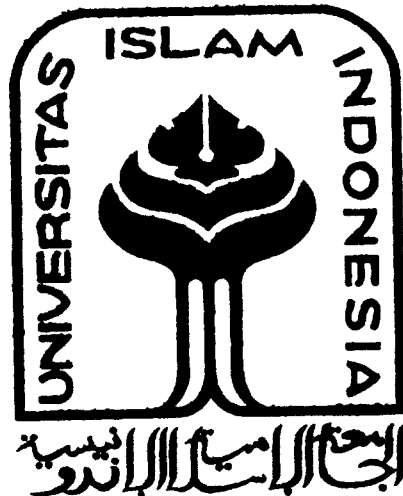


**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PEMAKAIAN AGREGAT PASIR BESI**  
**TERHADAP KUAT DESAK BETON**  
**(STUDI EKSPERIMENTAL)**



Disusun Oleh :

1. Nama : MOHAMAD RAFII  
No. Mhs : 94 310 100  
NIRM : 9430051013114120033
2. Nama : MUHAMMAD LUKMAN HAKIM  
No. Mhs : 94 310 108  
NIRM : 9430051013114120107

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2000**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH PEMAKAIAN AGREGAT PASIR BESI  
TERHADAP KUAT DESAK BETON  
( STUDI EKSPERIMENTAL )**

**N a m a : Mohamad Rafii**  
**No. Mhs. : 94 310 100**  
**Nirm. : 940051013114120099**

**N a m a : Muhammad Lukman Hakim**  
**No. Mhs. : 94 310 108**  
**Nirm. : 940051013114120107**

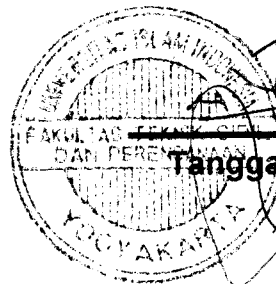
**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Ir. H. M. SAMSUDIN, MT.**

**Dosen Pembimbing I**

**Ir. H. ILMAN NOOR, MSCE.**

**Dosen Pembimbing II**



**Tanggal : 10-11-2020**

**Tanggal : 30-11-2020**

## MOTTO

*S*esungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai mengerjakan suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

( Q.S. Alam Nasyrah : 6-8 )

*B*acalah! Dan Tuhanmu lah yang paling murah. Yang mengajar (manusia) dengan perantaraan kalam. Dia telah mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.

( Q.S. Al Alaq : 3-5 )

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan perasaan bahagia dan sujud syukur  
berkat limpahan karunia-Nya  
Kupersembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada :  
Ayah dan Ibuku tercinta  
Adik-adikku tersayang  
Yang telah memberikan dorongan dan semangat*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Puji dan syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya kepada kita, karena dengan kasih sayangNyalah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam semoga terlimpah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir hayat.

Tugas akhir dalam bentuk penelitian laboratorium dengan judul **“PENGARUH PEMAKAIAN AGREGAT PASIR BESI TERHADAP KUAT DESAK BETON”** ini kami ajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat stara satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan serta sumbangan pikiran berbagai pihak yang selalu memberikan motivasi dalam menghadapi hambatan yang terjadi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan. Untuk itu dengan segala keikhlasan hati penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,

2. Bapak Ir. H. M. Samsudin, MT, selaku Dosen Pembimbing I,
3. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku Dosen Pembimbing II,
4. Bapak Ir. Kasam MT, selaku dosen tamu pada Sidang dan Pendadaran
5. Bapak, Ibu, dan Adik-adikku tercinta, yang telah banyak memberikan bantuan dan do'a serta dorongan moril maupun materiil.
6. Saudara Wahyu Widagdo dari PT. Gebyar Selo Artha Mas atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini,
7. PT. Aneka Tambang (Persero Tbk) Unit Pertambangan Pasir Besi Cilacap atas segala bantuannya,
8. Teman-teman kelas F '94 dan yang melaksanakan penelitian di Laboratorium BKT pada waktu yang sama.
9. Segenap karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik di lingkungan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
10. Semua pihak yang telah membantu penyusun selama pelaksanaan dan penyusunan Laporan Praktik Kerja.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdiri dari lima (5) bab, dengan sistematis penyusunan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Penyusun menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banya kekurangan dan kesalahan, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dalam pengembangan dimasa mendatang. Penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil dan pembaca pada umumnya.

Akhir kata semoga Allah SWT senantiasa menyukuri rahmatNya kepada kita semua, sehingga kita sebagai hambaNya bisa senantiasa menyukuri nikmat yang telah diberikanNya dan kita dapat selalu berkreasi untuk mencapai hal yang lebih baik dari apa yang telah kita peroleh sekarang. Amiin.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, Oktober 2000

Penyusun  
**MOHAMAD RAFII**  
**MUHAMMAD LUKMAN HAKIM**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
NOTASI.....	xv
INTISARI.....	xvi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Lingkup Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	5



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1	Pengertian Beton.....	7
2.2	Material Penyusun Beton.....	8
2.2.1	Semen Portland.....	9
2.2.2	Agregat .....	10
2.2.3	Air .....	19
2.3	Faktor Air Semen.....	20
2.4	Modulus Halus Butir.....	20
2.5	Slump.....	21
2.6	Workability .....	21
2.7	Desain Adukan Beton .....	22
2.7.1	Tujuan Desain Adukan Beton.....	22
2.7.2	Rencana Campuran Metode ACI.....	23

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Umum .....	30
3.1.1	Bahan .....	30
3.1.2	Alat .....	31
3.2	Persiapan Material .....	32
3.2.1	Pemeriksaan Agregat Halus.....	33
3.2.2	Pemeriksaan Agregat Kasar.....	40
3.3	Rencana Campuran Beton .....	41
3.4	Uji Kekentalan .....	47

3.5	Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	47
3.6	Pengujian Kuat Desak Benda Uji .....	49

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1	Hasil Penelitian .....	51
4.1.1	Berat Jenis Beton .....	57
4.1.2	Kuat Desak Beton .....	58
4.2	Pembahasan .....	61
4.2.1	Berat Jenis Beton .....	61
4.2.2	Pengendalian Mutu Pekerjaan .....	63
4.2.3	Kuat Desak Beton .....	70

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	74
5.2	Saran-saran.....	75

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

2.1	Susunan unsur semen portland .....	9
2.2	Senyawa-senyawa yang terdapat dalam semen portland .....	10
2.3	Harga $k$ untuk beberapa keadaan .....	24
2.4	Faktor modifikasi simpangan baku untuk data uji kurang dari 30 sampel .....	25
2.5	Nilai deviasi standar .....	26
2.6	Hubungan faktor air semen dan kuat desak rata-rata silinder beton pada umur 28 hari .....	26
2.7	Nilai slump .....	27
2.8	Perkiraan kebutuhan air berdasarkan slump dan ukuran maksimum agregat (liter) .....	27
2.9	Perkiraan kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus butir ( $m^3$ ) .....	28
3.1	Data pemeriksaan kadar lumpur pasir sungai Progo .....	34
3.2	Data pemeriksaan kadar lumpur pasir besi .....	34
3.3	Data pemeriksaan gradasi agregat halus pasir sungai Progo .....	36
3.4	Data pemeriksaan gradasi agregat halus pasir besi .....	37
3.5	Data pemeriksaan berat jenis pasir sungai Progo .....	38
3.6	Data pemeriksaan berat jenis agregat halus pasir besi .....	39
3.7	Hasil analisis kimia pasir besi .....	39

3.8	Data pemeriksaan berat jenis agregat kasar.....	40
3.9	Data pemeriksaan berat volume agregat kasar .....	41
3.10	Perbandingan jumlah semen, pasir, kerikil dan air berdasarkan volume dan berat tiap jenis benda uji .....	45
3.11	Kebutuhan material untuk 50 benda uji silinder beton.....	46
3.12	Jadual pencoran dan pengujian silinder beton.....	49
4.1	Data hasil uji desak silinder dengan 0 % pasir besi.....	52
4.2	Data hasil uji desak silinder dengan 25 % pasir besi.....	53
4.3	Data hasil uji desak silinder dengan 50 % pasir besi.....	54
4.4	Data hasil uji desak silinder dengan 75 % pasir besi.....	55
4.5	Data hasil uji desak silinder dengan 100 % pasir besi.....	56
4.6	Nilai deviasi standar tiap variasi benda uji.....	63
4.7	Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi I (0 % pasir besi) berdasarkan nilai deviasi standar.....	64
4.8	Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi II (25 % pasir besi) berdasarkan nilai deviasi standar.....	65
4.9	Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi III (50 % pasir besi) berdasarkan nilai deviasi standar.....	66
4.10	Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi IV (75 % pasir besi) berdasarkan nilai deviasi standar.....	67
4.11	Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi V (100 % pasir besi) berdasarkan nilai deviasi standar.....	68

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Grafik hubungan antara faktor $k$ dan bagian hasil pemeriksaan yang diperkirakan dibawah kuat desak minimum .....	25
4.1	Grafik hubungan berat jenis dengan penambahan pasir besi.....	57
4.2	Grafik hubungan kuat desak beton dengan penambahan pasir besi ....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Data pemeriksaan kadar lumpur dalam Pasir Progo.....	1
Data pemeriksaan kadar lumpur dalam Pasir Besi .....	2
Data pemeriksaan gradasi agregat halus Pasir Progo .....	3
Data pemeriksaan gradasi agregat halus Pasir Besi.....	4
Data pemeriksaan berat jenis agregat halus Pasir Progo .....	5
Data pemeriksaan berat jenis agregat halus Pasir Besi.....	6
Data hasil analisis kimia Pasir Besi.....	7
Data pemeriksaan berat jenis agregat kasar.....	8
Data pemeriksaan berat volume agregat kasar .....	9
Data hasil pengujian desak beton Variasi I.....	10
Data hasil pengujian desak beton Variasi II .....	11
Data hasil pengujian desak beton Variasi III.....	12
Data hasil pengujian desak beton Variasi IV.....	13
Data hasil pengujian desak beton Variasi V .....	14

## NOTASI

$B_j$	=	Berat jenis ( $T/m^3$ )
$F_{as}$	=	Faktor air semen
$f'_c$	=	Kuat tekan beton masing-masing benda uji (Mpa)
$f^c$	=	Kuat tekan beton karakteristik (Mpa)
$f^c_{28}$	=	Kuat tekan beton umur 28 hari (Mpa)
$f^{cr}$	=	Kuat tekan beton rata-rata (Mpa)
$m$	=	Nilai margin
$MHB$	=	Modulus halus butir
$N$	=	Jumlah benda uji
$\emptyset$	=	Diameter lubang ayakan (mm)
$S_d$	=	Deviasi standar (Mpa)
$SSD$	=	“Saturated Surface Dry” (jenuh kering permukaan)
$K$	=	Konstanta pengali kuat desak beton karakteristik
$V_a$	=	Volume air
$V_k$	=	Volume kerikil
$V_s$	=	Volume semen
$V_u$	=	Volume udara
$\sigma'_b$	=	Tegangan beton ( $kg/cm^2$ )

## INTISARI

Setiap pembangunan yang terjadi di muka bumi ini selalu memiliki dampak positif dan negatif. Akibat yang ditimbulkan dari usaha manusia meningkatkan taraf hidupnya di satu sisi mendatangkan manfaat bagi manusia tetapi tidak sedikit yang menimbulkan kerugian bagi manusia ataupun lingkungan hidup sekitarnya. Industri ekspor impor membutuhkan bahan baku yang akan dipilih sesuai mutunya dan diolah sehingga layak ekspor. Bahan baku yang tidak layak ekspor terkadang tidak terjamah tangan-tangan inovatif dan hanya terbuang percuma. Usaha-usaha yang serius untuk mengembangkan daya pikir dan kemampuan menciptakan alternatif dari hasil industri perlu ditingkatkan.

Kandungan pasir besi banyak terdapat sepanjang sungai, pegunungan dan paling banyak terdapat di pantai, salah satunya pantai Cilacap. Dalam usaha untuk menciptakan alternatif yang inovatif, maka bahan baku industri yang tidak layak jual dimanfaatkan sebagai bahan penyusunan adukan beton. Pemanfaatan pasir besi sebagai agregat halus sebagai pengganti pasir normal, merupakan salah satu pemanfaatan hasil penambangan pasir besi yang tidak layak jual.

Beton adalah salah satu bahan penyusun suatu struktur bangunan gedung yang terdiri dari campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Dalam penelitian ini digunakan semen jenis I merk Nusantara, agregat halus berupa pasir besi dari Cilacap dan pasir dari sungai Progo, kerikil berupa split dari pabrik pemecah batu di Clereng, dan air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

Agregat halus yang digunakan sebagai bahan pengganti adalah pasir besi yang diambil dari tempat penambangan di Cilacap Jawa Tengah. Pasir besi mempunyai bentuk butiran kecil, permukaan butiran halus dan cenderung seragam dengan warna butiran kehitam-hitaman. Pasir besi selain diambil oleh pabrik-pabrik pengolahan besi juga diambil oleh pabrik semen sebagai bahan baku koreksi pabrik semen.

Penelitian dimaksudkan untuk menghasilkan sejumlah benda uji untuk dilakukan pengujian dan penghitungan dengan memakai peralatan yang terdapat di dalam laboratorium. Benda uji beton yang dibuat mempunyai **nilai fas** sebesar **0,4540** dengan waktu pengujian pada saat benda uji berumur **28 hari**. Semakin banyak prosentase penggunaan pasir besi, maka beton yang dihasilkan mempunyai bobot yang makin berat.

Dari pengamatan, pengujian dan penghitungan didapatkan benda uji beton dengan penjelasan sebagai berikut. Benda uji dengan prosentase penggunaan pasir dari sungai Progo sebesar 100% mempunyai berat jenis **2,39 T/m<sup>3</sup>** dengan kuat tekan beton **359,8571 kg/cm<sup>2</sup>**, benda uji dengan prosentase penggunaan pasir besi sebesar 25% dan pasir dari sungai Progo 75% mempunyai berat jenis **2,52 T/m<sup>3</sup>** dengan kuat tekan beton **364,1117 kg/cm<sup>2</sup>**, benda uji dengan prosentase penggunaan pasir besi sebesar 50% dan pasir dari sungai Progo 50% mempunyai berat jenis **2,56 T/m<sup>3</sup>** dengan kuat tekan beton **321,7755 kg/cm<sup>2</sup>**, benda uji dengan prosentase penggunaan pasir besi sebesar 75% dan pasir dari sungai Progo 25% mempunyai berat jenis **2,62 T/m<sup>3</sup>** dengan kuat tekan beton **297,4507 kg/cm<sup>2</sup>**, benda uji dengan prosentase penggunaan pasir besi sebesar 100% mempunyai berat jenis **2,68 T/m<sup>3</sup>** dengan kuat tekan beton **258,2840 kg/cm<sup>2</sup>**.



**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PEMAKAIAN AGREGAT PASIR BESI**  
**TERHADAP KUAT DESAK BETON**  
**( STUDI EKSPERIMENTAL )**

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

Oleh :

**N a m a** : Mohamad Rafii  
**No. Mhs.** : 94 310 100  
**Nirm.** : 940051013114120099

**N a m a** : Muhammad Lukman Hakim  
**No. Mhs.** : 94 310 108  
**Nirm.** : 940051013114120107

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Y O G Y A K A R T A**  
**2000**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia memacu manusia untuk berusaha mengejar ketertinggalannya dari dunia luar. Pola pikir yang semakin berkembang melahirkan inovasi-inovasi baru untuk memenuhi kebutuhannya, sehingga disegala bidang pembangunan diusahakan dapat dirasakan oleh masyarakat umum secara merata. Pembangunan wilayah secara luas membutuhkan gedung-gedung dengan tingkat keamanan dan kenyamanan yang terjamin. Hal ini membutuhkan pemikiran para ahli bangunan untuk mengembangkan kemampuan rancang bangun, rekayasa dan teknologi di bidang bahan bangunan.

Setiap pembangunan yang terjadi di muka bumi ini selalu memiliki dampak positif dan negatif. Akibat yang ditimbulkan dari usaha manusia meningkatkan taraf hidupnya di satu sisi mendatangkan manfaat bagi manusia tetapi tidak sedikit yang menimbulkan kerugian bagi manusia ataupun lingkungan hidup sekitarnya. Salah satu teknologi yang berkembang pesat saat ini adalah di bidang industri yang berperan penting dalam mendukung kemampuan negara yang sedang berkembang ini. Industri ekspor impor membutuhkan bahan baku yang akan dipilih sesuai mutunya dan diolah sehingga layak ekspor. Bahan baku yang tidak

layak ekspor terkadang tidak terjamah tangan-tangan inovatif dan hanya terbuang percuma.

Usaha-usaha yang serius untuk mengembangkan daya pikir dan kemampuan menciptakan alternatif dari hasil industri perlu ditingkatkan, dengan harapan diperoleh hasil-hasil teknologi yang berhasil guna dan bermanfaat dikemudian hari. Penelitian-penelitian dan kajian terhadap limbah atau bahan baku industri yang tidak terpakai sangat dibutuhkan dimasa-masa ini.

