan



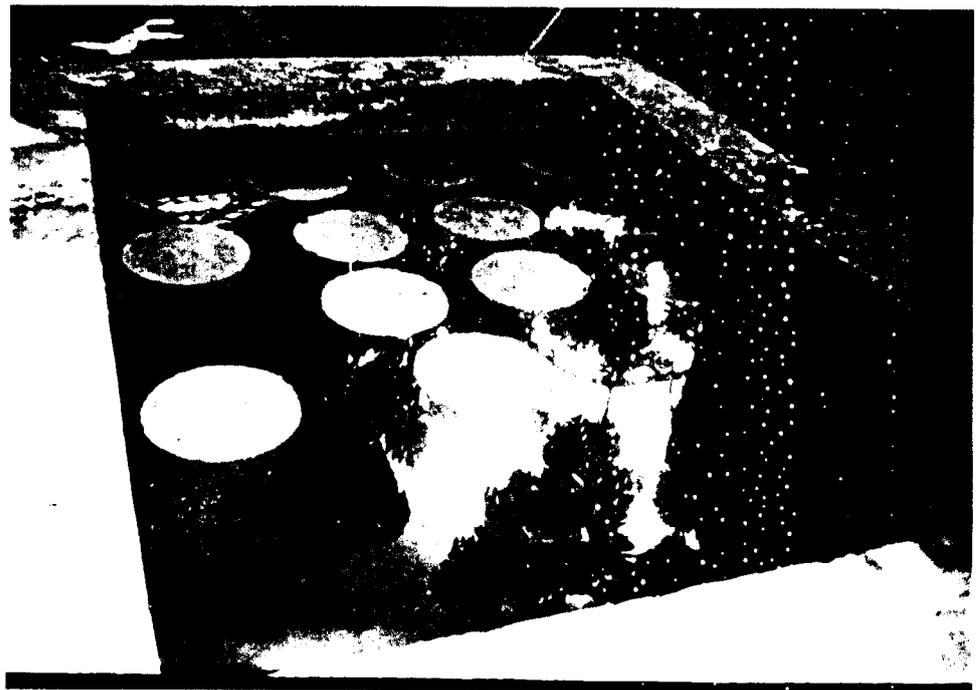
Gambar saringan



Gambar penimbangan sampel



Gambar mesin pengaduk



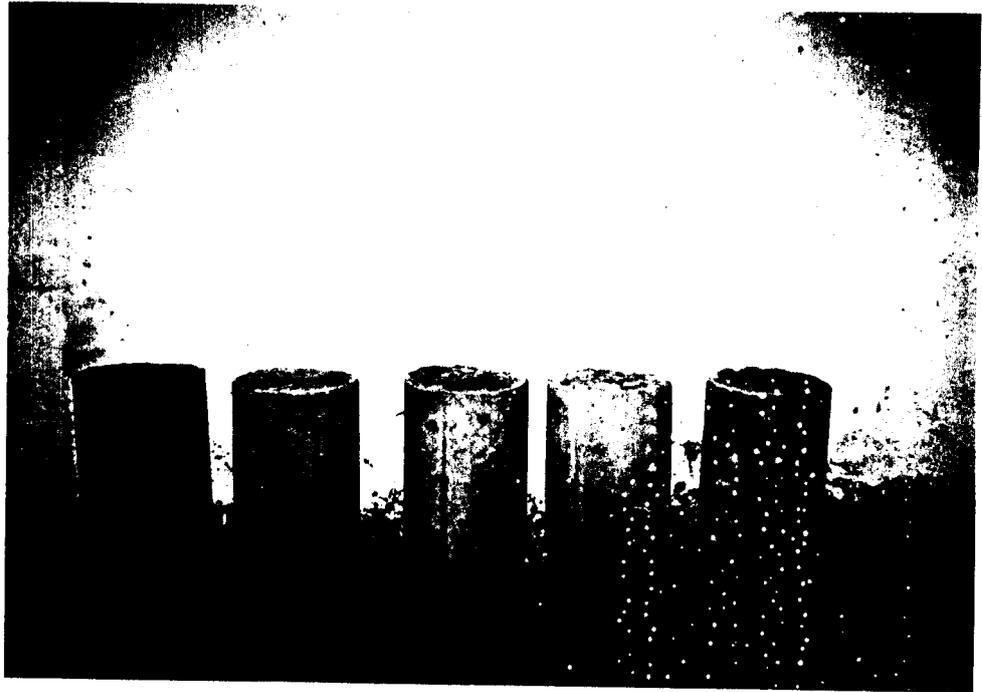
Gambar perawatan sampel



Gambar pengukuran sampel



Gambar pengujian sampel



Gambar sampel sebelum diuji



Gambar sampel setelah diuji