

POSTAL SERVICE  
HABIS/SERIAL  
TGL TERIMA : 12 Juni 2006  
NO. JUDUL : 001912  
NO. DIV. : 0200001912001  
NO. BILIK :

# Perbandingan Nilai Kuat Desak Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Batu Pecah Dan Beton Agregat Kasar Dari Bahan Daur Ulang Beton Dengan Variasi Perawatan



Disusun oleh :

RINTA BRAMUNDITA      01 511 069  
PRAMONO SRI WIDODO      01 511 084

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



# LEMBAR PENGESAHAN

## LAPORAN TUGAS AKHIR PERBANDINGAN NILAI KUAT DESAK BETON DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR BATU PECAH DAN BETON AGREGAT KASAR DARI BAHAN DAUR ULANG BETON DENGAN VARIASI PERAWATAN

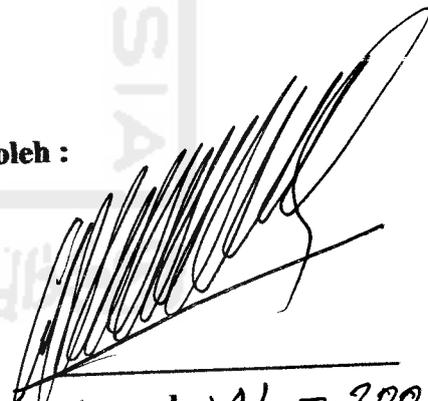
Disusun Oleh :

RINTA BRAMUNDITA  
No. Mhs. 01511069

PRAMONO SRI WIDODO  
No. Mhs. 01511084

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. A. Kadir Aboe, MS  
Dosen Pembimbing I

  
tanggal 19/10 - 2005

Ir. Helmy Akbar Bale, MT  
Dosen Pembimbing II

  
tanggal 24/10 2005

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah ﷻ atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad ﷺ, keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya. Karena keridhoan-Nya, penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Selanjutnya izinkanlah penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membimbing dan membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih tersebut penyusun sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS. selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT. selaku Dosen pembimbing II
3. Bapak Ir. H. Kasam, MT. selaku dosen penguji.
4. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

5. Bapak Ir. H, Munadhir, MS. selaku Ketua Jurusan teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
6. Bapak, ibu, kakak, adik tercinta yang selalu mendukung, mendoakan, dan memotivasi.
7. Rekan-rekan seperjuangan Kos Pondok Djono Solution (Anjar, Rico, Anang, Devid), Kismana yang selalu berbagi dalam suka dan duka.
8. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan ini, karena bantuan merekalah penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan referensi mengenai beton.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ لِلَّهِ وَالزَّكَاةُ لِلَّهِ وَالصِّيَامُ لِلَّهِ وَالْحَجُّ لِلَّهِ  
وَالسُّكْرُ عَلَيْكُمْ وُورْحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Jogjakarta, September 2005

Penyusun

## ABSTRAKSI

Banyaknya kejadian gempa yang terjadi di Indonesia mengakibatkan banyak gedung hancur serta kerusakan struktur gedung yang mengakibatkan limbah beton yang semakin menumpuk dan tidak dimanfaatkan. Dalam penelitian ini digunakan agregat pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar apakah agregat tersebut layak dipakai dengan mencapai kekuatan rencana yang ditentukan. Selain itu apakah metode perawatan akan mempengaruhi kuat desak beton.

Penelitian ini meninjau penggunaan agregat kasar pecahan beton dalam campuran beton serta hasil perawatan dengan cara yang berbeda, yaitu direndam, dibungkus plastik dan tanpa perawatan. Dalam pelaksanaan digunakan benda uji silinder berukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm dengan jumlah sample 14 buah untuk masing-masing variasi beton yaitu beton batu pecah tanpa rawat (BKTR), beton batu pecah dibungkus plastik (BKP), beton batu pecah direndam (BKR), beton pecahan beton tanpa rawat (BPTR), beton pecahan beton dibungkus plastik (BPP), beton pecahan beton direndam (BPR) dimana untuk masing-masing variasi dibagi 7 buah untuk umur 7 hari dan 7 buah untuk umur 28 hari. Penelitian limbah beton sebagai pengganti agregat kasar lebih menekankan pada uji kuat desak pada beton yang dihasilkan.

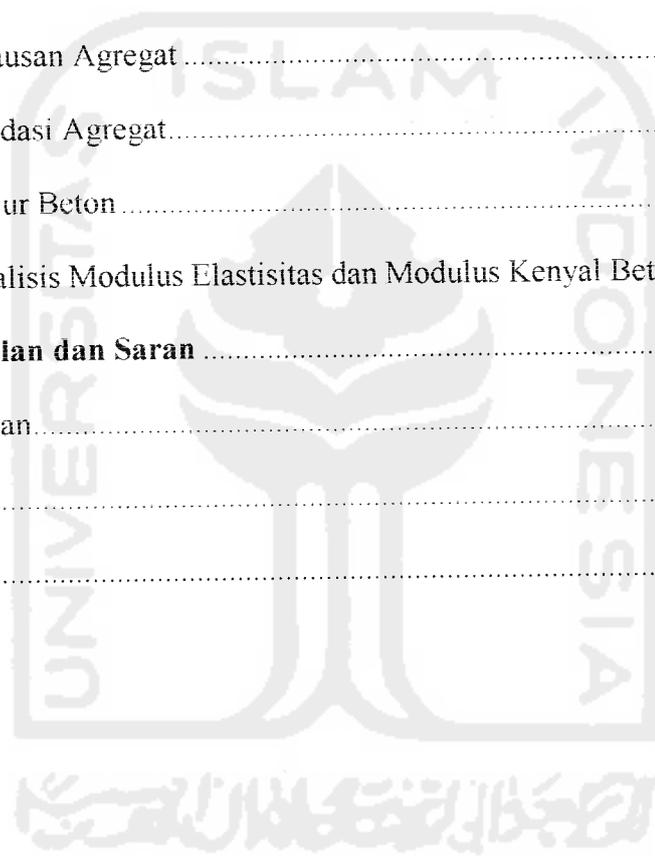
Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa agregat pecahan beton layak dipakai berdasarkan nilai keausan agregat yang yaitu 27,76% dibawah standar yang disyaratkan yaitu 40% selain itu jenis agregat yang berbeda akan menentukan jenis perawatan yang akan dipakai. Untuk beton yang menggunakan agregat kasar batu pecah ternyata perawatan yang paling baik untuk mencapai kekuatan yang maksimum adalah dibungkus plastik yaitu sebesar 34.4828 MPa atau naik 12.74% dibanding beton normal tanpa rawat sedangkan beton yang menggunakan agregat pecahan beton perawatan yang paling baik adalah direndam yaitu sebesar 36.1121 MPa atau naik 18.07% dibanding beton normal tanpa rawat.