Industri penambangan banyak dimiliki negara-negara di dunia, baik negara berkembang maupun negara maju. Hasil tambang salah satu sumber pendapatan devisa negaranya dari bidang industri. Hal ini terjadi karena bumi mengandung kekayaan alam yang berlimpah di permukaan maupun di dalam bumi. Kekayaan alam yang tidak dapat diperbaharui merupakan bahan tambang yang sangat bernilai harganya dan banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Pasir besi merupakan salah satu dari bahan tambang di Indonesia yang dieksploitasi secara besar-besaran serta bekerjasama dengan negara luar yang mempunyai ilmu pengetahuan dan teknologinya. Selama ini diadakan penambangan pasir besi dengan tujuan untuk memperoleh bahan baku berbagai macam logam yang akan diekspor dan diolah di luar negeri. Kandungan pasir besi banyak terdapat sepanjang sungai, pegunungan dan paling banyak terdapat di pantai, salah satunya pantai Cilacap.

Dalam usaha untuk menciptakan alternatif yang inovatif, maka bahan baku industri yang tidak layak jual dimanfaatkan sebagai bahan penyusunan adukan beton. Pemanfaatan pasir besi sebagai agregat halus sebagai pengganti pasir

normal, merupakan salah satu pemanfaatan hasil penambangan pasir besi yang tidak layak jual. Pada makalah ini penulis mencoba memaparkan hasil penelitian laboratorium dengan tema *Pengaruh Pemakaian Agregat Pasir Besi Terhadap Kuat Desak Beton*.

## 1.2 Lingkup Permasalahan

Beton merupakan bahan bangunan yang penting nilainya untuk mendukung kekuatan konstruksi bangunan, baik bangunan sederhana maupun bangunan bertingkat. Bahan penyusun beton adalah semen portland, air, agregat kasar dan agregat halus.

Agregat halus yang digunakan secara umum adalah pasir normal yang berasal dari deposit sungai-sungai. Sebagai salah satu alternatif pengganti pasir normal dicoba penggunaan pasir besi yang berasal dari pantai di Cilacap. Pada penelitian ini akan diteliti seberapa besar pengaruh pemakaian pasir besi sebagai pengganti pasir normal, apakah akan menaikkan kuat desak beton atau sebaliknya begitu juga dengan berat jenisnya.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pemakaian agregat pasir besi terhadap kuat desak beton dan berat jenisnya, dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat halus pasir normal. Dari hasil penelitian diharapkan dapat diketahui kelayakan pemakaian pasir besi

sebagai pengganti pasir normal pada beton dan diketahui jenis struktur yang tepat apabila memakai hasil beton pada penelitian ini.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil kajian dan analisis dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu produk beton struktur yang bermanfaat dengan implikasi sebagai berikut :

1. Dapat menghasilkan alternatif beton yang inovatif tanpa mengurangi kualitas beton
2. Mampu memanfaatkan hasil penambangan pasir besi yang tidak layak jual.

#### 1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini agar terarah sesuai dengan tujuan penelitian sehingga perlu diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Kuat desak beton rencana yang digunakan  $f'c = 225 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan diameter 5 – 40 mm.
3. Agregat halus digunakan pasir besi yang telah dicuci dari Cilacap dan pasir dari sungai Progo DIY dengan diameter  $< 5 \text{ mm}$ .
4. Campuran pasir sungai Progo dan pasir besi perbandingannya berdasarkan volume yaitu meliputi :
  - a. Menggunakan 100% pasir sungai Progo
  - b. Menggunakan 25% pasir besi dan 75% pasir sungai Progo
  - c. Menggunakan 50% pasir besi dan 50% pasir sungai Progo
  - d. Menggunakan 75% pasir besi dan 25% pasir sungai Progo

- e. Menggunakan 100% pasir besi
- 5. Perawatan yang diberikan pada penelitian ini dilakukan dengan cara merendam benda uji dalam air.
- 6. Jumlah benda uji yang digunakan sebanyak 50 buah dengan rincian menggunakan 10 benda uji dengan pasir kali Progo, 10 benda uji dengan pasir kali Progo dan 25% pasir besi, 10 benda uji benda uji dengan pasir kali Progo dan 50% pasir besi, 10 benda uji dengan pasir kali Progo dan 75% pasir besi, 10 benda uji dengan pasir besi 100% .
- 7. Uji kuat desaknya diuji pada umur 28 hari.
- 8. Dimensi satu benda uji untuk kuat desak beton menggunakan silinder berukuran tinggi 300 mm dan diameter 150 mm.
- 9. Bahan ikat semen digunakan semen jenis I merk Nusantara.
- 10. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- 11. Campuran beton direncanakan dengan metode ACI (American Concrete Institute).

### **1.6 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang akan dilakukan dapat diuraikan secara singkat sebagai berikut :

- 1. Perencanaan campuran beton untuk adukan menggunakan perbandingan berat.
- 2. Perawatan beton dilakukan dengan merendam benda uji di dalam air.

3. Benda uji menggunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
4. Alat-alat yang diperlukan untuk penelitian ini adalah :
  - a. Cetakan silinder
  - b. Tongkat pemadat
  - c. Mesin pengaduk (*molen*)
  - d. Timbangan
  - e. Mesin tekan
  - f. Satu set alat pemeriksa *slump*
  - g. Satu set alat pemeriksa berat isi beton
  - h. Peralatan tambahan, yaitu : ember, sekop, sendok perata dan talam
5. Pada penelitian ini perencanaan campuran beton untuk benda uji dengan menggunakan perencanaan ACI (*American Concrete Institute*).

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambah membentuk masa padat (SK SNI T-15-1991-03, 1991). Perencanaan komposisi bahan pembentuk beton merupakan penentu kualitas beton, yang berarti pula kualitas sistem struktur total. Bukan hanya bahan harus baik, melainkan juga keseragaman harus dipertahankan pada keseluruhan produk beton.

Karakteristik beton yang baik disimpulkan sebagai berikut :

1. Kepadatan : ruang yang ada pada beton sedapat mungkin terisi oleh agregat dan pasta semen,
2. Kekuatan : beton harus mempunyai kekuatan dan daya tahan internal terhadap berbagai jenis kegagalan,
3. Faktor air semen : harus terkontrol sehingga memenuhi persyaratan kekuatan beton yang direncanakan.

Untuk mencapai kondisi-kondisi yang ditulis di atas, harus ada kontrol kualitas yang baik atas faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton. Parameter-parameter yang paling penting (*Edward G. Nawy, 1990*) adalah sebagai berikut :



1. Kualitas semen.
2. Proporsi semen terhadap air dalam campuran.
3. Kekuatan dan kebersihan agregat.
4. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dan agregat.
5. Penempatan yang benar, penyelesaian dan kompaksi beton segar.
6. Perawatan yang baik.

Penyelidikan mengenai persyaratan ini membuktikan bahwa hampir semua kontrol menyangkut hal-hal sebelum pengecoran beton segar. Karena kontrol ini menyangkut penentuan komposisi dan kemudahan mekanis atau kemudahan pengangkutan dan pengecoran, maka perlu dipelajari kriteria-kriteria yang berdasarkan teori penentuan komposisi untuk setiap pencampuran.

Metode yang diterima secara umum untuk perancangan campuran beton berbobot ringan dan beton berbobot berat adalah metode perancangan campuran American Concrete Institute yang berupa rekomendasi praktis untuk perancangan campuran pada beton berbobot normal, berat, massal dan rekomendasi praktis untuk perancangan campuran pada beban struktural ringan.

## **2.2 Material Penyusun Beton**

Beton adalah suatu bahan elemen struktur yang memiliki suatu karakteristik yang spesifiknya terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut :

### 2.2.1 Semen Portland

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama<sup>1</sup> terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah ( PUBI-1982). Semen merupakan bahan ikat yang apabila dicampur dengan air akan menimbulkan reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen. Reaksi-reaksi ini akan menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan (*Ir Kardiyono Tjokrodimuljo, ME, 1992*).

Reaksi kimia antara semen portland dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai dengan pelepasan panas. Kondisi ini mengandung resiko besar terhadap penyusutan kering beton dan kecenderungan retak pada beton. Reaksi semen dengan air dibedakan menjadi dua periode, yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis ke keadaan keras, sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah proses pengikatan selesai.

Tabel 2.1 Susunan unsur semen Portland

Bahan Dasar	Rumus Kimia	% dalam PC
Kapur	CaO	60 – 65
Silika	SiO <sub>2</sub>	17 – 25
Alumina	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 – 8
Besi Oksida	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5 – 6

Tabel 2.2 Senyawa-senyawa yang terdapat dalam semen Portland

Senyawa	Rumus Kimia
Dikalsium Silikat ( $C_2S$ )	$2CaOSiO_2$
Trikalsium Silikat ( $C_3S$ )	$3CaOSiO_2$
Trikalsium Aluminat ( $C_3A$ )	$3CaOAl_2O_3$
Tetrakalsium Aluminatferrite ( $C_4AF$ )	$4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland dibagi dalam 5 jenis (PUBI – 1982), yaitu :

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

### 2.2.2 Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton dan menempati sebanyak 70 % dari campuran

beton. Hal ini menyebabkan agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat adukan beton.

Agregat dibedakan dalam 2 jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami maupun buatan. Agregat halus merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat halus memiliki ukuran butiran antara 0,15 -- 5 mm. Agregat halus atau pasir dapat berupa pasir alam atau debu hasil dari pecahan batu yang dihasilkan alat/mesin pemecah batu (*Stone Crusher*).

Agregat halus (pasir) sangat berperan dalam menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*Strength*) dan tingkat keawetan (*durability*). Mutu pasir harus dikendalikan agar diperoleh beton yang lebih seragam. Pasir bersama semen dan air membentuk mortar yang berfungsi untuk mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan kompak. Dengan demikian baik tidaknya ikatan ini sangat tergantung dari mutu dan kuat mortar.

Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah (*split*) yang diperoleh dari pemecahan batu yang lebih besar dengan ukuran 5 – 40 mm (*Kusuma dan Vis, 1993*).

Agregat yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton terlebih dahulu harus diketahui data-data agregat, antara lain :

#### **1. Ukuran Maksimum Butir Agregat**

Suatu adukan beton yang mempunyai tingkat kemudahan pengerjaan (*Workability*) yang sama akan membutuhkan semen yang lebih sedikit jika digunakan butir-butir agregat yang berukuran besar. Untuk mengurangi

jumlah semen (pengurangan biaya pembuatan beton) dibutuhkan ukuran butir-butir agregat maksimal. Ukuran maksimum agregat dibatasi oleh beberapa faktor, yaitu :

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

Dengan pertimbangan tersebut diatas, maka ukuran maksimum agregat umumnya dipakai 10mm, 20mm, 30mm dan 40mm. Jika tidak dipakai baja tulangan, misalnya untuk pondasi sumuran dapat dipakai agregat sebesar 150mm.

## 2. Gradasi agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran agregat. Butir-butir agregat mempunyai ukuran yang seragam memiliki volume pori yang besar. Sebaliknya bila butirnya bervariasi, maka volume pori akan kecil. Gradasi agregat sangat diperlukan, agregat dengan ukuran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar. Gradasi agregat menyebabkan pori-pori menjadi sedikit dan kempakan menjadi tinggi. Pada pembuatan mortar beton diperlukan suatu butiran dengan kempakan yang tinggi, karena volume pori kecil akan membutuhkan bahan ikat yang sedikit pula. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai prosentase dari berat butiran tertinggal atau

lolos didalam suatu ayakan. Susunan ayakan yang digunakan 76mm, 38mm, 19mm, 9.60mm, 4.80mm, 2.40mm, 1.20mm, 0.60mm, 0.30mm dan 0.15mm.

### 3. Bentuk butiran Agregat

Bentuk butiran agregat sangat berpengaruh pada kuat desak beton. Berdasarkan bentuk butiran agregat dapat dibedakan menjadi :

#### a. Agregat bulat

Agregat bulat mempunyai rongga udara minimum 33%. Hal ini berarti mempunyai rasio luas permukaan volume kecil, sehingga hanya memerlukan bahan ikat yang sedikit untuk menghasilkan beton yang baik. Agregat bulat dapat menyebabkan ikatan antar butiran kurang kuat, sehingga tidak cocok untuk beton mutu tinggi maupun perkerasan jalan raya.

#### b. Agregat bulat sebagian

Agregat bulat sebagian mempunyai rongga lebih tinggi, yaitu berkisar 35% sampai 38%. Dengan demikian membutuhkan bahan ikat lebih banyak untuk mendapatkan beton segar yang dapat dikerjakan. Ikatan antar butir-butir lebih baik daripada agregat bulat, namun belum cukup untuk dipakai pada beton mutu tinggi.

#### c. Agregat bersudut

Agregat bersudut mempunyai rongga berkisar antara 38% sampai 40%. Ikatan antar butiran baik, sehingga membentuk daya ikat yang baik. Pasta semen yang dibutuhkan lebih banyak namun baik untuk beton mutu tinggi maupun lapis perkerasan jalan.

d. Agregat pipih

Agregat pipih adalah agregat yang ukuran terkecil butirannya kurang dari  $\frac{3}{5}$  ukuran rata-ratanya. Ukuran rata-rata agregat adalah rata-rata ukuran ayakan yang meloloskan dan menahan butiran agregat. Agregat mempunyai ukuran rata-rata 15mm jika lolos pada lubang ayakan 20mm dan tertahan pada lubang ayakan 10mm. Agregat dinamakan pipih, jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari  $\frac{3}{5} \times 15\text{mm} = 9\text{mm}$ .

e. Agregat memanjang

Agregat memanjang yaitu bila ukuran terbesar (yang terpanjang) lebih dari  $\frac{9}{5}$  dari ukuran rata-rata.

#### 4. Kebersihan

Agregat pada umumnya tidak bebas dari bahan-bahan yang keberadaannya mungkin memberikan pengaruh yang merugikan terhadap kekuatan beton, kemudahan mengerjakannya, keawetannya dan permukaan beton yang jelek. Bahan-bahan yang berpengaruh buruk tersebut dibedakan menjadi tiga macam, yaitu :

- a. Zat yang mengganggu proses hidrasi semen, yaitu yang berupa kandungan organik.
- b. Zat yang melapisi agregat, sehingga mengganggu terbentuknya lekatan yang baik antara agregat dengan pasta semen.
- c. Butiran yang kurang tahan terhadap cuaca, yang bersifat lemah dan menimbulkan reaksi kimia antara agregat dan pastanya.

## 5. Kekuatan Agregat

Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregatnya. Sepanjang kuat tekan agregat lebih tinggi daripada beton yang dibuat dari agregat tersebut, maka agregat tersebut masih dianggap cukup kuat. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua sebab, yaitu karena terdiri dari bahan-bahan yang lemah atau terdiri dari partikel-partikel yang kuat tapi tidak terikat kuat.

Butir-butir agregat yang lemah yaitu butir agregat yang kekuatannya lebih rendah daripada pasta semen yang telah mengeras tidak dapat menghasilkan beton yang kekuatannya dapat diandalkan. Untuk butir agregat yang kekuatannya sedang atau cukup akan lebih menguntungkan, karena dapat mengurangi konsentrasi tegangan yang terjadi pada pasta beton selama terjadi pembebanan, pembasahan atau pengeringan, pemanasan atau pendinginan. Dengan demikian akan mengurangi bahaya akibat terjadinya retakan pada beton. Sifat-sifat butir agregat yang lemah dan lunak perlu dibatasi jika ketahanan terhadap abrasi yang kuat dari betonnya diperlukan.

Pengujian kekuatan agregat kasar dapat dilakukan dengan mesin uji aus Los Angeles. Pada cara uji ini, contoh butir Agregat dimasukkan dalam silinder logam dengan bola-bola baja untuk memukul. Kemudian silinder diputar sehingga butir-butir agregat butir-butir agregat tersebut terpukul-pukul dan terabrasi. Prosentase jumlah berat agregat yang hancur selama pengujian merupakan ukuran dari sifat-sifat agregat yaitu keuletan, kekerasan dan ketahanan aus. Mesin Los Angeles juga dapat digunakan untuk memeriksa



adanya bagian butiran yang lunak dalam agregat, yaitu dengan mengukur banyaknya butiran yang pecah pada akhir putaran ke-100 kali yang pertama dibandingkan pada akhir putaran ke-500. Jika butiran yang pecah pada akhir putaran ke-100 sudah lebih dari 20% daripada akhir putaran ke-500, maka dianggap bagian butir lunak sudah terlalu banyak.

#### 6. Tekstur Permukaan Butiran

Tekstur permukaan ialah suatu sifat permukaan yang tergantung pada ukuran apakah permukaan butiran termasuk halus atau kasar, mengkilap atau kusam. Pada umumnya permukaan butiran hanya disebut kasar, agak kasar, agak licin dan licin. Berdasarkan pemeriksaan visual butir agregat, tekstur agregat dapat dibedakan menjadi :

- a. Sangat halus ("*Glassy*")
- b. Halus
- c. Berbutir ("*Granuler*")
- d. Kasar
- e. Berkristal ("*Crystalline*")
- f. Berpori
- g. Berlubang-lubang

Tekstur permukaan tergantung pada kekerasan, ukuran molekul, tekstur batuan dan juga tergantung pada besar gaya yang bekerja pada permukaan butiran yang telah membuat licin atau kasar permukaan tersebut.

