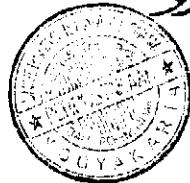


PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HARIAN/SEMI	
TGL. TERIMA :	13 Februari 2007
NO. JUDUL :	00 2172
NO. INV. :	510.0002172001
NO. INDIK. :	

**TUGAS AKHIR**

**UJI KOMPARASI KUAT DESAK DAN KUAT TARIK  
BETON DENGAN AGREGAT HALUS (PASIR) ASAL  
YOGYAKARTA DAN PASIR PUTIH ASAL LAMPUNG**



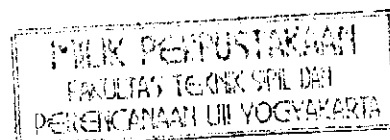
*Disusun Oleh :*

**MARSIDI                      00 511 105**

**BANIS                            98 511 198**

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

**2006**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**UJI KOMPARASI KUAT DESAK DAN KUAT TARIK**  
**BETON DENGAN AGREGAT HALUS (PASIR) ASAL**  
**YOGYAKARTA DAN PASIR PUTIH ASAL LAMPUNG**



*Disusun oleh :*

**MARSIDI**

**No. Mhs : 00 511 105**

**BANIS**

**No. Mhs : 98 511 198**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

**Ir. Suharyatmo, MT**

**Tanggal : 23/6/06**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. Helmy Akbar Bale, MT**

**Tanggal : 23/6 '06**

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohim*

*Assalamu'alaikum, wr. Wb*

Dengan mengucapkan syukur *Alhamdulillah* yang sebesar-besarnya kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, serta salawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga penelitian Tugas Akhir ini dapat kami selesaikan sebagai syarat untuk menempuh jenjang strata satu (S-1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir yang kami lakukan disadari masih belum sempurna dan banyak kekurangan yang perlu diperbaiki, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan dan waktu yang kami miliki.

Selama penyusunan Tugas Akhir hingga selesai banyak pihak yang telah membantu baik berupa saran, semangat, maupun bimbingan untuk itu secara tulus kami ucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak DR. Ir. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Faisol, A.M, M.S, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Suharyatmo, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik sipil dan dosen pembimbing I Tugas Akhir kami, yang telah memberikan bimbingan serta saran dalam penyelesaian Tugas Akhir.

4. Bapak Ir. Helmi Akbar Bale selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir kami, yang telah memberikan bimbingan serta saran dalam penyelesaian Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan untuk tugas akhir kami.
6. Kedua orang tua kami yang telah memberikan dorongan berupa moral maupun materil, serta saudara selalu membantu kami hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Kepada adik kami Ani Mujayanah dan Niken(Lisa),Ellya,Puput, atas segala pengertian, perhatian, dan dorongan semangat yang di curahkan selama penyusunan tugas akhir ini.
8. Teman – teman seperjuangan angkatan '00 (Ary, Afwa, Jarot dkk) atas bantuan dan kebersamaannya selama ini.
9. Pihak – pihak yang secara tidak langsung turut membantu hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir yang kami lakukan.

Atas segala bantuan yang telah diberikan oleh pihak – pihak yang kami sebutkan maupun yang tidak kami sebutkan, semoga Allah SWT membalas segala amal serta perbuatan baik yang telah diberikan dan pada akhirnya semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi orang lain.

*Wassallamu'alaikum Wr. Wb*

Jogjakarta, Juni 2006

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	x
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah .....	2
1.3. Tujuan penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Umum.....	5
2.2. Penelitian terdahulu.....	6

### **BAB III. LANDASAN TEORI**

3.1. Umum .....	8
3.2. Material Penyusun Beton.....	8
3.2.1. Semen portland .....	9
3.2.2. Agregat .....	11
a. Agregat kasar (kerikil) .....	12
b. Agregat halus (pasir).....	13
3.2.3. Air .....	16
3.3. Gradasi Agregat .....	17
3.4. Modulus Halus Butir.....	21
3.5. Berat Agregat.....	22
3.6. Air Dalam Agregat .....	23
3.7. Kadar Air Agregat .....	24
3.8. Faktor Air Semen (fas) .....	25
3.9. Slump.....	26
3.10. Workabilitas.....	26
3.11. Berat Volume Beton.....	27
3.12. Kuat Desak Beton.....	27
3.13. Modulus Elastisitas.....	29
3.14. Modulus Kenyal.....	30
3.14. Kekakuan .....	30
3.15. Kuat Tarik Beton .....	31
3.16. Perencanaan Campuran Beton Berdasarkan ACI .....	31

## BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Umum .....	36
4.2. Persiapan Bahan dan Alat .....	38
4.2.1. Bahan .....	38
1. Semen .....	38
2. Agregat .....	38
a. Agregat halus (pasir) .....	38
b. Agregat Kasar (kerikil) .....	39
3. Air .....	39
4.2.2. Alat .....	39
4.3. Pelaksanaan Penelitian.....	41
4.3.1. Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir .....	41
4.3.2. Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus .....	42
4.3.3. Pemeriksaan Modulus Halus Butir .....	43
4.3.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	43
4.3.4. Pemeriksaan Berat Volume Agregat .....	48
4.4. Perencanaan campuran beton .....	49
4.5. Pembuatan Campuran Beton .....	49
4.6. Pengujian <i>slump</i> .....	49
4.7. Pembuatan Benda Uji .....	50
4.8. Perawatan Benda Uji .....	52
4.9. Pengujian Kuat Desak Beton .....	54
4.10. Pengujian Kuat Tarik Beton .....	54

**BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

5.1. Hasil penelitian .....	55
5.2. Uji Material .....	55
5.3. Gradasi Agregat Halus dan Modulus Halus Butir .....	57
5.4. <i>Workability</i> / kemudahan pengerjaan .....	60
5.5. Kuat Desak Beton .....	62
5.5.1. Hubungan Kuat Desak dan Umur Beton .....	62
5.5.2. Perbandingan $f'_c$ Beton Pasir Putih Dengan Pasir Hitam Yogyakarta .....	64
5.5.3. Modulus Elastis .....	66
5.6. Kuat Tarik Beton .....	72
5.7. Konversi Umur Beton .....	73

**BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1. Kesimpulan .....	74
6.2. Saran .....	75

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1. Kurva Gradasi Pasir Sungai Gunung Sugih Lampung.....	58
Gambar 5.2. Kurva Gradasi Pasir Kaliurang Yogyakarta.....	59
Gambar 5.3. Grafik hubungan kuat desak benda uji Silinder terhadap umur Beton .....	63
Gambar 5.4. Grafik Tegangan – Regangan BPL 0 % (28 hari) .....	67
Gambar 5.5. Grafik Tegangan – Regangan BPL 25 % (28 hari) .....	67
Gambar 5.6. Grafik Tegangan – Regangan BPL 50% (28 hari) .....	68
Gambar 5.7. Grafik Tegangan – Regangan BPL 75 % (28 hari) .....	68
Gambar 5.8. Grafik Tegangan – Regangan BPL 100 % (28 hari) .....	69
Gambar 5.9. Grafik Tegangan – Regangan gabungan variasi beton.....	69
Gambar 5.10. Hubungan antara variasi campuran beton dengan kuat tarik beton rata-rata.....	72

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Lembar Peserta dan Lembar Konsultasi Tugas Akhir.

Lampiran B : Hasil Pemeriksaan Agregat

Lampiran C : Perhitungan Mix Design Menggunakan Metode ACI.

Lampiran D : Data Pengujian Kuat Desak dan Kuat Tarik Beton.

Lampiran E : Pengolahan Data Kuat Desak Beton.

Lampiran F : Pengolahan Data Modulus Elastis, Modulus Kenyal dan  
Modulus Kekakuan.

Lampiran G : Perhitungan Data dan Grafik Tegangan Regangan .

Lampiran H : Gambar-Gambar Pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir.



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

DOE	=	<i>Departement of Environment</i>
ACI	=	<i>American Concrete Institute</i>
PC	=	Portland Cemen
$f'_c$	=	Kuat tekan rencana (MPa atau N/mm <sup>2</sup> )
$f'_{cr}$	=	Kuat tekan rata - rata (MPa atau N/mm <sup>2</sup> )
fas	=	Faktor air semen
sd	=	Standar deviasi
L	=	Panjang (m)
D	=	Diameter (m)
V	=	Volume (m <sup>3</sup> )
Bk	=	Berat benda uji kering oven (gram)
B	=	Berat piknometer berisi air (gram)
Bt	=	Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)
SSD	=	<i>Saturated Surface Dry</i>
Bj	=	Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
Ba	=	Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)
BPL 0%	=	Beton berkadar Pasir Lampung 0% atau Beton menggunakan Pasir hitam Yogyakarta secara keseluruhan.
BPL 25%	=	Beton berkadar Pasir Putih Lampung 25% dan Pasir Hitam Yogyakarta 75%.

- BPL 50% = Beton berkadar Pasir Putih Lampung 50 dan Pasir Hitam Yogyakarta 50.
- BPL 75% = Beton berkadar Pasir Putih Lampung 75% dan Pasir Hitam Yogyakarta 75%.
- BPL 100% = Beton berkadar Pasir Putih Lampung 100% atau tanpa Pasir Hitam Yogyakarta.



## ABSTRAKSI

*Salah satu komponen pembentuk beton adalah pasir, disamping semen, krikil dan air. Kualitas pasir yang digunakan untuk campuran aduakan beton akan sangat mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan baik kuat desak maupun kuat tarik beton tersebut.*

*Mengingat dialam banyak terdapat jenis dan macam material, maka pada penelitian ini digunakan pasir yang berasal dari Yogyakarta dan pasir putih asal Lampung yang bertujuan untuk membandingkan kekuatan beton yang dihasilkan dari campuran dua jenis pasir yang berbeda.*

*Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh bahwa ukuran gradasi dari kedua pasir tersebut memenuhi syarat kurva gradasi yang telah ditetapkan oleh ASTM C33-71a serta memiliki kadar lumpur kurang dari 5% yang disyaratkan oleh PBUI-1982. Untuk masalah kekuatan beton, yang menggunakan pasir putih asal Lampung lebih besar dari pada yang menggunakan pasir Yogyakarta, yaitu sebesar 30,03 Mpa dan 28,17 Mpa untuk kuat desak, serta 3,58 Mpa dan 3,13 Mpa untuk kuat tariknya. Untuk modulus elastis semakin besar seiring dengan semakin besar kuat desak beton tersebut, hal ini dapat dilihat pada beton yang keseluruhan campurannya menggunakan pasir putih asal lampung sebesar 28,55 GPa dan beton yang keseluruhan menggunakan pasir asal Yogyakarta sebesar 24,20 GPa. Dari semua variasi beton, dalam pengujiannya secara keseluruhan mencapai kuat desak yang telah direncanakan, yaitu sebesar 25 Mpa.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Struktur beton banyak digunakan sebagai struktur utama, dikarenakan bahannya relatif lebih murah, mudah didapat, mudah dalam pembuatannya, tahan terhadap korosi serta tahan terhadap kebakaran. Beton merupakan bahan bangunan yang tersusun dari pasta semen, agregat kasar dan agregat halus. Kemudian ditambahkan air dan kadang-kadang juga dipakai bahan tambah, yang akhirnya akan mengeras dalam waktu tertentu.

Sebagaimana telah kita ketahui bahwa masyarakat Indonesia sebagian besar menggunakan struktur beton dalam mendirikan bangunan. Banyaknya keanekaragaman sumber daya alam yang dimiliki oleh masing-masing daerah akan menghasilkan mutu beton yang bervariasi. Adanya perbedaan penyusun material beton tersebut, penelitian mengenai variasi campuran beton masih sangat diperlukan.

Dalam pelaksanaan yang dilakukan di lapangan, pekerjaan konstruksi pada gedung perlu direncanakan secara matang misalnya kebutuhan mutu beton harus sesuai dengan mutu beton yang telah direncanakan sebelumnya. Untuk menentukan kualitas/mutu beton dilakukan uji di laboratorium dengan benda uji berupa silinder atau kubus. Didalam pembentukan beton itu sendiri, kekuatan, keawetan dan sifat beton sangat dipengaruhi oleh perbandingan material penyusun dan juga jenis

material yang dipakai. Disamping itu cara pengadukan maupun pengerjaan selama penuangan beton juga sangat berpengaruh.

Salah satu komponen pembentuk beton adalah pasir (agregat halus). Keragaman jenis pasir salah satunya dikarenakan perbedaan tempat dimana pasir tersebut berasal, sehingga mempunyai ukuran, sifat dan kualitas yang berbeda. Penelitian yang pernah ada diantaranya adalah penggunaan pasir yang berasal dari sungai Krasak dan sungai Progo, Yogyakarta. Pada penelitian yang dilakukan ini menggunakan pasir putih yang berasal dari sungai gunung Sugih, Lampung, yang akan dibandingkan dengan pasir hitam yang berasal dari kaki gunung Merapi, Yogyakarta. Digunakannya pasir Lampung pada penelitian ini karena pasir tersebut sudah umum dipakai di daerah setempat sebagai campuran beton tetapi belum diketahui seberapa besar kekuatan betonnya, terutama dibandingkan dengan yang menggunakan pasir dari Yogyakarta.

Dengan adanya perbedaan jenis pasir dimungkinkan akan menyebabkan komposisi material pakai yang berbeda pula pada setiap campuran beton. Hal ini disebabkan adanya perbedaan karakteristik kadar lumpur, berat volume dan perbedaan gradasi pasir tersebut. Adanya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui seberapa besar perbedaan kuat desak dan tarik dari campuran beton tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Suatu metode pencampuran beton dipakai sebagai acuan pencampuran beton dengan agregat halus (pasir) yang berbeda asalnya. Pemakaian material pada beton yang berasal dari sumber yang berbeda akan memunculkan kemungkinan perbedaan kekuatan beton tersebut.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari agregat halus (pasir) asal Lampung yang kemudian dibandingkan dengan pasir asal Yogyakarta, sehingga diketahui kekuatan betonnya.

### 1.4 Manfaat penelitian

Untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan dan informasi tentang keragaman jenis agregat halus (pasir) yang dapat mempengaruhi mutu beton di daerah asal pasir tersebut serta seberapa besar mutu beton yang bisa diharapkan jika menggunakan pasir dari Lampung.

### 1.5 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam pelaksanaan penelitian ini, maka permasalahan yang ditinjau dibatasi sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan benda uji bentuk silinder dengan ukuran tinggi 30 cm, diameter 15 cm.
2. Desain campuran beton menggunakan metode ACI (American Concrete Institute)
3. Penelitian dilakukan pada beton mutu normal atau *Normal Strength Concrete* (NSC), dengan kekuatan desak beton direncanakan ( $f'_c$ ) = 25 MPa.
4. Nilai *slump* direncanakan 7,5 - 15 cm
5. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I merk Nusantara kemasan 40 kg



6. Pasir (agregat halus) yang digunakan adalah pasir putih yang berasal dari sungai Gunung Sugih, Lampung dan pasir hitam yang berasal dari kaki Gunung Merapi, Yogyakarta.
7. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dari Clereng, Kulon progo dengan diameter maksimum 20 mm.
8. Air yang digunakan berasal dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
9. Pengujian dilakukan pada masing-masing umur beton dengan sample sebanyak 5 buah untuk uji desak termasuk 2 sampel uji teganagn-regangan pada umur beton 28 hari serta 5 buah sampel untuk uji tarik hanya pada umur beton 28 hari.
10. Beton dibuat dengan variasi campuran antara kedua pasir tersebut diatas dengan persentase berat 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% untuk pasir putih yang berasal dari Lampung.
11. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan.
12. Penelitian dibatasi pada kuat desak dan tarik beton saja.
13. Perawatan terhadap benda uji baik silinder dilaksanakan dengan cara merendam dalam bak air selama 14, 21 dan 28 hari.
14. Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Beton adalah material yang dibuat dari campuran agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen Portland atau bahan pengikat hidrolis yang lain yang sejenis, dengan menggunakan atau tidak menggunakan bahan tambah lain.

(SK.SNI T-15-1990-03:1). Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, beton merupakan material yang bersifat getas. Nawy (1985) dalam buku Mulyono (2003) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan iteraksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

Untuk mencapai kuat tekan beton perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan durability-nya (daya tahan terhadap penurunan mutu dan akibat pengaruh cuaca). Untuk membentuk diperlukan susunan gradasi butiran yang baik. Nilai kuat tekan beton yang dicapai ditentukan oleh mutu bahan agregat ini (Dipohusodo, 1994).

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

- a). Kualitas semen,
- b). Proporsi terhadap campuran,

- c). Kekuatan dan kebersihan agregat,
- d). Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat,
- e). Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,
- f). Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton,
- g). Perawatan beton, dan
- h). Kandungan klorida tidak melebihi 0,15 % dalam beton yang diekspos dan 1 % bagi beton yang tidak diekspos (Nawy, 1985) Dalam buku Mulyono (2003).

Pada proses pengecoran bagian permukaan beton uji silinder biasanya permukaan ujung yang cembung menghasilkan pengurangan kekuatan di bandingkan permukaan yang cekung (Neville, 1994).

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan pekerjaan beton langsung (Jackson, 1977) dalam Mulyono (2003), serta Murdock dan Brook (1991) yang mengatakan : “kecakapan tenaga kerja adalah salah satu faktor penting dalam produksi suatu bangunan yang bermutu, dan kunci keberhasilan untuk mendapatkan tenaga kerja yang cakap adalah untuk pengetahuan dan daya tarik pada pekerjaan yang sedang dikerjakan”.

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian pembuatan beton dengan menggunakan variasi dari mana asal agregat kasar maupun agregat halus (pasir) berada sudah pernah dilakukan sebelumnya dan dijadikan referensi pada penelitian sekarang. Adapun beberapa

penelitian tentang agregat kasar dan halus (pasir) yang pernah dilakukan sebelumnya adalah sebagai berikut:

1 Gunawan dan Banta Chairullah (1996)

Dalam Penelitian “Analisis Kuat Desak Beton Dengan Gradasi Pasir dari Sungai Krasak dan Sungai Progo Yogyakarta”, disimpulkan bahwa kuat desak beton dapat dipengaruhi dari mana asal pasir tersebut berasal karena adanya perbedaan gradasi dan kandungan lumpur yang ada didalam pasir tersebut.



## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Umum

Benda uji beton yaitu bentuk silinder dan kubus telah di kenal di berbagai negara sebagai standar ISO (*International Standardization*) sebagai uji kuat desak beton. Di Inggris, pengujian desak biasanya dilaksanakan dengan menggunakan kubus bersisi 15x15x15 cm, sedangkan di Amerika menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm (Day, 1995). Dalam ASTM silinder digunakan untuk tes kekuatan beton, cetakan silinder baja tahan pecah dan dapat digunakan secara berulang – ulang, tahan gesekan, mudah dibawa, tahan lembab dan zat kimia. Silinder berdiameter 15 cm ini digunakan untuk sampel beton di site dan tes laboratorium beton (Susanti, 1989).

#### 3.2 Material Penyusun Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland Cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*Admixture atau additive*). Sifat beton yaitu kuat desak, kuat tarik dan modulus elastis dipengaruhi oleh sifat – sifat bahan. Sifat – sifat beton ini tergantung pada proporsi

campuran, kesempurnaan dari adukan bahan – bahan pembentuk campuran. Uraian tentang pembentuk beton adalah sebagai berikut (Nawy, 1985).

### 3.2.1 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150 (1985) semen Portland didefinisikan sebagai bahan hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama – sama dengan bahan utamanya.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*) (Mulyono, 2003).

Menurut Nawy, (1990) Pada bahan pembentuk semen terdiri dari 4 unsur penting, yaitu :

1. Trikalsium silikat ( $C_3S$ ).
2. Dikalsium silikat ( $C_2S$ ).
3. Trikalsium aluminat ( $C_3A$ ).
4. Tetrakalsium aluminoforit ( $C_4AF$ ).

Menurut Nawy (1985) secara ringkas proses pembuatan semen Portland dapat dijelaskan sebagai berikut :

=

1. Bahan baku yang berasal dari tambang (*quarry*) berupa campuran  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ , dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  digiling (*blended*) bersama – sama beberapa bahan tambah lainnya, baik dalam proses basah maupun dalam proses kering.
2. Hasil campuran tersebut di tuangkan ke ujung atas *ciln* yang diletakkan agak miring.
3. Selama *ciln* berputar dan dipanaskan, bahan tersebut mengalir dengan lambat dari ujung atas ke bawah.
4. Temperatur dalam *ciln* dinaikkan secara perlahan hingga mencapai temperatur klinker (*clinker temperature*) dimana difusi awal terjadi. Temperature ini dipertahankan sampai campuran membentuk butiran semen Portland pada suhu  $1400^\circ\text{C}$  ( $2700^\circ\text{F}$ ). Butiran yang dihasilkan disebut sebagai klinker dan memiliki diameter antara 1,5 – 50 mm.
5. *Klinker* tersebut kemudian didinginkan dalam *clinker storage* dan selanjutnya dihancurkan menjadi butiran – butiran yang halus.
6. Bahan tambah, yakni sedikit gypsum (sekitar 1 – 5%) ditambahkan untuk mengontrol waktu ikat semen, yakni waktu pengerasan semen dilapangan.
7. Hasil yang diperoleh kemudian disimpan pada sebuah *Cemen silo* untuk penggunaan yang kecil, yakni kebutuhan masyarakat. Pengolahan selanjutnya adalah pengepakan dalam *packing plant*. Untuk kebutuhan pekerjaan besar, pendistribusian semen dapat dilakukan menggunakan *capsule truck*.

Sedangkan dari jenis semen sendiri dibedakan atas ( PBUI – 1982)

**Tabel 3.1 Jenis – Jenis Semen**

Jenis Semen	Tujuan Pemakaian
Jenis I	Untuk konstruksi pada umumnya, dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lainnya
Jenis II	Untuk konstruksi umumnya terutama sekali bila disyaratkan agar tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang
Jenis III	Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi
Jenis IV	Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah
Jenis V	Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan kekuat sangat tahan terhadap sulfat

Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis I.

### 3.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira – kira menempati sebanyak 70% volume beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat – sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton (Mulyonc, 2003)

Berdasarkan ukuran butirannya, agregat dapat dibedakan menjadi 2, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir – butir lebih besar dari 4,8 mm, dan agregat halus berupa agregat yang mempunyai ukuran butir – butir lebih kecil dari 4,8 mm. Agregat yang butiran –



butirannya lebih kecil dari 1,2 mm kadang – kadang disebut pasir halus, sedangkan butir - butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt* (Lumpur), dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (tanah liat) (Mulyono, 2003).

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik (Ijokrodimulyo, 1995).

Hal-hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan penggunaan agregat dalam campuran beton ada lima (Landgren, 1994) dalam Mulyono (2003), yaitu :

1. Volume Udara

Udara yang terdapat dalam campuran beton akan mempengaruhi proses pembuatan beton, terutama setelah terbentuknya pasta semen.

2. Volume Padat

Kepadatan volume agregat akan mempengaruhi berat isi dari agregat.

3. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat akan mempengaruhi proporsi campuran dalam berat sebagai kontrol.

4. Penyerapan

Penyerapan berpengaruh pada berat jenis.

5. Kadar Air Permukaan Agregat

Kadar air permukaan agregat berpengaruh pada penggunaan campuran air saat pencampuran.

#### a. Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirannya lebih besar dari 4,80 mm (4,75 mm) (Mulyono, 2003). Pemilihan agregat berdasarkan kekuatan dan keuletan agregat yang tergantung dari bahan pembentuk batumannya. Kuat tekan agregat harus lebih tinggi daripada beton yang dibuat dari agregat tersebut agar menghasilkan beton yang kekuatannya dapat diandalkan (Tjokrodimulyo, 1992).

Menurut Tjokrodimulyo (1992) berdasarkan jenisnya agregat dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Agregat normal, berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7  $\text{gr/cm}^3$ ,
2. Agregat ringan, berat jenisnya kurang dari 2,0  $\text{gr/cm}^3$ , dan
3. Agregat berat, mempunyai berat jenis lebih dari 2,8  $\text{gr/cm}^3$ .

#### b. Agregat halus (Pasir)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat – alat pemecah batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Pada umumnya pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam, (Murdock dan Brook, 1991) yaitu :

1. Pasir galian.

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

## 2. Pasir sungai.

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang umumnya berbutir halus, bulat – bulat akibat proses gesekan.

## 3. Pasir laut.

Pasir ini diperoleh dari pantai, butir – butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena banyak mengandung garam – garaman. Garam – garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan hal tersebut mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

Walaupun fungsi pasir hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton. Pemakaian pasir dalam beton dimaksudkan untuk :

- 1) Menghasilkan kekuatan beton yang cukup besar,
- 2) Mengurangi susut pengerasan,
- 3) Menghasilkan susunan rapat pada beton,
- 4) Mengontrol *workability* adukan, dan
- 5) Mengurangi jumlah penggunaan semen Portland (Nugraha, 1996).

Pasir yang digunakan untuk beton, hendaknya memenuhi syarat-syarat sebagaimana dalam peraturan yang berlaku, diantaranya seperti dijelaskan dibawah ini.

- 1) Agregat halus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Sisa diatas ayakan Ø 4 mm, minimum 2 % berat.
  - b. Sisa diatas ayakan Ø 1 mm, minimum 10 % berat.
  - c. Sisa diatas ayakan Ø 0,25 mm, ± 80 % s/d 95 % berat.
- 2) Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam, keras, kuat, dan bersifat kekal bentuk yakni tidak pecah (hancur) oleh pengaruh cuaca seperti panas matahari dan hujan serta bergradasi baik. Gradasi pasir yang digunakan harus baik, artinya mempunyai variasi butir yang beragam, supaya volume rongga berkurang dan menghemat semen portland. Gradasi pasir yang baik dapat menghasilkan mortar yang pampat (padat) dan mempunyai kekuatan yang besar.
- 3) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %. Lumpur yang dimaksud adalah bagian yang dapat melalui ayakan Ø 0,063, apabila kadar lumpur lebih dari 5 % harus dicuci terlebih dahulu.
- 4) Pasir tidak boleh mengandung silika aktif yang terdapat dalam opaline, chalcodonic, cherts, phylites, tuff rhyolites, andhesite, tuff andhesite, batu gamping, silika dan sebagainya. Zat-zat ini akan beraksi dengan alkali dalam semen (reaksi alkali-agregat). ini disebabkan oleh hasil reaksi alkali silika itu sendiri dan ditambah dengan tekanan hidrolik melalui proses osmosis (Nugraha, 1996).

Untuk membedakan macam agregat ini, dapat dipergunakan metode saringan / ayakan (proses analisa saringan). Jenis saringan yang dapat digunakan adadua macam

yaitu berdasarkan acuan saringan Inggris dan saringan Amerika. Perbandingan antara kecuanya dapat dilihat berdasarkan tabel dibawah ini (Murdock dan brook, 1991)

**Tabel 3.2 Saringan Inggris dan Saringan Amerika yang setara**

Saringan Uji BS 410 Ukuran Nominal Lubang		Saringan ASTM E11-70 yang ditunjuk sebagai saringan setara	
Metrik	Satuan Inggris yang setara	Lebar Standar Lubang Saringan	Saringan ASTM
37,5 mm	1½ in	38,1 mm	1½ in
20,0 mm	¾ in	19,0 mm	¾ in
10,0 mm	⅜ in	9,5 mm	⅜ in
5,0 mm	⅙ in	4,76 mm	No.4
2,36 mm	No.7	2,38 mm	No.8
1,18 mm	No.14	1,19 mm	No.16
600 m	No.25	595 m	No.30
300 m	No.52	297 m	No.50
150 m	No.100	149 m	No.100
75 m	No.200	74 m	No.200

### 3.2.3 Air

Air pada campuran beton berfungsi sebagai media untuk mengaktifkan pada reaksi semen, pasir agar dapat saling menyatu. Air juga berfungsi sebagai pelumas antara butir-butir pasir yang berpengaruh pada sifat yang mudah dikerjakan (*workability*) adukan beton, kekuatan susut dan keawetan. Reaksi kimia antara air dengan semen akan membentuk *gel* yang selanjutnya akan mengikat butir-butir pasir dan kapur. Dalam pemakaiannya air harus diberikan secara tepat, jika terlalu sedikit maka adukan beton akan sulit untuk dikerjakan, sebaliknya jika berlebihan akan menyebabkan *segregasi* dan mengurangi daya ikat. Selain itu kelebihan air akan

bergerak ke permukaan adukan bersama-sama semen dan dapat membentuk lapisan tipis (*laitance*).