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	i
<b>Lembar Pengesahan</b> .....	ii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iii
<b>Abstraksi</b> .....	v
<b>Daftar Isi</b> .....	vi
<b>Daftar Tabel</b> .....	ix
<b>Daftar grafik</b> .....	xi
<b>Bab I Pendahuluan</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Lingkup Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>Bab II Tinjauan Pustaka</b> .....	6
2.1 Penelitian Suharwanto, Djuanda Suratmadja, dan Habibullah Rois .....	6
2.2 Penelitian Oskar Patriawan R dan Faisal Hafid .....	7
2.3 Penelitian Taufan Hendrajaya dan Bayu Rahutomo Triyoga .....	8
2.4 Penelitian Bambang Setya Nugraha dan Noviardy Rachmadsyah .....	8
2.5 Penelitian Arief Kurniawan dan Sigit Isnianto .....	9
<b>Bab III Landasan Teori</b> .....	10
3.1 Pendahuluan .....	10
3.2 Pengertian Beton .....	10

3.3	Bahan-Bahan Campuran Beton .....	12
3.3.1	Semen Portland.....	12
3.3.2	Air dan Udara.....	15
3.3.2.1	Air.....	15
3.3.2.2	Udara.....	16
3.3.3	Agregat Halus.....	16
3.3.4	Agregat Kasar.....	17
3.4	Kekuatan Beton.....	18
3.4.1	Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Beton.....	20
3.4.2	Pengaruh Bentuk Butiran Agregat Kasar Pada kekuatan Beton ...	22
3.4.3	Pengaruh Pemadatan Beton Terhadap Kekuatan Beton.....	29
3.4.4	Pengaruh Perawatan Beton Terhadap Kekuatan Beton.....	29
3.5	Metode Perencanaan Adukan Beton .....	30
<b>Bab IV Metode Penelitian.....</b>		<b>36</b>
4.1	Standar Tes dan Spesifikasi Bahan .....	36
4.2	Peralatan Penelitian.....	38
4.3	Perencanaan Perhitungan Campuran Beton .....	39
4.3.1	Perhitungan Rancanagn Campuran Beton Agregat Kasar Batu Pecah Dengan Metode ACI.....	39
4.3.2	Perhitungan Rancanagn Campuran Beton Agregat Kasar Pecahan Beton Dengan Metode ACI.....	42
4.4	Prosedur Penelitian.....	45

<b>Bab V Hasil Penelitian dan Pembahasan</b> .....	49
5.1 Umum.....	49
5.2 Jenis dan Metode Perawatan.....	49
5.3 Hasil Penelitian.....	50
5.3.1 Kuat Desak Beton.....	51
5.3.2 Berat Jenis dan Berat Volume Beton.....	58
5.3.3 Keausan Agregat.....	59
5.3.4 Gradasi Agregat.....	60
5.3.5 Umur Beton.....	60
5.3.6 Analisis Modulus Elastisitas dan Modulus Kenyal Beton.....	62
<b>Bab VI Kesimpulan dan Saran</b> .....	72
6.1 Kesimpulan.....	72
6.2 Saran.....	73
<b>Daftar Pustaka</b> .....	74
<b>Lampiran</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Menentukan Harga Water Cement Ratio .....	21
Tabel 3.2	Faktor Air Semen Maksimum .....	21
Tabel 3.3	Nilai K Untuk Beberapa Keadaan .....	31
Tabel 3.4	Nilai Deviasi Standart .....	32
Tabel 3.5	Hubunagn Fas Dan Kuat Tekan Silinder Beton Umur 28 Hari.....	32
Tabel 3.6	Faktor Air Semen Maksimum Berdasarkan Pengaruh Tempat Elemen.....	32
Tabel 3.7	Nilai Slump Berdasarkan Penggunaan Jenis Elemen.....	33
Tabel 3.8	Perkiraan Nilai Slump Berdasarkan Ukuran Maksimum Agregat .....	34
Tabel 3.9	Perkiraan Kebutuhan Agregat Kasar Per $M^3$ Berdasarkan Ukuran Maksimum Agregat Dan Modulus Halus Butir Pasir ( $M^3$ ).....	35
Tabel 4.1	Alat-Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian .....	38
Tabel 5.1	Analisis Pengujian Kuat Desak Beton Umur 7 Hari .....	52
Tabel 5.2	Analisis Pengujian Kuat Desak Beton Umur 28 Hari .....	52
Tabel 5.3	Persentase Kuat Desak Beton Karakteristik Umur 7 Dan 28 Hari Dengan BK Sebagai Pembanding Untuk Masing-Masing Jenis Perawatan .....	52
Tabel 5.4	Persentase Kuat Desak Beton Karakteristik Umur 7 Dan 28 Hari Dengan TR Sebagai Pembanding Untuk Masing-Masing Jenis Beton .....	54