Bentuk tekstur permukaan sangat berpengaruh terhadap :

- a. Daya serap terhadap air

- b. Kemudahan pengerjaan dari beton segar.
- c. Daya lekat antara agregat dengan pasta semen

Suatu agregat dengan permukaan yang berpori dan kasar, lebih baik dari agregat dengan permukaan yang halus. Agregat dengan tekstur yang kasar dapat meningkatkan rekatan antara agregat dengan semen sampai 1,75 kali dan kuat desak beton dapat meningkat sekitar 20%.

#### 7. Berat Jenis Agregat

Berdasarkan berat jenisnya, agregat dibedakan menjadi tiga macam yaitu :

- a. Agregat normal, yaitu agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7 ton/m<sup>3</sup>. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt dan kuarsa. Beton yang dihasilkan dari agregat ini mempunyai berat jenis sekitar 2,3 ton/m<sup>3</sup> dengan kuat desak antara 150 sampai 400 kg/cm<sup>2</sup>.
- b. Agregat berat, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 ton/m<sup>3</sup>, misalnya magnetik (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), barytes (BaSO<sub>4</sub>) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan dari agregat jenis ini efektif sebagai dinding pelindung dari radiasi sinar X.
- c. Agregat ringan, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 ton/m<sup>3</sup>, biasanya digunakan untuk beton non struktural. Kebaikan agregat ini adalah berat sendiri yang rendah, sifat lebih tahan api dan sebagai bahan isolasi panas yang lebih baik. Agregat ringan dapat diperoleh secara alami maupun buatan. Agregat ringan alami misalnya *diatomite*, *pumice*,

*vulcanic cinder*. Abu terbang (*sintered fly ash*) dan busa terak tanur tinggi (*foamed blast furnace slag*).

## 8. Kadar Air Agregat

Kadar air yang ada pada agregat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang perlu dipakai dalam campuran adukan beton dan juga untuk mengetahui berat satuan agregat. Keadaan kandungan air di dalam agregat dibedakan menjadi beberapa tingkat, yaitu :

- a. Kering tungku, yaitu benar-benar tidak berair dan ini berarti dapat secara penuh menyerap air.
- b. Kering udara, yaitu butir-butir agregat kering permukaannya tetapi mengandung sedikit air dalam porinya.
- c. Jenuh kering muka, yaitu permukaannya tidak mengandung air tetapi butir-butirnya berisi sejumlah air yang diserap. Dengan demikian butiran-butiran agregat pada tahap ini tidak menyerap dan tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran adukan beton.
- d. Basah, yaitu butiran-butiran agregat mengandung banyak air, baik dipermukaan maupun didalam butirannya, sehingga bila dipakai untuk campuran akan memberi air.

Dari keempat keadaan tersebut, keadaan jenuh air permukaan ("*Saturated Surface Dry/SSD*") lebih disukai sebagai ukuran standar, karena :

- a. Merupakan keadaan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah maupun mengurangi air dalam pasta semen.

- b. Kadar air di lapangan yang mendekati keadaan “SSD”

### 2.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua, sebagai pelincir campuran kerikil, pasir, dan semen agar mudah dikerjakan dan dipadatkan (*Murdock dan Brook, 1991*).

Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 20%-30% berat semen. Tetapi dengan nilai faktor air semen yang kecil, adukan beton menjadi sulit dikerjakan. Maka diberikan kelebihan jumlah air yang dipakai sebagai pelumas. Tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan turun. (*Kardiyono, 1992*)

Perlu diperhatikan juga syarat-syarat air untuk beton. Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton, tetapi air untuk campuran beton tidak harus memenuhi standar persyaratan air minum. Secara umum, air yang dapat digunakan untuk bahan campuran beton ialah air yang bila dipakai dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air sulingan.

Kandungan air yang digunakan dalam campuran beton sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.

- b. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

### 2.3 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Hubungan antara faktor air semen ( fas) dan kuat desak beton secara umum dapat dituliskan dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919 ) sebagai berikut ini:

$$f_c = \frac{A}{B^{1,5x}}$$

Dengan :

$f_c$  = kuat desak beton,

$x$  = fas (yang semula dalam proporsi volume),

$A, B$  = konstanta.

### 2.4 Modulus Halus Butir

Modulus halus butir (*Fineness modulus*) adalah suatu indeks yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Modulus halus butir (mhb) ini didefinisikan sebagai butir-butir agregat yang tertinggal diatas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Susunan lubang ayakan itu ialah sebagai berikut : 40 mm, 20 mm, 10 mm, 4.80 mm, 2.40 mm, 1.20 mm,

0.60 mm, 0.30 mm, 0.15 mm. Makin besar nilai modulus halus butir menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. (Kardiyono, 1992)

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

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

Dengan :

$W$  = Persentase berat pasir terhadap berat kerikil

$K$  = Modulus halus butir kerikil

$P$  = Modulus halus butir pasir

$C$  = Modulus halus butir campuran

## 2.5 Slump

Pengujian slump adalah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton segar, yaitu tingkat kecairan atau kepadatan adukan beton yang berguna dalam pengerjaan beton.

Jumlah air dalam campuran mempengaruhi kekuatan dan kemudahan pengerjaan beton. Pada dasarnya pengujian slump di lapangan tujuannya adalah untuk menghasilkan beton yang seragam, untuk mempertahankan faktor air semen yang tetap dan menentukan jumlah air dalam adukan.

## 2.6 Workability

Kemudahan pengerjaan (*workability*) merupakan ukuran tingkat kemudahan adukan beton untuk dikerjakan termasuk adukan, dituang dan

dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan penyusun beton dan sifat-sifat bahan penyusun beton, secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain :

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton.

Jumlah air ini akan mempengaruhi konsistensi adukan, yaitu semakin banyak air yang digunakan maka adukan akan semakin cair, sehingga makin mudah untuk dikerjakan.

2. Jumlah semen yang digunakan

Penambahan jumlah semen kedalam campuran adukan beton akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap.

3. Pemakaian bahan tambah admixture tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan workability adukan pada fas rendah, misalnya dengan penambahan *plastilizer* atau *air entrained*.

## 2.7 Desain Adukan Beton

### 2.7.1 Tujuan desain Adukan Beton

Tujuan dari desain campuran adalah untuk menentukan proporsi bahan-bahan penyusun beton agar tercapai keadaan yang sesuai atau memenuhi syarat seperti berikut ini :

1. Kekuatan (*strength*) tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (mempunyai kuat tarik tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat.
2. Tahan lama (*durability*), yakni sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan.
3. Kemudahan pengerjaan (*workability*), sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan.
4. Penyelesaian beton (*finishing*) beton yang baik.

Penggunaan atau pemilihan metode perancangan beton pada proyek-proyek yang telah ada biasanya didasarkan pada kualitas pencapaian kekuatan beton rencana, yang sesuai dengan yang telah direncanakan, kemudahan pengerjaan dan nilai ekonomis. Pada penelitian ini dipakai metode ACI, karena metode ini paling banyak dipakai di lapangan, dengan demikian akan didapatkan beton dengan keadaan sesungguhnya di lapangan.

### **2.7.2 Rencana Campuran Metode ACI (America Concrete Institute)**

America Concrete Institute menyarankan suatu cara perencanaan campuran yang memperhatikan nilai ekonomis, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan, serta kekuatan yang diinginkan. Cara ACI ini melihat kenyataan bahwa pada ukuran maksimum agregat tertentu, jumlah air tiap meter kubik adukan menentukan tingkat konsistensi atau kekentalan (*slump*) adukan itu (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1993).



Adapun langkah langkah dalam perhitungan perancangan campuran beton dengan metode ACI adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan kuat rata-rata beton

Perhitungan kuat desak rata-rata beton didapat berdasarkan kuat tekan yang disyaratkan dan nilai margin yang tergantung mutu pelaksanaan serta volume pekerjaan, sesuai dengan rumus berikut :

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$m = k \times S_d$$

dengan :

$$f'_{cr} = \text{kuat desak rata-rata beton (Mpa)}$$

$$f'_c = \text{kuat desak rencana beton (Mpa)}$$

$$m = \text{nilai margin (Mpa)}$$

$$S_d = \text{nilai deviasi standar}$$

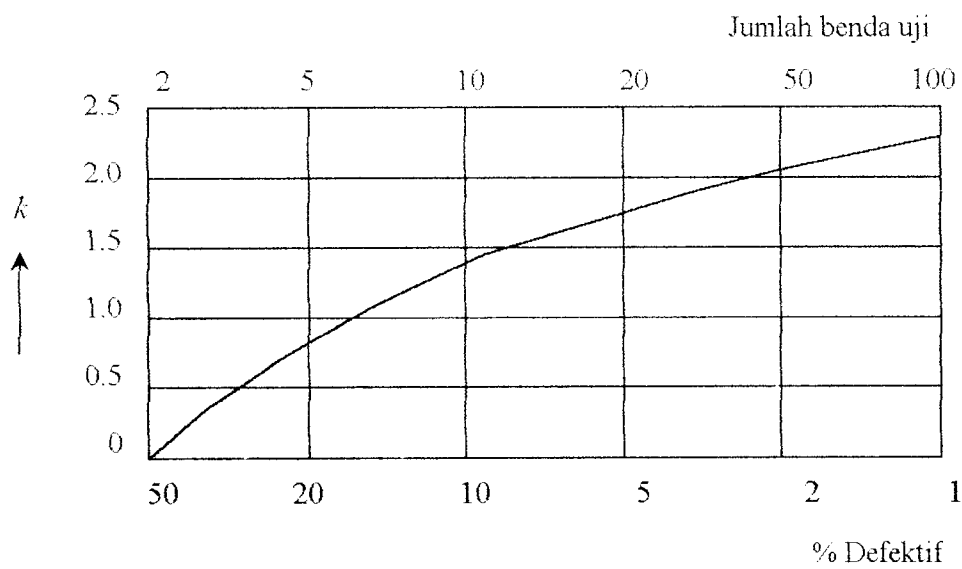
$$k = \text{Konstanta untuk mengalikan kuat desak karakteristik}$$

Tabel 2.3 Harga  $k$  untuk beberapa keadaan

$k$ untuk 10 % defektif	1,28
$k$ untuk 5 % defektif	1,64
$k$ untuk 2,5 % defektif	1,96
$k$ untuk 1 % defektif	2,33

Tabel 2.4 Faktor modifikasi simpangan baku untuk data uji kurang dari 30 sampel

Jumlah benda uji	$k$
$\geq 30$	1,00
25	1,03
20	1,08
$\leq 15$	1,16



Gambar 2.1 Grafik hubungan antara faktor  $k$  dan bagian hasil pemeriksaan yang diperkirakan dibawah kekuatan desak minimum

Tabel 2.5 Nilai deviasi standar ( $\text{kg/cm}^2$ )

Volume pekerjaan ( $\text{m}^3$ )		Mutu pekerjaan		
		Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 65$	$65 < s \leq 85$
Sedang	1000 – 3000	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
Besar	> 3000	$25 < s \leq 35$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

## 2. Menentukan faktor air semen

Faktor air semen ditentukan berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur beton rencana dan tabel hubungan antara keawetan, jenis struktur dan kondisi lingkungan. Dari kedua hasil tersebut dipilih nilai yang terkecil.

Tabel 2.6 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton pada umur 28 hari

Faktor air semen	Perkiraan kuat tekan (MPa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

- 3 Menentukan nilai slump dan ukuran maksimum agregat berdasarkan jenis strukturnya ( lihat tabel 2.7 dan tabel 2.8).

Tabel 2.7 Nilai slump

Tabel nilai slump (cm)		
Perincian beton	Maks	Min
- Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,00	5,00
- Pondasi telapak tidak bertulang, kaisson dan struktur dibawah tanah	9,00	2,50
- Plat, balok, kolom dan dinding	15,00	7,50
- Pengerasan jalan	7,50	5,00
- Pembetonan masal	7,50	2,50

- 4 Menentukan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump (lihat tabel 2.8).

Tabel 2.8 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan slump dan ukuran maksimum agregat (liter)

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

- 5 Menghitung semen yang dibutuhkan berdasarkan hasil langkah 2 dan 4. Berat semen didapatkan dari perhitungan faktor air semen, dengan rumus :

$$fas = \frac{\text{berat air}}{\text{berat semen}}$$

maka :

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{berat air}}{fas}$$

- 6 Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan tiap satuan volume beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halusnya (lihat tabel 2.9).

Tabel 2.9 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus pasirnya (m<sup>3</sup>)

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butiran pasir			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.46	0.44	0.42	0.40
20	0.65	0.63	0.61	0.59
40	0.76	0.74	0.72	0.70
80	0.84	0.82	0.80	0.78
150	0.90	0.88	0.86	0.84

- 7 Menghitung volume agregat halus yang diperlukan berdasarkan jumlah volume air, semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan (tabel 2.9), dengan cara hitungan volume absolute sebagai berikut :

$$\text{Volume agregat halus} = [1 - (V_a + V_k + V_s + V_u)]$$

dengan :

$V_a$  = Volume air

$V_k$  = Volume kerikil

$V_s$  = Volume semen

$V_u$  = Volume udara

8. Menentukan kebutuhan material tiap bahan penyusun adukan beton.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Umum

Penelitian tugas akhir ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Tempat pelaksanaan penelitian ini difokuskan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Hal-hal yang akan dibahas dalam bab ini adalah pelaksanaan penelitian yang meliputi bahan dan alat, persiapan material, pemeriksaan agregat halus, pemeriksaan agregat kasar, pencoran benda uji, pelaksanaan, perawatan dan pengujian kuat desak.

##### 3.1.1. Bahan

Pada penelitian ini, digunakan bahan-bahan sebagai berikut :

##### 1. Semen

Semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe I, dengan merk Nusantara. Semen dalam keadaan baik, tidak menggumpal.

##### 2. Pasir

Digunakan 2 macam pasir yaitu pasir yang berasal dari sungai Progo dan pasir besi yang berasal dari pantai Cilacap.

### 3. Kerikil

Agregat kasar yang digunakan berupa split yang diperoleh dari sungai Progo (Clereng).

### 4. Air

Digunakan air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

### 3.1.2. Alat

Pada penelitian ini digunakan alat-alat sebagai berikut :

#### 1. Talam Baja

Talam baja digunakan untuk alas untuk mencampur bahan susun adukan beton dan digunakan sebagai wadah menuangkan adukan sebelum dimasukkan cetakan.

#### 2. Cetok

Cetok digunakan untuk mengaduk dan menuangkan adukan ke dalam cetakan serta meratakan permukaan benda uji.

#### 3. Gelas Ukur

Gelas ukur yang dipakai adalah gelas ukur yang terbuat dari kaca digunakan untuk menghitung berat jenis material, dan gelas ukur yang terbuat dari plastik untuk menghitung volume kebutuhan air.

#### 4. Cetakan silinder

Cetakan silinder terbuat dari baja dengan ukuran tinggi 30cm dan diameter 15cm.



#### 5. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang material dan untuk menimbang benda uji.

#### 6. Kaliper

Kaliper digunakan untuk mengukur dimensi benda uji.

#### 7. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan material sewaktu akan dilakukan uji mhb dan berat jenis.

#### 8. Mixer listrik atau molen

Molen digunakan untuk mencampur material penyusun adukan beton secara merata.

#### 9. Saringan

Saringan digunakan untuk menganalisa material untuk mencari nilai modulus butir halus atau tingkat kekasaran.

#### 10. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams digunakan dalam pengujian awal adukan adukan beton guna mengetahui nilai slump. Kerucut Abrams mempunyai dimensi tinggi 30cm, diameter atas 10cm dan diameter bawah 20cm.

### 3.2. Persiapan Material

Material yang digunakan untuk membuat benda uji dalam penelitian ini adalah:

1. Semen portland tipe I dengan merk Nusantara,

2. Agregat halus (pasir) dari kali Progo,
3. Agregat halus (pasir besi) dari Cilacap,
4. Agregat kasar (batu pecah *split*) dari kali Progo,
5. Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

### 3.2.1. Pemeriksaan Agregat Halus

Data-data pendukung penelitian diperoleh dari pemeriksaan agregat halus antara lain meliputi:

#### 1. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur yang dikandung dalam agregat yang akan digunakan sebagai bahan adukan beton. Kadar lumpur yang dikandung pada agregat sesuai dengan aturan dalam Teknologi Beton tidak boleh melebihi 5%.