Dalam pemakaian air untuk beton, air sebaiknya memenuhi syarat yaitu :

- 1) Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr / liter.
- 2) Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram / liter,
- 3) Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr /liter, dan
- 4) Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter (Tjokrodimuljo, 1996).

Air juga digunakan untuk rawatan beton. Metoda perawatannya adalah dengan merendam beton dalam air. Rawatan beton ini dapat juga memakai adukan, tetapi harus tidak menimbulkan noda atau endapan yang dapat merusak warna permukaan sehingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organik dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika rawatan cukup lama (Nugraha, 1996).

### 3.3. Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai nilai yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butiran-butiran bervariasi akan terjadi volume pori kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi.

Pada agregat untuk pembuatan mortar atau beton diingini butiran yang kemampatannya tinggi, karena volumenya porinya sedikit, dan ini berarti hanya membutuhkan bahan ikat sedikit saja (bahan ikat mengisi pori antara butir-butir agregat, bila volume pori sedikit berarti bahan ikat sedikit pula).

Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai persentase dari berat butiran yang tertinggal atau lewat didalam suatu ayakan. Susunan ayakan itu adalah ayakan dengan lubang : 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm dan 0,15 mm.

Secara teoritis gradasi agregat yang terbaik adalah yang didasarkan pada karakteristik butir-butir agregatnya. Menurut peraturan di Inggris (British Standard) yang juga dipakai di Indonesia saat ini, kekasaran butiran dapat dibagi menjadi 4 kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar, sebagaimana tampak pada tabel 3.3.

Adapun gradasi kerikil yang baik sebagaimana masuk didalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 3.3

Tabel 3.3. Gradasi pasir menurut British Standard

Lubang (mm)	Persen berat butir 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	84 – 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 II = pasir agak kasar  
 Daerah III = pasir agak halus  
 Daerah IV = pasir halus

**Tabel 3.4. Gradasi kerikil menurut British Standard**

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Besarnya butir maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95 – 100	100	100
20	30 – 70	90 – 100	100
12,5	---	---	90 – 100
10	10 – 35	25 – 55	40 – 85
4,8	0 – 5	0 – 10	0 – 10

Pada peraturan tersebut juga telah ditetapkan bahwa untuk campuran beton dengan diameter maksimum agregat sebesar 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm, gradasi agregatnya (campuran pasir dan kerikil) harus berada didalam batas-batas yang tertera pada tabel berikut.

**Tabel 3.5. Persen butiran yang lewat ayakan (%)  
Untuk agregat dengan butir maksimum 40 mm.**

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
38	100	100	100	100
19	50	59	67	75
9,6	36	44	52	60
4,8	24	32	40	47
2,4	18	25	31	38
1,2	12	17	24	30
0,6	7	12	17	23
0,3	3	7	11	15
0,15	0	0	2	5



**Tabel 3.6. Persen butiran yang lewat ayakan (%)  
Untuk agregat dengan butir maksimum 30 mm.**

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3
38	100	100	100
19	74	86	93
9,6	47	70	82
4,8	28	52	70
2,4	18	40	57
1,2	10	30	46
0,6	6	21	32
0,3	4	11	19
0,15	0	1	4

**Tabel 3.7. Persen butiran yang lewat ayakan (%)  
Untuk agregat dengan butir maksimum 20 mm.**

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
19	100	100	100	100
9,6	45	55	65	75
4,8	30	35	42	48
2,4	23	28	35	42
1,2	16	21	28	34
0,6	9	14	21	27
0,3	2	3	5	12
0,15	0	0	0	2

**Tabel 3.8. Persen butiran yang lewat ayakan (%)  
Untuk agregat dengan butir maksimum 10 mm.**

Lubang (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
9,6	100	100	100	100
4,8	30	45	60	75
2,4	20	33	46	60
1,2	16	26	37	46
0,6	12	19	28	34
0,3	4	8	14	2
0,15	0	1	3	6

Dalam praktek diperlukan suatu campuran pasir dan kerikil dengan perbandingan tertentu agar gradasi campuran dapat masuk dalam kurva standar diatas.

### 3.4 Modulus Halus Butir

Modulus halus butir (fineness modulus) adalah suatu indek yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan dan kekasaran butir-butir agregat.

Modulus halus butir (Mhb) didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal diatas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Susunan lubang ayakan itu adalah sebagai berikut : 38 mm, 19 mm, 9,60 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm dan 0,15 mm.

Makin besar nilai modulus butir menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8. Adapun modulus untuk kerikil biasanya antara 5 dan 8. Modulus halus butir selain untuk ukuran kehalusan butir juga dapat dipakai untuk mencari nilai perbandingan berat antara pasir dan kerikil, bila kita akan membuat campuran beton. Modulus halus butir agregat dari campuran pasir dan kerikil untuk bahan pembuat beton berkisar antara 5,0 dan 6,5.

Hubungan antara Mhb pasir, Mhb kerikil dan Mhb campurannya dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$W = \frac{K - C}{C - P} \times 100 \%$$

Keterangan :  $W$  = Persentase berat pasir terhadap berat kerikil

$K$  = Modulus halus butir kerikil

$P$  = Modulus halus butir pasir

$C$  = Modulus halus butir campuran

### 3.5 Berat Agregat

Berat agregat adalah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Berat jenis agregat normal berkisar antara 2,5 sampai 2,7.

Berat satuan agregat adalah berat agregat dalam satu satuan volume, dinyatakan dalam kg/liter atau ton/m<sup>3</sup>. Jadi berat satuan dihitung berdasarkan berat agregat dalam suatu tempat tertentu, sehingga yang dihitung volumenya adalah volume padat ( meliputi pori tertutup) dan pori terbukanya.

Dengan demikian secara matematis dapat ditulis :

$$V_t = V_b + V_p$$

dengan :

$V_t$  = Volume total

$V_b$  = Volume butiran, termasuk pori tertutup

$V_p$  = Volume pori terbuka

Istilah lain yang perlu diperhatikan

Porositas :

$$P = V_p/V_b \times 100\% \quad (3.2)$$

Kemampatan :

$$K = V_b/V_t \times 100\% \quad (3.3)$$

Dari rumus-rumus tersebut maka didapat hubungan antara lain nilai kepadatan dan porositas yaitu :

$$K = 100 - P \quad (3.4)$$

Bila suatu agregat kering beratnya W, maka diperoleh :

$$\text{Berat jenis } b.j. = W/V_b$$

$$\text{Berat satuan } b \text{ sat} = W/V_t$$

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa untuk agregat normal :

$$\text{Porositas} = 35 - 40 \%$$

$$\text{Kemampatan} = 60 - 65 \%$$

$$\text{Berat jenis} = 2,5 - 2,7$$

$$\text{Berat satuan} = 1,2 - 1,6$$

(Tjokrodinuljo, 1996)

### 3.6 Air dalam Agregat

Agregat basah dengan berat W, kemudian dikeringkan dalam tungku (oven) pada suhu 105 derajat celcius sampai beratnya tetap W<sub>k</sub>. maka kadar agregat basah itu adalah :

$$K = \frac{W - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (3.5)$$

Agregat yang jenuh air (pori-porinya terisi penuh air), namun permukaannya kering sehingga tidak mengganggu air bebas dipermukaannya disebut agregat jenuh

kering muka. Jika agregat yang jenuh kering muka ini kemudian dimasukkan kedalam tungku pada suhu 105 derajat celsius sampai beratnya tetap, yaitu  $W_k$ , maka kadar air agregat jenuh kering muka itu sebesar :

$$K_{jkm} = \frac{W_{jkm} - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (3.6)$$

### 3.7 Kadar Air Agregat

Keadaan jenuh kering muka (*saturated surface-dry*, SSD) butiran agregat pada tahap ini tidak menyerap air dan juga tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran adukan beton. Keadaan ini juga sering dipakai sebagai standar karena keabsahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga tidak akan menambah maupun mengurangi air dari pastinya dan kadar air dilapangan lebih banyak mendekati keadaan SSD.

Penyerapan air dilapangan dapat dinitung dengan rumus :

$$A_{tamb} = \frac{K - K_{jkm}}{100} \times W_{ag} \quad (3.7)$$

dengan :

$A_{tamb}$  = air tambahan dari agregat, liter

$K$  = kadar air agregat dilapangan

$K_{jkm}$  = kadar air agregat jenuh kering muka, %

$W_{ag}$  = berat agregat, kg

Kadar air dihitung :

$$K = \frac{(W - W_k)}{W_k} \times 100 \% \quad (3.8)$$

dengan :

K = kadar air

W = berat semula

W<sub>k</sub> = berat kering

Berat jenis (SSD) :

$$B_j = \frac{A}{(A - B)} \quad (3.9)$$

dengan :

A = berat agregat jenuh kering muka diudara

B = berat agregat dalam air

### 3.8 Faktor Air Semen (fas)

Nilai fas merupakan nilai yang menunjukkan perbandingan berat air terhadap berat semen yang dinyatakan dengan rumus :

$$fas = \frac{W_n + W_m}{W_c} = \frac{W}{W_c} \quad (3.10)$$

fas = faktor air semen

W<sub>n</sub> = berat air yang diserap dalam agregat, kg

W<sub>m</sub> = berat air permukaan pada agregat, kg

W<sub>c</sub> = berat semen, kg

Semakin besar nilai fas, maka semakin besar pula berat air pada campuran dan semakin banyaknya air maka akan mengurai lekatan antar agregat. Perbandingan ini disimpulkan dalam suatu hukum perbandingan air semen dari abram (Murdock dan Brook, 1991), "Pada bahan-bahan dan keadan pengujian tertentu, jumlah air campuran yang dipakai menentukan kekuatan beton, selama campuran dan dapat dikerjakan".

### 3.9 *Slump*

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

### 3.10 Workabilitas

Istilah workabilitas sulit untuk didefinisikan dengan tepat, dan Newman mengusulkan agar didefinisikan pada sekurang-kurangnya tiga buah sifat yang terpisah (Murdock dan Brook, 1991) :

- 1) Kompaktibilitas atau kemudahan dimana beton mudah dipadatkan dan rongga-rongga diambil.
- 2) Mobilitas atau kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali.

- 3) Stabilitas atau kemampuan beton untuk tetap sebagai masa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi / pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

### 3.11 Berat Volume Beton

Nilai ini menyatakan berat beton persatuan volume yang dapat dirumuskan sebagai :

$$BV = \frac{B_b}{V_b} \quad (3.11)$$

Keterangan :  $BV$  = Berat volume beton (  $\text{kg}/\text{cm}^3$  )

$B_b$  = Berat beton (  $\text{kg}$  )

$V_b$  = Volume beton (  $\text{cm}^3$  )

Dalam penelitian ini dipergunakan sampel beton dengan bentuk silinder maka volume beton dapat dinyatakan sebagai  $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$  dengan  $d$  sebagai diameter silinder beton dan  $t$  sebagai tinggi silinder beton

### 3.12 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban dibagi dengan luasan permukaan beton yang menerima beban tersebut. Untuk mendapatkan kuat desak beton tersebut dari masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut :



$$\text{Kuat desak } f'c = \frac{P}{A} \quad (3.12)$$

$$f'cr = \frac{\sum f'c}{N} \quad (3.13)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (f'ci - f'cr)^2}{N-1}} \quad (3.14)$$

$$m = k \cdot Sd \quad (3.15)$$

$$f'c = f'cr - m \quad (3.16)$$

Sedangkan untuk jumlah sampel yang kurang dari 15 buah dapat dihitung dengan rumus pada Tabel 3.7 di bawah ini

**Tabel 3.7 Kuat desak karakteristik beton  $f'c$**

Kuat desak rencana (Psi)	Kuat desak karakteristik beton $f'c$
< 3000	$f'cr - (1000 \text{ Psi})$
3000 - 5000	$f'cr - (1200 \text{ Psi})$
>5000	$f'cr - (1400 \text{ Psi})$

1000 Psi = 6,9 MPa

Dengan :  $P$  = beban maksimum (N)

$A$  = luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

$f'c$  = kuat desak beton masing-masing benda uji (MPa)

$f'cr$  = kuat desak beton rata-rata (MPa)

$N$  = jumlah benda uji

$Sd$  = standar deviasi (MPa)

$m$  = nilai margin (MPa)

$k =$  konstanta 1,64

$f'_c =$  kuat desak karakteristik (MPa)

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan desak beton antara lain (Peraturan Pedoman Beton, 1989) :

- a. faktor air semen ( $f_{as}$ ),
- b. kekerasan agregat halus dan kasar,
- c. prosedur pemeriksaan mutu untuk pengecoran dan pengangkutan serta pemadatan di lapangan,
- d. umur beton, dan
- e. sifat-sifat tegangan beton juga dipengaruhi oleh kecepatan pembebanan.

### 3.13 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah hubungan linier antara tegangan dan regangan yang sangat penting dan banyak digunakan. Kemiringan garis yang melalui titik  $0,4 f'_c$  didefinisikan sebagai modulus sekan (*secant modulus*), yang lebih umum diambil sebagai modulus elastisitas beton ( $E_c$ ).

$$\text{Modulus Elastisitas } (E_c) = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3.17)$$

Dengan :  $\sigma =$  tegangan pada  $0,4$  kuat tekan uji ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\epsilon =$  regangan yang dihasilkan dari tegangan

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

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad (\text{MPa}) \quad (3.18)$$

Sedangkan ACI menetapkan rumus untuk menghitung modulus elastisitas dari beton normal dengan berat  $2320 \text{ kg/m}^3$  sebagai berikut :

$$E_c = 15100 \sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (3.19)$$

### 3.14 Modulus Kenyal

Luas daerah di bawah garis sebanding dikenal dengan modulus kenyal. Secara matematis dapat ditulis dengan rumus :

$$E_k = \frac{1}{2} \times \sigma \times \epsilon \quad (3.20)$$

Dengan :  $\sigma$  = tegangan pada 0,4 kuat tekan uji ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\epsilon$  = regangan yang dihasilkan dari tegangan

### 3.14 Kekakuan

Kekakuan beton dapat dicari dengan cara membagi beban pada saat 0,4  $\sigma$  maksimal dengan deformasi yang terjadi. Secara matematis dapat ditulis dengan rumus :

$$K = \frac{P}{\Delta L} \quad (3.21)$$

Dengan :  $P$  = beban pada saat 0,4  $\sigma$  maksimal (kg)

$\Delta L$  = deformasi (cm)

### 3.15 Kuat Tarik Beton

Untuk pengujian kuat tarik belah silinder (*tensile splitting cylinder test*). Benda uji silinder diletakkan pada alat uji dalam posisi rebah. Beban vertical diberikan sepanjang selimut silinder berangsur-angsur dinaikan pembebanannya dengan kecepatan 265 kN/menit hingga dicapai nilai maksimum dan terbelah oleh karena beban tarik horizontal. Kuat tarik dihitung berdasarkan formula Method for Determination of Tensile Splitting (british Standart Institution, 1983) sebagaimana terlihat dalam rumus dibawah ini:

$$f_{tr} = \frac{2 \times F'}{\pi \times l \times d} \quad (3.22)$$

dimana,  $f_{tr}$  = Kuat tarik beton (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $F'$  = Beban maksimum (kg)  
 $l$  = Tinggi silinder (cm)  
 $d$  = Diameter Silinder (cm)

### 3.16 Perencanaan Campuran Beton Berdasarkan ACI (*American Concrete Institute*)

a. Hitung kuat tekan rata-rata beton dengan memakai rumus :

$$m = 1,64 \times S_d \quad (3.23)$$

$$f_{cr} = f'c + m \quad (3.24)$$

Keterangan :  $S_d$  = nilai deviasi standar (kg/cm<sup>2</sup>)

$m$  = nilai margin (MPa)

$f'c$  = kuat desak yang disyaratkan (MPa)

$f_{cr}$  = kuat desak rerata (MPa)

Untuk nilai deviasi standar dapat dicari berdasarkan tabel 3.8

**Tabel 3.8 Nilai Deviasi Standar**

Isi Pekerjaan		Deviasi Standar / s (kg/cm <sup>2</sup> )		
sebutan	Jumlah Beton (m <sup>2</sup> )	Baik sekali	baik	Dapat Diterima
Kecil	<1000	45 < s ≤ 55	55 < s ≤ 65	65 < s ≤ 85
Sedang	1000 - 3000	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 55	55 < s ≤ 75
besar	> 3000	25 < s ≤ 35	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 65

b. Dihitung nilai faktor air semen dengan tabel 3.9.

**Tabel 3.9 Hubungan nilai faktor air semen dan kuat tekan rata-rata**

Faktor Air Semen	Perkiraan Kuat Tekan RataRata (MPa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,8	14

Dan dari tabel 3.10 didapat nilai fas maksimum

**Tabel 3.10 Nilai faktor Air Semen Maksimum**

Beton di dalam ruang bangunan		
a	Keadaan keliling non korosif	0,6
b	Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,25
Beton di luar ruang bangunan		
a	Tidak terlindung dari hujan dan tarik matahari langsung	0,6
b	Terlindung dari hujan dan tarik matahari langsung	0,6
Beton yang masuk ke dalam tanah		
a	Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b	Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0,52
Beton yang kontinu berhubungan dengan air		
a	Air tawar	0,57
b	Air laut	0,52

- c. Nilai slump didapat dari tabel 3.11.

**Tabel 3.11 Nilai Slump (cm)**

Uraian	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

- d. Tetapkan jumlah air yang dibutuhkan per m<sup>3</sup> beton dengan berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimum krikil menurut tabel 3.12.

**Tabel 3.12 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat (liter).**

Slump (mm)	Ukuran maksimum agregat (mm)		
	10	20	40
25 – 50	206	182	162
75 -100	226	203	177
150 – 175	240	212	188
Udara terperangkap (%)	3	2	1

- e. Dihitung jumlah semen yang diperlukan per meter kubik beton dengan rumus:

$$w_s = \frac{A}{fas} \quad (3.25)$$

keterangan :  $w_s$  = berat semen (ton)

$A$  = volume air (m)

$fas$  = faktor air semen

- f. Dihitung volume kerikil berdasarkan ukuran maksimum dan modulus halus butir pasir dengan tabel 3.13.

**Tabel 3.13 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m<sup>3</sup> beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus pasirnya (m<sup>3</sup>).**

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butir pasir			
	2,4	2,6	2,8	3,0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

Volume kerikil dapat dihitung dengan rumus :

$$w_k = B_{j_k} \times mhb \quad (3.11)$$

Keterangan :  $w_k$  = berat kerikil (kg)

$B_{j_k}$  = berat jenis kerikil (t/m<sup>3</sup>)

mhb = modulus halus butir (m<sup>3</sup>)

- g. Jumlah volume absolute air, semen, kerikil dan udara adalah :

$$v_t = v_a + v_c + v_k + v_u \quad (3.26)$$

Keterangan :  $v_t$  = volume absolute air, semen, kerikil dan udara (m<sup>3</sup>)

$v_a$  = volume air (m<sup>3</sup>)

$v_c$  = volume semen (m<sup>3</sup>)

$v_k$  = volume kerikil (m<sup>3</sup>)

$v_u$  = volume udara (m<sup>3</sup>)

Volume absolute pasir

$$v_p = 1 - v_t \quad (3.27)$$

Keterangan :  $v_p$  = Volume pasir ( $m^3$ )

$v_t$  = volume absolute air, semen, kerikil dan udara ( $m^3$ )

h. Kontrol hitungan dengan menghitung berat 1  $m^3$  beton , yaitu berat total air, semen, kerikil, dan pasir:

$$\text{Berat beton} = w_a + w_s + w_k + w_p \quad (3.28)$$

Keterangan :  $w_a$  = berat air (ton)

$w_s$  = berat semen (ton)

$w_k$  = berat krikil (ton)

$w_p$  = berat pasir (ton)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 رابطة الجامعات الإسلامية



## BAB IV

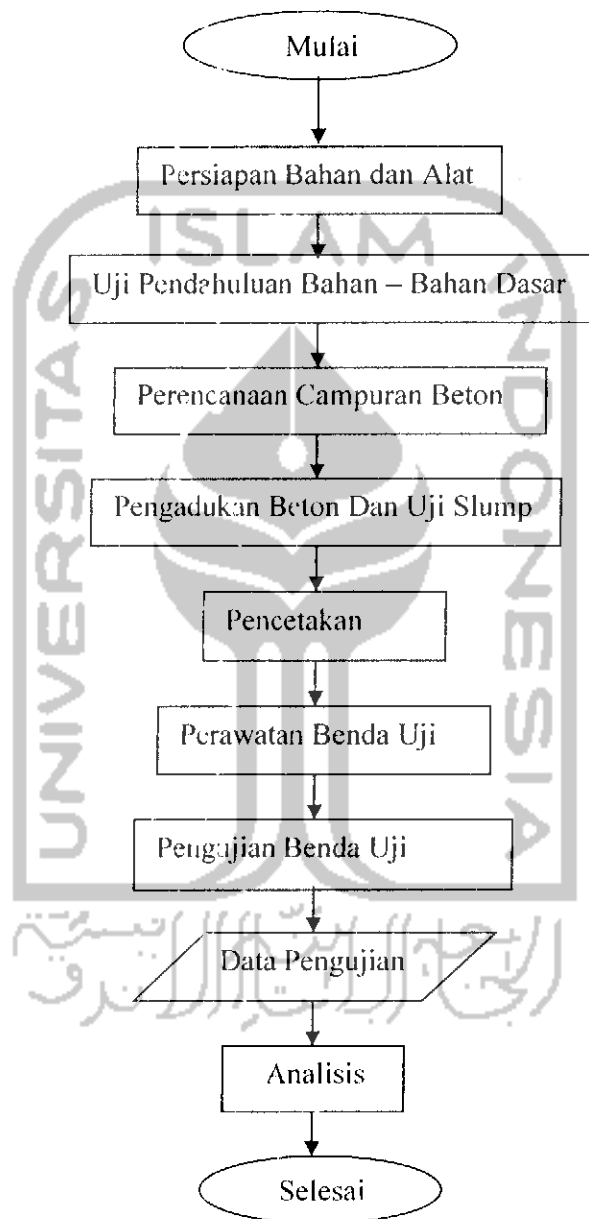
### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Umum

Penelitian ini merupakan uji laboratorium yang dilakukan untuk mencari perbandingan kuat desak dan tarik antara benda uji silinder yang menggunakan campuran agregat halus (pasir) asal Lampung dengan pasir Yogyakarta. Agar diharapkan hasil penelitian yang memuaskan maka digunakan metode penelitian dalam pelaksanaannya. Pelaksanaan metode penelitian yang dilakukan meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Pengumpulan data awal.
2. Alat-alat yang digunakan,
3. Pelaksanaan penelitian,
4. Pembuatan benda uji,
5. Penentuan nilai slump,
6. Pelaksanaan perawatan, dan
7. Pengujian kuat desak dan tarik benda uji.

Adapun langkah – langkah penelitian sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir Gambar 4.1 :



**Gambar 4.1** *Flowchart* metode penelitian

## 4.2 Persiapan Bahan dan Alat

Sebelum melaksanakan penelitian perlu diadakan persiapan bahan dan alat yang digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian.

### 4.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Semen

Dipakai semen Portland jenis 1 merk Nusantara. Semen dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan perekat adukan beton (*binder*). Semen jenis ini dipilih karena paling umum digunakan sebagai perekat adukan beton dan tidak memerlukan persyaratan khusus. Penelitian kualitas semen dalam penelitian ini hanya dilakukan dengan pengamatan secara visual terhadap kemasan dan kehalusan butirannya.

#### 2. Agregat

Dalam penelitian ini digunakan 2 macam agregat, yaitu :

##### a. Agregat halus (pasir)

Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang terdiri dari 2 jenis pasir yaitu pasir putih dari sungai Gunung Sugih, Metro, Lampung dan pasir hitam dari Kaliurang, Sleman, Jogjakarta yang berdiameter lolos saringan 4,75 mm. Pasir sebelum digunakan dilakukan penyelidikan yang bertujuan untuk memperoleh distribusi ukuran butir (*gradasi*), berat volume dalam keadaan jenuh kering muka (SSD) dan kandungan lumpur.

### **b. Agregat Kasar (kerikil)**

Agregat kasar yang digunakan adalah batuan pecah dari daerah Celereng, Kulon Progo, Jogjakarta. Memperhatikan ukuran penampang model dipilih batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm. Penyelidikan batu pecah bertujuan memperoleh data tentang berat jenis dan berat volume dalam keadaan SSD. Batu pecah sebelum digunakan dicuci dahulu dan fraksi batu-batu pecah dipisahkan menggunakan ayakan.

### **3. Air**

Air yang digunakan adalah air yang diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta. Pengamatan dilakukan secara visual, yaitu jernih dan tidak berbau.

#### **4.2.2 Alat**

Untuk kelancaran penelitian ini diperlukan beberapa peralatan penelitian yang digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

##### **1. Saringan**

Saringan ini digunakan untuk menyaring pasir dan kerikil agar diperoleh diameter yang dibutuhkan.

##### **2. Timbangan**

Timbangan yang dipakai untuk menimbang berat bahan ada 2 jenis, yaitu timbangan halus untuk menimbang bahan halus dan timbangan

kasar untuk menimbang bahan kasar dan berat. Pada penelitian ini dipakai timbangan halus merk *Ohaus* dengan kapasitas 20 kg dan 5 kg, sedangkan timbangan kasar merk *Fagani* dengan kapasitas 500 kg.

### 3. Mistar dan Kaliper

Mistar dan kaliper digunakan untuk mengukur benda uji. Mistar juga digunakan untuk mengukur penurunan nilai *slump* yang terjadi.

### 4. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk menakar jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan adukan beton atau pasta semen. Kapasitas gelas ukur yang dipakai adalah 1000 cc.

### 5. Kerucut Abrams

Kerucut ini digunakan untuk mengukur kelecakan pada percobaan *slump*. Kerucut ini mempunyai dua lubang pada ujungnya, dengan diameter atas 100 mm dan diameter bawah 200 mm, serta tinggi 300 mm. Alat ini dilengkapi tongkat pemadat dari baja dengan panjang 600 mm dan berdiameter 16 mm yang ujungnya berbentuk bulat.

### 6. Cetok, Talam Baja dan Ember.

Cetok digunakan sebagai alat untuk memasukkan benda uji ke dalam kerucut Abrams dan cetakan benda uji. Talam digunakan sebagai alas pengujian *slump* dan menampung adukan beton dari mesin pengaduk (molen). Ember digunakan sebagai wadah pengambilan dan penimbangan bahan-bahan adukan beton.

#### 7. Cetakan Benda Uji

Cetakan benda uji terbuat dari pelat baja. Cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Cetakan benda uji ini mempunyai baut pada sisi luarnya, sehingga memudahkan pelepasannya.

#### 8. Pengaduk Beton (Molen)

Mesin ini berfungsi untuk mengaduk bahan penyusun beton sehingga menjadi adukan beton yang homogen. Mesin ini digerakkan dengan generator listrik.

#### 9. Mesin Uji Desak Beton

Mesin uji desak beton merk *Controlls* digunakan untuk menguji kuat desak beton dengan beban yang dapat dibaca pada skala pembebanan. Kapasitas mesin ini adalah 2000 kN.

#### 10. Mesin Uji Kuat Tarik

Digunakan untuk mengetahui kuat tarik dan kuat leleh tulangan baja. Dalam penelitian ini digunakan *Universal Testing Machine (UTM)* merk *Shimatsu* type UMH 30 dengan kapasitas 30 ton

### 4.3 Pelaksanaan Penelitian

#### 4.3.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kandungan Lumpur dalam agregat pasir baik sebelum maupun sesudah mengalami pencucian. Alat yang terpakai antara lain : gelas ukur 250 cc, timbangan, air, oven dengan suhu ( 105 – 110 )° C dan alat tulis. Adapun tahapan yang dilakukan :

- 1) Persiapkan alat dan bahan (pasir) terlebih dahulu.
- 2) Timbang piring sebelum digunakan untuk tempat pasir ( $w_{pi}$ )
- 3) Pasir 100 gram ditimbang, lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 cc dan diisi dengan air jernih hingga setinggi 12 cm di atas muka pasir.
- 4) Gelas ukur di kocok-kocok selama  $\pm 25$  kali, biarkan selama  $\pm 1$  menit, bila air dalam gelas masih terlihat keruh maka air dibuang dan diisi kembali dengan air jernih.
- 5) Lakukan hingga pasir dalam gelas ukur jernih, lalu air dipisahkan dengan pasir dan dibuang, pasir letakkan dalam piring, kemudian masukkan dalam oven pada suhu  $(105 - 110)^\circ C$  selama  $\pm 36$  jam.
- 6) Pasir dikeluarkan dari oven didinginkan, dan ditimbang beratnya ( $w_{ko}$ ), setelah itu pasir dibuang.

#### 4.3.2 Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan daerah gradasi agregat halus yang akan digunakan dalam penelitian.

Alat-alat yang digunakan :

- 1) Timbangan
- 2) Satu set saringan dengan urutan ukuran pakai  $1\frac{1}{2}$  in,  $\frac{3}{4}$  in,  $\frac{3}{8}$  in, no. 4, no 8, no. 16, no 30, no. 50, no. 100, no. 200. ( standar ASTM )

Tahapan pemeriksaan :

- 1) Agregat diambil sebanyak 1000 gram untuk agregat halus
- 2) Persiapkan saringan sesuai dengan urutan, lalu letakkan saringan tersebut pada mesin penggoyang.

- 3) Agregat yang telah ditimbang tersebut letakkan pada saringan.
- 4) Aktifkan mesin penggoyang selama  $\pm 15$  menit.
- 5) Setelah itu, ambil agregat dan timbang setiap agregat yang tertinggal pada setiap saringan.
- 6) Catat setiap berat agregat yang tertinggal hitung dalam persentase.
- 7) Tentukan daerah gradasi dengan menggunakan tabel 3.3

#### 4.3.3 Pemeriksaan Modulus Halus Butir

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan saringan.

Alat-alat yang digunakan :

- 1) Timbangan
- 2) Satu set saringan dengan urutan ukuran pakai  $1 \frac{1}{2}$  in,  $\frac{3}{4}$  in,  $\frac{3}{8}$  in, no. 4, no. 8, no. 16, no. 30, no. 50, no. 100, no. 200. ( standar ASTM )
- 3) Oven yang dilengkapi pengatur suhu.
- 4) Talam ( loyang )
- 5) Mesin penggoyang saringan

Tahapan pemeriksaan :

- 1) Agregat diambil sebanyak 1000 gram, kemudian masukkan kedalam oven pada suhu  $( 100 \pm 25 )^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
- 2) Keluarkan agregat diamkan sejenak, lalu ambil sebanyak 1000 gram untuk agregat halus dan 5000 gram untuk agregat kasar.
- 3) Persiapkan saringan sesuai dengan urutan, lalu letakkan saringan tersebut pada mesin penggoyang.
- 4) Agregat yang telah ditimbang tersebut letakkan pada saringan.



- 5) Aktifkan mesin penggoyang selama  $\pm 15$  menit.
- 6) Setelah itu, ambil agregat dan timbang setiap agregat yang tertinggal pada setiap saringan.
- 7) Catat setiap berat agregat yang tertinggal.
- 8) Lakukan percobaan diatas pada agregat kasar dan agregat halus.

#### 4.3.3 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat kering permukaan jenuh ( SSD ) dan penyerapan dari agregat.

- 1) Berat jenis permukaan jenuh ( SSD ), yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- 2) Penyerapan adalah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap agregat kering.

##### a. Agregat Kasar

Adapun alat-alat yang dipersiapkan :

- 1) Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm ( no. 6 atau no. 8 ) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
- 2) Tempat air dengan bentuk dan kapasitas yang sesuai dengan pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan alat pipa, sehingga permukaan air selalu tetap.
- 3) Timbangan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- 4) Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu hingga (  $100 \pm 5$  )°C.

5) Alat pemisah contoh.

6) Saringan no. 4

Untuk pelaksanaan pengujian dikerjakan melalui tahapan :

- 1) Setelah dicuci ( 5000 gram ) batu pecah direndam dalam air pada suhu kamar selama (  $24 \pm 4$  ) jam.
- 2) Batu pecah dimasukkan dalam keranjang, kemudian dimasukkan kedalam bak terendam yang terisi air dan gancang-goncangkan agar udara yang tersekap dapat keluar. Kemudian ditimbang beratnya dalam air. (  $w_{aa}$  )
- 3) Batu pecah dikeluarkan dari air dan lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang ( SSD ). Untuk ukuran yang besar pengeringnya satu persatu.
- 4) Batu pecah ditimbang dalam kering permukaan jenuh. (  $w_{ju}$  )
- 5) Batu pecah dikeringkan dalam oven antara suhu (  $100 - 110$  )°C, sampai kering.
- 6) Batu pecah dikeluarkan dari oven, didiamkan sampai mencapai suhu ruangan lalu ditimbang sehingga diperoleh berat kering. (  $w_{ku}$  )

**b. Agregat Halus**

Peralatan yang digunakan, antara lain :

- 1) Timbangan halus dengan ketelitian 0,1 gram.
- 2) Picnometer dengan kapasitas 500 ml
- 3) Conne / kerucut terpacung ( tabung kerucut dengan penumbuknya ) dengan ukuran diameter atas (  $40 \pm 3$  ) mm dan diameter bawah (  $90 \pm$



3 ) mm, dengan tebal logam 0,8 mm, dan ukuran penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (  $340 \pm 15$  ) gram diameter permukaan penumbuk (  $25 \pm 3$  ) mm.

- 4) Saringan no. 4.
- 5) Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai (  $110 \pm 5$  )° C.
- 6) Loyang seng dan loyang plastik ( talam ).
- 7) Kuas, bejana tempat air dan alat yang lainnya.
- 8) Thermometer.
- 9) Pompa hampa udara ( vacuum pump ) atau tungku.
- 10) Air suling.

Tahapan pemeriksaannya :

- 1) Pasir sebanyak 500 gram ditimbang.
- 2) Pasir dikeringkan didalam oven pada suhu (  $150 \pm 5$  )° C, sampai kering tetap / berat tetap, didinginkan pada suhu ruang dan kemudian direndam didalam air selama (  $24 \pm 4$  ) jam sampai basah jenuh. Berat tetap yang dimaksudkan adalah keadaan berat pasir selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1 %.
- 3) Air rendaman dibuang dengan hati-hati jangan sampai ada butiran yang hilang.

- 4) Pasir dimasukkan kedalam loyang seng, kemudian dipanaskan dengan menggunakan kompor dan dengan dibolak-balik hingga kering permukaan jenuh.
- 5) Untuk mengetahui Lering permukaan semu dengan jalan ditest memakai conne dengan diisi sebanyak 3 lapis hingga penuh dimana tiap lapis ditumbuk lapis pertama 8 kali, lapis kedua 8 kali dan lapis ketiga 9 kali, kemudian conne diangkat dengan hati-hati, kalau pasir masih berbentuk kerucut seperti conne berarti benda uji belum mencapai kering permukaan jenuh.
- 6) Pekerjaan no. 4 dan no. 5 diulang lagi sampai kering permukaan jenuh ( SSD ).
- 7) Kalau sudah mencapai keadaan SSD pasir ditimbang sebanyak 500 gram dan dimasukkan kedalam picnometer yang sudah diketahui beratnya, kemudian diisi lagi dengan air suling sebanyak 90 % dari kapasitas picnometer.
- 8) Picnometer yang sudah berisi pasir dan air suling diletakkan diatas kompor yang sudah dinyalakan, kemudian direbus untuk menghilangkan gelembung udara yang ada didalam pasir atau dapat digunakan pipa hampa udara guna mempercepat proses tersebut tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terhisap.
- 9) Setelah mendidih didiamkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian ditambah air suling sebanyak yang diperlukan ( sampai batas maksimal ) lalu ditimbang. Perhitungkan suhu standar 25°C.

- 10) Ditambahkan dengan air sampai tanda batas dan timbang picnometer berisi air dan pasir sampai ketelitian 0,1 gram. ( $w_1$ ).
- 11) Pasir dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu ( $110 \pm 5$ ) $^{\circ}\text{C}$  samapi berat tetap, kemudian didinginkan dan diuji dalam desikator.
- 12) Setelah dingin pasir ditimbang ( $W_{ku}$ ). Ditentukan berat picnometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25 $^{\circ}\text{C}$ . (W)

#### 4.3.4 Pemeriksaan Berat Volume Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat agregat per satuan volume.

Adapun peralatan yang dipersiapkan :

- 1) Tabung silinder ( $\varnothing 15 \times t 30$ ) cm.
- 2) Timbangan kapasitas 20 kg.
- 3) Tongkat penumbuk  $\varnothing 16$  panjang 60 cm.
- 4) Serok, sekop, lap.

Tahapan pemeriksaannya :

- 1) Timbang berat tabung ( $W_1$ ) dan volume tabung (V)
- 2) Isi tabung dengan agregat dengan setiap  $\frac{1}{3}$  volume ditumbuk sebanyak 25 kali, lalu ditimbang ( $W_{ku}$ ).
- 3) Lakukan pada agregat kasar dan agregat halus.

#### 4.4 Perencanaan Campuran Beton

Setelah pemeriksaan bahan campuran beton, dilakukan perencanaan pencampuran adukan (*Mix Design*) dengan metode ACI untuk mengetahui proporsi perbandingan bahan penyusun yang meliputi perbandingan antara berat PC : pasir : agregat : air. Adapun langkah-langkah yang ditempuh adalah seperti yang tercantum pada Sub bab 3.8. Perhitungan campuran beton dengan metode ACI ini dapat dilihat pada lampiran.

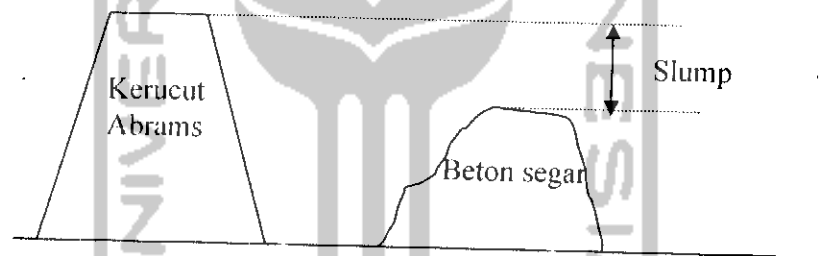
#### 4.5 Pembuatan Campuran Beton

Pembuatan campuran beton dalam penelitian ini berpedoman pada SK-SNI T-28-1991-03 tentang cara pengadukan dan pengecoran beton. Pembuatan campuran dilakukan dengan molen. Cara pembuatan campuran dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan material pada saat perhitungan campuran beton (*Mix Design*). Apabila nilai *slump* telah memenuhi *slump* yang direncanakan, pelaksanaan pengecoran siap dilaksanakan. Beton yang telah memenuhi persyaratan tersebut ditumpahkan pada bak penampungan adukan beton dan ditampung dengan ember untuk dibawa ke tempat cetakan.

#### 4.6 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat workabilitas (kemudahan dalam

pengerjaan) dari campuran beton yang telah dibuat. Tabung kerucut Abrams bagian dalam dibasahi dengan air dan disiapkan di atas plat baja. Beton segar dimasukkan ke dalam tabung kerucut dan setiap 1/3 volumenya ditusuk-tusuk 25 kali dengan penumbuk baja sampai isi kerucut Abrams penuh. Beton diratakan permukaannya dan dibiarkan selama 0,5 menit, selanjutnya corong kerucut diangkat pelan-pelan secara vertikal tanpa ada gaya horisontal. Tabung kerucut diletakkan di sebelahnya, pengukuran *slump* dilakukan dari bagian tertinggi beton segar sampai ujung atas kerucut Abrams. Nilai yang didapat merupakan nilai *slump*, penggambaran dari pengujian nilai *slump* pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengukuran nilai slump

#### 4.7 Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini dibuat 100 buah benda uji berbentuk silinder dengan menggunakan cetakan silinder diameter 15 cm dengan ketinggian 30 cm, dengan perincian seperti yang terlihat dalam Tabel 4.1

**Tabel 4.1 Jumlah benda uji**

Variasi	Uji Kuat Tekan Umur Beton			Uji Tarik Umur Beton	Uji Teg-Reg Umur Beton
	14	21	28	28	28
BPL 0%	5	5	5	5	2
BPL 25%	5	5	5	5	2
BPL 50%	5	5	5	5	2
BPL 75%	5	5	5	5	2
BPL 100%	5	5	5	5	2

Keterangan :

1. BPL 0% : Beton berkadar Pasir Lampung 0% atau Beton menggunakan Pasir hitam Yogyakarta secara keseluruhan.
2. BPL 25% : Beton berkadar Pasir Putih Lampung 25% dan Pasir Hitam Yogyakarta 75%.
3. BPL 50% : Beton berkadar Pasir Putih Lampung 50 dan Pasir Hitam Yogyakarta 50.
4. BPL 75% : Beton berkadar Pasir Putih Lampung 75% dan Pasir Hitam Yogyakarta 25%.
5. BPL 100%: Beton berkadar Pasir Putih Lampung 100% atau tanpa Pasir Hitam Yogyakarta.

Langkah-langkah pembuatan benda uji silinder :

- 1) melakukan penimbangan bahan-bahan, seperti semen, pasir, kerikil sesuai dengan kebutuhan rencana campuran adukan beton,
- 2) memasukkan semen, pasir, kerikil, air sedikit demi sedikit ke dalam molen, dilanjutkan dengan menghidupkan molen,



- 3) pada saat molen mulai berputar diusahakan selalu dalam keadaan miring sekitar  $45^\circ$ , agar terjadi adukan beton yang merata,
- 4) setelah adukan beton terlihat merata, kemudian dituang secukupnya dan dilakukan pengujian nilai *slump* dengan menggunakan kerucut Abrams,
- 5) mempersiapkan cetakan-cetakan silinder yang akan dipakai untuk mencetak benda uji dengan terlebih dahulu diolesi dengan oli,
- 6) mengeluarkan adukan beton dari molen, dan ditampung pada talam,
- 7) memasukkan adukan beton ke dalam cetakan dengan memakai cetok, dilakukan sedikit demi sedikit sambil ditusuk-tusuk supaya tidak keropos.
- 8) adukan yang telah dicetak diletakkan di tempat yang terlindung dari sinar matahari dan hujan, didiamkan selama  $\pm 24$  jam,
- 9) cetakan dapat dibuka dengan memberikan kode atau keterangan pada beton.

#### 4.8 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton sangat perlu dilakukan agar permukaan beton tetap dalam keadaan lembab. Penguapan dapat menyebabkan kehilangan air yang cukup berarti sehingga dapat mengakibatkan proses hidrasi berjalan tidak sempurna, dengan konsekuensi berkurangnya kekuatan beton. Penguapan dapat juga menyebabkan penyusutan kering 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 perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari dan bahkan beberapa minggu (Murdock dan Brook, 1986).

Pada penelitian ini, perawatan beton dilakukan dengan cara merendam semua benda uji sampai sehar' sebelum benda uji tersebut dilakukan pengujian. Perawatan yang baik terhadap beton akan memperbaiki beberapa segi dari kualitasnya. Di samping lebih kuat dan lebih awet terhadap agresi kimia, beton ini juga lebih tahan terhadap aus dan lebih kedap air.

Pengujian kuat desak beton dilakukan dengan benda uji silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm pada umur 14, 21 dan 28 hari. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

- a. mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya,
- b. menimbang benda uji,
- c. pada saat mencetak benda uji, agar permukaan silinder rata, dilakukan *keeping* dengan menaburi bubuk semen, kemudian diratakan,
- d. memasang alat ukur regangan pada posisi yang telah ditentukan,
- e. meletakkan benda uji di atas mesin penguji desak, lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan setiap 10N secara berangsur-angsur sampai silinder runtuh, dan
- f. mencatat beban maksimum yang terjadi, ketika benda uji mulai mengalami kehancuran.

#### 4.9 Pengujian Kuat Desak Beton

Pengujian kuat desak beton dilakukan dengan benda uji silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm pada umur 14, 21 dan 28 hari. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

- g. mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya,
- h. menimbang benda uji,
- i. pada saat mencetak benda uji, agar permukaan silinder rata, dilakukan *keeping* dengan menaburi bubuk semen, kemudian diratakan,
- j. memasang alat ukur regangan pada posisi yang telah ditentukan,
- k. meletakkan benda uji di atas mesin penguji desak, lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan setiap 10N secara berangsur-angsur sampai silinder runtuh, dan
- l. mencatat beban maksimum yang terjadi, ketika benda uji mulai mengalami kehancuran.
- m. mencatat regangan, khususnya untuk pengujian kuat desak hingga mencapai pembebanan maksimal.

#### 4.10 Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton dilakukan dengan uji pecah belah silinder. Silinder diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji, dan ditekan. Besar gaya tekan yang menyebabkan benda uji terbelah menjadi dua bagian dicatat. Kuat tarik beton dapat diketahui dengan dua kali beban ultimit yang kemudian dibagi dengan luas daerah yang didesak sepanjang silinder yang direbahkan.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Penelitian

Untuk memperjelas penyajian hasil penelitian, berikut ini akan diuraikan ringkasan hasil pengujian dari material penyusun beton, gradasi agregat halus (pasir), kuat desak beton, kuat tarik beton, dan konversi umur beton. Adapun hasil dari pengujian yang telah dilakukan, kami lampirkan dalam bentuk tabel dan grafik pada sub-sub bab berikut ini.

#### 5.2 Uji Material

Uji material dimaksudkan untuk mengetahui data awal mengenai material pakai. Data awal itu antara lain kandungan lumpur dalam pasir, modulus halus butir, berat jenis, dan penyerapan air. Data-data yang di dapat akan dipergunakan sebagai acuan perhitungan campuran beton.

Adapun data-data yang diperoleh :

**Tabel 5.1 Hasil Pengujian Material**

Penelitian	Pasir putih Lampung	Pasil hitam Yogyakarta	kerikil
Kandungan lumpur dalam pasir	3,05 %	4,25 %	-
Modulus halus butir	2,58	2,65	-
Berat jenis SSD	2,555	2,655	2,64
Penyerapan air	2,25	4,31	2,455
Ukuran agregat maksimum	-	-	20

Dari hasil pengujian material pada tabel 5.1 didapat kandungan lumpur pada pasir putih asal Lampung sebesar 3,05% dan pasir hitam asal Yogyakarta sebesar 4,25%. Kadar lumpur dari kedua jenis pasir tersebut memenuhi syarat PBUI 1982 maksimum sebesar 5% dan tidak perlu dicuci terlebih dahulu, serta kadar lumpur yang tinggi akan diperoleh kekuatan beton yang rendah. Lumpur dalam jumlah yang cukup banyak dapat mengurangi kekuatan beton, karena tendensinya yang menghambat hidrasi semen, serta keadaannya menjadi lebih buruk bilamana lumpur membentuk lapisan yang menyelimuti agregat sehingga mencegah terjadinya adhesi-semen (Murdock dan Brook, 1986).

Berat jenis pasir disini dalam keadaan SSD yaitu sebesar 2,555 untuk pasir putih asal Lampung dan 2,655 untuk pasir hitam asal Yogyakarta sehingga dari hasil tersebut terlihat bahwa berat jenis kedua pasir mengalami perbedaan yang dapat mempengaruhi kekuatan beton. Berat jenis agregat akan mempengaruhi besarnya berat jenis beton itu sendiri, semakin tinggi berat jenis beton maka kekuatannya akan lebih besar. Pada umumnya berat jenis beton yang lebih ringan akan diperoleh kekuatan yang rendah, kekuatan yang lebih besar dapat dicapai dengan mempergunakan campuran yang lebih "kaya" semen serta memadatkannya sampai berat jenis beton yang lebih besar (Murdock dan Brook, 1986).

Penyerapan air pada penelitian ini untuk pasir putih asal Lampung sebesar 2,25% dan 4,31% untuk pasir hitam asal Yogyakarta. Semakin besar penyerapan menandakan bahwa pori yang dimiliki agregat semakin banyak yang akan mempengaruhi besarnya fas, yang berpengaruh pada pencampuran beton sehingga

semakin tinggi penyerapan air pada agregat akan didapat kekuatan beton yang rendah dikarenakan fas yang lebih besar. Menurut Murdock dan Brook (1986) faktor air semen yang tinggi akan diperoleh kekuatan beton yang rendah

### 5.3 Gradasi Agregat Halus dan Modulus Halus Butir

Analisis gradasi yang dilakukan oleh peneliti meliputi dua jenis agregat halus yaitu, pasir putih asal Lampung dan pasir hitam asal Yogyakarta.

Adapun data-data yang diperoleh :

1. Pasir putih asal Lampung

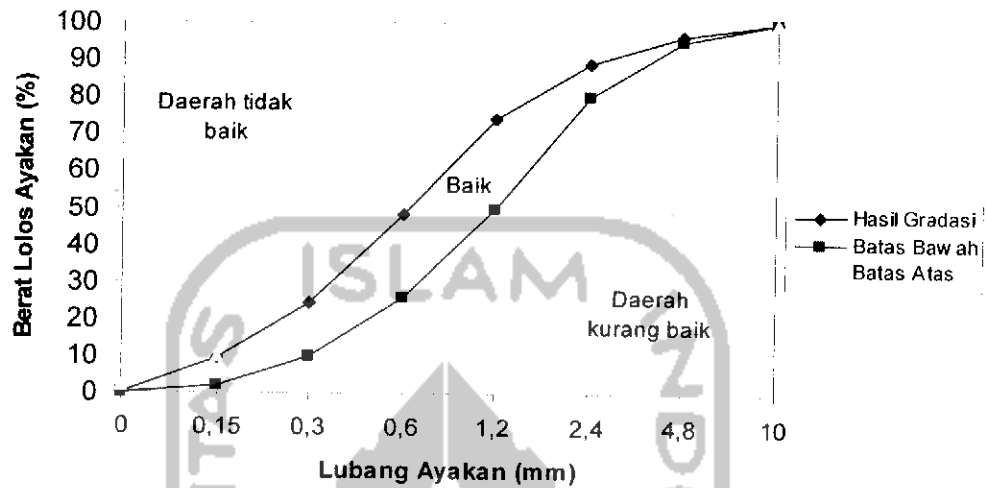
**Tabel 5.2 Hasil gradasi pasir sungai Gunung Sugih Lampung dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71a)**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal		Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C33-71a (%)
	(gram)	(%)			
10.00	0	0	0	100	100
4.80	35	3,5	3,5	96,5	95 - 100
2.40	75	7,5	11	89	85 - 100
1.20	149	14,9	25,9	74,1	50 - 85
0.60	256	25,6	51,5	48,5	26 - 60
0.30	241	24,1	75,6	24,4	10 - 30
0.15	147	14,7	90,3	9,7	2 - 10
Sisa	97	9,7	-	-	0 - 2
Jumlah	1000	100	257,5	-	-

Perhitungan Modulus Halus Butir ( MIIB )

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan}}{\% \text{ Berat Tertahan}} = \frac{257,5}{100} = 2,575 = 2,58$$

Grafik kurva gradasi pasir alami dari sungai Gunung Sugih Lampung ini dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Kurva Gradasi Pasir Sungai Gunung Sugih Lampung

## 2. Pasir hitam asal Yogyakarta

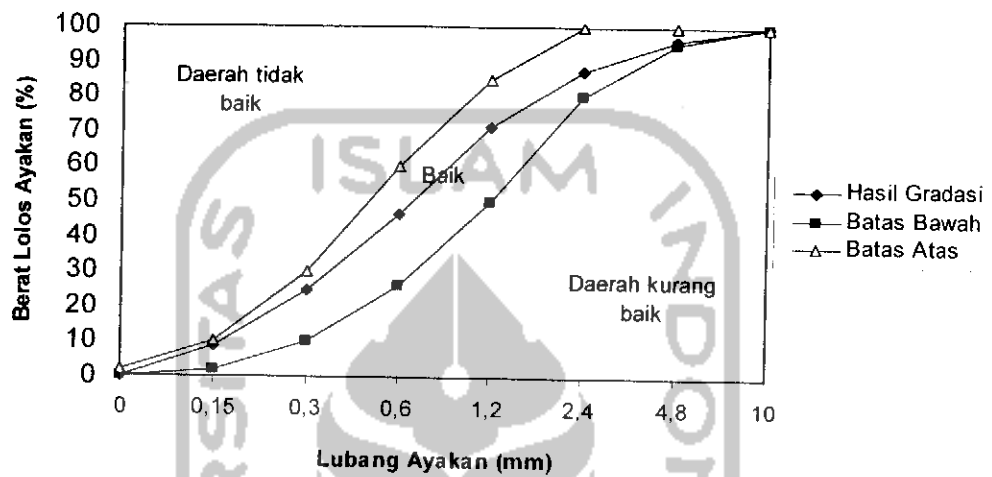
Tabel 5.3 Hasil gradasi pasir Kaliurang Yogyakarta dibandingkan dengan syarat ASTM (C33-71a)

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal		Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C33-71a (%)
	(gram)	(%)			
10.00	0	0	0	100	100
4.80	40	4	4	96	95 - 100
2.40	86	8,6	12,6	87,4	85 - 100
1.20	160	16	28,6	71,4	50 - 85
0.60	246	24,6	53,2	46,8	26 - 60
0.30	220	22	75,2	24,8	10 - 30
0.15	160	16	91,2	8,8	2 - 10
Sisa	88	8,8	-	-	0 - 2
Jumlah	1000	100	264,8	-	-

Perhitungan Modulus Halus Butir ( MHB )

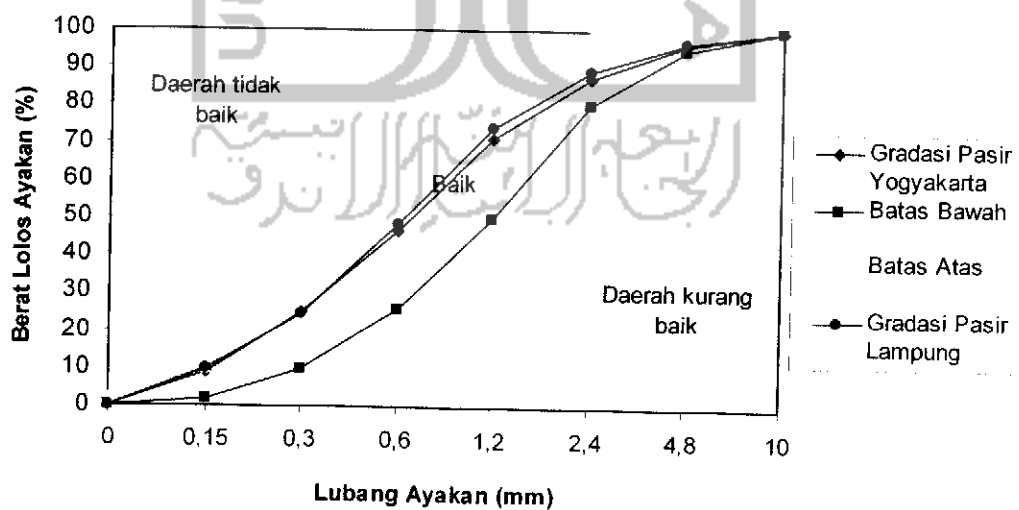
$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan } 264,8}{\% \text{ Berat Tertahan } 100} = \frac{264,8}{100} = 2,648 = 2,65$$

Grafik kurva gradasi pasir alami dari sungai Kaliurang Yogyakarta ini dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Kurva Gradasi Pasir Kaliurang Yogyakarta

Grafik kurva gradasi pasir alami dari Yogyakarta dan pasir asal Lampung ini dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3 Kurva Gradasi Pasir Yogyakarta dan Pasir Lampung



Hampir semua faktor yang berkenaan dengan kenyataan suatu agregat endapan, dalam hal ini pasir sungai, selalu berhubungan dengan sejarah geologi dari daerah sekitarnya. Proses geologis yang membentuk deposit (endapan) atau modifikasi yang berurutan menentukan ukuran gradasi, kebulatan/ketajaman dan sejumlah faktor lain yang berkaitan dengan pertanyaan tentang penggunaannya.

Dilihat dari kurva gradasi yang dihasilkan dari penelitian ini pada tabel 5.2 dan 5.3 serta grafik 5.3, tampak bahwa kedua jenis pasir tersebut baik pasir putih yang berasal dari Lampung maupun pasir hitam yang berasal dari Yogyakarta, memiliki ukuran gradasi yang baik. Artinya, semua memenuhi kurva gradasi standar yang ditetapkan oleh ASTM C 33-71a.

Dalam hal modulus halus butir, kedua jenis pasir tersebut mengalami perbedaan untuk pasir putih asal Lampung sebesar 2,58 dan 2,65 untuk pasir hitam asal Yogyakarta. Adanya nilai gradasi butiran yang bervariasi dari kedua jenis pasir tersebut, berpengaruh pada volume pori yang kecil sehingga diperoleh kemampuan yang tinggi, yang akan menghasilkan kekuatan beton yang lebih besar.

#### **5.4 Workability / Kemudahan Pengerjaan**

Menurut Mulyono (2003) kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai *slump* yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Unsur – unsur yang mempengaruhi antara lain :

1. Jumlah air campuran.

Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan.

2. Kandungan semen.

Jika fas tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya pun akan semakin tinggi.

3. Gradasi campuran/kerikil.

Jika memenuhi syarat dan standar, akan lebih mudah untuk dikerjakan.

4. Bentuk butiran agregat kasar.

Agregat berbentuk bulat – bulat lebih mudah untuk dikerjakan.

5. Butiran maksimum.

6. Cara pemadatan dan alat pemadat.

Hasil pengerjaan sampel beton yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan fas yang tetap sesuai dengan *mix design*, didapat nilai *slump* yang beragam dengan interval antara 80 – 90 mm. Dengan interval dari nilai *slump* yang ada, pengerjaan adukan beton dapat dilakukan dengan mudah baik pada saat pencampuran maupun pemadatan beton segar. Beton yang padat dan kuat diperoleh menggunakan air yang maksimal, konsisten dengan derajat *workability* yang memberikan kepadatan maksimal (Murdock dan Brook, 1986).

Nilai *slump* yang beragam dari setiap adukan beton disebabkan kondisi yang jelek dari mesin aduk beton (molen) dan kerucut abrams yang dipenuhi oleh kerak beton yang tebal, sehingga sulit dicapai homogenitas nilai *slump* rencana 80 mm, tetapi nilai *slump* yang didapat masih dalam batas toleransi nilai *slump* rencana antara 75-150 mm. Nilai *slump* yang diperoleh sebesar 80 - 90 mm tidak terjadi *bleeding*

maupun *segregation*, walaupun ada relatif kecil, menurut Ilham (2003) boleh diabaikan, karena pengaruh terhadap penurunan kuat desak beton tidak ada.

## 5.5 Kuat Desak Beton

### 5.5.1 Hubungan Kuat Desak dan Umur Beton

Nilai kuat desak silinder beton yang dihasilkan pada saat pengujian kemudian dihitung kuat desak rata-ratanya ( $f_{cr}$ ) dari persamaan (3.13), standar deviasi ( $S_d$ ) berdasarkan persamaan (3.14) dan kuat desak karakteristiknya ( $f_c$ ) menggunakan persamaan (3.16). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.4-5.6.

**Tabel 5.4 Hasil uji kuat desak beton umur 14 hari**

No	Variasi	Kuat Desak Rata-rata ( $f_{cr}$ ) (MPa)	Standar Deviasi ( $S_d$ )	Kuat Desak Karakteristik ( $f_c$ ) (MPa)
1	BPL 0%	24,29	1,26	22,23
2	BPL 25%	24,99	1,21	23,01
3	BPL 50%	26,03	1,23	23,95
4	BPL 75%	27,02	1,62	24,37
5	BPL 100%	28,90	2,19	25,14

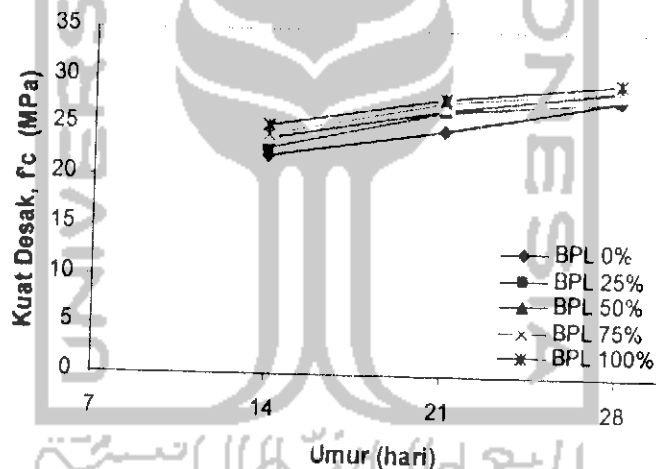
**Tabel 5.5 Hasil uji kuat desak beton umur 21 hari**

No	Variasi	Kuat Desak Rata-rata ( $f_{cr}$ ) (MPa)	Standar Deviasi ( $S_d$ )	Kuat Desak Karakteristik ( $f_c$ ) (MPa)
1	BPL 0%	27,51	1,56	24,95
2	BPL 25%	28,20	0,86	26,79
3	BPL 50%	28,93	1,12	27,10
4	BPL 75%	29,58	1,08	27,81
5	BPL 100%	30,27	1,21	28,28

Tabel 5.6 Hasil uji kuat desak beton umur 28 hari

No	Variasi	Kuat Desak Rata-rata ( $f_{cr}$ ) (MPa)	Standar Deviasi ( $S_d$ )	Kuat Desak Karakteristik ( $f_c$ ) (MPa)
1	BPL 0%	29,10	0,57	28,17
2	BPL 25%	30,53	1,39	28,25
3	BPL 50%	30,90	1,05	29,18
4	BPL 75%	31,27	1,15	29,39
5	BPL 100%	32,23	1,35	30,03

Kuat desak karakteristik dari Tabel 5.4-5.6 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Grafik 5.1. Laju kenaikan kuat desak beton seiring dengan bertambahnya umur beton.



Grafik 5.3 Hubungan Kuat Desak Dengan Umur Beton

Dari gambar Grafik 5.1 dapat kita lihat bahwa nilai kuat desak beton karakteristik secara keseluruhan meningkat dari beton yang menggunakan pasir hitam asal Yogyakarta (BPL 0%) sampai beton yang menggunakan pasir putih asal Lampung (BPL 100%), maupun yang menggunakan variasi campuran dari kedua jenis pasir tersebut ( BPL 25%, BPL 50%, BPL 75% dan BPL 100% ). Kuat desak

beton beton karakteristik ( $f_c$ ) paling optimum pada umur beton 14, 21 dan 28 hari diperoleh dengan variasi beton yang menggunakan pasir putih asal Lampung ( BPL 100% ) pada umur beton 28 hari.

Peningkatan kuat desak beton akan meningkat sejalan dengan lamanya rawatan beton yang dilakukan. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan teori bahwa proses reaksi semen itu lambat dan membutuhkan lebih banyak air untuk melanjutkan proses hidrasi antara semen dan air, maka dengan penambahan air melalui perendaman akan melanjutkan proses hidrasi tersebut dan untuk menggantikan air yang hilang karena penguapan yang terjadi (Tjokrodimulyo, 1995).

#### 5.5.2 Perbandingan $f_c$ Beton Pasir Putih Dengan Pasir Hitam Yogyakarta

Setelah diperoleh  $f_c$  untuk masing-masing variasi, kemudian masing-masing variasi beton dengan penambahan pasir putih Lampung dibandingkan dengan beton berpasir hitam asal Yogyakarta sehingga dapat diperoleh persentase kenaikan  $f_c$ . Adapun hasil peningkatan  $f_c$  dapat dilihat pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7 Persentase peningkatan kuat desak karakteristik ( $f_c$ ) umur 14, 21 dan 28 hari terhadap beton pasir hitam Yogyakarta ( BPL 0%)**

Beton Umur 14 Hari			
No	Variasi	Kuat Desak Karakteristik ( $f_c$ )	Persentase Peningkatan Kuat Desak Karakteristik (%)
1	BPL 0%	22,23	0,00
2	BPL 25%	23,01	3,51
3	BPL 50%	23,95	7,74
4	BPL 75%	24,37	9,63
5	BPL 100%	25,14	13,90

Beton Umur 21 Hari			
No	Variasi	Kuat Desak Karakteristik (fc)	Persentase Peningkatan Kuat Desak Karakteristik (%)
1	BPL 0%	24,95	0,00
2	BPL 25%	26,79	7,36
3	BPL 50%	27,10	8,62
4	BPL 75%	27,81	11,45
5	BPL 100%	28,28	17,81

Beton Umur 28 Hari			
No	Variasi	Kuat Desak Karakteristik (fc)	Persentase Peningkatan Kuat Desak Karakteristik (%)
1	BPL 0%	28,17	0,00
2	BPL 25%	28,25	5,15
3	BPL 50%	29,18	8,83
4	BPL 75%	29,39	11,67
5	BPL 100%	30,03	14,44

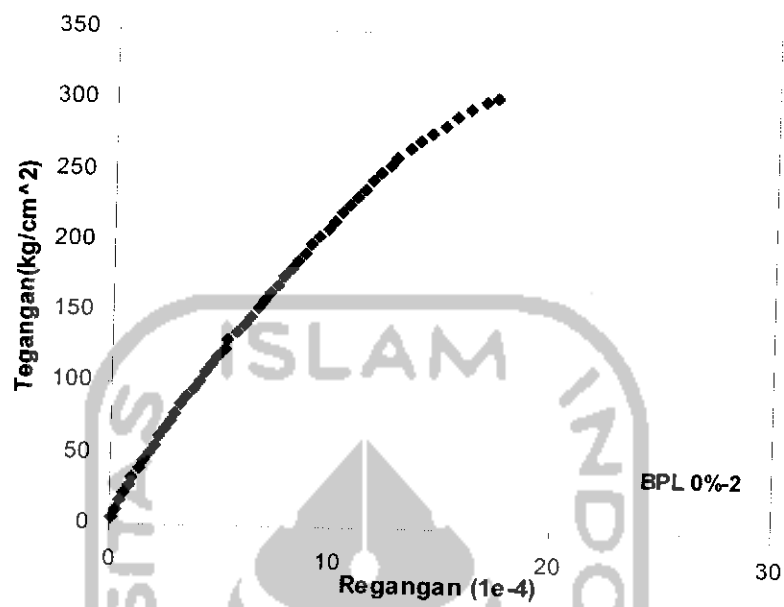
Berdasarkan data penelitian yang disajikan pada Tabel 5.7 diketahui bahwa kuat desak beton BPL 0%, beton BPL 25%, beton BPL 50%, beton BPL 75%, dan beton BPL 100% mengalami peningkatan kuat desak seiring dengan lamanya umur beton 14, 21, dan 28 hari. Benda uji beton dengan penambahan pasir putih asal Lampung 25 % (BPL 25%) mengalami peningkatan kuat desak karakteristik terhadap beton pasir hitam asal Yogyakarta (BPL 0%) pada umur 14, 21 dan 28 hari berturut-turut sebesar 3,51 % ; 7,36 % ; dan 5,15 %. Untuk beton dengan penambahan pasir putih asal Lampung 50 % (BPL 50%) mengalami peningkatan kuat desak karakteristik sebesar 7,74 % ; 8,62 % ; dan 8,83 %. Sedangkan beton dengan penambahan pasir putih asal Lampung 75 % (BPL 75%) mengalami peningkatan kuat desak karakteristik sebesar yaitu sebesar 9,63 % ; 11,45 % ; dan 11,67 %. Serta Untuk beton yang menggunakan pasir putih asal Lampung secara keseluruhan (BPL

Kuat desak beton yang menggunakan pasir putih asal Lampung secara keseluruhan lebih tinggi dari pada beton yang menggunakan pasir hitam asal Yogyakarta. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbedaan sifat dan karakteristik pasir putih asal Lampung dan pasir asal Yogyakarta dalam hal gradasi butiran dimana keduanya mempunyai nilai yang cukup bervariasi yang akan berpengaruh pada pengisian rongga-rongga pada campuran beton sehingga didapat kemampuan yang tinggi, kadar lumpur sebesar 3,05 dan 4,25 yang mempengaruhi ikatan semen dengan agregat dan penyerapan air sebesar 2,25 dan 4,31 yang mempengaruhi kebutuhan air dalam fas yang berpengaruh pada Workability. Hal ini dapat dilihat kuat desak karakteristik beton pada setiap umur beton, misalnya umur 28 hari variasi BPL 0% dan BPL 100%, yaitu sebesar 28,17 MPa dan 30,03 MPa.

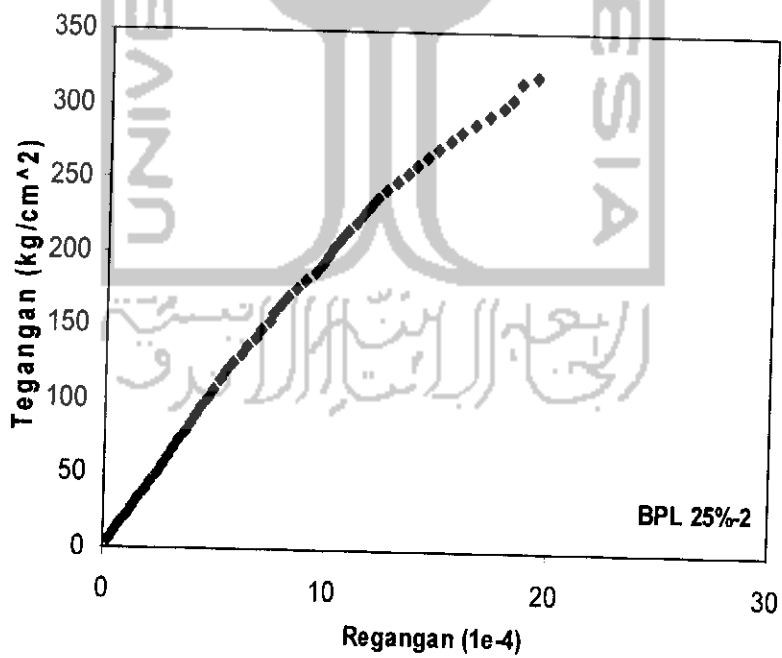
Kekuatan beton dipengaruhi oleh sifat dan karakteristik agregat halus (pasir), baik kehalusan butir, ukuran gradasi maupun sifat-sifat lainnya (Gunawan dan Bantah, 1996) dalam buku Murdock dan Brook (1986).

### 5.5.3 Modulus Elastis

Untuk mengetahui peningkatan daktilitas beton dilakukan pengujian tegangan-regangan. Uji tegangan-regangan ini tidak dilakukan terhadap seluruh sampel benda uji, tapi hanya diambil 2 sampel untuk masing-masing variasi/tipe beton pada umur 28 hari. Dari 2 sampel tersebut, diambil salah satu sampel yang mempunyai data pengujian yang relatif lebih baik dan kuat tekan yang lebih tinggi. Adapun hasil pengujian beton umur 28 hari disajikan dalam bentuk grafik tegangan-regangan yang dapat dilihat pada Grafik 5.2-5.5.

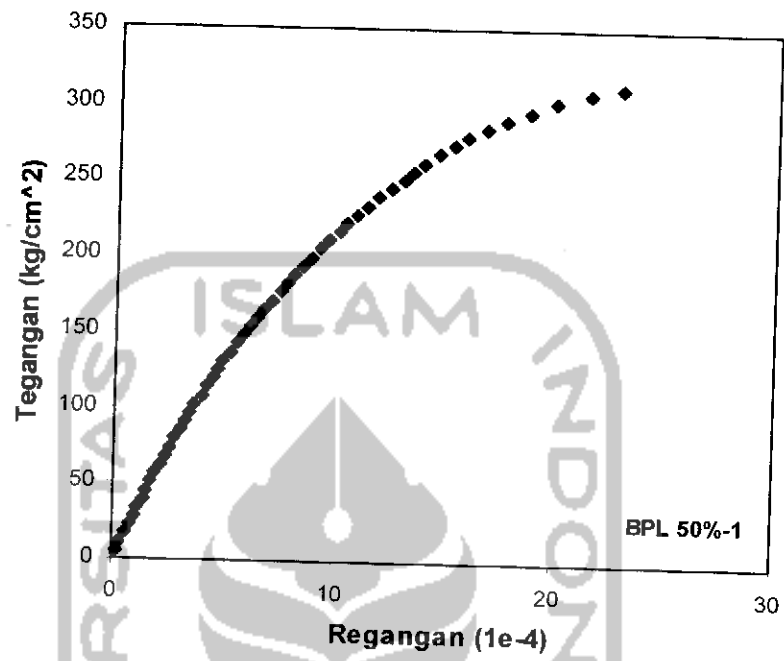


Grafik 5.4 Tegangan-regangan BPL 0% (28 hari)

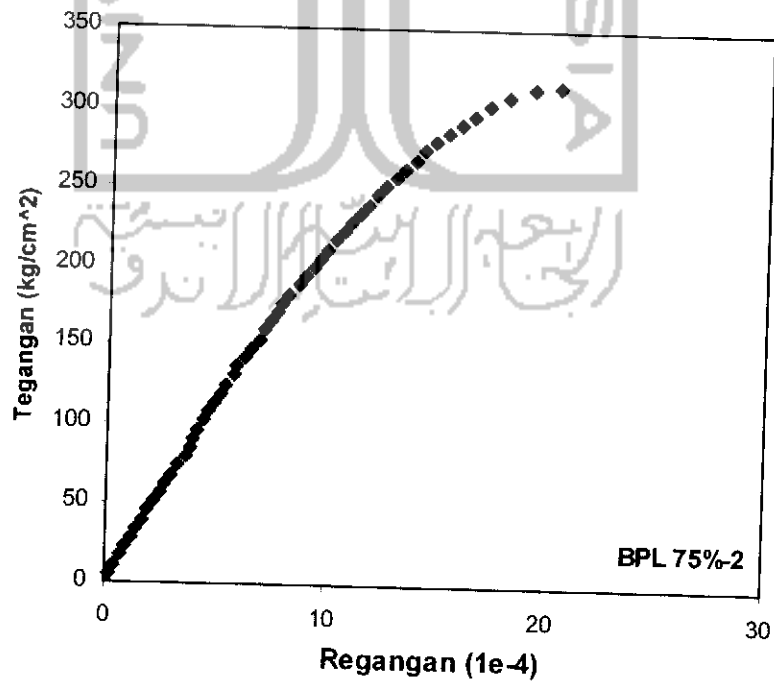


Grafik 5.5 Tegangan-regangan BPL 25% (28 hari)

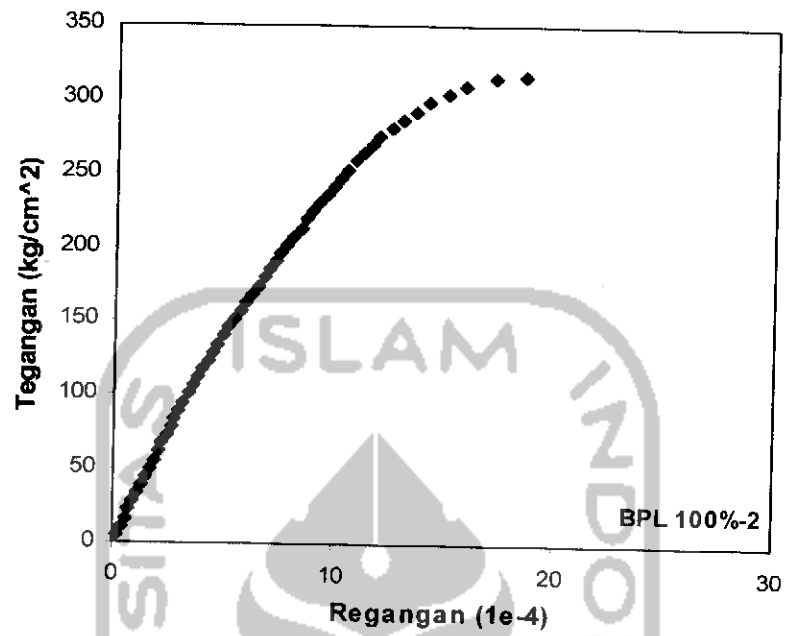




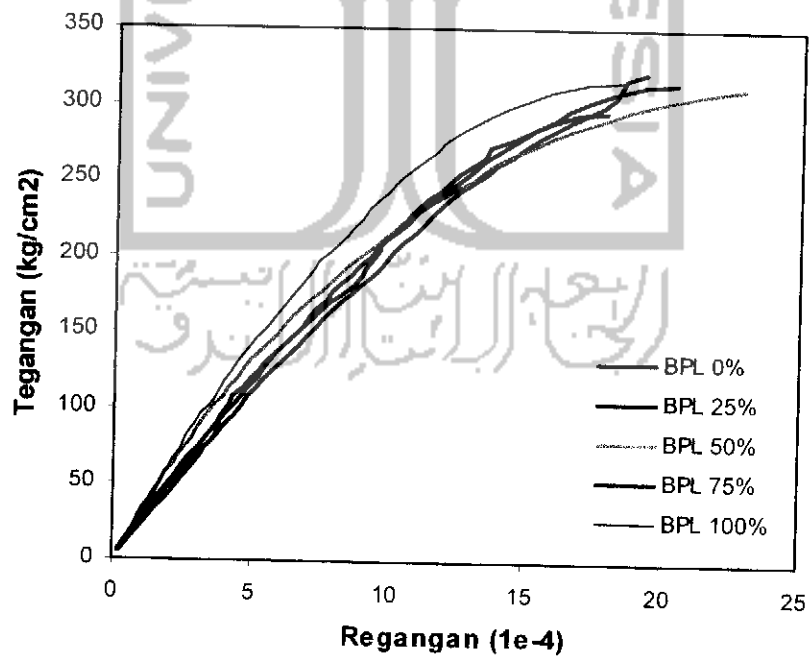
Grafik 5.6 Tegangan-regangan BPL 50% (28 hari)



Grafik 5.7 Tegangan-regangan BPL 75% (28 hari)



Grafik 5.8 Tegangan-regangan BPL 100% (28 hari)



Grafik 5.9 Tegangan-regangan gabungan variasi beton

Dari grafik tegangan-regangan di atas dapat diketahui tingkat daktilitas beton dan diperoleh modulus elastisitas dengan persamaan (3.17), modulus kenyal dengan persamaan (3.20) serta kekakuan beton dari persamaan (3.21) seperti yang terlihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

**Tabel 5.8 Modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan**

No	Tipe	Modulus Elastisitas		Modulus Kenyal (MPa)	Kekakuan (kg/cm)
		(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)		
1	BPL 0%	246696,90	24200,97	0,030	1452427,98
2	BPL 25%	215256,36	21116,65	0,038	1267321,84
3	BPL 50%	266751,50	26168,32	0,029	1570499,45
4	BPL 75%	233151,99	22872,21	0,034	1372682,36
5	BPL 100%	291039,85	28551,00	0,028	1713497,11

Sebagai pembanding modulus elastisitas hasil penelitian adalah modulus elastisitas berdasarkan SNI dari persamaan (3.18) dan modulus elastisitas berdasarkan ACI dari persamaan (3.19). Perbandingan modulus elastisitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.9

**Tabel 5.9 Perbandingan  $E_c$  hasil penelitian dengan rumus**

No	Tipe	$f'_c$ aktual 28 hari	$E_c$ (MPa)		
			SNI	ACI	Penelitian
1	BPL 0%	28,17	24945,31	25343,59	24200,97
2	BPL 25%	28,25	24981,37	25380,22	21116,65
3	BPL 50%	29,18	25389,88	25795,25	26168,32
4	BPL 75%	29,39	25480,89	25887,72	22872,21
5	BPL 100%	30,03	25754,37	26165,56	28551,00

Modulus elastis merupakan sifat yang dimiliki oleh beton yang berhubungan dengan mudahnya beton mengalami deformasi saat mendapat beban. Semakin

besar nilai modulus elastis maka semakin kecil regangan yang terjadi karena modulus elastis berbanding terbalik dengan nilai regangan. Nilai modulus elastis ini akan ditentukan oleh kemiringan kurva pada grafik tegangan regangan. Dimana kurva ini dipengaruhi oleh tegangan beton dan regangan beton. Semakin tegak kurva dan memiliki panjang garis linier yang panjang, berarti beton tersebut memiliki kuat desak yang besar pula. Dengan semakin bertambahnya beban maka makin berkurangnya kekakuan material sehingga kurva tidak linier lagi. Karena dengan semakin tegaknya kurva perubahan yang terjadi pada sampel sangat kecil sehingga dapat dikatakan sampel dalam keadaan kaku.

Dari Tabel 5.8 dapat terlihat hasil modulus elastis yang berbeda-beda menurut variasi dari campuran beton tersebut. Untuk beton BPL 0 %, BPL 25 %, BPL 50 %, BPL 75 %, dan BPL 100 % nilai modulus elastis secara berturut-turut sebesar 11,97 GPa ; 10,72 GPa ; 12,58 GPa ; 12,06 GPa dan 14,40 GPa. Artinya, beton yang menggunakan pasir putih asal Lampung (BPL 100%) secara keseluruhan mempunyai nilai modulus elastis yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang menggunakan pasir asal Yogyakarta.

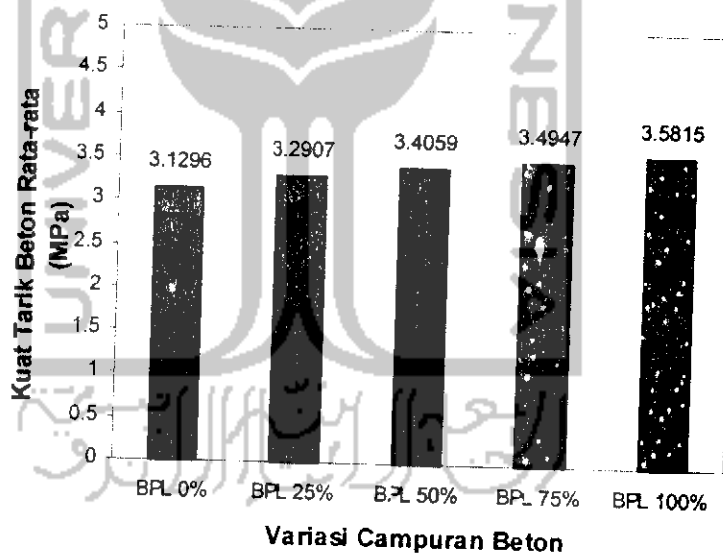
Dari modulus elastisitas dapat diketahui seberapa besar kekakuan beton tersebut. Pada Tabel 5.8 terlihat bahwa semakin rendah modulus elastis beton, maka semakin rendah pula kekakuan beton tersebut.

### 5.6 Kuat Tarik Beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tarik benda uji dilaksanakan setelah beton berumur 28 hari dengan metode pecah belah silinder (*Split Cylinder*). Hasil pengujian kuat tarik beton ini dapat dilihat dalam Tabel 5.10 dan Grafik 5.10.

Tabel 5.10 Persentase kuat tarik rata-rata

No	Variasi	Kuat Tarik (MPa)	Persentase Peningkatan Kuat Tarik Rata-rata Terhadap BPL 0%	Persentase Kuat Tarik Rata-rata Terhadap Kuat Desak Aktual
1	BPL 0%	3,1296	0,00	11,11
2	BPL 25%	3,2907	5,15	11,65
3	BPL 50%	3,4059	8,83	11,67
4	BPL 75%	3,4947	11,67	11,89
5	BPL 100%	3,5815	14,44	11,93



Grafik 5.10 Hubungan antara variasi campuran beton dengan kuat tarik beton rata-rata

Kuat tarik beton berkisar antara 5-12 % dari kuat desak (Sudarmoko, 1993). Dari Tabel 5.10 terlihat bahwa kuat tarik rata-rata beton mengalami peningkatan dengan penambahan pasir putih asal Lampung dengan variasi BPL 0 %, BPL 25 %, BPL 50 %, BPL 75 %, dan BPL 100 %.

BPL 50 %, BPL 75 %, dan BPL 100 % secara berturut-turut peningkatannya sebesar 3,13 MPa ; 3,29 MPa ; 3,41 MPa ; 3,49 MPa ; dan 3,58 MPa. Dan untuk persentase peningkatannya terhadap pasir hitam asal Yogyakarta (BPL 0%) untuk variasi BPL 25 %, BPL 50 %, BPL 75 %, dan BPL 100 % secara berturut-turut sebesar 5,15 % ; 8,83 % ; 11,67 % ; dan 14,44 %.

### 5.7 Konversi Umur Beton

Bila kita membandingkan kuat desak beton umur 14 dan 21 hari yang sudah dikonversi dengan beton umur 28 hari maka didapatkan kekuatan beton seperti pada Tabel 5.11 berikut ini.

**Tabel 5.11 Konversi umur beton berdasarkan SNI**

Variasi	f <sub>c</sub> Hasil Uji (MPa)		f <sub>c</sub> Konversi (MPa)		f <sub>c</sub> (MPa) 28 Hari
	14 Hari	21 Hari	14 Hari	21 Hari	
BPL 0%	22,23	24,95	25,26	26,26	28,17
BPL 25%	23,01	26,79	26,14	28,20	28,25
BPL 50%	23,95	27,10	27,21	28,53	29,18
BPL 75%	24,37	27,81	27,69	29,27	29,39
BPL 100%	25,32	28,28	28,77	29,77	30,03

Dari Tabel 5.11 terlihat bahwa untuk semua variasi secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa pada umur 14, 21 dan 28 hari beton secara keseluruhan mengalami peningkatan kekuatan seiring dengan perawatan beton tersebut. Secara keseluruhan kekuatan beton pada umur 14, 21 dan 28 hari setelah dikonversi berdasarkan SNI telah memenuhi mutu beton yang direncanakan yaitu sebesar 25 MPa.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Gradasi pasir asal sungai Gunung Sugih Lampung dan Kaliurang Yogyakarta memenuhi syarat kurva gradasi standar yang ditetapkan ASTM C33-71A.
2. Kadar lumpur pasir untuk kedua jenis pasir yang diteliti, baik pasir asal sungai Gunung Sugih Lampung maupun pasir Kaliurang Yogyakarta tidak lebih dari 5%, yaitu sebesar 3,05% dan 4,25% dalam penggunaannya tidak perlu dicuci terlebih dahulu sesuai syarat PBUI-1982.
3. Nilai Modulus Halus Butir (MHB) pasir asal sungai Gunung Sugih Lampung lebih kecil dibandingkan dengan pasir Kaliurang Yogyakarta, yaitu sebesar 2,58 dan 2,65 sehingga dapat mempengaruhi kekuatan beton.
4. Dari semua variasi asal agregat halus (pasir), beton yang menggunakan pasir asal sungai Gunung Sugih Lampung (BPL 100%) mempunyai kuat desak karakteristik lebih baik dibandingkan dengan beton berpasir asal Kaliurang Yogyakarta (BPL 0%), yaitu sebesar 30,03 MPa dan 28,17 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 14,44 % pada umur beton 28 hari.

5. Beton yang menggunakan kedua jenis pasir tersebut secara keseluruhan mencapai kuat desak karakteristik perencanaan sebesar 25 MPa.

## 6.2 Saran

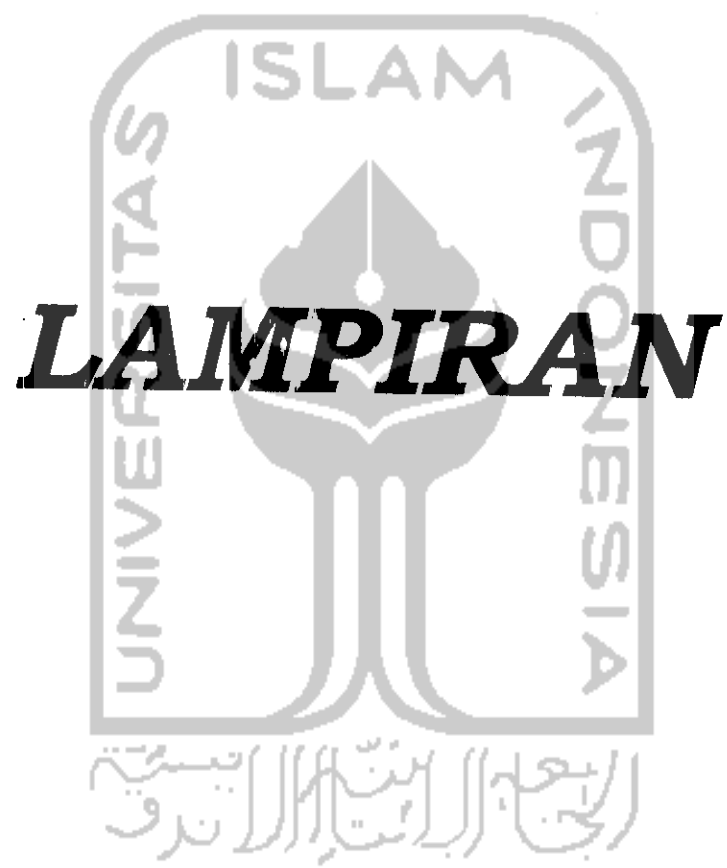
Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut:

1. Diperlukan penambahan jumlah sampel, untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat lagi.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan agregat halus (pasir) tetapi beton yang direncanakan menggunakan bahan tambah (*Additive*), agar didapat kemungkinan kuat desak yang lebih optimal.
3. Dengan banyaknya jenis agregat halus (pasir) perlu dikaji lebih lanjut tentang pasir dari daerah-daerah lain, untuk mendapatkan kekuatan beton yang lebih tinggi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Astanto, T. B.**, 2001, "Konstruksi Beton Bertulang", Yogyakarta : Kanisius.
- Day, K. W.**, 1995, "Concrete Mix Design, Quality Control and Specification", Australia.
- Dipohusodo, I.**, 1999, "Struktur Beton Bertulang" berdasarkan SK SNI. T-15-1991-03, Departemen Pekerjaan Umum RI, PT Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Chairullah, B.**, 2004, "Analisis Kuat Desak Beton Dengan Gradasi Pasir dari Sungai Krasak dan Sungai Progo Yogyakarta". Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia
- Mulyono, T.**, 2003, "Teknologi Beton", Yogyakarta.
- Murdock, L. J., Brook, K. M.**, 1986, "Bahan dan Praktek Beton", Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Kardiono Tjokrodimulyo**, 1992, "Teknologi Beton", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM, Jogjakarta.
- Tjokrodimulyo, K.**, 1992, "Teknologi Beton", Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- , **ASTM C 150**, 1993, "Annual Book Of ASTM Standards", Philadelphia.
- , **SK SNI M-08-1989-F**, 1991, "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- , **SK SNI M-10-1989-F**, 1991, "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- , **SK SNI M-28-1990-03**, 1991, "Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan", Bandung.
- , **SK SNI T-15-1990-03**, 1991, "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.





## **LAMPIRAN A**



### KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	MARSIDI	09511105	Teknik Sipil
2.	BANIS	98511198	Teknik Sipil

### JUDUL TUGAS AKHIR

Uji Komparasi Beton Normal Menggunakan Agregat Halus ( Pasir ) Asal Jogjakarta Dan Pasir Putih Asal Lampung

PERIODE KE : I ( Sep 05 - Peb 06 )

TAHUN : 2005 - 2006

Sampai akhir Pebruari 2006

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

Dosen Pembimbing I : Suharyalmo, Ir., M.Eng.

Dosen Pembimbing II : Helmy Akbar Bala, Ir., M.Eng.

Jogjnkarta , 9-Sep-05  
a.n. Dekan

U.H Munadhir, MS

Catat

Seminar : .....

Sidang : .....

Pendadaran : .....



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI  
 TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE : 1 ( Sep 05 - Feb 06 )

TAHUN : 2005 - 2006

**Sampai akhir Pebruari 2006**

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	MARSIDI	00511105	Teknik Sipil
2.	BANIS	98511198	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Uji Komparasi Beton Normal Menggunakan Agregat Halus ( Pasir ) Asal Jogjakarta Dan Pasir Putih Asal Lampung

Dosen Pembimbing I : Suharyatmo, Ir, I, MT

Dosen Pembimbing II : Helmy Akbar Bala, Ir, MT



Jogjakarta, 9-Sep-05  
 a.n. Dekan:

Ir.H.Munadhir, MS

**Catatan :**  
 Seminar : \_\_\_\_\_  
 Sidang : \_\_\_\_\_  
 Pendaran : \_\_\_\_\_



## LAMPIRAN B



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

Penguji : Marsidi 0051105 Ditest tanggal : 13 Februari 2006  
Banis 9851198  
Pasir asal : Kaliurang, Yogyakarta  
Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak, gram ( Bk )	488	471	479,5
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, gram	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air, gram ( Bt )	976	970	973
Berat Piknometer Berisi Air, gram ( B )	658	665	661,5
Berat Jenis Curah, gram/cm <sup>3</sup> ..... ( 1 ) $Bk / ( B + 500 - Bt )$	2,68	2,42	2,55
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, gram/cm <sup>3</sup> ..... ( 2 ) $500 / ( B + 500 - Bt )$	2,75	2,56	2,655
Berat Jenis Semu..... ( 3 ) $Bk / ( B + Bk - Bt )$	2,87	2,84	2,855
Penyerapan Air..... ( 4 ) $( 500 - Bk ) / Bk \times 100\%$	2,46	6,16	4,31

Keterangan :

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

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka pasir tersebut = 2,655

Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

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

Dikerjakan oleh

1. Marsidi 00511105

2. Banis 98511198




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

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

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR**

Penguji : Marsidi 0051105 Ditest tanggal : 13 Februari 2006  
Banis 9851198  
Pasir asal : Kaliurang, Yogyakarta  
Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak, gram ( Bk )	488	471	479,5
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, gram	500	500	500
Berat Pijnometer Berisi Pasir dan Air, gram ( Bt )	976	970	973
Berat Pijnometer Berisi Air, gram ( B )	658	665	661,5
Berat Jenis Curah, gram/cm <sup>3</sup> ..... ( 1 ) $Bk / ( B + 500 - Bt )$	2,68	2,42	2,55
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, gram/cm <sup>3</sup> ..... ( 2 ) $500 / ( B + 500 - Bt )$	2,75	2,56	2,655
Berat Jenis Semu..... ( 3 ) $Bk / ( B + Bk - Bt )$	2,87	2,84	2,855
Penyerapan Air..... ( 4 ) $( 500 - Bk ) / Bk \times 100\%$	2,46	6,16	4,31

Keterangan :

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

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka pasir tersebut = 2,655

Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

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

Dikerjakan oleh

1. Marsidi 00511105  
2. Banis 98511198







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

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

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR KRICAK/KERIKIL**

Penguji : Marsidi 0051105 Ditest tanggal : 13 Februari 2006  
Banis 9851198

Agregat asal : Clereng, Kulonproge  
Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Kerikil Kering Mutlak, gram ( Bk )	4917	4844	4880,5
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka, gram ( Bj )	5000	5000	5000
Berat Kerikil Dalam Air, gram ( Ba )	3134	3077	3105,5
Berat Jenis Curah,..... ( 1 ) $Bk / ( Bj - Ba )$	2,64	2,52	2,58
Berat Jenis jenuh Kering Muka,..... ( 2 ) $Bj / ( Bj - Ba )$	2,68	2,6	2,64
Berat Jenis Semu,..... ( 3 ) $Bk / ( Bk - Ba )$	2,76	2,74	2,75
Penyerapan Air,..... ( 4 ) $( Bj - Bk ) / Bk \times 100\%$	1,69	3,22	2,455


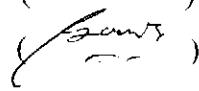
Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka agregat tersebut = 2,64

Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UJI

1. Marsidi 00511105 (  )  
2. Banis 98511198 (  )



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

Penguji : Marsidi 00511105 Ditest tanggal : 13 Februari 2006  
Banis 98511198  
Agregat asal : Clereng, Kulonprogo  
Keperluan : Tugas Akhir

	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	6330	12197	9263,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	13860	19573	16716,5
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	7530	7376	8450
Volume Tabung ( $V$ ), $cm^3$	5301,44	5301,44	5301,44
Berat Isi Padat ( $W_3/V$ ), $gram/cm^3$	1,42	1,39	1,405

Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

1. Marsidi 00511105

2. Banis 98511198

LABORATORIUM

FAKULTAS TEKNIK



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

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

**HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200  
( UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR )**

Penguji : Marsidi 0051105 Ditest tanggal : 13 Februari 2006  
Banis 9851198  
Agregat asal : Kaliurang, Yogyakarta  
Keperluan : Tugas Akhir

	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven ( $W_1$ ), gram	100	100	100
Berat ag. Kering oven setelah dicuci ( $W_2$ ), gram	95,9	95,6	95,75
Berat ag. yang lewat ayakan no. 200, persen $((W_1 - W_2) / W_1) \times 100\%$	4,1	4,4	4,25

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

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

Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UII**

1. Marsidi 00511105

2. Banis 98511198



**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**

Penguji : Marsidi 0051105 Ditest tanggal : 13 Februari 2006  
Banis 9851198  
Pasir asal : Kaliurang, Yogyakarta  
Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan ( mm )	Berat Tertinggal ( gram )	Berat Tertinggal ( % )	Berat Tertinggal Kumulatif ( % )	Persen Lolos Kumulatif ( % )
40.00	0	0	0	100
20.00	0	0	0	100
10.00	0	0	0	100
4.80	40	4	4	96
2.40	86	8,6	12,6	87,4
1.20	160	16	28,6	71,4
0.60	246	24,6	53,2	46,8
0.30	220	22	75,2	24,8
0.15	160	16	91,2	8,8
Sisa	88	8,8	-	-
<b>Jumlah</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>	<b>264,8</b>	<b>-</b>

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{264,8}{100} = 2,65$$

Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

LABORATORIUM  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

1. Marsidi 00511105
2. Banis 98511198



**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

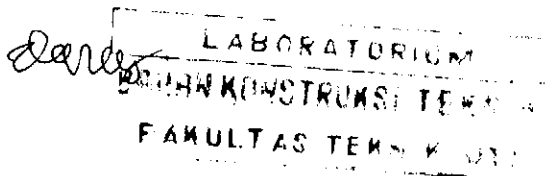
Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

1. Marsidi 00511105

2. Banis 98511198





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

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

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200  
( UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR )

Penguji : Marsidi 0051105 Ditest tanggal : 13 Februari 2006  
Banis 9851198  
Agregat asal : Sungai Gunung Sugih, Lampung  
Keperluan : Tugas Akhir

	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven ( $W_1$ ), gram	100	100	100
Berat ag. Kering oven setelah dicuci ( $W_2$ ), gram	97,1	96,8	96,95
Berat ag. yang lewat ayakan no. 200, $((W_1 - W_2) / W_1) \times 100\%$ persen	2,9	3,2	3,05

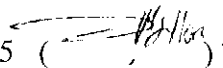
Menurut Persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PBUI-1982) berat bagian yang lewat ayakan no.200 ( 0,075 ) :

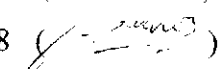
- Untuk pasir maksimum 5 % ( lima persen )
- Untuk krikil maksimum 1 % ( satu persen )


Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

1. Marsidi 00511105 (  )

2. Banis 98511198 (  )

 LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UJI



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

Penguji : Marsidi 0051105 Ditest tanggal : 13 Februari 2006  
Banis 9851198  
Pasir asal : Sungai Gunung Sugih, Lampung  
Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak, gram ( Bk )	491	487	492,5
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, gram	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air, gram ( Bt )	971	976	973,5
Berat Piknometer Berisi Air, gram ( B )	665	674	669,5
Berat Jenis Curah, gram/cm <sup>3</sup> ..... ( 1 ) $Bk / ( B + 500 - Bt )$	2,53	2,46	2,495
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, gram/cm <sup>3</sup> ..... ( 2 ) $500 / ( B + 500 - Bt )$	2,58	2,53	2,555
Berat Jenis Semu..... ( 3 ) $Bk / ( B + Bk - Bt )$	2,65	2,63	2,64
Penyerapan Air..... ( 4 ) $( 500 - Bk ) / Bk \times 100\%$	1,83	2,67	2,25

Keterangan :

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

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka pasir tersebut = 2,555

Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

*Darsis*  
LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

1. Marsidi 00511105 (*Marsidi*)  
2. Banis 98511198 (*Banis*)



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

Penguji : Marsidi Ditest tanggal : 13 Februari 2006

Banis

Pasir asal : Sungai Gunung Sugih, Lampung

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan ( mm )	Berat Tertinggal ( gram )	Berat Tertinggal ( % )	Berat Tertinggal Kumulatif ( % )	Persen Lolos Kumulatif ( % )
40.00	0	0	0	100
20.00	0	0	0	100
10.00	0	0	0	100
4.80	35	3,5	3,5	96,5
2.40	75	7,5	11	89
1.20	149	14,9	25,9	74,1
0.60	256	25,6	51,5	48,5
0.30	241	24,1	75,6	24,4
0.15	147	14,7	90,3	9,7
Sisa	97	9,7	-	-
Jumlah	1000	100	257,5	-

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{257,5}{100} = 2,58$$

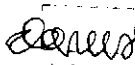
Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

1. Marsidi 00511105

2. Banis 98511198

 LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA





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

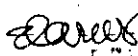
Yogyakarta, 27 Maret 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

1. Marsidi 00511105 ( )

2. Banis 98511198 ( )

  
LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



## LAMPIRAN C

## Perhitungan Rencana Adukan Beton Dengan Metode ACI

### A. Beton menggunakan agregat halus (pasir) asal Kaliurang, Yogyakarta

Data-data :  $\sim f'_c = 25 \text{ MPa}$

$\sim$  Ukuran maksimal kerikil = 20 mm

$\sim$  MIB pasir = 2,65

$\sim$  Berat jenis pasir (SSD) = 2,66

$\sim$  Berat jenis kerikil (SSD) = 2,64

$\sim$  Berat volume kerikil (SSD) =  $1,405 \text{ gr/cm}^3 = 1,405 \text{ t/m}^3$

$\sim$  Berat jenis semen =  $3,15 \text{ t/m}^3$

Volume 1 benda uji =  $\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 = 0,0053 \text{ m}^3$

Volume 120 benda uji =  $120 \times 0,0053 = 0,636 \text{ m}^3$

1) Menghitung kuat desak rata-rata

volume pekerjaan total =  $0,53 \text{ m}^3 < 1000 \text{ m}^3 \rightarrow$  volume pekerjaan kecil

mutu pelaksanaan baik

berdasarkan Tabel 3.8, diperoleh nilai  $S_d = 60 \text{ kg/cm}^2$ , maka

$$m = 1,64 \times S_d$$

$$= 1,64 \times 60 = 98,40 \text{ kg/cm}^2$$

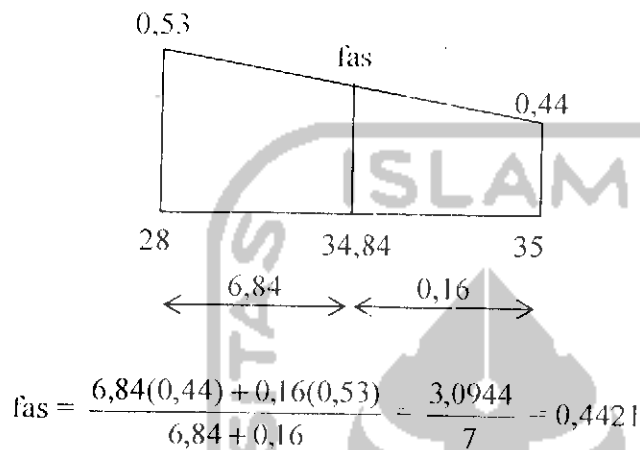
maka kuat desak rata-rata :  $f'_{cr} = f'_c + m$

$$= 250 + 98,40$$

$$= 348,4 \text{ kg/cm}^2 = 34,84 \text{ MPa}$$

2) Menetapkan faktor air semen (fas)

berdasarkan Tabel 3.9, untuk  $f_{cr} = 34,84$  MPa dengan interpolasi diperoleh



dari Tabel 3.10 didapat fas = 0,60

\* nilai fas dipakai = 0,4421

3) Nilai slump

dari Tabel 3.10 didapat slump = 7,5 – 15 cm

4) Jumlah air yang diperlukan per  $m^3$  beton

berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimal kerikil 20 mm, dilihat Tabel 3.6

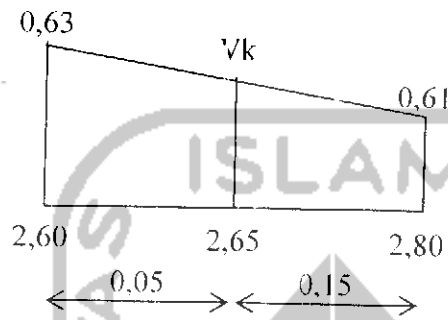
didapatkan : ~ jumlah air = 203 lt = 0,203  $m^3$

~ udara terperangkap = 2 %

5) Menghitung kebutuhan semen

$$\text{berat semen per } m^3 \text{ beton } (W_s) = \frac{A}{fas} = \frac{0,203}{0,4421} = 0,4592 \text{ t} = 459,2 \text{ kg}$$

- 6) Menghitung volume kerikil dengan Tabel 3.8, berdasarkan ukuran butir maksimal 20 mm dan MHB pasir 2,65, dengan interpolasi didapat :



$$V_k = \frac{0,05(0,61) + 0,15(0,63)}{0,05 + 0,15} = \frac{0,125}{0,2} = 0,625$$

~ volume kerikil,  $V_k = 0,625 \text{ m}^3$

~ berat kerikil ( $W_k$ ) = berat satuan kerikil x  $V_k$   
 $= 1,405 \times 0,625 = 0,8781 \text{ t} = 878,1 \text{ kg}$

- 7) volume absolut air,  $V_a = 0,203 \text{ m}^3$

volume absolut semen,  $V_s = \frac{W_s}{B_j} = \frac{0,4592}{3,15} = 0,1458 \text{ m}^3$

volume absolut kerikil,  $V_k = \frac{W_k}{B_j} = \frac{0,8781}{2,64} = 0,3226 \text{ m}^3$

volume absolut udara,  $V_u = 0,02 \text{ m}^3$

volume absolut pasir,  $V_p = 1 - (V_a + V_s + V_k + V_u)$

$$= 1 - (0,203 + 0,1458 + 0,3226 + 0,02)$$

$$= 0,3086 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \sim \text{berat pasir (Wp)} &= Vp \times Bj = 0,3086 \times 2,66 \\ &= 0,8209 \text{ t} = 820,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

8) Kebutuhan material dalam 1 m<sup>3</sup> beton

$$\sim \text{semen} = 459,2 \text{ kg}$$

$$\sim \text{pasir} = 820,9 \text{ kg}$$

$$\sim \text{kerikil} = 878,1 \text{ kg}$$

$$\sim \text{air} = 203 \text{ lt}$$

Kontrol terhadap berat jenis beton per m<sup>3</sup> beton :

$$\begin{aligned} \text{Berat beton} &= W_a + W_s + W_p + W_k \\ &= 0,203 + 0,4592 + 0,8209 + 0,8781 \\ &= 2,3612 \text{ t, (berat normal } 2,3 \sim 2,4 \text{ t/m}^3) \rightarrow \text{benar} \end{aligned}$$

9) Kebutuhan material dalam tiap cetakan silinder beton dengan perkiraan kehilangan material selama pembuatan sebesar 20 %

$$\text{volume silinder} = 0,0053 \text{ m}^3$$

$$\sim \text{semen} = 0,0053 \times 1,2 \times 459,2 = 2,9205 \text{ kg}$$

$$\sim \text{pasir} = 0,0053 \times 1,2 \times 820,9 = 5,2209 \text{ kg}$$

$$\sim \text{kerikil} = 0,0053 \times 1,2 \times 878,1 = 5,5847 \text{ kg}$$

$$\sim \text{Air} = 0,0053 \times 1,2 \times 203 = 1,2911 \text{ lt}$$

**B. Beton menggunakan agregat halus (pasir) asal sungai Gunung Sugih,  
Lampung**

Data-data :  $\sim f'c = 25 \text{ MPa}$

$\sim$  Ukuran maksimal kerikil = 20 mm

$\sim$  MHB pasir = 2,58

$\sim$  Berat jenis pasir (SSD) = 2,56

$\sim$  Berat jenis kerikil (SSD) = 2,64

$\sim$  Berat volume kerikil (SSD) =  $1,405 \text{ gr/cm}^3 = 1,405 \text{ t/m}^3$

$\sim$  Berat jenis semen =  $3,15 \text{ t/m}^3$

Volume 1 benda uji =  $\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 = 0,0053 \text{ m}^3$

Volume 120 benda uji =  $120 \times 0,0053 = 0,636 \text{ m}^3$

1) Menghitung kuat desak rata-rata :

volume pekerjaan total =  $0,636 \text{ m}^3 < 1000 \text{ m}^3 \rightarrow$  volume pekerjaan kecil  
mutu pelaksanaan baik

berdasarkan Tabel 3.1, diperoleh nilai  $S_d = 60 \text{ kg/cm}^2$ , maka

$$m = 1,64 \times S_d$$

$$= 1,64 \times 60 = 98,40 \text{ kg/cm}^2$$

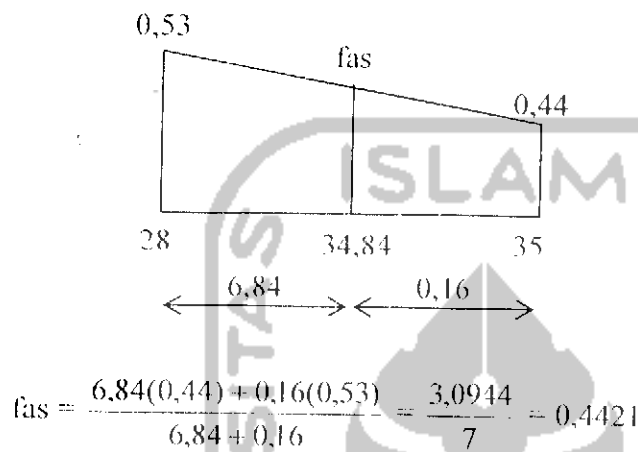
maka kuat desak rata-rata :  $f'_{cr} = f'c + m$

$$= 250 + 98,40$$

$$= 348,4 \text{ kg/cm}^2 = 34,84 \text{ MPa}$$

2) Menetapkan faktor air semen (fas)

berdasarkan Tabel 3.2, untuk  $f_{cr} = 34,84$  MPa dengan interpolasi diperoleh



dari Tabel 3.3 didapat fas = 0,60

\* nilai fas dipakai = 0,4421

3) Nilai slump

dari Tabel 3.4 didapat slump = 7,5 – 15 cm

4) Jumlah air yang diperlukan per  $m^3$  beton

berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimal kerikil 20 mm, dilihat Tabel 3.6

didapatkan : ~ jumlah air = 203 lt = 0,203  $m^3$

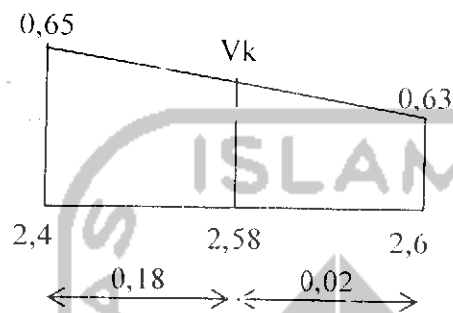
~ udara terperangkap = 2 %

5) Menghitung kebutuhan semen

$$\text{berat semen per } m^3 \text{ beton } (W_s) = \frac{A}{fas} = \frac{0,203}{0,4421} = 0,4592 \text{ t} = 459,2 \text{ kg}$$



- 6) Menghitung volume kerikil dengan Tabel 3.8, berdasarkan ukuran butir maksimal 20 mm dan MIB pasir 2,58, dengan interpolasi didapat :



$$V_k = \frac{0,18(0,63) + 0,02(0,65)}{0,18 + 0,02} = \frac{0,1264}{0,2} = 0,632$$

~ volume kerikil,  $V_k = 0,632 \text{ m}^3$

~ berat kerikil ( $W_k$ ) = berat satuan kerikil x  $V_k$

$$= 1,405 \times 0,632 = 0,88796 \text{ ton} = 887,96 \text{ kg}$$

- 7) volume absolut air,  $V_a = 0,203 \text{ m}^3$

$$\text{volume absolut semen, } V_s = \frac{W_s}{B_j} = \frac{0,4592}{3,15} = 0,1458 \text{ m}^3$$

$$\text{volume absolut kerikil, } V_k = \frac{W_k}{B_j} = \frac{0,88796}{2,64} = 0,3363 \text{ m}^3$$

volume absolut udara,  $V_u = 0,02 \text{ m}^3$

$$\text{volume absolut pasir, } V_p = 1 - (V_a + V_s + V_k + V_u)$$

$$= 1 - (0,203 + 0,1458 + 0,3363 + 0,02)$$

$$= 0,2949 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \sim \text{berat pasir (Wp)} &= V_p \times B_j = 0,2949 \times 2,56 \\ &= 0,7549 \text{ ton} = 754,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

8) Kebutuhan material dalam 1 m<sup>3</sup> beton

$$\sim \text{semen} = 459,2 \text{ kg}$$

$$\sim \text{pasir} = 754,9 \text{ kg}$$

$$\sim \text{kerikil} = 887,96 \text{ kg}$$

$$\sim \text{air} = 203 \text{ lt}$$

Kontrol terhadap berat jenis beton per m<sup>3</sup> beton :

$$\text{Berat beton} = W_a + W_s + W_p + W_k$$

$$= 0,203 + 0,4592 + 0,7549 + 0,88796$$

$$= 2,3051 \text{ t. (berat normal } 2,3 \sim 2,4 \text{ t/m}^3) \rightarrow \text{benar}$$

9) Kebutuhan material dalam tiap cetakan silinder beton dengan perkiraan kehilangan material selama pembuatan sebesar 20 %

$$\text{volume silinder} = 0,0053 \text{ m}^3$$

$$\sim \text{semen} = 0,0053 \times 1,2 \times 459,2 = 2,9205 \text{ kg}$$

$$\sim \text{pasir} = 0,0053 \times 1,2 \times 754,9 = 4,8012 \text{ kg}$$

$$\sim \text{kerikil} = 0,0053 \times 1,2 \times 887,96 = 5,6474 \text{ kg}$$

$$\sim \text{Air} = 0,0053 \times 1,2 \times 203 = 1,2911 \text{ lt}$$



## LAMPIRAN D



DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./LBKT/ / /2006

Di tes tgl. : \_\_\_\_\_ Umur Beton : \_\_\_\_\_ 14 hari \_\_\_\_\_  
Jumlah : \_\_\_\_\_ buah

Sampel	Ukuran (cm)		Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Slump (cm)	P maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
BPL 0%-1	15.10	30.05	179.99	12.60		405.2
BPL 0%-2	15.15	30.00	180.17	12.50		448.5
BPL 0%-3	15.15	29.95	180.17	12.50	8.5	424.8
BPL 0%-4	15.00	30.10	176.63	12.40		458.2
BPL 0%-5	15.15	29.90	180.18	12.60		439.7
BPL 25%-1	15.01	29.90	176.86	12.30		465.4
BPL 25%-2	15.01	30.00	176.86	12.40		444.5
BPL 25%-3	15.01	30.05	176.86	12.30	8	410.1
BPL 25%-4	15.05	30.05	177.80	12.25		436.3
BPL 25%-5	15.05	30.20	177.80	12.30		458.5
BPL 50%-1	15.10	30.15	178.99	12.40		460.7
BPL 50%-2	15.10	30.20	178.99	12.55		481.2
BPL 50%-3	15.10	30.15	178.99	12.50	8.5	471.8
BPL 50%-4	15.05	30.00	177.80	12.50		481.1
BPL 50%-5	15.10	30.10	178.99	12.50		431.1

Catatan :

Penguji

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./LBKT/ / /2006

Di tes tgl. : \_\_\_\_\_ Umur Beton : 14 hari

Jumlah : \_\_\_\_\_ buah

Sampel	Ukuran (cm)		Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Slump (cm)	P maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
BPL 75%-1	15.15	29.95	180.18	12.30		450.0
BPL 75%-2	15.00	30.15	176.63	12.20		475.6
BPL 75%-3	15.10	30.05	178.99	12.20	8	494.7
BPL 75%-4	15.05	30.05	178.80	12.20		466.5
BPL 75%-5	14.90	30.10	174.28	12.40		511.0
BPL 100%-1	15.10	30.00	178.99	12.40		527.5
BPL 100%-2	14.95	30.10	175.45	12.40		449.8
BPL 100%-3	15.05	30.05	177.80	12.40	8.5	519.8
BPL 100%-4	15.10	30.00	178.99	12.40		523.5
BPL 100%-5	15.15	30.15	180.18	12.30		505.7

Catatan :

Penguji

LABORATORIUM  
FAKULTAS TEKNIK



DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./LBKT/ / /2006

Di tes tgl. : \_\_\_\_\_ Umur Beton : 21 hari

Jumlah : \_\_\_\_\_ buah

Sampel	Ukuran (cm)		Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Slump (cm)	P maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
BPL 0%-1	15.15	30.00	180.18	12.70		452.4
BPL 0%-2	15.10	30.05	178.99	12.60		514.6
BPL 0%-3	15.15	29.85	180.18	12.60	8.5	495.6
BPL 0%-4	15.15	29.90	180.18	12.30		523.1
BPL 0%-5	15.10	30.15	178.99	12.50		486
BPL 25%-1	15.10	30.00	178.99	12.70		518.9
BPL 25%-2	15.10	29.90	178.99	12.50		507.3
BPL 25%-3	15.15	30.05	180.18	12.60	9	491.3
BPL 25%-4	15.10	30.15	178.99	12.60		519.8
BPL 25%-5	15.00	30.15	176.63	12.50		482.9
BPL 50%-1	15.15	30.05	180.18	12.50		512.5
BPL 50%-2	15.10	30.15	178.99	12.50		546.6
BPL 50%-3	15.15	30.15	180.18	12.60	8.5	514.7
BPL 50%-4	15.15	30.15	180.18	12.50		531.6
BPL 50%-5	15.10	30.05	178.99	12.50		494.3

Catatan :

Pengujian : LABORATORIUM  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./LBKT/ / /2006

Di tes tgl. : \_\_\_\_\_ Umur Beton : 21 hari

Jumlah : \_\_\_\_\_ buah

Sampel	Ukuran (cm)		Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Slump (cm)	P maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
BPL 75%-1	15.15	30.25	180.18	12.50		551.8
BPL 75%-2	15.15	30.00	180.18	12.50		513.3
BPL 75%-3	15.05	30.05	177.80	12.50	8	538.0
BPL 75%-4	15.15	30.05	180.18	12.60		510.5
BPL 75%-5	15.15	30.15	180.18	12.50		544.4
BPL 100%-1	15.15	30.20	180.18	12.50		551.2
BPL 100%-2	15.20	30.05	181.37	12.60		524.0
BPL 100%-3	15.10	30.20	178.99	12.45	8	559.2
BPL 100%-4	15.05	30.10	177.80	12.50		548.7
BPL 100%-5	15.15	30.05	180.18	12.50		536.0

Catatan :

Penguji,

*[Signature]*  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



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

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

DATA SEMENTARA PENGUJIAN TARIK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./LBKT/ / /2006

Di tes tgl. : \_\_\_\_\_ Umur Betom : 28 hari

Jumlah : \_\_\_\_\_ buah

Sampel	Ukuran (cm)		Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Slump (cm)	P maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
BPL 0%-1	15.10	30.20	178.99	12.70		203.5
BPL 0%-2	15.10	30.10	178.99	12.70		238.2
BPL 0%-3	15.15	30.20	180.17	12.70	8.5	220.0
BPL 0%-4	14.90	30.40	174.28	12.75		230.1
BPL 0%-5	15.10	30.12	178.99	12.50		226.3
BPL 25%-1	15.10	30.20	178.99	12.60		238.6
BPL 25%-2	15.15	30.10	180.17	12.45		228.0
BPL 25%-3	15.15	30.00	180.17	12.65	8	241.3
BPL 25%-4	15.10	30.00	178.99	12.65		237.1
BPL 25%-5	15.15	30.10	180.17	12.50		230.6
BPL 50%-1	15.00	30.20	176.62	12.65		242.3
BPL 50%-2	15.15	30.15	180.17	12.60		237.9
BPL 50%-3	15.05	30.20	177.80	12.60	8.5	246.5
BPL 50%-4	15.15	30.10	180.17	12.50		239.4
BPL 50%-5	15.10	30.30	178.99	12.80		251.9

Catatan :

Penguji

*[Signature]*  
**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UII**





DATA SEMENTARA PENGUJIAN TARIK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./LBKT/ / /2006

Di tes tgl. : \_\_\_\_\_ Umur Beton : 28 hari

Jumlah : \_\_\_\_\_ buah

Sampel	Ukuran (cm)		Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Slump (cm)	P maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
BPL 75%-1	15.10	30.20	178.99	12.75		243.9
BPL 75%-2	15.20	29.90	181.37	12.55		248.8
BPL 75%-3	15.00	30.10	176.62	12.65	8	250.2
BPL 75%-4	15.00	30.10	176.62	12.65		256.1
BPL 75%-5	15.15	30.00	180.17	12.55		245.3
BPL 100%-1	15.10	30.20	178.99	12.70		253.5
BPL 100%-2	15.10	30.10	179.99	12.70		268.2
BPL 100%-3	15.15	30.20	180.17	12.70	8.5	241.4
BPL 100%-4	14.90	30.40	174.28	12.75		270.1
BPL 100%-5	15.10	30.12	178.99	12.50		246.3

Catatan :

Penguji

LABORATORIUM

DEBUKONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII



DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./LBKT/ / /2006

Di tes tgl. : \_\_\_\_\_ Umur Beton : 28 hari  
Jumlah : \_\_\_\_\_ buah

Sampel	Ukuran (cm)		Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Slump (cm)	P maks (KN)
	Diameter	Tinggi				
BPL 0%-1	15.03	29.90	177.33	12.70		504.5
BPL 0%-2	15.10	30.05	178.99	12.60		534.0
BPL 0%-3	15.15	30.00	180.18	12.70	9	522.4
BPL 0%-4	14.90	30.00	174.28	12.60		514.3
BPL 0%-5	15.00	30.12	176.63	12.75		507.2
BPL 25%-1	15.10	30.10	178.99	12.75		556.2
BPL 25%-2	15.10	30.00	178.99	12.70		518.9
BPL 25%-3	15.10	30.10	178.99	12.80	8.5	530.7
BPL 25%-4	15.15	29.90	180.18	12.50		567.3
BPL 25%-5	15.10	30.00	178.99	12.70		558.5
BPL 50%-1	15.20	30.10	181.37	12.70		563.9
BPL 50%-2	15.15	30.15	180.18	12.60		575.6
BPL 50%-3	15.10	30.05	178.99	12.50	8.5	524.3
BPL 50%-4	15.05	30.10	177.80	12.60		562.6
BPL 50%-5	15.10	30.15	178.99	12.50		546.6

Catatan :

Penguji

*Salwa*  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

NO. / Ka.Ops./LBKT/ / /2006

Di tes tgl. : \_\_\_\_\_ Umur Betom : 28 hari

Jumlah : \_\_\_\_\_ buah

Sampel	Ukuran (cm)		Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Slump (cm)	P maks (K.N)
	Diameter	Tinggi				
BPL 75%-1	15.10	29.85	178.99	12.40		540.7
BPL 75%-2	15.15	30.00	180.18	12.40		572.2
BPL 75%-3	15.20	29.85	181.37	12.60	8	598.3
BPL 75%-4	15.10	29.90	178.99	12.30		553.1
BPL 75%-5	15.10	30.20	178.99	12.50		549.4
BPL 100%-1	15.10	29.95	178.99	12.50		590.0
BPL 100%-2	15.00	30.15	176.63	12.40		572.3
BPL 100%-3	15.10	30.20	178.99	12.50	8	589.0
BPL 100%-4	15.10	30.20	178.99	12.50		570.4
BPL 100%-5	15.20	30.25	181.37	12.50		562.7

Catatan :

Penguji :

*Handwritten signature and name*  
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



**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 PENGAMATAN**

**UJI DESAK SILINDER BETON**

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 0 % (BPL 0%)-1  
Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'_c$ ) : 25 Mpa  
Dibuat tgl : 14-02-2006 Ditest tgl : 14-03-2006  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
Ukuran : Diameter : 15,15 cm Tinggi : 30,00 cm Berat : 12,70 kg

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
10	6
20	11
30	17
40	23
50	30
60	37
70	45
80	52
90	59
100	66
110	74
120	82
130	90
140	98
150	105
160	112
170	118
180	125
190	130
200	140
210	148
220	157
230	165
240	175
250	185
260	195
270	205

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
280	214
290	225
300	235
310	249
320	260
330	269
340	275
350	283
360	290
370	292
380	305
390	312
400	323
410	332
420	341
430	355
440	365
450	375
460	390
470	404
480	409
490	435
500	453
510	475
520	505
522.4	535

Dikerjakan oleh :

1. Marsidi 00511105  
2. Banis 98511198

Yogyakarta, 16 Maret 2006

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UII**



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

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**DATA SEMENTARA PENGAMATAN**

**UJI DESAK SILINDER BETON**

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 0 % (BPL 0%)-2  
Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'_c$ ) : 25 Mpa  
Dibuat tgl : 14-02-2006 Ditest tgl : 14-03-2006  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
Ukuran : Diameter : 15,10 cm Tinggi : 30,05 cm Berat : 12,60 kg

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
10	3
20	7
30	12
40	19
50	25
60	30
70	39
80	45
90	52
100	59
110	65
120	73
130	80
140	87
150	95
160	103
170	113
180	120
190	127
200	135
210	145
220	153
230	158
240	169
250	179
260	189
270	198

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
280	207
290	215
300	224
310	233
320	243
330	252
340	260
350	268
360	280
370	292
380	301
390	311
400	321
410	332
420	343
430	353
440	363
450	375
460	385
470	402
480	416
490	432
500	449
510	465
520	484
530	504
534	520

Dikerjakan oleh :

1. Marsidi 00511105  
2. Banis 98511198

Yogyakarta, 16 Maret 2006

Mengetahui

Laboratorium/BKT FTSP UII

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UII**  
(.....)



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

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**DATA SEMENTARA PENGAMATAN**

**UJI DESAK SILINDER BETON**

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 25 % (BPL 25%)-1  
Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 Mpa  
Dibuat tgl : 16-02-2006 Ditest tgl : 16-03-2006  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
Ukuran : Diameter : 15,10 cm Tinggi : 30,00 cm Berat : 12,70 kg

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
10	3
20	8
30	15
40	22
50	27
60	34
70	41
80	48
90	55
100	60
110	66
120	70
130	78
140	84
150	88
160	95
170	103
180	109
190	115
200	124
210	130
220	138
230	145
240	155
250	162
260	168

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
270	175
280	180
290	188
300	194
310	204
320	210
330	220
340	230
350	240
360	252
370	262
380	275
390	288
400	300
410	314
420	328
430	342
440	358
450	375
460	390
470	404
480	425
490	445
500	460
510	480
518.9	510

Dikerjakan oleh :

1. Marsidi 00511105

2. Banis 98511198

Yogyakarta, 18 Maret 2006

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UII**  
(.....)



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

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

**DATA SEMENTARA PENGAMATAN**

**UJI DESAK SILINDER BETON**

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 25 % (BPL 25%)-2  
Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'c$ ) : 25 Mpa  
Dibuat tgl : 16-02-2006 Ditest tgl : 16-03-2006  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
Ukuran : Diameter : 15,15 cm Tinggi : 29,90 cm Berat : 12,60 kg

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
10	7
20	14
30	22
40	30
50	37
60	45
70	55
80	62
90	70
100	77
110	85
120	92
130	98
140	108
150	115
160	122
170	130
180	138
190	146
200	155
210	162
220	172
230	182
240	191
250	201
260	210
270	220
280	225

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
290	235
300	245
310	257
320	267
330	281
340	290
350	298
360	305
370	315
380	325
390	335
400	345
410	355
420	365
430	375
440	390
450	404
460	415
470	430
480	444
490	460
500	475
510	493
520	512
530	530
540	543
560	555
567.3	575

Dikerjakan oleh :

1. Marsidi 00511105  
2. Banis 98511198

Yogyakarta, 18 Maret 2006

Mengetahui:

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK U.I.I.....)



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

Jln. Kaliurang Km. 14.4 T.p. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**DATA SEMENTARA PENGAMATAN**

**UJI DESAK SILINDER BETON**

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 50 % (BPL 50%)-1  
Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 Mpa  
Dibuat tgl : 16-02-2006 Ditest tgl : 16-03-2006  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
Ukuran : Diameter : 15,10 cm Tinggi : 30,15 cm Berat : 12,50 kg

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
10	6
20	10
30	17
40	24
50	29
60	33
70	40
80	45
90	50
100	55
110	64
120	70
130	76
140	83
150	90
160	96
170	103
180	110
190	119
200	125
210	134
220	141
230	148
240	158
250	167
260	177
270	185
280	195

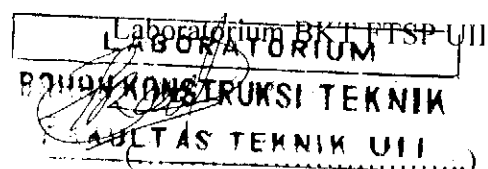
Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
290	204
300	214
310	225
320	235
330	245
340	256
350	268
360	280
370	292
380	304
390	315
400	330
410	344
420	359
430	375
440	393
450	404
460	420
470	440
480	461
490	480
500	504
510	532
520	565
530	600
540	645
546.6	690

Dikerjakan oleh :

1. Marsidi 00511105  
2. Banis 98511198

Yogyakarta, 18 Maret 2006

Mengetahui







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 PENGAMATAN

UJI DESAK SILINDER BETON

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 50 % (BPL 50%)-2  
Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'c$ ) : 25 Mpa  
Dibuat tgl : 16-02-2006 Ditest tgl : 16-03-2006  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
Ukuran : Diameter : 15.10 cm Tinggi : 30,05 cm Berat : 12,50 kg

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
10	5
20	10
30	15
40	21
50	26
60	34
70	40
80	46
90	53
100	60
110	66
120	74
130	82
140	89
150	92
160	105
170	112
180	123
190	135
200	145
210	155
220	170
230	180
240	192
250	202
260	212
270	220

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
280	230
290	241
300	253
310	264
320	275
330	287
340	280
350	289
360	299
370	309
380	318
390	330
400	340
410	355
420	369
430	382
440	392
450	405
460	420
470	435
480	450
490	455
500	470
510	496
520	526
524.3	550

Dikerjakan oleh :

1. Marsidi 00511105  
2. Banis 98511198

Yogyakarta, 18 Maret 2006

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII

(.....)



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895012 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**DATA SEMENTARA PENGAMATAN**

**UJI DESAK SILINDER BETON**

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 75 % (BPL 75%)-1  
Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 Mpa  
Dibuat tgl : 18-02-2006 Ditest tgl : 18-03-2006  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
Ukuran : Diameter : 15,10 cm ; Tinggi : 29,85 cm ; Berat : 12.40 kg

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
10	6
20	11
30	17
40	22
50	29
60	35
70	41
80	47
90	55
100	61
110	70
120	75
130	81
140	90
150	95
160	102
170	110
180	118
190	126
200	135
210	141
220	150
230	158
240	167
250	175
260	185
270	195
280	205

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
290	206
300	215
310	224
320	234
330	245
340	255
350	264
360	273
370	283
380	294
390	303
400	312
410	323
420	333
430	344
440	355
450	367
460	378
470	393
480	410
490	425
500	440
510	459
520	477
530	493
540	525
540.7	557

Dikerjakan oleh :

1. Marsidi 00511105  
2. Banis 98511198

Yogyakarta, 20 Maret 2006

Mengetahui

Laboratorium BKLTSP UII  
**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UII**



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

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

**DATA SEMENTARA PENGAMATAN**

**UJI DESAK SILINDER BETON**

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 75 % (BPL 75%)-2  
 Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana (f'c) : 25 Mpa  
 Dibuat tgl : 18-02-2006 Ditest tgl : 18-03-2006  
 Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
 Ukuran : Diameter : 15,10 cm Tinggi : 29,90 cm Berat : 12,30 kg

Beban (KN)	Regangan (10 <sup>-3</sup> )
10	7
20	13
30	20
40	27
50	35
60	42
70	49
80	55
90	63
100	72
110	79
120	87
130	97
140	108
150	112
160	115
170	122
180	130
190	137
200	145
210	154
220	161
230	170
240	175
250	185
260	195
270	205
280	212

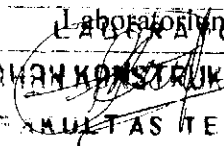
Beban (KN)	Regangan (10 <sup>-3</sup> )
290	220
300	230
310	235
320	245
330	257
340	267
350	278
360	286
370	296
380	308
390	318
400	329
410	340
420	352
430	364
440	375
450	388
460	401
470	415
480	428
490	442
500	458
510	475
520	493
530	514
540	540
550	575

Dikerjakan oleh :

- 1. Marsidi            00511105
- 2. Banis             98511198

Yogyakarta, 20 Maret 2006

Mengetahui

  
 Laboratorium BKJTSP UII  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGAMATAN

UJI DESAK SILINDER BETON

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 100 % (BPL 100%)-I  
Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'c$ ) : 25 Mpa  
Dibuat tgl : 17-02-2006 Ditest tgl : 17-03-2006  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
Ukuran : Diameter : 15,10 cm Tinggi : 30,20 cm Berat : 12,60 kg

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
10	7
20	13
30	18
40	25
50	30
60	38
70	45
80	51
90	56
100	64
110	71
120	79
130	87
140	95
150	101
160	110
170	116
180	126
190	134
200	142
210	150
220	160
230	169
240	178
250	187
260	196
270	205
280	215
290	226

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
300	236
310	249
320	258
330	265
340	270
350	275
360	284
370	295
380	305
390	317
400	331
410	343
420	358
430	372
440	388
450	402
460	420
470	435
480	445
490	460
500	463
510	502
520	516
530	538
540	563
550	587
560	515
570.4	565

Dikerjakan oleh :

1. Marsidi 00511105  
2. Banis 98511198

Yogyakarta, 20 Maret 2006

Mengetahui

Laboratorium BKTUMSP UII  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. : (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**DATA SEMENTARA PENGAMATAN**

**UJI DESAK SILINDER BETON**

Nama benda uji : Beton Berkadar Pasir Lampung 100 % (EPL 100%)-2  
Jenis beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'c$ ) : 25 Mpa  
Dibuat tgl : 17-02-2006 Ditest tgl : 17-03-2006  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir Umur Beton : 28 hari  
Ukuran : Diameter : 15,20 cm Tinggi : 30,25 cm Berat : 12.50 kg

Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
10	6
20	12
30	18
40	22
50	27
60	32
70	38
80	44
90	50
100	55
110	61
120	66
130	72
140	78
150	83
160	89
170	95
180	103
190	110
200	115
210	120
220	128
230	135
240	142
250	150
260	157
270	165
280	173
290	180

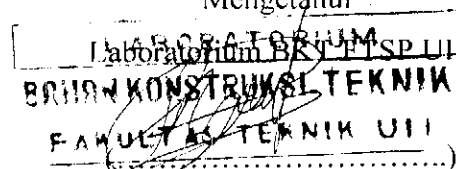
Beban (KN)	Regangan ( $10^{-3}$ )
300	188
310	196
320	205
330	212
340	220
350	225
360	235
370	245
380	255
390	262
400	271
410	280
420	290
430	300
440	308
450	318
460	329
470	341
480	353
490	362
500	378
510	395
520	411
530	430
540	454
550	480
560	520
562.7	560

Dikerjakan oleh :

1. Marsidi 00511105
2. Banis 98511198

Yogyakarta, 20 Maret 2006..

Mengetahui





## **LAMPIRAN E**

## PENGOLAHAN DATA KUAT DESAK BETON

### 1. Beton Berkadar Pasir Lampung 0% (BPL 0%)

Sampel	Umur	P maks (KN)	f <sub>ci</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)	[f <sub>ci</sub> - f <sub>cr</sub> ] <sup>2</sup>	Sd (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)
BPL 0%-1	14	405,2	22,64	24,29	2,7304	1,2591	22,22
BPL 0%-2		448,5	24,89		0,3619		
BPL 0%-3		424,8	23,58		0,5093		
BPL 0%-4		458,2	25,94		2,7265		
BPL 0%-5		439,7	24,40		0,0128		
BPL 0%-1	21	452,4	25,11	27,51	5,7669	1,5614	24,95
BPL 0%-2		514,6	28,75		1,5382		
BPL 0%-3		495,6	27,51		0,0000		
BPL 0%-4		523,1	29,03		2,3182		
BPL 0%-5		486,0	27,15		0,1279		
BPL 0%-1	28	504,5	28,45	29,10	0,4244	0,5678	28,17
BPL 0%-2		534,0	29,83		0,5381		
BPL 0%-3		522,4	28,99		0,0114		
BPL 0%-4		514,3	29,51		0,1676		
BPL 0%-5		507,2	28,72		0,1480		

Keterangan : contoh hitungan f<sub>c</sub> (MPa)

Kuat desak beton rata – rata tanpa capping pada umur 3 hari

$$\text{Kuat desak rata -- rata (f'cr)} = \frac{22,64 + 24,89 + 23,56 + 25,94 + 24,40}{5}$$

$$= 24,291 \text{ MPa}$$

$$\Sigma [f_c - f_{cr}]^2 = 6,3409 \text{ MPa}$$

Misal, a =  $\Sigma [f_c - f_{cr}]^2$  dan b = N-1

$$Sd = \sqrt{\frac{a}{b}}$$

$$= \sqrt{\frac{6,3409}{4}}$$

$$Sd = 1,2591 \text{ MPa}$$

$$F'c = f'cr - 1,64 \cdot Sd$$

$$= 24,291 - 1,64 \cdot 1,2591$$

$$= 22,2259 \text{ MPa}$$

## 2. Beton Berkadar Pasir Lampung 25% (BPL 25%)

Sampel	Umur	P maks (KN)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)	[f <sub>c</sub> - f <sub>cr</sub> ] <sup>2</sup>	Sd (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)
BPL 25%-1	14	465,4	26,31	24,99	1,7490	1,21	23,01
BPL 25%-2		444,5	25,13		0,0198		
BPL 25%-3		410,1	23,19		3,2552		
BPL 25%-4		436,3	24,54		0,2060		
BPL 25%-5		458,5	25,79		0,6317		
BPL 25%-1	21	519,9	28,99	28,20	0,6308	0,86	26,79
BPL 25%-2		507,3	28,34		0,0214		
BPL 25%-3		491,3	27,27		0,8624		
BPL 25%-4		519,8	29,04		0,7132		
BPL 25%-5		482,9	27,34		0,7332		
BPL 25%-1	28	504,5	31,07	30,53	0,2951	1,39	28,25
BPL 25%-2		534,0	28,61		3,6899		
BPL 25%-3		522,4	29,65		0,7769		
BPL 25%-4		514,3	32,11		2,5198		
BPL 25%-5		507,2	31,20		0,4512		

Keterangan : contoh hitungan f<sub>c</sub> (MPa)

Kuat desak beton rata – rata dengan *capping* menggunakan pasta semen pada umur 3 hari

$$\text{Kuat desak rata – rata (f}_{cr}\text{)} = \frac{26,31 + 25,13 + 23,19 + 24,54 + 25,79}{5}$$

$$= 24,992 \text{ MPa}$$

$$\Sigma [f_c - f_{cr}]^2 = 5,8617 \text{ MPa}$$

Misal, a =  $\Sigma [f_c - f_{cr}]^2$  dan b = N-1

$$S_d = \sqrt{\frac{a}{b}}$$

$$= \sqrt{\frac{5,8617}{4}}$$

$$S_d = 1,2105 \text{ MPa}$$

$$F'_c = f_{cr} - 1,64 \cdot S_d$$

$$= 24,992 - 1,64 \cdot 1,2105$$

$$= 23,01 \text{ MPa}$$



### 3. Beton Berkadar Pasir Lampung 50% (BPL 50%)

Sampel	Umur	P maks (KN)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)	[f <sub>c</sub> - f <sub>cr</sub> ] <sup>2</sup>	Sd (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)
BPL 50%-1	14	460,7	25,42	25,96	0,2972	1,23	23,95
BPL 50%-2		481,2	26,88		0,8538		
BPL 50%-3		471,8	26,36		0,1591		
BPL 50%-4		481,1	27,06		1,2042		
BPL 50%-5		431,1	24,09		3,5159		
BPL 50%-1	21	512,5	28,44	28,93	0,2397	1,12	27,10
BPL 50%-2		546,6	30,54		2,5738		
BPL 50%-3		514,7	28,57		0,1351		
BPL 50%-4		531,6	29,50		0,3255		
BPL 50%-5		494,3	27,62		1,7363		
BPL 50%-1	28	563,9	31,09	30,90	0,0360	1,05	29,18
BPL 50%-2		575,6	31,95		1,0910		
BPL 50%-3		524,3	29,29		2,5911		
BPL 50%-4		562,6	31,64		0,5466		
BPL 50%-5		546,6	30,54		0,1323		

Keterangan : contoh hitungan f<sub>c</sub> (MPa)

Kuat desak beton rata – rata dengan *capping* menggunakan gerenda pada umur 3 hari

$$\text{Kuat desak rata -- rata (f'_{cr})} = \frac{25,42 + 26,88 + 26,36 + 27,06 + 24,09}{5}$$

$$= 25,96 \text{ MPa}$$

$$\Sigma [f_c - f_{cr}]^2 = 6,0301 \text{ MPa}$$

Misal, a =  $\Sigma [f_c - f_{cr}]^2$  dan b = N-1

$$S_d = \sqrt{a/b}$$

$$= \sqrt{\frac{6,0301}{4}}$$

$$S_d = 1,2278 \text{ MPa}$$

$$F'_c = f'_{cr} - 1,64 \cdot S_d$$

$$= 25,9605 - 1,64 \cdot 1,2278$$

$$= 23,9468 \text{ MPa}$$

#### 4. Beton Berkadar Pasir Lampung 75% (BPL 75%)

Sampel	Umur	P maks (KN)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)	[f <sub>c</sub> - f <sub>cr</sub> ] <sup>2</sup>	S <sub>d</sub> (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)
BPL 75%-1	14	450,0	24,98	27,02	4,1785	1,62	24,37
BPL 75%-2		475,6	26,93		0,086		
BPL 75%-3		494,7	27,64		0,3830		
BPL 75%-4		466,5	26,24		0,6133		
BPL 75%-5		511,0	29,32		5,2963		
BPL 75%-1	21	551,8	30,63	29,58	1,0848	1,08	27,81
BPL 75%-2		513,3	28,49		1,1998		
BPL 75%-3		538,0	30,26		0,4540		
BPL 75%-4		510,5	28,33		1,5644		
BPL 75%-5		544,4	30,22		0,3979		
BPL 75%-1	28	540,7	30,01	31,27	1,5896	1,15	29,39
BPL 75%-2		572,2	31,76		0,2377		
BPL 75%-3		598,3	32,99		2,9515		
BPL 75%-4		553,1	30,90		0,1362		
BPL 75%-5		549,4	30,69		0,3314		

Keterangan : contoh hitungan f'<sub>c</sub> (MPa)

Kuat desak beton rata – rata dengan *capping* menggunakan pelat baja pada umur 3 hari.

$$\text{Kuat desak rata – rata (f}_{cr}\text{)} = \frac{24,98 + 26,93 + 27,64 + 26,24 + 29,32}{5}$$

$$= 27,0198 \text{ MPa}$$

$$\Sigma [f_c - f_{cr}]^2 = 10,4787 \text{ MPa}$$

Misal, a =  $\Sigma [f_c - f_{cr}]^2$  dan b = N-1

$$S_d = \sqrt{\frac{a}{b}}$$

$$= \sqrt{\frac{10,4787}{4}}$$

$$S_d = 1,6185 \text{ MPa}$$

$$f'_c = f_{cr} - 1,64 \cdot S_d$$

$$= 27,0198 - 1,64 \cdot 1,6185$$

$$= 24,3654 \text{ MPa}$$

### 5. Beton Berkadar Pasir Lampung 100% (BPL 100%)

Sampel	Umur	P maks (KN)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)	[f <sub>c</sub> - f <sub>cr</sub> ] <sup>2</sup>	Sd (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)
BPL 100%-1	14	527,5	29,47	28,90	6,0097	2,19	25,32
BPL 100%-2		499,8	28,49		2,1520		
BPL 100%-3		519,8	29,23		4,9043		
BPL 100%-4		523,5	29,25		4,9638		
BPL 100%-5		505,7	28,07		1,0968		
BPL 100%-1	21	551,2	30,59	30,27	1,0166	1,21	28,28
BPL 100%-2		524,0	28,89		0,4795		
BPL 100%-3		559,2	31,24		2,7492		
BPL 100%-4		548,7	30,86		1,6268		
BPL 100%-5		536,0	29,75		0,0271		
BPL 100%-1	28	590,0	32,96	32,23	2,8649	1,35	30,03
BPL 100%-2		572,3	32,40		1,2803		
BPL 100%-3		589,0	32,91		2,6791		
BPL 100%-4		570,4	31,87		0,3571		
BPL 100%-5		562,7	31,03		0,0600		

Keterangan : contoh hitungan f<sub>c</sub> (MPa)

Kuat desak beton rata – rata dengan *capping* menggunakan belerang pada umur 3 hari.

$$\text{Kuat desak rata – rata (f}_{cr}\text{)} = \frac{29,47 + 28,49 + 29,23 + 29,25 + 28,07}{5}$$

$$= 28,9015 \text{ MPa}$$

$$\Sigma [f_c - f_{cr}]^2 = 19,1265 \text{ MPa}$$

Misal, a =  $\Sigma [f_c - f_{cr}]^2$  dan b = N - 1

$$S_d = \sqrt{\frac{a}{b}}$$

$$= \sqrt{\frac{19,1265}{4}}$$

$$S_d = 2,1867 \text{ MPa}$$

$$f'_c = f_{cr} - 1,64 \cdot S_d$$

$$= 28,9015 - 1,64 \cdot 2,1867$$

$$= 25,3153 \text{ MPa}$$



## **LAMPIRAN F**

## PENGOLAHAN DATA MODULUS ELASTIS, MODULUS KENYAL DAN KEKAKUAN

### 1. Modulus Elastis

Modulus elastis diperoleh dari data dan grafik tegangan regangan yang kemudian dicari trendline dan persamaannya, sehingga dapat dicari besarnya batas sebanding antara tegangan ( $\epsilon$ ) dan regangan ( $\sigma$ ). Nilai batas sebanding adalah 0,4-0,7 dari nilai maksimum maksimum regangan yang terjadi pada saat tersebut. Modulus elastis beton adalah nilai perbandingan antara tegangan dengan regangan batas sebanding, atau dapat ditulis dengan rumus :

$$E_c = \sigma / \epsilon$$

Contoh perhitungan :

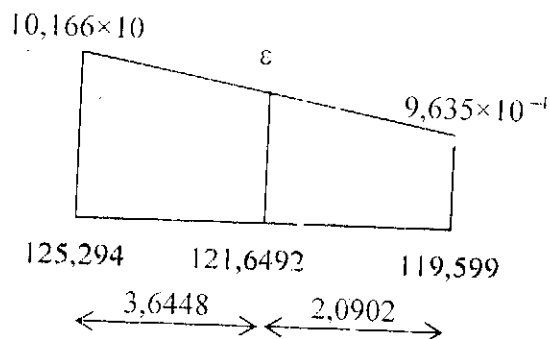
pada variasi campuran beton yang menggunakan pasir asal Yogyakarta secara keseluruhan untuk sampel 2 (BPL 0%-2) didapat data :

$$\sim \sigma \text{ maks} = 304,123 \text{ kg/cm}^2$$

$\sim \sigma$  sebanding =  $0,4 \sigma \text{ maks} = 121,6492 \text{ kg/cm}^2$ , terletak diantara tegangan  $119,599 \text{ kg/cm}^2$  dan  $125,294 \text{ kg/cm}^2$  serta regangan  $4,825 \times 10^{-4} \text{ cm}$  dan

$$5,092 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$\sim$  dengan interpolasi didapat regangan sebanding ( $\epsilon$ ) ;



$$\varepsilon = \frac{3,6448(0,0009635) + 2,0902(0,0010166)}{3,6448 + 2,0902} = \frac{0,005719}{5,735} = 9,9725 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$\sim \text{modulus elastis (Ec)} = \frac{121,6492}{9,9725 \times 10^{-4}} = 121984,6949 \text{ kg/cm}^2 = 11966,6949 \text{ MPa}$$

## 2. Modulus Kenyal (Ek)

$$Ek = \frac{1}{2} \times \sigma \times \varepsilon$$

$$= \frac{1}{2} \times 121,6492 \times 9,9725 \times 10^{-4} = 0,0607 \text{ MPa}$$

## 3. Kekakuan (K)

$$K = P/\Delta L = \frac{21486,2900}{299,1750} = 718184,6729 \text{ kg/cm}^2 =$$

Adapun untuk data perhitungan yang lainnya dapat ditabel sebagai berikut :

Tipe	$\sigma$ maks (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4 $\sigma$ maks (kg/cm <sup>2</sup> )	$\varepsilon$ (10 <sup>-4</sup> )	Beban (P) (kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> ) (mm)	Kekakuan (K) (kg/cm)	Modulus Elastisitas		Modulus Kenyal (MPa)
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)	
BPL 0%	304.123	121.6492	9.973	21486.2900	299.1750	718184.6729	121984.6578	11966.6949	0.0607
BPL 25%	320.958	128.3832	11.751	22675.6827	352.5210	643243.4578	109255.7890	10717.9929	0.0754
BPL 50%	311.299	124.5196	9.707	21993.2744	291.2160	755222.0465	128275.5068	12583.8272	0.0604
BPL 75%	315.000	126.0000	10.253	22254.7500	307.6020	723491.7198	122886.0671	12055.1232	0.0646
BPL 100%	316.265	126.5060	8.619	22344.1223	258.5640	864162.1513	146779.1340	14399.0330	0.0545



## **LAMPIRAN G**

## Data perhitungan untuk mencari grafik Tegangan-Regangan

### 1. Beton Berkadar Pasir Lampung 0%-1 (BPL 0%-1)

Diameter: 15.15 cm      Tinggi : 300.00 mm  
 Luas : 180.18 cm<sup>2</sup>      Berat : 12.700 kg      h : 150.00 mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )/mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )/mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	6	0.400	5.658	280	28542.30	214	14.267	158.414
20	2038.74	11	0.733	11.315	290	29561.67	225	15.000	164.072
30	3058.10	17	1.133	16.973	300	30581.04	235	15.667	169.729
40	4077.47	23	1.533	22.631	310	31600.41	249	16.600	175.387
50	5096.84	30	2.000	26.288	320	32619.78	260	17.335	181.045
60	6116.21	37	2.467	33.946	330	33639.14	269	17.933	186.702
70	7135.58	45	3.000	39.604	340	34658.51	275	18.333	192.360
80	8154.94	52	3.467	45.261	350	35677.88	283	18.867	198.018
90	9174.31	59	3.933	50.919	360	36697.25	290	19.333	203.675
100	10193.68	66	4.400	56.576	370	37716.62	292	19.467	209.333
110	11213.05	74	4.933	62.234	380	38735.98	305	20.333	214.991
120	12232.42	82	5.467	67.892	390	39755.35	312	20.800	220.648
130	13251.78	90	6.000	73.549	400	40774.72	323	21.533	226.306
140	14271.15	98	6.533	79.207	410	41794.09	332	22.133	231.964
150	15290.52	106	7.000	84.865	420	42813.46	341	22.733	237.621
160	16309.89	112	7.467	90.522	430	43832.82	355	23.667	243.279
170	17329.26	118	7.867	96.180	440	44852.19	365	24.333	248.937
180	18348.62	125	8.333	101.838	450	45871.56	375	25.000	254.594
190	19367.99	130	8.667	107.495	460	46890.93	390	26.000	260.252
200	20387.36	140	9.333	113.153	470	47910.30	404	26.933	265.910
210	21406.73	148	9.867	118.811	480	48929.66	409	27.267	271.567
220	22426.10	157	10.467	124.468	490	49949.03	435	29.000	277.225
230	23445.46	165	11.000	130.126	500	50968.40	453	30.200	282.882
240	24464.83	175	11.667	135.784	510	51987.77	475	31.667	288.540
250	25484.20	185	12.333	141.441	520	53007.14	505	33.667	294.198
260	26503.57	195	13.000	147.099	522.4	53251.78	535	35.667	295.556
270	27522.94	205	13.667	152.757					



## 2. Beton Berkadar Pasir Lampung 0%-2 (BPL 0%-2)

Diameter : 15.10 cm  
Luas : 178.99 cm<sup>2</sup>

Tinggi : 300.50 mm  
Berat : 12.600 kg

h : 150.50 mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	3	0.199	5.695
20	2038.74	7	0.465	11.390
30	3058.10	12	0.797	17.086
40	4077.47	19	1.262	22.781
50	5096.84	25	1.661	28.476
60	6116.21	30	1.993	34.171
70	7135.58	39	2.591	39.866
80	8154.94	45	2.990	45.561
90	9174.31	52	3.455	51.257
100	10193.68	59	3.920	56.952
110	11213.05	65	4.319	62.647
120	12232.42	73	4.850	68.342
130	13251.78	80	5.316	74.037
140	14271.15	87	5.781	79.733
150	15290.52	95	6.312	85.428
160	16309.89	103	6.844	91.123
170	17329.26	113	7.508	96.818
180	18348.62	120	7.973	102.513
190	19367.99	127	8.439	108.208
200	20387.36	135	8.970	113.904
210	21406.73	145	9.635	119.599
220	22426.10	153	10.166	125.294
230	23445.46	158	10.498	130.989
240	24464.83	169	11.229	136.684
250	25484.20	179	11.894	142.379
260	26503.57	183	12.558	148.075
270	27522.94	198	13.156	153.770

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
280	28542.30	13.754	6.889	159.465
290	29561.67	14.286	7.155	165.160
300	30581.04	14.884	7.454	170.855
310	31600.41	15.482	7.754	176.551
320	32619.78	16.146	8.087	182.246
330	33639.14	16.744	8.386	187.941
340	34658.51	17.276	8.652	193.636
350	35677.88	17.507	8.918	199.331
360	36697.25	18.605	9.318	205.026
370	37716.62	19.402	9.717	210.722
380	38735.98	20.000	10.017	216.417
390	39755.35	20.664	10.349	222.112
400	40774.72	21.329	10.682	227.807
410	41794.09	22.060	11.048	233.502
420	42813.46	22.791	11.414	239.198
430	43832.82	23.455	11.747	244.893
440	44852.19	24.120	12.080	250.588
450	45871.56	24.917	12.479	256.283
460	46890.93	25.581	12.812	261.978
470	47910.30	26.711	13.378	267.673
480	48929.66	27.641	13.844	273.369
490	49949.03	28.704	14.376	279.064
500	50968.40	29.834	14.942	284.759
510	51987.77	30.897	15.474	290.454
520	53007.14	32.159	16.106	296.149
530	54026.50	33.488	16.772	301.845
534	54434.25	34.551	17.304	304.123

### 3. Beton Berkadar Pasir Lampung 25%-1 (BPL 25%-1)

Diameter : 15.10 cm      Tinggi : 300.00 mm  
 Luas : 178.99 cm<sup>2</sup>      Berat : 12.700 kg  
 h : 150.00 mm

Beban (kN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	3	0.200	5.695
20	2038.74	8	0.533	11.390
30	3058.10	15	1.000	17.086
40	4077.47	22	1.467	22.781
50	5096.84	27	1.800	28.476
60	6116.21	34	2.267	34.171
70	7135.58	41	2.733	39.866
80	8154.94	43	3.200	45.561
90	9174.31	55	3.667	51.257
100	10193.68	60	4.000	56.952
110	11213.05	66	4.400	62.647
120	12232.42	70	4.667	68.342
130	13251.78	78	5.200	74.037
140	14271.15	84	5.600	79.733
150	15290.52	88	5.867	85.428
160	16309.89	95	6.333	91.123
170	17329.26	103	6.867	96.818
180	18348.62	109	7.267	102.513
190	19367.99	115	7.667	108.208
200	20387.36	124	8.267	113.904
210	21406.73	130	8.667	119.599
220	22426.10	138	9.200	125.294
230	23445.46	145	9.667	130.989
240	24464.83	155	10.333	136.684
250	25484.20	162	10.800	142.379
260	26503.57	168	11.200	148.075

Beban (kN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
270	27522.94	11.667	5.833	153.770
280	28542.30	12.000	6.000	159.465
290	29561.67	12.533	6.267	165.160
300	30581.04	12.933	6.467	170.855
310	31600.41	13.600	6.800	176.551
320	32619.78	14.000	7.000	182.246
330	33639.14	14.667	7.333	187.941
340	34658.51	15.333	7.667	193.636
350	35677.88	16.000	8.000	199.331
360	36697.25	16.800	8.400	205.026
370	37716.62	17.467	8.733	210.722
380	38735.98	18.333	9.167	216.417
390	39755.35	19.200	9.600	222.112
400	40774.72	20.000	10.000	227.807
410	41794.09	20.933	10.467	233.502
420	42813.46	21.867	10.933	239.198
430	43832.82	22.800	11.400	244.893
440	44852.19	23.867	11.933	250.588
450	45871.56	25.000	12.500	256.283
460	46890.93	26.000	13.000	261.978
470	47910.30	26.933	13.467	267.673
480	48929.66	28.333	14.167	273.369
490	49949.03	29.667	14.833	279.064
500	50968.40	30.667	15.333	284.759
510	51987.77	32.000	16.000	290.454
518.9	52895.01	34.000	17.000	295.523

**4. Beton Berkadar Pasir Lampung 25%-2 (BPL 25%-2)**

Diameter : 15.15 cm      Tinggi : 299.00 mm

h : 149.00 mm

Luas : 180.18 cm<sup>2</sup>      Berat : 12.500 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	7	0.470	5.658
20	2038.74	14	0.940	11.315
30	3058.10	22	1.477	16.973
40	4077.47	30	2.013	22.631
50	5096.84	37	2.483	28.288
60	6116.21	45	3.020	33.946
70	7135.58	55	3.691	39.604
80	8154.94	62	4.161	45.261
90	9174.31	70	4.698	50.919
100	10193.68	77	5.168	56.576
110	11213.05	85	5.705	62.234
120	12232.42	92	6.174	67.892
130	13251.78	98	6.577	73.549
140	14271.15	108	7.248	79.207
150	15290.52	115	7.718	84.865
160	16309.89	122	8.188	90.522
170	17329.25	130	8.725	96.180
180	18348.62	138	9.262	101.838
190	19367.99	146	9.799	107.495
200	20387.36	155	10.403	113.153
210	21406.73	162	10.872	118.811
220	22426.10	172	11.544	124.468
230	23445.46	182	12.215	130.126
240	24464.83	191	12.819	135.784
250	25484.20	201	13.490	141.441
260	26503.57	210	14.094	147.099
270	27522.94	220	14.765	152.757
280	28542.30	225	15.101	158.414

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
290	29561.67	235	15.772	164.072
300	30581.04	245	16.443	169.729
310	31600.41	257	17.248	175.387
320	32619.78	267	17.919	181.045
330	33639.14	281	18.859	186.702
340	34658.51	290	19.463	192.360
350	35677.88	298	20.000	198.018
360	36697.25	305	20.470	203.675
370	37716.62	315	21.141	209.333
380	38735.98	325	21.812	214.991
390	39755.35	335	22.483	220.648
400	40774.72	345	23.154	226.306
410	41794.09	355	23.826	231.964
420	42813.46	365	24.497	237.621
430	43832.82	375	25.168	243.279
440	44852.19	390	26.174	248.937
450	45871.56	404	27.114	254.594
460	46890.93	415	27.852	260.252
470	47910.30	430	28.859	265.910
480	48929.66	444	29.799	271.567
490	49949.03	460	30.872	277.225
500	50968.40	475	31.879	282.882
510	51987.77	493	33.087	288.540
520	53007.14	512	34.362	294.198
530	54026.50	530	35.570	299.855
540	55045.87	543	36.443	305.513
560	57084.61	555	37.248	316.828
567.3	57828.75	575	38.591	320.958

### 8. Beton Berkadar Pasir Lampung 75%-2 (BPL 75%-2)

Diameter : 15.10 cm      Tinggi : 299.00 mm  
 Luas : 178.99 cm<sup>2</sup>      Berat : 12.300 kg

h : 149.00 mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	7	0.470	5.695
20	2038.74	13	0.872	11.390
30	3058.10	20	1.342	17.086
40	4077.47	27	1.812	22.781
50	5096.84	35	2.349	28.476
60	6116.21	42	2.819	34.171
70	7135.58	49	3.289	39.866
80	8154.94	55	3.691	45.561
90	9174.31	63	4.228	51.257
100	10193.68	72	4.832	56.952
110	11213.05	79	5.302	62.647
120	12232.42	87	5.839	68.342
130	13251.78	97	6.510	74.037
140	14271.15	108	7.248	79.733
150	15290.52	112	7.517	85.428
160	16309.89	115	7.718	91.123
170	17329.26	122	8.188	96.818
180	18348.62	130	8.725	102.513
190	19367.99	137	9.195	108.208
200	20387.36	145	9.732	113.904
210	21406.73	154	10.336	119.599
220	22426.10	161	10.805	125.294
230	23445.46	170	11.409	130.989
240	24464.83	175	11.745	136.684
250	25484.20	185	12.416	142.379
260	26503.57	195	13.087	148.075
270	27522.94	205	13.758	153.770
280	28542.30	212	14.228	159.465

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
290	29561.67	220	14.765	165.160
300	30581.04	230	15.436	170.855
310	31600.41	235	15.772	176.551
320	32619.78	245	16.443	182.246
330	33639.14	257	17.248	187.941
340	34658.51	267	17.919	193.636
350	35677.88	278	18.668	199.331
360	36697.25	286	19.195	205.026
370	37716.62	296	19.866	210.722
380	38735.98	308	20.671	216.417
390	39755.35	318	21.342	222.112
400	40774.72	329	22.081	227.807
410	41794.09	340	22.819	233.502
420	42813.46	352	23.624	239.198
430	43832.82	364	24.430	244.893
440	44852.19	375	25.168	250.588
450	45871.56	388	26.040	256.283
460	46890.93	401	26.913	261.978
470	47910.30	415	27.852	267.673
480	48929.66	428	28.725	273.369
490	49949.03	442	29.664	279.064
500	50968.40	458	30.738	284.759
510	51987.77	475	31.879	290.454
520	53007.14	493	33.087	296.149
530	54026.50	514	34.497	301.845
540	55045.87	540	36.242	307.540
550	56065.24	575	38.591	313.235
553.1	56381.24	610	40.940	315.000

**9. Beton Berkadar Pasir Lampung 100%-1 (BPL 100%-1)**

Diameter : 15.10 cm  
Luas : 178.99 cm<sup>2</sup>

Tinggi : 302.00 mm  
Berat : 12.500 kg

h : 152.00 mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	7	0.461	5.695
20	2038.74	13	0.855	11.390
30	3058.10	18	1.184	17.086
40	4077.47	25	1.645	22.781
50	5096.84	30	1.974	28.476
60	6116.21	38	2.500	34.171
70	7135.58	45	2.981	39.866
80	8154.94	51	3.355	45.561
90	9174.31	56	3.684	51.257
100	10193.68	64	4.211	56.952
110	11213.05	71	4.671	62.647
120	12232.42	79	5.197	68.342
130	13251.78	87	5.724	74.037
140	14271.15	95	6.250	79.733
150	15290.52	101	6.645	85.428
160	16309.89	110	7.237	91.123
170	17329.26	116	7.632	96.818
180	18348.62	126	8.289	102.513
190	19367.99	134	8.816	108.208
200	20387.36	142	9.342	113.904
210	21406.73	150	9.868	119.599
220	22426.10	160	10.526	125.294
230	23445.46	169	11.118	130.939
240	24464.83	178	11.711	136.684
250	25484.20	187	12.303	142.379
260	26503.57	196	12.895	148.075
270	27522.94	205	13.487	153.770
280	28542.30	215	14.145	159.465
290	29561.67	226	14.868	165.160

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
300	30581.04	236	15.526	170.855
310	31600.41	249	16.382	176.551
320	32619.78	258	16.974	182.246
330	33639.14	265	17.434	187.941
340	34658.51	270	17.763	193.636
350	35677.88	275	18.092	199.331
360	36697.25	284	18.584	205.026
370	37716.62	295	19.408	210.722
380	38735.98	305	20.036	216.417
390	39755.35	317	20.855	222.112
400	40774.72	331	21.776	227.807
410	41794.09	343	22.566	233.502
420	42813.46	358	23.553	239.198
430	43832.82	372	24.474	244.893
440	44852.19	388	25.526	250.588
450	45871.56	402	26.447	256.283
460	46890.93	420	27.632	261.978
470	47910.30	435	28.618	267.673
480	48929.66	445	29.276	273.369
490	49949.03	460	30.263	279.064
500	50968.40	463	30.461	284.759
510	51987.77	502	33.026	290.454
520	53007.14	516	33.947	296.149
530	54026.50	538	35.395	301.845
540	55045.87	563	37.039	307.540
550	56065.24	587	38.618	313.235
560	57084.61	515	33.882	318.930
570.4	58144.75	565	37.171	324.853

**5. Beton Berkadar Pasir Lampung 50%-1 (BPL 50%-1)**

Diameter : 15.10 cm      Tinggi : 301.50 mm  
 Luas : 178.99 cm<sup>2</sup>      Berat : 12.500 kg

h : 151.50 mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	6	0.396	5.695
20	2038.74	10	0.660	11.390
30	3058.10	17	1.122	17.086
40	4077.47	24	1.584	22.781
50	5096.84	29	1.914	28.476
60	6116.21	33	2.178	34.171
70	7135.58	40	2.640	39.866
80	8154.94	45	2.970	45.561
90	9174.31	50	3.300	51.257
100	10193.68	55	3.630	56.952
110	11213.05	64	4.224	62.647
120	12232.42	70	4.620	68.342
130	13251.78	76	5.017	74.037
140	14271.15	83	5.479	79.733
150	15290.52	90	5.941	85.428
160	16309.89	96	6.337	91.123
170	17329.26	103	6.799	96.818
180	18348.62	110	7.261	102.513
190	19367.99	119	7.855	108.208
200	20387.36	125	8.251	113.904
210	21406.73	134	8.845	119.599
220	22426.10	141	9.307	125.294
230	23445.46	148	9.769	130.989
240	24464.83	158	10.429	136.684
250	25484.20	167	11.023	142.379
260	26503.57	177	11.683	148.075
270	27522.94	185	12.211	153.770
280	28542.30	195	12.871	159.465

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
290	29561.67	204	13.465	165.160
300	30581.04	214	14.125	170.855
310	31600.41	225	14.851	176.551
320	32619.78	235	15.512	182.246
330	33639.14	245	16.172	187.941
340	34658.51	256	16.898	193.636
350	35677.88	268	17.690	199.331
360	36697.25	280	18.482	205.026
370	37716.62	292	19.274	210.722
380	38735.98	304	20.066	216.417
390	39755.35	315	20.792	222.112
400	40774.72	330	21.782	227.807
410	41794.09	344	22.706	233.502
420	42813.46	359	23.696	239.198
430	43832.82	375	24.752	244.893
440	44852.19	393	25.941	250.588
450	45871.56	404	26.667	256.283
460	46890.93	420	27.723	261.978
470	47910.30	440	29.043	267.673
480	48929.66	461	30.429	273.369
490	49949.03	480	31.683	279.064
500	50968.40	504	33.267	284.759
510	51987.77	532	35.116	290.454
520	53007.14	565	37.294	296.149
530	54026.50	600	39.604	301.845
540	55045.87	645	42.574	307.540
546.6	55718.65	690	45.545	311.299

**6. Beton Berkadar Pasir Lampung 50%-2 (BPL 50%-2)**

Diameter : 15.10 cm      Tinggi : 300.50 mm      h : 150.50 mm  
 Luas : 178.99 cm<sup>2</sup>      Berat : 12.500 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	5	0.332	5.695
20	2038.74	10	0.664	11.390
30	3058.10	15	0.997	17.086
40	4077.47	21	1.395	22.781
50	5096.84	26	1.728	28.476
60	6116.21	34	2.259	34.171
70	7135.58	40	2.656	39.866
80	8154.94	46	3.056	45.561
90	9174.31	53	3.522	51.257
100	10193.63	60	3.987	56.952
110	11213.05	66	4.385	62.647
120	12232.42	74	4.917	68.342
130	13251.78	82	5.449	74.037
140	14271.15	89	5.914	79.733
150	15290.52	92	6.113	85.428
160	16309.89	105	6.977	91.123
170	17329.26	112	7.442	96.818
180	18348.62	123	8.173	102.513
190	19367.99	135	8.970	108.208
200	20387.36	145	9.635	113.904
210	21406.73	155	10.299	119.599
220	22426.10	170	11.296	125.294
230	23445.46	180	11.960	130.989
240	24464.83	192	12.757	136.684
250	25484.20	202	13.422	142.379
260	26503.57	212	14.086	148.075
270	27522.94	220	14.618	153.770

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
280	28542.30	230	15.282	159.465
290	29561.67	241	16.013	165.160
300	30581.04	253	16.811	170.855
310	31600.41	264	17.542	176.551
320	32619.78	275	18.272	182.246
330	33639.14	287	19.070	187.941
340	34658.51	280	18.605	193.636
350	35677.88	289	19.203	199.331
360	36697.25	299	19.867	205.026
370	37716.62	309	20.532	210.722
380	38735.98	318	21.130	216.417
390	39755.35	330	21.927	222.112
400	40774.72	340	22.591	227.807
410	41794.09	355	23.588	233.502
420	42813.46	369	24.518	239.198
430	43832.82	382	25.382	244.893
440	44852.19	392	26.047	250.588
450	45871.56	405	26.910	256.283
460	46890.93	420	27.907	261.978
470	47910.30	435	28.904	267.673
480	48929.66	450	29.900	273.369
490	49949.03	455	30.235	279.064
500	50968.40	470	31.229	284.759
510	51987.77	496	32.957	290.454
520	53007.14	526	34.950	296.149
524.3	53445.46	550	36.545	298.598

### 7. Beton Berkadar Pasir Lampung 75%-1 (BPL 75%-1)

Diameter : 15.10 cm      Tinggi : 298.50 mm      h : 198.50 mm  
 Luas : 178.99 cm<sup>2</sup>      Berat : 12.400 kg

Beban (kN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	6	0.404	5.695
20	2038.74	11	0.741	11.390
30	3058.10	17	1.145	17.086
40	4077.47	22	1.481	22.781
50	5096.84	29	1.953	28.476
60	6116.21	35	2.357	34.171
70	7135.58	41	2.761	39.866
80	8154.94	47	3.165	45.561
90	9174.31	55	3.704	51.257
100	10193.68	1	4.377	56.952
110	11213.05	70	4.714	62.647
120	12232.42	75	5.051	68.342
130	13251.78	81	5.455	74.037
140	14271.15	90	6.061	79.733
150	15290.52	95	6.397	85.428
160	16309.89	102	6.869	91.123
170	17329.26	110	7.407	96.818
180	18348.62	118	7.946	102.513
190	19367.99	126	8.485	108.208
200	20387.36	135	9.091	113.904
210	21406.73	141	9.495	119.599
220	22426.10	150	10.101	125.294
230	23445.46	158	10.640	130.989
240	24464.83	167	11.246	136.684
250	25484.20	175	11.785	142.379
260	26503.57	185	12.458	148.075
270	27522.94	195	13.131	153.770
280	28542.30	205	13.805	159.465

Beban (kN)	Beban (Kg)	$\Delta L$ (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
290	29561.67	206	13.872	165.160
300	30581.04	215	14.478	170.855
310	31600.41	224	15.084	176.551
320	32619.78	234	15.758	182.246
330	33639.14	245	16.498	187.941
340	34658.51	255	17.172	193.636
350	35677.88	264	17.778	199.331
360	36697.25	273	18.384	205.026
370	37716.62	283	19.057	210.722
380	38735.98	294	19.798	216.417
390	39755.35	303	20.404	222.112
400	40774.72	312	21.010	227.807
410	41794.09	323	21.751	233.502
420	42813.46	333	22.424	239.198
430	43832.82	344	23.165	244.893
440	44852.19	355	23.906	250.588
450	45871.56	367	24.714	256.283
460	46890.93	378	25.455	261.978
470	47910.30	393	26.465	267.673
480	48929.66	410	27.609	273.369
490	49949.03	425	28.620	279.064
500	50968.40	440	29.630	284.759
510	51987.77	459	30.909	290.454
520	53007.14	477	32.121	296.149
530	54026.50	493	33.199	301.845
540	55045.87	525	35.354	307.540
540.7	55117.23	557	37.508	307.938

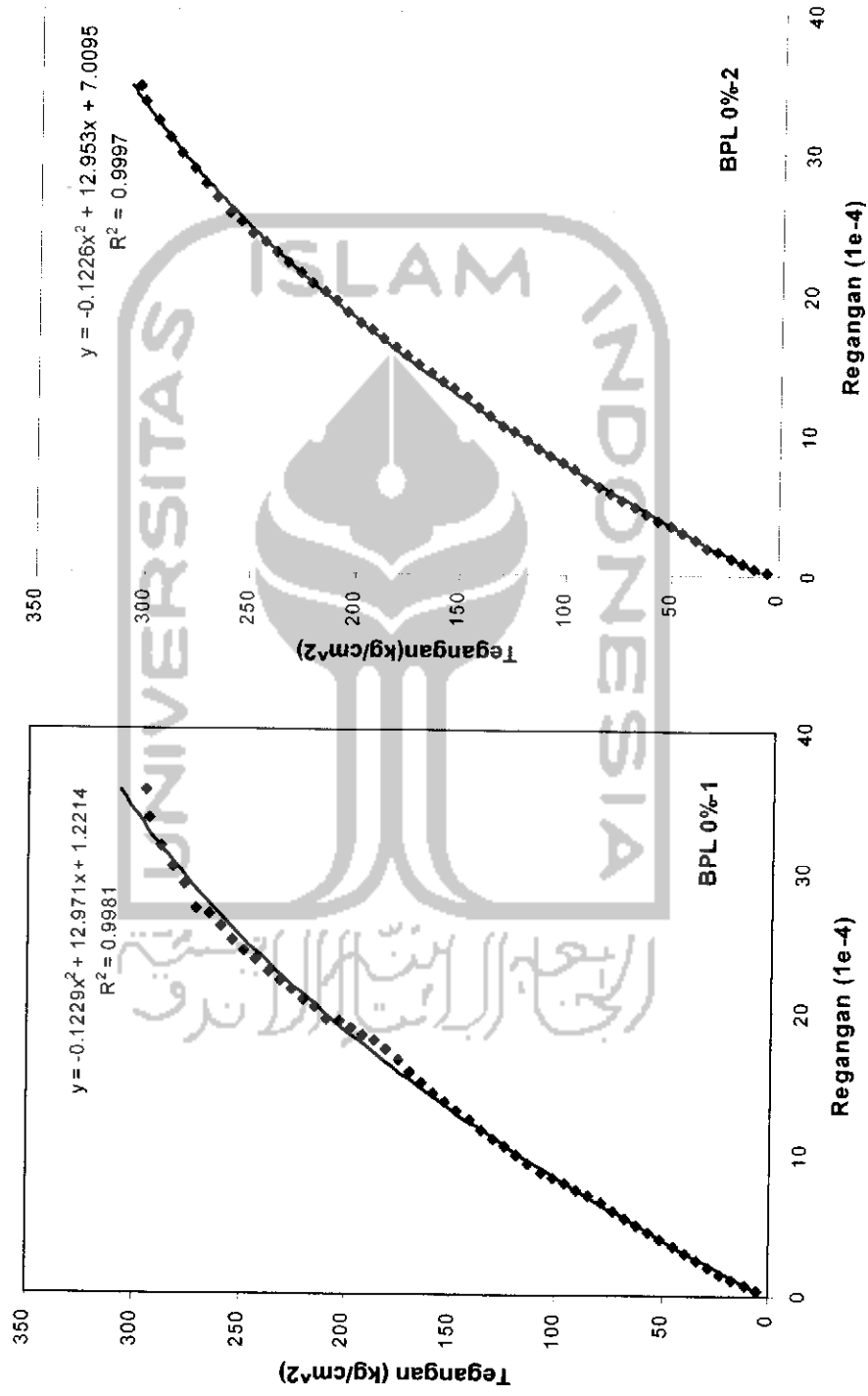


**10. Beton Berkadar Pasir Lampung 100%-2 (BPL100%-2)**

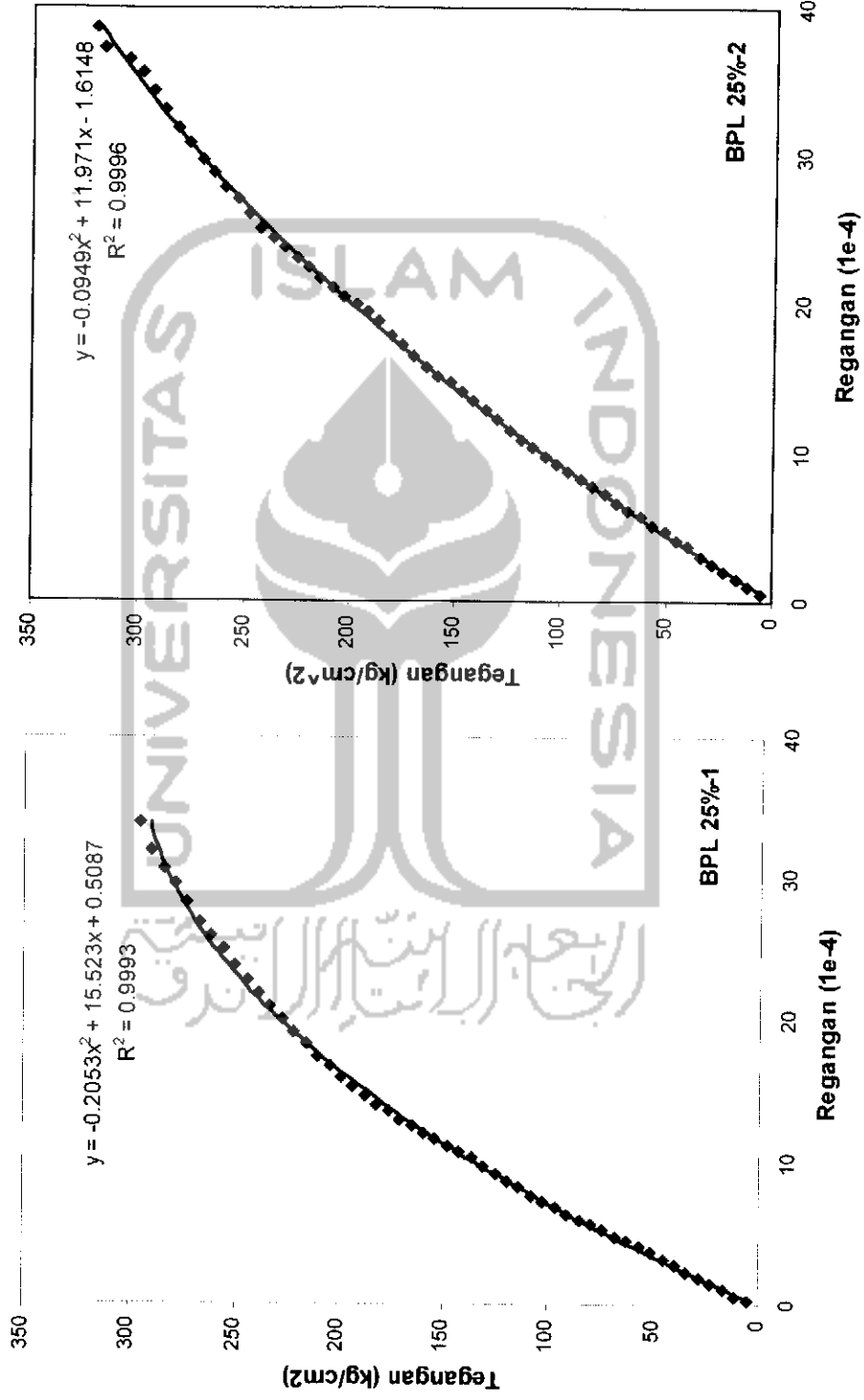
Diameter : 15.20 cm      Tinggi : 302.50 mm      h : 152.50 mm  
 Luas : 181.37 cm<sup>2</sup>      Berat : 12.500 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
10	1019.37	6	0.393	5.620
20	2038.74	12	0.787	11.241
30	3058.10	18	1.180	16.861
40	4077.47	22	1.443	22.482
50	5096.84	27	1.770	28.102
60	6116.21	32	2.098	33.723
70	7135.58	38	2.492	39.343
80	8154.94	44	2.885	44.964
90	9174.31	50	3.279	50.584
100	10193.68	55	3.607	56.205
110	11213.05	61	4.000	61.825
120	12232.42	66	4.328	67.446
130	13251.78	72	4.721	73.066
140	14271.15	78	5.115	78.687
150	15290.52	83	5.443	84.307
160	16309.89	89	5.836	89.928
170	17329.26	95	6.230	95.548
180	18348.62	103	6.754	101.169
190	19367.99	110	7.213	106.789
200	20387.36	115	7.541	112.410
210	21406.73	120	7.669	118.030
220	22426.10	128	8.393	123.651
230	23445.46	135	8.852	129.271
240	24464.83	142	9.311	134.892
250	25484.20	150	9.836	140.512
260	26503.57	157	10.295	146.133
270	27522.94	165	10.820	151.753
280	28542.30	173	11.344	157.374
290	29561.67	180	11.803	162.994

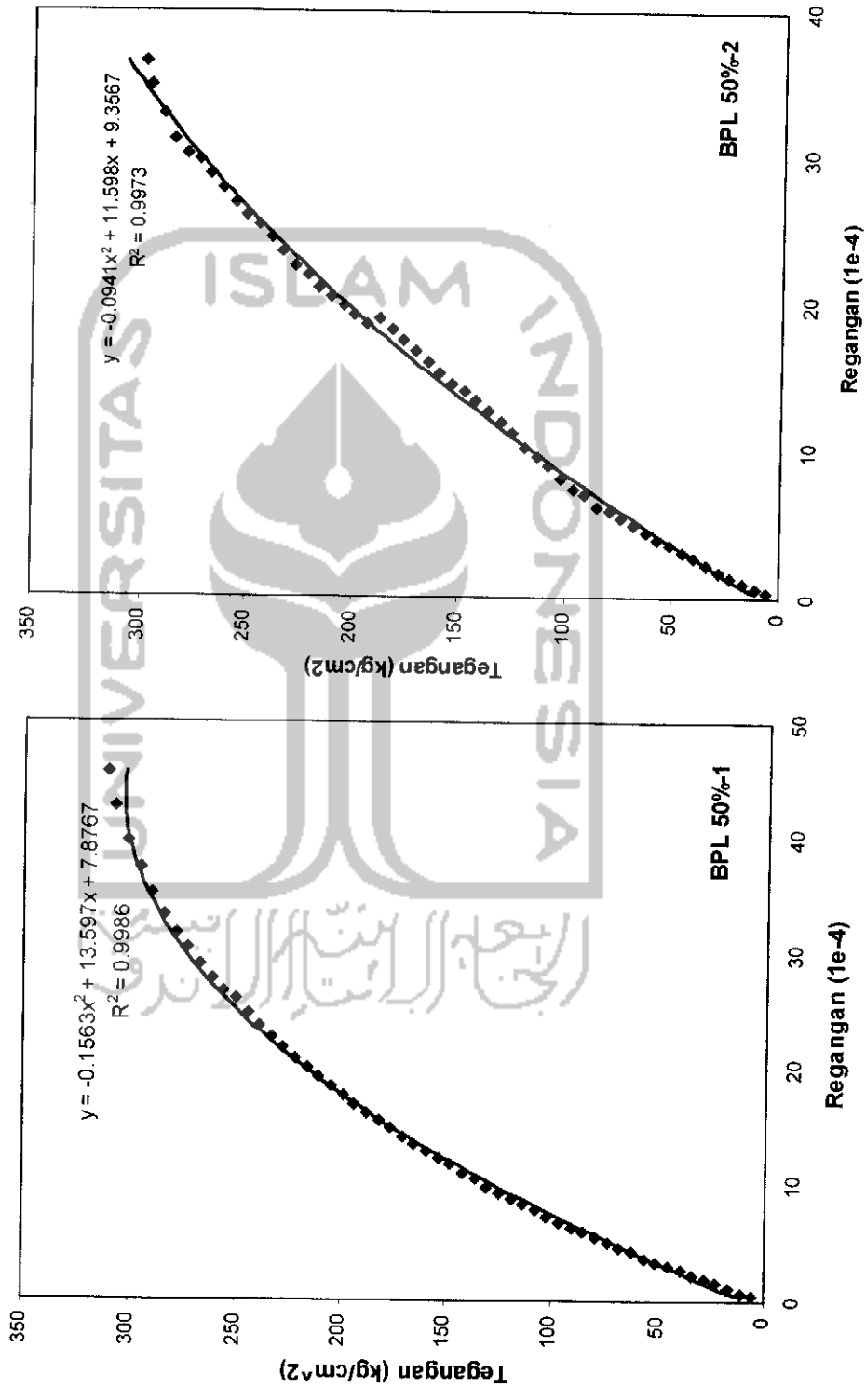
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 <sup>-3</sup> )mm	Regangan (10 <sup>-4</sup> )	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )
300	30581.04	188	12.328	168.615
310	31600.41	196	12.852	174.235
320	32619.78	205	13.443	179.856
330	33639.14	212	13.902	185.476
340	34658.51	220	14.426	191.097
350	35677.88	225	14.754	196.717
360	36697.25	235	15.410	202.338
370	37716.62	245	16.036	207.958
380	38735.98	255	16.721	213.579
390	39755.35	262	17.180	219.199
400	40774.72	271	17.770	224.820
410	41794.09	280	18.361	230.440
420	42813.46	290	19.016	236.061
430	43832.82	300	19.672	241.681
440	44852.19	308	20.197	247.302
450	45871.56	318	20.852	252.922
460	46890.93	329	21.574	258.543
470	47910.30	341	22.361	264.163
480	48929.66	353	23.148	269.784
490	49949.03	362	23.738	275.404
500	50968.40	378	24.787	281.024
510	51987.77	395	25.902	286.645
520	53007.14	411	26.951	292.265
530	54026.50	430	28.197	297.886
540	55045.87	454	29.770	303.506
550	56065.24	480	31.475	309.127
560	57084.61	520	34.098	314.747
562.7	57359.84	560	36.721	316.265



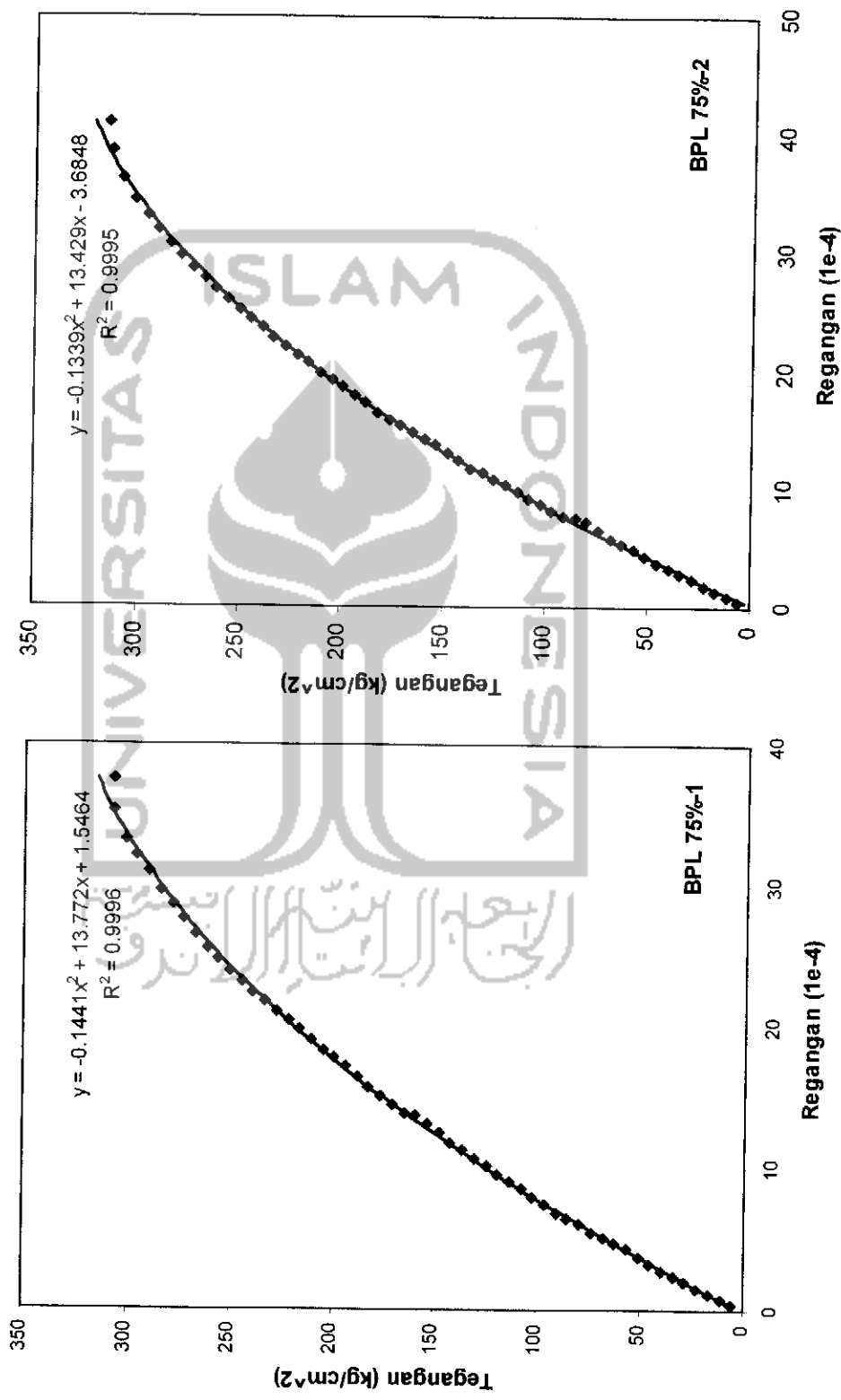
Grafik Tegangan Regangan Silinder Beton dengan Campuran Pasir Lampung 0% dan Pasir Yoyakarta 100%



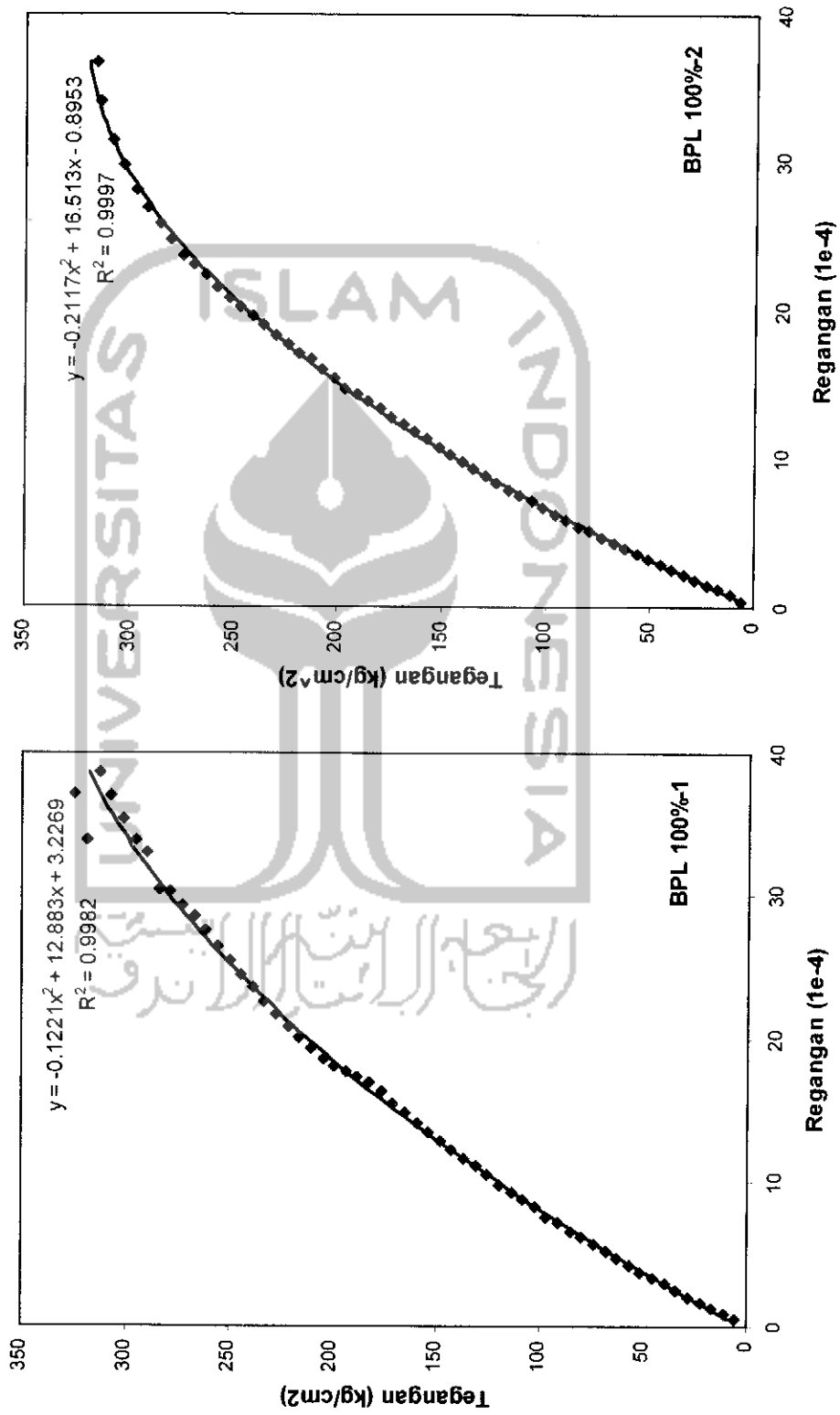
Grafik Tegangan Regangan Silinder Beton dengan Campuran Pasir Lampung 25% dan Pasir Yoyakarta 75%



Grafik Tegangan Regangan Silinder Beton dengan Campuran Pasir Lampung 50% dan Pasir Yogyakarta 50%



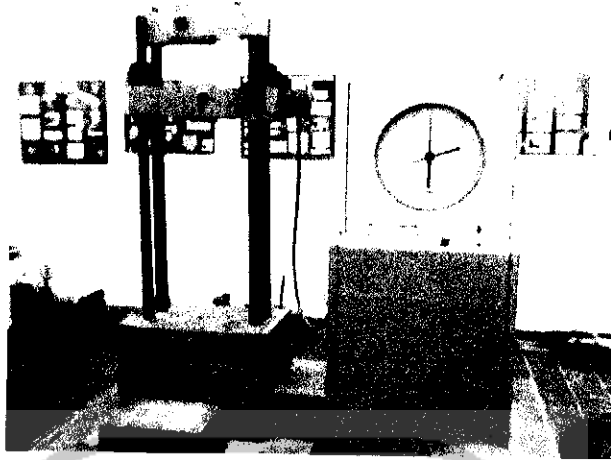
Grafik Tegangan Regangan Silinder Beton dengan Campuran Pasir Lampung 75% dan Pasir Yogyakarta 25%



Grafik Tegangan Regangan Silinder Beton dengan Campuran Pasir Lampung 100% dan Pasir Yogyakarta 0%

# LAMPIRAN H

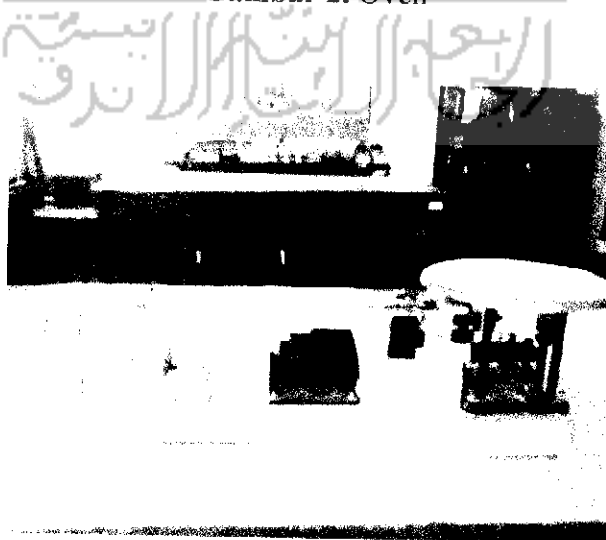




Gambar 1. Alat Uji *Universal Testing Material (UTM)*  
Merk SIMATZU type 39

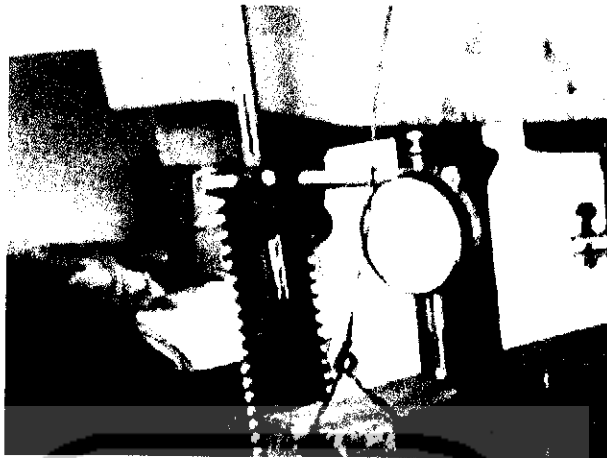


Gambar 2. Oven

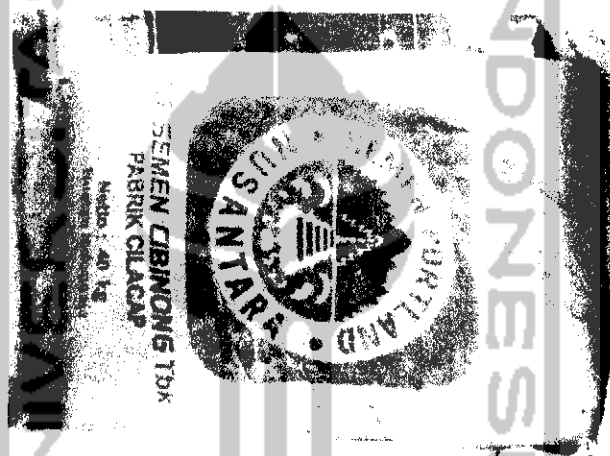


Gambar 3. Neraca/Timbangan Merk O'house





Gambar 4. Dial Gauge



Gambar 5. Semen Portland



Gambar 6. Pasir Putih Lampung



**Gambar 7.** Pasir Yogyakarta



**Gambar 8.** Pengujian Kandungan Lumpur



**Gambar 9.** Persiapan Bahan Campuran



**Gambar 10. Pencampuran Material**



**Gambar 11. Pengukuran Nilai Slump**



**Gambar 12. Pembuatan Beton Silinder**



**Gambar 13. Pemasakan Sampel**



**Gambar 14. Perawatan Sampel**

الجامعة الإسلامية  
البحرينية  
البحرين