Tabel 5.5	Persentase Kuat Desak Beton Karakteristik Umur 7 Dan 28 Hari Dengan BK TR Sebagai Pembanding Untuk Masing-Masing Jenis Beton .....	55
Tabel 5.6	Data Kuat Desak Beton .....	57
Tabel 5.7	Konversi Umur Beton .....	61
Tabel 5.8	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Dan Modulus Kenyal.....	69



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1 Pengaruh Jenis Agregat Terhadap Kuat Desak Beton .....	24
Grafik 5.1 Hubungan Kuat Desak Rata-rata dengan Umur.....	51
Grafik 5.2 Tegangan – Regangan BP 7 ( R ).....	63
Grafik 5.3 Tegangan – Regangan BP 7 ( P ).....	63
Grafik 5.4 Tegangan – Regangan BP 7 ( TR ).....	64
Grafik 5.5 Tegangan – Regangan BK 7 ( TR ) .....	64
Grafik 5.6 Tegangan – Regangan BK 7 ( R ).....	65
Grafik 5.7 Tegangan – Regangan BK 7 ( P ).....	65
Grafik 5.8 Tegangan – Regangan BK 28 ( R ).....	66
Grafik 5.9 Tegangan – Regangan BK 28 ( P ).....	66
Grafik 5.10 Tegangan – Regangan BK 28 ( TR ).....	67
Grafik 5.11 Tegangan – Regangan BP 28 ( TR ).....	67
Grafik 5.12 Tegangan – Regangan BP 28 ( R ).....	68
Grafik 5.13 Tegangan – Regangan BP 28 ( P ).....	68

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Perkembangan dalam bidang industri tidak hanya memiliki implikasi yang positif, tetapi juga dapat memiliki implikasi yang negatif, seperti hasil limbah industri, limbah rumah tangga dan lain-lainnya. Begitu pula dalam hal perkembangan teknologi di bidang konstruksi. Usaha yang serius terhadap upaya perkembangan teknologi perlu didukung oleh penelitian. Penelitian yang sudah sering dilakukan secara garis besar pada umumnya menggunakan suatu teknologi sederhana dan tingkat madya yang memanfaatkan sumber daya lokal termasuk pemanfaatan limbah beton.

Pada umumnya pembuatan beton menggunakan agregat kasar berupa kerikil atau batu pecah. Akan tetapi untuk daerah tertentu mungkin saja agregat kasar (kerikil) sulit untuk didapatkan dan relatif mahal harganya. Untuk itu diupayakan mencari solusi dan alternatif bahan lain sebagai pengganti agregat kasar, seperti pemanfaatan limbah beton yang berasal dari bangunan yang konstruksinya akan diruntuhkan maupun benar-benar runtuh seperti di wilayah terjadinya gempa yang mengakibatkan beton itu menjadi limbah beton yang apabila dimanfaatkan dapat didaur ulang lagi menjadi beton dengan cara menghancurkan limbah beton menjadi butiran-butiran dengan ukuran agregat kasar. Dalam penelitian ini mencoba mengganti agregat kasar (kerikil) dengan

daur ulang limbah beton untuk mengetahui apakah nantinya agregat tersebut layak atau tidak dengan kekuatan rencana yang ditentukan.

Untuk membuat beton yang sesuai dengan yang diinginkan, tidak diperoleh hanya dengan mencampurkan semen, agregat halus, agregat kasar dan air, melainkan juga diperlukan perawatan khusus agar mutu beton yang didapat sesuai dengan yang direncanakan. Semakin tinggi suhu pada awal perawatan akan menyebabkan semakin cepat terjadinya pengikatan sehingga bila diuji akan menghasilkan kekuatan awal beton tinggi. Tetapi akan mengakibatkan kekuatan akhir menurun, ini disebabkan karena air telah menguap sehingga semen tidak dapat bereaksi (pengeringan yang terjadi sebelum waktunya).

Pada kondisi bangunan yang memikul beban yang cukup besar dibutuhkan beton yang mempunyai kuat tekan yang sangat besar dan kemampuan menahan keretakan yang terjadi. Untuk itu dicoba untuk melakukan suatu penelitian dengan judul *“Perbandingan Nilai Kuat Desak Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Batu Pecah Dan Beton Agregat Kasar Dari Bahan Daur Ulang Beton Dengan Variasi Perawatan” (Penelitian Laboratorium)*.

## **1.2 Lingkup Permasalahan**

- a. Banyaknya limbah beton baik dari bangunan yang runtuh akibat gempa atau keruntuhan karena kerusakan struktural dan keruntuhan-keruntuhan lainnya yang semakin menumpuk yang tidak dimanfaatkan.
- b. Agregat dalam campuran beton sangat mempengaruhi kekuatan beton. Karena itu penggunaan limbah beton sebagai agregat pengganti perlu

diteliti terlebih dahulu sebelum digunakan. Apakah agregat pengganti tersebut memenuhi persyaratan agregat dan kekuatan beton yang direncanakan ?

- c. Kekuatan beton juga dipengaruhi oleh cara perawatan beton sehingga perlu penelitian. Pada penelitian ini dibandingkan pengaruh perawatan beton direndam dalam air, perawatan beton dibungkus dengan plastik dan tanpa perawatan pada kuat desak beton.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan apakah limbah beton dapat digunakan sebagai agregat pengganti ditinjau dari karakteristik agregat yaitu berat jenis, berat volume, keausan, gradasi.
2. Untuk mengetahui apakah pemakaian limbah beton sebagai agregat pengganti dalam campuran beton dapat memberikan kekuatan rencana yang ditentukan.
3. Untuk mengetahui perbedaan kekuatan desak beton ditinjau dari cara perawatan beton yaitu membandingkan perawatan beton direndam dalam air, perawatan beton dibungkus dengan plastik dan tanpa perawatan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Dari hasil analisis dan perancangan diharapkan akan menghasilkan suatu produk beton struktur yang bermanfaat sebagai berikut :

1. Untuk mengembangkan campuran beton dengan menggunakan agregat kasar dari daur ulang beton.
2. Pemakaian limbah beton dapat memberikan kontribusi terhadap pemecahan masalah limbah dengan memanfaatkan limbah beton tersebut yang didaur ulang sebagai bahan pengganti agregat kasar pada campuran beton.
3. Dapat memberi alternatif perawatan beton dan mengetahui seberapa besar peningkatan kekuatan desaknya.

### 1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka perlu adanya batasan-batasan penelitian sebagai berikut :

1. Pengujian agregat halus berdasarkan ASTM dan agregat halus/pasir yang digunakan berasal dari sungai Krasak Jogjakarta.
2. Pengujian agregat kasar berdasarkan ASTM, ukuran butir maksimum 20 mm dan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan bahan daur ulang beton yang diambil dari limbah beton yang ada di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik Universitas Islam Indonesia dan batu pecah berasal dari Sungai Boyong.
3. Perawatan beton dalam penelitian ini dilakukan dengan cara direndam dalam air dalam suhu normal dan dibungkus dengan plastik.
4. Bahan ikat adalah semen, digunakan semen jenis I merk Gresik kemasan 40 kg/sak.
5. Mutu beton direncanakan adalah beton dengan  $f_c' 22,5$  MPa.

6. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 dan 28 hari terhadap benda uji dengan agregat kasar daur ulang beton dan yang menggunakan agregat kasar alami dan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
7. Dimensi benda uji kuat desak beton menggunakan bentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
8. Jumlah benda uji untuk masing-masing umur beton adalah sebanyak 21 buah ( 7 buah direndam, 7 buah dibungkus plastik dan 7 buah tanpa rawat ), baik yang menggunakan agregat kasar alami maupun dengan agregat kasar daur ulang beton.
9. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
10. Perhitungan perencanaan campuran agregat menggunakan metode ACI.
11. Pengujian agregat kasar yang dilakukan : Keausan, gradasi, berat jenis, berat volume.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Suharwanto, Djuanda Suratmadja, dan Habibullah Rois**

“ Perilaku Mekanik Pada Elemen Struktur Beton Agregat Daur Ulang “.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji perilaku mekanik material dan elemen struktur beton agregat daur ulang dan menciptakan pembangunan yang berwawasan lingkungan., artinya bahan-bahan limbah padat dapat dimanfaatkan kembali dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Penelitian terhadap beton agregat daur ulang menghasilkan agregat alternatif yang dapat menggantikan agregat alam.

Hal ini karena sifat-sifat fisik agregat daur ulang memenuhi persyaratan ASTM. Namun kekurangannya ialah kadar air yang dikandungnya lebih kecil dan nilai porositas lebih besar bila dibandingkan dengan agregat alam, sehingga nilai penyerapan air menjadi lebih tinggi dan bobot jenis serta bobot volume baik padat maupun gembur menjadi lebih kecil. Kecilnya nilai khas agregat daur ulang mengakibatkan kuat fisik beton agregat daur ulang juga berbeda.

Dari hasil penelitian nilai kuat tekan yang dihasilkan pada beton daur ulang lebih rendah daripada kuat tekan rencana. Penurunan tersebut menunjukkan nilai sebesar 4% hingga 26% dari perencanaan semula, yang perencanaannya menggunakan perencanaan beton agregat alam. Sebaliknya nilai kuat tarik dan nisbah Poisson-nya relatif sama dengan beton agregat alam. Di samping itu, nilai

khas elemen struktur (balok, kolom, dan pelat) beton agregat daur ulang yang diperoleh juga mempunyai kinerja tahan pola keruntuhan yang relatif sama dengan nilai khas elemen struktur beton agregat alam, hanya nilai daktilitasnya sedikit lebih rendah.

## 2.2 Penelitian Oskar Patriawan R dan Faisal Hafid

“Pengaruh Limbah Nikel (*Slag*) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Terhadap Mutu Beton”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui layak atau tidaknya penggunaan limbah nikel (*slag*) sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton. Dimana penelitian ini lebih menekankan pada uji kuat desak, kuat tarik silinder beton dan seberapa besar persentase kekuatan beton seiring dengan penambahan persentase limbah nikel (*slag*).

Dari hasil penelitian limbah nikel (*slag*) sebagai pengganti agregat kasar menunjukkan bahwa kuat desak beton dan kuat tarik beton dengan menggunakan agregat kasar limbah nikel (*slag*) cenderung meningkat dibandingkan beton dengan menggunakan agregat kasar batu pecah, peningkatan terjadi seiring dengan penambahan persentase limbah nikel (*slag*). Kuat desak optimal diperoleh pada variasi limbah nikel (*slag*) 100% sebesar 12,95% yaitu dari 43,090 MPa tanpa *slag*, menjadi 48,6711 MPa. Sedangkan untuk kuat tarik optimal diperoleh pada variasi 100% *slag* sebesar 12,23% yaitu dari 3,557 MPa tanpa *slag* menjadi 3,992 MPa. Sehingga penggunaan limbah nikel (*slag*) sebagai pengganti agregat kasar layak untuk digunakan.

### 2.3 Penelitian Taufan Hendrajaya dan Bayu Rahutomo Triyoga

Dalam penelitian yang berjudul “ Pemanfaatan Limbah Baja (*Steel Slag*) Untuk Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Komposisi Campuran Beton “ ini akan di desain suatu campuran beton dengan menggunakan agregat kasar berupa limbah baja (*stell slag*) yang kemudian akan dibandingkan nilai kuat desaknya dan berat jenisnya dengan beton menggunakan agregat kasar kerikil. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa beton dengan menggunakan agregat kasar limbah baja (*steel slag*) mempunyai berat jenis yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat kasar kerikil. Karena mempunyai berat jenis yang lebih besar maka volume limbah baja (*steel slag*) dalam 1 m<sup>3</sup> komposisi campuran beton akan lebih banyak. Beton yang menggunakan agregat kasar kerikil memiliki perbandingan  $P_c : P_s : K_r : \text{Air} = 1 : 1,49 : 2,21 : 0,463$ . Sedangkan untuk campuran beton yang menggunakan agregat kasar limbah baja (*steel slag*) memiliki perbandingan  $P_c : P_s : \text{steel slag} : \text{Air} = 1 : 1,37 : 3,32 : 0,463$ . Untuk nilai kuat tekan rata-ratanya pada pengujian umur 14 dan 28 hari ternyata beton yang menggunakan agregat kasar limbah baja (*steel slag*) mempunyai kuat tekan rata-rata yang lebih rendah daripada beton yang menggunakan agregat kasar kerikil. Ini disebabkan karena sifat dari batuan limbah baja (*steel slag*) lebih cepat aus daripada kerikil yaitu sebesar 24,06% lebih tinggi dari nilai keausan kerikil yaitu sebesar 23%.

### 2.4 Penelitian Bambang Setya Nugraha dan Noviardy Rachmadsyah

Tujuan dari penelitian yang berjudul “ Pengaruh Metode Rawatan Beton Pasca Cor Menggunakan Siraman Air Panas Terhadap Kuat Desak Beton “ adalah

mencari rasio kekuatan desak beton umur 7, 14, dan 21 hari terhadap umur 28 hari untuk beton yang dirawat dengan cara disiram dengan air panas dan air pada suhu kamar serta membandingkan kuat desak beton yang dirawat dengan cara disiram dengan air panas dan air pada suhu kamar. Kesimpulan yang didapat yaitu terjadi penurunan kuat desak beton pada umur 7 hari dan terjadi peningkatan pada umur 14 dan 21 hari jika dibandingkan dengan kuat desak beton pada umur 28 hari untuk perawatan cara penyiraman dengan air panas. Sedangkan untuk perawatan dengan disiram air pada suhu kamar pada umur beton 7, 14, dan 21 hari terjadi penurunan jika dibandingkan dengan rawatan pada umur 28 hari.

## **2.5 Penelitian Arief Kurniawan dan Sigit Isnianto**

Tugas akhir ini membahas tentang pengaruh perawatan beton terhadap mutu beton yang menggunakan abu terbang (*fly ash*). Penelitian ini menggunakan dua variasi perawatan yaitu dengan perendaman 7 hari terus-menerus dan 14 hari selang-seling.

Dari penelitian ini didapat bahwa perawatan awal beton dengan perendaman 7 hari terus-menerus meningkatkan kekuatan beton sebesar 49,66% dibandingkan beton tanpa perawatan. Sedangkan dengan perawatan beton 14 hari selang-seling diperoleh peningkatan kekuatan beton sebesar 33,8% dibandingkan beton tanpa perawatan.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Pendahuluan**

Dalam bidang struktur, beton merupakan bahan yang paling umum dan banyak digunakan sebagai bahan bangunan. Hal ini dikarenakan beton tersusun dari bahan-bahan yang mudah didapat dan harganya relatif cukup murah.

Teknologi beton terus berkembang seiring dengan tuntutan kebutuhan konstruksi yang semakin meningkat. Salah satu hal yang penting dan perlu mendapat perhatian adalah mengetahui pengertian beton dan bahan-bahan penyusun beton, yaitu semen, air dan agregat, baik agregat halus maupun agregat kasar.

#### **3.2 Pengertian Beton**

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh suatu bahan ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus, kasar) dan ditambah dengan pasta semen. Singkatnya dapat dikatakan bahwa pasta semen mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu kerikil, basalt, dan sebagainya).

Komposit tersebut bila dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras. Proses terjadinya pengerasan tersebut disebabkan oleh reaksi kimia antara air dan semen, dan dalam hal ini tingkat kekerasan beton sesuai dengan umurnya. Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi berbagai faktor diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan

susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasan (Dipohusodo, 1994).

Beton adalah merupakan bahan yang memiliki kuat tekan yang tinggi, bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekan akan menyamai batu alami (Kardiyono, 1992). Tetapi beton mempunyai kuat tarik yang rendah. Maka dari itu untuk mengimbangi kondisi beton yang lemah terhadap kuat tarik, maka beton diperkuat dengan baja tulangan, yang biasanya disebut dengan beton bertulang.

Kemudian dalam mudahnya memperoleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton menyebabkan beton banyak digunakan masyarakat. Dengan adanya hal tersebut dan seiring dengan perkembangan pembuatan beton, maka tidak tertutup kemungkinan adanya penggunaan bahan limbah yang sekiranya dapat digunakan sebagai alternatif dalam pembuatan campuran beton dengan tanpa mengabaikan persyaratan yang ditetapkan.

Adapun sifat-sifat beton yang baik adalah sebagai berikut (Kardiyono 1992) :

1. Mempunyai kuat tekan tinggi / kuat tekannya hampir sama dengan batu alami.
2. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun maupun sebesar apapun.
3. Mempunyai kuat lekat yang tinggi.
4. Beton segar dapat dipompakan sehingga dapat dituang pada tempat yang sesulit apapun.

5. Beton termasuk tahan aus, tahan cuaca (panas - dingin, sinar matahari, hujan), tahan terhadap zat-zat kimia (terutama sulfat), maupun tahan bakar sesuai yang disyaratkan.
6. Susutan pengerasannya kecil.

Agar sifat-sifat tersebut diatas dapat tercapai, maka ada beberapa parameter yang harus diperhatikan antara lain (Nawy, 1990) :

1. Sifat - sifat bahan campuran untuk beton serta prinsip-prinsip perencanaan campurannya.
2. Kualitas dari bahan-bahan campuran beton.
3. Menggunakan semen nilai tinggi.
4. Penggunaan air yang tidak terlalu banyak (fas serendah mungkin).
5. Kekuatan dan kebersihan agregat.
6. Cara-cara perhitungan proporsi perbandingan dalam campuran beton.
7. Cara-cara perawatan beton.
8. Cara-cara pengangkutan beton muda, pengecoran dan pemadatannya.

### **3.3 Bahan-Bahan Campuran Beton**

Campuran beton harus mempunyai perbandingan yang optimal antara agregat. Campuran yang dibentuknya berbeda-beda agar pembentukan beton dapat dimanfaatkan oleh seluruh material.

#### **3.3.1 Semen Portland**

Semen Portland adalah bahan hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang mengandung silikat-silikat

kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982), gips disini berfungsi sebagai penghambat pengikatan antara semen dan air. Semen Portland dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen dengan suhu  $1550^{\circ}\text{C}$  dan menjadi klinker (Kardiyono, 1992).

Bahan baku pembentuk semen adalah kapur ( $\text{CaO}$ ) dari batu kapur, Silika ( $\text{SiO}_2$ ) dari lempung dan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dari lempung (Nawy, 1990).

Fungsi semen adalah merekatkan butir-butir agregat kasar maupun halus agar terjadi suatu massa yang kompak padat. Selain itu semen juga berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Reaksi antara semen dan air akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai pengikat, sehingga semen tergolong bahan pengikat hidrolis (Kardiyono, 1992).

Reaksi kimia antara semen Portland dengan air menghasilkan senyawa kimia yang disertai pelepasan panas. Pelepasan panas ini akan berpengaruh pada kondisi beton yaitu terhadap penyusutan ketika beton mengeras dan kecenderungan retak pada beton. Reaksi kimia semen dengan air dibedakan menjadi dua, yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Periode pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis ke keadaan pengerasan, sedangkan periode pengerasan merupakan periode penambahan kekuatan setelah proses pengikatan selesai.

Reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air yang ditimbulkan akibat pencampuran semen dengan air menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Menurut

Murdock, 1986, ada 4 (empat) oksida utama pada semen akan membentuk senyawa-senyawa kimia yaitu :

1. Trikalsium Silikat ( $C_3S$ ) atau  $3 CaO.SiO_2$

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas. Merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen, bila semen terkena air unsur ini akan segera terhidrasi dan menghasilkan panas serta berpengaruh besar terhadap pengerasan semen terutama sebelum mencapai umur 14 hari.

2. Dikalsium Silikat ( $C_2S$ ) atau  $2 CaO.SiO_2$

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat dibandingkan dengan  $C_3S$ . Senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi pada umur beton dari 14 sampai 28 hari dan seterusnya. Semen yang mempunyai Dikalsium Silikat banyak mempunyai ketahanan terhadap agresi-kimia yang relatif tinggi, penyusutan kering yang relatif rendah.

3. Trikalsium Aluminat ( $C_3A$ ) atau  $3 CaO.Al_2O_3$

Dengan air bereaksi menimbulkan panas hidrasi yang tinggi dan bereaksi sangat cepat, memberikan kekuatan sesudah 24 jam tetapi kekuatannya sangat rendah.

4. Tetrakalsium Aluminat ( $C_4A$ ) atau  $4 CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

Kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau kekerasan beton itu sendiri, warna abu-abu pada semen disebabkan oleh senyawa ini.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen Portland di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis yaitu :

- Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak menggunakan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis lain.
- Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen Portland yang dalam penggunaannya kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Jenis IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah.
- Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat.

### **3.3.2. Air dan Udara**

#### **3.3.2.1 Air**

Air merupakan bahan dasar dalam pembuatan beton yang penting namun harganya paling murah. Air dalam campuran beton diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta menjadi pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 30 % dari berat semennya. Dalam praktiknya nilai  $w/c$  yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Selain itu air juga berguna dalam metode perawatan beton yaitu dengan cara membasahi terus menerus beton atau beton yang baru, direndam di dalam air (Kardiyono, 1992).

Air inipun harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam SK - SNI No S-04-1989-F, yaitu spesifikasi bahan bangunan bagian A. Secara umum air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur beton adalah air yang keasamanannya tidak boleh (pH) > 6, juga tidak diperbolehkan terlalu sedikit mengandung kapur (R. Sagel dkk, 1993).

### 3.3.2.2 Udara

Sebagai akibat terjadinya penguapan air secara perlahan-lahan dari campuran beton, mengakibatkan terjadinya rongga-rongga pada beton keras yang dihasilkan. Adanya rongga ini akan memudahkan pengerjaan beton, mengurangi *bleeding*, *segregasi* dan mengurangi jumlah pasir yang diperlukan dalam campuran beton. Kandungan udara optimum ini adalah 9 % dari friksi mortar dalam beton.

### 3.3.3 Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran alami yang mempunyai ukuran butir-butir kecil kurang dari 4,80 mm atau lolos dari lobang ayakan standart No. 4 (Nawy, 1990).

Secara umum agregat halus sering disebut dengan pasir, baik itu pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau hasil pecahan batu. Pasir alam terbentuk dari pecahan batu dan dapat diperoleh dari dalam tanah, pada dasar sungai, atau dari tepi laut. Oleh karena itu agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 macam (Kardiyono, 1992) :

1. Pasir galian, pasir golongan ini didapat langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara di cuci.
2. Pasir sungai, pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesakan. Daya lekat antar butiran agak kurang karena bentuknya yang bulat.
3. Pasir laut, pasir ini diambil langsung dari pantai, yang memiliki butir-butir halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam.

#### **3.3.4 Agregat Kasar**

Agregat disebut agregat kasar apabila ukuran butirannya lebih besar dari 4,76 mm atau tertahan pada ayakan No. 4. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Jenis agregat kasar pada umumnya adalah (Nawy, 1990) :

1. Batu pecah alami, didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini berasal dari gunung api, jenis sediment atau jenis metamorf. Batu ini memberikan kekuatan yang tinggi tetapi kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan agregat kasar lainnya.

2. Kerikil alami, didapat dari proses alami yaitu pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil mempunyai kekuatan lekat lebih rendah dari batu pecah.
3. Agregat kasar buatan, terutama berupa slag atau shale yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan.
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat, agregat jenis ini misalnya : baja pecah, magnetit dan limonit.

### 3.4. Kekuatan Beton

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

$$\text{Kuat desak beton } f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dengan :  $P$  = beban maksimum (N)

$A$  = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Kuat tekan beton yang direncanakan ( $f'cr$ ) adalah kuat tekan beton yang ditetapkan dan dipergunakan oleh perencana struktur guna keperluan perencanaan struktur. Kuat hancur beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain oleh

perbandingan air semen (fas) dan tingkat kepadatannya. Faktor-faktor penting lainnya adalah :

- a. Jenis semen dan jumlah semen  
mempengaruhi kekuatan rata-rata dari beton.
- b. Jenis dan gradasi agregat  
penggunaan agregat kasar akan menghasilkan kuat desak maupun kuat tarik yang lebih besar daripada penggunaan kerikil halus dari sungai. Selain itu gradasi menerus akan memberikan kekuatan yang besar dibandingkan dengan gradasi seragam karena dengan menggunakan gradasi menerus akan terjadi interlocking sehingga akan menghasilkan angka pori yang kecil dan kemampuan yang tinggi.
- c. Efisiensi dan perawatan  
Perawatan beton juga akan mempengaruhi kuat tekan terutama pada saat masih berusia muda atau belum mencapai kekuatan maksimal (umur 2- 14 hari).
- d. Suhu  
Pada umumnya kecepatan pengerasan dari beton seiring dengan bertambahnya suhu.
- e. Kekuatan batuan  
Kekuatan ini baik dari kekerasan batuan itu dan juga nilai keausan agregat yang dilakukan test abrasi.

### 3.4.1 Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Beton

Didalam campuran beton, fas mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan dan yang kedua untuk pelicin campuran kerikil pasir dan semen agar memudahkan pencetakan. Adapun faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan yaitu :

- ❖ Kehalusan semen
- ❖ Faktor air semen
- ❖ Temperatur suhu

Kehalusan penggilingan semen akan mempengaruhi kecepatan pengikatan. Kehalusan penggilingan penampang spesifik adalah total diameter penampang semen. Jika penampang lebih besar maka akan memperluas bidang kontak dengan air yang semakin besar. Semakin besar bidang persinggungan semakin cepat bereaksinya. Karena itu kekuatan awal dari semen yang lebih halus akan lebih tinggi, sehingga pengaruh akhirnya berkurang

Hubungan antara faktor air semen dan kekuatan beton dapat ditulis menurut Duff Abrams, 1919 (Kardiyono, 1992) sebagai berikut :

$$f'c = \frac{A}{B^{1.5x}} \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan :  $f'c$  = kuat tekan beton

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

$A, B$  = konstanta

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air dan semen yang dapat ditulis sebagai berikut (R. Sagel dkk, 1993) :

$$f_{as} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat semen}} \dots\dots\dots(3.3)$$

Pada beton biasa, faktor air semen dipakai antara 0,5 – 0,6 yang akan menghasilkan kuat tekan rata-rata sekitar 45 MPa dan 25 MPa (tergantung pada faktor-faktor lain).

Table 3.1 Menentukan Harga Water Cement Ratio

Kekuatan tekan beton pada umur 28 hari		Water cement ratio w/c	
Satuan Mpa	Satuan kg/cm <sup>2</sup>	Beton tanpa udara didalam	Beton dengan udara didalam
48	487,0	0.33	-
41	415,9	0.41	0.32
34	344,9	0.48	0.40
28	284,1	0.57	0.48
21	213,0	0.68	0.59
14	142,0	0.82	0.74

Sumber : Buku panduan praktikum BKT FTSP-UII

Table 3.2 Faktor Air Semen Maksimum

Kondisi elemen	Nilai fas
Beton didalam ruang bangunan	
a. keadaan keliling non korosif	0.6
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi	0.52
Beton diluar bangunan	
a. tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	0.6
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.6
Beton yang masuk ke dalam tanah	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0.55
b. mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0.52
Beton yang kontinyu berhubungan dengan	
a. air tawar	0.57
b. air laut	0.52

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1992.

### 3.4.2 Pengaruh Bentuk Butiran Agregat Kasar Pada Kekuatan Beton

Bentuk butiran agregat lebih berpengaruh terhadap beton segar daripada setelah beton mengeras. Bentuk butiran agregat dapat dibedakan menjadi :

a) Agregat bulat

Mempunyai rongga udara minimum 33%. Hal ini berarti mempunyai rasio luas permukaan volume kecil sehingga memerlukan pasta semen yang sedikit untuk menghasilkan beton yang baik, tetapi ikatan antar butirannya kurang kuat sehingga lekatannya lemah. Agregat ini kurang cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau beton mutu tinggi.

b) Agregat bulat sebagian atau tidak teratur

Mempunyai rongga udara sekitar 35% - 38% sehingga lebih banyak memerlukan pasta semen agar mudah dikerjakan. Agregat ini masih belum cukup baik untuk beton mutu tinggi karena ikatan antar agregat belum cukup baik (masih kurang kuat).

c) Agregat bersudut

Agregat ini mempunyai sudut-sudut yang tampak jelas yang terbentuk ditempat-tempat perpotongan bidang-bidang dengan permukaan kasar. Mempunyai rongga udara antara 38% - 40% sehingga membutuhkan pasta semen yang lebih banyak agar mudah mengerjakan. Agregat ini cocok untuk pembuatan beton mutu tinggi karena ikatan antar agregatnya baik.

d) Agregat Panjang

Agregat ini dikatakan panjang bila ukuran terbesar (yang paling panjang) lebih dari  $9/5$  dari ukuran rata-rata. Agregat ini mempunyai pengaruh yang jelek terhadap daya tahan dan keawetan beton, karena agregat ini cenderung berkedudukan pada bidang rata air (horizontal) sehingga terdapat rongga dibawahnya.

e) Agregat pipih

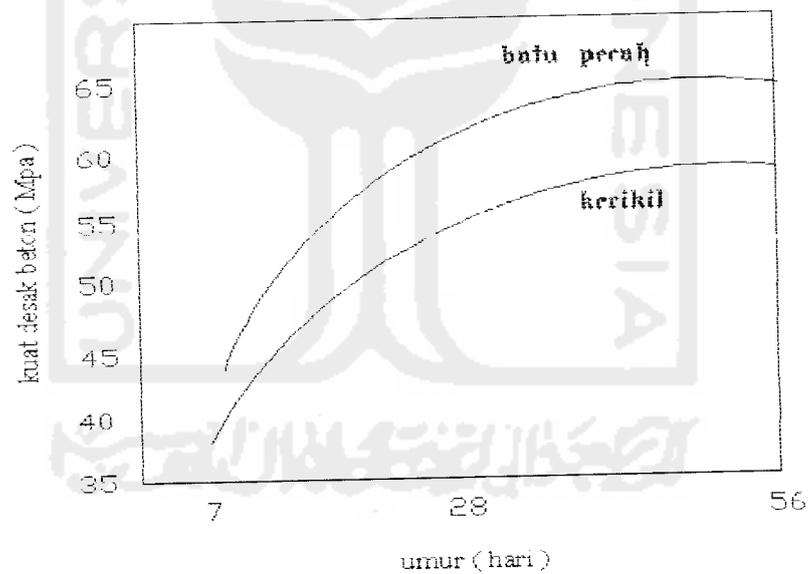
Agregat ini adalah agregat yang ukuran terkecil butirannya kurang dari  $3/5$  ukuran rata-rata. Agregat ini dikatakan pipih jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari  $3/5 \times 15 \text{ mm} = 9 \text{ mm}$ . Agregat ini mempunyai pengaruh yang jelek terhadap daya tahan dan keawetan beton, karena agregat ini cenderung berkedudukan pada bidang rata air (horizontal) sehingga terdapat rongga dibawahnya.

Dari berbagai macam bentuk agregat diatas, bentuk dan tekstur agregat kasar akan mempengaruhi kekuatan dan sifat-sifat struktural beton. Karena itu, agregat kasar harus cukup kuat dan keras, bebas dari retakan atau bagian yang lemah, bersih, dan bebas dari lapisan permukaan. Sifat agregat juga akan mempengaruhi sifat ikatan agregat dengan mortar juga kadar air yang diperlukan. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bersudut dan atau menyerupai kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik. Agregat juga harus mempunyai bentuk kestabilan terhadap bahan kimiawi dan harus tahan terhadap cuaca dan keausan.

Sifat- sifat agregat yang mempengaruhi kualitas beton :

1. Bentuk dan tekstur

Bentuk agregat yang bersudut mempunyai luas permukaan yang lebih luas dari pada agregat yang bulat (kerikil) sehingga mempunyai daya lekat dengan pasta semen yang lebih kuat. Selain itu batu pecah juga mempunyai tekstur permukaan yang kasar, sehingga lekatan dengan pasta semen juga kuat. Dengan lekatan yang baik dengan pasta semen maka kekuatan beton menjadi lebih tinggi. Tetapi agregat yang bulat lebih mudah dikerjakan daripada agregat batu pecah dan penggunaan pasta semen menjadi lebih hemat.



Grafik 3.1 Pengaruh Jenis Agregat Terhadap Kuat Desak Beton  
(Kardiyono, Teknologi Beton, 1992)

## 2. Berat jenis agregat

Berat jenis adalah perbandingan antara massa padat agregat dan massa air dengan volume yang sama pada suhu yang sama. Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Hubungan antara berat jenis dengan daya resap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut. Karena butiran agregat mengandung pori-pori yang ada dalam butiran dan tertutup atau saling tidak berhubungan, maka berat jenis dibedakan menjadi dua yaitu :

- a. Berat jenis mutlak, jika volume benda padatnya tanpa pori
- b. Berat jenis semu, jika volume benda padatnya termasuk pori-pori tertutupnya.

Agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya yaitu :

### a. Agregat normal

Mempunyai berat jenis antara 2,5 – 2,7 biasanya berasal dari agregat granit, kuarsa, basalt. Beton yang dihasilkan berberat jenis sekitar 2,3 dengan kuat tekan antar 15 – 40 MPa.

### b. Agregat berat

Mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 misalnya magnetic ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), serbuk besi dll. Beton yang dihasilkan berberat jenis

tinggi sampai 5, yang efektif digunakan sebagai dinding pelindung sinar radiasi sinar X.

c. Agregat ringan

Mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 yang biasanya digunakan untuk non-struktural. Kebaikannya adalah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan pondasinya lebih kecil. Agregat ini mempunyai daya serap yang tinggi sehingga pengadukan beton cepat keras dan mempunyai kuat tarik yang rendah, modulus elastisitasnya rendah serta resapan dan susutan lebih tinggi.

3. