

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KUAT DESAK DAN TARIK BETON DENGAN  
PASIR DARI SUNGAI BOYONG YOGYAKARTA DAN  
KRIKIL UKURAN 20 DAN 40 mm**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk memenuhi  
persyaratan memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**M. HANIF WAHYU HIDAYAT**

**05 511 098**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2011**

## TUGAS AKHIR

# ANALISIS KUAT DESAK DAN TARIK BETON DENGAN PASIR DARI SUNGAI BOYONG YOGYAKARTA DAN KRIKIL UKURAN 20 DAN 40 mm

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



**M. Hanif Wahyu Hidayat**

**05511098**

**Disahkan Oleh**

**Dosen Pembimbing**



**Ir. H. Suharyatmo, MT**

Tanggal: 22/8/2011

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**



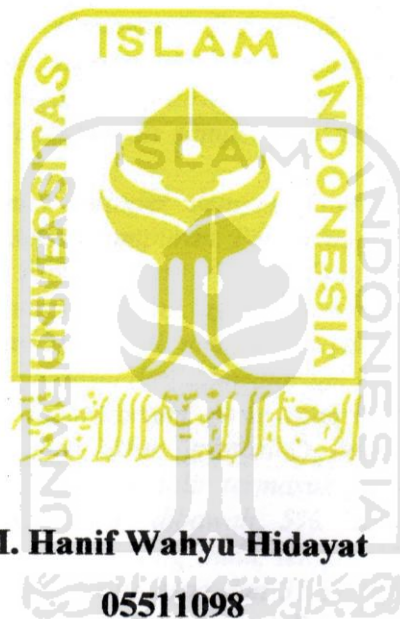
**Ir. H. Suharyatmo, MT**

Tanggal: 22/8/2011

## TUGAS AKHIR

# ANALISIS KUAT DESAK DAN TARIK BETON DENGAN PASIR DARI SUNGAI BOYONG YOGYAKARTA DAN KRIKIL UKURAN 20 DAN 40 mm

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



**M. Hanif Wahyu Hidayat**

**05511098**

**Disetujui Oleh**

**Pembimbing/penguji :**

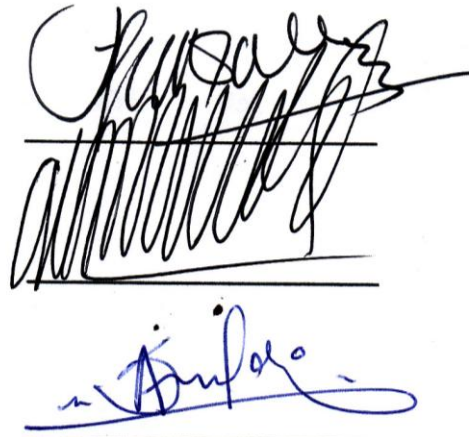
**Ir. H. Suharyatmo, MT**

**Penguji :**

**Ir. H. A Kadir Aboe, MS**

**Penguji :**

**Ir. H. Much.Samsudin, MT**



## **ABSTRAKSI**

*Letusan gunung Merapi merupakan suatu bencana besar yang tidak akan terlupakan oleh masyarakat seluruh Indonesia, karena banyak menyebabkan hilangnya jiwa manusia. Akibat letusan gunung Merapi ini juga berakibat sungai-sungai mengalami pendangkalan dasar sampai jauh ke bagian hilir.*

*Penelitian dilakukan untuk mengetahui kualitas beton yang dibuat dengan menggunakan pasir hasil erupsi Merapi yang diambil dari aliran sungai Boyong mulai dari hulu sampai ke hilir sungai di tiga lokasi, yaitu di bagian hulu (Boyong, Kelurahan Miri Kebo, Kecamatan Pakem), di bagian tengah (Bulus, Kelurahan Candibinangun, Kecamatan Pakem) dan di bagian hilir (Tungkak, Kelurahan Brontokusuman, Kecamatan Margangsang). Pasir diambil langsung dari sungai, dibagian sungai yang airnya mengalir dan dipergunakan tanpa dicuci terlebih dahulu. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 20 Maret 2011.*

*Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm tinggi 30 cm berjumlah 15 buah untuk setiap campuran. Perencanaan campuran menggunakan metode Departement of Environment (DoE). Campuran beton menggunakan agregat halus/pasir dari sungai Boyong, agregat kasar/krikil berasal dari Clereng Kulonprogo dengan ukuran 20 dan 40 mm, semen yang digunakan adalah semen merk Tiga Roda dan airnya berasal dari laboratorium BKT, PSTS FTSP UII.*

*Hasil pemeriksaan laboratorium, pasir yang berasal dari sungai Boyong bagian hulu berupa pasir agak kasar (gradasi 2), bagian tengah termasuk pasir agak kasar (gradasi 2), dan bagian hilir termasuk pasir agak halus (gradasi 3). Kandungan lumpur ketiga pasir dibawah 5%. Kuat tekan beton dengan menggunakan pasir dari sungai Boyong (hulu, tengah, hilir) dan krikil ukuran 20 mm berturut-turut 28,84 Mpa, 33,91 Mpa dan 31,57 Mpa. Sedangkan kuat tekan beton dengan menggunakan pasir dari sungai Boyong (hulu, tengah, hilir) dan krikil ukuran 40 mm berturut-turut 28,26 Mpa, 29,82 Mpa dan 28,35 Mpa. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan pasir hasil erupsi merapi pada aliran sungai Boyong dari bagian hulu, tengah dan hilir sungai semua memenuhi syarat kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar 20 Mpa.*

**Kata Kunci :** *Pasir Boyong, Krikil Ukuran 20 dan 40 mm, Kekuatan Beton*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Pertama dan yang paling utama penulis panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, Shalawat serta salam ditujukan kepada nabi Muhammad SAW. sehingga tugas akhir yang berjudul “*Analisis Kuat Desak Dan Tarik Beton Dengan Pasir Dari Sungai Boyong Yogyakarta Dan Krikil Ukuran 20 dan 40 mm* ” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan syarat untuk mencapai jenjang Strata Satu (S1), pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis mohon maaf dan berharap akan ada pengembangan penelitian yang lebih baik dengan rekomendasi penelitian yang dikemukakan pada bagian akhir dari tugas akhir ini.

Dalam penyelesaian laporan ini penyusun telah mendapat banyak bantuan dan motifasi dari berbagai pihak, untuk itu penyusun ingin mengucapkan beribu terima kasih kepada :

1. **Ir. H. Mochammad Teguh, MSCE, Ph.D** selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII Yogyakarta.
2. **Ir. H. Suharyatmo, MT** dan **Ir. Tri Fajar Budiyo, MT** selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII Yogyakarta.
3. **Ir. H A Kadir Aboe, MS** selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII Yogyakarta.
4. **Ir. H. Suharyatmo, MT** selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, nasehat dan dukungan yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.

5. **Ir. H A Kadir Aboe, MS** dan **Ir. H Much. Samsudin, MT** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk mengoreksi, memberikan nasehat dan masukan kepada penulis.
6. Segenap staf dan karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII, terutama **Bpk. Warno, Bpk. Ndaru, Bpk. Hari, Bpk. Heri dan Bpk. Santoro** yang telah membantu selama penelitian berlangsung.
7. Bapak dan ibu tercinta atas doa, kasih sayang, nasehat, pengertian dan perhatian yang tulus serta dukungan baik moril maupun materiil hingga laporan ini selesai, Adik-adikku yang senantiasa memberi dorongan.
8. Sahabat, teman-teman terbaikku terima kasih atas dorongan semangat, perhatian, dukungan dan bantuannya sehingga laporan tugas akhir ini selesai.
9. Semua pihak yang langsung maupun tidak langsung yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu selama tugas akhir dan dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan Tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun selalu penyusun harapkan. Semoga laporan ini, dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi seluruh mahasiswa yang membutuhkan pada umumnya.

***Wabillahittaufiq wal hidayah***

***Wassalamu'alaikum Wr. Wb.***

Yogyakarta, 12 Agustus 2011

Hormat Penyusun

M. Hanif Wahyu Hidayat

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Pengertian Umum .....	5
2.2 Hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan .....	6
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	8
3.1. Beton .....	8
3.2. Material Penyusun Beton .....	9
3.2.1 Semen .....	10
3.2.1.1 PC ( <i>Portland Cement</i> ) .....	11
3.2.1.2 PPC ( <i>Portland Pozzoland Cement</i> ) .....	11
3.2.1.3 PCC ( <i>Portland Composite Cement</i> ) .....	12
3.2.1.4 SSG ( <i>Semen Serba Guna</i> ) .....	13

3.2.2 Air .....	13
3.2.3 Agregat .....	14
3.2.3.1 Agregat Kalus .....	16
3.2.3.2 Agregat Kasar .....	18
3.3. Modulus Halus Butir .....	14
3.4. Faktor Air Semen .....	20
3.5. Slump .....	20
3.6. Kemudahan Pengerjaan (Workability).....	21
3.7. Segregasi (Pemisahan Krikil).....	21
3.8. Bleeding .....	22
3.9. Perencanaan Campuran Beton .....	23
3.10. Pengujian Sampel Benda uji .....	28
3.10.1 Berat Volume .....	29
3.10.2 Kuat Tekan Beton .....	29
3.10.3 Kuat Tarik Belah Beton .....	30
3.10.4 Modulus Elastis Beton .....	31
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Tinjauan Umum .....	34
4.2 Cara Pengambilan Sampel .....	34
4.3 Cara pengumpulan Data .....	34
4.3.1 Bahan Penelitian .....	34
4.3.2 Peralatan Penelitian .....	35
4.4 Pelaksanaan Penelitian .....	40
4.4.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus .....	40
4.4.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar .....	41
4.4.3 Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat Yang Lolos Saringan No.200.....	42
4.4.4 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus (Pasir) .....	44
4.4.5 Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus (Pasir) .....	44



4.4.6	Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar (Krikil).....	46
4.4.7	Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar (Krikil).....	47
4.4.8	Pengujian Modulus Halus Butir (MHB) / Analisa Saringan Agregat Halus.....	48
4.4.9	Pengujian Modulus Halus Butir (MHB) / Analisa Saringan Agregat Kasar.....	49
4.5	Pengujian Slump .....	50
4.6	Pembuatan Benda Uji.....	50
4.7	Perawatan Benda Uji.....	52
4.8	Pengujian Benda Uji .....	53
4.8.1	Pengujian Kuat Desak Beton .....	53
4.8.2	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	54
4.8.3	Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	54
4.9	Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian .....	56
<b>BAB V</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>57</b>
5.1	Umum .....	57
5.2	Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Agregat halus .....	57
5.2.1	Pemeriksaan berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus .....	57
5.2.2	Pemeriksaan Berat Isi Padat Dan Berat Isi Gembur Agregat Halus .....	58
5.2.3	Pemeriksaan Lolos Saringan No 200 Aregat Halus .....	58
5.2.4	Pemeriksaan Analisa Saringan Aregat Halus/MHB .....	59
5.3	Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Agregat Kasar .....	61
5.3.1	Pemeriksaan berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar .....	61
5.3.2	Pemeriksaan Berat Isi Padat Dan Berat Isi Gembur Agregat Kasar .....	61
5.3.3	Pemeriksaan Lolos Saringan No 200 Aregat Kasar .....	62
5.3.4	Pemeriksaan Analisa Saringan Aregat Kasar/MHB .....	62
5.4	Rencana Campuran Beton.....	64
5.5	Nilai Slump dan Workability .....	64

5.6	Pemeriksaan Berat Volume Beton .....	65
5.7	Pemeriksaan Sifat-sifat Mekanik Beton.....	67
5.7.1	Kuat Tekan Beton .....	67
5.7.2	Kuat Tarik Belah Beton .....	69
5.8	Tegangan Regangan Beton .....	71
5.9	Modulus Elastisitas .....	75
5.10	Perbandingan $f'c$ Rencana dengan $f'c$ Hasil Penelitian .....	77
5.11	Perbandingan Hasil Penelitian Ini Dengan Penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS .....	78
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>82</b>
6.1	Kesimpulan .....	82
6.2	Saran.....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>84</b>



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 1.1</b> Umur Pengujian Dan Jumlah Benda Uji.....	4
<b>Tabel 3.1</b> Batas-batas susunan butir agregat halus .....	17
<b>Tabel 3.2</b> Batas Gradasi Untuk Agregat Halus/Pasir .....	18
<b>Tabel 3.3</b> Batas Gradasi Untuk Agregat Kasar/Krikil .....	19
<b>Tabel 3.4</b> Nilai Slump .....	21
<b>Tabel 3.5</b> Nilai standart deviasi (S).....	23
<b>Tabel 3.6</b> Perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,50 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.....	24
<b>Tabel 3.7</b> Perkiraan kadar air bebas (kg/m <sup>3</sup> ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan adukan.....	26
<b>Tabel 3.8</b> Persyaratan jumlah semen minimum dan FAS maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus .....	26
<b>Tabel 5.1</b> Hasil Pemeriksaan Berat jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus .....	57
<b>Tabel 5.2</b> Hasil Pemeriksaan Berat Isi padat Dan Gembur Agregat Halus ...	58
<b>Tabel 5.3</b> Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	58
<b>Tabel 5.4</b> Hasil Pemeriksaan Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Halus..	59
<b>Tabel 5.5</b> Hasil Pemeriksaan Berat jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar .....	61
<b>Tabel 5.6</b> Hasil Pemeriksaan Berat Isi padat Dan Gembur Agregat Kasar ...	61
<b>Tabel 5.6</b> Komposisi kebutuhan material untuk 1 adukan beton.....	60
<b>Tabel 5.7</b> Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar.....	62
<b>Tabel 5.8</b> Hasil Pemeriksaan Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Kasar..	62
<b>Tabel 5.9</b> Rencana Campuran Beton Menggunakan Metode Departement Of Environtment (DOE).....	64
<b>Tabel 5.10</b> Nilai Slump .....	64
<b>Tabel 5.11</b> Berat Volume Beton Pada Umur 14, 21 dan 28 Hari .....	66
<b>Tabel 5.12</b> Kuat Tekan Beton Pada Umur 14, 21 dan 28 Hari .....	67
<b>Tabel 5.13</b> Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari .....	70

<b>Tabel 5.14</b>	Perbandingan Modulus Elastisitas Antara Hasil Uji Dengan Rumus Empiris .....	75
<b>Tabel 5.15</b>	Perbandingan $f'c$ Rencana Dengan Hasil Uji .....	76
<b>Tabel 5.16</b>	Hasil Uji Material Pasir Penelitian Ini Dan Penelitian Sebelumnya .....	78
<b>Tabel 5.17</b>	Nilai Slump, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Pasir Pada Penelitian Ini dan penelitian Sebelumnya.....	78



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 3.1</b>	Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan fas Untuk Benda Uji Silinder (diameter 150 mm x 300 mm) ..... 25
<b>Gambar 3.2</b>	Grafik persentasi jumlah pasir yang dianjurkan untuk daerah susunan butir 1, 2, 3, dan 4 dengan butir mak. agregat 40 mm 27
<b>Gambar 3.3</b>	Grafik perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh ..... 28
<b>Gambar 3.4</b>	Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder..... 30
<b>Gambar 3.5</b>	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Silinder..... 31
<b>Gambar 3.6</b>	Benda uji dan alat kompresometer ..... 33
<b>Gambar 4.1</b>	Mistar Dan Kaliper ..... 35
<b>Gambar 4.2</b>	Satu set saringan..... 36
<b>Gambar 4.3</b>	Oven ..... 35
<b>Gambar 4.4</b>	Timbangan..... 37
<b>Gambar 4.5</b>	Mesin uji desak tipe <i>ADR 3000</i> ..... 37
<b>Gambar 4.6</b>	<i>Mixer</i> /mesin pengaduk campuran beton ..... 38
<b>Gambar 4.7</b>	Cetakan silinder beton..... 38
<b>Gambar 4.8</b>	Gelas ukur ..... 39
<b>Gambar 4.9</b>	<i>Slump test set</i> ..... 39
<b>Gambar 4.10</b>	Pengukuran nilai slump..... 50
<b>Gambar 4.11</b>	Bagan Alir (Flowchart) Pelaksanaan Penelitian ..... 56
<b>Gambar 5.1</b>	Kurva Gradasi Pasir Boyong Hulu..... 59
<b>Gambar 5.2</b>	Kurva Gradasi Pasir Boyong Tengah..... 60
<b>Gambar 5.3</b>	Kurva Gradasi Pasir Boyong Hilir ..... 60
<b>Gambar 5.4</b>	Kurva Gradasi Krikil 20 mm ..... 63
<b>Gambar 5.5</b>	Kurva Gradasi Krikil 40 mm ..... 63
<b>Gambar 5.6</b>	Nilai <i>Slump</i> ..... 65
<b>Gambar 5.7</b>	Berat Volume Pada Umur 14,21 dan 28 hari ..... 66
<b>Gambar 5.8</b>	Kuat Tekan Beton Pada Umur 14, 21 dan 28 Hari ..... 68
<b>Gambar 5.9</b>	Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari. .... 70

<b>Gambar 5.10</b>	Grafik Tegangan-Regangan B.Hulu 20.....	71
<b>Gambar 5.11</b>	Grafik Tegangan-Regangan B.Tengah 20.....	71
<b>Gambar 5.12</b>	Grafik Tegangan-Regangan B.Hilir 20.....	72
<b>Gambar 5.13</b>	Grafik Tegangan-Regangan B.Hulu 40.....	72
<b>Gambar 5.14</b>	Grafik Tegangan-Regangan B.Tengah 40.....	73
<b>Gambar 5.15</b>	Grafik Tegangan-Regangan B.Hilir 40.....	73
<b>Gambar 5.16</b>	Rekapitulasi Grafik Tegangan-Regangan.....	74
<b>Gambar 5.17</b>	Hasil Perbandingan Modulus Elastisitas Uji Dengan Rumus Empiris.....	76
<b>Gambar 5.18</b>	Perbandingan Kuat Tekan Penelitian Ini Dan Penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS .....	79



## DAFTAR NOTASI

- $A$  : Luas penampang benda uji,  $\text{cm}^2$ .
- $B_v$  : Berat volume silinder,  $\text{kg/cm}^3$ .
- $D$  : Diameter benda uji, mm.
- $E_c$  : Modulus elastisitas
- $f'_c$  : Kuat tekan beton, Mpa.
- $f_{ct}$  : Kuat tarik belah beton.
- $f'_{cr}$  : Kuat tekan rata-rata benda uji, Mpa.
- $K$  : Tetapan statistik yang nilainya tergantung prosentase hasil uji.
- $L$  : Panjang benda uji, mm.
- $m$  : Nilai tambah/margin, Mpa.
- $N$  : Jumlah benda uji yang diperiksa.
- $P$  : Beban maksimum, Kg.
- $s$  : Standar deviasi
- $\varepsilon$  : Regangan yang dihasilkan dari tegangan ( $\sigma$ ).
- $\sigma$  : Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji.
- $W_h$  : Perkiraan jumlah air untuk agregat alami,  $\text{kg/m}^3$ .
- $W_k$  : Perkiraan jumlah air untuk batu pecah,  $\text{kg/m}^3$ .
- $B.Hulu\ 20$  : Beton dengan pasir dari Boyong hulu, dan krikil ukuran 20 mm.
- $B.Tengah\ 20$  : Beton dengan pasir dari Boyong tengah, dan krikil ukuran 20 mm.
- $B.Hilir\ 20$  : Beton dengan pasir dari Boyong hilir, dan krikil ukuran 20 mm.
- $B.Hulu\ 40$  : Beton dengan pasir dari Boyong hulu, dan krikil ukuran 40 mm.
- $B.Tengah\ 40$  : Beton dengan pasir dari Boyong tengah, dan krikil ukuran 40 mm.
- $B.Hilir\ 40$  : Beton dengan pasir dari Boyong hilir, dan krikil ukuran 40 mm.

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Kartu Peserta Tugas Akhir
<b>Lampiran 2</b>	Hasil Pengujian Material.
<b>Lampiran 3</b>	Hasil Mix Desain.
<b>Lampiran 4</b>	Perhitungan Berat Volume.
<b>Lampiran 5</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton
<b>Lampiran 6</b>	Hasil Pengujian Tegangan-Regangan dan Modulus Elastisitas Beton
<b>Lampiran 7</b>	Gambar Dokumentasi





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Letusan gunung Merapi merupakan suatu bencana besar yang tidak akan terlupakan oleh masyarakat seluruh Indonesia, karena banyak menyebabkan hilangnya jiwa manusia. Banyak material yang ada di dalam perut bumi keluar dan membanjiri daerah-daerah yang berada disekitarnya. Sungai-sungai yang menjadi tempat mengalirnya aliran sungai kini menjadi dangkal akibat tertimbun material-material vulkanik. Walaupun letusan merapi sudah berakhir tetapi dampaknya masih terasa sampai saat ini. Karena jika terkena hujan yang cukup besar, material vulkanik yang masih ada di punggung gunung akan turun dan menjadi banjir lahar dingin yang mengakibatkan banyak kerusakan struktural maupun nonstruktur seperti bangunan air, jembatan, jalan, rumah dan lahan pertanian milik masyarakat sekitar karena banjir lahar dingin tersebut membawa material-material seperti pasir, lumpur, air, krikil dan sebagainya.

Akibat banjir lahar dingin yang terjadi belakangan ini bahkan membuat rumah dan jalan tertimbun material. Magelang dan Yogyakarta adalah dua contoh daerah yang terkena dampak langsung letusan gunung merapi dan banjir lahar dingin. Sungai-sungai di Yogyakarta yang berhulu di Merapi mengalami pendangkalan dasar sungai sampai jauh ke bagian hilir. Beberapa sungai di daerah Yogyakarta yang mengalami pendangkalan adalah sungai Boyong, sungai Opak, sungai Kuning dan sungai Code. Sementara ini sungai-sungai tersebut menjadi area tambang pasir, yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan struktur maupun non struktur.

Kita ketahui bahwa, pasir merupakan salah satu bahan dasar utama pembuatan beton, selain kerikil, semen, dan air. Dengan kata lain pasir merapi juga dapat di gunakan sebagai bahan untuk membuat beton. Akan tetapi pasir merapi perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu karakteristik dan kelayakannya. Karena mutu bahan dasar material beton akan mempengaruhi kualitas beton itu

sendiri, semakin baik mutu material maka akan menghasilkan mutu beton yang baik pula.

Sungai boyong adalah salah satu sungai yang hulunya digunung Merapi dan juga mengalami pendangkalan sampai ke hilir sungai. Peristiwa ini akan dijadikan momen yang tepat untuk melakukan penelitian agar kita dapat mengetahui kualitas material pasir hasil erupsi merapi pada aliran sungai Boyong ini, walaupun kita sudah mengetahui bersama bahwa material pasir merapi dapat dan baik untuk digunakan untuk sebagai bahan dasar pembutan beton. Kualitas pasir akan diketahui setelah pengujian dilakukan di beberapa titik sungai misalnya pada hulu, tengah dan hilir sungai. Material akibat erupsi merapi akan memiliki kualitas yang berbeda-beda, oleh karena itu perlu diadakan penelitian tentang material akibat erupsi gunung merapi, agar dapat mengetahui perbedaan mutu material sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan. Dasar-dasar tersebutlah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian tentang pasir akibat erupsi Merapi.

Selain pasir, salah satu agregat penyusun beton adalah krikil, ukuran butiran krikil juga berpengaruh pada kekuatan beton, karena berhubungan dengan volume pori yang erat hubungannya dengan bahan ikat pengisi pori antar butir-butir agregat. Pada agregat untuk pembuatan mortar atau beton diinginkan butiran yang kemampatannya tinggi (volume porinya sedikit), karena ini akan membutuhkan bahan ikat (semen) yang juga sedikit. Dasar-dasar tersebutlah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian tentang ukuran butiran krikil.

Dari latar belakang diatas, penulis akan melakukan penelitian tentang “ANALISIS KUAT DESAK DAN TARIK BETON DENGAN PASIR DARI SUNGAI BOYONG YOGYAKARTA DAN KRIKIL UKURAN 20 DAN 40 mm”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pokok permasalahan yang dipelajari dari penelitian ini adalah :

1. Apakah benar bahwa ada perbedaan kualitas pasir yang berada di hulu, tengah dan hilir sungai.

2. Apakah benar pasir merapi baik untuk digunakan sebagai bahan pembentuk beton.
3. Apakah benar penggunaan besar kecilnya ukuran krikil pada adukan beton berpengaruh pada kekuatan betonnya.

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik pasir Boyong sebagai bahan pembuatan beton.
2. Mengetahui mutu beton dengan bahan dasar pasir akibat erupsi merapi dari Sungai Boyong.
3. Mengetahui berapa besar perbedaan kekuatan antara krikil ukuran 20 mm dengan krikil ukuran 40 mm pada beton.

### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui karakteristik pasir Merapi pada aliran sungai Boyong
2. Dapat mengetahui perbedaan kekuatan antara krikil ukuran 20 mm dan krikil ukuran 40 mm.
3. Dapat mengetahui kualitas dan mutu bahan agar dapat digunakan tepat sasaran.

### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan yang di tinjau dibatasi :

1. Perencanaan campuran beton dalam penelitian ini menggunakan metode *Departement of Environment (DoE)*.
2. Rencana mutu beton adalah  $f_c' = 20$  MPa.
3. Benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 90 buah sample/benda uji.
4. Semen yang digunakan adalah semen Tiga Roda (dalam mix design dianggap tipe 1).
5. Nilai slump yang direncanakan 75 - 150 mm.
6. Digunakan agregat halus/pasir dari aliran sungai Boyong yang diambil mulai dari bagian hulu, tengah dan hilir sungai.

7. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng Kulonprogo dengan ukuran 20 mm dan 40 mm.
8. Air digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil UII.
9. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton berumur 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Untuk pengujian kuat tarik dan tegangan-regangan beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Lebih jelasnya lihat pada tabel 1.1 berikut.

**Tabel 1.1** Umur pengujian dan jumlah benda uji

Kode sample/ benda uji	Uji Kuat Desak			Uji Kuat Tarik	Uji Reg-Teg	Jumlah benda uji
	Umur Beton			Umur Beton	Umur Beton	
	14	21	28	28	28	
B.Hulu 20	3	3	3	3	3	15
B.Tengah 20	3	3	3	3	3	15
B.Hilir 20	3	3	3	3	3	15
B.Hulu 40	3	3	3	3	3	15
B.Tengah 40	3	3	3	3	3	15
B.Hilir 40	3	3	3	3	3	15

Keterangan :

1. B.Hulu 20 : Beton dengan bahan pasir dari sungai Boyong hulu dan krikil ukuran 20 mm.
2. B.Tengah 20 : Beton dengan bahan pasir dari sungai Boyong tengah dan krikil ukuran 20 mm.
3. B.Hilir 20 : Beton dengan bahan pasir dari sungai Boyong hilir dan krikil ukuran 20 mm.
4. B.Hulu 40 : Beton dengan bahan pasir dari sungai Boyong hulu dan krikil ukuran 40 mm.
5. B.Tengah 40 : Beton dengan bahan pasir dari sungai Boyong tengah dan krikil ukuran 40 mm.
6. B.Hilir 40 : Beton dengan bahan pasir dari sungai Boyong hilir dan krikil ukuran 40 mm.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Umum**

Beton merupakan bahan campuran yang terbuat dari semen Portland, air, agregat kasar, agregat halus dalam proporsi dan perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton merupakan bahan campuran yang tidak homogen, hal ini memungkinkan beton tersebut dapat dengan mudah untuk dibentuk dengan cara menempatkan campuran yang masih basah ke dalam cetakan beton sampai terjadi pengerasan beton. Jika berbagai unsur pembentuk beton tersebut dirancang dengan baik, maka hasilnya adalah bahan yang kuat dan tahan lama. Kelebihan beton dibandingkan dengan bahan-bahan yang lain diantaranya adalah harganya relative murah, bahan-bahan penyusun beton mudah didapat, mudah dicetak sesuai keinginan, dan beton memiliki kuat tekan yang tinggi.

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam agregat halus/pasir (Tekhnologi Bahan Konstruksi, 2011).

Analisa Saringan Agregat Halus / Modulus Halus Butir (MHB) dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dengan saringan (Teknologi Bahan Konstruksi, 2011).

Pemeriksaan Berat Isi Gembur dan berat isi padat Agregat halus dimaksudkan sebagai acuan dalam menentukan berat volume padat/gembur agregat halus (Tekhnologi Bahan Konstruksi, 2011).

Uji Kandungan Lumpur Dalam Pasir/Pemeriksaan Butiran Yang Lolos Ayakan Saringan No 200 dimaksudkan sebagai acuan dalam pengujian untuk menentukan prosentase kandungan lumpur dalam pasir sebagai syarat untuk bahan konstruksi bangunan. (Tekhnologi Bahan Konstruksi, 2011)

## 2.2 Hasil Penelitian yang Sudah Pernah Dilakukan

### 2.2.1 Ir.H.A Kadir Aboe,MS (2011)

Dalam penelitian “Pasir Lahar Dingin Di Kali Boyong/Code Sebagai Bahan Susun Beton”, ini pasir yang digunakan adalah pasir hasil erupsi merapi dengan titik lokasi pengambilan pasir bagian hulu : Miri Kebo/Boyong, kecamatan Pakem, bagian tengah : Rejodadi, kecamatan Ngaglik , bagian hilir : Tungkak, kelurahan Brontokusuman, kecamatan Margangsang. Pasir diambil langsung dibagian sungai yang airnya mengalir dan dipergunakan tanpa dicuci dan disaring terlebih dahulu. Pengambilan sample di ambil pada tanggal 24, 31 Desember 2010 dan 1 Januari 2011.

Perencanaan campuran beton menggunakan cara konvensional dengan perbandingan bahan susun beton berupa perbandingan volume yaitu 1 PC : 2 Pasir : 3 Krikil, dengan Faktor air semen (Fas) = 0,45. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dengan jumlah 25 buah sample/benda uji untuk tiap titik pengambilan pasir. Campuran beton untuk semua benda uji menggunakan agregat kasar/krikil yang berasal dari clereng kulon progo dengan ukuran maksimum 40 mm, dan sebagai agregat halus/pasir pembanding digunakan pasir kali Progo yang diambil dari mendut, magelang, jawa tengah.

Secara visual pasir yang berasal dari sungai/kali Boyong bervariasi kekasaran/kehalusannya. Dari hasil pemeriksaan berturut-turut didapat berat jenis (hulu, tengah, hilir dan kali Progo) = 2,6 , 2,61 , 2,57 dan 2,60  $\text{gr/cm}^3$ , penyerapan airnya berturut-turut = 3,91 , 3,84 , 2,04 dan 8,34 %, modulus halus butirnya (MHB) berturut-turut = 2,69 , 2,45 , 2,45 dan 1,75 dan daerah gradasinya berturut-turut = daerah 1, daerah 2, daerah 2 dan daerah 4.

Pengujian silinder dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan hasil pengujian yang didapat untuk nilai Slump berturut-turut 125 mm, 115 mm, 25 mm dan 45 mm. Dan kuat tekannya berturut-turut 20,3415 , 22,8511 , 28,2585 dan 22,2276 Mpa. Dan untuk kuat tarik belahnya berturut-turut 2,4216 , 3,0881 , 3,4037 dan 2,4859 Mpa. Karena Kuat Tekan Beton umum yang digunakan masyarakat awam untuk bangunan rumah tunggal dengan jumlah lantai tidak lebih dari dua, nilainya sekitar 20 Mpa. Berarti pasir yang berasal dari kali

boyong/Code dapat dipergunakan sebagai material bangunan/struktur tanpa pengolahan terlebih dahulu untuk bangunan dengan kuat tekan  $\pm 20$  Mpa.

### 2.2.2 Gunawan dan Banta Chairullah (1996)

Dalam penelitian “Analisis Kuat Desak Beton Dengan Gradasi Pasir dari Sungai Krasak dan Sungai Progo Yogyakarta”, pasirnya menggunakan pasir hulu, pasir tengah dan pasir hilir sungai Krasak dan sungai Progo. Rencana campuran menggunakan metode *American Concrete Institut* (ACI) dengan rencana mutu beton K-225. Fas yang digunakan tetap yaitu 0,495. Benda uji berbentuk kubus ukuran 15x15x15 cm. pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pasir dari sungai krasak dan sungai progo serta pengaruhnya terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan dari berbagai variasi asal agregat (daerah hulu, tengah dan hilir).

Dari hasil pegujiannya didapatkan berat jenis pasir sungai krasak ( hulu 2,5 ; tengah 2,67 ; hilir 2,67), sedangkan untuk sungai progo (hulu 2,67 ; tengah 2,75 ; hilir 2,86). Untuk nilai Mhb pada sungai krasak (Hulu 2,95 ; tengah 2,87 ; hilir 2,62), sedangkan pada sungai krasak (hulu 2,96 ; tengah 2,96 ; hilir 2,85). Dari uji visual, pasir dari berbagai variasi asal agregat (hulu, tengah dan hilir) dari sungai krasak dan sungai progo memiliki ukuran gradasi yang baik, artinya semua memenuhi kurva gradasi standar yang ditetapkan ASTM C 33-71a. Secara umum gradasi sungai makin ke hilir cenderung makin halus permukaan butirnya tidak lagi tajam-tajam seperti pada pasir sungai hulu dan juga persentase kadar lumpurnya semakin ke hilir juga semakin kecil.

Pengujian kubus dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan hasil pengujian yang didapat untuk kuat tekan pada sungai Krasak (hulu, tengah, hilir) berturut-turut 288,69 kg/cm<sup>2</sup>, 320,187 kg/cm<sup>2</sup>, 292,25 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada sungai Progo (hulu, tengah, hilir) kuat tekannya berturut-turut 293,362 kg/cm<sup>2</sup>, 266,441 kg/cm<sup>2</sup>, 231,521 kg/cm<sup>2</sup>. Dari semua varisai pada umur 28 hari semua mencapai mutu beton K225. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan, kualitas beton dengan menggunakan pasir sungai Krasak hasilnya lebih bagus dari pada beton yang menggunakan pasir sungai Progo.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan dalam pembangunan gedung, jembatan, jalan ,dll. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton dibuat dengan cara mencampur agregat halus/pasir, agregat kasar/kerikil, air, dan semen Portland, kadang – kadang dengan bahan tambah/aditif yang bersifat kimiawi pada perbandingan tertentu sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan, dan pengerasan terjadi karena reaksi kimia semen dengan air.

Beton yang mengeras bisa juga dikatakan sebagai batu tiruan, dengan rongga–rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dan pori–pori antara agregat diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan. Sehingga butiran-butiran agregat saling terikat kuat maka terbentuklah satuan yang padat dan tahan lama.

Membuat beton sebenarnya tidaklah sederhana hanya sekedar mencampurkan bahan dasarnya untuk membentuk campuran yang plastis sebagaimana sering terlihat pada pembanguna sederhana. Tetapi jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh campuran adukan beton yang segar dan baik dan menghasilkan beton keras yang baik pula. Beton segar yang baik adalah beton yang dapat diaduk, dapat diangkat, dapat dituang dan dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi pemisahan kerikil dari adukan maupun pemisahan air dan semen dari adukan. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan kembang susutnya kecil (Kardiono Tjokrodimulyo 1992)



Beton memiliki kekurangan dan kelebihan sebagai berikut (Kardiono Tjokrodimulyo1992) :

#### 1. Kelebihan beton

1. Mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan
2. Beton segar dapat mudah dicetak sesuai dengan keinginan. Cetakan dapat dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
3. Beton segar dapat disemprotkan terhadap permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
4. Beton segar dapat dipompakan sehingga dapat ditempatkan pada posisi – posisi yang sulit.
5. Beton tahan aus dan tahan bakar sehingga perawatannya lebih murah.

#### 2. Kekurangan beton

1. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan sebagai penahan gaya tarik.
2. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (expansion joint) untuk mencegah terjadinya retak–retak akibat terjadinya perubahan suhu.
3. Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, perlu pengerjaan yang teliti.
4. Beton bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

### 3.2 Material Penyusun Beton

Bahan-bahan yang dipakai dalam pembuatan/penyusunan beton terdiri atas semen, air, agregat halus (yang berasal dari erupsi merapi yaitu pada aliran sungai boyong) dan agregat kasar (ukuran 20 dan 40 mm).

### 3.2.1 Semen

Semen adalah bahan hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang mengandung silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982).

Ada empat macam senyawa kimia yang penting yaitu Trikalsium Silikat ( $C_3S$ ), Dikalsium Silikat ( $C_2S$ ), Trikalsium Aluminat ( $C_3A$ ) dan Trikalsium Aluminoferrit ( $C_4AF$ ) seperti yang dijelaskan berikut ini.

1. Trikalsium Silikat ( $C_3S$ )

Senyawa ini jika terkena air akan cepat bereaksi dan menghasilkan panas. Panas tersebut akan mempengaruhi kecepatan mengeras sebelum hari ke 14. Jika kandungan  $C_3S$  lebih banyak maka akan membentuk semen dengan kekuatan awal yang tinggi dan panas hidrasi yang tinggi.

2. Dikalsium Silikat ( $C_2S$ )

Senyawa ini lebih lambat bereaksi dengan air dan hanya berpengaruh terhadap semen setelah umur 7 hari. Senyawa ini memberikan ketahanan terhadap serangan kimia dan mempengaruhi susut terhadap panas akibat lingkungan.

3. Trikalsium Aluminat ( $C_3A$ )

Senyawa ini bereaksi sangat cepat, memberikan kekuatan awal sangat cepat pada 24 jam pertama. Unsur ini berpengaruh pada nilai panas hidrasi tertinggi, baik pada saat awal maupun pada saat pengerasan berikutnya.

4. Tetrakalsium Aluminoferrit ( $C_4AF$ )

Senyawa ini kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton sehingga kontribusinya dalam peningkatan kekuatan kecil.

Macam-macam jenis semen yaitu PC (*Partlan Cemen*), PPC (*Portland Pozzoland Cement*), PCC (*Portland Composite Cement*) dan SSG (*Semen Serba Guna*) seperti yang dijelaskan dibawah ini :

### 3.2.1.1 PC (*Portland Cement*)

Semen portland ini merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan jalan menghaluskan terak yang mengandung senyawa-senyawa kalsium silikat yang bersifat hidrolis bersama bahan tambahan biasanya gypsum. dan biasanya juga mengandung satu atau lebih senyawa-senyawa kalsium sulfat yang ditambahkan pada penggilingan akhir.

Senyawa-senyawa kimia dari semen Portland tidak stabil secara termodinamis sehingga cenderung bereaksi dengan air, membentuk produk hidrasi yang stabil. Sifat-sifat hidrasi dan kecepatan bereaksi dengan air dari tiap komponen berbeda-beda. Tipe-tipe semen Portland berdasarkan pemakaiannya :

1. Tipe I : Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
2. Tipe II : Semen *Portland* yang penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III : Semen *Portland* yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Tipe IV : Semen *Portland* dengan hidrasi rendah.
5. Tipe V : Semen *Portland* dengan ketahanan sulfat tinggi.

### 3.2.1.2 PPC (*Portland Pozzoland Cement*)

Semen Portland Pozzoland adalah semen hidrolis yang terdiri dari campuran homogen antara semen Portland dan Pozzoland halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen Portland dan Pozzoland bersama-sama atau mencampur secara rata bubuk semen Portland dan Pozzoland dimana kadar Pozzoland 15 s.d 40% massa semen Portland Pozzoland.

Pozollan adalah bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina, dimana bahan pozollan itu sendiri tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air maka senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kapur bebas (kalsium hidroksida) pada suhu biasa, membentuk senyawa yang memiliki sifat-sifat seperti semen (kalsium silikat dan kalsium aluminat hidrat). Bahan Pozzolan tersusun atas 45-72 %  $\text{SiO}_2$ , 10-18 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 1-6%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,5-3%  $\text{MgO}$ , 0,3-1,6 %  $\text{SO}_3$ .

Menurut SNI 15-0302-1994, jenis-jenis semen Portland Pozollan digolongkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :

1. Semen Portland Pozollan jenis A

Yaitu semen Portland Pozollan yang dapat dipergunakan untuk semua jenis tujuan pembuatan adukan beton serta tahan sulfat sedang dan panas hidrasinya sedang.

2. Semen Portland Pozollan jenis B

Yaitu semen Portland Pozollan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan adukan beton dimana kekuatan awal yang tinggi tidak disyaratkan, serta adukan beton tersebut tahan sulfat sedang dan panas hidrasinya sedang.

### 3.2.1.3 PCC (*Portland Composite Cement*)

Portland Composite Cement adalah semen hidrolis yang bahan pengikatnya dari penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan Gypsum dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozollan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6%-35% dari massa semen portland komposit. (Sumber : SNI 15-7064-2004, Semen Portland Komposit)

Terak tanur tinggi (*blast furnance slag*) adalah terak (*slag*), bahan sisa dari pengecoran besi (pig iron), di mana prosesnya memakai dapur (*furnance*) yang bahan bakarnya dari udara yang ditiupkan (*blast*). Material penyusun slag adalah kapur, silika, dan alumina yang bereaksi pada temperatur 1600°C dan berbentuk cairan. Bila cairan ini didinginkan secara lambat maka akan terjadi kristal yang tidak berguna sebagai campuran semen dan dapat dipakai sebagai pengganti agregat. Namun bila cairan tersebut didinginkan secara cepat dan mendadak, maka akan membentuk kristal yang sangat reaktif. Bijih dari *blast furnance* tersebut kemudian digiling hingga halus, dapat dipakai sebagai bahan pengganti semen pada pembuatan beton. (Sumber : Teknologi Beton, Paul Nugraha & Antoni)

Semen Portland Komposit memenuhi persyaratan SNI 15-7064-2004.

Kegunaan semen jenis ini adalah:

- a. Konstruksi beton umum
- b. Pasangan batu dan batu bata
- c. Plesteran dan acian
- d. Selokan
- e. Jalan
- f. Pagar dinding
- g. Pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (paving block) dan sebagainya.

#### 3.2.1.4 SSG (Semen Serba Guna)

Semen Serba Guna adalah semen hidrolis yang dibuat dengan menggunakan klinker semen dan gypsum yang mengandung kalsium alumina silica dibuat dari bahan utama limestone yang mengandung *kalsium oksida* (CaO), dan lempung yang mengandung *silica dioksida* (SiO<sub>2</sub>) serta *dialuminium trioksida* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen merk Tiga Roda jenis PCC tetapi dalam mix design dianggap sebagai semen tipe 1.

#### 3.2.2 Air

Jumlah air yang terikat dalam beton dengan faktor air semen 0,65 adalah sekitar 20% dari berat semen pada umur 4 minggu. Dihitung dari komposisi mineral semen, jumlah air yang diperlukan untuk hidrasi secara teoritis adalah 35-37% (Paul Nugraha dan Antoni, 2007).

Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penguangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan (Paul Nugraha dan Antoni, 2007).

Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor dibawah ini.

1. Ukuran agregat maksimum : Diameter membesar maka kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).

2. Bentuk butir : bentuk bulat, maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air).
3. Gradasi agregat : gradasi baik, maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
4. Kotoran dalam agregat : Makin banyak silt, tanah liat, dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
5. Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : Agregat halus lebih sedikit, maka kebutuhan air menurun.

Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas air (Kardiyono, 1992) sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur dan bahan melayang lainnya lebih dari 2 gram per liter.
2. Tidak mengandung garam atau asam yang dapat merusak beton, zat organik lainnya lebih dari 15 gram per liter.
3. Tidak mengandung klorida lebih dari 1 gram per liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram per liter.

### 3.2.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton.

Agregat berpengaruh besar terhadap kekuatan beton, karena umumnya kekuatan agregat lebih tinggi dari pada pastanya. Desain campuran beton biasanya diikuti sub desain campuran agregat, pasta semen, dan mortar. Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekerasan permukaan, friksi dan ukuran maksimum agregat.

Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai akan berakibat semakin tingginya kekuatan betonnya. Hal ini dikarenakan pemakaian butiran agregat yang berukuran besar menyebabkan pemakaian pasta yang lebih sedikit dan menyebabkan sedikitnya pori yang terbentuk. Namun karena butir-butirnya

besar mengakibatkan luas permukaannya lebih sempit, dan ini berakibat pada lekatan antara pasta semen dan agregat kurang kuat. Butiran yang besar dapat menghalingi pasta, dan ini mengakibatkan retakan-retakan kecil pada pasta sekitar butirannya. Hal ini dapat memperlemah kekuatan beton (Tjokrodimulyo, 1992).

Menurut Tjokrodimulyo, (1992) dalam prakteknya agregat dapat digolongkan menjadi 3 kelompok yaitu,

1. Batu, untuk besar butiran  $>40$  mm
2. Kerikil, untuk besar butiran 5-40 mm
3. Pasir, untuk besar butiran 0,15-5 mm

Agregat yang lemah tidak dapat menghasilkan beton yang kuat, karena kekuatan agregat sangat menentukan kekuatan beton. Selain itu sifat-sifat agregat juga mempengaruhi keawetan dan penampilan struktur beton. Agregat beton memiliki porsi yang besar dalam beton yaitu sebesar 60-80% dari volume beton. Untuk mendapatkan beton yang baik, diperlukan agregat yang mempunyai kualitas agregat yang baik pula, agregat yang baik dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (PBI, 1971) :

1. Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5% untuk agregat halus dan 1% untuk agregat kasar.
3. Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang relative alkali.
4. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton terhadap agregat (Tri Mulyono, 2004) :

- a. Perbandingan agregat dan semen campuran
- b. Kekuatan agregat
- c. Bentuk dan ukuran
- d. Tekstur permukaan
- e. Gradasi
- f. Reaksi kimia, dan
- g. Ketahanan terhadap panas.

### 3.2.3.1 Agregat Halus

Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecahan batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,00 mm (SK SNI 03-2847-2002).

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Ukurannya bervariasi antara lolos saringan no 4 dan no 100 untuk saringan berstandar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung, pertikel yang lebih kecil dari saringan no 100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton (Edward G. nawy).

Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat keringnya, apabila kadar lumpur melebihi 5%, maka pasir harus dicuci. Lumpur pada pasir dapat menghalingi ikatan dengan pasta semen. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak, bahan-bahan organik itu dapat mengadakan reaksi dengan senyawa-senyawa dari Portland semen, hingga berakibat berkurangnya kualitas adukan (SNI 03-4142-1996).

Agregat halus (pasir) mempunyai ukuran butiran lebih kecil dari 4,75 mm atau lolos pada saringan dengan diameter lubang 4,8 mm. Pasir yang digunakan untuk pembuatan mortar atau beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut. (Tjokrodimulyo, 1992) :

1. Pasir tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lolos ayakan 0,075 mm lebih dari 5%. Apabila ternyata lebih maka terlebih dahulu pasir dicuci dengan air bersih.
2. Pasir harus memiliki variasi butir (gradasi) yang baik sehingga rongganya sedikit (modulus halus antara 2,5-3,8). Pasir yang seperti ini hanya memerlukan sedikit pasta semen.
3. Bersifat kekal, tidak hancur atau berubah karena cuaca. Sifat kekal tersebut jika di uji dengan larutan jenuh garam sulfat, yaitu Natrium Sulfat dan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10% - 15%.



Tabel 3.1 Batas-batas susunan butir agregat halus

Ukuran Lubang ayakan (mm)	Persen lolos Kumulatif
10	100
4,8	90-100
2,4	75-100
1,2	55-90
0,6	35-59
0,3	8-30
0,15	0-10

Sumber : Buku praktikum Teknologi Bahan Konstruksi UII

Berikut ini adalah beberapa karakteristik pasir yang harus kita ketahui untuk beton dengan kualitas yang baik :

#### 1. Berat Jenis Pasir.

Berat jenis pasir adalah rasio antara massa padat pasir dengan massa air yang mempunyai volume yang sama pada suhu yang sama. Berdasarkan berat jenisnya, Agregat secara umum dibedakan menjadi (Tjokrodimulyo,1992) :

- a. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7. Agregat ini biasanya berasal dari agregat granit, basalt, dan kuarsa.
- b. Agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 misalnya magnetic ( $Fe_3O_4$ ), barites ( $BaSO_4$ ) atau serbuk besi.
- c. Agregat ringan memiliki berat jenis kurang dari 2 dan biasanya digunakan untuk bagian non struktural.

#### 2. Berat Satuan Pasir.

Berat satuan pasir adalah berat pasir dalam satu satuan volume yang dinyatakan dalam satuan kg/liter atau ton/liter. Berat satuan dihitung berdasarkan berat pasir dalam suatu tempat tertentu. Sehingga yang dihitung adalah volume padat atau volume lepas, meliputi pori tertutup dan pori terbukanya. Pasir memiliki berat satuan diantara 1,2 sampai 1,6.

#### 3. Gradasi Pasir

Gradasi pasir adalah distribusi ukuran butiran pada pasir. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai persentase dari berat butiran yang tertinggal atau yang lolos dari suatu ayakan. Gradasi agregat akan memberikan variasi ukuran butiran sehingga akan memberikan pengaruh pada penempatan yang tinggi

sejalan dengan peningkatan kekuatannya. Butiran kecil akan mengisi pori-pori yang terbentuk didalam cetakan beton.

Sesuai dengan pengertian pasir yang telah dijelaskan diatas maka susunan ayakan untuk menentukan gradasi pasir berturut-turut adalah ayakan dengan lubang 10 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,6 mm dan 0,15 mm. Menurut SK SNI T-15-1990-0,3 kekasaran pasir dapat dibedakan menjadi 4 kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir kasar, pasir agak kasar, pasir agak halus, dan pasir halus. Adapaun untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini.

**Tabel 3.2 Batas Gradasi Untuk Agregat Halus/Pasir**

Lubang Ayakan (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	85-100	95-100
1,25	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

Sumber : Buku Teknologi Beton Tri Mulyono 2004

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

### 3.2.3.2 Agregat Kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya melebihi  $\frac{1}{4}$  in atau sekitar 6 mm. sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan pasta semen. (Edward G. Nawy)

Agregat kasar diperoleh dari proses pemecahan batu alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu

agregat beku, agregat sedimen dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecahkan batu menjadi berukuran butiran-butiran sesuai seperti yang diinginkan, dapat dengan cara meledakkan, memecahkan, menyaring dan dengan cara lainnya.

Agregat kasar (krikil) mempunyai ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm atau tertahan pada saringan dengan diameter lubang 4,8 mm. krikil yang digunakan untuk pembuatan mortar atau beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut. (Tjokrodimulyo, 1992) :

1. Pasir tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lolos ayakan 0,075 mm lebih dari 1%. Apabila ternyata lebih maka terlebih dahulu pasir dicuci dengan air bersih.
2. Krikil harus memiliki variasi butir (gradasi) yang baik sehingga rongganya sedikit (modulus halus antara 5 - 8). krikil yang seperti ini hanya memerlukan sedikit pasta semen.
3. Bersifat kekal, tidak hancur atau berubah karena cuaca. Sifat kekal tersebut jika di uji dengan larutan jenuh garam sulfat, yaitu Natrium Sulfat dan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10% - 15%.
4. Tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20 % dari berat keseluruhan.

Gradasi krikil adalah distribusi ukuran butiran pada pasir. Adapun gradasi krikil yang baik sebaiknya masuk dalam batas-batas yang tercantun dalam tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3.3 Batas Gradasi Untuk Agregat Kasar/Krikil**

Lubang Ayakan (mm)	Prosentase Berat Butir Lewat Ayakan		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95 - 100	100	100
20	30 - 70	95 - 100	100
12,5	-	-	90 - 100
10	10 - 35	25 - 55	40 - 48
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Sumber : Buku Teknologi Beton Tri Mulyono 2004

### 3.3 Modulus Halus Butir

Modulus kehalusan butir adalah jumlah persentase komulatif dari butir-butir agregat yang tertahan pada saringan 0,15 - 40 mm, kemudian nilai tersebut dibagi seratus. Makin tinggi nilai modulus kehalusan butir, menunjukkan makin kasar butir-butir agregatnya. Menurut Tjokrodimulyo (1992), nilai modulus kehalusan butir pasir sekitar 1,5 - 3,8, sedangkan kerikil/batu pecah sekitar 5 - 8.

### 3.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) merupakan perbandingan antara berat air dengan semen dalam adukan beton. Penggunaan air dalam campuran beton harus memenuhi persyaratan tertentu, karena air yang berlebihan akan menyebabkan banyak gelembung, sedangkan air yang terlalu sedikit bisa menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai, akibatnya beton berkurang kekuatannya. Sehingga perbandingan factor air semen dengan semen. Umumnya nilai fas minimum yang diberikan sekitar 0,4 - 0,65. Rata – rata ketebalan lapisan yang memisahkan antara partikel dalam beton sangat bergantung pada factor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya (Tri Mulyono, 2004).

### 3.5 Slump

*Slump* merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton, hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai *slump* berarti semakin cair adukan beton tersebut, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan.

Nilai slump lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, bila nilai slump sama akan tetapi nilai fasnya berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi. (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992).

**Tabel 3.4** Nilai *Slump*

Pemakaian Jenis elemen	Max (cm)	Min (cm)
Dinding plat pandasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur bawah pondasi	9	2,5
Plat, balok, kolom, dinding	15	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : Buku Teknologi Beton Tri Mulyono 2004

### 3.6 Kemudahan Pengerjaan ( Workability )

Kemudahan pekerjaan dapat dilihat dari nilai slumpnya yang indentik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton semakin mudah untuk dikerjakan. Unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain (Tri mulyono, 2004) ;

1. Jumlah air pencampur, semakin banyak air semakin mudah dikerjakan
2. Kandungan semen, semakin banyak semen, jika FAS tetap kebutuhan air akan lebih banyak artinya keplastisan akan lebih tinggi.
3. Gradasi campuran pasir-krikil, jika memenuhi syarat akan lebih mudah dikerjakan.
4. Bentuk butiran agregat kasar, jika agregat berbentuk bulat-bulat akan lebih mudah untuk dikerjakan.
5. Butir maksimum.
6. Cara pemadatan dan alat pematat.

### 3.7 Segregasi ( Pemisahan Kerikil )

Segregasi adalah kecenderungan dari butir-butir kasar lepas dari campuran beton, hal ini akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi disebabkan oleh beberapa hal yaitu, (Tri mulyono, 2004) :

1. Campuran kurus atau kurang semen.
2. Terlalu banyak air.
3. Besar ukuran maksimum agregat kasar/krikil  $>40$  mm.

4. Permukaan butir agregat kasar, semakin besar kekasaran akan semakin mudah terjadi segregasi.

Selain dari keempat penyebab diatas, segregasi dipengaruhi oleh kondisi dari material penyusun beton baik itu agregat halus ataupun agregat kasar. Apabila agregat kasar atau agregat halus terlalu kering, maka pada campuran beton yang dibuat akan kekuarangan air dan menyebabkan segregasi dikarenakan air akan banyak diserap oleh oleh agregat tersebut. dan juga sebaliknya apabila agregatnya terlalu basah saat dilakukan pencampuran, maka campuran beton akan encer dan dapat menyebabkan terjadinya segregasi.

### 3.8 Bleeding

*Bleeding* adalah kecenderungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir halus pasir, pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput *laitance*. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadi *bleeding*, (Tri Mulyono, 2005) :

1. Susunan butir agregat, Jika komposisi sesuai kemungkinan untuk terjadi *bleeding* kecil.
2. Banyaknya air, Semakin banyak air kemungkinan terjadinya *bleeding* semakin besar.
3. Kecepatan hidrasi, Semakin cepat beton mengeras terjadinya *bleeding* akan kecil.
4. Proses pemadatan, Pemadatan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya *bleeding*.

*Bleeding* terjadi karena bahan-bahan padat pada adukan beton mengendap dan bahan susun kurang mengikat air campuran. Resiko *bleeding* dapat dikurangi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Memberi lebih banyak semen.
2. Menggunakan air sesedikit mungkin.
3. Menggunakan butir halus lebih banyak.
4. Memasukkan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus.

### 3.9 Perencanaan Campuran Beton

Rencana campuran bertujuan untuk menentukan jumlah bagian dari masing-masing bahan, dalam hal ini semen, pasir, kerikil dan air. Pada penelitian ini, metode perencanaan beton menggunakan perencanaan cara Inggris atau dikenal dengan metode Departemen Pekerjaan Umum yang tertuang dalam SK-SNI-T-15-1990-03 "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal" yang merupakan adopsi dari cara *Departement of Environment (DOE), Building Research Establishment*, (Britain, 1975). Metode ini digunakan untuk mendapatkan beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi (minimal sesuai dengan rencana), mudah dikerjakan (*workability*), tahan lama/awet (*durability*), murah (*aspect economic cost*), kedap air, tahan sulfat, dan tahan terhadap serangan ion-ion klorida.

Tahapan perhitungan perencanaan campuran beton berdasarkan metode SK-SNI-T-15-1990-03, (Tri Mulyono, 2005), adalah sebagai berikut :

#### 1. Kuat tekan rata-rata yang direncanakan

Nilai standar deviasi ditentukan dengan rumus :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 3.1$$

Keterangan :

- s = standar deviasi
- $x_i$  = kuat tekan beton
- $\bar{x}$  = kuat tekan rata-rata
- n = jumlah data

**Tabel 3.5** Nilai standart deviasi (S)

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

Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)

## 2. Nilai tambah atau margin

Nilai tambah atau margin dihitung menurut rumus :

$$m = k \times s \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

m = Nilai tambah

k = Tetapan statistik yang nilainya tergantung pada prosentase hasil uji yang lebih rendah dari  $f'_c$  (dalam hal ini diambil 1,64)

s = Standar deviasi

$$m = 1,64s \dots\dots\dots(3.3)$$

Jadi kuat tekan rencana yang ditargetkan :

$$f'_{cr} = f'_c + 1,64s \dots\dots\dots(3.4)$$

## 3. Pemilihan Faktor Air Semen

Faktor air semen diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan. Pedoman pemilihan FAS digunakan Tabel 3.6 :

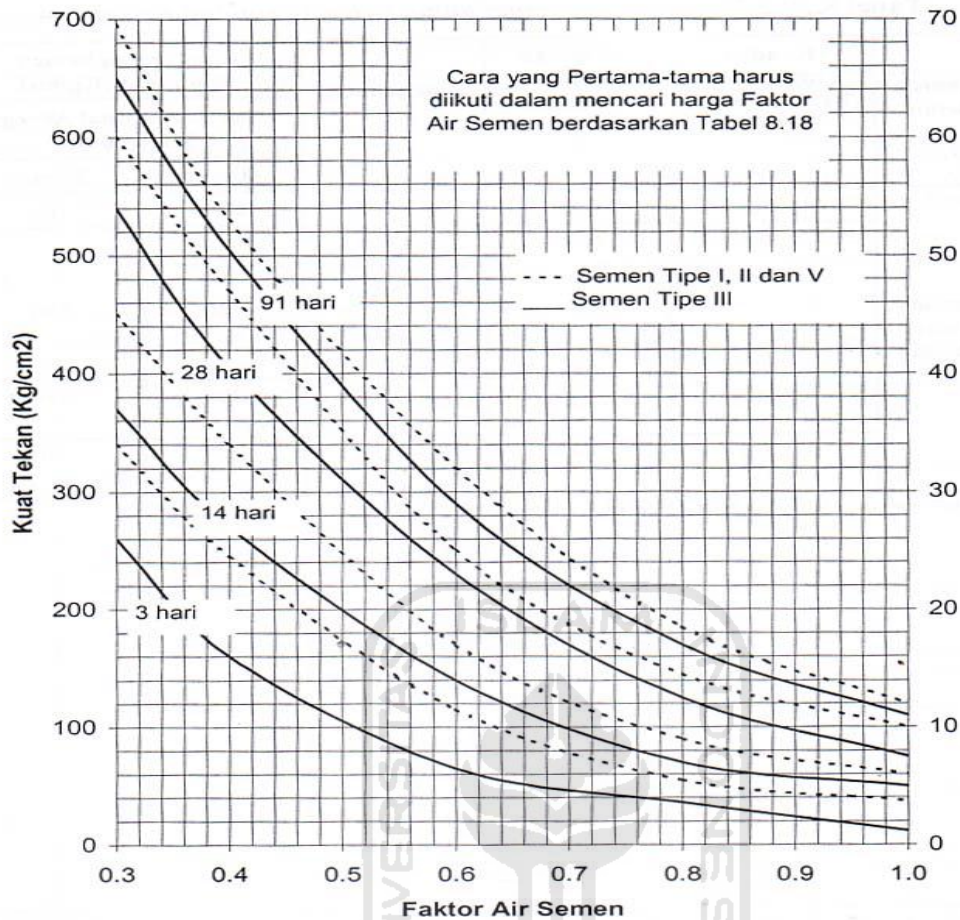
**Tabel 3.6** Perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,50 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia, (SNI.T-15-1990-03:06)

JENIS SEMEN	JENIS AGREGAT KASAR	KUAT TEKAN (MPa), PADA UMUR (HARI)				BENTUK BENDA UJI
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I atau Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecah (alami)	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecah (alami)	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah (alami)	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah (alami)	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)



Menentukan faktor air semen (FAS) digunakan **Gambar 3.1**



Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005 : 186)

**Gambar 3.1** Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen untuk benda uji silinder (diameter 150 mm x 300 mm)

4. Menentukan nilai *Slump*

*Slump* ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan dipadatkan.

5. Menentukan Besar Butir Agregat Maksimum

Besar agregat maksimum sudah ditentukan.

6. Menentukan Kadar Air Bebas

Kadar air bebas ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.7

**Tabel 3.7** Perkiraan kadar air bebas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan adukan.

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-100
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)

Catatan :

Apabila agregat yang dipakai adalah agregat campuran (alami + batu pecah), maka kebutuhan air dihitung menurut rumus :  $2/3 W_h + 1/3 W_k$

Dimana :  $W_h$  = Perkiraan jumlah air untuk agregat alami

$W_k$  = Perkiraan jumlah air untuk batu pecah

7. Menghitung kebutuhan semen dengan cara kadar air bebas dibagi faktor air semen (FAS).
8. Menentukan jumlah semen minimum dengan Tabel 3.8.

**Tabel 3.8** Persyaratan jumlah semen minimum dan FAS maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Deskripsi	Jumlah semen minimal dalam 1 m <sup>3</sup> beton (kg)	FAS
Beton didalam ruangan bangunan :		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruang bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6

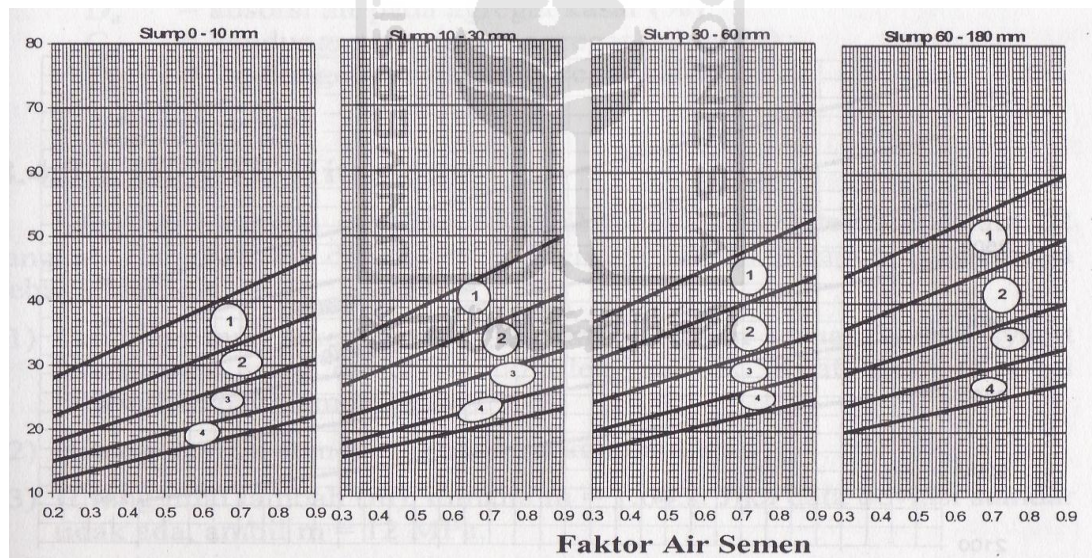
**Lanjutan Tabel 3.8** Persyaratan jumlah semen minimum dan FAS maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Deskripsi	Jumlah semen minimal dalam 1 m <sup>3</sup> beton (kg)	FAS
Beton yang masuk kedalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	325	-
Beton yang terus menerus berhubungan dengan air		
a. Air tawar	-	-
b. Air laut	-	-

Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)

9. Menentukan jenis pasir yang digunakan.

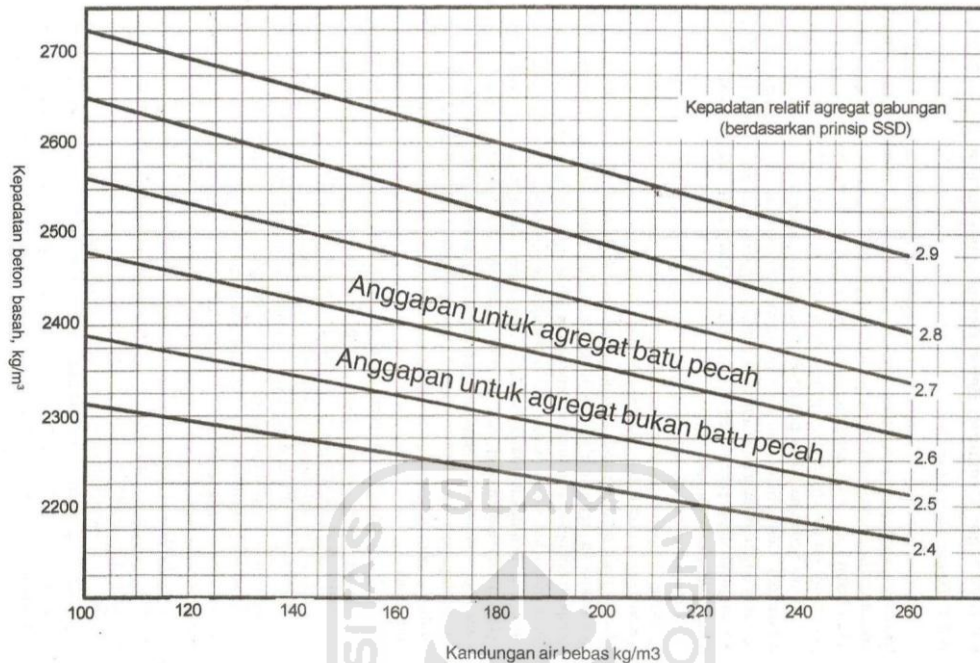
10. Menentukan proporsi agregat halus berdasarkan nilai ukuran butir maksimum yang dipakai, FAS dan nilai *slump* serta zona gradasi agregat halus. Yang kemudian di plotkan kedalam Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Grafik persentasi jumlah pasir yang dianjurkan untuk daerah susunan butir 1, 2, 3, dan 4 dengan butir maksimum agregat 40 mm.  
Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)

11. Menghitung berat jenis relatif agregat didapatkan berdasarkan hasil pengujian laboratorium. Berat jenis agregat gabungan dapat dihitung dengan persamaan :  
 Berat jenis (BJ) agregat gabungan = [%agregat halus x BJ agregat halus] + [% agregat kasar x BJ agregat kasar]. Nilai agregat gabungan kemudian diplotkan

kedalam Gambar 3.3 untuk mendapatkan berat jenis beton dalam keadaan basah.



Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)

**Gambar 3.3** Grafik perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh.

12. Menghitung kadar agregat gabungan dapat dicari dengan :

Kadar agregat gabungan = berat jenis beton - [kebutuhan semen + kadar air bebas].

13. Menghitung kadar agregat halus dihitung dengan :

Kadar agregat halus = kadar agregat gabungan x susunan butir agregat halus

14. Menghitung kadar agregat kasar dihitung dengan :

Kadar agregat kasar = kadar agregat gabungan - kadar agregat halus

### 3.10 Pengujian Sampel Benda Uji

Setelah dilakukan pengujian bahan dasar panel dan menentukan perencanaan campuran, maka pengujian selanjutnya adalah pengujian sampel setelah berumur 28 hari, yaitu pengukuran berat volume panel dan dua jenis pengujian, meliputi uji desak dan uji tarik.

### 3.10.1 Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume panel adalah untuk mengetahui berat volume panel tersebut. Dimana nilai dari berat volume ini dipakai untuk mencari korelasinya dengan nilai kekuatan panel per satu satuan volume. Perhitungan berat volume panel dapat dihitung dengan persamaan :

$$BV = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

BV = berat volume silinder (kg/cm<sup>3</sup>)

m = berat silinder (kg)

v = volume silinder (cm<sup>3</sup>)

### 3.10.2 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya desak tertentu. Pada umumnya beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Karena mutu beton hanya ditinjau dari kuat tekannya saja. Umur beton berpengaruh pada kuat tekan beton (Kardiyono, 1992).

Pengukuran kuat tekan beton dilakukan dengan membuat benda uji pada saat pengadukan beton berlangsung. Benda uji berupa silinder beton dengan ukuran 150 mm dan tinggi 300 mm, benda uji umur 28 hari ini kemudian ditekan dengan mesin penekanan sampai pecah. Beban tekan maksimum yang memecahkan itu dibagi dengan luas penampang silinder maka diperoleh nilai kuat tekan. Nilai kuat tekan dinyatakan dalam MPa atau kg/cm<sup>2</sup> dihitung dengan rumus sebagai berikut (Kardiyono, 1992) :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

$f'c$  : kuat tekan masing-masing benda uji (Mpa)

P : beban maksimum (N)

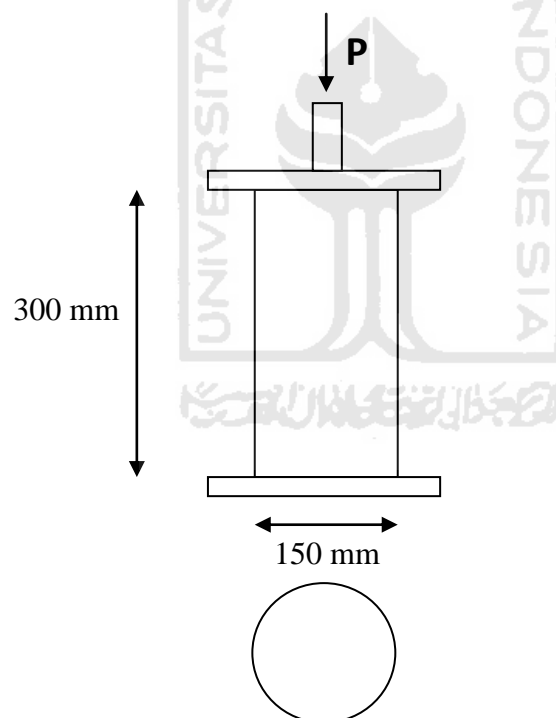
A : luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda, karena beton merupakan material yang heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian. Dari kuat tekan masing-masing benda uji kemudian dihitung kuat tekan beton rata-rata ( $f_c'r$ ) pada umur 28 hari, dengan kuat desak yang disyaratkan ( $f_c'$ ) adalah 20 MPa.

$$f_c'r = \frac{\sum_{i=1}^{N=1} f_c'(i)}{N} \dots\dots\dots(3.7)$$

dimana :

- $f_c'r$  : kuat tekan beton rata-rata (MPa)  
 $f_c'$  : kuat tekan masing-masing benda uji (MPa)  
 N : jumlah semua benda uji yang diperiksa



Gambar 3.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

### 3.10.3 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan

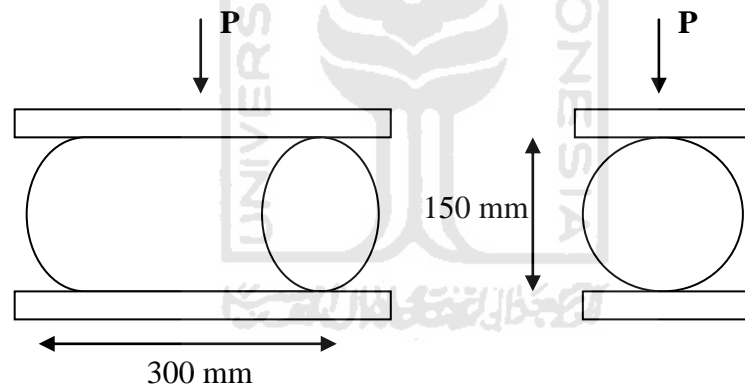
mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Pengujian kuat tarik belah ini digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agregat ringan. Kuat tarik beton umumnya rendah hanya 9 – 15 % dari kuat tekannya.

Perhitungan kuat tarik belah benda uji dihitung sampai dengan ketelitian 0,05 MPa menurut SNI 03-2491-2002 dengan menggunakan rumus :

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi L D} \dots\dots\dots(3.8)$$

dimana :

- f<sub>ct</sub> : kuat tarik
- P : beban maksimum (N)
- L : panjang benda uji dalam mm
- D : diameter benda uji dalam mm



Gambar 3.5 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Silinder

#### 3.10.4 Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas merupakan sifat beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi/perubahan bentuk. Dan menurut Edward G. Nawy, modulus elastisitas adalah kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar  $0,4.f_c'$ ), modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis. Pada kurva tegangan regangan bahwa sekitar 40% dari  $f_c'$  pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa

regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier pada kurva semakin bertambah dan ada reduksi daktilitas apabila kekuatan beton bertambah (**Edward G Nawy**, 1990).

Besarnya modulus elastis dipengaruhi oleh karakteristik agregat. Daerah terlemah pada beton adalah daerah antara pasta dan agregat kasar. Beton dengan pemadatan kurang baik akan menimbulkan keropos antara agregat sehingga daya ikat antar agregat menjadi lemah. Beton dengan kuat tekan tinggi akan mempunyai modulus elastis yang tinggi. Selain itu untuk mendapatkan modulus elastisitas yang tinggi yang perlu diperhatikan dalam pengujian tegangan-regangan adalah kondisi permukaan pada benda uji, semakin rata permukaan benda uji maka semakin baik hasilnya, permukaan yang rata akan menghasilkan nilai modulus elastisitas yang cukup baik karena distribusi beban akan tersebar secara merata ke seluruh permukaan benda uji.

Perhitungan Modulus Elastisitas Beton adalah sebagai berikut :

$$E_c = \sigma / \varepsilon \dots\dots\dots 3.9$$

dimana:  $E_c$  = Modulus Elastisitas Uji  
 $\sigma$  = tegangan pada 0,4 kuat tekan uji  
 $\varepsilon$  = regangan yang dihasilkan dari tegangan ( $\sigma$ )

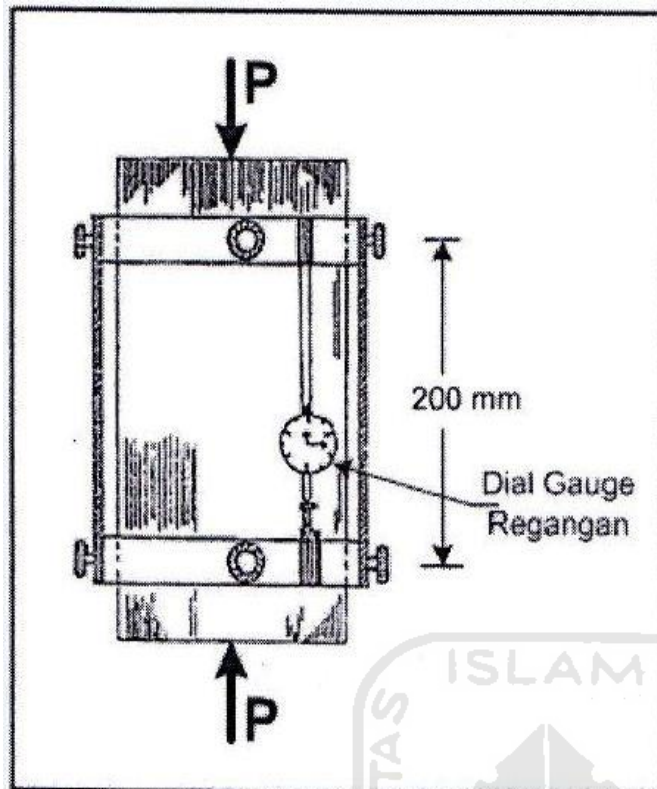
Sedangkan Modulus Elastisitas Teoritis digunakan rumus sebagai berikut :

$$E_c' = 4700 \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots 4.0$$

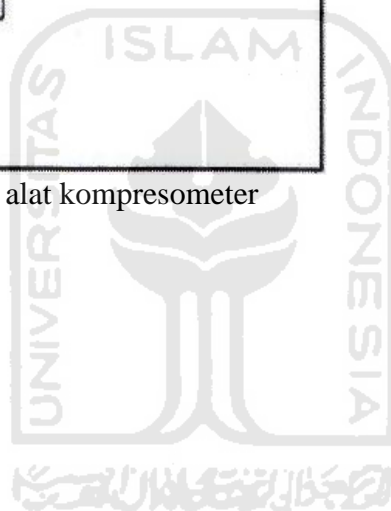
dimana:  $E_c$  = Modulus Elastisitas teoritis (MPa)  
 $f_c'$  = Kuat desak beton uji (MPa)

Menurut SNI 03-2847-2002, modulus elastisitas teoritis untuk berat volume beton antara 1.500 kg/m<sup>3</sup> dan 2.500 kg/m<sup>3</sup> pada beton normal diambil sebesar 4700) $\sqrt{f_c'}$ .





Gambar 3.6 Benda uji dan alat kompresometer



## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Objek penelitian adalah beton dengan perncanaannya menggunakan metode *Departement of Environtment* (DoE), agregat penyusunnya menggunakan pasir yang berasal dari hasil erupsi Merapi pada aliran sungai Boyong dan krikilnya menggunakan ukuran 20 mm dan 40 mm. Untuk jumlah semen dan air, untuk semua variasi disamakan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui karakteristik pasir akibat erupsi merapi pada aliran sungai Boyong dan kekuatan krikil ukuran 20 dan 40 mm pada beton.

#### **4.2 Cara pengambilan Sampel**

Cara pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini dilakukan pada tanggal 20 Maret 2011. Pasir di ambil langsung dari sungai, dibagian sungai yang airnya mengalir dan dipergunakan tanpa dicuci terlebih dahulu. Adapun titik/lokasi pengambilan pasirnya adalah sebagai berikut :

- Bagian hulu Boyong : Boyong, Kelurahan Miri Kebo, Kecamatan Pakem.
- Bagian tengah Boyong : Bulus, Kelurahan Candibinangun, Kecamatan Pakem.
- Bagian hilir Boyong : Tungkak, Kelurahan Brontokusuman, Kecamatan Margangsang.

#### **4.3 Cara Pengumpulan Data**

##### **4.3.1 Bahan Penelitian**

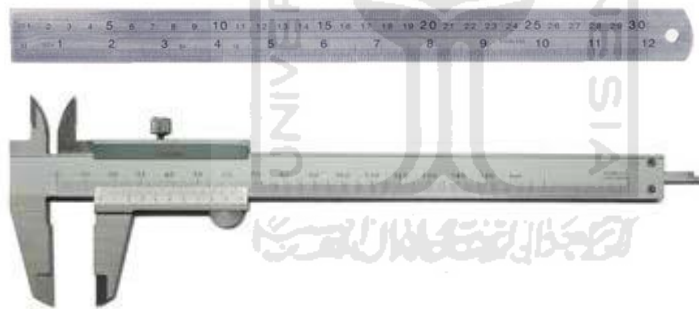
Bahan yang diperlukan untuk penelitian agregat halus (pasir) hasil erupsi merapi dan ukuran krikil adalah sebagai berikut

1. Semen merk Tiga Roda jenis PCC (pada perhitungan mix desain dianggap sebagai semen tipe 1).
2. Agregat halus/pasir hasil erupsi merapi diambil dari tiga lokasi yaitu bagian hulu, tengah dan hilir sungai Boyong.
3. Agregat kasar/krikil berupa batu pecah/split yang diambil dari Clereng Kulonprogo dengan ukuran butiran 20 mm dan 40 mm.
4. Air yang di gunakan berasal dari Lab.BKT UII.

#### 4.3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan yang dapat membantu mempersiapkan material dan benda uji untuk pengujian. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mistar dan kaliper  
Mistar digunakan untuk mengukur dimensi cetakan benda uji, sedangkan kaliper berfungsi sebagai pengukur tulangan seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Mistar dan caliper

2. Saringan/ Ayakan

Ayakan uji digunakan untuk menganalisa gradasi butir halus dan kasar seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Satu set saringan

### 3. Oven

Oven digunakan dalam pengujian berat jenis pasir, dan pengujian bahan yang lain yang memerlukan keadaan kering tungku seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Oven

### 4. Timbangan

Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Timbangan merk “OHAUS” dengan kapasitas 20 kg,
- b. Timbangan merk “FAGANI” dengan kapasitas 100 kg.

Timbangan tersebut digunakan untuk mengukur berat bahan penyusun beton, yaitu semen, kerikil, dan pasir seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Timbangan

5. Mesin uji desak

Alat ini digunakan untuk mengetahui kuat desak silinder beton yang telah dibuat. Dalam penelitian kali ini digunakan mesin uji desak tipe *ADR 3000* dengan kapasitas 3000 kN seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Mesin uji desak tipe *ADR 3000*

6. *Mixer*/mesin pengaduk campuran beton

Alat ini digunakan untuk mencampur adukan beton seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Mixer*/mesin pengaduk campuran beton

7. Cetakan silinder beton

Cetakan silinder beton digunakan untuk mencetak benda uji yang berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Cetakan silinder beton

8. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menakar jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan campuran beton atau pasta semen. Gelas ukur yang digunakan berkapasitas 2000 ml seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Gelas ukur

9. Kerucut Abrams

Alat ini digunakan pada saat melakukan pengujian *slump*, memiliki 2 lubang dengan diameter 10 cm pada bagian atas dan 20 cm pada bagian bawah dengan tinggi 30 cm. Alat ini dilengkapi dengan alat pematik berupa tongkat baja dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm seperti pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 *Slump test set*

#### 4.4 Pelaksanaan penelitian

##### 4.4.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat halus.

•) **Alat yang digunakan :**

1. Piknometer.
2. Tempat air.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 5 kg.
4. Oven yang dilengkapi pengatur suhu.
5. Pan (loyang).
6. Saringan no.4 (4,75 mm).

•) **Bahan yang digunakan :**

Benda uji adalah agregat halus yang lewat saringan no.4 sebanyak kurang lebih 1 kg.

•) **Prosedur Pengujian :**

- a. Keringkan benda uji didalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$  sampai berat tetap. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air pada suhu ruang selama 24 jam.
- b. Buang air perendaman dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas nampan, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji, lakukan pengeringan sampai tercapai jenuh permukaan kering (SSD).
- c. Setelah tercapai kondisi ssd, ambil benda uji sebanyak  $\pm 500$  gram masukkan kedalam piknometer. Masukkan air suling sebanyak 90 % dari isi piknometer (dari tanda batas), putar sambil diguncang-guncang agar gelembung udara yang tersekap didalamnya dapat keluar.
- d. Buang air dalam piknometer dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, kemudian masukkan lagi air suling kealam piknometer, sebanyak 90 % dari isi piknometer (dari tanda batas),



putar sambil diguncang-guncang agar gelembung udara yang tersekap didalamnya dapat keluar. Lakukan hingga minimal 12 kali.

- e. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
- f. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji, setelah benda uji dingin lalu timbang (Bk).
- g. Timbang piknometer berisi air (B).

•) **Perhitungan :**

$$\text{- Berat jenis curah} = \frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$\text{- Berat jenis kering-permukaan jenuh} = \frac{500}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\text{- Berat jenis semu} = \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$\text{- Penyerapan Air} = \frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(4.4)$$

#### 4.4.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar.

•) **Alat yang digunakan :**

1. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm dengan kapasitas 5 kg.
2. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk sesuai pengujian.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 20 kg.
4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
5. Saringan no.4 (4,75 mm).

•) **Bahan yang digunakan :**

Benda uji adalah agregat kasar yang tertahan saringan no.4 sebanyak kurang lebih 5 kg.

•) **Prosedur Pengujian :**

- a. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar 25° C selama 24 jam.
- b. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering), untuk butir yang besar pengeringan harus dilakukan satu persatu.
- c. Timbang benda uji dalam keadaan jenuh permukaan kering (Bj).
- d. Letakkan benda uji dalam keranjang dan masukkan dalam air, kemudian keranjang digoyang-goyang untuk mengeluarkan gelembung udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba).
- e. Masukkan benda uji kedalam oven pada suhu (110 ± 5)° C sampai berat tetap.
- f. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam sampai tiga jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram (Bk).

•) **Perhitungan :**

$$- \text{ Berat jenis curah} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots(4.5)$$

$$- \text{ Berat jenis kering-permukaan jenuh} = \frac{Bj}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$- \text{ Berat jenis semu} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \dots\dots\dots(4.7)$$

$$- \text{ Penyerapan Air} = \frac{(Bj - Bk)}{Bk} \times 100\% \dots\dots(4.8)$$

#### 4.4.3 Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No.200 (0,075 mm) (Uji Kandungan Lumpur Dalam Pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat yang lewat saringan no.200 dengan cara pencucian.

•) **Alat yang digunakan :**

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Oven dengan pengatur suhu.
3. Saringan no.200 (0,075 mm).
4. Pan (loyang).

•) **Bahan yang digunakan :**

Bahan yang digunakan adalah agregat halus dari sungai Boyong (hulu, tengah dan hilir sungai)

•) **Prosedur Pengujian :**

- a. Timbang pan tanpa benda uji.
- b. Masukkan benda uji kedalam pan, kemudian timbang benda uji dalam pan.
- c. Masukkan benda uji kedalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}$  C selama 24 jam.
- d. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam sampai tiga jam, kemudian ambil benda uji seberat 500 gram, yang ditimbang dengan ketelitian 0,1 gram (W1).
- e. Tuang benda uji kedalam saringan no.200 (0,075), kemudian siram dengan air dan diaduk-aduk, lakukan beberapa kali sampai bersih dan pastikan tidak ada lagi material yang lewat saringan no.200 (0,075).
- f. Masukkan benda uji kedalam pan.
- g. Masukkan benda uji kedalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}$  C selama 24 jam.
- h. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam sampai tiga jam, kemudian timbang benda uji dengan ketelitian 0,1 gram (W2).

•) **Perhitungan :**

$$- \text{ Berat yang lewat ayakan no.200} = \frac{(W1 \times W2)}{W1} \times 100\% \quad \dots(4.9)$$

#### 4.4.4 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus (Pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi gembur agregat halus yang mengisi silinder benda uji dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

##### •) Alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, kapasitas 20 kg.
2. Cetakan silinder beton ukuran 150mm x 300mm.
3. Cetok.
4. Pan (loyang)

##### •) Bahan yang digunakan :

Bahan yang digunakan adalah agregat halus kondisi jenuh kering muka.

##### •) Prosedur Pengujian :

- a. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton (W1).
- b. Isi cetakan silinder beton dengan agregat halus kondisi jenuh kering muka, kemudian ratakan dengan cetok.
- c. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton yang telah diisi agregat halus kondisi jenuh kering muka (W2).
- d. Timbang pan tanpa benda uji.
- e. Tuang agregat halus kedalam pan, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram dan tentukan berat agregat bersih (W3).
- f. Hitung volume tabung silinder beton (V).

##### •) Perhitungan :

$$\text{- Berat isi gembur} = \frac{W3}{V} \dots\dots\dots(4.10)$$

#### 4.4.5 Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus (Pasir).

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi padat agregat halus yang mengisi silinder benda uji dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

•) **Alat yang digunakan :**

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, kapasitas 20 kg.
2. Cetakan silinder beton ukuran 150 mm x 300mm.
3. Tongkat besi penumbuk.
4. Pan (loyang).

•) **Bahan yang digunakan :**

Agregat halus kondisi jenuh kering muka.

•) **Prosedur Pengujian :**

- a. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton (W1).
- b. Isi cetakan silinder beton dengan agregat halus kondisi jenuh kering muka sedikit demi sedikit, setelah silinder terisi kurang lebih 1/3 bagian kemudian tumbuk dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 tumbukan (pukulan), kemudian isi kembali dengan agregat halus hingga mencapai kurang lebih 2/3 bagian dan tumbuk 25 tumbukan (pukulan), kemudian isi kembali dengan agregat halus hingga penuh dan tumbuk kembali sebanyak 25 tumbukan (pukulan) dan ratakan.
- c. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton yang telah diisi agregat halus kondisi jenuh kering muka (W2).
- d. Timbang pan tanpa benda uji.
- e. Tuang agregat halus kedalam pan, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram dan tentukan berat agregat bersih (W3).
- f. Hitung volume tabung silinder beton (V).

•) **Perhitungan :**

- Berat isi padat 
$$= \frac{W3}{V} \dots\dots\dots(4.11)$$

#### 4.4.6 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar (Krikil)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi gembur agregat kasar yang mengisi silinder benda uji dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

•) **Alat yang digunakan :**

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, kapasitas 20 kg.
2. Cetakan silinder beton ukuran 150 mm x 300mm.
3. Tongkat besi penumbuk.
4. Pan (loyang).

•) **Bahan yang digunakan :**

Agregat kasar kondisi jenuh kering muka.

•) **Prosedur Pengujian :**

- a. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton (W1).
- b. Isi cetakan silinder beton dengan agregat kasar kondisi jenuh kering muka, kemudian ratakan dengan cetok.
- c. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton yang telah diisi agregat kasar kondisi jenuh kering muka (W2).
- d. Timbang pan tanpa benda uji.
- e. Tuang agregat kasar kedalam pan, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram dan tentukan berat agregat bersih (W3).
- f. Hitung volume tabung silinder beton (V).

•) **Perhitungan :**

$$- \text{ Berat isi gembur} = \frac{W3}{V} \dots\dots\dots(4.12)$$

#### 4.4.7 Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar (Kerikil).

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi padat agregat kasar yang mengisi silinder benda uji dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

•) **Alat yang digunakan :**

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, kapasitas 20 kg.
2. Cetakan silinder beton ukuran 150 mm x 300mm.
3. Tongkat besi penumbuk.
4. Pan (loyang).

•) **Bahan yang digunakan :**

Agregat kasar kondisi jenuh kering muka.

•) **Prosedur Pengujian :**

- a. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton (W1).
- b. Isi cetakan silinder beton dengan agregat kasar kondisi jenuh kering muka sedikit demi sedikit, setelah silinder terisi kurang lebih 1/3 bagian kemudian tumbuk dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 tumbukan (pukulan), kemudian isi kembali dengan agregat kasar hingga mencapai kurang lebih 2/3 bagian dan tumbuk 25 tumbukan (pukulan), kemudian isi kembali dengan agregat kasar hingga penuh dan tumbuk kembali sebanyak 25 tumbukan (pukulan) dan ratakan.
- c. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton yang telah diisi agregat kasar kondisi jenuh kering muka (W2).
- d. Timbang pan tanpa benda uji.
- e. Tuang agregat kasar kedalam pan, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram dan tentukan berat agregat bersih (W3).
- f. Hitung volume tabung silinder beton (V).

•) **Perhitungan :**

$$- \text{ Berat isi padat} = \frac{W_3}{V} \dots\dots\dots(4.13)$$

**4.4.8 Pengujian Modulus Halus Butir (MHB) / Analisa Saringan Agregat Halus**

Pengujian ini bertujuan untuk pembagian butir / gradasi agregat dengan menggunakan saringan.

•) **Alat yang digunakan :**

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Satu set saringan.
3. Mesin getar saringan.
4. Pan (loyang).
5. Sikat halus / kuas / sikat saringan.
6. Oven dengan pengatur suhu.

•) **Bahan yang digunakan :**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat halus dari lapangan sebanyak 1,5 kg.

•) **Prosedur Pengujian :**

- a. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ , sampai berat tetap.
- b. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan digoncang dengan tangan atau mesin penggoncang saringan selama 15 menit.
- c. Timbang berat agregat halus yang terdapat pada masing-masing ayakan.
- d. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.



•) **Perhitungan :**

$$\text{MHB} = \frac{\sum \% \text{ Tertahan Komulatif Diatas Ayakan } 0,15 \text{ mm}}{100} \dots(4.14)$$

**4.4.9 Pengujian Modulus Halus Butir (MHB) / Analisa Saringan Agregat Kasar**

Pengujian ini bertujuan untuk pembagian butir / gradasi agregat dengan menggunakan saringan

•) **Alat yang digunakan :**

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Satu set saringan.
3. Mesin getar saringan.
4. Pan (loyang).
5. Sikat halus / kuas / sikat saringan.
6. Oven dengan pengatur suhu.

•) **Bahan yang digunakan :**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar dari lapangan sebanyak 5 kg.

•) **Prosedur Pengujian :**

- a. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ , sampai berat tetap.
- b. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan digoncang dengan tangan atau mesin penggoncang saringan selama 15 menit.
- c. Timbang berat agregat halus yang terdapat pada masing-masing ayakan.
- d. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

•) **Perhitungan :**

$$\text{MHB} = \frac{\sum \% \text{ Tertahan Komulatif Diatas Ayakan } 0,15 \text{ mm}}{100} \dots\dots(4.15)$$

#### 4.5 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 diatas plat baja. Beton segar dimasukkan ke dalam tabung kerucut dan setiap 1/3 volumenya ditumbuk-tumbuk dengan penumbuk baja sampai isi kerucut Abrams penuh. Beton diratakan permukaannya dan didiamkan selama 0,5 menit, selanjutnya corong kerucut diangkat pelan-pelan secara vertikal tanpa ada gaya horisontal. Tabung kerucut diletakkan disebelahnya, 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 4.9 berikut :



Gambar 4.10 Pengukuran nilai slump

#### 4.6 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan secara bertahap, dan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik. Pembuatan benda uji dikerjakan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Melakukan perhitungan mix design supaya diperoleh komposisi campuran beton yang sesuai.

2. Mempersiapkan bahan-bahan campuran beton, seperti semen, air, kerikil dan pasir sesuai dengan komposisi campuran yang telah dihitung.
3. Persiapkan molen dan talam baja untuk melakukan proses pencampuran agregat, basahi alat terlebih dahulu dan dibersihkan karena apabila alat dalam keadaan kering akan menyerap sebagian air dari campuran beton.
4. Menyalakan molen. Pada saat molen mulai berputar diusahakan posisi molen selalu dalam keadaan miring sekitar  $45^\circ$ , agar didapat adukan yang merata dan tidak menggumpal.
5. Agregat kasar (kerikil) dimasukkan sebagian terlebih dahulu ke dalam molen.
6. Agregat halus (pasir) dimasukkan sebagian kemudian tunggu hingga adukan merata.
7. Setelah merata masukan semen sebagian.
8. Tuangkan air sesuai kebutuhan sedikit demi sedikit ke dalam molen menggunakan gelas ukur agar terkontrol.
9. Lakukan kembali dengan sebagian material bahan yang belum tertuang ke dalam molen dengan cara yang sama.
10. Setelah adukan terlihat merata, sebagian adukan dituang ke talam baja dan dilakukan pengujian *slump*.
11. Pengujian *slump* dengan menggunakan kerucut *Abrams* yaitu berupa kerucut terpancung dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm. Pelaksanaan pengukuran *slump*, dilakukan dengan memasukkan adukan secara bertahap sebesar  $\frac{1}{3}$  isi cetakan, setiap lapis ditumbuk dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 tumbukan secara merata, tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan, pada lapisan pertama penusukan bagian tepi tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan. Setelah kerucut penuh dan sisi atasnya diratakan, adukan didiamkan selama  $\pm 30$  detik. Selanjutnya kerucut diangkat secara perlahan-lahan vertikal keatas, seluruh pengujian mulai dari pengisian sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit. Balikkan cetakan dan letakan perlahan-lahan disamping benda uji,

ukurlah *slump* yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi benda uji.

12. Mempersiapkan cetakan-cetakan silinder yang akan dipakai untuk mencetak benda uji dengan terlebih dahulu diolesi oli.
13. Menuangkan semua adukan beton dari molen ke talam baja.
14. Memasukkan adukan beton ke dalam cetakan-cetakan silinder dengan menggunakan cetok sedikit demi sedikit secara bertahap  $\frac{1}{3}$  bagian sambil ditumbuk-tumbuk menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali, dan dengan memukul-mukul dinding luar cetakan dengan menggunakan martil karet sehingga gelembung-gelembung udara yang ada di dalam campuran naik ke permukaan sehingga beton menjadi lebih padat. Pemukulan oleh pemukul atau palu karet dapat dilakukan sebanyak 10 sampai 15 kali.
15. Setelah selesai dipadatkan, permukaannya diratakan dengan batang penumbuk bila kekentalannya memungkinkan dan menggunakan kaca apabila kekentalannya tidak memungkinkan.
16. Adukan yang dicetak diletakkan ditempat yang terlindung dari hujan, matahari dan setelah 24 jam cetakan dapat dibuka.
17. Lepaskan benda uji dari cetakan setelah 24 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.
18. Benda uji yang telah dilepaskan dari cetakannya diberi kode/tanda agar benda uji teridentifikasi dan tidak saling tertukar dan serta mudah dikelompokkan dan ditempatkan di dalam tempat perendaman hingga 28 hari.
19. Beton direndam selama 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Setelah 14 hari, beton dikeringkan selama 1 hari, kemudian di uji kekuatannya, demikian selanjutnya.

#### **4.7 Perawatan Benda Uji**

Perawatan beton adalah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan beton selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban permukaan beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dengan air) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak

dilakukan akan terjadi beton yang kurang kuat, dan juga timbul keretakan. Selain itu kelembaban permukaan tadi juga menambah lebih tahan cuaca dan lebih kedap air.

Cara perawatan beton yang biasa dilakukan adalah :

1. Menaruh beton segar didalam ruangan yang lembab
2. Menaruh beton segar didalam genangan air
3. Menaruh beton segar didalam air
4. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.

#### **4.8 Pengujian Benda Uji**

Beton adalah material struktur bangunan yang mempunyai kelebihan kuat menahan gaya desak, akan tetapi memiliki kelemahan yaitu kuat tarik rendah hanya berkisar 9%-15% dari kuat desaknya

##### **4.8.1 Pengujian Kuat Desak Beton**

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Langkah-langkah pengujian kuat desak beton adalah :

- a. Ambil benda uji yang akan ditentukan kuat tekannya dari bak perendaman atau pematangan (curing) 24 jam sebelum pengujian, kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lap.
- b. Timbang dan ukurlah benda uji
- c. Lapislah permukaan atas dan bawah benda uji silinder dengan mortar belerang.
- d. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris
- e. Jalankan mesin tekan dengan penambahan konstan, sekitar 2 sampai 4  $\text{kg/cm}^2$  perdetik
- f. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

#### 4.8.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pengujian kuat tarik beton adalah:

- a. Timbang dan ukurlah benda uji
- b. Pemberian tanda pada benda uji. Tarik garis tengah pada setiap sisi ujung benda uji dengan menggunakan alat bantu yang sesuai, sehingga dapat memastikan bahwa kedua garis tengah berada dalam bidang aksial yang sama.
- c. Letakkan sebuah pelat atau batang penekan tambahan diatas meja tekan bagian bawah mesin uji tekan secara simetris.
- d. Letakkan benda uji dalam posisi rebah pada mesin tekan, atur posisi pengujian hingga tercapai kondisi proyeksi dari bidang yang ditandai oleh garis tengah pada kedua benda uji tepat berpotongan dengan titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin uji.
- e. Jalankan mesin benda uji dengan pemberian beban dilakukan secara terus menerus, tanpa sentakan, dengan kecepatan pembebanan 0,7 sampai 1,4 kg/cm<sup>2</sup> perdetik sampai benda uji hancur /terbelah

#### 4.8.3 Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian Modulus Elastisitas Beton adalah nilai tegangan dibagi regangan beton dalam kondisi elastis, dimana tegangan mencapai 40% dari kuat tekan maksimum.

Langkah-langkah pengujian Modulus Elastisitas beton adalah sebagai berikut.

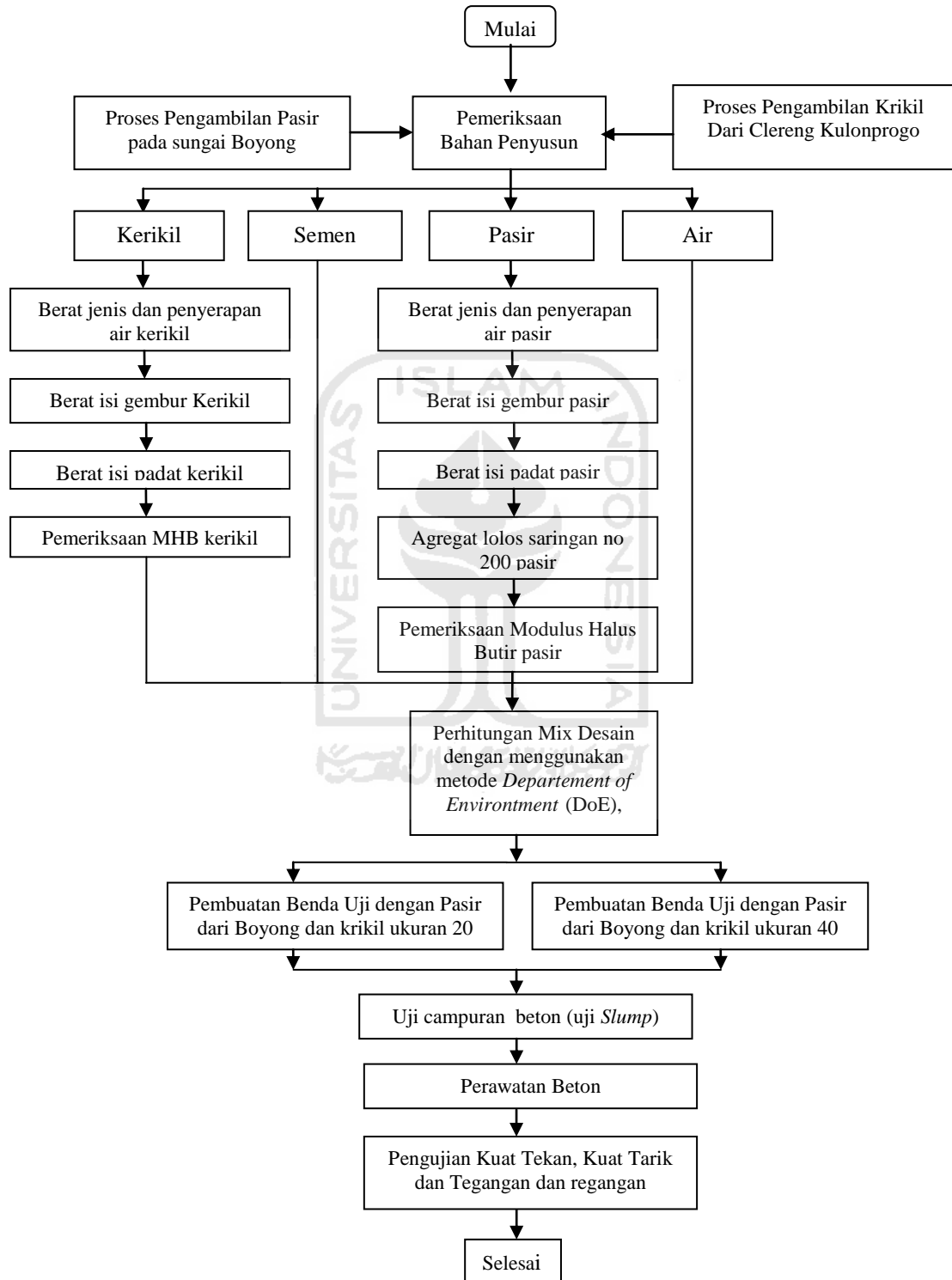
1. Timbang dan ukurlah benda uji
2. Pasang alat kompresometer-ekstensometer pada benda uji dengan benar dan kokoh, kemudian pasang alatpengukur deformasi (dial-gauge) pada posisi yang tepat.
3. Letakkan benda uji yang telah diberi alat ukur deformasi (dial gauge) pada mesin uji tekan dengan kedudukan simetris.

4. Jalankan mesin uji tekan dan berikan pembebanan yang teratur dengan kecepatan antara 207 sampai dengan 275 kPa/detik, sampai benda uji hancur atau sampai mesin uji tidak memberikan beban lagi.
5. Catatlah regangan/deformasi setiap peningkatan 10 kN dan catat beban tekan pada saat regangan tercapai  $50 \cdot 10^{-6}$  serta catat regangan yang dicapai pada saat pembebanan mencapai 40% beban maksimum.



#### 4.9 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

Dari uraian diatas dapat dibuat bagan alir (*flowchart*). Berikut adalah bagan alir (*flowchart*) pelaksanaan penelitian pasir erupsi merapi pada Sungai Boyong dan krikil ukuran 20 dan 40 mm.



Gambar 4.11 Bagan Alir (*Flowchart*) Pelaksanaan Penelitian.



## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Umum

Pada bab ini akan membicarakan tentang hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Universitas Islam Indonesia Yogyakarta serta pembahasan mengenai hasil yang diperoleh. Hasil penelitian yang diperoleh meliputi berat jenis dan penyerapan air, berat isi padat, berat isi gembur, kadar lumpur (lolos saringan no 200), modulus halus butir (MHB) dan hasil pengujian nilai slump, berat volume beton, kuat desak, kuat tarik, tegangan-regangan beton dan modulus elastisitas beton.

#### 5.2 Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Agregat Halus

Agregat Halus/pasir berfungsi sebagai bahan Pengisi dalam campuran. Agregat halus sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan karakteristik beton. Sehingga apabila agregat memiliki karakteristik yang baik, maka akan menghasilkan mutu beton yang baik pula.

##### 5.2.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Setelah melakukan pengujian material didapatkan data berat jenis dan penyerapan air agregat halus/pasir dari hasil erupsi merapi pada aliran sungai Boyong adalah pada table 5.1 berikut. Data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**

**Tabel 5.1** Hasil Pemeriksaan Berat jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus

No	Uji Material	Satuan	Pasir Boyong		
			Hulu	Tengah	Hilir
1	Berat Jenis Curah	-	2,395	2,441	2,487
2	Berat jenis kering muka (SSD)	-	2,469	2,545	2,632
3	Berat Jenis Semu	-	2,587	2,723	2,754
4	Penyerapan Air	%	3,093	4,242	3,146

Dari hasil pemeriksaan berat jenis pada tabel 5.1, terlihat bahwa berat jenis agregat halus/pasir hasil erupsi merapi pada aliran Sungai Boyong termasuk kedalam jenis agregat normal yaitu berkisar antara 2,50-2,70.

### 5.2.2 Pemeriksaan Berat Isi Padat Dan Berat Isi Gembur Agregat Halus

Setelah melakukan pengujian material didapatkan data berat isi padat dan berat isi gembur agregat halus/pasir dari hasil erupsi merapi pada aliran sungai Boyong adalah pada table 5.2 berikut. Data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**

**Tabel 5.2** Hasil Pemeriksaan Berat Isi padat Dan Gembur Agregat Halus

No	Uji Material	Satuan	Pasir Boyong		
			Hulu	Tengah	Hilir
1	Berat Isi Padat	gr/cm <sup>3</sup>	1,554	1,620	1,569
2	Berat Isi Gembur	gr/cm <sup>3</sup>	1,234	1,238	1,234

Menurut Tjokrodinuljo (1992), berat satuan agregat normal berkisar antara 1,2 gr/cm<sup>3</sup> - 1,6 gr/cm<sup>3</sup>, sehingga pasir akibat erupsi merapi termasuk dalam kategori agregat normal.

### 5.2.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Setelah melakukan pengujian didapatkan kadar lumpur (pemeriksaan lolos saringan no 200) untuk agregat halus/pasir dari hasil erupsi merapi pada aliran sungai Boyong adalah pada tabel 5.3 berikut. Data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**

**Tabel 5.3** Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

No	Uji Material	Satuan	Pasir Boyong		
			Hulu	Tengah	Hilir
1	Kadar Lumpur	%	4,6	3,6	2,8

Dari hasil pemeriksaan diatas, terlihat bahwa hasil pemeriksaan uji kandungan lumpur (pemeriksaan lolos saringan no 200) untuk pasir hasil erupsi merapi nilai persentase kadar lumpurnya lebih kecil dari standar yang telah ditentukan oleh PBI yaitu 5 %. Sehingga pasir layak digunakan untuk pembuatan

beton tanpa perlu pencucian terlebih dahulu. Dari hasil pemeriksaan juga dapat dilihat, persentase kadar lumpur pada sungai boyong makin kehilir semakin kecil persentase kadar lumpurnya.

#### 5.2.4 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus / MHB

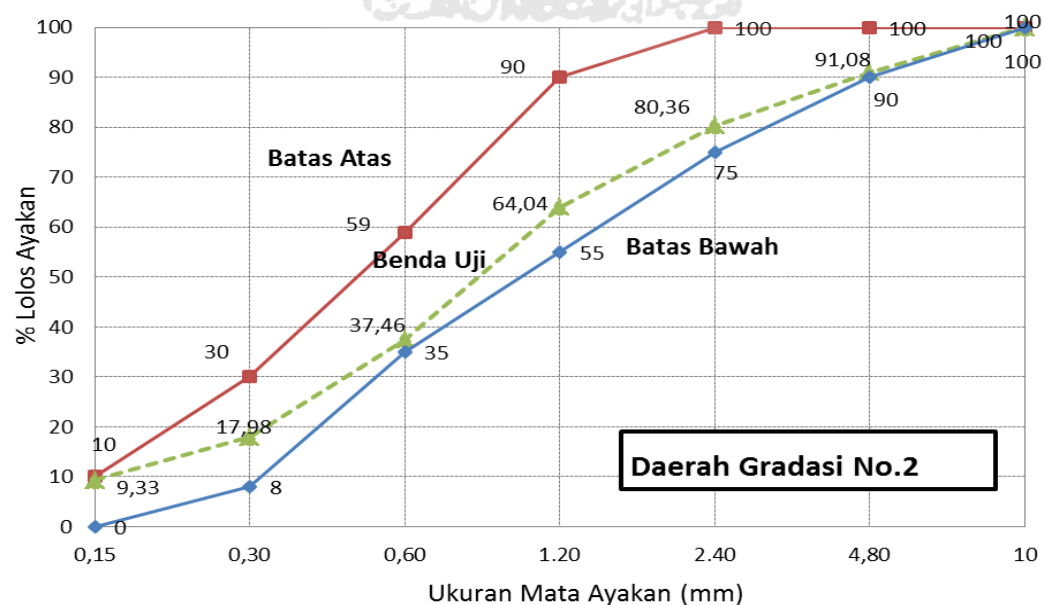
Setelah melakukan pengujian didapatkan data analisa saringan agregat (MHB), untuk agregat halus/pasir hasil erupsi merapi pada aliran sungai Boyong adalah pada tabel berikut 5.4. Data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**

**Tabel 5.4** Hasil Pemeriksaan Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Halus

No	Uji Material	Satuan	Pasir Boyong		
			Hulu	Tengah	Hilir
1	MHB	-	3,997	3,609	2,963
2	Daerah Gradasi	-	Daerah 2	Daerah 2	Daerah 3

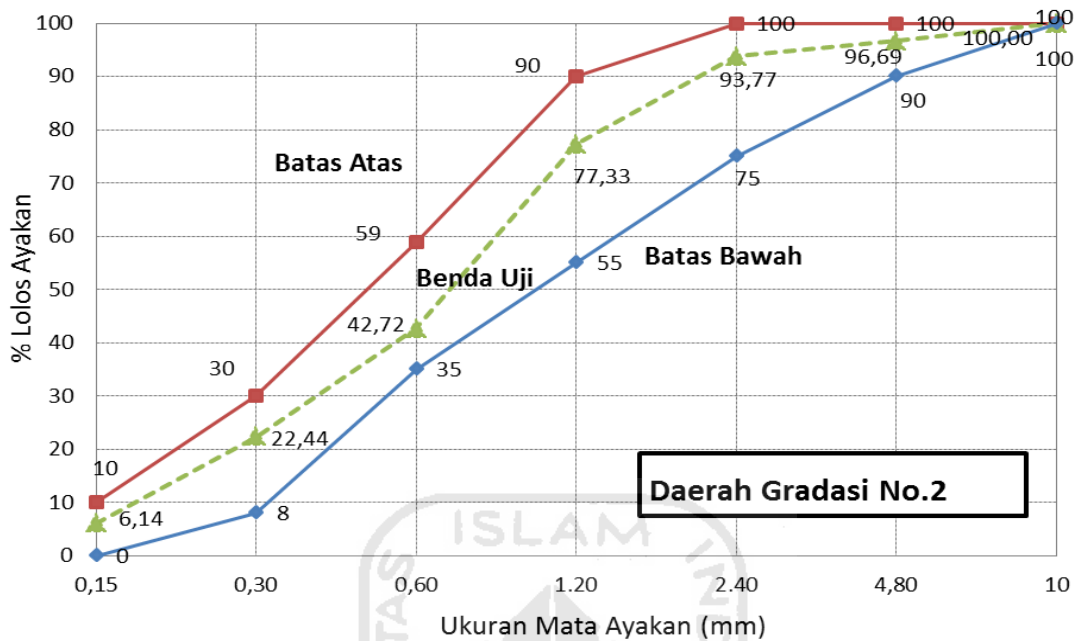
Dari hasil penelitian di atas, terlihat bahwa nilai Mhb agregat halus/pasir hasil erupsi merapi pada aliran Sungai Boyong semua memenuhi syarat Mhb pasir pada umumnya yaitu 1,5 - 3,8, tetapi pada bagian hulu butirannya cenderung kasar karena tercampur krikil-krikil halus sehingga nilai mhbnya menjadi lebih tinggi.

Grafik kurva gradasi agregat halus alami untuk pasir Boyong hulu ini dapat dilihat pada Gambar 5.1. berikut :



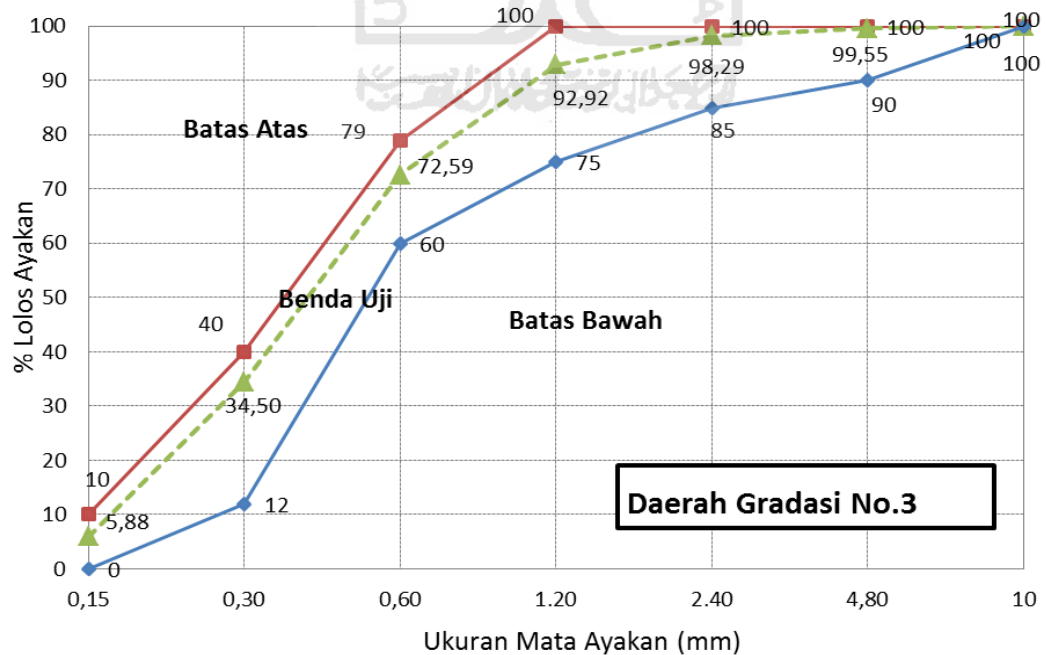
**Gambar 5.1** Gradasi Pasir Boyong Hulu

Grafik kurva gradasi agregat halus alami untuk pasir Boyong tengah ini dapat dilihat pada Gambar 5.2. berikut :



**Gambar 5.2** Gradasi Pasir Boyong Tengah

Grafik kurva gradasi agregat halus alami untuk pasir Boyong hilir ini dapat dilihat pada Gambar 5.3. berikut :



**Gambar 5.3** Gradasi Pasir Boyong Hilir

### 5.3 Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Agregat Kasar

Agregat Kasar/krikil berfungsi sebagai bahan Pengisi dalam campuran beton. Agregat kasar sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan karakteristik beton. Sehingga apabila agregat kasar memiliki karakteristik yang baik, maka akan menghasilkan mutu beton yang baik pula.

#### 5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Setelah melakukan pengujian material didapatkan data berat jenis dan penyerapan air agregat Kasar/krikil yang berasal dari Clereng Kulonprogo adalah pada table 5.5 berikut. Data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**

**Tabel 5.5** Hasil Pemeriksaan Berat jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar

No	Uji Material	Satuan	Ukuran Krikil	
			20 mm	40 mm
1	Berat Jenis Curah	-	2,560	2,560
2	Berat jenis kering muka (SSD)	-	2,600	2,608
3	Berat Jenis Semu	-	2,667	2,689
4	Penyerapan Air	%	1,978	1,885

Dari hasil pemeriksaan berat jenis di atas, terlihat bahwa berat jenis agregat kasar/krikil ukuran 20 mm dan 40 mm yang digunakan pada penelitian ini termasuk kedalam jenis agregat normal yaitu berkisar antara 2,50-2,70.

#### 5.3.2 Pemeriksaan Berat Isi Padat Dan Berat Isi Gembur Agregat Kasar

Setelah melakukan pengujian material didapatkan data berat isi padat dan berat isi gembur agregat Kasar/krikil yang berasal dari Clereng Kulonprogo adalah pada table 5.6 berikut. Data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**

**Tabel 5.6** Hasil Pemeriksaan Berat Isi padat Dan Gembur Agregat Kasar

No	Uji Material	Satuan	Krikil	
			20 mm	40 mm
1	Berat Isi Padat	gr/cm <sup>3</sup>	1,661	1,502
2	Berat Isi Gembur	gr/cm <sup>3</sup>	1,302	1,25

Menurut Tjokrodinuljo (1992), berat satuan agregat normal berkisar antara  $1,2 \text{ gr/cm}^3$  -  $1,6 \text{ gr/cm}^3$ , sehingga agregat kasar/krikil ukuran 20 mm dan 40 mm yang digunakan pada penelitian ini termasuk dalam kategori agregat normal.

### 5.3.3 Pemeriksaan Lolos Saringan No 200 Agregat Kasar

Setelah melakukan pengujian didapatkan data lolos saringan no 200/kadar lumpur untuk agregat kasar/krikil yang berasal dari Clereng Kulonprogo adalah pada tabel berikut 5.7. Data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**

**Tabel 5.7** Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

No	Uji Material	Satuan	Krikil	
			20 mm	40 mm
1	Kadar Lumpur	%	0,99	0,96

Dari hasil pemeriksaan diatas, terlihat bahwa hasil pemeriksaan uji kandungan lumpur (pemeriksaan lolos saringan no 200) untuk agregat kasar/krikil ukuran 20 mm dan 40 mm yang digunakan pada penelitian ini nilai persentase kadar lumpurnya lebih kecil dari standar yang telah ditentukan oleh PBI yaitu 1 %. Sehingga krikil layak digunakan untuk pembuatan beton tanpa perlu pencucian terlebih dahulu.

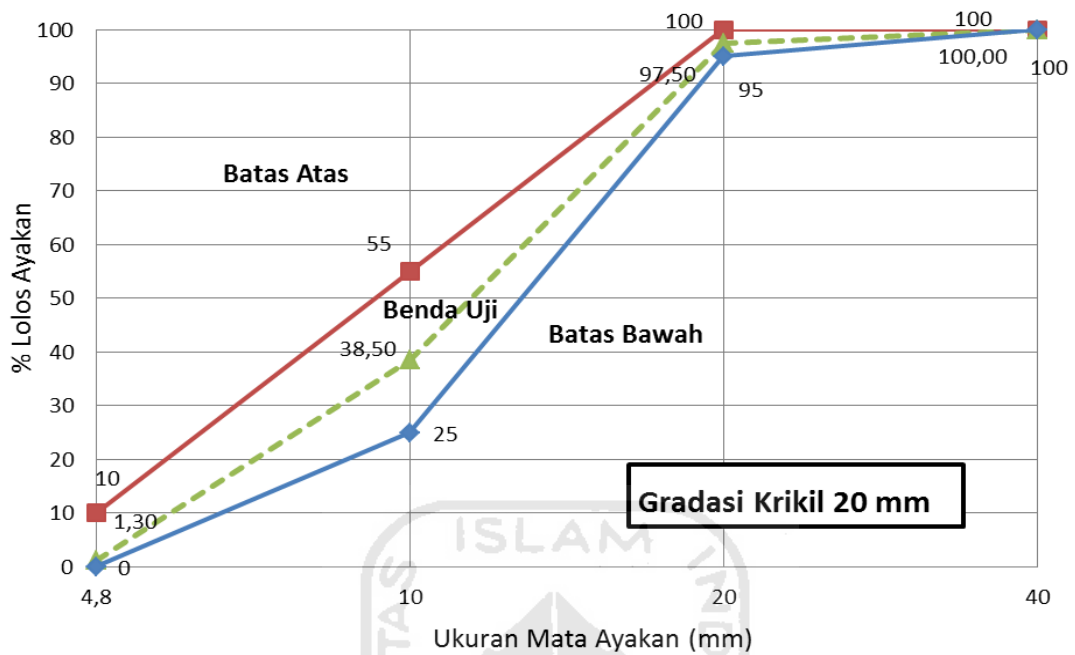
### 5.3.4 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar / MHB

Setelah melakukan pengujian didapatkan data analisa saringan agregat (MHB), untuk agregat kasar/krikil yang berasal dari Clereng Kulonprogo adalah pada tabel berikut 5.8. Data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**

**Tabel 5.8** Hasil Pemeriksaan Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Kasar

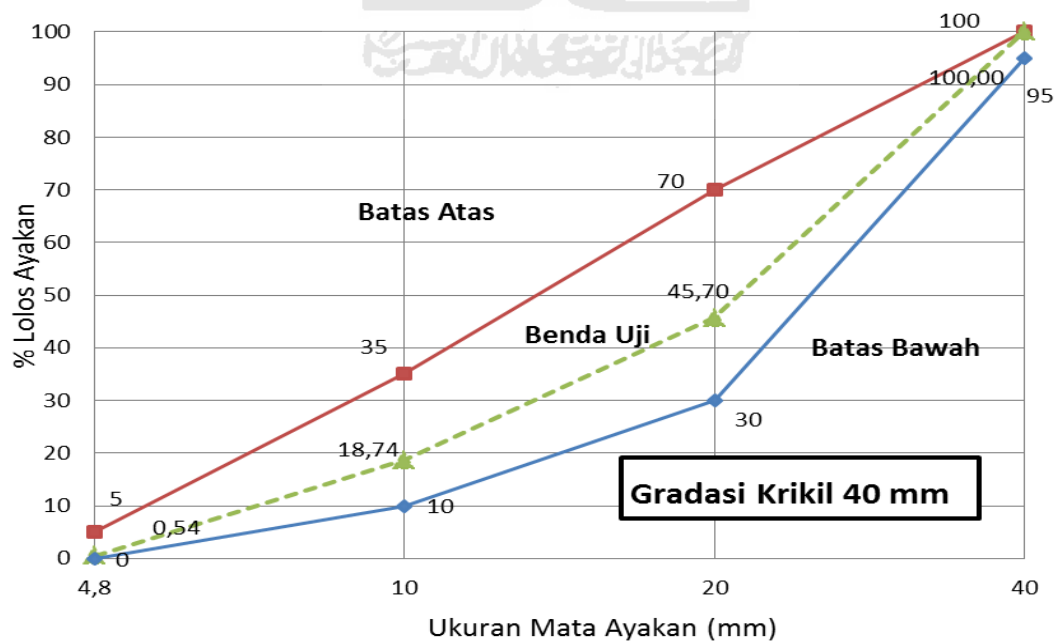
No	Uji Material	Satuan	Krikil	
			20 mm	40 mm
1	MHB	-	6,575	7,370
2	Butiran Gradasi	mm	20	40

Grafik kurva gradasi agregat kasar batu pecah untuk ukuran 20 mm ini dapat dilihat pada Gambar 5.4. berikut :



Gambar 5.4 Gradasi Krikil 20 mm

Grafik kurva gradasi agregat kasar batu pecah ukuran 40 mm ini dapat dilihat pada Gambar 5.5. berikut



Gambar 5.5 Gradasi Krikil 40 mm

#### 5.4 Rencana Campuran Beton

Rencana campuran beton dilakukan dengan menggunakan metode *Departement of Environment (DoE)*. Dari perhitungan Mix Design diperoleh komposisi kebutuhan material beton yaitu semen, air, pasir dan kerikil. Dan komposisinya dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut.

**Tabel 5.9** Rencana Campuran Beton Menggunakan Metode *Departement of Environment (DoE)*.

No	Kode	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)
1	B.Hulu 20	32,52	16,92	68,76	98,94
2	B.Tengah 20	32,52	16,92	68,76	98,94
3	B.Hilir 20	32,52	16,92	68,76	98,94
4	B.Hulu 40	32,52	16,92	68,76	98,94
5	B.Tengah 40	32,52	16,92	68,76	98,94
4	B.Hilir 40	32,52	16,92	68,76	98,94

#### 5.5 Nilai Slump dan Workability

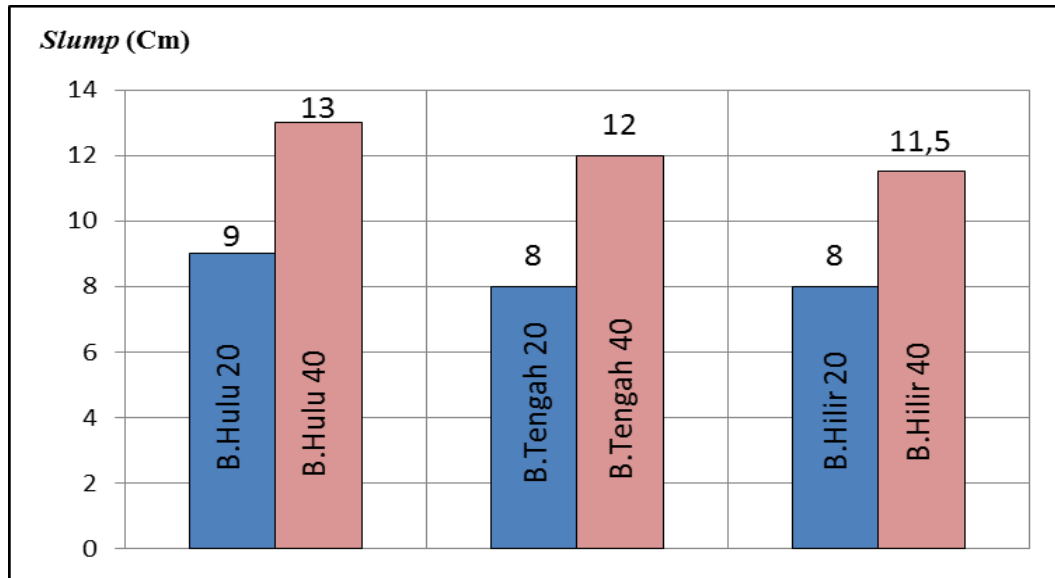
*Slump* merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu campuran beton, yaitu kecairan atau kepadatan adukan dalam pengerjaan beton. Hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*). Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin cair adukan beton tersebut sehingga adukan beton akan semakin mudah dikerjakan. Hasil uji slump dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut ini.

**Tabel 5.10** Nilai Slump

No	Pengujian	Satuan	Variasi Beton					
			B.Hulu 20	B.Tengah 20	B.Hilir 20	B.Hulu 40	B.Tengah 40	B.Hilir 40
1	Slump	cm	9	8	8	13	12	11,5

Hasil pengukuran nilai slump pada tabel 5.10 dapat juga dilihat berupa grafik pada gambar 5.6 berikut:





**Gambar 5.6** Nilai *Slump*

Nilai slump adukan beton dipengaruhi oleh jumlah air yang digunakan, gradasi agregat, bentuk tekstur butiran, serta ukuran maksimum agregat. Dari uji slump terlihat adukan beton yang menggunakan krikil ukuran 20 mm nilai slumpnya lebih rendah dari pada adukan beton yang menggunakan krikil ukuran 40 mm. Hal ini disebabkan dengan perbandingan berat sama dan jumlah air yang diberikan juga sama besar, tetapi karena butiran krikil 20 mm ukurannya lebih kecil, maka luas permukaan butirnya menjadi lebih besar dibanding krikil 40 mm, sehingga pada adukan krikil 20 mm lebih membutuhkan air yang banyak untuk mengisi antara butir-butir agregatnya. Dan hal inilah yang menyebabkan nilai slumpnya menjadi lebih rendah.

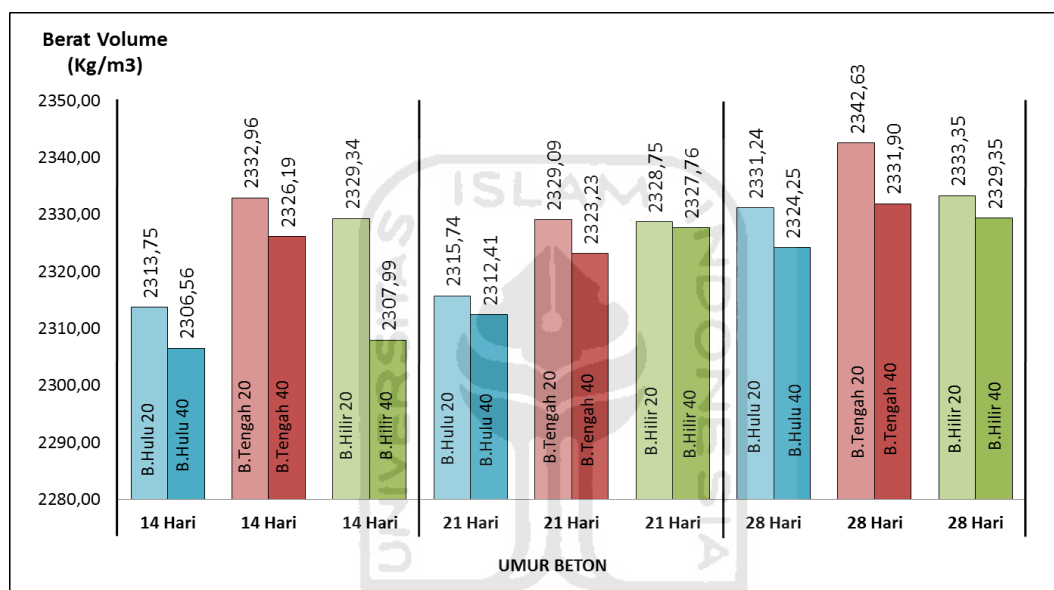
## 5.6 Pemeriksaan Berat Volume Beton`

Pengujian berat volume beton dilakukan pada umur 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Setiap umur pengujian diwakili oleh 3 buah benda uji tiap variasinya, benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Hasil pemeriksaan berat volume/berat satuan beton agregat halus hasil erupsi merapi pada aliran sungai Boyong dan Krikil ukuran 20 dan 40 mm dapat dilihat pada tabel 5.11. dan data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

**Tabel 5.11** Berat Volume Beton Pada Umur 14, 21 dan 28 Hari

Umur Beton	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )					
	B.Hulu 20	B.Tengah 20	B.Hilir 20	B.Hulu 40	B.Tengah 40	B.Hilir 40
14 Hari	2313,75	2332,96	2329,34	2306,56	2326,19	2307,99
21 Hari	2315,74	2329,09	2328,75	2312,41	2323,23	2327,76
28 Hari	2331,24	2342,63	2333,35	2324,25	2331,90	2329,35

Hasil perhitungan berat volume pada tabel 5.11 dapat juga dilihat berupa colum pada gambar 5.7 berikut:

**Gambar 5.7** Berat Volume Beton Pada Umur 14, 21 dan 28 Hari

Dari hasil pengujian berat volume pada gambar 5.7 dapat dilihat untuk variasi pasirnya pada umur 14, 21 dan 28 hari, beton dengan pasir boyong tengah (B.Tengah 20, B.Tengah 40) memiliki berat volume paling tinggi, kemudian diikuti beton pasir boyong hilir (B.Hilir 20, B.Hilir 40), lalu terendah ada pada beton pasir boyong hulu (B.Hulu 20, B.Hulu 40). Untuk variasi Krikilnya, beton krikil 20 (B.Hulu 20, B.Tengah 20, B.Hilir 20) berat volume betonnya lebih tinggi dari pada beton krikil 40 (B.Hulu 40, B.Tengah 40, B.Hilir 40). Dalam hal ini dapat dikatakan semakin tinggi berat volume beton, maka isi beton tersebut semakin padat, sehingga kuat tekannya harusnya juga akan menjadi semakin tinggi.

## 5.7 Pemeriksaan Sifat-Sifat Mekanik Beton

Beton adalah material struktur bangunan yang mempunyai kelebihan mampu menahan gaya desak yang tinggi, tetapi kuat tariknya rendah hanya 9-15% dari kuat desaknya. Hasil pengujian kuat desak, kuat tarik dan tegangan regangan serta modulus elastisitasnya akan kita ketahui pada sub bab berikut.

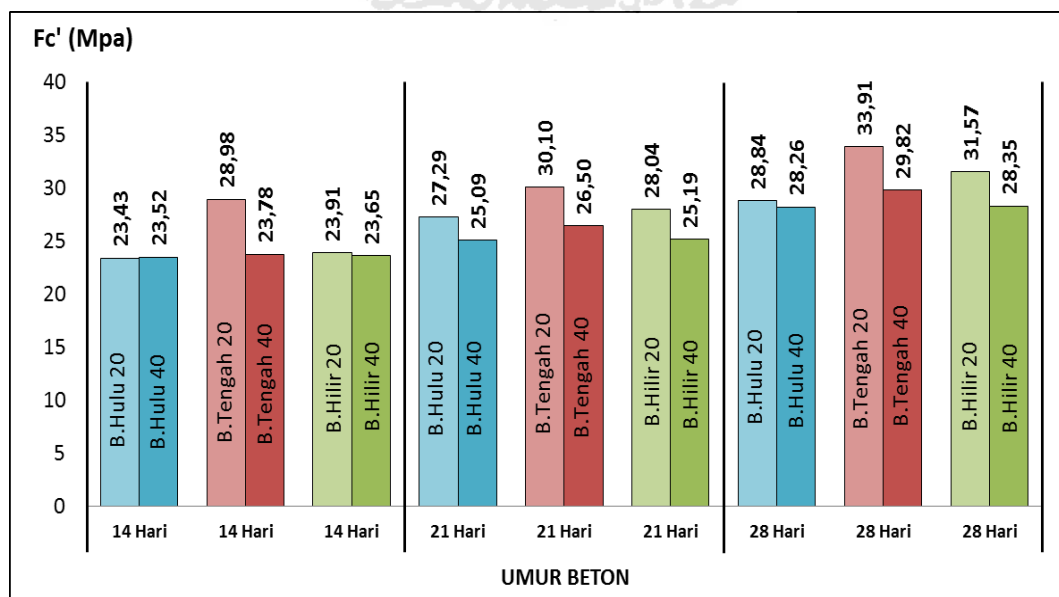
### 5.7.1 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Setiap umur pengujian diwakili oleh 3 buah benda uji pada setiap variasi betonnya, benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan agregat halus/pasir hasil erupsi merapi pada aliran Sungai Boyong dan krikil ukuran 20 dan 40 mm dapat dilihat pada tabel 5.12, dan data selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 5**

**Tabel 5.12** Kuat Tekan Beton Pada Umur 14, 21 dan 28 Hari

Umur	Kuat tekan rerata (MPa)					
Beton	B.Hulu 20	B.Tengah 20	B.Hilir 20	B.Hulu 40	B.Tengah 40	B.Hilir 40
14 Hari	23,43	28,98	23,91	23,52	23,78	23,65
21 Hari	27,29	30,10	28,04	25,09	26,50	25,19
28 Hari	28,84	33,91	31,57	28,26	29,82	28,35

Hasil kuat tekan beton pada tabel 5.12 dapat juga dilihat berupa column pada gambar 5.8 berikut:



**Gambar 5.8** Kuat Tekan Beton Pada Umur 14, 21 dan 28 Hari

Dari hasil pengujian kuat desak pada gambar 5.8 terlihat bahwa terdapat perbedaan kuat desak beton antara pasir daerah hulu, tengah dan hilir sungai boyong ini. Pada umur 14, 21 dan 28 hari bagian tengah (B.Tengah 20, B.Tengah 40) memiliki kuat desak terbaik, kemudian diikuti bagian hilir (B.Hilir 20, B.Hilir 40), lalu diikuti kuat terendah ada pada bagian hulu (B.Hulu 20, B.Hulu 40). Akan tetapi jika dilihat dari pengujian berat jenis material pasirnya ( hulu 2,469 ; tengah 2,545 ; hilir 2,632 ), yang harusnya memiliki kuat tekan maksimum adalah beton hilir, kemudian diikuti beton tengah, lalu beton hulu. Karena yang memiliki berat jenis tinggi adalah material yang kualitasnya bagus, tetapi hal tersebut belum tentu benar karena apapun bisa terjadi ketika material tersebut sudah menjadi beton. Jika dilihat dari kepadatan betonya (dari hasil perhitungan berat volume beton), kuat desak tertinggi berturut-turut adalah beton tengah, beton hilir kemudian beton hulu. Dengan kata lain penelitian ini hasilnya sependapat dengan teori yang mengatakan bahwa semakin tinggi berat volume betonnya, maka isi beton tersebut semakin padat, sehingga kuat tekannya juga akan menjadi semakin tinggi.

Sedangkan untuk kuat desak variasi krikilnya, dengan proporsi campuran yang sama pada umur 14, 21 dan 28 hari, beton krikil 20 mm (B.Hulu 20, B.Tengah 20, B.Hilir 20) hasil kuat desaknya lebih baik dari pada beton krikil 40 mm (B.Hulu 40, B.Tengah 40, B.Hilir 40). Sedangkan dilihat dari pengujian berat jenis material krikilnya (krikil 20 mm = 2,600 ; krikil 40 mm = 2,608) seharusnya beton krikil 20 mm ini kuat desaknya lebih rendah dari beton krikil 40 mm, Karena yang memiliki berat jenis tinggi adalah material yang kualitasnya bagus. Tetapi hal tersebut belum tentu benar karena apapun bisa terjadi ketika material tersebut sudah menjadi beton. Jika dilihat dari pengujian berat volume betonya, beton krikil 20 mm berat volume betonnya lebih tinggi dari beton krikil 40 mm, dan ini berarti beton krikil 20 mm isi betonnya lebih padat daripada beton krikil 40 mm, karena semakin padat isi beton inilah yang menyebabkan kekuatannya juga menjadi semakin tinggi. Jadi hasil dari kuat tekan penelitian ini sependapat dengan teori yang mengatakan bahwa semakin tinggi berat volume beton, maka isi beton tersebut semakin padat, sehingga kuat tekannya juga akan menjadi semakin tinggi.

Pada gambar 5.8 juga bisa dilihat, dari semua variasi pada umur 14, 21 dan 28 hari terus mengalami kenaikan kuat tekannya. Hal ini sependapat dengan teori yang mengatakan bahwa kuat tekan beton akan bertambah sejalan dengan bertambahnya umur beton.

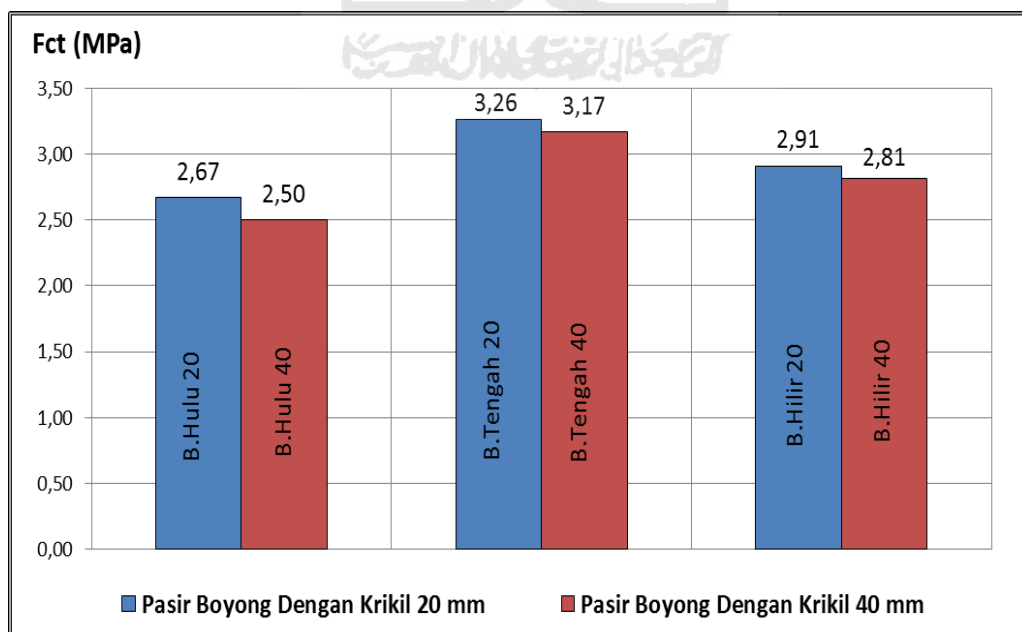
### 5.7.2 Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian diwakili oleh 3 buah benda uji setiap variasi betonnya, benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Berikut ini adalah hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan agregat halus/pasir hasil erupsi merapi pada aliran Sungai Boyong dan krikil ukuran 20 dan 40 mm.

**Tabel 5.13** Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari.

Pengujian	Variasi Beton (MPa)					
	B.Hulu 20	B.Tengah 20	B.Hilir 20	B.Hulu 40	B.Tengah 40	B.Hilir 40
Kuat Tarik Beton	2,67	3,26	2,91	2,5	3,17	2,81

Hasil kuat tarik belah beton pada tabel 5.13 dapat juga dilihat berupa colum pada gambar 5.9 berikut :

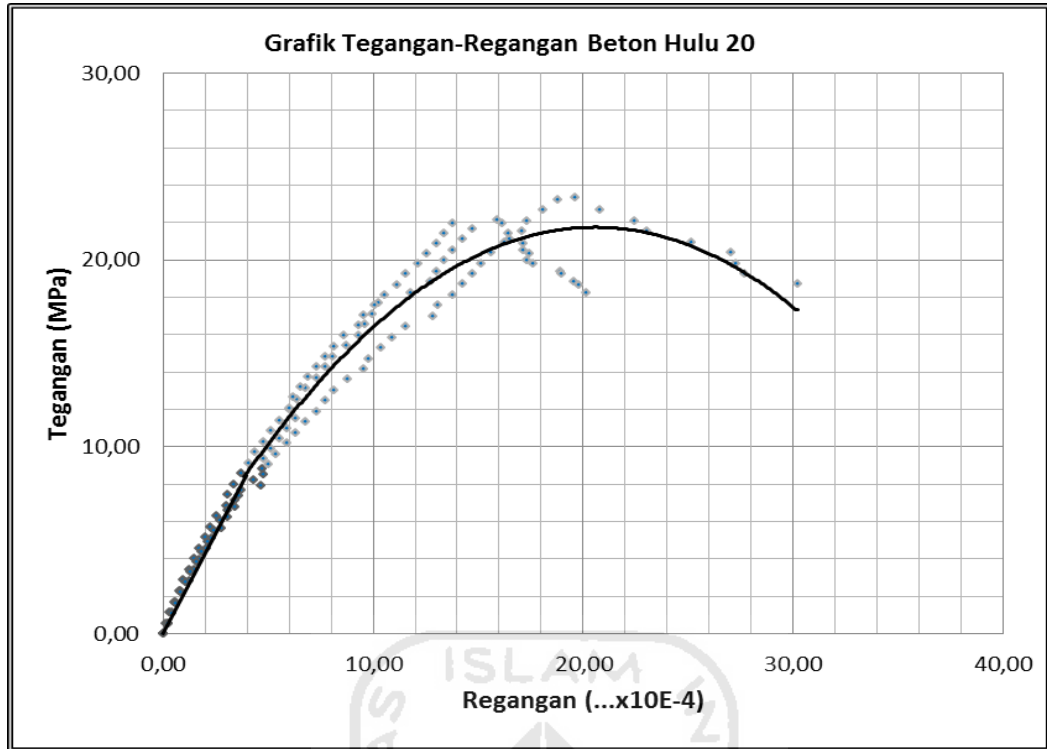


**Gambar 5.9** Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari.

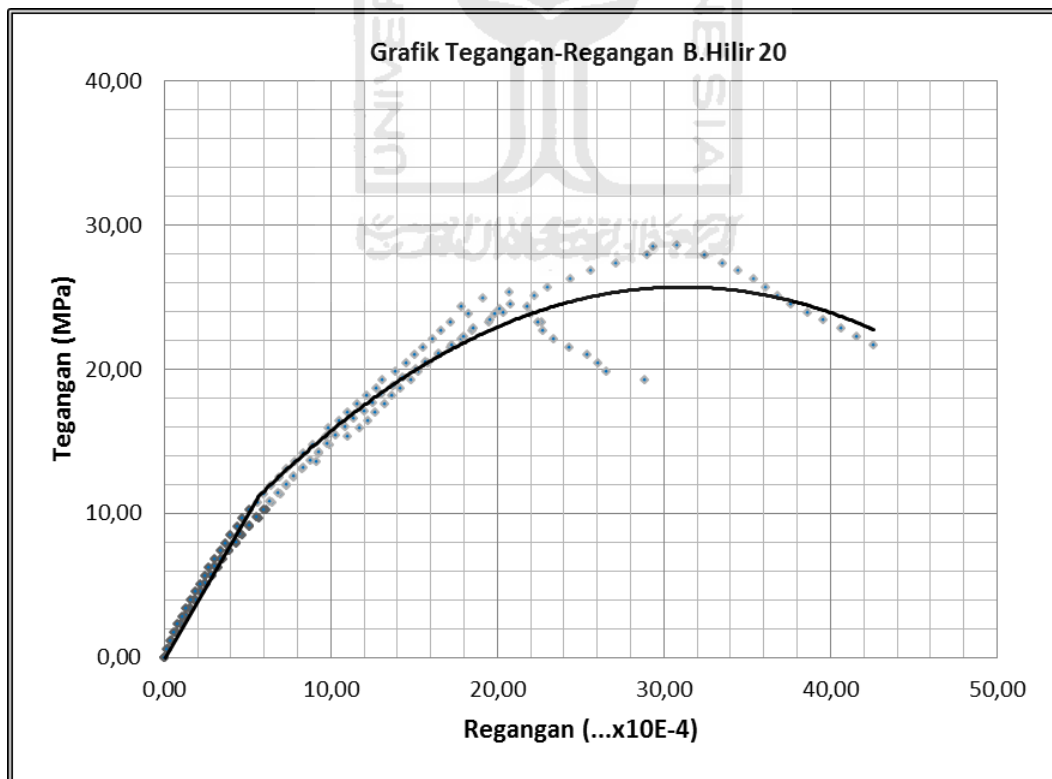
Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton pada gambar 5.9 menunjukkan bahwa untuk variasi pasirnya yang memiliki kuat tarik paling baik ada pada beton tengah (B.Tengah 20, B.Tengah 40), kemudian diikuti beton hilir (B.hilir 20, B.Hilir 40), lalu terendah pada beton hulu (B.Hulu 20, B.Hulu 40). Sedangkan untuk variasi krikilnya, beton krikil 20 mm (B.Hulu 20, B.Tengah 20, B.Hilir 20) hasil kuat tariknya lebih baik daripada beton krikil 40 mm (B.Hulu 20, B.Tengah 20, B.Hilir 20). Hal ini bisa terjadi karena pada saat ditekan (di uji tarik), beton yang memiliki kepadatan tinggi rekatan antar butir agregatnya lebih kuat/rapat, sehingga bidang singgung antar agregat dengan pastinya menjadi lebih kecil, karena butiran-butiran tersebut saling mendukung untuk menahan beban tariknya. Ini bisa dibuktikan pada perhitungan berat volume beton, bahwa semakin tinggi berat volume beton/kepadatan isi beton tersebut, maka kuat tariknya juga menjadi semakin baik.

### **5.8 Tegangan-Regangan Beton**

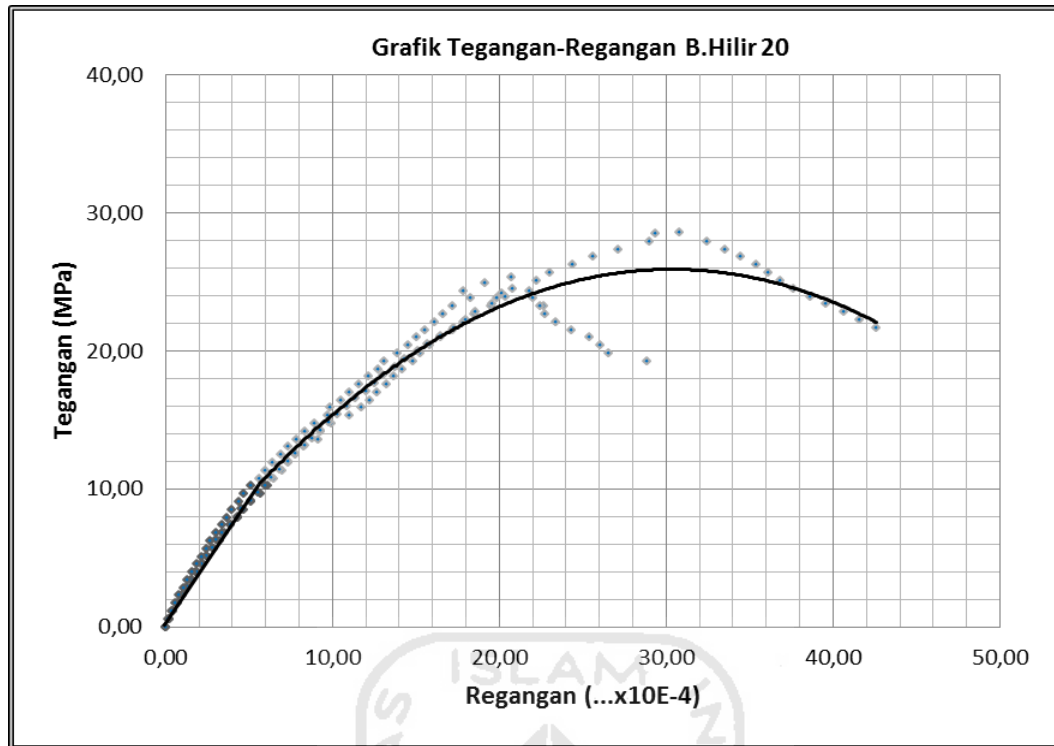
Setiap bahan akan mengalami perubahan bentuk apabila mendapat beban dan apabila perubahan bentuk terjadi maka gaya internal didalam bahan tersebut akan menahannya, gaya internal ini disebut gaya dalam. Bila suatu bahan mengalami tegangan, maka bahan itu akan mengalami perubahan bentuk yang dikenal dengan regangan. Pengujian tegangan regangan tidak dilakukan terhadap seluruh benda uji, diambil 3 sampel dari setiap variasi. Seluruh pengujian tegangan regangan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII. Di bawah ini adalah grafik hasil perhitungan tegangan-regangan dari masing-masing variasi, mulai dari gambar 5.10 s/d 5.15



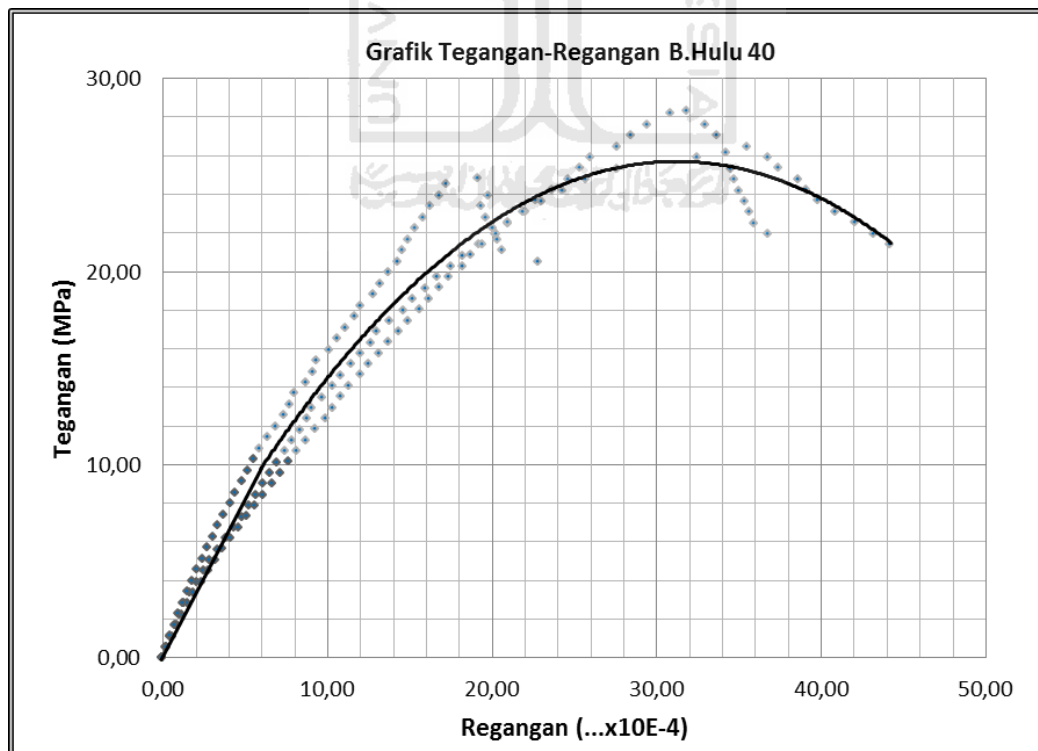
**Gambar 5.10** Grafik Tegangan-Regangan B.Hulu 20



**Gambar 5.11** Grafik Tegangan-Regangan B.Tengah 20

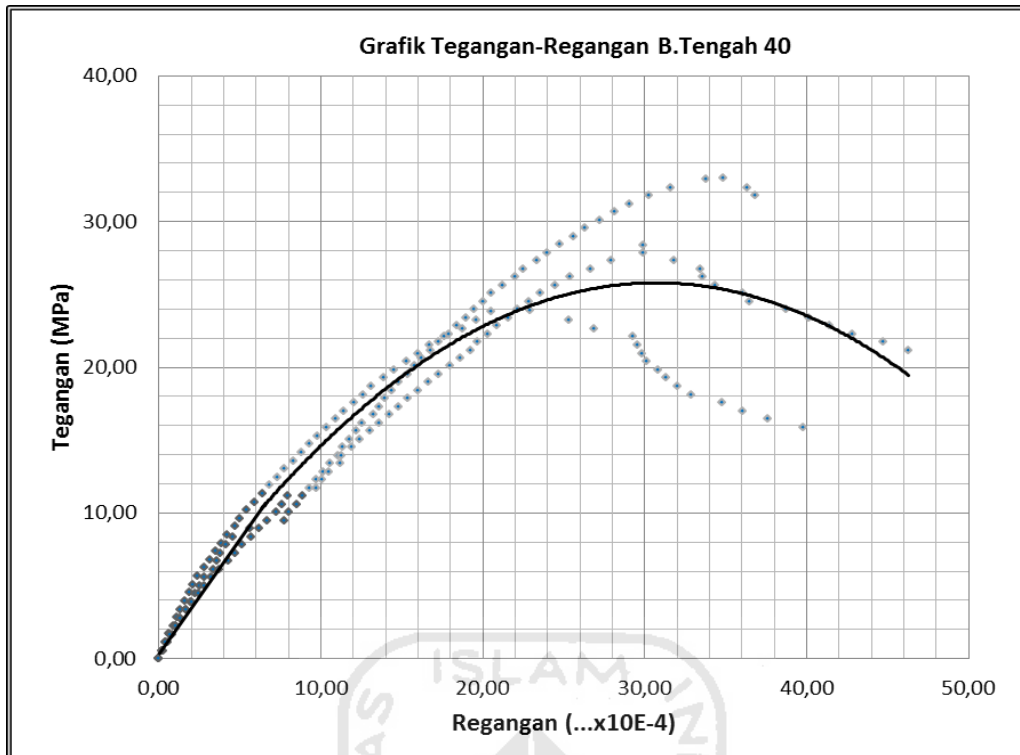


Gambar 5.12 Grafik Tegangan-Regangan B.Hilir 20

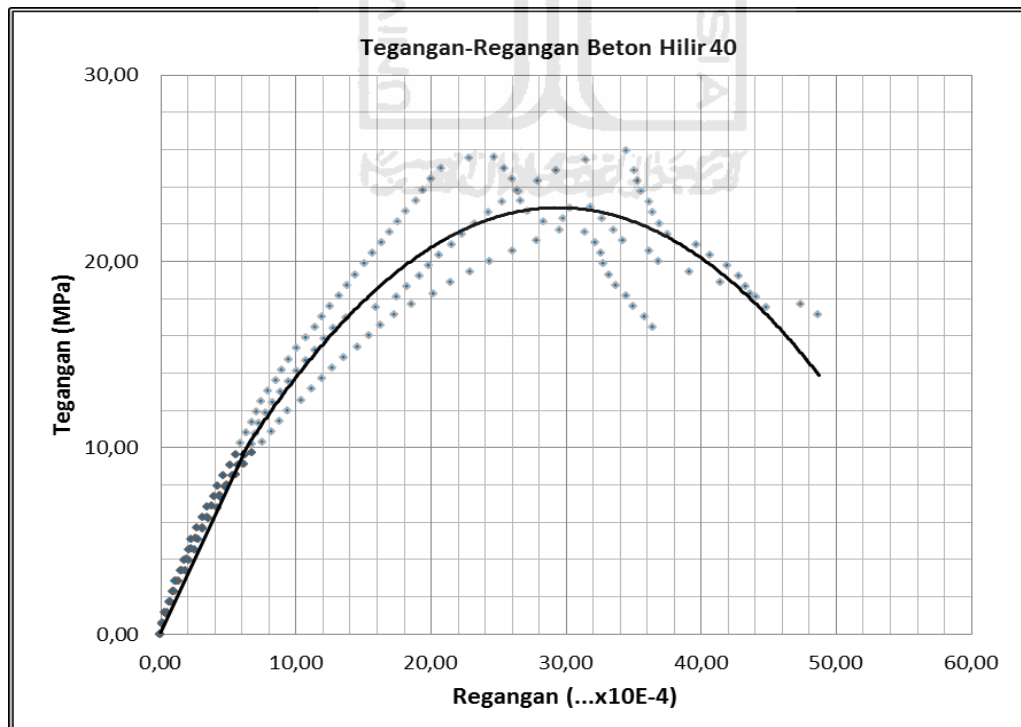


Gambar 5.13 Grafik Tegangan-Regangan B.Hulu 40

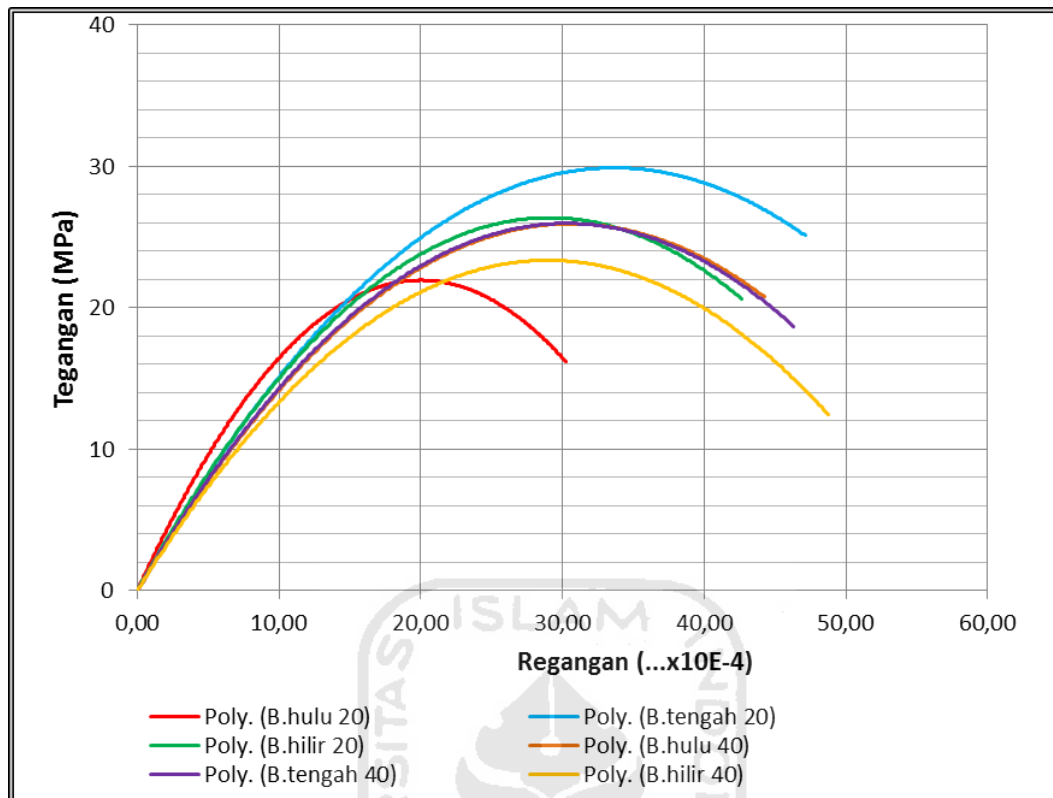




**Gambar 5.14** Grafik Tegangan-Regangan B.Tengah 40



**Gambar 5.15** Grafik Tegangan-Regangan B.Hilir 40



**Gambar 5.16** Rekapitulasi Grafik Tegangan-Regangan

Dari gambar hubungan tegangan regangan pada gambar 5.16 diatas dapat dilihat bahwa kurva berbentuk lengkung. Hal ini menandakan nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangan. Dan berarti bahwa beton tidak sepenuhnya elastis. Dari grafik dapat diketahui bahwa luasan dibawah kurva tegangan regangan menunjukkan besarnya energi yang dapat diserap selama proses pembebanan. Semakin besar luasan kurva (regangan) maka semakin besar pula energi yang mampu diserap oleh beton, hal ini menunjukkan bahwa semakin *ductile* pula beton tersebut. Dimana daktilitas adalah kemampuan dari material/struktur untuk menahan tegangan tanpa terjadinya penurunan akibat adanya tegangan tersebut. Dari gambar diatas, yang memiliki luasan kurva regangannya paling besar adalah B.hilir 40, yang artinya betonnya lebih *ductile*. Sedangkan luasan kurva regangan paling kecil adalah B.hulu 20, yang artinya pada variasi ini betonnya lebih getas.

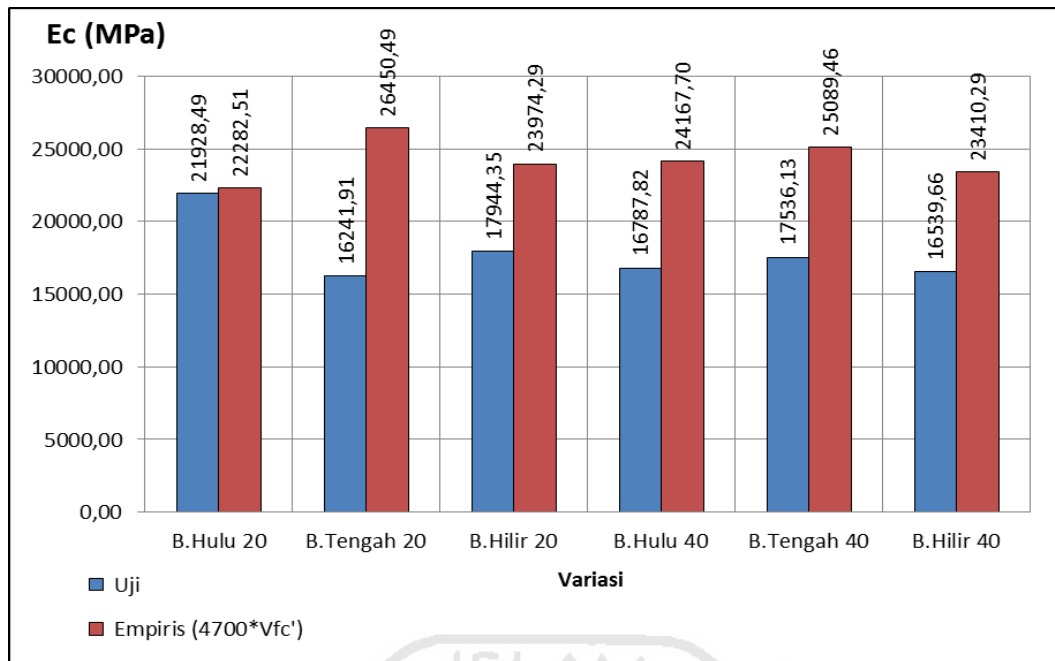
## 5.9 Modulus Elastisitas

Modulus elastis beton adalah kemiringan kurva tegangan regangan beton pada kondisi linier dan mendekati linier. Besarnya modulus elastis menunjukkan tingkat elastisitas suatu bahan, semakin besar harga modulus elastisitas bahan maka bahan tersebut akan memiliki kekuatan yang tinggi pula. Besaran modulus elastisitas dapat ditentukan dengan cara mencari bagian dari kurva tegangan regangan yang berada pada kondisi linier atau mendekati linier (sekitar  $0,4 f_c'$ ). Sedangkan secara empiris dihitung dengan  $4700\sqrt{f_c'}$ . Nilai modulus elastisitas merupakan kemiringan kurva tersebut. Adapun modulus elastisitas beton ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

**Tabel 5.14** Perbandingan Modulus Elastisitas Antara Hasil Uji Dengan Rumus Empiris

Benda Uji	$\sigma$ maks (MPa)	0.4 $\sigma$ max (MPa)	$\epsilon$ (10 <sup>-4</sup> )	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Empiris (4700* $\sqrt{f_c'}$ )
B.Hulu 20	22,48	8,99	4,10	21928,49	22282,51
B.Tengah 20	31,67	12,67	7,80	16241,91	26450,49
B.Hilir 20	26,02	10,41	5,80	17944,35	23974,29
B.Hulu 40	26,44	10,58	6,30	16787,82	24167,70
B.Tengah 40	28,50	11,40	6,50	17536,13	25089,46
B.Hilir 40	24,81	9,92	6,00	16539,66	23410,29

Dari hasil perbandingan Modulus Elastisitas antara hasil uji dengan Rumus Empiris pada tabel 5.13 diatas, dapat juga dilihat berupa colum pada gambar 5.17 berikut :



**Gambar 5.17** Hasil Perbandingan Modulus Elastisitas Uji Dengan Rumus Empiris

Dari gambar 5.16 dapat dilihat secara jelas perbedaan modulus elastisitasnya. Dari hasil uji hanya B.hulu 20 saja yang hasilnya hampir sama dengan modulus empiris, sedangkan variasi yang lain terdapat selisih yang cukup besar antara hasil modulus uji dengan modulus empiris. Hal tersebut dimungkinkan karena agak sulit dalam melakukan pengujian modulus elastisitas beton, karena membutuhkan ketelitian dan kecermatan dalam membaca dialnya.

Dalam penelitian ini hasil modulus elastisitas ujinya tidak sependapat dengan teori yang mengatakan bahwa semakin tinggi kuat tekan maka akan semakin tinggi juga tingkat ketahanan terhadap perubahan bentuk yang dialami. Tetapi dari hasil pengujian yang diperoleh, semakin tinggi kuat tekan beton tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan modulus elastisitasnya. Besarnya nilai modulus elastis yang dihasilkan merupakan besarnya kemiringan dari diagram regangan beton.

### 5.10 Perbandingan $f_c'$ Rencana dengan $f_c'$ Hasil Uji

Pada saat pencampuran awal,  $f_c'$  rencana adalah sebesar 20 MPa, dan  $f_c'$  rencana yang ditargetkan adalah sebesar 29,18 MPa. Untuk perbandingan hasil  $f_c'$  uji dengan  $f_c'$  rencana, dapat dilihat pada tabel 5.15 dibawah ini :

**Tabel 5.15** Perbandingan  $f_c'$  Rencana Dengan Hasil Uji

Variasi beton	Umur beton	Kuat tekan (MPa)	Konversi umur 28 hari (MPa)	Syarat $\geq f_c' \geq 20$	Syarat $\geq f_c'+0,64s \geq 29,184$
B.Hulu 20	14 Hari	23,43	26,63	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
	21 Hari	27,29	28,73	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
	28 Hari	28,84	28,84	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
B.Tengah 20	14 Hari	28,98	32,93	Terpenuhi	Terpenuhi
	21 Hari	30,10	31,68	Terpenuhi	Terpenuhi
	28 Hari	33,91	33,91	Terpenuhi	Terpenuhi
B.Hilir 20	14 Hari	23,91	27,17	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
	21 Hari	28,04	29,52	Terpenuhi	Terpenuhi
	28 Hari	31,57	31,57	Terpenuhi	Terpenuhi
B.Hulu 40	14 Hari	23,52	26,73	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
	21 Hari	25,09	26,41	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
	28 Hari	28,26	28,26	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
B.Tengah 40	14 Hari	23,78	27,02	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
	21 Hari	26,50	27,89	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
	28 Hari	29,82	29,82	Terpenuhi	Terpenuhi
B.Hilir 40	14 Hari	23,65	26,88	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
	21 Hari	25,19	26,52	Terpenuhi	Tidak terpenuhi
	28 Hari	28,35	28,35	Terpenuhi	Tidak terpenuhi

Dari tabel 5.15 dapat dilihat perbandingan  $f_c'$  rencana dengan  $f_c'$  hasil uji. Dari semua variasi pada umur 28 hari, semua memenuhi  $f_c'$  yang direncanakan yaitu 20 MPa, tetapi jika dibandingkan dengan  $f_c'$  yang ditargetkan yaitu 29,184, hanya beberapa saja yang memenuhi syarat. Diantaranya adalah B.Tengah 20, B.Hilir 20 dan B.Tengah 40 saja yang lain tidak memenuhi  $f_c'$  rencana yang ditargetkan. Hal tersebut bisa terjadi karena ada kemungkinan kesalahan pada *human error* yang dilakukan oleh peneliti saat pengujian material dan pada saat pembuatan betonnya, sehingga menyebabkan tidak terpenuhinya mutu beton yang ditargetkan.

### 5.11 Perbandingan Hasil Penelitian Ini Dengan Hasil Penelitian Ir.A Kadir Aboe, MS.

Dari hasil penelitian ini akan dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yaitu dengan judul “PASIR LAHAR DINGIN DI KALI BOYONG/CODE SEBAGI BAHAN SUSUN BETON”, dengan peneliti Ir.A Kadir Aboe,MS. Pada penelitian sebelumnya juga membahas tentang karakteristik pasir Boyong. Dan perbandingan hasil uji materialnya dapat di lihat pada tabel 5.16.

**Tabel 5.16** Hasil Uji Material Pasir Boyong Penelitian Ini Dan Penelitian Ir.A Kadir Aboe,MS.

Uji Material	Satuan	PENELITIAN INI			PENELITIAN Ir. A Kadir Aboe, MS.		
		Pasir Boyong			Pasir Boyong		
		Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir
Berat jenis	-	2,469	2,545	2,632	2,60	2,61	2,57
Penyerapan Air	%	3,093	4,243	3,896	3,91	3,84	2,04
Berat Isi Padat	gr/cm <sup>3</sup>	1,554	1,62	1,569	1,45	1,40	1,45
Berat Isi Gembur	gr/cm <sup>3</sup>	1,234	1,238	1,234	1,31	1,29	1,21
Kadar Lumpur	%	4,6	3,6	2,8	0,2	1,4	1,41
MHB	-	3,997	3,289	2,963	2,69	2,45	2,45
Daerah Gradasi	-	Daerah 2	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 2

Dari tabel 5.16 dapat dilihat perbedaan kualitas pasir boyong pada penelitian ini dengan penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS. Pada penelitian ini pasirnya diambil pada tanggal 20 maret 2011, sedangkan pada penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS pasir diambil pada tanggal 24 dan 31 desember 2010 dan 1 januari 2011. Karena perbedaan waktu pengambilan pasirnya sehingga menyebabkan kondisinya juga berbeda.

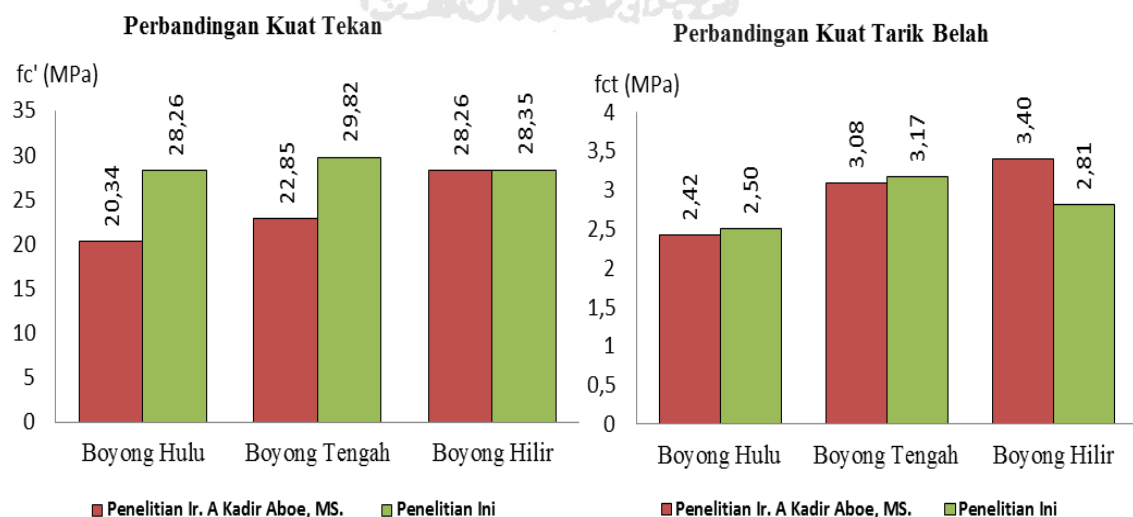
Pada penelitian ini dan penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS, pasir yang digunakan sama-sama berasal dari sungai Boyong, dan krikil yang digunakan sama-sama berasal dari Clereng Kulonprogo, tetapi untuk ukuran butiran krikilnya berbeda. Pada penelitian ini menggunakan krikil ukuran 20 mm dan 40 mm,

sedangkan pada penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS, menggunakan krikil ukuran 40 mm saja. Oleh sebab itu dalam hal ini yang akan dibandingkan adalah variasi yang sama yaitu yang menggunakan variasi pasir boyong dengan krikil ukuran 40 mm saja. Karena pada penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS, pengujian kekuatan betonnya dilakukan pada saat umur 28 hari, maka dalam penelitian ini umur beton yang akan dibandingkan adalah beton yang berumur 28 hari saja. Untuk perbandingan hasil uji slump, kuat tekan dan kuat tarik betonnya dapat dilihat pada tabel 5.17 berikut :

**Tabel 5.17.** Nilai Slump, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Pasir Pada Penelitian Ini dan penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS

No	Sungai	PENELITIAN INI			PENELITIAN Ir. A Kadir Aboe, MS		
		Slump (Cm)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik (MPa)	Slump (Cm)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik (MPa)
1	Boyong Hulu	13	28,26	2,5	12,5	20,34	2,42
2	Boyong Tengah	11,5	29,82	3,17	11,5	22,85	3,09
3	Boyong Hilir	12	28,35	2,81	2,5	28,26	3,40

Dari tabel 5.17 diatas dapat dilihat juga dalam bentuk colum pada gambar 5.18 berikut.



**Gambar 5.18** Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Pada Penelitian Ini Dan Penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS

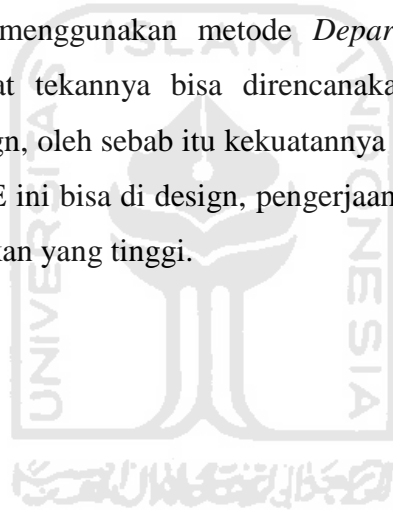
Dari hasil pengujian pengujian kuat tekan dan kuat tarik pada gambar 5.18 dapat dilihat selisih perbedaannya. Untuk penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS, urutan dari yang terbaik untuk Kuat tekannya berturut-turut (Hilir = 28,26 MPa ; Tengah = 22,85 MPa ; Hulu = 20,34 MPa) dan untuk kuat tariknya berturut –turut (Hilir = 3,4 MPa ; Tengah 3,08 MPa ; Hulu = 2,42 MPa). Sedangkan pada penelitian ini Kuat tekannya berturut-turut (Tengah = 29,82 MPa ; Hilir = 28,35 MPa ; Hulu = 28,26 MPa) dan untuk kuat tariknya berturut-turut ( Tengah = 3,17 MPa ; Hilir = 2,81 MPa ; Hulu = 2,50 MPa). Perbedaan itu bisa terjadi karena :

1. Perbedaan waktu pengambilan pasirnya. Pada penelitian Ir.A Kadir Aboe,MS pasirnya di ambil pada tanggal 24 dan 31 desember 2010 dan 1 januari 2011. Sedangkan pada penelitian ini pasirnya diambil tanggal 20 maret 2011. Karena perbedaan waktu pengambilan pasir inilah yang menyebabkan kualitas pasirnya juga berbeda. Jika dilihat dari kualitas pasirnya (dari perhitungan berat jenis), pasir pada penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS, kualitasnya lebih bagus dari pada kwalitas pasir pada penelitian ini (Pada Tabel 5.16), dan seharusnya kekuatan beton pada penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS harusnya hasilnya juga lebih tinggi dari penelitian ini. Tetapi jika dilihat dari kurva gradasinya pada penelitian ini hasilnya lebih baik, karena semua butirannya ada/gradasi menerus sehingga kepadatan distribusi butiran pasirnya juga menjadi tinggi, hal tersebut dapat dibuktikan pada pengujian berat isi padat dan berat isi gembur, pada penelitian ini kepadatannya lebih tinggi dari penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS. Karena kepadatan butir pasirnya inilah yang menyebabkan kekuatan beton pada penelitian ini hasilnya lebih bagus.
2. Perbedaan metode perencanaannya. Pada penelitian ini menggunakan metode *Departement of Environtment (DoE)*. Sedangkan pada penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS menggunakan metode perbandingan volume yaitu 1 PC ; 2 Pasir ; 3 Krikil. Pada perbandingan volume ini tidak ada mix design, sehingga dalam perencanaannya tidak memperhitungkan berat jenis, penyerapan air, gradasi dan kadar lumpurnya, oleh sebab itu kuat tekannya tidak bisa direncanakan, kekuatan betonnya hanya tergantung pada perbandingan volume dari material-material yang digunakan. Sedangkan untuk metode *Departement of*



*Environtment* (DoE) perencanaannya menggunakan mix design, sehingga dalam perhitungannya memperhitungkan berat jenis, penyerapan air, gradasi dan kadar lumpurnya, oleh sebab itu beton bisa direncanakan dengan kuat tekan tertentu, dan hal inilah yang menyebabkan hasilnya lebih tinggi.

3. Perbedaan Fas-nya, pada penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS menggunakan Fas 0,45, sedangkan pada penelitian ini 0,52. Dalam hal ini harusnya kekuatan beton pada penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS lebih tinggi dari pada penelitian ini. Hal ini disebabkan metode perencanaannya berbeda, pada penelitian Ir. A Kadir Aboe, MS perencanaannya menggunakan metode perbandingan volume (1 PC ; 2 Pasir ; 3 Krikil), sehingga kuat tekannya tidak bisa direncanakan karena tidak menggunakan perhitungan mix design. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode *Departement of Environtment* (DoE), sehingga kuat tekannya bisa direncanakan karena menggunakan perhitungan mix design, oleh sebab itu kekuatannya lebih bagus. Dengan kata lain pada metode DoE ini bisa di design, pengerjaan betonnya mudah/Fasnya tinggi dengan kuat tekan yang tinggi.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

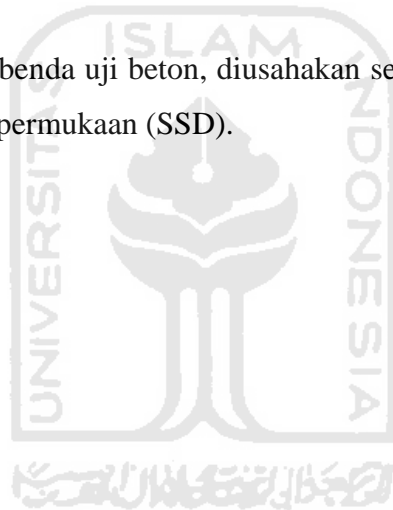
Dari hasil penelitian dan pembahasan diatas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian berat jenis agregat halus pada Sungai Boyong hulu, tengah dan hilir termasuk kedalam jenis agregat normal yaitu berkisar antara 2,50-2,70.
2. Hasil pemeriksaan terhadap lolos saringan no 200 menunjukkan bahwa untuk semua jenis pasir dari sungai boyong hulu, tengah dan hilir dapat digunakan untuk pembuatan beton normal karena memiliki kandungan lumpur dibawah 5 %. Dan semuanya layak digunakan tanpa pencucian terlebih dahulu.
3. Pasir hasil erupsi merapi dari sungai boyong dapat baik dari hulu, tengah dan hilir dapat dimanfaatkan sebagai campuran beton karena hasil pengujian pada umur 28 hari dapat mencapai 20 Mpa.
4. Pasir yang paling baik digunakan untuk pembuatan beton adalah pasir yang berasal dari sungai boyong tengah karena memiliki kuat tekan mencapai 29,82 MPa.
5. Krikil ukuran 20 mm lebih bagus untuk bahan pembuatan beton di banding krikil ukuran 40 mm, karena kepadatan isi betonnya tinggi sehingga kekuatannya juga menjadi lebih tinggi.

## 6.2 Saran

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

1. Untuk penelitian lebih lanjut, gunakan berbagai variasi faktor air semen (fas) dan juga variasi merek semen yang digunakan.
2. Sebaiknya pengambilan sampel pasir tidak hanya 3 titik pengambilan, semakin banyak titik pengambilan pasirnya maka semakin bagus dan lebih akurat hasilnya.
3. Beda uji diusahakan rata permukaannya, sehingga pada saat diuji bisa maksimal hasilnya.
4. Pada saat pembuatan benda uji beton, diusahakan semua agregat harus sudah dalam kondisi kering permukaan (SSD).



## DAFTAR PUSTAKA

- A Kadir Aboe, Ir,H,MS : *Pasir Lahar Dingin Di Kali Boyong/Code Sebagai Bahan Susun Beton.*
- Buku Panduan Praktikum, Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII
- Edward G. Nawy, *Reinforced Concrete a Fundamental Approach*, Terjemah, PT. Eresco, Bandung 1990
- Kardiono Tjokrodimulyo 1992 : *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta
- L.J. Murdock dan L.M. Brock, *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Stephanus Hendarko, Erlangga, Jakarta, 1991
- Nugraha, Paul (2007). *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi.*
- PUBI-1982 : Persyaratan umum bahan bangunan di Indonesia
- PBI 1971 : Peraturan beton bertulang Indonesia
- SNI 03-2824-1993 : *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal.*
- SNI 15-0302-1994 : *Semen portland pozolan*
- SNI 15-7064-2004 : *Portland Composite Cement (PCC)*
- SNI 03-2847-2002 : *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*
- SNI 03-4142-1996 : *Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 MM)*
- SNI 03-2491-2002 : *Metode pengujian kuat tarik belah beton*
- Tri Mulyono 2004 : *Teknologi Beton*, Yogyakarta
- Tri Mulyono 2005 : *Teknologi Beton*, Yogyakarta

# LAMPIRAN 1

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
M. HANIF WAHYU HIDAYAT	05511098	TEKNIK SIPIL

PERIODE KE : 2( Desember 2010 - Mei 2011 )

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	█					
3	Pembuatan Proposal		█				
4	Seminar Proposal		█				
5	Konsultasi Penyusunan TA		█	█	█	█	
6	Sidang-Sidang					█	█
7	Pendadaran						█

Dosen Pembimbing I : SUHARYATMO, Ir. MT. H  
 Dosen Pembimbing II: SUHARYATMO, Ir. MT. H

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Analisis Kuat Desak dan Kuat Tarik Beton Dengan Gradasi Pasir dari Sungai Boyong Yogyakarta



Jogjakarta, 1/3/2011

an. Dekan

I. H. Suharyatmo, MT.



Catatan:  
 Seminar :  
 Sidang :  
 Pendadaran :



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia  
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI  
TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE : 2 ( Desember 2010 - Mei 2011 )

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
M. HANIF WAHYU HIDAYAT	05511098	TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Analisis Kuat Desak dan Kuat Tarik Beton Dengan Gradasi Pasir dari Sungai Boyong Yogyakarta

Dosen Pembimbing I : SUHARYATMO, Ir. MT. H  
Dosen Pembimbing II : SUHARYATMO, Ir. MT. H



Jogyakarta, 1/3/2011  
an, Dekan

Ir. H. Subaryatmo, MT.

Catatan:  
Seminar :  
Sidang :  
Pendadaran :

# LAMPIRAN 2

HASIL PENGUJIAN MATERIAL







**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS  
( SKSNI M - 10 - 1989 - F )**

Asal material : Boyong Hulu

Keperluan : Penelitian

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	488	482	485
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram ( ssd )	500	500	500
Berat piknometer+pasir+air, gram (Bt)	970	975	972,5
Berat piknometer+air, gram (B)	675	675	675
Berat jenis curah, .....(1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,38	2,41	2,395
Berat jenis jenuh kering muka, .....(2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,44	2,50	2,469
Berat jenis semu .....(3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,53	2,65	2,587
Penyerapan Air .....(4) $(500 - Bk) / Bk \times 100\%$	2,46	3,73	3,093

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka, dalam gram

Yogyakarta, 23 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT



PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS  
( SKSNI M - 10 - 1989 - F )

Asal material : Boyong Tengah  
Keperluan : Penelitian

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	474,8	484,5	479,65
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram ( ssd )	500	500	500
Berat piknometer+pasir+air, gram (Bt)	976	981	978,5
Berat piknometer+air, gram (B)	675	675	675
Berat jenis curah, .....(1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,39	2,50	2,441
Berat jenis jenuh kering muka, .....(2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,51	2,58	2,545
Berat jenis semu .....(3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,73	2,71	2,723
Penyerapan Air .....(4) $(500 - Bk) / Bk \times 100\%$	5,31	3,20	4,243

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka, dalam gram

Yogyakarta, 23 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS  
( SKSNI M - 10 - 1989 - F )**

Asal material : Boyong Hilir

Keperluan : Penelitian

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	482	480,5	481,25
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram ( ssd )	500	500	500
Berat piknometer+pasir+air, gram (Bt)	982	981	981,5
Berat piknometer+air, gram (B)	675	675	675
Berat jenis curah, .....(1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,50	2,48	2,487
Berat jenis jenuh kering muka, .....(2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,59	2,58	2,584
Berat jenis semu .....(3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,75	2,75	2,754
Penyerapan Air .....(4) $(500 - Bk) / Bk \times 100\%$	3,73	4,06	3,896

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka, dalam gram

Yogyakarta, 23 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT



## HASIL PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Asal Material : Boyong Hulu

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven, gram (W1)	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (W2)	471	483	477
Berat yang lewat ayakan No.200, persen $((W1 - W2) / W1) * 100\%$	5,80	3,40	4,60

Asal Material : Boyong Tengah

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven, gram (W1)	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (W2)	480	484	482
Berat yang lewat ayakan No.200, persen $((W1 - W2) / W1) * 100\%$	4,00	3,20	3,60

Asal Material : Boyong Hilir

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven, gram (W1)	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (W2)	485	487	486
Berat yang lewat ayakan No.200, persen $((W1 - W2) / W1) * 100\%$	3,00	2,60	2,80

Keterangan :

Menurut PUBI - 1982 berat yang lewat ayakan no.200 ( 0.075 mm ) :

Untuk pasir maksimum 5% ( lima persen )

Yogyakarta, 24 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT



## HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI GEMBUR AGREGAT HALUS

Asal Material : Boyong Hulu

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	5225	5225	5225
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	6980	6874	6927
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	1755	1649	1702
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	1385,44	1385,44	1385,44
Berat Isi Gembur ( $W_3/V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,267	1,190	1,228

Asal Material : Boyong Tengah

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	5225	5225	5225
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	6983	6897	6940
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	1758	1672	1715
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	1385,44	1385,44	1385,44
Berat Isi Gembur ( $W_3/V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,269	1,207	1,238

Asal Material : Boyong Hilir

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	5225	5225	5225
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	6977	6892	6934,5
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	1752	1667	1709,5
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	1385,44	1385,44	1385,44
Berat Isi Gembur ( $W_3/V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,265	1,203	1,234

Yogyakarta, 25 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT



## HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS

Asal Material : Boyong Hulu

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	5225	5225	5225
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	7287	7468	7377,5
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	2062	2243	2152,5
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	1385,44	1385,44	1385,44
Berat Isi Padat ( $W_3 / V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,488	1,619	1,554

Asal Material : Boyong Tengah

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	5225	5225	5225
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	7414	7525	7469,5
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	2189	2300	2244,5
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	1385,44	1385,44	1385,44
Berat Isi Padat ( $W_3 / V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,580	1,660	1,620

Asal Material : Boyong Hilir

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	5255	5258	5256,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	7385	7475	7430
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	2130	2217	2173,5
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	1385,44	1385,44	1385,44
Berat Isi Padat ( $W_3 / V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,537	1,600	1,569

Yogyakarta, 25 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT

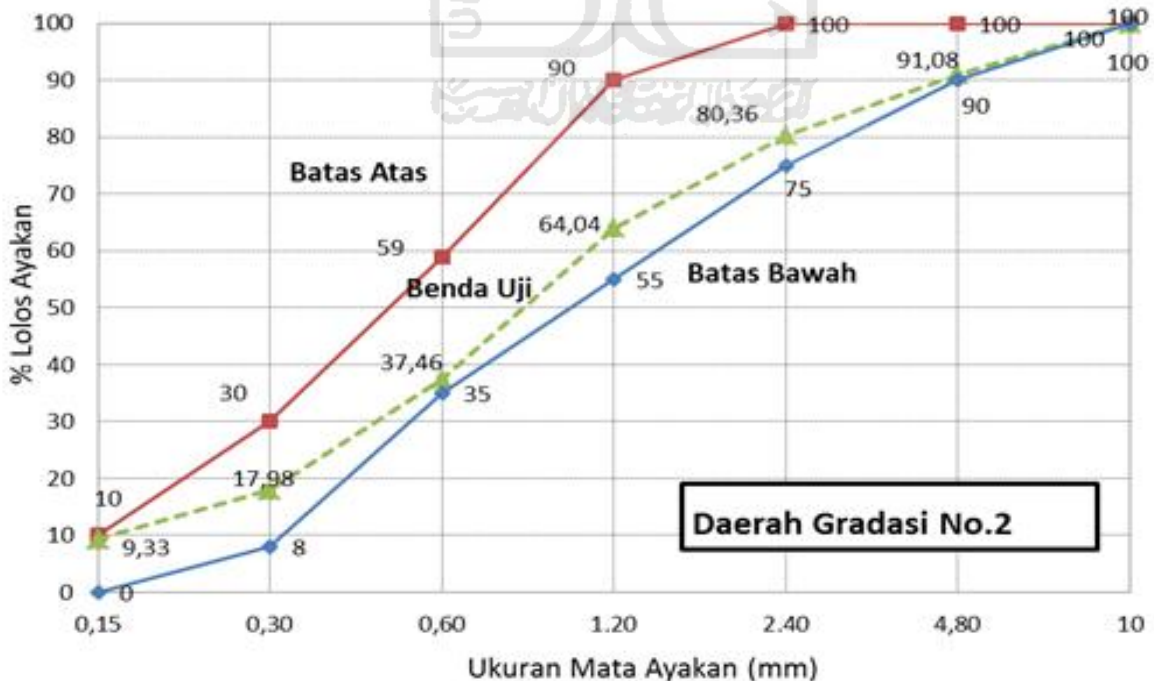
## HASIL PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

Asal Material : Boyong Hulu

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
10	0	0,00	0,00	100,00
4,80	178,2	8,92	8,92	91,08
2,40	214,1	10,72	19,64	80,36
1,20	325,9	16,32	35,96	64,04
0,60	531	26,58	62,54	37,46
0,30	389,06	19,48	82,02	17,98
0,15	172,8	8,65	90,67	9,33
Sisa	186,4	9,33	100,00	-
Jumlah	1997,46	100,00	399,74	

Keterangan :

Modulus Halus Butir (MHB) = 3,997



Gambar 2.1 Kurva Gradasi Pasir Boyong Hulu

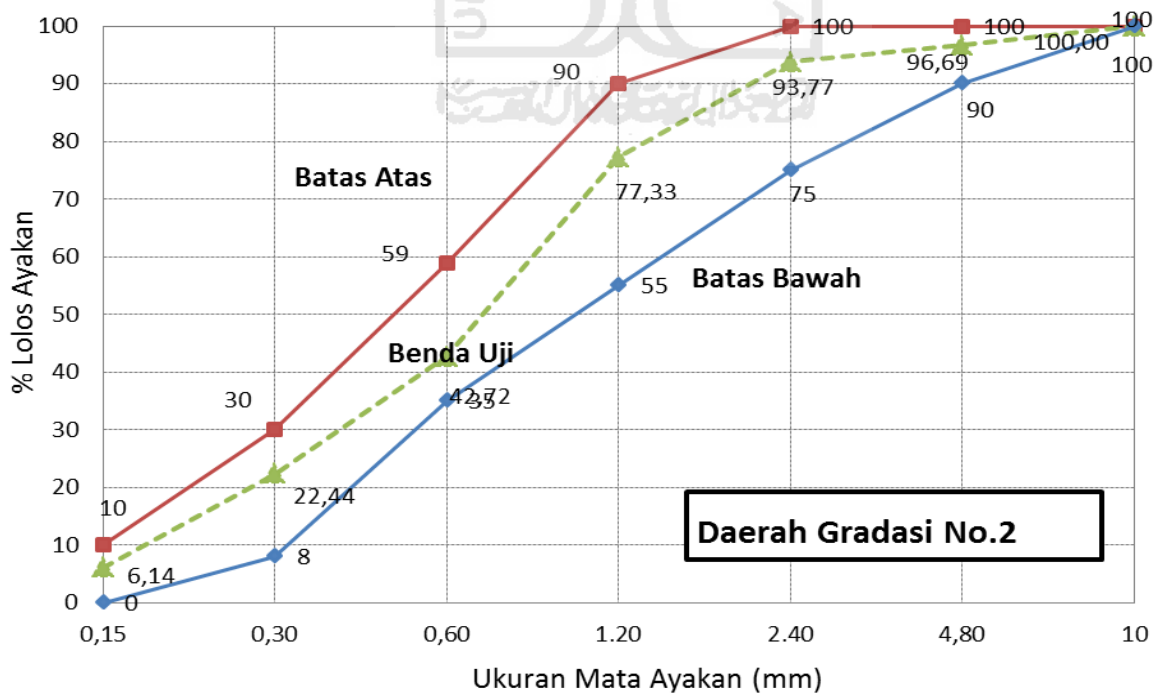
## HASIL PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

Asal Material : Boyong Tengah

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
10	0	0,00	0,00	100,00
4,80	65,5	3,31	3,31	96,69
2,40	58	2,93	6,23	93,77
1,20	325,7	16,44	22,67	77,33
0,60	685,7	34,61	57,28	42,72
0,30	401,8	20,28	77,56	22,44
0,15	323	16,30	93,86	6,14
Sisa	121,6	6,14	100,00	-
Jumlah	1981,3	100,00	360,91	

Keterangan :

Modulus Halus Butir (MHB) = 3,609



Gambar 2.2 Kurva Gradasi Pasir Boyong Tengah



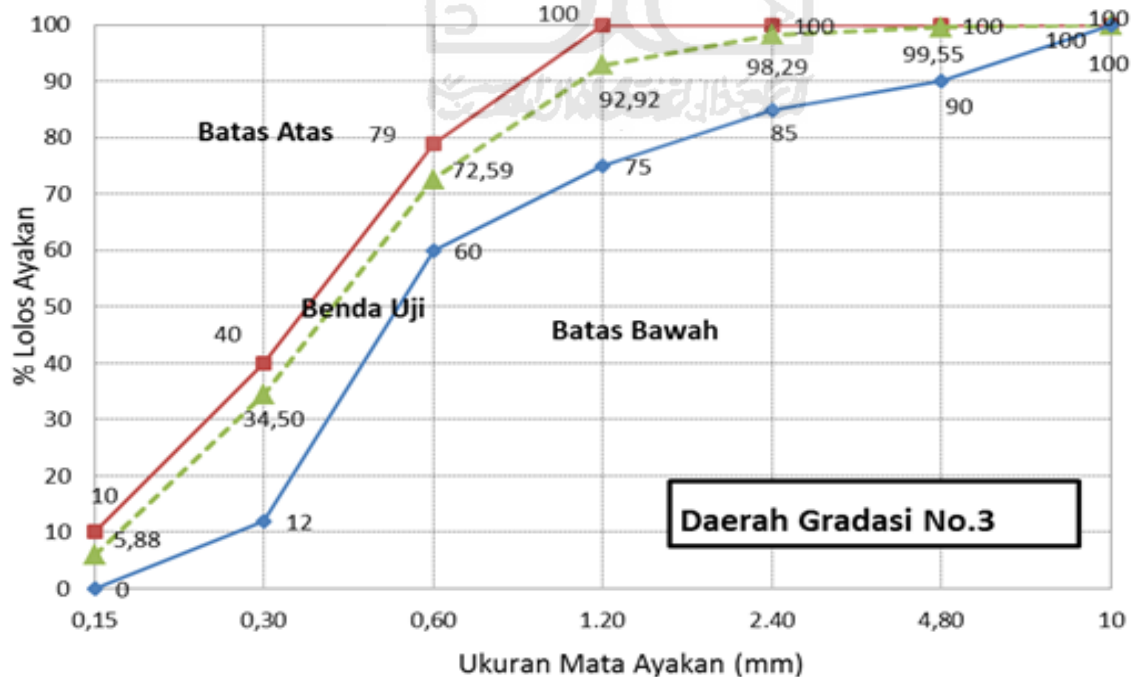
## HASIL PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

Asal Material : Boyong Hilir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
10	0	0,00	0,00	100,00
4,80	8,8	0,45	0,45	99,55
2,40	24,8	1,26	1,71	98,29
1,20	105,3	5,37	7,08	92,92
0,60	399	20,33	27,41	72,59
0,30	747,6	38,09	65,50	34,50
0,15	561,7	28,62	94,12	5,88
Sisa	115,5	5,88	100,00	-
Jumlah	1962,7	100,00	296,26	

Keterangan :

Modulus Halus Butir (MHB) = 2,962



Gambar 2.3 Kurva Gradasi Pasir Boyong Hilir



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR  
( SKSNI M - 10 - 1989 - F )**

Asal material : Clereng Kulonprogo

Ukuran Material : 20 mm

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Krikil kering mutlak, gram (Bk)	4955	4891	4923
Berat Krikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat krikil dalam air, gram (Ba)	3069	3085	3077
Berat jenis curah, .....(1) $Bk / (Bj - Ba)$	2,57	2,55	2,560
Berat jenis jenuh kering muka, .....(2) $Bj / (Bj - Ba)$	2,589	2,611	2,600
Berat jenis semu .....(3) $Bk / (Bk - Ba)$	2,627	2,708	2,667
Penyerapan Air .....(4) $(Bj - Bk) / Bk \times 100\%$	0,91	2,23	1,564

Keterangan :

5000 = Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka, dalam gram

Yogyakarta, 23 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR  
( SKSNI M - 10 - 1989 - F )**

Asal material : Clereng Kulonprogo

Ukuran Material : 40 mm

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Krikil kering mutlak, gram (Bk)	4901	4914	4907,5
Berat Krikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat krikil dalam air, gram (Ba)	3079	3086,5	3082,75
Berat jenis curah, .....(1) $Bk / (Bj - Ba)$	2,55	2,57	2,560
Berat jenis jenuh kering muka, .....(2) $Bj / (Bj - Ba)$	2,603	2,613	2,608
Berat jenis semu .....(3) $Bk / (Bk - Ba)$	2,690	2,689	2,689
Penyerapan Air .....(4) $(Bj - Bk) / Bk \times 100\%$	2,02	1,75	1,885

Keterangan :

5000 = Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka, dalam gram

Yogyakarta, 23 Maret 2011  
Disahkan

Lab. BKT



## HASIL PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

### Krikil Ukuran 20 mm

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven, gram (W1)	1282	1434	1358
Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (W2)	1261	1428	1344,5
Berat yang lewat ayakan No.200, persen $((W1 - W2) / W1) * 100\%$	1,64	0,42	0,99

### Krikil Ukuran 40 mm

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven, gram (W1)	1372	1334	1353
Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (W2)	1359	1321	1340
Berat yang lewat ayakan No.200, persen $((W1 - W2) / W1) * 100\%$	0,95	0,97	0,96

### Keterangan :

Menurut PUBI - 1982 berat yang lewat ayakan no.200 ( 0.075 mm ) :

Untuk pasir maksimum 1 % ( lima persen )

Yogyakarta, 24 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT



## HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI GEMBUR AGREGAT HALUS

### Krikil Ukuran 20 mm

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	10900	10900	10900
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	17930	17670	17800
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	7030	6770	6900
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	5301,43	5301,43	5301,43
Berat Isi Gembur ( $W_3/V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,326	1,277	1,302

### Krikil Ukuran 40 mm

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	10900	10900	10900
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	17800	17250	17525
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	6900	6350	6625
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	5301,43	5301,43	5301,43
Berat Isi Gembur ( $W_3/V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,302	1,198	1,250

Yogyakarta, 24 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT



## HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS

### Krikil Ukuran 20 mm

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	10900	10900	10900
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	19540	19875	19707,5
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	8640	8975	8807,5
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	5301,43	5301,43	5301,43
Berat Isi Padat ( $W_3 / V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,630	1,693	1,661

### Krikil Ukuran 40 mm

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Tabung ( $W_1$ ), gram	10900	10900	10900
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( $W_2$ ), gram	19020	18705	18862,5
Berat Agregat Bersih ( $W_3$ ), gram	8120	7805	7962,5
Volume Tabung ( $V$ ), cm <sup>3</sup>	5301,43	5301,43	5301,43
Berat Isi Padat ( $W_3 / V$ ), gram/cm <sup>3</sup>	1,532	1,472	1,502

Yogyakarta, 24 Maret 2011  
Disyahkan

Lab. BKT

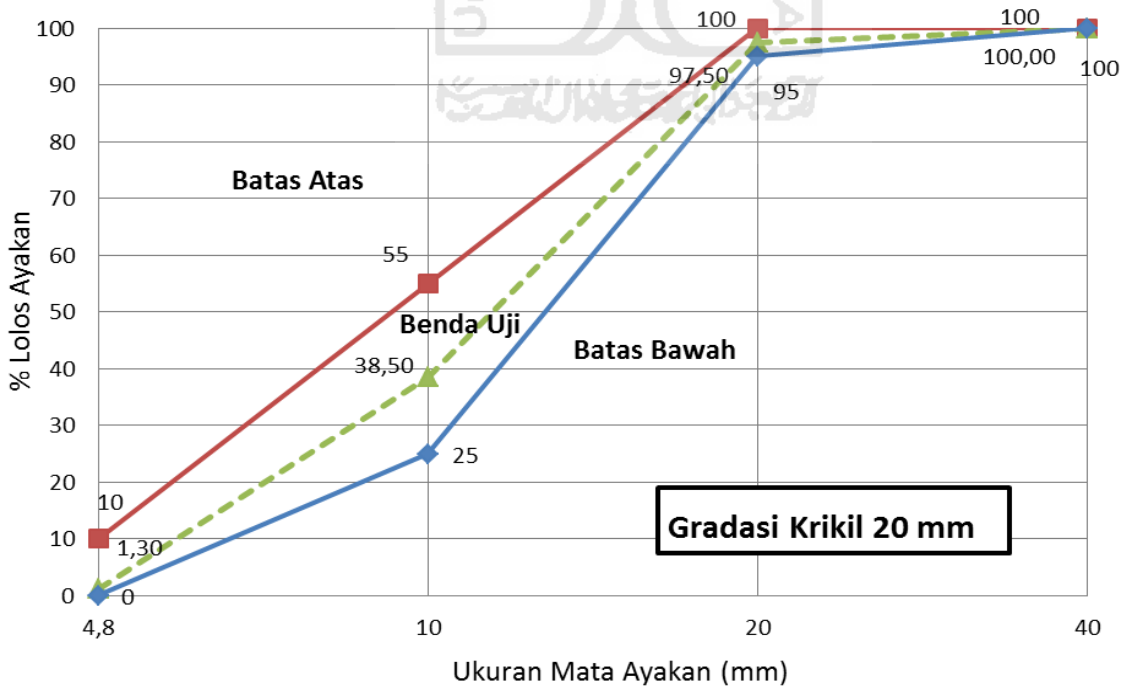
**HASIL PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS**

Ukuran Krikil 20 mm

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	125,00	2,500	2,500	97,500
10,00	2950	59,000	61,500	38,500
4,80	1860	37,200	98,700	1,300
2,40	0	0,000	98,700	1,300
1,20	0	0,000	98,700	1,300
0,60	0	0,000	98,700	1,300
0,30	0	0,000	98,700	1,300
0,15	0	0,000	100,000	0,000
Sisa	65	1,300	-	-
Jumlah	5000	100,000	657,500	242,5

Keterangan :

Modulus Halus Butir (MHB) = 6,575



Gambar 2.4 Kurva Gradasi Krikil Ukuran 20 mm

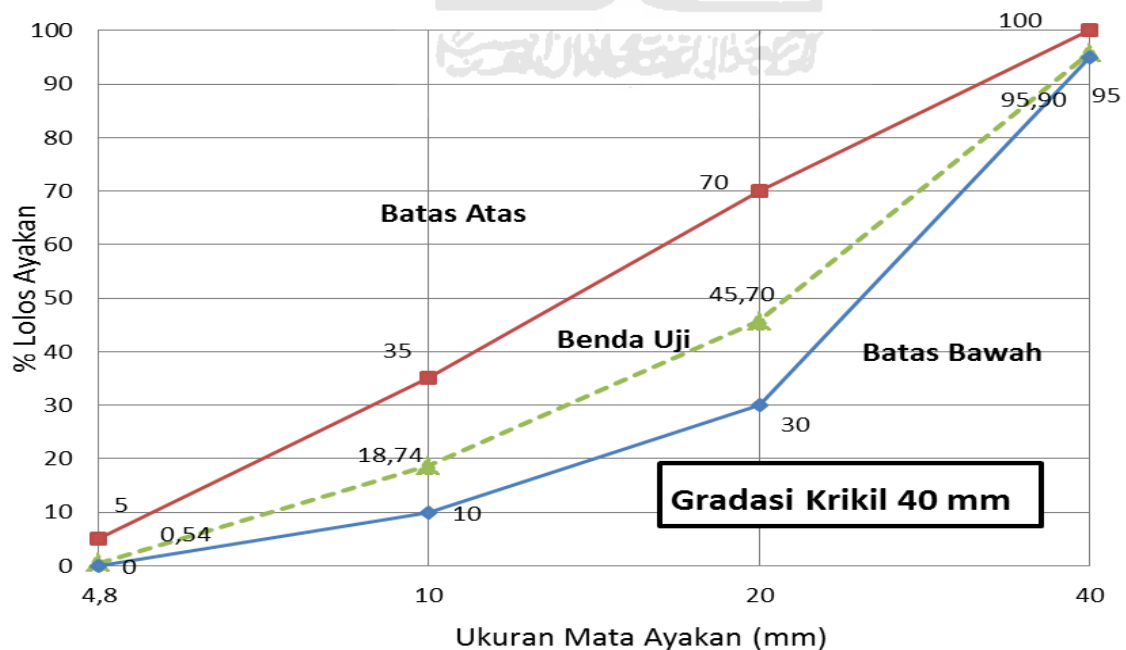
## HASIL PEMERIKSAAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

Ukuran Krikil 40 mm

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	205	4	4	96
20,00	2510	50,200	54,300	45,700
10,00	1348	26,960	81,260	18,740
4,80	910	18,200	99,460	0,540
2,40	0	0,000	99,460	0,540
1,20	0	0,000	99,460	0,540
0,60	0	0,000	99,460	0,540
0,30	0	0,000	99,460	0,540
0,15	0	0,000	100,000	0,000
Sisa	27	0,540	-	-
Jumlah	5000	100,000	736,960	163,04

Keterangan :

Modulus Halus Butir (MHB) = 7,369



Gambar 2.5 Kurva Gradasi Krikil Ukuran 20 mm



# LAMPIRAN 3

HASIL PERHITUNGAN MIX DESIGN





## PERHITUNGAN CAMPURAN BETON (MIX DESIGN)

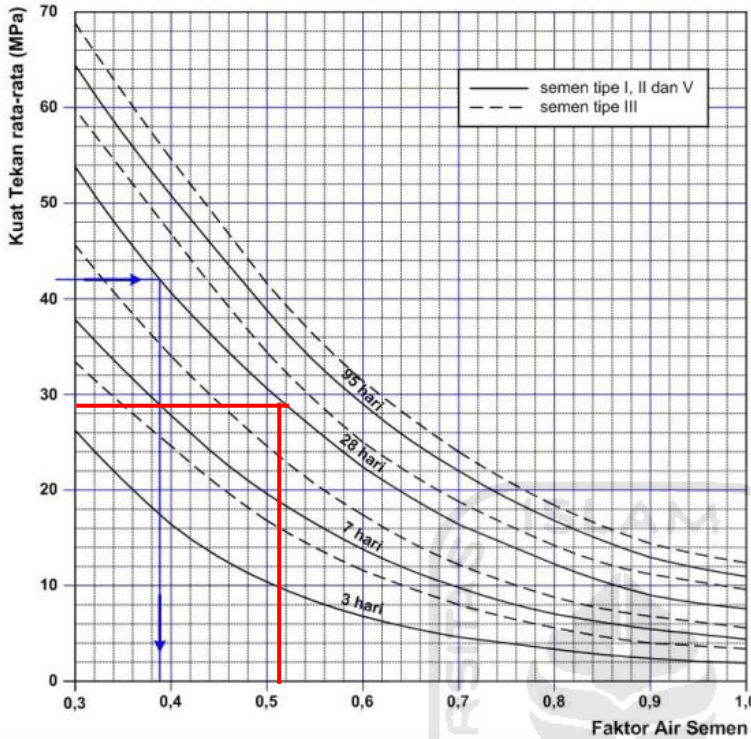
Perencanaan campuran adukan dengan metode DOE ( Departement of environment ) adalah sebagai berikut ini :

Kuat desak rencana	: 20 Mpa
Jenis semen	: Semen tipe 1
Jenis pasir	: Agak kasar (masuk gradasi II)
Jenis krikil	: Batu pecah
Nilai slump	: 75 mm – 150 mm
Berat jenis pasir	: 2,545 kg/m <sup>3</sup>
Berat jenis krikil	: 2,608 kg/m <sup>3</sup>

Langkah-langkah perencanaan :

1. Kuat tekan beton disyaratkan pada 28 hari = 20 Mpa
2. Deviasi standart  $S = 5,6$  Mpa
3. Nilai tambah atau margin = 9,18 Mpa
4. Kuat tekan rata-rata yang direncanakan,  $f'_{cr} = 20 + 9,1840 = 29,18$  Mpa
5. Menetapkan jenis semen : semen type 1
6. Menetapkan jenis agregat yang digunakan ( agregat halus = alami, agregat kasar = pecahan)
7. Menetapkan faktor air semen (FAS)

a. Menentukan faktor air semen (FAS) digunakan grafik dibawah ini



**Gambar 2.1** Grafik hubungan antara kuat tekan dan Fas untuk benda uji silinder (diameter 150 mm x 300 mm)

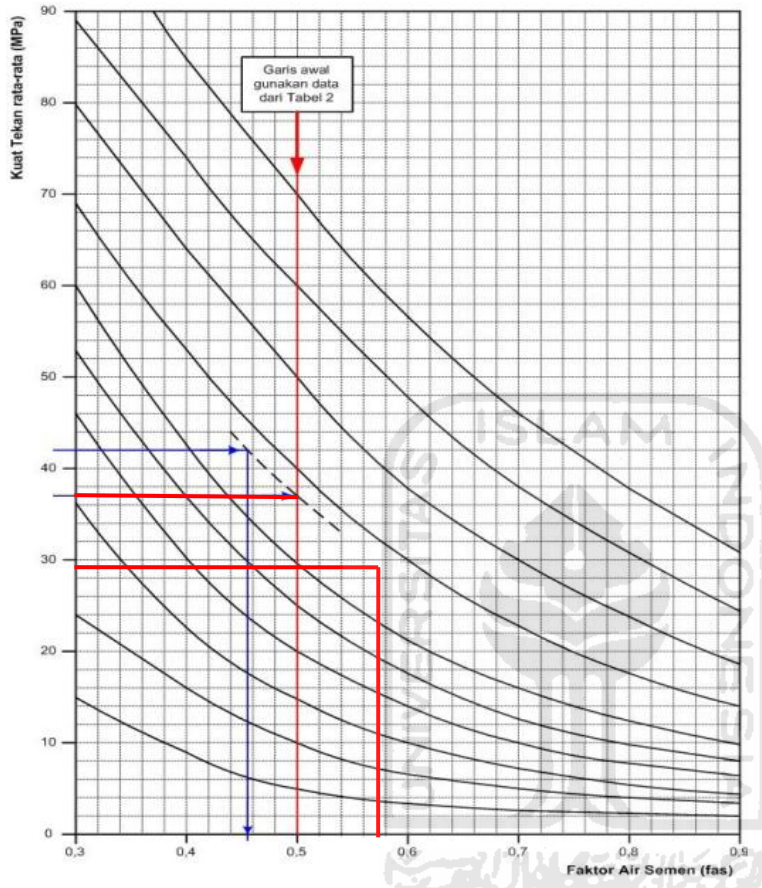
Dari grafik di atas didapat FAS = 0,52

b. Perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,50 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

JENIS SEMEN	JENIS AGREGAT KASAR	KUAT TEKAN (MPa), PADA UMUR (HARI)				BENTUK BENDA UJI
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I atau Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecah (alami)	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecah (alami)	20	28	40	48	Kubus
	Batu Pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah (alami)	21	28	38	44	Silinder
	Batu Pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah (alami)	25	31	46	53	Kubus
	Batu Pecah	30	40	53	60	

Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)

Tentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari, jenis semen type I, agregat kasar pecahan, bentuk benda uji silinder, didapat kuat tekannya sebesar 37 Mpa.



**Gambar 2.2** Grafik hubungan kuat tekan dan FAS.

Dari grafik di atas didapat FAS = 0,58

- c. Persyaratan jumlah semen minimum dan FAS maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Deskripsi	FAS
Beton didalam ruangan bangunan :	
a. Keadaan keliling non korosif	<b>0,6</b>
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,52
Beton diluar ruang bangunan	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,6

Beton yang masuk kedalam tanah	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	-
Beton yang terus menerus berhubungan dengan air	-
a. Air tawar	-
b. Air laut	-

Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)

Didapat FAS maksimum = 0,6

Dari ketiga nilai FAS diatas maka dipakai FAS paling terendah yaitu 0,52

8. Menetapkan nilai slam = 7,5 cm – 15 cm

Penetapan nilai slum (cm)

Jenis Konstruksi	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi, pondasi bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom, dan dinding	<b>15,0</b>	<b>7,5</b>
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)

9. Ukuran butiran nominal agregat maksimum, 30 mm ( diambil nilai tengah antara ukuran butiran agregat 20 mm dan 40 mm)

10. Menetapkan kebutuhan air

Perkiraan kadar air bebas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan adukan.

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-100
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	<b>175</b>
	Batu pecah	155	175	190	<b>205</b>

Sumber : Teknologi Beton, (Tri Mulyono, 2005)

$$= \left( \frac{2}{3} \times 175 \right) + \left( \frac{1}{3} \times 205 \right) = 185 \text{ kg/m}^3$$

11. Menentukan kebutuhan semen

$$= \frac{\text{air}}{\text{faktor air semen}} = \frac{185}{0,52} = 355,77 \text{ kg}$$

12. Kebutuhan semen minimum = 325 kg

Deskripsi	Jumlah semen minimal dalam 1 m <sup>3</sup> beton (kg)
Beton didalam ruangan bangunan :	
a. Keadaan keliling non korosif	275
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325
Beton diluar ruang bangunan	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	<b>325</b>
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk kedalam tanah	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	325

Dari dua kebutuhan semen diatas dipakai kebutuhan semen terbesar yaitu 355,77 kg

13. Persentase pasir dan krikil = 41 % dan 59 % (Grafik hubungan fas, slump dan ukuran butir maksimum)

14. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan krikil

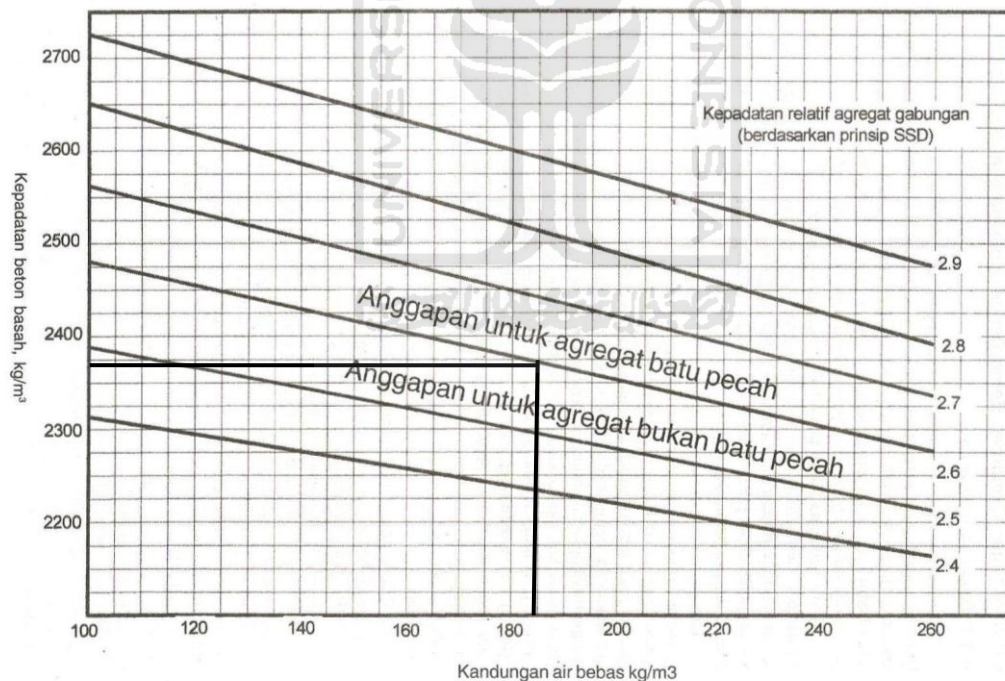
$$= \frac{P}{100} \times bj \text{ agregat halus} + \frac{K}{100} \times bj \text{ agregat kasar}$$

$$= \left( \frac{41}{100} \times 2,545 \right) + \left( \frac{59}{100} \times 2,608 \right)$$

$$= 1,04 + 1,54$$

$$= 2,58 \approx 2,6$$

15. Menentukan berat jenis beton = 2375 kg/m<sup>3</sup>



**Gambar 2.3** Grafik perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh

16. Menentukan kebutuhan berat pasir dan krikil :

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

$$\begin{aligned}W_{psr} + W_{krkl} &= W_{btn} - A - S \\ &= 2375 - 185 - 355,77 \\ &= 1834,23 \text{ kg}\end{aligned}$$

17. Menentukan kebutuhan pasir :

$$\begin{aligned}W_{psr} &= \frac{41}{100} \times 1834,23 \\ &= 752,03 \text{ kg}\end{aligned}$$

18. Menentukan kebutuhan kerikil :

$$\begin{aligned}W_{krkl} &= 1834,23 - 752,03 \\ &= 1082,20 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kesimpulan :

❖ Untuk 1 m<sup>3</sup> beton dibutuhkan :

- a. Air = 185 liter
- b. Semen = 355,77 kg
- c. Pasir = 752,03 kg
- d. Krikil = 1082,20 kg

❖ Kebutuhan material untuk pengecoran

Cetakan silinder

- Tinggi = 0,3 m
- Diameter = 0,15 m
- Volume silinder = 0,0053 m<sup>3</sup>



❖ Kebutuhan material untuk tiap variasi :

- a. Air =  $185 \times 0,0053 \times 15$  =  $14,71 + (15\% \times 14,71)$  = 16,92 liter
- b. Semen =  $355,77 \times 0,0053 \times 15$  =  $28,28 + (15\% \times 28,28)$  = 32,52 kg
- c. Pasir =  $752,03 \times 0,0053 \times 15$  =  $59,79 + (15\% \times 59,79)$  = 68,76 kg
- d. Krikil =  $1082,20 \times 0,0053 \times 15$  =  $86,03 + (15\% \times 86,03)$  = 98,94 kg

❖ Kebutuhan material keseluruhan :

- a. Air =  $16,92 \times 6$  = 101,52 liter
- b. Semen =  $32,52 \times 6$  = 195,12 kg
- c. Pasir :
- |               |                    |                    |
|---------------|--------------------|--------------------|
| Boyong hulu   | = $68,76 \times 2$ | = 137,52 kg        |
| Boyong tengah | = $68,76 \times 2$ | = 137,52 kg        |
| Boyong hilir  | = $68,76 \times 2$ | = <u>137,52 kg</u> |
| Jumlah        |                    | = 412,56 kg        |
- d. Krikil = Lolos saringan 20 =  $98,94 \times 3$  = 296,82 kg
- = Lolos saringan 40 =  $98,94 \times 3$  = 296,82 kg
- Jumlah = 593,64 kg

# LAMPIRAN 4

HASIL PENGUJIAN BERAT VOLUME BETON





**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**PERHITUNGAN BERAT VOLUME BETON (Krikil 20)**

Umur Beton	kode	D (cm)	T (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Berat Volume Rerata (Kg/m <sup>3</sup> )
14 Hari	B.Hulu 20 - 1	15,10	30,30	5426082,65	12,40	2285,26	2313,75
	B.Hulu 20 - 2	15,00	30,20	5336780,52	12,50	2342,24	
	B.Hulu 20 - 3	-	-	-	-	-	
21 Hari	B.Hulu 20 - 4	15,10	30,11	5392057,71	12,40	2299,68	2315,74
	B.Hulu 20 - 5	15,05	30,50	5425786,75	12,60	2322,24	
	B.Hulu 20 - 6	15,00	30,42	5375657,73	12,50	2325,30	
28 Hari	B.Hulu 20 - 7	15,05	30,27	5384870,98	12,50	2321,32	2331,24
	B.Hulu 20 - 8	15,05	30,44	5415113,07	12,30	2271,42	
	B.Hulu 20 - 9	15,05	30,30	5390207,82	12,60	2337,57	
	B.Hulu 20 - 10	14,95	30,22	5304772,05	12,55	2365,79	
	B.Hulu 20 - 11	15,09	30,22	5404590,84	12,50	2312,85	
	B.Hulu 20 - 12	15,05	30,44	5415113,07	12,80	2363,75	
	B.Hulu 20 - 13	14,99	30,05	5303195,33	12,40	2338,21	
	B.Hulu 20 - 14	14,94	30,12	5280147,37	12,50	2367,36	
	B.Hulu 20 - 15	15,22	30,55	5558151,76	12,80	2302,92	
14 Hari	B.Tengah 20 - 1	15,10	30,30	5426082,65	12,80	2358,98	2332,96
	B.Tengah 20 - 2	15,03	30,10	5340406,77	12,70	2378,10	
	B.Tengah 20 - 3	15,30	30,30	5570771,84	12,60	2261,81	
21 Hari	B.Tengah 20 - 4	15,16	30,11	5392057,71	12,60	2336,77	2334,30
	B.Tengah 20 - 5	15,13	30,05	5425786,75	12,60	2322,24	
	B.Tengah 20 - 6	15,05	30,31	5375657,73	12,60	2343,90	
28 Hari	B.Tengah 20 - 7	15,05	30,16	5384870,98	12,70	2358,46	2336,10
	B.Tengah 20 - 8	14,98	30,18	5415113,07	12,50	2308,35	
	B.Tengah 20 - 9	15,05	30,19	5390207,82	12,50	2319,02	
	B.Tengah 20 - 10	15,01	30,16	5336820,59	12,50	2342,22	
	B.Tengah 20 - 11	15,05	30,05	5345734,16	12,60	2357,02	
	B.Tengah 20 - 12	15,05	29,99	5335060,48	12,70	2380,48	
	B.Tengah 20 - 13	14,92	30,07	5257278,16	12,80	2434,72	
	B.Tengah 20 - 14	14,94	30,27	5306442,92	12,60	2374,47	
	B.Tengah 20 - 15	14,91	33,03	5767050,33	12,40	2150,15	
14 Hari	B.Hilir 20 - 1	15,00	30,10	5319109,06	12,50	2350,02	2329,34
	B.Hilir 20 - 2	15,10	30,10	5390266,92	12,50	2318,99	
	B.Hilir 20 - 3	15,10	30,10	5390266,92	12,50	2318,99	



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

21 Hari	B.Hilir 20 - 4	15,10	30,05	5381312,99	12,60	2341,44	2328,75
	B.Hilir 20 - 5	15,00	30,11	5320876,21	12,40	2330,44	
	B.Hilir 20 - 6	15,10	30,16	5401011,64	12,50	2314,38	
28 Hari	B.Hilir 20 - 7	15,09	30,05	5374187,78	12,30	2288,72	2333,35
	B.Hilir 20 - 8	15,05	30,27	5384870,98	12,50	2321,32	
	B.Hilir 20 - 9	15,11	30,22	5418926,62	12,60	2325,18	
	B.Hilir 20 - 10	14,94	30,27	5306442,92	12,50	2355,63	
	B.Hilir 20 - 11	14,99	30,34	5354374,25	12,30	2297,19	
	B.Hilir 20 - 12	15,00	30,33	5359753,42	12,60	2350,85	
	B.Hilir 20 - 13	14,99	29,99	5292606,59	12,50	2361,79	
	B.Hilir 20 - 14	14,94	30,27	5306442,92	12,50	2355,63	
B.Hilir 20 - 15	14,99	30,22	5333196,77	12,50	2343,81		



Yogyakarta, April 2011  
Disyahkan

Lab. BKT



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**PERHITUNGAN BERAT VOLUME BETON (Krikil 40)**

Umur Beton	kode	D (cm)	T (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Berat Volume Rerata (Kg/m <sup>3</sup> )
14 Hari	B.Hulu 40 - 1	15,05	30,30	5390207,82	12,30	2281,92	2306,56
	B.Hulu 40 - 2	15,00	30,10	5319109,06	12,40	2331,22	
	B.Hulu 40 - 3	15,08	30,10	5375997,52	12,40	2306,55	
21 Hari	B.Hulu 40 - 4	15,01	30,22	5347437,61	12,20	2281,47	2312,41
	B.Hulu 40 - 5	15,04	30,20	5365281,30	12,60	2348,43	
	B.Hulu 40 - 6	15,09	30,05	5374187,78	12,40	2307,33	
28 Hari	B.Hulu 40 - 7	15,02	30,06	5326215,36	12,60	2365,66	2324,25
	B.Hulu 40 - 8	15,02	30,08	5329759,09	12,50	2345,32	
	B.Hulu 40 - 9	15,00	30,23	5342081,96	12,30	2302,47	
	B.Hulu 40 - 10	15,03	30,29	5374116,98	12,20	2270,14	
	B.Hulu 40 - 11	15,01	29,99	5306739,04	12,30	2317,81	
	B.Hulu 40 - 12	15,01	30,12	5329742,58	12,50	2345,33	
	B.Hulu 40 - 13	15,04	30,02	5333302,80	12,30	2306,26	
	B.Hulu 40 - 14	15,03	30,19	5356374,77	12,30	2296,33	
B.Hulu 40 - 15	14,94	30,10	5276641,29	12,50	2368,93		
14 Hari	B.Tengah 40 - 1	15,00	30,10	5319109,06	12,50	2350,02	2326,19
	B.Tengah 40 - 2	15,01	30,10	5326203,57	12,40	2328,11	
	B.Tengah 40 - 3	15,10	30,10	5390266,92	12,40	2300,44	
21 Hari	B.Tengah 40 - 4	15,16	30,27	5463874,37	12,60	2306,06	2329,40
	B.Tengah 40 - 5	15,11	30,16	5408167,67	12,60	2329,81	
	B.Tengah 40 - 6	15,05	30,11	5356407,84	12,60	2352,32	
28 Hari	B.Tengah 40 - 7	15,02	30,05	5324443,50	12,70	2385,23	2331,90
	B.Tengah 40 - 8	15,34	30,11	5564823,01	12,50	2246,25	
	B.Tengah 40 - 9	14,99	30,02	5297900,96	12,50	2359,43	
	B.Tengah 40 - 10	15,18	30,38	5498208,36	12,70	2309,84	
	B.Tengah 40 - 11	14,98	30,31	5341945,40	12,50	2339,97	
	B.Tengah 40 - 12	15,04	30,14	5354621,80	12,60	2353,11	
	B.Tengah 40 - 13	14,99	30,16	5322608,02	12,50	2348,47	
	B.Tengah 40 - 14	15,11	30,11	5399201,87	12,60	2333,68	
B.Tengah 40 - 15	15,05	30,16	5365302,57	12,40	2311,15		
14 Hari	B.Hilir 40 - 1	15,10	30,20	5408174,78	12,40	2292,83	2307,99
	B.Hilir 40 - 2	15,10	30,26	5418919,50	12,50	2306,73	
	B.Hilir 40 - 3	15,04	30,27	5377717,38	12,50	2324,41	



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

21 Hari	B.Hilir 40 - 4	15,09	30,15	5392071,93	12,50	2318,22	2327,76
	B.Hilir 40 - 5	15,05	30,22	5375976,25	12,50	2325,16	
	B.Hilir 40 - 6	15,05	30,27	5384870,98	12,60	2339,89	
28 Hari	B.Hilir 40 - 7	14,94	30,01	5260863,96	12,40	2357,03	2329,35
	B.Hilir 40 - 8	15,21	30,08	5465452,72	12,30	2250,50	
	B.Hilir 40 - 9	14,93	30,14	5276582,65	12,50	2368,96	
	B.Hilir 40 - 10	14,99	30,21	5331431,98	12,40	2325,83	
	B.Hilir 40 - 11	15,01	30,06	5319125,56	12,30	2312,41	
	B.Hilir 40 - 12	15,02	29,92	5301409,30	12,50	2357,86	
	B.Hilir 40 - 13	14,93	30,04	5259075,74	12,50	2376,84	
	B.Hilir 40 - 14	15,01	30,38	5375749,65	12,20	2269,45	
B.Hilir 40 - 15	14,98	30,00	5287309,86	12,40	2345,24		



Yogyakarta, April 2011  
Disyahkan

Lab. BKT

# LAMPIRAN 5

HASIL UJI KUAT TEKAN DAN TARIK BETON





### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari ( Krikil Ukuran 20 mm)

Benda Uji	No	Dimensi Benda Uji		Luas Tampang(mm <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	P maks (KN)	Kuat Tekan 14 hari (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)	Konversi 28 hari (MPa)
		D (cm)	L (cm)							
B.Hulu 20	1	15,10	30,30	17907,86	5426082,65	12,40	415,40	23,20	23,43	26,63
	2	15,00	30,20	17671,46	5336780,52	12,50	418,20	23,67		
	3	-	-	-	-	-	-	-		
B.Tengah 20	1	15,10	30,30	17907,86	5426082,65	12,80	539,90	30,15	28,98	32,93
	2	15,03	30,10	17742,22	5340406,77	12,70	508,30	28,65		
	3	15,30	30,30	18385,39	5570771,84	12,60	517,50	28,15		
B.Hilir 20	1	15,00	30,10	17671,46	5319109,06	12,50	384,60	21,76	23,91	27,17
	2	15,10	30,10	17907,86	5390266,92	12,50	444,90	24,84		
	3	15,10	30,10	17907,86	5390266,92	12,50	449,80	25,12		

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari ( Krikil Ukuran 20 mm)

Benda Uji	No	Dimensi Benda Uji		Luas Tampang(mm <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	P maks (KN)	Kuat Tekan 21 hari (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)	Konversi 28 hari (MPa)
		D (cm)	L (cm)							
B.Hulu 20	1	15,10	30,11	17907,86	5392057,71	12,40	492,20	27,49	27,29	28,72
	2	15,05	30,50	17789,46	5425786,75	12,60	482,80	27,14		
	3	15,00	30,42	17671,46	5375657,73	12,50	481,30	27,24		
B.Tengah 20	1	15,16	30,11	18050,46	5434993,63	12,60	560,70	31,06	30,10	31,68
	2	15,13	30,05	17979,09	5402716,93	12,60	527,80	29,36		
	3	15,05	30,31	17789,46	5391986,77	12,60	531,40	29,87		
B.Hilir 20	1	15,10	30,05	17907,86	5381312,99	12,60	493,50	27,56	28,04	29,52
	2	15,00	30,11	17671,46	5320876,21	12,40	511,30	28,93		
	3	15,10	30,16	17907,86	5401011,64	12,50	494,90	27,64		





### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari ( Krikil Ukuran 20 mm)

Benda Uji	No	Dimensi Benda Uji		Luas Tampang(mm <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	P maks (KN)	Kuat Tekan 28 hari (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)	Konversi 28 hari (MPa)
		D (cm)	L (cm)							
B.Hulu 20	1	15,05	30,27	17789,46	5384870,98	12,50	465,80	26,18	28,84	28,84
	2	15,05	30,44	17789,46	5415113,07	12,30	503,70	28,31		
	3	15,05	30,30	17789,46	5390207,82	12,60	569,80	32,03		
B.Tengah 20	1	15,05	30,16	17789,46	5365302,57	12,70	634,70	35,68	33,91	33,91
	2	14,98	30,18	17624,37	5319033,72	12,50	569,20	32,30		
	3	15,05	30,19	17789,46	5370639,41	12,50	600,40	33,75		
B.Hilir 20	1	15,09	30,05	17884,15	5374187,78	12,30	556,70	31,13	31,57	31,57
	2	15,05	30,27	17789,46	5384870,98	12,50	587,70	33,04		
	3	15,11	30,22	17931,59	5418926,62	12,60	547,80	30,55		

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari ( Krikil Ukuran 40 mm)

Benda Uji	No	Dimensi Benda Uji		Luas Tampang(mm <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	P maks (KN)	Kuat Tekan 14 hari (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)	Konversi 28 hari (MPa)
		D (cm)	L (cm)							
B.Hulu 40	1	15,05	30,30	17789,46	5390207,82	12,50	390,62	21,96	23,52	26,73
	2	15,00	30,10	17671,46	5319109,06	12,40	363,39	20,56		
	3	15,08	30,10	17860,46	5375997,52	12,40	500,88	28,04		
B.Tengah 40	1	15,00	30,10	17671,46	5319109,06	12,30	397,86	22,51	23,78	27,02
	2	15,01	30,10	17695,03	5326203,57	12,30	515,58	29,14		
	3	15,10	30,10	17907,86	5390266,92	12,40	352,62	19,69		
B.Hilir 40	1	15,10	30,20	17907,86	5408174,78	12,40	383,27	21,40	23,62	26,84
	2	15,10	30,26	17907,86	5418919,50	12,50	406,97	22,73		
	3	15,04	30,27	17765,83	5377717,38	12,50	474,79	26,72		



### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari ( Krikil Ukuran 40 mm)

Benda Uji	No	Dimensi Benda Uji		Luas Tampang(mm2)	Volume (mm3)	Berat (kg)	P maks (KN)	Kuat Tekan 21 hari (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)	Konversi 28 hari (MPa)
		D (cm)	L (cm)							
B.Hulu 40	1	15,01	30,22	17695,03	5347437,61	12,20	330,58	18,68	25,09	26,41
	2	15,04	30,20	17765,83	5365281,30	12,60	542,61	30,54		
	3	15,09	30,05	17884,15	5374187,78	12,40	466,01	26,06		
B.Tengah 40	1	15,16	30,27	18050,46	5463874,37	12,60	431,44	23,90	26,50	27,90
	2	15,11	30,16	17931,59	5408167,67	12,60	504,11	28,11		
	3	15,05	30,11	17789,46	5356407,84	12,60	488,99	27,49		
B.Hilir 40	1	15,09	30,15	17884,15	5392071,93	12,50	394,96	22,08	25,19	26,52
	2	15,05	30,22	17789,46	5375976,25	12,50	479,85	26,97		
	3	15,05	30,27	17789,46	5384870,98	12,60	471,87	26,53		

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari ( Krikil Ukuran 40 mm)

Benda Uji	No	Dimensi Benda Uji		Luas Tampang(mm2)	Volume (mm3)	Berat (kg)	P maks (KN)	Kuat Tekan 28 hari (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)	Konversi 28 hari (MPa)
		D (cm)	L (cm)							
B.Hulu 40	1	15,02	30,06	17718,61	5326215,36	12,70	345,44	19,50	28,26	28,26
	2	15,02	30,08	17718,61	5329759,09	12,50	587,59	33,16		
	3	15,00	30,23	17671,46	5342081,96	12,30	567,88	32,14		
B.Tengah 40	1	15,02	30,05	17718,61	5324443,50	12,40	581,62	32,83	29,82	29,82
	2	15,34	30,11	18481,64	5564823,01	12,50	548,27	29,67		
	3	14,99	30,02	17647,90	5297900,96	12,50	476,11	26,98		
B.Hilir 40	1	14,94	30,01	17530,37	5260863,96	12,40	492,18	28,08	28,35	28,35
	2	15,21	30,08	18169,72	5465452,72	12,30	525,53	28,92		
	3	14,93	30,14	17506,91	5276582,65	12,50	491,27	28,06		



### Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari ( Krikil Ukuran 20 mm)

Benda Uji	No	Dimensi Benda Uji		Luas Tampang(mm <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	P maks (KN)	Kuat Tarik 28 hari (MPa)	Kuat Tarik Rerata (MPa)
		D (cm)	L (cm)						
B.Hulu 20	1	14,95	30,22	141933,70	5304772,05	12,55	185,40	2,61	2,67
	2	15,09	30,22	143262,85	5404590,84	12,50	173,80	2,43	
	3	15,05	30,44	143923,27	5415113,07	12,80	214,30	2,98	
B.Tengah 20	1	15,01	30,16	142220,40	5336820,59	12,50	205,70	2,89	3,26
	2	15,05	30,05	142079,31	5345734,16	12,60	251,40	3,54	
	3	15,05	29,99	141795,63	5335060,48	12,70	237,60	3,35	
B.Hilir 20	1	14,94	30,27	142073,44	5306442,92	12,50	229,20	3,23	2,91
	2	14,99	30,34	142878,57	5354374,25	12,30	208,60	2,92	
	3	15,00	30,33	142926,76	5359753,42	12,60	183,60	2,57	

### Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari ( Krikil Ukuran 40 mm)

Benda Uji	No	Dimensi Benda Uji		Luas Tampang(mm <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	P maks (KN)	Kuat Tarik 28 hari (MPa)	Kuat Tarik Rerata (MPa)
		D (cm)	L (cm)						
B.Hulu 40	1	15,03	30,29	143023,74	5374116,98	12,20	212,84	2,98	2,50
	2	15,01	29,99	141418,76	5306739,04	12,30	148,87	2,11	
	3	15,01	30,12	142031,78	5329742,58	12,50	172,31	2,43	
B.Tengah 40	1	15,18	30,38	144880,33	5498208,36	12,70	236,59	3,27	3,17
	2	14,98	30,31	142642,07	5341945,40	12,50	203,54	2,85	
	3	15,04	30,14	142410,15	5354621,80	12,60	241,44	3,39	
B.Hilir 40	1	14,99	30,21	142266,36	5331431,98	12,40	183,43	2,58	2,81
	2	15,01	30,06	141748,85	5319125,56	12,30	229,01	3,23	
	3	15,02	29,92	141182,67	5301409,30	12,50	185,96	2,63	



## ANGKA KONVERSI UMUR BETON

Umur (hari)	Angka Konversi
3	0,400
4	0,460
5	0,525
6	0,587
7	0,650
8	0,683
9	0,716
10	0,748
11	0,781
12	0,814
13	0,850
14	0,880
15	0,890
16	0,900
17	0,910
18	0,920
19	0,930
20	0,940
21	0,950
22	0,957
23	0,964
24	0,971
25	0,979
26	0,986
27	0,993
28	1,000

# LAMPIRAN 6

TEGANGAN REGANGAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON





**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**Hasil Uji Tegangan Regangan (B.Hulu 20)**

Kode	No	D (cm)	T (cm)	A (mm <sup>2</sup> )	P Max(KN)	fc' (MPa)	fc' Rerata
B.Hulu 20	1	14,99	30,05	17647,90	412,10	23,35	22,48
	2	14,94	30,12	17530,37	384,70	21,94	
	3	15,22	30,55	18193,62	402,70	22,13	

Beban		Dial 10 <sup>-3</sup> mm	Tegangan (P/A)(MPa)	Regangan (0,5ΔL / L <sub>0</sub> )10 <sup>-4</sup> mm
KN	Kg			
0	0	0	0	0,00
10	1019,37	10	0,57	0,25
20	2038,74	16	1,13	0,40
30	3058,10	21	1,70	0,53
40	4077,47	34	2,27	0,85
50	5096,84	49	2,83	1,23
60	6116,21	59	3,40	1,48
70	7135,58	70	3,97	1,75
80	8154,94	83	4,53	2,08
90	9174,31	93	5,10	2,33
100	10193,68	111	5,67	2,78
110	11213,05	122	6,23	3,05
120	12232,42	136	6,80	3,40
130	13251,78	145	7,37	3,63
140	14271,15	186	7,93	4,65
150	15290,52	192	8,50	4,80
160	16309,89	200	9,07	5,00
170	17329,26	216	9,63	5,40
180	18348,62	236	10,20	5,90
190	19367,99	252	10,77	6,30
200	20387,36	272	11,33	6,80
210	21406,73	292	11,90	7,30
220	22426,10	309	12,47	7,73
230	23445,46	326	13,03	8,15
240	24464,83	352	13,60	8,80
250	25484,20	383	14,17	9,58
260	26503,57	392	14,73	9,80
270	27522,94	415	15,30	10,38
280	28542,30	436	15,87	10,90
290	29561,67	462	16,43	11,55
300	30581,04	515	17,00	12,88
310	31600,41	523	17,57	13,08
320	32619,78	552	18,13	13,80
330	33639,14	571	18,70	14,28
340	34658,51	589	19,27	14,73
350	35677,88	606	19,83	15,15
360	36697,25	626	20,40	15,65
370	37716,62	651	20,97	16,28



### Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

380	38735,98	683	21,53	17,08
390	39755,35	693	22,10	17,33
400	40774,72	723	22,67	18,08
410	41794,09	753	23,23	18,83
412,1	42008,16	785	23,35	19,63
400	40774,72	833	22,67	20,83
390	39755,35	898	22,10	22,45
380	38735,98	922	21,53	23,05
370	37716,62	1006	20,97	25,15
360	36697,25	1083	20,40	27,08
350	35677,88	1092	19,83	27,30
340	34658,51	1109	19,27	27,73
330	33639,14	1208	18,70	30,20
0	0	0	0	0,00
10	1019,37	6	0,57	0,15
20	2038,74	12	1,14	0,30
30	3058,10	23	1,71	0,58
40	4077,47	31	2,28	0,78
50	5096,84	39	2,85	0,98
60	6116,21	50	3,42	1,25
70	7135,58	60	3,99	1,50
80	8154,94	70	4,56	1,75
90	9174,31	81	5,13	2,03
100	10193,68	91	5,70	2,28
110	11213,05	103	6,27	2,58
120	12232,42	121	6,85	3,03
130	13251,78	124	7,42	3,10
140	14271,15	135	7,99	3,38
150	15290,52	149	8,56	3,73
160	16309,89	162	9,13	4,05
170	17329,26	176	9,70	4,40
180	18348,62	191	10,27	4,78
190	19367,99	206	10,84	5,15
200	20387,36	221	11,41	5,53
210	21406,73	241	11,98	6,03
220	22426,10	255	12,55	6,38
230	23445,46	271	13,12	6,78
240	24464,83	292	13,69	7,30
250	25484,20	308	14,26	7,70
260	26503,57	323	14,83	8,08
270	27522,94	349	15,40	8,73
280	28542,30	372	15,97	9,30
290	29561,67	385	16,54	9,63
300	30581,04	398	17,11	9,95
310	31600,41	410	17,68	10,25
320	32619,78	472	18,25	11,80
330	33639,14	510	18,82	12,75



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

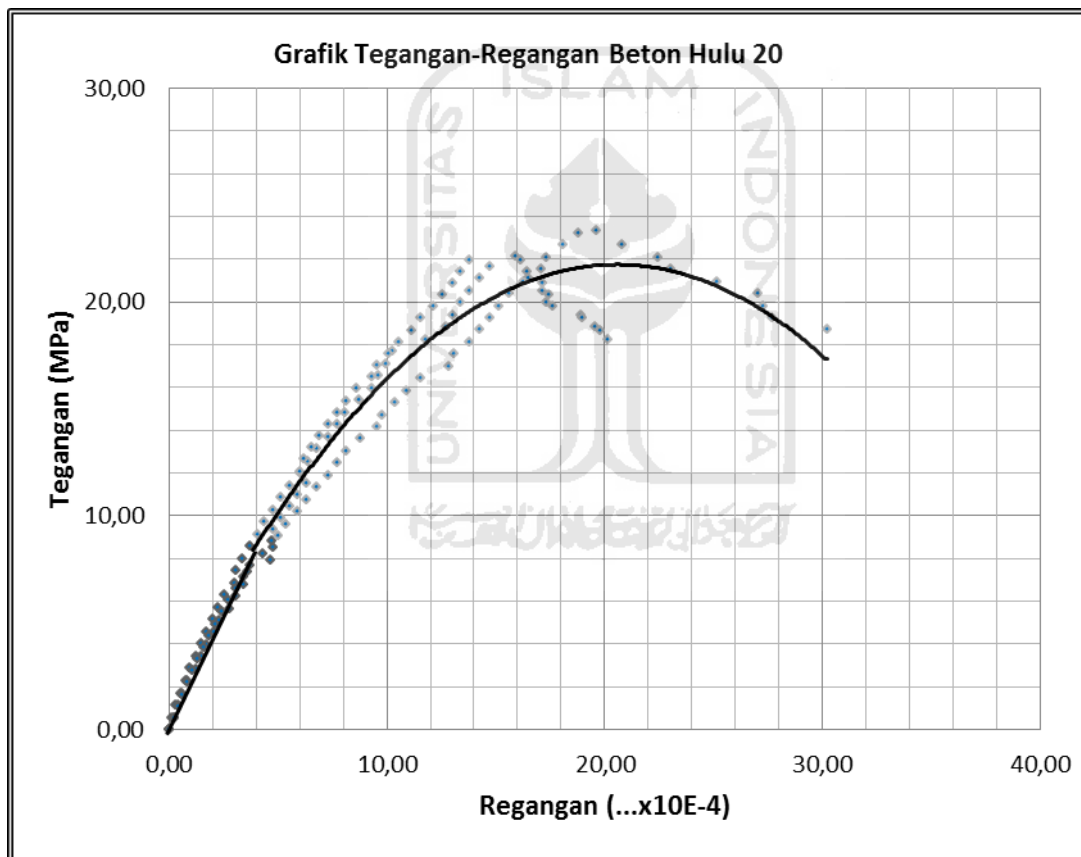
Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

340	34658,51	522	19,39	13,05
350	35677,88	535	19,97	13,38
360	36697,25	552	20,54	13,80
370	37716,62	570	21,11	14,25
380	38735,98	590	21,68	14,75
384,7	39215,09	645	21,94	16,13
370	37716,62	660	21,11	16,50
360	36697,25	687	20,54	17,18
350	35677,88	693	19,97	17,33
340	34658,51	757	19,39	18,93
330	33639,14	783	18,82	19,58
320	32619,78	807	18,25	20,18
0	0,00	0	0	0,00
10	1019,37	9	0,55	0,23
20	2038,74	16	1,10	0,40
30	3058,10	25	1,65	0,63
40	4077,47	34	2,20	0,85
50	5096,84	42	2,75	1,05
60	6116,21	52	3,30	1,30
70	7135,58	63	3,85	1,58
80	8154,94	73	4,40	1,83
90	9174,31	86	4,95	2,15
100	10193,68	98	5,50	2,45
110	11213,05	110	6,05	2,75
120	12232,42	122	6,60	3,05
130	13251,78	136	7,15	3,40
140	14271,15	149	7,70	3,73
150	15290,52	172	8,24	4,30
160	16309,89	189	8,79	4,73
170	17329,26	192	9,34	4,80
180	18348,62	206	9,89	5,15
190	19367,99	222	10,44	5,55
200	20387,36	236	10,99	5,90
210	21406,73	252	11,54	6,30
220	22426,10	240	12,09	6,00
230	23445,46	249	12,64	6,23
240	24464,83	262	13,19	6,55
250	25484,20	276	13,74	6,90
260	26503,57	292	14,29	7,30
270	27522,94	309	14,84	7,73
280	28542,30	325	15,39	8,13
290	29561,67	345	15,94	8,63
300	30581,04	372	16,49	9,30
310	31600,41	382	17,04	9,55
320	32619,78	404	17,59	10,10
330	33639,14	422	18,14	10,55
340	34658,51	445	18,69	11,13



350	35677,88	462	19,24	11,55
360	36697,25	485	19,79	12,13
370	37716,62	502	20,34	12,55
380	38735,98	522	20,89	13,05
390	39755,35	536	21,44	13,40
400	40774,72	552	21,99	13,80
402,7	41049,95	636	22,13	15,90
390	39755,35	657	21,44	16,43
380	38735,98	685	20,89	17,13
370	37716,62	698	20,34	17,45
360	36697,25	704	19,79	17,60
350	35677,88	758	19,24	18,95
340	34658,51	793	18,69	19,83



Gambar 6.1 Grafik Tegangan Regangan B.Hulu 20

### Modulus Elastisitas B.Hulu 20

Kode	$\sigma$ max (mpa)	0,4 $\sigma$ max (mpa)	$\epsilon$ (10-4)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Rumus ( $4700 \times \sqrt{f_c}$ )
B.Hulu 20	22,48	8,99	4,10	21928,49	22282,51



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**Hasil Uji Tegangan Regangan (B.Tengah 20)**

Kode	No	D (cm)	T (cm)	A (mm <sup>2</sup> )	P Max(KN)	fc' (Mpa)	fc' Rerata
B.tengah 20	1	14,92	30,07	17483,47	556,80	31,85	31,67
	2	14,94	30,27	17530,37	594,50	33,91	
	3	14,91	33,03	17460,04	510,80	29,26	

Beban		Dial	Tegangan (P/A)(Mpa)	Regangan (0,5ΔL / Lo)10 <sup>-4</sup> mm
KN	Kg	10 <sup>-3</sup> mm		
0	0	0	0	0,00
10	1019,37	10	0,57	0,25
20	2038,74	20	1,14	0,50
30	3058,10	30	1,72	0,75
40	4077,47	45	2,29	1,13
50	5096,84	56	2,86	1,40
60	6116,21	73	3,43	1,83
70	7135,58	86	4,00	2,15
80	8154,94	102	4,58	2,55
90	9174,31	115	5,15	2,88
100	10193,68	132	5,72	3,30
110	11213,05	152	6,29	3,80
120	12232,42	163	6,86	4,08
130	13251,78	184	7,44	4,60
140	14271,15	205	8,01	5,13
150	15290,52	221	8,58	5,53
160	16309,89	240	9,15	6,00
170	17329,26	255	9,72	6,38
180	18348,62	272	10,30	6,80
190	19367,99	289	10,87	7,23
200	20387,36	305	11,44	7,63
210	21406,73	325	12,01	8,13
220	22426,10	343	12,58	8,58
230	23445,46	357	13,16	8,93
240	24464,83	382	13,73	9,55
250	25484,20	399	14,30	9,98
260	26503,57	420	14,87	10,50
270	27522,94	435	15,44	10,88
280	28542,30	460	16,02	11,50
290	29561,67	475	16,59	11,88
300	30581,04	490	17,16	12,25
310	31600,41	508	17,73	12,70
320	32619,78	532	18,30	13,30
330	33639,14	562	18,87	14,05



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

340	34658,51	575	19,45	14,38
350	35677,88	595	20,02	14,88
360	36697,25	615	20,59	15,38
370	37716,62	635	21,16	15,88
380	38735,98	655	21,73	16,38
390	39755,35	682	22,31	17,05
400	40774,72	703	22,88	17,58
410	41794,09	751	23,45	18,78
420	42813,46	775	24,02	19,38
430	43832,82	799	24,59	19,98
440	44852,19	825	25,17	20,63
450	45871,56	860	25,74	21,50
460	46890,93	895	26,31	22,38
470	47910,30	925	26,88	23,13
480	48929,66	960	27,45	24,00
490	49949,03	985	28,03	24,63
500	50968,40	1027	28,60	25,68
510	51987,77	1072	29,17	26,80
520	53007,14	1127	29,74	28,18
530	54026,50	1172	30,31	29,30
540	55045,87	1240	30,89	31,00
550	56065,24	1362	31,46	34,05
556,8	56758,41	1423	31,85	35,58
540	55045,87	1482	30,89	37,05
530	54026,50	1498	30,31	37,45
520	53007,14	1523	29,74	38,08
510	51987,77	1555	29,17	38,88
500	50968,40	1585	28,60	39,63
490	49949,03	1655	28,03	41,38
480	48929,66	1723	27,45	43,08
470	47910,30	1885	26,88	47,13
0	0	0	0	0,00
10	1019,37	12	0,57	0,30
20	2038,74	23	1,14	0,58
30	3058,10	35	1,71	0,88
40	4077,47	55	2,28	1,38
50	5096,84	63	2,85	1,58
60	6116,21	73	3,42	1,83
70	7135,58	87	3,99	2,18
80	8154,94	92	4,56	2,30
90	9174,31	115	5,13	2,88
100	10193,68	135	5,70	3,38
110	11213,05	145	6,27	3,63
120	12232,42	155	6,85	3,88
130	13251,78	172	7,42	4,30



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

140	14271,15	183	7,99	4,58
150	15290,52	195	8,56	4,88
160	16309,89	207	9,13	5,18
170	17329,26	225	9,70	5,63
180	18348,62	242	10,27	6,05
190	19367,99	256	10,84	6,40
200	20387,36	272	11,41	6,80
210	21406,73	287	11,98	7,18
220	22426,10	305	12,55	7,63
230	23445,46	318	13,12	7,95
240	24464,83	335	13,69	8,38
250	25484,20	352	14,26	8,80
260	26503,57	379	14,83	9,48
270	27522,94	388	15,40	9,70
280	28542,30	406	15,97	10,15
290	29561,67	425	16,54	10,63
300	30581,04	442	17,11	11,05
310	31600,41	465	17,68	11,63
320	32619,78	482	18,25	12,05
330	33639,14	497	18,82	12,43
340	34658,51	517	19,39	12,93
350	35677,88	536	19,97	13,40
360	36697,25	558	20,54	13,95
370	37716,62	579	21,11	14,48
380	38735,98	602	21,68	15,05
390	39755,35	623	22,25	15,58
400	40774,72	642	22,82	16,05
410	41794,09	667	23,39	16,68
420	42813,46	691	23,96	17,28
430	43832,82	715	24,53	17,88
440	44852,19	737	25,10	18,43
450	45871,56	765	25,67	19,13
460	46890,93	792	26,24	19,80
470	47910,30	821	26,81	20,53
480	48929,66	860	27,38	21,50
490	49949,03	892	27,95	22,30
500	50968,40	952	28,52	23,80
510	51987,77	1012	29,09	25,30
520	53007,14	1035	29,66	25,88
530	54026,50	1075	30,23	26,88
540	55045,87	1130	30,80	28,25
550	56065,24	1175	31,37	29,38
560	57084,61	1208	31,94	30,20
570	58103,98	1305	32,52	32,63
580	59123,34	1323	33,09	33,08



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

590	60142,71	1399	33,66	34,98
594,5	60601,43	1472	33,91	36,80
580	59123,34	1482	33,09	37,05
570	58103,98	1495	32,52	37,38
560	57084,61	1511	31,94	37,78
550	56065,24	1520	31,37	38,00
540	55045,87	1529	30,80	38,23
0	0,00	0	0	0,00
10	1019,37	11	0,57	0,28
20	2038,74	25	1,15	0,63
30	3058,10	39	1,72	0,98
40	4077,47	50	2,29	1,25
50	5096,84	62	2,86	1,55
60	6116,21	79	3,44	1,98
70	7135,58	93	4,01	2,33
80	8154,94	108	4,58	2,70
90	9174,31	123	5,15	3,08
100	10193,68	138	5,73	3,45
110	11213,05	153	6,30	3,83
120	12232,42	170	6,87	4,25
130	13251,78	189	7,45	4,73
140	14271,15	205	8,02	5,13
150	15290,52	222	8,59	5,55
160	16309,89	240	9,16	6,00
170	17329,26	258	9,74	6,45
180	18348,62	276	10,31	6,90
190	19367,99	293	10,88	7,33
200	20387,36	308	11,45	7,70
210	21406,73	328	12,03	8,20
220	22426,10	348	12,60	8,70
230	23445,46	368	13,17	9,20
240	24464,83	386	13,75	9,65
250	25484,20	406	14,32	10,15
260	26503,57	425	14,89	10,63
270	27522,94	446	15,46	11,15
280	28542,30	465	16,04	11,63
290	29561,67	487	16,61	12,18
300	30581,04	508	17,18	12,70
310	31600,41	530	17,75	13,25
320	32619,78	553	18,33	13,83
330	33639,14	575	18,90	14,38
340	34658,51	599	19,47	14,98
350	35677,88	623	20,05	15,58
360	36697,25	643	20,62	16,08
370	37716,62	666	21,19	16,65



### Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

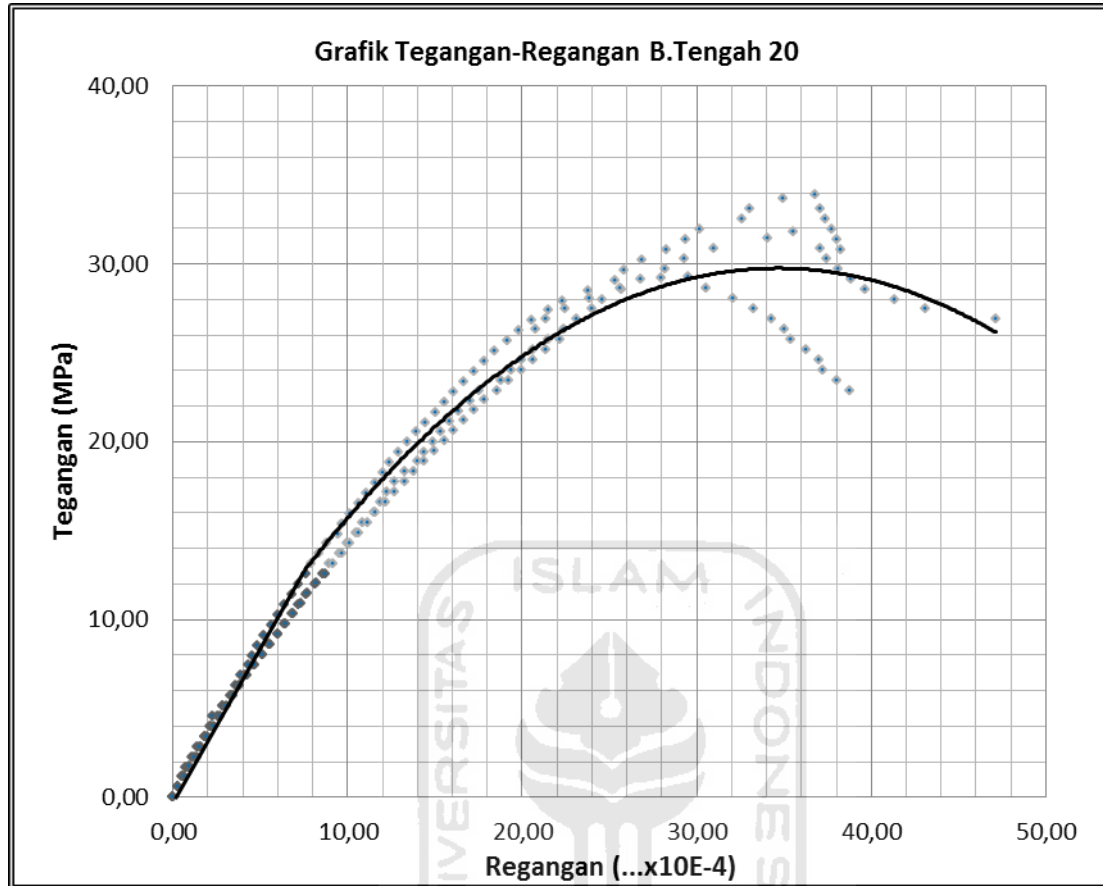
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

380	38735,98	691	21,76	17,28
390	39755,35	715	22,34	17,88
400	40774,72	742	22,91	18,55
410	41794,09	770	23,48	19,25
420	42813,46	798	24,05	19,95
430	43832,82	825	24,63	20,63
440	44852,19	856	25,20	21,40
450	45871,56	887	25,77	22,18
460	46890,93	830	26,35	20,75
470	47910,30	855	26,92	21,38
480	48929,66	898	27,49	22,45
490	49949,03	953	28,06	23,83
500	50968,40	1025	28,64	25,63
510	51987,77	1118	29,21	27,95
510,8	52069,32	1180	29,26	29,50
500	50968,40	1221	28,64	30,53
490	49949,03	1283	28,06	32,08
480	48929,66	1331	27,49	33,28
470	47910,30	1372	26,92	34,30
460	46890,93	1402	26,35	35,05
450	45871,56	1415	25,77	35,38
440	44852,19	1450	25,20	36,25
430	43832,82	1480	24,63	37,00
420	42813,46	1490	24,05	37,25
410	41794,09	1520	23,48	38,00
400	40774,72	1550	22,91	38,75

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Gambar 6.2 Grafik Tegangan Regangan B.Tengah 20

**Modulus Elastisitas B.Tengah 20**

Kode	$\sigma$ max (MPa)	0,4 $\sigma$ max (MPa)	$\epsilon$ (10-4)	Modulus Elastisitas (Mpa)	
				Uji	Empiris ( $4700 \times \sqrt{f_c}$ )
B.Tengah 20	31,67	12,67	7,80	16241,91	26450,49



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**Hasil Uji Tegangan Regangan (B.Hilir 20)**

Kode	No	D (cm)	T (cm)	A (mm <sup>2</sup> )	P Max (KN)	fc' (Mpa)	fc' rerata
B.Hilir 20	1	14,99	29,99	17647,90	426,30	24,16	26,02
	2	14,94	30,27	17530,37	501,00	28,58	
	3	14,99	30,22	17647,90	446,90	25,32	

Beban		Dial 10 <sup>-3</sup> mm	Tegangan (P/A)(MPa)	Regangan (0,5ΔL / Lo)10 <sup>-4</sup> mm
KN	Kg			
0	0	0	0,00	0,00
10	1.019,37	10	0,57	0,25
20	2.038,74	19	1,13	0,48
30	3.058,10	30	1,70	0,75
40	4.077,47	40	2,27	1,00
50	5.096,84	50	2,83	1,25
60	6.116,21	65	3,40	1,63
70	7.135,58	72	3,97	1,80
80	8.154,94	89	4,53	2,23
90	9.174,31	102	5,10	2,55
100	10.193,68	115	5,67	2,88
110	11.213,05	129	6,23	3,23
120	12.232,42	143	6,80	3,58
130	13.251,78	157	7,37	3,93
140	14.271,15	172	7,93	4,30
150	15.290,52	189	8,50	4,73
160	16.309,89	205	9,07	5,13
170	17.329,26	229	9,63	5,73
180	18.348,62	245	10,20	6,13
190	19.367,99	260	10,77	6,50
200	20.387,36	279	11,33	6,98
210	21.406,73	293	11,90	7,33
220	22.426,10	312	12,47	7,80
230	23.445,46	332	13,03	8,30
240	24.464,83	367	13,60	9,18
250	25.484,20	372	14,17	9,30
260	26.503,57	397	14,73	9,93
270	27.522,94	440	15,30	11,00
280	28.542,30	469	15,87	11,73
290	29.561,67	489	16,43	12,23
300	30.581,04	506	17,00	12,65
310	31.600,41	531	17,57	13,28
320	32.619,78	548	18,13	13,70
330	33.639,14	567	18,70	14,18





**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

340	34.658,51	592	19,27	14,80
350	35.677,88	610	19,83	15,25
360	36.697,25	634	20,40	15,85
370	37.716,62	660	20,97	16,50
380	38.735,98	687	21,53	17,18
390	39.755,35	715	22,10	17,88
400	40.774,72	741	22,67	18,53
410	41.794,09	780	23,23	19,50
420	42.813,46	795	23,80	19,88
426,3	43.455,66	807	24,16	20,18
410	41.794,09	908	23,23	22,70
0	0,00	0	0,00	0,00
10	1.019,37	9	0,57	0,23
20	2.038,74	19	1,14	0,48
30	3.058,10	30	1,71	0,75
40	4.077,47	40	2,28	1,00
50	5.096,84	51	2,85	1,28
60	6.116,21	62	3,42	1,55
70	7.135,58	75	3,99	1,88
80	8.154,94	86	4,56	2,15
90	9.174,31	99	5,13	2,48
100	10.193,68	112	5,70	2,80
110	11.213,05	122	6,27	3,05
120	12.232,42	135	6,85	3,38
130	13.251,78	157	7,42	3,93
140	14.271,15	172	7,99	4,30
150	15.290,52	182	8,56	4,55
160	16.309,89	206	9,13	5,15
170	17.329,26	222	9,70	5,55
180	18.348,62	240	10,27	6,00
190	19.367,99	255	10,84	6,38
200	20.387,36	275	11,41	6,88
210	21.406,73	295	11,98	7,38
220	22.426,10	312	12,55	7,80
230	23.445,46	335	13,12	8,38
240	24.464,83	351	13,69	8,78
250	25.484,20	372	14,26	9,30
260	26.503,57	391	14,83	9,78
270	27.522,94	413	15,40	10,33
280	28.542,30	435	15,97	10,88
290	29.561,67	455	16,54	11,38
300	30.581,04	480	17,11	12,00
310	31.600,41	501	17,68	12,53
320	32.619,78	522	18,25	13,05
330	33.639,14	549	18,82	13,73



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

340	34.658,51	572	19,39	14,30
350	35.677,88	606	19,97	15,15
360	36.697,25	628	20,54	15,70
370	37.716,62	660	21,11	16,50
380	38.735,98	691	21,68	17,28
390	39.755,35	720	22,25	18,00
400	40.774,72	744	22,82	18,60
410	41.794,09	782	23,39	19,55
420	42.813,46	816	23,96	20,40
430	43.832,82	832	24,53	20,80
440	44.852,19	889	25,10	22,23
450	45.871,56	922	25,67	23,05
460	46.890,93	975	26,24	24,38
470	47.910,30	1026	26,81	25,65
480	48.929,66	1085	27,38	27,13
490	49.949,03	1160	27,95	29,00
500	50.968,40	1175	28,52	29,38
501	51.070,34	1232	28,58	30,80
490	49.949,03	1299	27,95	32,48
480	48.929,66	1340	27,38	33,50
470	47.910,30	1380	26,81	34,50
460	46.890,93	1415	26,24	35,38
450	45.871,56	1445	25,67	36,13
440	44.852,19	1475	25,10	36,88
430	43.832,82	1505	24,53	37,63
420	42.813,46	1545	23,96	38,63
410	41.794,09	1582	23,39	39,55
400	40.774,72	1625	22,82	40,63
390	39.755,35	1665	22,25	41,63
380	38.735,98	1705	21,68	42,63
0	0,00	0	0,00	0,00
10	1.019,37	6	0,57	0,15
20	2.038,74	15	1,13	0,38
30	3.058,10	25	1,70	0,63
40	4.077,47	33	2,27	0,83
50	5.096,84	44	2,83	1,10
60	6.116,21	53	3,40	1,33
70	7.135,58	65	3,97	1,63
80	8.154,94	76	4,53	1,90
90	9.174,31	87	5,10	2,18
100	10.193,68	99	5,67	2,48
110	11.213,05	108	6,23	2,70
120	12.232,42	122	6,80	3,05
130	13.251,78	135	7,37	3,38
140	14.271,15	147	7,93	3,68



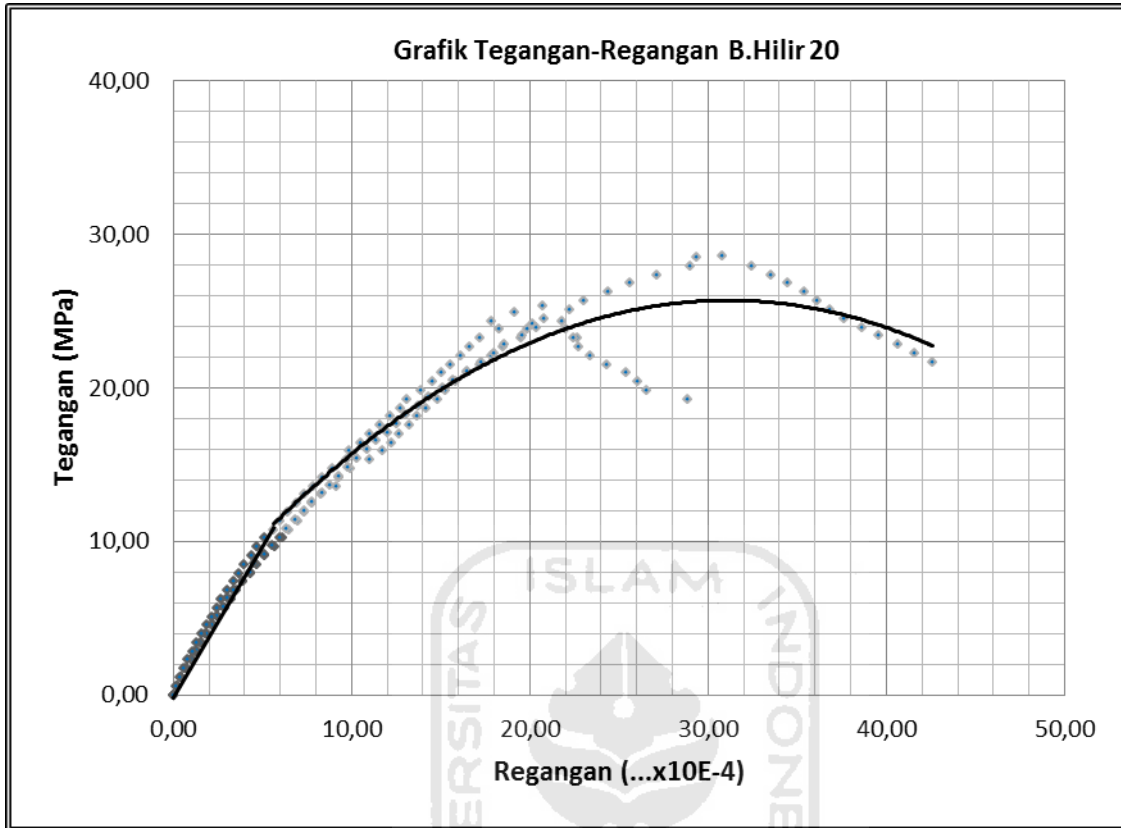
**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

150	15.290,52	160	8,50	4,00
160	16.309,89	175	9,07	4,38
170	17.329,26	189	9,63	4,73
180	18.348,62	205	10,20	5,13
190	19.367,99	225	10,77	5,63
200	20.387,36	240	11,33	6,00
210	21.406,73	258	11,90	6,45
220	22.426,10	276	12,47	6,90
230	23.445,46	295	13,03	7,38
240	24.464,83	315	13,60	7,88
250	25.484,20	335	14,17	8,38
260	26.503,57	357	14,73	8,93
270	27.522,94	388	15,30	9,70
280	28.542,30	395	15,87	9,88
290	29.561,67	420	16,43	10,50
300	30.581,04	440	17,00	11,00
310	31.600,41	465	17,57	11,63
320	32.619,78	487	18,13	12,18
330	33.639,14	511	18,70	12,78
340	34.658,51	523	19,27	13,08
350	35.677,88	557	19,83	13,93
360	36.697,25	583	20,40	14,58
370	37.716,62	602	20,97	15,05
380	38.735,98	622	21,53	15,55
390	39.755,35	645	22,10	16,13
400	40.774,72	665	22,67	16,63
410	41.794,09	689	23,23	17,23
420	42.813,46	730	23,80	18,25
430	43.832,82	715	24,37	17,88
440	44.852,19	765	24,93	19,13
446,9	45.555,56	828	25,32	20,70
430	43.832,82	871	24,37	21,78
420	42.813,46	882	23,80	22,05
410	41.794,09	898	23,23	22,45
400	40.774,72	911	22,67	22,78
390	39.755,35	935	22,10	23,38
380	38.735,98	973	21,53	24,33
370	37.716,62	1015	20,97	25,38
360	36.697,25	1042	20,40	26,05
350	35.677,88	1062	19,83	26,55
340	34.658,51	1155	19,27	28,88



Gambar 6.3 Grafik Tegangan Regangan B.Hilir20

**Modulus Elastisitas B.Hilir 20**

Kode	$\sigma$ maks (MPa)	0.4 $\sigma$ max (MPa)	$\epsilon$ (10-4)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Empiris ( $4700 \cdot \sqrt{f_c}$ )
B.Hilir 20	26,02	10,41	5,80	17944,35	23974,29



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**Hasil Uji Tegangan Regangan (B.Hulu 40)**

Kode	No	D (cm)	T (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	P Max (KN)	fc' (Mpa)	fc' rerata
B.Hulu 40	1	15,04	30,02	17765,83	464,60	26,15	26,44
	2	15,03	30,19	17742,22	502,51	28,32	
	3	14,94	30,10	17530,37	435,60	24,85	

Beban		Dial 10 <sup>-3</sup> mm	Tegangan (P/A)(MPa)	Regangan (0,5ΔL / Lo)10 <sup>-4</sup> mm
KN	Kg			
0	0,00	0	0,00	0,00
10	1.019,37	11	0,56	0,28
20	2.038,74	25	1,13	0,63
30	3.058,10	35	1,69	0,88
40	4.077,47	42	2,25	1,05
50	5.096,84	53	2,81	1,33
60	6.116,21	67	3,38	1,68
70	7.135,58	83	3,94	2,08
80	8.154,94	101	4,50	2,53
90	9.174,31	115	5,07	2,88
100	10.193,68	135	5,63	3,38
110	11.213,05	155	6,19	3,88
120	12.232,42	175	6,75	4,38
130	13.251,78	195	7,32	4,88
140	14.271,15	211	7,88	5,28
150	15.290,52	229	8,44	5,73
160	16.309,89	245	9,01	6,13
170	17.329,26	262	9,57	6,55
180	18.348,62	280	10,13	7,00
190	19.367,99	299	10,69	7,48
200	20.387,36	316	11,26	7,90
210	21.406,73	335	11,82	8,38
220	22.426,10	352	12,38	8,80
230	23.445,46	363	12,95	9,08
240	24.464,83	390	13,51	9,75
250	25.484,20	415	14,07	10,38
260	26.503,57	435	14,63	10,88
270	27.522,94	459	15,20	11,48
280	28.542,30	482	15,76	12,05
290	29.561,67	508	16,32	12,70
300	30.581,04	520	16,89	13,00
310	31.600,41	553	17,45	13,83
320	32.619,78	585	18,01	14,63
330	33.639,14	610	18,57	15,25
340	34.658,51	640	19,14	16,00



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

350	35.677,88	667	19,70	16,68
360	36.697,25	703	20,26	17,58
370	37.716,62	731	20,83	18,28
380	38.735,98	770	21,39	19,25
390	39.755,35	810	21,95	20,25
400	40.774,72	840	22,52	21,00
410	41.794,09	883	23,08	22,08
420	42.813,46	923	23,64	23,08
430	43.832,82	973	24,20	24,33
440	44.852,19	1030	24,77	25,75
450	45.871,56	1106	25,33	27,65
460	46.890,93	1299	25,89	32,48
464,6	47.359,84	1372	26,15	34,30
450	45.871,56	1383	25,33	34,58
440	44.852,19	1392	24,77	34,80
430	43.832,82	1402	24,20	35,05
420	42.813,46	1415	23,64	35,38
410	41.794,09	1428	23,08	35,70
400	40.774,72	1440	22,52	36,00
390	39.755,35	1472	21,95	36,80
0	0	0	0,00	0,00
10	1.019,37	8	0,56	0,20
20	2.038,74	20	1,13	0,50
30	3.058,10	32	1,69	0,80
40	4.077,47	46	2,25	1,15
50	5.096,84	61	2,82	1,53
60	6.116,21	75	3,38	1,88
70	7.135,58	94	3,95	2,35
80	8.154,94	112	4,51	2,80
90	9.174,31	130	5,07	3,25
100	10.193,68	147	5,64	3,68
110	11.213,05	165	6,20	4,13
120	12.232,42	185	6,76	4,63
130	13.251,78	205	7,33	5,13
140	14.271,15	225	7,89	5,63
150	15.290,52	245	8,45	6,13
160	16.309,89	266	9,02	6,65
170	17.329,26	287	9,58	7,18
180	18.348,62	306	10,15	7,65
190	19.367,99	326	10,71	8,15
200	20.387,36	350	11,27	8,75
210	21.406,73	373	11,84	9,33
220	22.426,10	396	12,40	9,90
230	23.445,46	415	12,96	10,38
240	24.464,83	435	13,53	10,88
250	25.484,20	455	14,09	11,38



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

260	26.503,57	483	14,65	12,08
270	27.522,94	503	15,22	12,58
280	28.542,30	527	15,78	13,18
290	29.561,67	549	16,35	13,73
300	30.581,04	575	16,91	14,38
310	31.600,41	599	17,47	14,98
320	32.619,78	627	18,04	15,68
330	33.639,14	647	18,60	16,18
340	34.658,51	675	19,16	16,88
350	35.677,88	695	19,73	17,38
360	36.697,25	729	20,29	18,23
370	37.716,62	750	20,85	18,75
380	38.735,98	778	21,42	19,45
390	39.755,35	811	21,98	20,28
400	40.774,72	840	22,55	21,00
410	41.794,09	876	23,11	21,90
420	42.813,46	909	23,67	22,73
430	43.832,82	949	24,24	23,73
440	44.852,19	987	24,80	24,68
450	45.871,56	1015	25,36	25,38
460	46.890,93	1042	25,93	26,05
470	47.910,30	1105	26,49	27,63
480	48.929,66	1140	27,05	28,50
490	49.949,03	1179	27,62	29,48
500	50.968,40	1235	28,18	30,88
502,51	51.224,26	1275	28,32	31,88
490	49.949,03	1321	27,62	33,03
480	48.929,66	1349	27,05	33,73
470	47.910,30	1421	26,49	35,53
460	46.890,93	1472	25,93	36,80
450	45.871,56	1499	25,36	37,48
440	44.852,19	1545	24,80	38,63
430	43.832,82	1565	24,24	39,13
420	42.813,46	1595	23,67	39,88
410	41.794,09	1635	23,11	40,88
400	40.774,72	1685	22,55	42,13
390	39.755,35	1730	21,98	43,25
380	38.735,98	1770	21,42	44,25
0	0	0	0,00	0,00
10	1.019,37	10	0,57	0,25
20	2.038,74	20	1,14	0,50
30	3.058,10	30	1,71	0,75
40	4.077,47	40	2,28	1,00
50	5.096,84	50	2,85	1,25
60	6.116,21	61	3,42	1,53
70	7.135,58	73	3,99	1,83



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

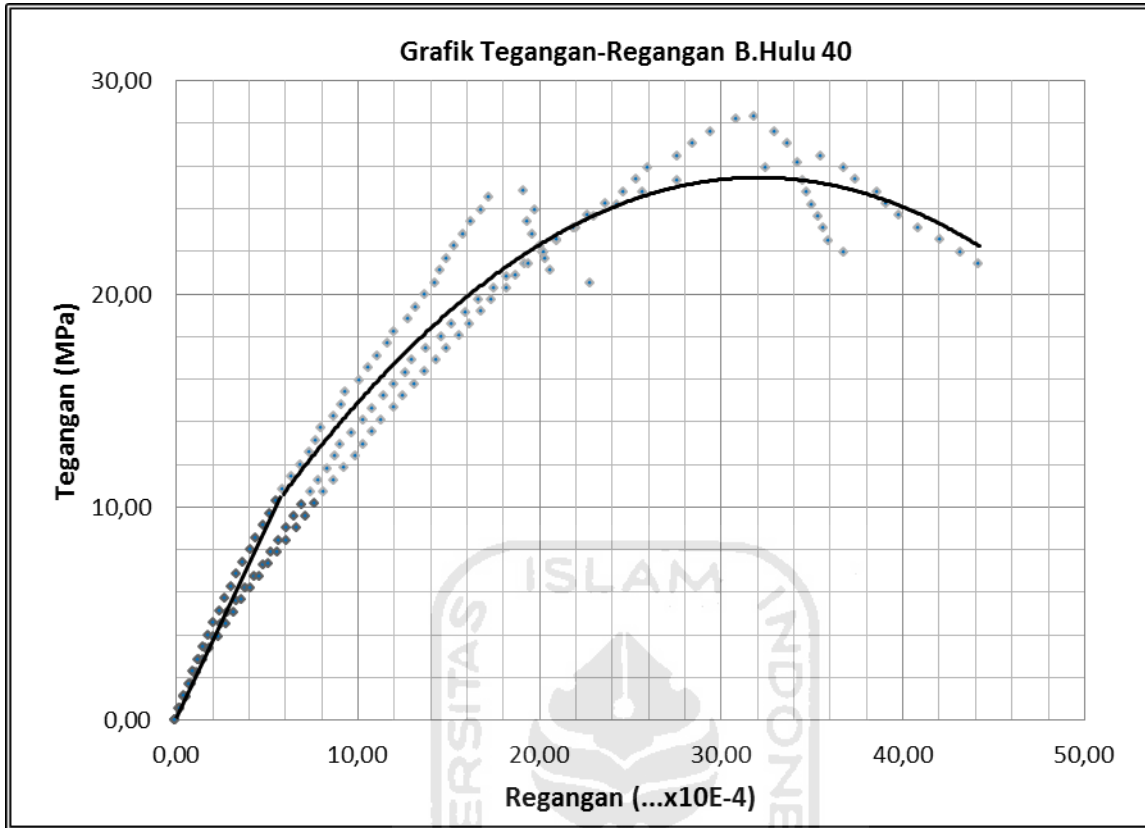
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

80	8.154,94	85	4,56	2,13
90	9.174,31	98	5,13	2,45
100	10.193,68	110	5,70	2,75
110	11.213,05	122	6,27	3,05
120	12.232,42	135	6,85	3,38
130	13.251,78	148	7,42	3,70
140	14.271,15	165	7,99	4,13
150	15.290,52	177	8,56	4,43
160	16.309,89	193	9,13	4,83
170	17.329,26	207	9,70	5,18
180	18.348,62	222	10,27	5,55
190	19.367,99	235	10,84	5,88
200	20.387,36	255	11,41	6,38
210	21.406,73	275	11,98	6,88
220	22.426,10	295	12,55	7,38
230	23.445,46	311	13,12	7,78
240	24.464,83	320	13,69	8,00
250	25.484,20	349	14,26	8,73
260	26.503,57	365	14,83	9,13
270	27.522,94	375	15,40	9,38
280	28.542,30	405	15,97	10,13
290	29.561,67	425	16,54	10,63
300	30.581,04	445	17,11	11,13
310	31.600,41	468	17,68	11,70
320	32.619,78	483	18,25	12,08
330	33.639,14	512	18,82	12,80
340	34.658,51	531	19,39	13,28
350	35.677,88	550	19,97	13,75
360	36.697,25	572	20,54	14,30
370	37.716,62	583	21,11	14,58
380	38.735,98	598	21,68	14,95
390	39.755,35	615	22,25	15,38
400	40.774,72	635	22,82	15,88
410	41.794,09	652	23,39	16,30
420	42.813,46	673	23,96	16,83
430	43.832,82	692	24,53	17,30
435,6	44.403,67	767	24,85	19,18
420	42.813,46	792	23,96	19,80
410	41.794,09	775	23,39	19,38
400	40.774,72	787	22,82	19,68
390	39.755,35	805	22,25	20,13
380	38.735,98	815	21,68	20,38
370	37.716,62	827	21,11	20,68
360	36.697,25	915	20,54	22,88





Gambar 6.4 Grafik Tegangan Regangan B.Hulu 40

**Modulus Elastisitas B.Hulu 40**

Kode	$\sigma$ maks (MPa)	0.4 $\sigma$ max (MPa)	$\epsilon$ (10 <sup>-4</sup> )	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Empiris (4700* $\sqrt{f_c}$ )
B.Hulu 40	26,44	10,58	6,00	17627,22	24167,70



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**Hasil Uji Tegangan Regangan (B.Tengah 40)**

Kode	No	D (cm)	T (cm)	A (mm <sup>2</sup> )	P Max (KN)	fc' (Mpa)	fc' rerata
B.Tengah 40	1	14,99	30,16	17647,90	422,00	23,91	28,50
	2	15,11	30,11	17931,59	591,50	32,99	
	3	15,05	30,16	17789,46	508,60	28,59	

Beban		Dial 10 <sup>-3</sup> mm	Tegangan (P/A)(Mpa)	Regangan (0,5ΔL / Lo)10 <sup>-4</sup> mm
KN	Kg			
0	0	0	0,00	0,00
10	1.019,37	9	0,57	0,23
20	2.038,74	16	1,13	0,40
30	3.058,10	24	1,70	0,60
40	4.077,47	35	2,27	0,88
50	5.096,84	45	2,83	1,13
60	6.116,21	52	3,40	1,30
70	7.135,58	64	3,97	1,60
80	8.154,94	75	4,53	1,88
90	9.174,31	85	5,10	2,13
100	10.193,68	95	5,67	2,38
110	11.213,05	112	6,23	2,80
120	12.232,42	125	6,80	3,13
130	13.251,78	141	7,37	3,53
140	14.271,15	155	7,93	3,88
150	15.290,52	169	8,50	4,23
160	16.309,89	187	9,07	4,68
170	17.329,26	201	9,63	5,03
180	18.348,62	216	10,20	5,40
190	19.367,99	235	10,77	5,88
200	20.387,36	255	11,33	6,38
210	21.406,73	274	11,90	6,85
220	22.426,10	292	12,47	7,30
230	23.445,46	311	13,03	7,78
240	24.464,83	333	13,60	8,33
250	25.484,20	352	14,17	8,80
260	26.503,57	372	14,73	9,30
270	27.522,94	392	15,30	9,80
280	28.542,30	415	15,87	10,38
290	29.561,67	436	16,43	10,90
300	30.581,04	457	17,00	11,43
310	31.600,41	482	17,57	12,05
320	32.619,78	504	18,13	12,60
330	33.639,14	525	18,70	13,13
340	34.658,51	556	19,27	13,90
350	35.677,88	582	19,83	14,55



### Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

360	36.697,25	612	20,40	15,30
370	37.716,62	639	20,97	15,98
380	38.735,98	669	21,53	16,73
390	39.755,35	704	22,10	17,60
400	40.774,72	749	22,67	18,73
410	41.794,09	785	23,23	19,63
420	42.813,46	822	23,80	20,55
422	43.017,33	916	23,91	22,90
410	41.794,09	1012	23,23	25,30
400	40.774,72	1075	22,67	26,88
390	39.755,35	1172	22,10	29,30
380	38.735,98	1183	21,53	29,58
370	37.716,62	1192	20,97	29,80
360	36.697,25	1206	20,40	30,15
350	35.677,88	1232	19,83	30,80
340	34.658,51	1252	19,27	31,30
330	33.639,14	1282	18,70	32,05
320	32.619,78	1316	18,13	32,90
310	31.600,41	1392	17,57	34,80
300	30.581,04	1442	17,00	36,05
290	29.561,67	1505	16,43	37,63
280	28.542,30	1592	15,87	39,80
0	0,00	0	0,00	0,00
10	1.019,37	10	0,56	0,25
20	2.038,74	22	1,12	0,55
30	3.058,10	34	1,67	0,85
40	4.077,47	42	2,23	1,05
50	5.096,84	54	2,79	1,35
60	6.116,21	66	3,35	1,65
70	7.135,58	78	3,90	1,95
80	8.154,94	91	4,46	2,28
90	9.174,31	102	5,02	2,55
100	10.193,68	112	5,58	2,80
110	11.213,05	135	6,13	3,38
120	12.232,42	142	6,69	3,55
130	13.251,78	152	7,25	3,80
140	14.271,15	166	7,81	4,15
150	15.290,52	182	8,37	4,55
160	16.309,89	225	8,92	5,63
170	17.329,26	309	9,48	7,73
180	18.348,62	322	10,04	8,05
190	19.367,99	342	10,60	8,55
200	20.387,36	356	11,15	8,90
210	21.406,73	372	11,71	9,30
220	22.426,10	389	12,27	9,73
230	23.445,46	405	12,83	10,13
240	24.464,83	422	13,38	10,55



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

250	25.484,20	442	13,94	11,05
260	26.503,57	455	14,50	11,38
270	27.522,94	471	15,06	11,78
280	28.542,30	487	15,61	12,18
290	29.561,67	503	16,17	12,58
300	30.581,04	529	16,73	13,23
310	31.600,41	545	17,29	13,63
320	32.619,78	557	17,85	13,93
330	33.639,14	575	18,40	14,38
340	34.658,51	592	18,96	14,80
350	35.677,88	616	19,52	15,40
360	36.697,25	632	20,08	15,80
370	37.716,62	649	20,63	16,23
380	38.735,98	672	21,19	16,80
390	39.755,35	692	21,75	17,30
400	40.774,72	716	22,31	17,90
410	41.794,09	735	22,86	18,38
420	42.813,46	759	23,42	18,98
430	43.832,82	778	23,98	19,45
440	44.852,19	802	24,54	20,05
450	45.871,56	822	25,10	20,55
460	46.890,93	850	25,65	21,25
470	47.910,30	879	26,21	21,98
480	48.929,66	901	26,77	22,53
490	49.949,03	933	27,33	23,33
500	50.968,40	959	27,88	23,98
510	51.987,77	989	28,44	24,73
520	53.007,14	1025	29,00	25,63
530	54.026,50	1052	29,56	26,30
540	55.045,87	1089	30,11	27,23
550	56.065,24	1125	30,67	28,13
560	57.084,61	1162	31,23	29,05
570	58.103,98	1209	31,79	30,23
580	59.123,34	1265	32,35	31,63
590	60.142,71	1352	32,90	33,80
591,5	60.295,62	1394	32,99	34,85
580	59.123,34	1453	32,35	36,33
570	58.103,98	1472	31,79	36,80
0	0,00	0	0,00	0,00
10	1.019,37	8	0,56	0,20
20	2.038,74	16	1,12	0,40
30	3.058,10	28	1,67	0,70
40	4.077,47	42	2,23	1,05
50	5.096,84	52	2,79	1,30
60	6.116,21	67	3,35	1,68
70	7.135,58	82	3,90	2,05
80	8.154,94	98	4,46	2,45



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

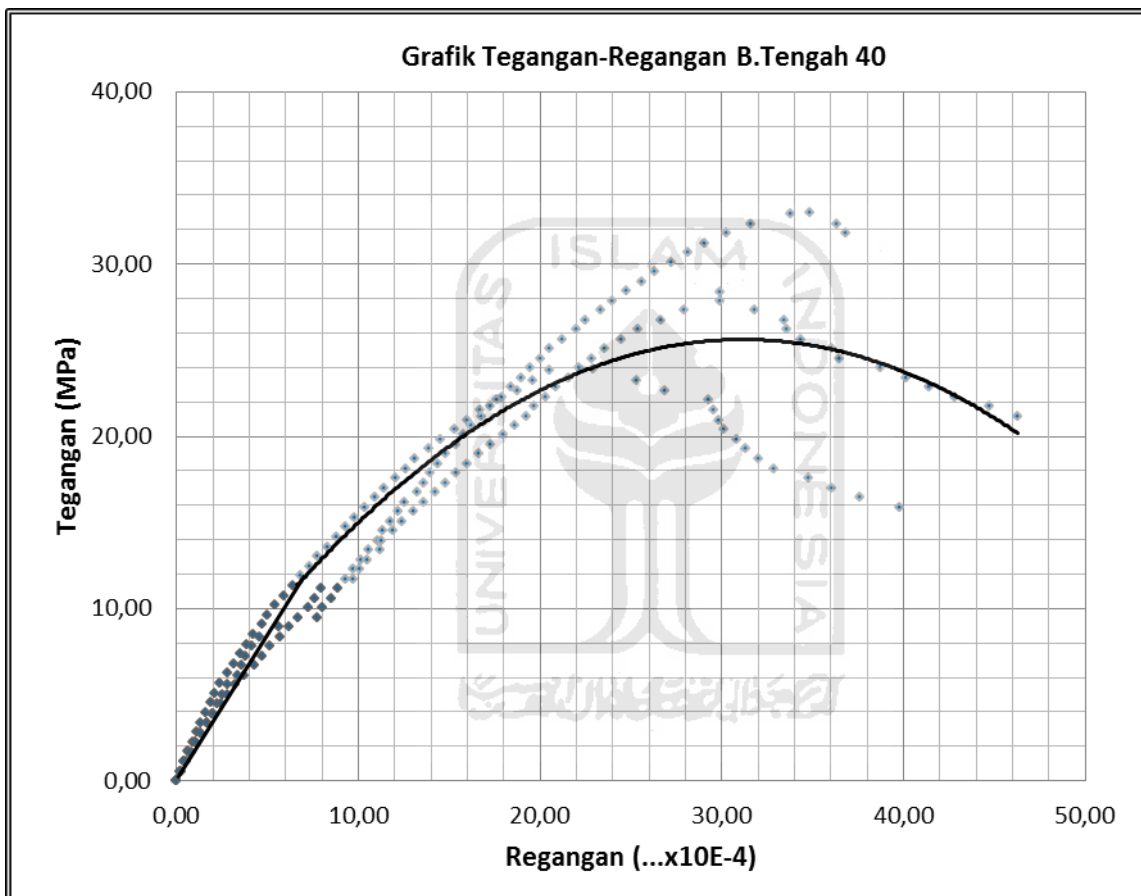
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

90	9.174,31	112	5,02	2,80
100	10.193,68	128	5,58	3,20
110	11.213,05	148	6,13	3,70
120	12.232,42	172	6,69	4,30
130	13.251,78	189	7,25	4,73
140	14.271,15	206	7,81	5,15
150	15.290,52	228	8,37	5,70
160	16.309,89	247	8,92	6,18
170	17.329,26	268	9,48	6,70
180	18.348,62	289	10,04	7,23
190	19.367,99	305	10,60	7,63
200	20.387,36	318	11,15	7,95
210	21.406,73	389	11,71	9,73
220	22.426,10	402	12,27	10,05
230	23.445,46	420	12,83	10,50
240	24.464,83	448	13,38	11,20
250	25.484,20	452	13,94	11,30
260	26.503,57	475	14,50	11,88
270	27.522,94	495	15,06	12,38
280	28.542,30	522	15,61	13,05
290	29.561,67	545	16,17	13,63
300	30.581,04	569	16,73	14,23
310	31.600,41	591	17,29	14,78
320	32.619,78	615	17,85	15,38
330	33.639,14	641	18,40	16,03
340	34.658,51	666	18,96	16,65
350	35.677,88	692	19,52	17,30
360	36.697,25	719	20,08	17,98
370	37.716,62	745	20,63	18,63
380	38.735,98	769	21,19	19,23
390	39.755,35	787	21,75	19,68
400	40.774,72	812	22,31	20,30
410	41.794,09	835	22,86	20,88
420	42.813,46	862	23,42	21,55
430	43.832,82	885	23,98	22,13
440	44.852,19	915	24,54	22,88
450	45.871,56	942	25,10	23,55
460	46.890,93	978	25,65	24,45
470	47.910,30	1015	26,21	25,38
480	48.929,66	1067	26,77	26,68
490	49.949,03	1117	27,33	27,93
500	50.968,40	1195	27,88	29,88
508,6	51.845,06	1197	28,36	29,93
490	49.949,03	1272	27,33	31,80
480	48.929,66	1336	26,77	33,40
470	47.910,30	1342	26,21	33,55
460	46.890,93	1375	25,65	34,38

450	45.871,56	1442	25,10	36,05
440	44.852,19	1459	24,54	36,48
430	43.832,82	1549	23,98	38,73
420	42.813,46	1605	23,42	40,13
410	41.794,09	1655	22,86	41,38
400	40.774,72	1712	22,31	42,80
390	39.755,35	1789	21,75	44,73
380	38.735,98	1852	21,19	46,30



Gambar 6.5 Grafik Tegangan Regangan B.Tengah 40

### Modulus Elastisitas B.Tengah 40

Kode	$\sigma$ maks (MPa)	0.4 $\sigma$ max (MPa)	$\epsilon$ (10-4)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Empiris ( $4700 \cdot \sqrt{f_c}$ )
B.Tengah 40	28,50	11,40	6,90	16519,54	25089,46



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

**Hasil Uji Tegangan Regangan (B.Hilir 40)**

Kode	No	D (cm)	T (cm)	A (mm <sup>2</sup> )	P Max (KN)	fc' (MPa)	fc' rerata
B.Hilir 40	1	14,93	30,04	17506,91	400,70	22,89	24,81
	2	15,01	30,38	17695,03	459,20	25,95	
	3	14,98	30,00	17624,37	451,00	25,59	

Beban		Dial 10 <sup>-3</sup> mm	Tegangan (P/A)(MPa)	Regangan (0,5ΔL / L <sub>0</sub> )10 <sup>-4</sup> mm
KN	Kg			
0	0	0	0,00	0,00
10	1.019,37	9	0,57	0,23
20	2.038,74	20	1,14	0,50
30	3.058,10	30	1,71	0,75
40	4.077,47	42	2,28	1,05
50	5.096,84	54	2,86	1,35
60	6.116,21	67	3,43	1,68
70	7.135,58	78	4,00	1,95
80	8.154,94	92	4,57	2,30
90	9.174,31	105	5,14	2,63
100	10.193,68	125	5,71	3,13
110	11.213,05	140	6,28	3,50
120	12.232,42	155	6,85	3,88
130	13.251,78	179	7,43	4,48
140	14.271,15	198	8,00	4,95
150	15.290,52	225	8,57	5,63
160	16.309,89	249	9,14	6,23
170	17.329,26	273	9,71	6,83
180	18.348,62	302	10,28	7,55
190	19.367,99	329	10,85	8,23
200	20.387,36	356	11,42	8,90
210	21.406,73	378	12,00	9,45
220	22.426,10	418	12,57	10,45
230	23.445,46	450	13,14	11,25
240	24.464,83	480	13,71	12,00
250	25.484,20	510	14,28	12,75
260	26.503,57	545	14,85	13,63
270	27.522,94	585	15,42	14,63
280	28.542,30	620	15,99	15,50
290	29.561,67	655	16,56	16,38
300	30.581,04	695	17,14	17,38
310	31.600,41	746	17,71	18,65
320	32.619,78	811	18,28	20,28
330	33.639,14	862	18,85	21,55
340	34.658,51	918	19,42	22,95
350	35.677,88	976	19,99	24,40
360	36.697,25	1045	20,56	26,13



## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

370	37.716,62	1115	21,13	27,88
380	38.735,98	1185	21,71	29,63
390	39.755,35	1195	22,28	29,88
400	40.774,72	1215	22,85	30,38
400,7	40.846,08	1275	22,89	31,88
390	39.755,35	1310	22,28	32,75
380	38.735,98	1345	21,71	33,63
370	37.716,62	1372	21,13	34,30
360	36.697,25	1450	20,56	36,25
350	35.677,88	1475	19,99	36,88
340	34.658,51	1570	19,42	39,25
330	33.639,14	1660	18,85	41,50
320	32.619,78	1750	18,28	43,75
310	31.600,41	1899	17,71	47,48
300	30.581,04	1950	17,14	48,75
0	0,00	0	0,00	0,00
10	1.019,37	9	0,57	0,23
20	2.038,74	19	1,13	0,48
30	3.058,10	30	1,70	0,75
40	4.077,47	40	2,26	1,00
50	5.096,84	50	2,83	1,25
60	6.116,21	75	3,39	1,88
70	7.135,58	87	3,96	2,18
80	8.154,94	102	4,52	2,55
90	9.174,31	112	5,09	2,80
100	10.193,68	127	5,65	3,18
110	11.213,05	145	6,22	3,63
120	12.232,42	172	6,78	4,30
130	13.251,78	180	7,35	4,50
140	14.271,15	195	7,91	4,88
150	15.290,52	215	8,48	5,38
160	16.309,89	232	9,04	5,80
170	17.329,26	252	9,61	6,30
180	18.348,62	273	10,17	6,83
190	19.367,99	284	10,74	7,10
200	20.387,36	292	11,30	7,30
210	21.406,73	312	11,87	7,80
220	22.426,10	335	12,43	8,38
230	23.445,46	357	13,00	8,93
240	24.464,83	383	13,56	9,58
250	25.484,20	407	14,13	10,18
260	26.503,57	432	14,69	10,80
270	27.522,94	460	15,26	11,50
280	28.542,30	487	15,82	12,18
290	29.561,67	515	16,39	12,88
300	30.581,04	550	16,95	13,75
310	31.600,41	640	17,52	16,00





## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

320	32.619,78	702	18,08	17,55
330	33.639,14	733	18,65	18,33
340	34.658,51	770	19,21	19,25
350	35.677,88	795	19,78	19,88
360	36.697,25	827	20,34	20,68
370	37.716,62	865	20,91	21,63
380	38.735,98	895	21,47	22,38
390	39.755,35	932	22,04	23,30
400	40.774,72	975	22,61	24,38
410	41.794,09	1015	23,17	25,38
420	42.813,46	1062	23,74	26,55
430	43.832,82	1120	24,30	28,00
440	44.852,19	1175	24,87	29,38
450	45.871,56	1262	25,43	31,55
459,2	46.809,38	1382	25,95	34,55
440	44.852,19	1405	24,87	35,13
430	43.832,82	1415	24,30	35,38
420	42.813,46	1425	23,74	35,63
410	41.794,09	1450	23,17	36,25
400	40.774,72	1460	22,61	36,50
390	39.755,35	1480	22,04	37,00
380	38.735,98	1505	21,47	37,63
370	37.716,62	1590	20,91	39,75
360	36.697,25	1630	20,34	40,75
350	35.677,88	1680	19,78	42,00
340	34.658,51	1715	19,21	42,88
330	33.639,14	1735	18,65	43,38
320	32.619,78	1765	18,08	44,13
310	31.600,41	1795	17,52	44,88
0	0	0	0,00	0,00
10	1.019,37	8	0,57	0,20
20	2.038,74	15	1,13	0,38
30	3.058,10	27	1,70	0,68
40	4.077,47	37	2,27	0,93
50	5.096,84	45	2,84	1,13
60	6.116,21	62	3,40	1,55
70	7.135,58	73	3,97	1,83
80	8.154,94	85	4,54	2,13
90	9.174,31	93	5,11	2,33
100	10.193,68	111	5,67	2,78
110	11.213,05	125	6,24	3,13
120	12.232,42	140	6,81	3,50
130	13.251,78	160	7,38	4,00
140	14.271,15	170	7,94	4,25
150	15.290,52	187	8,51	4,68
160	16.309,89	208	9,08	5,20
170	17.329,26	225	9,65	5,63



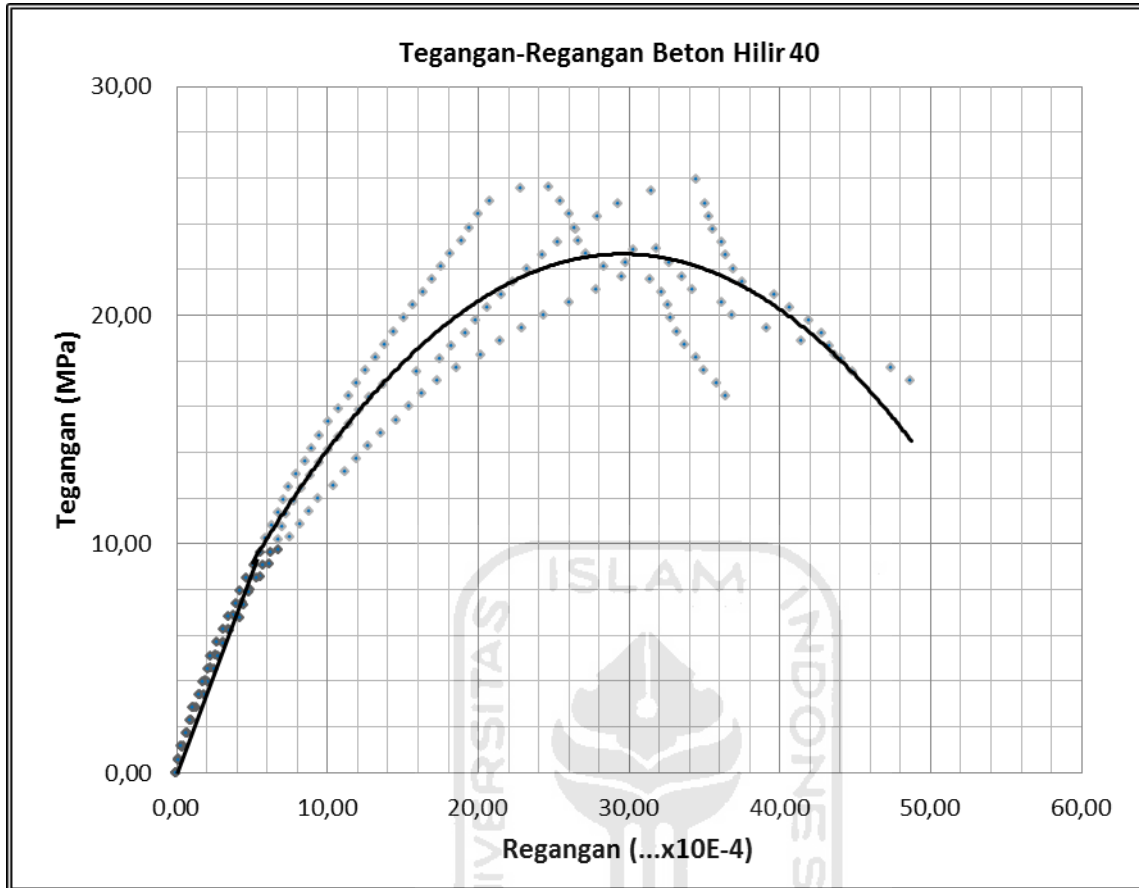
## Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

180	18.348,62	240	10,21	6,00
190	19.367,99	257	10,78	6,43
200	20.387,36	272	11,35	6,80
210	21.406,73	287	11,92	7,18
220	22.426,10	301	12,48	7,53
230	23.445,46	320	13,05	8,00
240	24.464,83	345	13,62	8,63
250	25.484,20	362	14,18	9,05
260	26.503,57	380	14,75	9,50
270	27.522,94	405	15,32	10,13
280	28.542,30	432	15,89	10,80
290	29.561,67	459	16,45	11,48
300	30.581,04	480	17,02	12,00
310	31.600,41	503	17,59	12,58
320	32.619,78	531	18,16	13,28
330	33.639,14	555	18,72	13,88
340	34.658,51	580	19,29	14,50
350	35.677,88	605	19,86	15,13
360	36.697,25	630	20,43	15,75
370	37.716,62	657	20,99	16,43
380	38.735,98	680	21,56	17,00
390	39.755,35	705	22,13	17,63
400	40.774,72	730	22,70	18,25
410	41.794,09	759	23,26	18,98
420	42.813,46	780	23,83	19,50
430	43.832,82	803	24,40	20,08
440	44.852,19	835	24,97	20,88
450	45.871,56	915	25,53	22,88
451	45.973,50	990	25,59	24,75
440	44.852,19	1020	24,97	25,50
430	43.832,82	1045	24,40	26,13
420	42.813,46	1057	23,83	26,43
410	41.794,09	1069	23,26	26,73
400	40.774,72	1089	22,70	27,23
390	39.755,35	1135	22,13	28,38
380	38.735,98	1260	21,56	31,50
370	37.716,62	1290	20,99	32,25
360	36.697,25	1305	20,43	32,63
350	35.677,88	1315	19,86	32,88
340	34.658,51	1330	19,29	33,25
330	33.639,14	1350	18,72	33,75
320	32.619,78	1380	18,16	34,50
310	31.600,41	1402	17,59	35,05
300	30.581,04	1435	17,02	35,88
290	29.561,67	1460	16,45	36,50



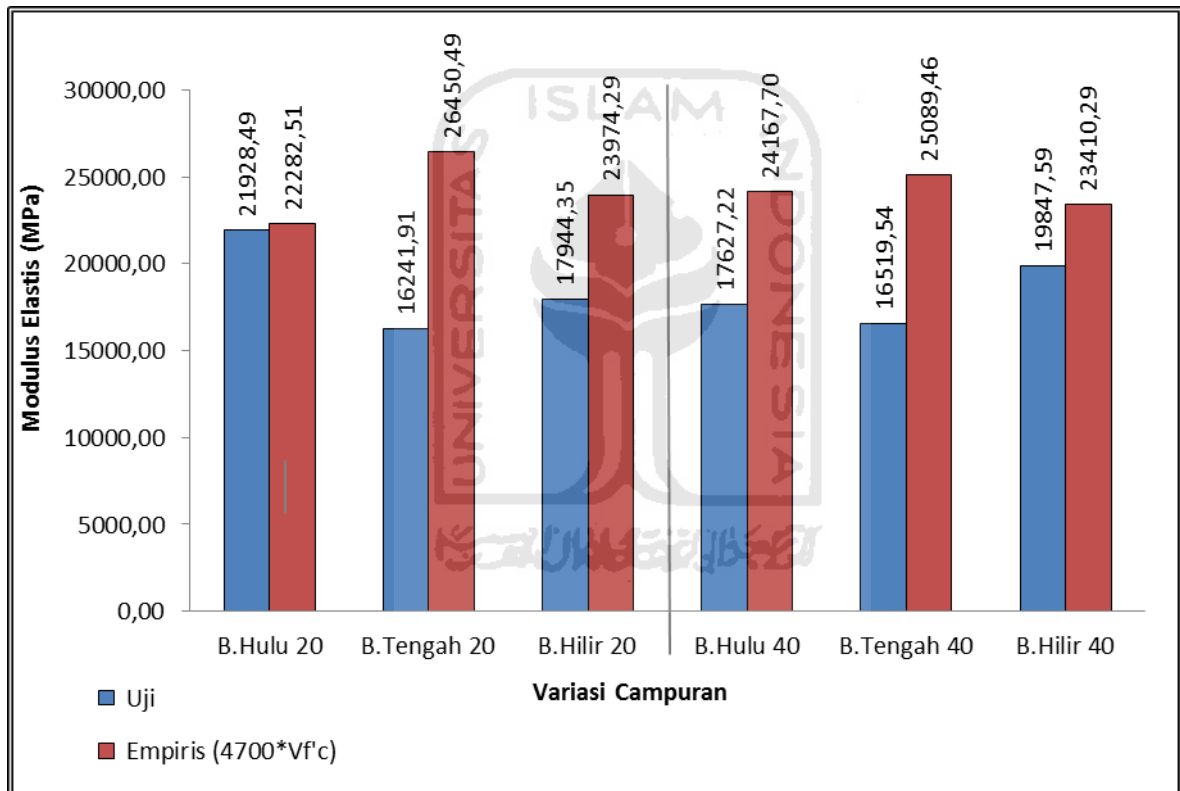
Gambar 6.6 Grafik Tegangan Regangan B.Hilir 40

**Modulus Elastisitas B.Hilir 40**

Kode	$\sigma$ maks (MPa)	0.4 $\sigma$ max (MPa)	$\epsilon$ (10-4)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Empiris ( $4700 \cdot \sqrt{f_c}$ )
B.Hilir 40	24,81	9,92	5,00	19847,59	23410,29

## Rekap Modulus Elastisitas

Benda Uji	$\sigma$ maks (MPa)	0.4 $\sigma$ max (MPa)	$\epsilon$ (10-4)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Teoritis ( $4700 \cdot \sqrt{f_c}$ )
B.Hulu 20	22,48	8,99	4,10	21928,49	22282,51
B.Tengah 20	31,67	12,67	7,80	16241,91	26450,49
B.Hilir 20	26,02	10,41	5,80	17944,35	23974,29
B.Hulu 40	26,44	10,58	6,00	17627,22	24167,70
B.Tengah 40	28,50	11,40	6,90	16519,54	25089,46
B.Hilir 40	24,81	9,92	5,00	19847,59	23410,29



Gambar 6.7 Rekap Modulus Elastisitas

# LAMPIRAN 7

Gambar-Gambar Dokumentasi





**Gambar 7.1** Jenis Pasir Boyong Hulu



**Gambar 7.2** Jenis Pasir Boyong Tengah



**Gambar 7.3** Jenis Pasir Boyong Hilir



**Gambar 7.4** Krikil Ukuran 40 mm



**Gambar 7.5** Krikil Ukuran 20 mm



**Gambar 7.6** Semen Tiga Roda Jenis PCC





**Gambar 7.7** Air Dari Laboratorium BKT UII



**Gambar 7.8** Beton Sebelum Dibuka Bekisting



**Gambar 7.9** Beton Setelah Dibuka Bekisting



**Gambar 7.10** Tempat Perendaman Beton



**Gambar 7.11** Pengujian Kuat Tekan Beton



**Gambar 7.12** Pengujian Kuat Tarik Belah Beton



**Gambar 7.13** Pengujian Tegangan Regangan Beton



**Gambar 7.14** Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Krikil 20 mm



**Gambar 7.15** Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Krikil 40 mm