Alat-alat :

- a. timbangan kapasitas 2610 gram
- b. oven
- c. gelas ukur volume 100cc
- d. piring, gayuh
- e. sendok, lap, torong, penggaris
- f. dan lain-lain

Tabel 3.1 Data pemeriksaan kadar lumpur dalam pasir sungai progo

	Benda uji I	Benda Uji II
Berat piring kosong (W1)	149 gram	150 gram
Berat piring + Pasir kering oven (W2)	649 gram	650 gram
Berat pasir kering oven ( $W_{ko1}$ ) ( $W2 - W1$ )	500 gram	500 gram
Pasir kering oven setelah dicuci ( $W_{ko2}$ )	499,5 gram	498 gram
Kadar lumpur $\frac{W_{ko1} - W_{ko2}}{W_{ko1}} \times 100 \%$	0,1 %	0,4 %
Kandungan lumpur rata-rata	0,25 %	

Tabel 3.2 Data pemeriksaan kadar lumpur dalam pasir besi

	Benda uji I	Benda Uji II
Berat piring kosong (W1)	152 gram	160 gram
Berat piring + Pasir kering oven (W2)	1152 gram	1160 gram
Berat pasir kering oven ( $W_{ko1}$ ) ( $W2 - W1$ )	1000 gram	1000 gram
Pasir kering oven setelah dicuci ( $W_{ko2}$ )	996,5 gram	997 gram
Kadar lumpur $\frac{W_{ko1} - W_{ko2}}{W_{ko1}} \times 100 \%$	0,35 %	0,3 %
Kandungan lumpur rata-rata	0,325 %	

Dari hasil penelitian kadar lumpur yang dikandung pasir besi adalah 0,325 %. Kadar lumpur yang dikandung pasir kali Progo sesuai penelitian didapat sebesar 0,25 % .

## 2. Analisa Saringan dan Modulus Halus Butir

Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan. Dari analisa saringan yang dilakukan diperoleh modulus halus butiran (mhb) untuk pasir besi = 0,57

Modulus halus butiran (mhb) untuk pasir kali Progo yang digunakan untuk pembuatan benda uji sesuai penelitian adalah 2,361 dan untuk perencanaan dipakai nilai 2,4 (lihat lampiran).

Alat-alat :

- a. timbangan kapasitas 20 kg
- b. mesin penggetar/mesin ayak
- c. saringan 1 (satu) set (40, 20, 10, 4.80, 2.40, 1.20, 0.60, 0.30, 0.15, pan) mm
- d. sikat baja (kasar/halus)
- e. piring, serok

Tabel 3.3 Data pemeriksaan gradasi agregat halus pasir sungai Progo

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal komulatif	
	I	II	I	II	I	II
Percobaan ke :						
40	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
4.80	3	6	0.15	0.3	0.15	0.3
2.40	91	102	4.55	5.1	4.7	5.4
1.20	211	219	10.55	10.95	15.25	16.35
0.60	523	530	26.15	26.5	41.4	42.85
0.30	685	686	34.25	34.3	75.65	77.15
0.15	411	393	20.55	19.65	96.2	96.8
Sisa	76	64	3.8	3.2	-	-
Jumlah	2000	2000	100	100	233.35	238.85
Jumlah rata-rata	2000		100		236.1	
Modulus Halus Butir (MHB)			$\frac{236,1}{100} = 2.361$			

Tabel 3.4 Data pemeriksaan gradasi agregat halus pasir besi

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal komulatif	
	I	II	I	II	I	II
Percobaan ke :						
40	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
4.80	-	-	-	-	-	-
2.40	-	-	-	-	-	-
1.20	-	-	-	-	-	-
0.60	1	1	0.05	0.05	0.05	0.05
0.30	38	36	1.9	1.8	1.95	1.85
0.15	579	1548	28.95	77.4	30.9	79.25
Sisa	1382	415	69.1	20.75	-	-
Jumlah	2000	2000	100	100	32.9	81.15
Jumlah rata-rata	2000		100		57.025	
Modulus Halus Butir (MHB)			$\frac{57.025}{100} = 0.57025$			

### 3. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan Berat Jenis ini dilakukan untuk mengetahui berat tiap satuan volume agregat halus baik pasir besi maupun pasir kali Progo. Dari hasil

penelitian didapatkan berat jenis pasir besi sebesar 4,0835. Berat jenis pasir kali Progo sesuai penelitian didapat 2,6315.

Alat-alat :

- a. gelas ukur kapasitas 1000 cc
- b. timbangan ketelitian 0.01 gram
- c. piring, sekop kecil

Tabel 3.5 Data pemeriksaan berat jenis agregat halus pasir sungai Progo

	Benda uji I	Benda Uji II
Berat agregat (W)	500 gram	500 gram
Gelas ukur + air (V1)	500 cc	500 cc
Gelas ukur + air + agregat (V2)	690 cc	690 cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V2 - V1}$	$\frac{500}{690 - 500} = 2.6315$	$\frac{500}{690 - 500} = 2.6315$
Berat jenis (BJ) rata-rata	$\frac{2.6315 + 2.6315}{2} = 2.6315$	

Tabel 3.6 Data pemeriksaan berat jenis agregat halus pasir besi

	Benda uji I	Benda Uji II
Berat agregat (W)	500 gram	500 gram
Gelas ukur + air (V1)	500 cc	500 cc
Gelas ukur + air + agregat (V2)	620 cc	625 cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V2 - V1}$	$\frac{500}{620 - 500} = 4.167$	$\frac{500}{625 - 500} = 4$
Berat jenis (BJ) rata-rata	$\frac{4.167 + 4}{2} = 4.0835$	

#### 4. Pemeriksaan Unsur Kimia Pasir Besi

Pemeriksaan unsur kimia pasir besi dilakukan di Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungpian, Direktorat Vulkanologi, Yogyakarta. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur kimia pada pasir besi terutama unsur  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $TiO_2$ , Cl.

Tabel 3.7 Hasil Analisis kimia

Unsur	Pasir Besi (%)
$Fe_2O_3$	82.28
$Na_2O$	0.12
$TiO_2$	4.5
Cl	0.08



### 3.2.2. Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar yang dilaksanakan pada penelitian ini meliputi :

#### 1. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan Berat jenis dilaksanakan untuk mengetahui berat tiap satuan volume agregat kasar (*split*) yang diuji. Dalam penelitian ini didapatkan hasil berat jenis agregat kasar sebesar 2,63 (lihat lampiran).

Alat-alat :

- a. gelas ukur kapasitas 1000 cc
- b. timbangan ketelitian 0.01 gram
- c. piring, sekop kecil.

Tabel 3.8 Data pemeriksaan berat jenis agregat kasar

	Benda uji I	Benda Uji II
Berat agregat (W)	500 gram	500 gram
Gelas ukur + air (V1)	500 cc	500 cc
Gelas ukur + air + agregat (V2)	690 cc	690 cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V2 - V1}$	$\frac{500}{690 - 500} = 2.63$	$\frac{500}{690 - 500} = 2.63$
Berat jenis (BJ) rata-rata	$\frac{2.63 + 2.63}{2} = 2.63$	

## 2. Pemeriksaan Berat Volume Satuan

Pemeriksaan berat volume satuan di laksanakan untuk mengetahui berat volume satuan agregat dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*). Setelah dilakukan penelitian didapatkan berat volume satuan agregat kasar sebesar  $1,5205 \text{ t/m}^3$  (lihat lampiran).

Alat-alat :

- a. timbangan kapasitas minimal 20 kg
- b. cetakan silinder ( $\varnothing 15 \times t 30$ ) cm
- c. tongkat penumbuk  $\varnothing 16$  mm panjang 60 cm
- d. serok/cetok

Tabel 3.9 Data pemeriksaan berat volume agregat kasar

	Benda uji I	Benda uji II
Berat cetakan silinder (W1)	5.475 kg	5.475 kg
Berat cetakan silinder + agregat (W2)	13.562 kg	13.515 kg
Volume silinder (V) $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume agregat $\frac{W2 - W1}{V}$	$1.525 \text{ t/m}^3$	$1.516 \text{ t/m}^3$
Berat volume agregat rata-rata	$1.5205 \text{ t/m}^3$	

## 3.3. Rencana Campuran Beton

Untuk mendapatkan mutu beton yang sesuai dengan perencanaan yang telah disyaratkan, terlebih dahulu dilakukan perencanaan campuran adukan beton

sedemikian rupa sehingga didapatkan jumlah komposisi yang tepat antara semen , agregat halus, agregat kasar, dan air agar tercapai hal-hal sebagai berikut :

1. kuat desak sesuai dengan rencana pada umur 28 hari,
2. workabilitas (sifat mudah dikerjakan),
3. durabilitas (sifat awet),
4. ekonomis.

Metode yang digunakan dalam merencanakan campuran beton untuk penelitian ini adalah dengan metode ACI (“*American Concrete Institute*”), yaitu :

1. Menghitung kuat desak rata-rata beton berdasarkan kepada kuat desak yang disyaratkan ( $f'c$ ) = 225 kg/cm<sup>2</sup> dengan mengambil nilai  $k$  untuk 5 % defektif = 1,64 (lihat Tabel 2.3) dan faktor pengali untuk deviasi standar yang sampelnya kurang dari 15 = 1,16 (lihat Tabel 2.4). Nilai  $Sd$  = 60 dengan anggapan mutu pelaksanaannya baik dan termasuk konstruksi balok/kolom (lihat Tabel 2.5), maka didapatkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat desak rata-rata : } (f'cr) &= f'c + k \cdot Sd \\
 &= 225 + 1,64 \cdot 1,16 \cdot 60 \\
 &= 225 + 114,144 \\
 &= 339,144 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

2. Menentukan faktor air semen (fas) berdasarkan kuat desak rata-rata, interpolasi dari tabel 2.6 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{nilai fas} &= 0,44 + \frac{(35 - 33,9144) \cdot (0,53 - 0,44)}{(35 - 28)} \\
 &= 0,4540
 \end{aligned}$$

3. Menentukan nilai slump dan ukuran maksimum agregat berdasarkan jenis strukturnya (lihat tabel 2.7), diambil nilai slump 10 cm.
4. Menentukan jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump yang diambil (lihat tabel 2.8). Dengan ukuran maksimal agregat kasar 40 mm dan nilai slump yang dipakai 10 cm, maka didapatkan kebutuhan air sebesar  $177 \text{ lt/m}^3$  dengan udara terperangkap sebesar 1%.
5. Menentukan Jumlah semen yang dibutuhkan berdasarkan nilai fas dan volume kebutuhan air yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Berat semen} &= \frac{\text{Berat air}}{\text{fas}} \\ &= \frac{177}{0,4540} = 389,8556 \text{ kg / m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume semen} = \frac{\text{Berat semen}}{\text{BJ semen}} = \frac{389,8556}{3,15 \cdot 10^3} = 0,1238 \text{ m}^3$$

6. Menentukan volume agregat kasar yang dibutuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai mhb ( modulus halus butiran) pasir. Dengan ukuran maksimum agregat kasar = 40 mm dan mhb = 2,4 didapat volume agregat kasar =  $0,76 \text{ m}^3$  tiap  $\text{m}^3$  adukan beton (lihat tabel 2.9).

$$\begin{aligned} \text{Berat kerikil} &= 0,76 \cdot 1,5205 \cdot 10^{-3} \\ &= 1155,58 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume padat} = \frac{1155,58 \cdot 10^{-3}}{2,63} = 0,4394 \text{ m}^3$$

7. Menentukan volume agregat halus yang diperlukan berdasarkan jumlah air, semen, dan agregat halus serta udara terperangkap dalam adukan.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tanpa pasir} &= \text{volume air} + \text{volume semen} + \text{volume kerikil} + \\
 &\quad \text{volume udara terperangkap (1\%)} \\
 &= 0,177 + 0,1238 + 0,4394 + 0,01 \\
 &= 0,7502 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume padat pasir} &= 1 - 0,7502 \\
 &= 0,2498 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

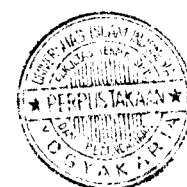
$$\begin{aligned}
 \text{Berat pasir} &= \text{volume padat pasir} \times \text{berat jenis pasir} \\
 &= 0,2498 \cdot 2,6315 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \\
 &= 0,6573487 \text{ Ton tiap m}^3 \text{ adukan beton} \\
 &= 657,3487 \text{ kg tiap m}^3 \text{ adukan beton}
 \end{aligned}$$

Maka didapat perbandingan berat material penyusun beton untuk 1 m<sup>3</sup> adukan beton padat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{semen} : \text{pasir} : \text{kerikil} : \text{air} &= 389,8556 : 657,3487 : 1155,58 : 177 \\
 &= 1 : 1,6861 : 2,9641 : 0,4540
 \end{aligned}$$

Tabel 3.10 Perbandingan jumlah semen, pasir, kerikil dan air berdasarkan Volume dan Berat pada tiap jenis benda uji

		Semen	Psr. Progo	Psr. Besi	Kerikil	Air
0 %	Vol. Padat (m <sup>3</sup> )	123,8	249,8	-	439.4	177
	Perb. Vol. Padat	1	2.0178	-	3.5493	1.4297
	Berat (kg)	389.8556	657.3487	-	1155.58	177
	Perb. Berat	1	1.6861	-	2.9641	0.4540
25 %	Vol. Padat (m <sup>3</sup> )	123,8	187.35	62.45	439.4	177
	Perb. Vol. Padat	1	1.5133	0.5044	3.5493	1.4297
	Berat (kg)	389.8556	493.0115	255.0146	1155.58	177
	Perb. Berat	1	1.2646	0.6541	2.9641	0.4540
50 %	Vol. Padat (m <sup>3</sup> )	123,8	124.9	124.9	439.4	177
	Perb. Vol. Padat	1	1.0089	1.0089	3.5493	1.4297
	Berat (kg)	389.8556	328.6743	510.0291	1155.58	177
	Perb. Berat	1	0.8431	1.3083	2.9641	0.4540
75 %	Vol. Padat (m <sup>3</sup> )	123,8	62.45	187.35	439.4	177
	Perb. Vol. Padat	1	0.5044	1.5133	3.5493	1.4297
	Berat (kg)	389.8556	164.3372	765.0437	1155.58	177
	Perb. Berat	1	0.4215	1.9624	2.9641	0.4540
100%	Vol. Padat (m <sup>3</sup> )	123,8	-	249.8	439.4	177
	Perb. Vol. Padat	1	-	2.0178	3.5493	1.4297
	Berat (kg)	389.8556	-	1020.0583	1155.58	177
	Perb. Berat	1	-	2.6165	2.9641	0.4540



Tabel 3.11 Kebutuhan material untuk 50 benda uji silinder beton

		Semen	Pasir Progo	Pasir Besi	Kerikil	Air
0 %	Vol.Padat (m <sup>3</sup> )	0,656.10 <sup>-3</sup>	1,324.10 <sup>-3</sup>	-	2,329.10 <sup>-3</sup>	0,938.10 <sup>-3</sup>
	Berat (kg)	20,6680	34,8489	-	61,2623	9,3835
25 %	Vol.Padat (m <sup>3</sup> )	0,656.10 <sup>-3</sup>	0,993.10 <sup>-3</sup>	0,311.10 <sup>-3</sup>	2,329.10 <sup>-3</sup>	0,938.10 <sup>-3</sup>
	Berat (kg)	20,6680	26,1367	13,5194	61,2623	9,3835
50 %	Vol.Padat (m <sup>3</sup> )	0,656.10 <sup>-3</sup>	0,662.10 <sup>-3</sup>	0,662.10 <sup>-3</sup>	2,329.10 <sup>-3</sup>	0,938.10 <sup>-3</sup>
	Berat (kg)	20,6680	17,4245	27,0389	61,2623	9,3835
75 %	Vol.Padat (m <sup>3</sup> )	0,656.10 <sup>-3</sup>	0,331.10 <sup>-3</sup>	0,993.10 <sup>-3</sup>	2,329.10 <sup>-3</sup>	0,938.10 <sup>-3</sup>
	Berat (kg)	20,6680	8,7122	40,5583	61,2623	9,3835
100 %	Vol.Padat (m <sup>3</sup> )	0,656.10 <sup>-3</sup>	-	1,324.10 <sup>-3</sup>	2,329.10 <sup>-3</sup>	0,938.10 <sup>-3</sup>
	Berat (kg)	20,6680	-	54,0778	61,2623	9,3835

Kebutuhan total :

Semen = 103.3398 kg

Pasir progo = 87.1223 kg

Pasir besi = 135.1944 kg

Kerikil = 306.3118 kg

Air = 46.9177 kg

Kebutuhan agregat kasar (kerikil) dihitung menurut rumus *Fuller* dan *Thomson* :

Ø20-40 mm = 29% x 306.3188 = 88.8304 kg

Ø10-20 mm = 21% x 306.3188 = 64.3255 kg

Ø5-10 mm = 15% x 306.3188 = 45.9468 kg

$$\emptyset < 5 \text{ mm} = 35\% \times 306.3188 = \underline{107.2091 \text{ kg}}$$

$$\text{Total} = 306.3118 \text{ kg}$$

Gradasi kerikil yang digunakan menurut grafik gradasi standar agregat dengan butir maksimum 40 mm termasuk dalam daerah I.

Kebutuhan agregat kasar tiap variasi benda uji silinder :

$$\emptyset 20-40 \text{ mm} = 17.7661 \text{ kg}$$

$$\emptyset 10-20 \text{ mm} = 12.8651 \text{ kg}$$

$$\emptyset 5-10 \text{ mm} = 9.1893 \text{ kg}$$

$$\emptyset < 5 \text{ mm} = \underline{21.4418 \text{ kg}}$$

$$\text{Total} = 61.2623 \text{ kg}$$

### 3.4. Uji Kekentalan

Pengujian kekentalan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara pengujian *slump* menggunakan kerucut Abrams, yaitu berupa kerucut terpancung dengan ukuran sebagai berikut :

1. diameter atas = 10 cm
2. diameter bawah = 20 cm
3. tinggi = 30

Nilai "*slump*" pada penelitian ini sebesar 10 cm

### 3.5. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Langkah - langkah yang dilakukan dalam pemadatan beton dan pemeriksaan *slump* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang dipergunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan-bahan yang dibutuhkan sesuai perencanaan.
3. Mencampurkan bahan-bahan yang sudah ditimbang dalam molen, memasukkan agregat kasar dan sejumlah air adukan sampai merata, kemudian ditambahkan bahan agregat halus, semen dan seluruh sisa air adukan. Dalam mencampur setiap material harus sedikit demi sedikit hingga dicapai adukan yang merata, sewarna dan mengkilap.
4. Setelah adukan merata, adukan beton dikeluarkan sebagian untuk diukur nilai *slump*nya.
5. Jika nilai *slump* sudah memenuhi nilai yang disyaratkan, maka adukan sudah dapat dicetak ke dalam cetakan benda uji dari besi. Cetakan berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 30 cm, diameter 15 cm. Sebelum adukan beton dimasukkan cetakan harus dipastikan bahwa cetakan sudah rapat, yaitu dengan mengunci rapat tiap bautnya dan mengolesi cetakan dengan oli agar benda uji beton mudah dilepas dari cetakan. Pengisian adukan dengan 3 tahap, masing-masing  $\frac{1}{3}$  dari tinggi cetakan. Setiap tahap ditusuk-tusuk dengan tongkat baja (dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya bulat) sebanyak lebih kurang 25 kali tumbukan sebagai pemadatan adukan.
6. Setelah pengisian cetakan selesai bagian atas adukan beton diratakan dengan memperhatikan susut beton yang akan terjadi. Maksud dari perataan ini untuk mendapatkan benda uji maksimal untuk diuji (permukaannya merata).

7. Cetakan diletakkan di tempat yang rata, keras, bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan mengering selama 24 jam.
8. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan dan dilakukan penamaan benda uji untuk memudahkan mengenali benda uji sesuai dengan jenisnya, kemudian dilakukan perawatan beton (dalam penelitian ini beton dirawat dengan cara direndam dalam bak berisi air).
9. Semua benda uji diukur kuat desak betonnya pada umur 28 hari.

Tabel 3.12 Jadwal pencoran dan pengujian silinder beton

No	Persentase Pasir Besi	Jumlah Benda uji	Tanggal pencoran	Tanggal Pengujian
I	0 %	10	15 Mei 2000	12 Juni 2000
II	25 %	10	16 Mei 2000	14 Juni 2000
III	50 %	10	17 Mei 2000	16 Juni 2000
IV	75 %	10	17 Mei 2000	17 Juni 2000
V	100%	10	18 Mei 2000	19 Juni 2000

### 3.6. Pengujian Kuat Desak Benda Uji

Pengujian dilakukan saat umur benda uji 28 hari, untuk itu sehari sebelum pengujian benda uji dikeluarkan dari bak perendaman agar benda uji cukup kering pada saat diadakan pengukuran dan penimbangan. Pengujian kuat desak beton dilakukan dengan alat uji desak hidrolis merk "Control".

Untuk melaksanakan pengujian kuat desak benda uji, diperlukan beberapa tahap yaitu:

1. Benda uji diambil dari bak perendaman sehari sebelum pengujian, dibersihkan dari semua kotoran yang menempel, dikeringkan,
2. Menimbang benda uji,
3. Mengukur diameter dan tinggi benda uji,
4. Meletakkan benda uji pada mesin uji desak secara simetris,
5. Menyalakan mesin uji desak dengan tekanan yang dinaikkan secara berangsur-angsur dengan kecepatan berkisar antara 6 – 4 kg/cm<sup>2</sup> tiap detik,
6. Pembebanan dilakukan sampai benda uji tidak kuat lagi menahan tekanan dan retak atau hancur, catat tekanan maksimal yang tertulis pada alat uji desak.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagaimana terdapat dalam tabel. Berat jenis beton yang dihasilkan tergantung banyaknya prosentase penambahan pasir besi yang dipakai sebagai pengganti pasir normal. Semakin banyak prosentase penambahan pasir besi, maka beton yang dihasilkan akan mempunyai berat jenis yang semakin besar pula.

Kuat tekan beton dari benda uji yang dilakukan penelitian akan bergantung dari penggunaan pasir besi. Untuk semua benda uji yang dibuat dengan menggunakan pasir besi sebagai agregat halusnya relatif mempunyai nilai kuat tekan beton menurun dibandingkan dengan beton normal sesuai dengan penambahan prosentase pasir besi. Pasir besi yang digunakan sebagai agregat halus dalam adukan beton lebih banyak, maka kuat tekan beton yang dihasilkan makin kecil.

Tabel 4.1 Data hasil uji silinder beton dengan 0 % Pasir Besi

Lokasi pencoran		: Lab BKT UH										Beton rencana		: K-225		
Tanggal pencoran		: 15 Mei 2000										Slump		: 8,5 cm		
Tanggal pengujian		: 12 Juni 2000										Volume		(T/m <sup>3</sup> )		
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ							
I <sub>1</sub>	30,010	15,05	12,938	670	376,6270	2:35	177,8045	5,3359	2,42							
I <sub>2</sub>	29,098	15,01	12,850	680	384,2887	2:34	176,8606	5,1463	2,50							
I <sub>3</sub>	29,650	15,14	12,765	690	383,2723	2:40	179,9374	5,3351	2,39							
I <sub>4</sub>	30,035	15,05	12,880	695	390,6806	2:39	177,8045	5,3404	2,41							
I <sub>5</sub>	29,850	15,01	12,895	670	378,6374	2:36	176,8606	5,2793	2,44							
I <sub>6</sub>	30,575	15,20	12,438	650	358,2088	2:30	181,3664	5,5453	2,24							
I <sub>7</sub>	29,027	15,99	12,968	670	379,6484	2:40	200,7089	5,8260	2,23							
I <sub>8</sub>	29,725	15,13	12,686	680	378,2171	2:28	179,6998	5,3416	2,37							
I <sub>9</sub>	29,650	15,08	12,851	690	386,3283	2:40	178,5140	5,2929	2,43							
I <sub>10</sub>	29,850	14,92	12,758	640	366,0601	2:24	174,7460	5,2162	2,45							
				Rata-rata	378,1969					Rata-rata						

Tabel 4.2 Data hasil uji silinder beton dengan 25 % Pasir Besi

Lokasi pencoran : Lab BKT UH										Beton rencana : K-225	
Tanggal pencoran : 16 Mei 2000										Slump : 7,5 cm	
Tanggal pengujian : 14 Juni 2000											
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ (T/m <sup>3</sup> )		
II <sub>1</sub>	29,900	14,80	13,330	650	377,8331	2:30	171,9464	5,1412	2,59		
II <sub>2</sub>	30,600	15,20	13,838	665	366,4752	2:33	181,3664	5,5498	2,49		
II <sub>3</sub>	30,400	15,05	13,435	655	368,1955	1:36	177,8045	5,4053	2,49		
II <sub>4</sub>	29,950	15,00	13,539	655	370,6542	1:55	176,6250	5,2899	2,56		
II <sub>5</sub>	29,800	15,10	13,405	660	368,5532	2:70	178,9879	5,3338	2,51		
II <sub>6</sub>	30,000	15,00	13,420	665	376,3130	2:20	176,6250	5,2988	2,53		
II <sub>7</sub>	30,260	15,10	13,352	665	371,3453	2:13	178,9879	5,4162	2,47		
II <sub>8</sub>	30,100	15,00	13,385	655	370,6542	2:50	176,6250	5,3164	2,52		
II <sub>9</sub>	29,800	14,99	13,350	650	368,3157	1:52	176,3896	5,2564	2,54		
II <sub>10</sub>	30,090	15,10	13,416	665	371,3452	2:10	178,9879	5,3857	2,49		
				Rata-rata	370,9685			Rata-rata	2,52		

Tabel 4,3 Data hasil uji silinder beton dengan 50 % Pasir Besi

Lokasi pencoran : Lab BKT UII										Beton rencana : K-225	
Tanggal pencoran : 17 Mei 2000											
Tanggal pengujian : 16 Juni 2000										Slump : 15 cm	
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ (T/m <sup>3</sup> )		
III <sub>1</sub>	30,050	15,050	13,770	635	356,9528	2:15	177,8045	5,34302	2,58		
III <sub>2</sub>	30,430	14,900	13,740	550	315,4280	1:55	174,2779	5,30327	2,59		
III <sub>3</sub>	30,075	14,870	13,655	595	342,6140	2:02	173,5768	5,22032	2,62		
III <sub>4</sub>	30,850	14,960	13,636	610	347,0378	2:08	175,6843	5,41986	2,52		
III <sub>5</sub>	29,860	15,000	13,696	620	350,8480	2:11	176,6250	5,27402	2,60		
III <sub>6</sub>	29750	15,200	13,690	620	341,6761	2:15	181,3664	5,39565	2,54		
III <sub>7</sub>	30,075	14,940	13,645	595	339,4198	2:04	175,2148	5,26959	2,59		
III <sub>8</sub>	30,215	15,020	13,796	625	352,7360	2:11	177,0963	5,35097	2,58		
III <sub>9</sub>	30,110	15,080	13,795	615	344,3360	2:15	178,5140	5,37506	2,57		
III <sub>10</sub>	29,875	15,510	13,740	645	341,3864	2:27	188,8397	5,64159	2,44		
				Rata-rata	343,2435			Rata-rata	2,56		

Tabel 4.4 Data hasil uji silinder beton dengan 75 % Pasir Besi

Lokasi pencoran : Lab BKT UH		Beton rencana : K-225							
Tanggal pencoran : 17 Mei 2000		Slump : 10,5 cm							
Tanggal pengujian : 17 Juni 2000		Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )							
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ (T/m <sup>3</sup> )
IV <sub>1</sub>	29,875	15,11	14,020	570	317,8747	2:09	179,1150	5,3543	2,62
IV <sub>2</sub>	29,925	15,10	14,011	545	304,3355	2:06	178,9879	5,3562	2,62
IV <sub>3</sub>	30,200	14,93	13,964	555	322,7297	1:54	174,9803	5,2844	2,64
IV <sub>4</sub>	30,110	14,95	13,985	525	299,0797	1:50	175,4495	5,2828	2,65
IV <sub>5</sub>	30,375	15,06	13,994	555	311,5682	1:56	178,0408	5,4080	2,59
IV <sub>6</sub>	30,350	15,03	14,000	545	307,1769	2:06	177,3322	5,3820	2,60
IV <sub>7</sub>	30,125	15,02	14,059	545	307,5861	2:06	177,0963	5,3350	2,64
IV <sub>8</sub>	29,875	15,06	13,836	570	319,9890	2:00	178,0408	5,3190	2,60
IV <sub>9</sub>	30,428	15,05	14,136	555	311,9824	1:48	177,8045	5,4102	2,61
IV <sub>10</sub>	30,400	15,00	14,168	565	319,7246	2:05	176,6250	5,3694	2,64
				Rata-rata	<b>312,2047</b>			Rata-rata	<b>2,62</b>



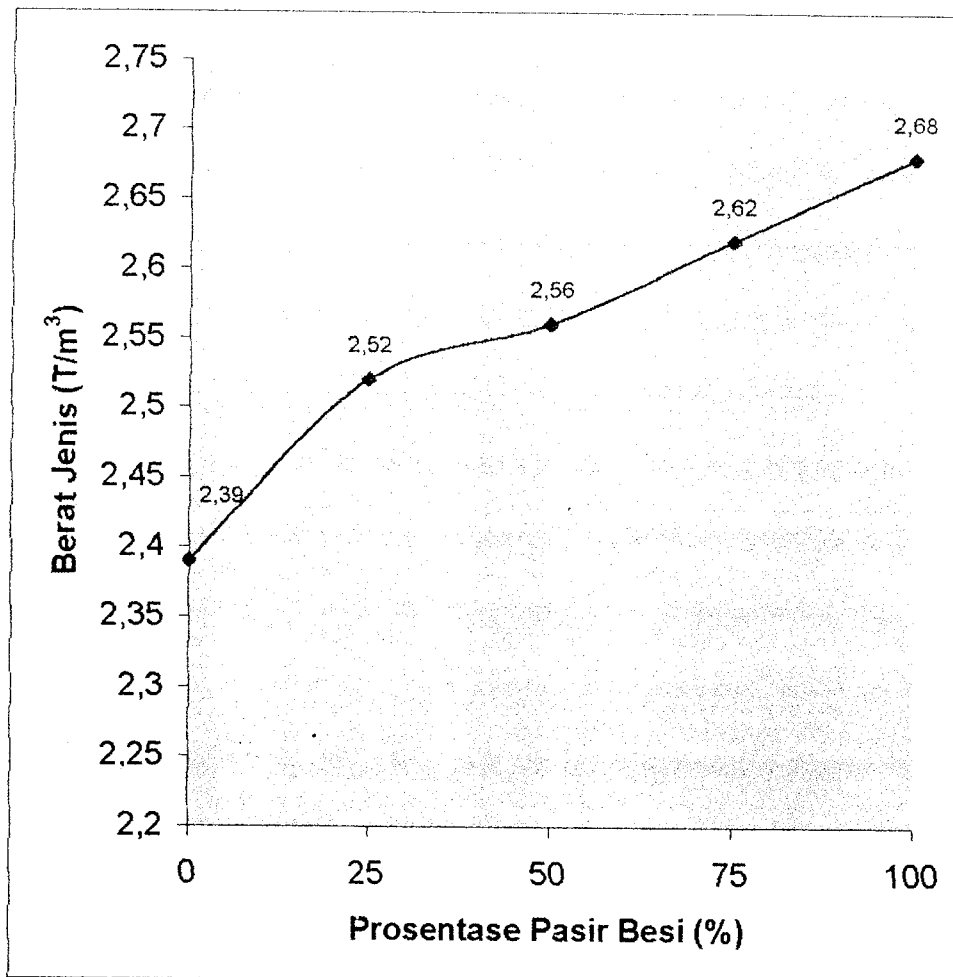
Tabel 4.5 Data hasil uji silinder beton dengan 100 % Pasir Besi

Lokasi pencoran : Lab BKT UH										Beton rencana : K-225	
Tanggal pencoran : 18 Mei 2000											
Tanggal pengujian : 19 Juni 2000										Slump : 14,5 cm	
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ (T/m <sup>3</sup> )		
V <sub>1</sub>	30,000	15,00	14,250	505	285,7715	1:45	176,6250	5,2988	2,69		
V <sub>2</sub>	29,800	15,06	14,209	495	277,8851	1:40	178,0408	5,3056	2,68		
V <sub>3</sub>	29,550	15,18	14,285	515	284,5599	1:46	180,8894	5,3453	2,67		
V <sub>4</sub>	30,000	15,19	14,307	495	273,1491	1:40	181,1278	5,4338	2,63		
V <sub>5</sub>	29,950	14,90	14,232	465	266,6800	1:36	174,2779	5,2196	2,73		
V <sub>6</sub>	30,050	15,05	14,360	500	281,0652	1:44	177,8045	5,3430	2,69		
V <sub>7</sub>	29,875	14,99	14,326	520	294,6525	1:48	176,3896	5,2696	2,72		
V <sub>8</sub>	29,800	15,44	14,154	490	261,7047	1:44	187,1390	5,5767	2,54		
V <sub>9</sub>	29,850	15,10	14,385	480	268,0387	1:42	178,9879	5,3428	2,69		
V <sub>10</sub>	30,000	14,91	14,350	490	280,6409	1:45	174,5119	5,2354	2,74		
				Rata-rata	277,4148			Rata-rata	2,68		

#### 4.1.1 Berat Jenis Beton

Pengujian dan penghitungan yang dilakukan mendapatkan hasil bahwa untuk setiap penambahan prosentase pasir besi sebagai pengganti pasir normal akan menaikkan berat jenis beton yang dihasilkan (gambar 4.1).

Berat jenis beton meningkat secara umum disebabkan karena berat jenis pasir besi lebih besar dibandingkan dengan berat jenis pasir dari sungai Progo. Semakin besar prosentase pasir besi, maka beton yang dihasilkan mempunyai berat dan berat jenis yang semakin besar pula.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan berat jenis dengan penambahan pasir besi

#### 4.1.2 Kuat Desak Beton

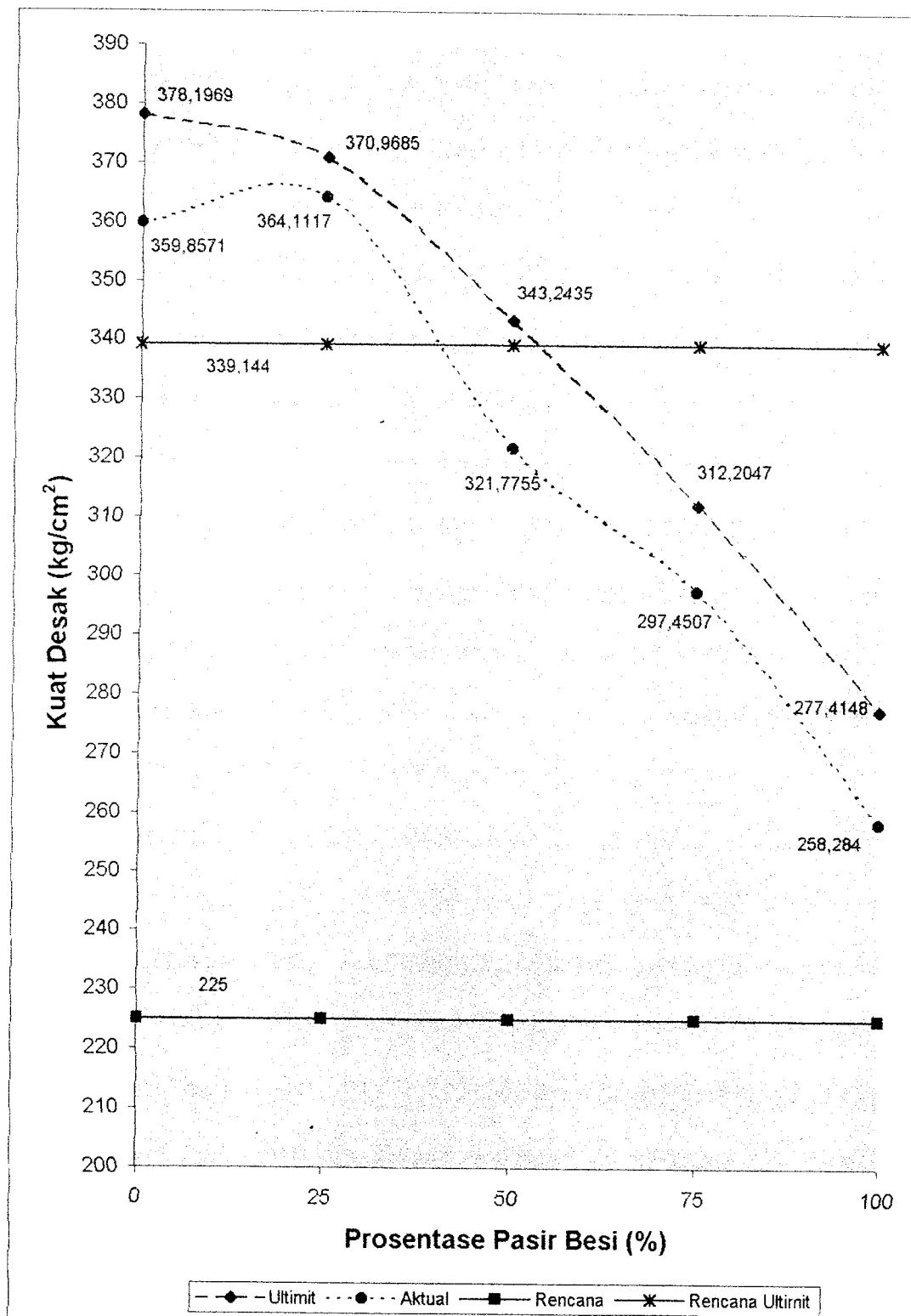
Hasil kuat desak beton ultimit pada variasi I, II, III, IV dan V dapat dilihat dalam tabel 4.1 sampai tabel 4.5. Sesuai hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa setiap penambahan prosentase pasir besi akan mengakibatkan kuat desak beton ultimit menurun, tetapi masih ada di atas kuat desak beton rencana yaitu  $225 \text{ kg/cm}^2$  (Gambar 4.2). Hasil pengujian kandungan lumpur pasir sungai Progo sebesar 0,25% dan kandungan lumpur pasir besi sebesar 0,325% (lihat tabel 3.1 dan tabel 3.2) memenuhi syarat kandungan lumpur agregat yaitu lebih kecil dari 5% (SK-SNI-T-1990-03) sehingga menghasilkan kuat desak beton sesuai rencana.

Penurunan nilai kuat desak beton ultimit yang terjadi setiap penambahan 25% pasir besi sebagai pengganti pasir normal lebih kurang  $30 \text{ kg/cm}^2$  (tabel 4.1 sampai tabel 4.5).

Sebab-sebab penurunan kuat desak beton antara lain karena :

1. Pasir besi mempunyai butiran yang kecil-kecil dan seragam dibandingkan dengan pasir dari sungai Progo, seharusnya pasir harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam dengan maksud butir-butir yang kecil dapat mengisi rongga antara butir yang besar, sehingga diperoleh adukan yang pampat dan rapat (Bahan Konstruksi Teknik Sipil I, Prof.Ir.A. Antono),
2. Ikatan antara pasir besi dengan bahan penyusun adukan beton yang lain kurang kuat, karena permukaan pasir besi halus (kurang kasar ),
3. Kandungan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pada pasir besi 82, 28%, padahal proporsi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang optimum untuk semen adalah 0,5% sampai dengan 6% (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995),

Dari pengamatan selama penelitian dan pengujian dapat dilihat bahwa retak dan hancur beton hanya terjadi bagian pasta semen dan agregat halus (pasir besi), hal ini diakibatkan karena pasir besi, pasta semen kurang dapat berikatan dengan agregat kasar. Untuk lebih jelasnya hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 sampai tabel 4.5.



Gambar 4.2 Grafik hubungan kuat desak beton dengan penambahan pasir besi

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Berat Jenis Beton

Berat jenis beton yang didapatkan dari hasil pengujian bervariasi sesuai dengan pembagian kelompok sebagai berikut :

#### 1. Benda uji beton dengan agregat halus 100 % pasir sungai Progo (Variasi I)

Benda uji beton disusun dari material dasar penyusun beton normal yaitu semen, pasir, kerikil, dan air. Agregat halus yang dipakai adalah pasir yang berasal dari sungai Progo dengan berat jenis  $2,6315 \text{ T/m}^3$ . Pasir dari sungai Progo mempunyai butiran yang cukup kasar dan agak besar, sehingga volume pori-pori antara agregat lebih banyak terjadi. Pori-pori yang terjadi mengakibatkan beton menjadi lebih ringan dengan berat jenis paling kecil dibandingkan dengan variasi penelitian yang lainnya (variasi II, III, IV dan V), yaitu  $2,39 \text{ T/m}^3$  (Tabel 4.1). Berat jenis beton silinder variasi I tanpa pasir besi hampir sama dengan beton normal yang mempunyai berat jenis  $2,4 \text{ T/m}^3$ .

#### 2. Benda uji beton dengan agregat halus 25 % pasir besi dan 75 % pasir sungai Progo (Variasi II)

Volume penggunaan pasir besi lebih sedikit (25 %) dibandingkan dengan pasir dari sungai Progo (75 %). Penambahan pasir besi sebagai pengganti 25 % dari pasir Progo mengakibatkan terjadi penambahan berat benda uji beton yang dibuat. Pori-pori yang terjadi pada beton normal akan diisi oleh pasir besi yang memiliki gradasi butiran lebih halus dari pasir dari sungai Progo. Akibat masuknya butir-butir pasir besi ini akan mengganti pengaruh

berat dari pasir normal dengan berat pasir besi yang akhirnya menimbulkan berat beton yang terjadi lebih tinggi dengan berat jenis yang lebih berat juga, yaitu  $2,52 \text{ T/m}^3$  (Tabel 4.2), terjadi kenaikan berat jenis sebesar  $0,13 \text{ T/m}^3$  (5,439 %) dibandingkan dengan benda uji variasi I. Berat jenis beton silinder variasi II mengalami kenaikan berat jenis jika dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai berat jenis  $2,4 \text{ T/m}^3$  yaitu sebesar  $0,12 \text{ T/m}^3$  (5 %).

3. Benda uji dengan agregat halus 50 % pasir besi dan 50 % pasir dari sungai Progo (Variasi III)

Pasir besi mempunyai berat jenis lebih tinggi dari pasir dari sungai Progo. Dalam perencanaan adukan beton yang dilakukan sebelumnya diperoleh semua jumlah material yang dibutuhkan. Volume agregat halus yang digunakan dibagi dua sama besar antara pasir besi dan pasir dari sungai Progo. Akibat pengaruh berat jenis pasir besi yang lebih besar, maka berat jenis benda uji silinder beton variasi III lebih besar dari variasi I dan II. Berat jenis beton yang terjadi sebesar  $2,56 \text{ T/m}^3$  (Tabel 4.3), terjadi kenaikan berat jenis sebesar  $0,17 \text{ T/m}^3$  (7,113 %) dibandingkan dengan benda uji variasi I. Berat jenis beton silinder variasi III mengalami kenaikan berat jenis jika dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai berat jenis  $2,4 \text{ T/m}^3$  yaitu sebesar  $0,16 \text{ T/m}^3$  (6,667 %).

4. Benda uji dengan agregat halus 75 % pasir besi dan 25 % pasir dari sungai Progo (Variasi IV)

Volume agregat halus lebih banyak menggunakan pasir besi dibandingkan dengan pasir dari sungai Progo. Pori-pori yang terjadi lebih sedikit karena

akan diisi butiran-butiran pasirbesi yang lebih halus. Akibatnya beton yang terjadi akan lebih banyak dipengaruhi oleh berat jenis pasir besi yang lebih besar, berat jenis beton uji sebesar  $2,62 \text{ T/m}^3$  (Tabel 4.4), terjadi kenaikan berat jenis sebesar  $0,23 \text{ T/m}^3$  (9,623 %) dibandingkan dengan benda uji variasi I. Berat jenis beton silinder variasi IV mengalami kenaikan berat jenis jika dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai berat jenis  $2,4 \text{ T/m}^3$  yaitu sebesar  $0,22 \text{ T/m}^3$  (9,167 %).

5. Benda uji dengan agregat halus 100 % pasir besi (Variasi V)

Agregat halus yang digunakan sebagai pengisi dalam adukan beton adalah pasir besi. Penggunaan pasir besi ini menimbulkan ikatan antara agregat lebih rapat terisi oleh butiran pasir yang halus dan seragam. Berat jenis beton akan banyak dipengaruhi oleh berat jenis pasir besi, akibatnya berat jenis beton besar, yaitu  $2,68 \text{ T/m}^3$  (Tabel 4.5), terjadi kenaikan berat jenis sebesar  $0,29 \text{ T/m}^3$  (12,134 %) dibandingkan dengan benda uji variasi I. Berat jenis beton silinder variasi V mengalami kenaikan berat jenis jika dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai berat jenis  $2,4 \text{ T/m}^3$  yaitu sebesar  $0,28 \text{ T/m}^3$  (11,667 %).

#### 4.2.2 Pengendalian Mutu Pekerjaan

Benda uji silinder beton perlu diteliti dengan variasi kuat desak beton dari keseluruhan sampel silinder beton yang diuji. Makin baik mutu pelaksanaan, makin kecil nilai deviasi standarnya. Nilai deviasi standar dapat dihitung menggunakan rumus :



$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

Keterangan :

- $Sd$  = Deviasi standar  
 $F'c_{28}$  = Kuat desak beton yang terjadi pada masing-masing benda uji umur 28 hari  
 $F'cr$  = Kuat desak beton rata-rata  
 $N$  = Jumlah benda uji

Tabel 4.6 Nilai deviasi standar tiap variasi benda uji

Variasi	I	II	III	IV	V
$Sd$ (kg/cm <sup>2</sup> )	9,64033	3,60431	11,28470	7,75545	10,05610

Berdasarkan data hasil pengujian kemudian dapat dihitung nilai deviasi standar dengan menggunakan rumus diatas, maka nilai deviasi standar dapat dilihat pada tabel 4.6. Nilai deviasi standar yang diperoleh dibandingkan dengan tabel 2.5 sehingga didapatkan mutu pelaksanaan pekerjaan termasuk sangat baik.

Tabel 4.7 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi I  
(0 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ( $f'c_{28}$ )	$(f'c_{28} - f'cr)$	$(f'c_{28} - f'cr)^2$	Kuat Desak Aktual ( $f'c$ )
I <sub>1</sub>	376,6270	-1,5699	2,4646	358.2872
I <sub>2</sub>	384,2887	6,0918	37,1100	365.9489
I <sub>3</sub>	383,2723	5,0754	25,7597	364.9325
I <sub>4</sub>	390,6806	12,4837	155,8428	372.3408
I <sub>5</sub>	378,6374	0,4405	0,1940	360.2976
I <sub>6</sub>	358,2088	-19,9881	399,5241	339.8690
I <sub>7</sub>	379,6484	1,4515	2,1069	361.3086
I <sub>8</sub>	378,2171	0,0202	0,0004	359.8773
I <sub>9</sub>	386,3283	8,1314	66,1197	367.9885
I <sub>10</sub>	366,0601	-12,1368	147,3019	347.7203
Rata-rata	378,1969		836,4241	359.8571

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (836,421)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_I = 9.64033$$

Perhitungan kuat desak aktual ( $f'c$ ) :

$$f'c_{28} = f'c_I + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_I = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

Tabel 4.8 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi II  
(25 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ( $f'c_{28}$ )	$(f'c_{28} - f'cr)$	$(f'c_{28} - f'cr)^2$	Kuat Desak Aktual ( $f'c$ )
II <sub>1</sub>	377,8331	6,8646	47,1231	370.9763
II <sub>2</sub>	366,4752	-4,4933	20,1897	359.6184
II <sub>3</sub>	368,1955	-2,7731	7,6898	361.3387
II <sub>4</sub>	370,6542	-0,3143	0,0988	363.7974
II <sub>5</sub>	368,5532	-2,4153	5,8338	361.6964
II <sub>6</sub>	376,3130	5,3445	28,5639	369.4562
II <sub>7</sub>	371,3453	0,3768	0,1419	364.4885
II <sub>8</sub>	370,6542	-0,3143	0,0988	363.7974
II <sub>9</sub>	368,3157	-2,6528	7,0375	361.4589
II <sub>10</sub>	371,3452	0,3767	0,1419	364.4884
Rata-rata	<b>370,9685</b>		<b>116,9193</b>	<b>364.1117</b>

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (116,9193)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_{II} = 3,60431$$

Perhitungan kuat desak aktual ( $f'c$ ) :

$$f'c_{28} = f'c_{II} + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_{II} = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

Tabel 4.9 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi III  
(50 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ( $f'c_{28}$ )	$(f'c_{28} - f'c)$	$(f'c_{28} - f'c)^2$	Kuat Desak Aktual ( $f'c$ )
III <sub>1</sub>	356,9528	13,7093	187,9449	335.4848
III <sub>2</sub>	315,4280	-27,8155	773,7020	293.9600
III <sub>3</sub>	342,6140	-0,6295	0,3963	321.1460
III <sub>4</sub>	347,0378	3,7943	14,3967	325.5698
III <sub>5</sub>	350,8480	7,6045	57,8284	329.3800
III <sub>6</sub>	341,6761	-1,5674	2,4567	320.2081
III <sub>7</sub>	339,4198	-3,8237	14,6207	317.9518
III <sub>8</sub>	352,7360	9,4925	90,1076	331.2680
III <sub>9</sub>	344,3360	1,0925	1,1936	322.8680
III <sub>10</sub>	341,3864	-1,8571	3,4488	319.9184
Rata-rata	<b>343,2435</b>		<b>1146,0957</b>	<b>321.7755</b>

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (1146,0957)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_{III} = 11,2847$$

Perhitungan kuat desak aktual ( $f'c$ ) :

$$f'c_{28} = f'c_{III} + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_{III} = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

Tabel 4.10 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi IV  
(75 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ( $f'c_{28}$ )	$(f'c_{28} - f'cr)$	$(f'c_{28} - f'cr)^2$	Kuat Desak Aktual ( $f'c$ )
IV <sub>1</sub>	317,8747	5,6700	32,1489	303.1207
IV <sub>2</sub>	304,3355	-7,8692	61,9243	289.5815
IV <sub>3</sub>	322,7297	10,5250	110,7756	307.9757
IV <sub>4</sub>	299,0797	-13,1250	172,2656	284.3257
IV <sub>5</sub>	311,5682	-0,6365	0,4051	296.8142
IV <sub>6</sub>	307,1769	-5,0278	25,2788	292.4229
IV <sub>7</sub>	307,5861	-4,6186	21,3315	292.8321
IV <sub>8</sub>	319,9890	7,7843	60,5953	305.2350
IV <sub>9</sub>	311,9824	-0,2223	0,0494	297.2284
IV <sub>10</sub>	319,7246	7,5199	56,5489	304.9706
Rata-rata	<b>312,2047</b>		<b>541,3235</b>	<b>297.4507</b>

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{1}^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{1}^n (541,3235)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_{IV} = 7,75545$$

Perhitungan kuat desak aktual ( $f'c$ ) :

$$f'c_{28} = f'c_{IV} + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_{IV} = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

Tabel 4.11 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi V  
(100 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ( $f'c_{28}$ )	$(f'c_{28} - f'cr)$	$(f'c_{28} - f'cr)^2$	Kuat Desak Aktual ( $f'c$ )
V <sub>1</sub>	285,7715	8,3567	69,8344	266.6407
V <sub>2</sub>	277,8851	0,4703	0,2212	258.7543
V <sub>3</sub>	284,5599	7,1451	51,0524	265.4291
V <sub>4</sub>	273,1491	-4,2657	18,1962	254.0183
V <sub>5</sub>	266,6800	-10,7348	115,2359	247.5492
V <sub>6</sub>	281,0652	3,6504	13,3254	261.9344
V <sub>7</sub>	294,6525	17,2377	297,1383	275.5217
V <sub>8</sub>	261,7047	-15,7101	246,8072	242.5739
V <sub>9</sub>	268,0387	-9,3761	87,9112	248.9079
V <sub>10</sub>	280,6409	3,2261	10,4077	261.5101
Rata-rata	277,4148		910,1301	258.2840

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (910,1301)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_v = 10,0561$$

Perhitungan kuat desak aktual ( $f'c$ ) :

$$f'c_{28} = f'c_v + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_v = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

#### 4.2.3 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton beragam sesuai dengan tabel pengujian. Pembagian penelitian dapat dilihat pada uraian berikut :

1. Benda uji dengan agregat halus 100 % pasir dari sungai Progo (0% Pasir besi)/Variasi I

Kuat desak beton dipengaruhi oleh bahan penyusunnya yaitu semen, pasir kerikil, dan air. Perancangan adukan beton menggunakan bahan material penyusun yang sama baik asal, kualitas maupun sifat-sifat fisiknya, kecuali pasir. Beton dengan menggunakan material yang baik dan terjaga proses pembuatannya akan menghasilkan kuat desak yang sesuai dengan kuat desak yang diharapkan. Pasir dari sungai Progo mempunyai butiran dengan permukaan butiran cukup kasar . Dengan permukaan butiran yang bergradasi cukup baik dan kasar tersebut akan terjadi kuncian antara penyusun beton, sehingga beton lebih kuat ikatannya dengan kuat desak rata-rata ultimit sebesar 378,1969 kg/cm<sup>2</sup>. Setelah dilakukan penghitungan berdasarkan hasil-hasil pengujian didapatkan kuat desak aktual sebesar 359,8571 kg/cm<sup>2</sup>, berarti masih berada di atas kuat desak rencana yaitu 225 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 134,8571 kg/cm<sup>2</sup> (59,936 %) (Tabel 4.1).

2. Benda uji dengan agregat halus 25 % pasir besi dan 75 % sungai Progo (Variasi II)

Agregat halus yang digunakan sebagai bahan pengisi dalam benda uji ini terdiri dari pasir dari sungai Progo dan pasir besi. Sifat-sifat adukan beton sangat dipengaruhi oleh penggunaan material bahan-bahan penyusunnya,

yaitu agregat kasar, agregat halus, semen, dan air. Pasir besi yang mempunyai ciri fisik berbutir halus dan seragam diketahui dari nilai modulus halus butir (MHB) yang kecil (0,57025), kadar lumpur pasir besi (0,25%) yang lebih besar dari pasir Progo (0,325%) dan kadar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pasir besi (82,28%) yang melebihi persyaratan kadar semen (0,5% – 6%) menimbulkan ikatan dengan pasta semen menjadi kurang kuat. Penggunaan pasir besi sebesar 25 % tidak begitu besar pengaruhnya terhadap kuat desak yang terjadi karena penggunaan pasir besi relatif kecil. Dari hasil pengujian didapatkan kuat desak beton rata-rata ultimit sebesar 370,9685  $\text{kg/cm}^2$ . Setelah dilakukan penghitungan dari hasil-hasil pengujian akan diperoleh kuat desak beton aktual sebesar 364,1117  $\text{kg/cm}^2$ , berarti lebih besar dari kuat desak rencana sebesar 225  $\text{kg/cm}^2$  (Tabel 4.2). Terjadi kenaikan kuat desak sebesar 4,2546  $\text{kg/cm}^2$  (1,18 %) dibanding kuat desak benda uji variasi I, hal ini dikarenakan mutu pelaksanaan baik sekali dengan nilai deviasi standar kecil yaitu sebesar 3,60431 (tabel 4.8).

3. Benda uji dengan agregat halus 50 % pasir besi dan 50 % sungai Progo (Variasi III)

Pada benda uji ini menggunakan komposisi bahan penyusun beton yang cukup berpengaruh terhadap kuat desak beton yang terjadi. Dengan penggunaan pasir besi dengan komposisi yang seimbang dengan pasir dari sungai Progo, maka pengaruh pasir besi akan lebih besar lagi dibandingkan dengan pengujian benda uji sebelumnya. Semakin banyak penggunaan pasir besi, maka ikatan antara agregat halus dengan pasta



semen semakin berkurang daya ikatannya, karena (MHB) yang kecil (0,57025), kadar lumpur pasir besi (0,25%) yang lebih besar dari pasir Progo (0,325%) dan kadar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pasir besi (82,28%) yang melebihi persyaratan kadar semen (0,5% – 6%). Hasil pengujian mendapatkan besar nilai kuat desak beton rata-rata ultimit sebesar  $343,2435 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan kuat desak aktual sebesar  $321,7755 \text{ kg/cm}^2$  dan masih lebih besar dari kuat desak rencana sebesar  $225 \text{ kg/cm}^2$  (Tabel 4.3). Terjadi penurunan kuat desak sebesar  $38,0816 \text{ kg/cm}^2$  (10,58 %) dibanding kuat desak benda uji variasi I.

4. Benda uji dengan agregat halus 75 % pasir besi dan 25 % sungai Progo (Variasi IV)

Seperti pada pembahasan sebelumnya, maka dapat dijelaskan bahwa pengaruh penggunaan pasir besi semakin meningkat sesuai penambahan jumlah pasir besi yang digunakan. Pasir besi merapatkan ikatan antara agregat halus dan kasar, sebab butir-butir yang kecil dari pasir besi akan mengisi rongga-rongga yang terjadi. Dari segi kekasaran permukaannya pasir besi cenderung lebih halus dari pasir sungai Progo, sehingga ikatan antara pasir besi dengan pasta semen kurang kuat. Pemakaian pasir besi dengan volume lebih besar dibandingkan pasir dari sungai Progo sangat mempengaruhi besar kuat desak beton yang terjadi. Sesuai hasil pengujian diperoleh besar kuat desak beton rata-rata ultimit sebesar  $312,2047 \text{ kg/cm}^2$ , kuat desak beton aktual yang diperoleh sebesar  $297,4507 \text{ kg/cm}^2$  dan masih lebih besar dari kuat desak rencana sebesar

225 kg/cm<sup>2</sup> (Tabel 4.4). Terjadi penurunan kuat desak sebesar 62,4064 kg/cm<sup>2</sup> (17,34 %) dibanding kuat desak benda uji variasi I.

5. Benda uji dengan agregat halus 100 % pasir besi (Variasi V)

Benda uji yang direncanakan pada bagian akhir pembahasan kali ini menggunakan agregat halus 100% pasir besi, berarti semua pasir normal dari sungai Progo diganti dengan pasir besi. Pemakaian pasir besi secara total tentu saja akan mempengaruhi kuat desak beton yang sebelumnya juga dipengaruhi oleh pasir dari sungai Progo. Pada benda uji sebelumnya kekurangan-kekurangan dari pasir besi dapat diimbangi dengan penggunaan pasir dari sungai Progo, maka pada benda uji ini kekurangan banyak dipengaruhi oleh pasir besi. Benda uji yang dibuat memiliki tingkat kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan benda uji yang lain karena butir-butir halus mengisi semua rongga antara agregat. Tingkat kepadatan benda uji ini tidak diimbangi dengan ikatan yang cukup kuat antara bidang kontak permukaan antara agregat dengan pasta semen. Permukaan agregat halus tidak dapat berikatan dengan pasta semen secara sempurna, maka ikatan yang terjadi kurang kuat. Kuat desak beton rata-rata ultimit yang terjadi sebesar 277,4148 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan kuat desak beton rencana aktual setelah dihitung sebesar 258.2840 kg/cm<sup>2</sup> dan masih lebih besar dari kuat desak rencana sebesar 225 kg/cm<sup>2</sup> (Tabel 4.5). Terjadi penurunan kuat desak sebesar 101,5731 kg/cm<sup>2</sup> (28,22 %) dibanding kuat desak benda uji variasi I.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil uji silinder beton dengan pemakaian pasir besi pada penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pasir besi dapat digunakan untuk campuran beton sebagai pengganti pasir sungai Progo. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil kuat desak silinder beton yang dihasilkan lebih besar dari kuat desak yang disyaratkan sebesar  $225 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Benda uji variasi II, III, IV dan V mempunyai berat jenis di atas berat jenis beton normal sebesar  $2,4 \text{ T/m}^3$ .
3. Penambahan prosentase pasir besi pada tiap variasi menyebabkan terjadinya kenaikan berat jenis beton. Pada hasil penelitian diperoleh kenaikan rata-rata berat jenis beton sebesar  $0,205 \text{ T/m}^3$  (sebesar 8,577 % dibandingkan terhadap variasi I).
4. Benda uji variasi II, yaitu benda uji menggunakan 75 % agregat halus pasir sungai Progo (25 % pasir besi) kuat desak aktualnya sebesar  $364,1117 \text{ kg/cm}^2$  dan terjadi kenaikan kuat desak sebesar  $4,2546 \text{ kg/cm}^2$  (1,18 %) dibanding benda uji variasi I.

5. Penurunan kuat desak terjadi pada variasi III, IV dan V terhadap variasi I rata-rata sebesar  $67,3537 \text{ kg/cm}^2$  (sebesar 18,71 %).
6. Penurunan kuat desak terjadi karena pasir besi mempunyai butiran yang kecil-kecil dan seragam, seharusnya pasir harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam dengan maksud butir-butir yang kecil dapat mengisi rongga antara butir yang besar, sehingga diperoleh adukan yang pampat dan rapat

## 5.2 Saran-saran

Penelitian ini banyak mempunyai keterbatasan, baik dari segi waktu, biaya dan material/bahan, maka dapat dikatakan hasil penelitian ini masih kurang sempurna. Berkaitan dengan hal tersebut di atas dapat dikemukakan saran-saran untuk melengkapi penelitian baik selama proses pembuatan benda uji beton, maupun hingga umur pelayanan beton, sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih baik, maka dibutuhkan jumlah benda uji yang lebih banyak sesuai peraturan.
2. Kuat tekan beton yang direncanakan akan dicapai dengan baik, jika pada saat pengadukan bahan penyusun beton diperhatikan agar adukan beton cukup merata dan homogen yaitu dengan mencampurkan sedikit demi sedikit semua bahan penyusun hingga warna mortar beton seragam dan tidak menggumpal.
3. Sebagai bahan penelitian pembanding dapat dilakukan penelitian dengan menambah variasi % penambahan pasir besi dari 0% pasir besi hingga 25 % pasir besi.

4. Untuk penelitian lebih lanjut bahan material penyusun beton dapat diambil dari tempat yang lebih variatif dan beragam.
5. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan pasir besi jika dipakai bahan tambah (zat aditif) untuk meningkatkan mutu beton.
6. Umur pengujian sebaiknya dilakukan pada 7,14, 21, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana yang beragam untuk mengetahui sejauh mana perubahan kuat tekan beton yang terjadi secara bertahap.
7. Beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat pasir besi memiliki berat jenis yang cukup tinggi, sehingga berat sendiri beton menjadi semakin besar. Beton jenis ini cocok diterapkan untuk struktur yang kestabilannya sebagian besar tergantung pada berat sendiri struktur, seperti pada bangunan air.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Antono, Prof, Ir, 1988, BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK SIPIL I, Bahan Perkuliahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Daniel L.S, 1991, STRUKTUR, Erlangga, Jakarta.

J. Francis Young, CONCRETE, University Of Illinois at Urbana Champaign.

Kardiyono Tjokrodinuljo, Ir, ME, 1992, TEKNOLOGI BETON, Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Lydon, F.D, 1979, CONCRETE MIX DESIGN, Applied Science Publisher Ltd., London.

Murdock, L.J dan Brook, K.M, 1991, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Erlangga, Jakarta.

Swamy, R.N, 1986, CONCRETE TECHNOLOGY AND DESIGN CEMENT REPLACEMENT MATERIALS, VOLUME 3, Reader in Civil and Structure Engineering, University of Sheffield.

\_\_\_\_\_, SK SNI-14-1989-F, 1989, METODE PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

\_\_\_\_\_, SK SNI-28-1989, 1991, TATA CARA PENGADUKAN DAN PENGECORAN BETON, Yayasan LPMB Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

\_\_\_\_\_, 1977, PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA N.I-2-1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

# LAMPIRAN

Programal 1 bl  
TA 3 bl  
10/7



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta**

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	MUHAMAD RAFII	94 310 100		TSS.
2	MUHAMAD LUKMAN HAKIM	94 310 108		TSS.

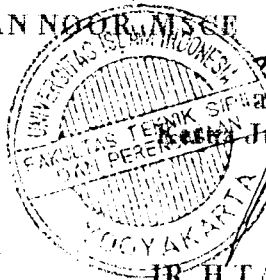
JUDUL TUGAS AKHIR : PENGARUH AGREGAT PASIR BESI TERHADAP  
KUAT DESAK BETON. *penakalian.*

Dosen Pembimbing I : IR. H. M. SAMSUDIN, MT

Dosen Pembimbing II : IR. H. ILMAN NOOR, MS, SE

1

2

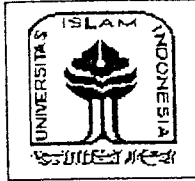


Yogyakarta, 25 Feb. 2000

Dekan,  
Jurusan Teknik Sipil

*[Signature]*  
IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta**

**DATA PEMERIKSAAN**  
**KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR**

Jenis Benda Uji : \_\_\_\_\_  
 Nama Benda uji : Pasir Normal  
 Asal : Sungai Prago  
 Keperluan : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Diperiksa oleh :

1) M. Rafli 04-100  
 2) M. Lukman H 04-108

Tanggal : 26-4-2000

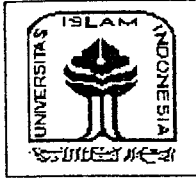
**ALAT - ALAT**

1. Timbangan Kapasitas 2610 gram
2. Oven
3. Gelas ukur Volume 100 cc
4. Stop wacth
5. Piring., gayuh
6. Sendok, lap, torong, penggaris
7. Dan lain-lain

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat piring kosong (W1)	149.... gram	150.... gram
Berat piring + pasir kering oven (W2)	649 .. gram	650.. gram
Berat pasir kering oven (W <sub>ko1</sub> ) (W2 - W1)	500.. gram.	500.. gram.
Pasir kering oven setelah dicuci (W <sub>ko2</sub> )	499,5 gram	498.. gram
Kandungan lumpur $\frac{W_{ko1} - W_{ko2}}{W_{ko1}} \times 100 \%$	0,1 .. %	0,4... %
Kandungan Lumpur Rata - rata	0,25... %	

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

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


**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
**Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta**
**DATA PEMERIKSAAN  
KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR**

Jenis Benda Uji : \_\_\_\_\_  
 Nama Benda uji : Pasir Best  
 Asal : Cilacap  
 Keperluan : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Diperiksa oleh :  
 1) M. Rafii 94-100  
 2) M. Lukman . H 94-108

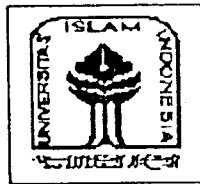
Tanggal : 26-4-2000

**ALAT – ALAT**

1. Timbangan Kapasitas 2610 gram
2. Oven
3. Gelas ukur Volume 100 cc
4. Stop wacth
5. Piring., gayuh
6. Sendok, lap, torong, penggaris
7. Dan lain-lain

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat piring kosong (W1)	..152.. gram	..160... gram
Berat piring + pasir kering oven (W2)	..1152.. gram	..1160.. gram
Berat pasir kering oven (W <sub>ko1</sub> ) (W2 - W1)	..1000. gram.	..1000. gram.
Pasir kering oven setelah dicuci (W <sub>ko2</sub> )	..996,5 gram	..997... gram
Kandungan lumpur $\frac{W_{ko1} - W_{ko2}}{W_{ko1}} \times 100 \%$	..0,35 %	..0,3... %
Kandungan Lumpur Rata - rata	0,325 %	

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



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

### DATA PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT KASAR

Jenis Benda Uji : \_\_\_\_\_  
Nama Benda uji : Pasir Normal  
Asal : Progo  
Keperluan : \_\_\_\_\_

Diperiksa oleh :  
1) M. Rafii 94-100  
2) M. Lokman H 94-108

Tanggal : 26-4-2000

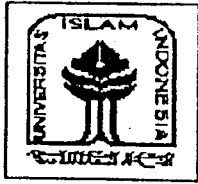
#### ALAT - ALAT :

1. Timbangan kapaitas 20 kg
2. Mesin penggetar / mesin ayak
3. Saringan 1 (satu) set ( 40, 20, 10, 4.80, 2.40, 1.20, 0.60, 0.30, 0.15, pan ) mm
4. Sikat baja ( Kasar / halus )
5. Kuas , Lap kaos
6. Piring, serok . dll

LUBANG AYAKAN ( mm )	BERAT TERTINGGAL ( gram )		BERAT TERTINGGAL ( % )		BERAT TERTINGGAL KUMULATIF	
	I	II	I	II	I	II
PERCOBAAN KE :						
40	.....	.....	.....	.....	.....	.....
20	.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.80	3	6	0,15	0,3	0,15	0,3
2.40	91	102	4,55	5,1	4,7	5,4
1.20	211	219	10,55	10,95	15,25	16,35
0.60	523	530	26,15	26,5	41,4	42,85
0.30	685	686	34,25	34,3	75,65	77,15
0.15	411	393	20,55	19,65	96,2	96,8
SISA	76	64	3,8	3,2		
Jumlah	2000	2000	100	100	233,35	238,85
Jumlah rata-rata	2000		100		236,1	

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{236,1}{100} = 2,361$$

100  
LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII


**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
**Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta**
**DATA PEMERIKSAAN  
GRADASI AGREGAT HALUS**

Jenis Benda Uji : \_\_\_\_\_  
 Nama Benda uji : Pasir Besi  
 Asal : Cilacap  
 Keperluan : \_\_\_\_\_

Diperiksa oleh :  
 1) M. Rafii 94-100  
 2) M. Lukman H 94-108

Tanggal : 26-4-2000

**ALAT - ALAT :**

1. Timbangan kapaitas 20 kg
2. Mesin penggetar / mesin ayak
3. Saringan 1 (satu) set ( 40, 20, 10, 4.80, 2.40, 1.20, 0.60, 0.30, 0.15, pan ) mm
4. Sikat baja ( Kasar / halus )
5. Kuas , Lap kaos
6. Piring, serok . dll

LUBANG AYAKAN ( mm )	BERAT TERTINGGAL ( gram )		BERAT TERTINGGAL ( % )		BERAT TERTINGGAL KUMULATIF	
	I	II	I	II	I	II
PERCOBAAN KE :						
40	—	—	—	—	—	—
20	.	.	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.
4.80	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.40	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.20	.....	.....	.....	.....	.....	.....
0.60	1	1	0,05	0,05	0,05	0,05
0.30	38	36	1,9	1,8	1,95	1,85
0.15	579	1548	28,95	77,4	30,9	79,25
SISA	1382	415	69,1	20,75	—	—
Jumlah	2000	2000	100	100	32,9	81,15
Jumlah rata-rata	2000		100		57,025	

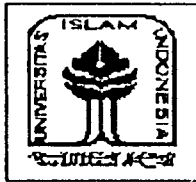
Modulus Halus Butir (MHB)

57,025
0,57

100

Yogyakarta,

**LABORATORIUM**
**BAHAN KONSTRUKSI TE**
**FAKULTAS TEKNIK**



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta**

**DATA PEMERIKSAAN**  
**BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Jenis Benda Uji : \_\_\_\_\_  
 Nama Benda uji : Pasir Normal  
 Asal : Progo  
 Keperluan : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Diperiksa oleh :  
 1) M. Rafii 94-100  
 2) M. Lukman.H 94-108

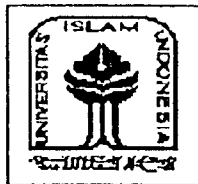
Tanggal : 26-4-2000

**ALAT – ALAT**

1. Gelas ukur kapasitas 1000 cc
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Piring, sekop kecil

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat Agregat ( W )	<u>500</u> .... Gram	<u>500</u> .... Gram
Gelas ukur + Air ( V1 )	<u>500</u> .... Cc	<u>500</u> .... Cc
Gelas ukur + Air + Agregat ( V2 )	<u>690</u> .... Cc	<u>690</u> .... Cc
BERAT JENIS ( BJ ) = $\frac{W}{V_2 - v_1}$	$\frac{500}{690-500} = 2,6315$	$\frac{500}{690-500} = 2,6315$
BERAT JENIS ( BJ ) RATA-RATA	$\frac{2,6315 + 2,6315}{2} = 2,6315$	

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 Yogyakarta, \_\_\_\_\_



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

### DATA PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis Benda Uji : \_\_\_\_\_  
 Nama Benda uji : Pasir Besi  
 Asal : Cilacap  
 Keperluan : \_\_\_\_\_

Diperiksa oleh :  
 1) M. Rapii 94-100  
 2) M. Lukman H 94-108

Tanggal : 26-4-2000

#### ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000 cc
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Piring, sckop kecil

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat Agregat ( W )	500.... Gram	500.... Gram
Gelas ukur + Air ( V1 )	500.... Cc	500.... Cc
Gelas ukur + Air + Agregat ( V2 )	620.... Cc	625.... Cc
BERAT JENIS ( BJ ) $\frac{W}{V2 - v1}$	$\frac{500}{620 - 500} = 4,167$	$\frac{500}{625 - 500} = 4$
BERAT JENIS ( BJ ) RATA-RATA	$\frac{4,167 + 4}{2} = 4,0835$	

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 Yogyakarta,

DIREKTORAT JENDERAL GEOLOGI DAN SUMBERDAYA MINERAL  
**DIREKTORAT VULKANOLOGI**  
**BALAI PENYELIDIKAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI KEGUNUNGAPIAN**  
Jl. Cendana No.15 Telp.(0274)514180-514192, Fax.563630 Yogyakarta 55166

---

LABORATORIUM KIMIA

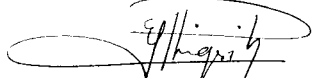
Bentuk Conto : Padatan  
Pengirim Conto : H. Lukman H./T. Sipil UII  
Asal Conto : Cilacap  
No. Analisa : 07/03/LK/2000

---

HASIL ANALISIS KIMIA  
(Dalam satuan % berat)

Unsur	Pasir besi
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	82,28
Na <sub>2</sub> O	0,12
TiO <sub>2</sub>	4,5
Cl	0,08

Yogyakarta, 2 Agustus 2000  
Lab. Geokimia

  
Ir. N. Euis Sutaningsih  
NIP. 100010995



# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

## DATA PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis Benda Uji : \_\_\_\_\_  
 Nama Benda uji : Kerikil  
 Asal : Clereng  
 Keperluan : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Diperiksa oleh :

1) M. Rafi 94-100  
 2) M. Lukman H 94-108

Tanggal : 26-4-2000

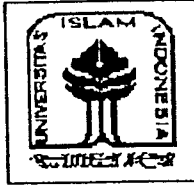
### ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000 cc
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Piring, sekop kecil

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat Agregat ( W )	<u>500</u> .... Gram	<u>500</u> .... Gram
Gelas ukur + Air ( V1 )	<u>500</u> .... Cc	<u>500</u> .... Cc
Gelas ukur + Air + Agregat ( V2 )	<u>690</u> .... Cc	<u>690</u> .... Cc
BERAT JENIS ( BJ ) = $\frac{W}{V2 - v1}$	$\frac{500}{690 - 500} = 2,63$	$\frac{500}{690 - 500} = 2,63$
BERAT JENIS ( BJ ) RATA-RATA	$\frac{2,63 + 2,63}{2} = 2,63$	

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL**  
 Yogyakarta, \_\_\_\_\_





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN**  
**BERAT VOLUME AGREGAT HALUS**

Jenis Benda Uji : \_\_\_\_\_  
 Nama Benda uji : Kerikil  
 Asal : Clereng  
 Keperluan : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Diperiksa oleh :  
 1) M. Rafii 04-100  
 2) M. Lukman H 04-108  
 Tanggal : 26-4-2000

**ALAT - ALAT**

1. Timbangan Kapasitas minimal 20 Kg
2. Cetakan silinder (  $\varnothing 15 \times t 30$  ) cm
3. Tongkat penumbuk  $\varnothing 16$  mm panjang 60 cm
4. Serok /cetok
5. Dan lain-lain

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat cetakan silinder (W1)	5,475 Kg	5,475 Kg
Berat cetakan silinder + Agregat (W2)	13,562 Kg	13,515 Kg
Volume silinder (V) $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,3 \cdot 10^{-3} M^3$	$5,3 \cdot 10^{-3} M^3$
Berat Volume Agregat = $\frac{W2 - W1}{V}$	$1,525 t/m^3$	$1,516 t/m^3$
Berat Volume Agregat Rata - rata	$1,5205 t/m^3$	

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 Universitas Islam Indonesia  
 Yogyakarta

Lokasi pencoran : Lab BKT Uli									
Beton rencana : K-225									
Tanggal pencoran : 15 Mei 2000									
Slump : 8,5 cm									
0% Pasir Besi									
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ (T/m <sup>3</sup> )
I <sub>1</sub>	30,010	15,05	12,938	670	376,6270	2:35	177,8045	5,3359	2,42
I <sub>2</sub>	29,098	15,01	12,850	680	384,2887	2:34	176,8606	5,1463	2,50
I <sub>3</sub>	29,650	15,14	12,765	690	383,2723	2:40	179,9374	5,3351	2,39
I <sub>4</sub>	30,035	15,05	12,880	695	390,6806	2:39	177,8045	5,3404	2,41
I <sub>5</sub>	29,850	15,01	12,895	670	378,6374	2:36	176,8606	5,2793	2,44
I <sub>6</sub>	30,575	15,20	12,438	650	358,2088	2:30	181,3664	5,5453	2,24
I <sub>7</sub>	29,027	15,99	12,968	670	379,6484	2:40	200,7089	5,8260	2,29
I <sub>8</sub>	29,725	15,13	12,686	680	378,2171	2:28	179,6998	5,3416	2,37
I <sub>9</sub>	29,650	15,08	12,851	690	386,3283	2:40	178,5140	5,2929	2,43
I <sub>10</sub>	29,850	14,92	12,758	640	366,0601	2:24	174,7460	5,2162	2,45
Rata-rata					378,1969		Rata-rata		2,39

LABORATORIUM  
FAKULTAS TEKNIK  
KONSTRUKSI TEKNIK

Lokasi pencoran : Lab BKT UII											
Beton rencana : K-225											
Tanggal pencoran : 16 Mei 2000											
Slump : 7,5 cm											
Tanggal Pengujian : 14 Juni 2000											
25% Pasir Besi											
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ (T/m <sup>3</sup> )		
II <sub>1</sub>	29,900	14,80	13,330	650	377,8331	2:30	171,9464	5,14120	2,59		
II <sub>2</sub>	30,600	15,20	13,838	665	366,4752	2:33	181,3664	5,54981	2,49		
II <sub>3</sub>	30,400	15,05	13,435	655	368,1955	1:36	177,8045	5,40526	2,49		
II <sub>4</sub>	29,950	15,00	13,539	655	370,6542	1:55	176,6250	5,28992	2,56		
II <sub>5</sub>	29,800	15,10	13,405	660	368,5532	2:70	178,9879	5,33384	2,51		
II <sub>6</sub>	30,000	15,00	13,420	665	376,3130	2:20	176,6250	5,29875	2,53		
II <sub>7</sub>	30,260	15,10	13,352	665	371,3453	2:13	178,9879	5,41617	2,47		
II <sub>8</sub>	30,100	15,00	13,385	655	370,6542	2:50	176,6250	5,31641	2,52	LABORATORIUM	
II <sub>9</sub>	29,800	14,99	13,350	650	368,3157	1:52	176,3896	5,25641	2,54	FAKULTAS TEKNIK	
II <sub>10</sub>	30,090	15,10	13,416	665	371,3452	2:10	178,9879	5,38574	2,49	FAKULTAS TEKNIK U	
				Rata-rata	370,9685					Rata-rata	2,52

Lokasi pencoran : Lab BKT UII										
Beton rencana : K-225										
Tanggal pencoran : 17 Mei 2000										
Slump : 15 cm										
50% Pasir Besi										
Tanggal Pengujian : 16 Juni 2000										
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ (T/m <sup>3</sup> )	
III <sub>1</sub>	30,050	15,050	13,770	635	356,9528	2:15	177,8045	5,34302	2,58	
III <sub>2</sub>	30,430	14,900	13,740	550	315,4280	1:55	174,2779	5,30327	2,59	
III <sub>3</sub>	30,075	14,870	13,655	595	342,6140	2:02	173,5768	5,22032	2,62	
III <sub>4</sub>	30,850	14,960	13,636	610	347,0378	2:08	175,6843	5,41986	2,52	
III <sub>5</sub>	29,860	15,000	13,696	620	350,8480	2:11	176,6250	5,27402	2,60	
III <sub>6</sub>	29,750	15,200	13,690	620	341,6761	2:15	181,3664	5,39565	2,54	
III <sub>7</sub>	30,075	14,940	13,645	595	339,4198	2:04	175,2148	5,26959	2,59	
III <sub>8</sub>	30,215	15,020	13,796	625	352,7360	2:11	177,0963	5,35097	2,59	
III <sub>9</sub>	30,110	15,080	13,795	615	344,3360	2:15	178,5140	5,37506	2,59	
III <sub>10</sub>	29,875	15,510	13,740	645	341,3864	2:27	188,8397	5,64159	2,44	
Rata-rata					343,2435				Rata-rata	2,56

**LAPORATORIUM**  
**KONSTRUKSI TEKNIK**  
**INFRASTRUKTUR**

Lokasi pencoran : Lab BKT UII											
Beton rencana : K-225											
Tanggal pencoran : 17 Mei 2000											
Slump : 10,5 cm											
Tanggal Pengujian : 17 Juni 2000											
75% Pasir Besi											
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ (T/m <sup>3</sup> )		
IV <sub>1</sub>	29,875	15,11	14,020	570	317,8747	2:09	179,2250	5,3543	2,62		
IV <sub>2</sub>	29,925	15,10	14,011	545	304,3355	2:06	178,9879	5,3562	2,62		
IV <sub>3</sub>	30,200	14,93	13,964	555	322,7297	1:54	174,9803	5,2844	2,64		
IV <sub>4</sub>	30,110	14,95	13,985	525	299,0797	1:50	175,4495	5,2828	2,65		
IV <sub>5</sub>	30,375	15,06	13,994	555	311,5682	1:56	178,0408	5,4080	2,59		
IV <sub>6</sub>	30,350	15,03	14,000	545	307,1769	2:06	177,3322	5,3820	2,60		
IV <sub>7</sub>	30,125	15,02	14,059	545	307,5861	2:06	177,0963	5,3350	2,64		
IV <sub>8</sub>	29,875	15,06	13,836	570	319,9890	2:00	178,0408	5,3190	2,60	LABORATORIUM	
IV <sub>9</sub>	30,428	15,05	14,136	555	311,9824	1:48	177,8045	5,4102	2,60	KONSTRUKSI TEKNIK	
IV <sub>10</sub>	30,400	15,00	14,168	565	319,7246	2:05	176,6250	5,3694	2,64	KULTAS TEKNIK U	
				Rata-rata	312,2047					Rata-rata	2,62

Lokasi pencoran : Lab BKT UII										
Tanggall pencoran : 18 Mei 2000										
Tanggall Pengujian : 19 Juni 2000										
Beton rencana : K-225										
Slump : 14,5 cm										
100% Pasir Besi										
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (menit)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Volume (1.10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	BJ (T/m <sup>3</sup> )	
V <sub>1</sub>	30,000	15,00	14,250	505	285,7715	1:45	176,6250	5,2988	2,69	
V <sub>2</sub>	29,800	15,06	14,209	495	277,8851	1:40	178,0408	5,3056	2,68	
V <sub>3</sub>	29,550	15,18	14,285	515	284,5599	1:46	180,8894	5,3453	2,67	
V <sub>4</sub>	30,000	15,19	14,307	495	273,1491	1:40	181,1278	5,4338	2,63	
V <sub>5</sub>	29,950	14,90	14,232	465	266,6800	1:36	174,2779	5,2196	2,73	
V <sub>6</sub>	30,050	15,05	14,360	500	281,0652	1:44	177,8045	5,3430	2,69	
V <sub>7</sub>	29,875	14,99	14,326	520	294,6525	1:48	176,3896	5,2696	2,72	
V <sub>8</sub>	29,800	15,44	14,154	490	261,7047	1:44	187,1390	5,5767	2,54	
V <sub>9</sub>	29,850	15,10	14,385	480	268,0387	1:42	178,9879	5,3428	2,69	
V <sub>10</sub>	30,000	14,91	14,350	490	280,6409	1:45	174,5119	5,2354	2,74	
Rata-rata					277,4148	Rata-rata				2,68

LABORATORIUM  
 TEKNIK KONSTRUKSI TEGANG  
 FAKULTAS TEKNIK UI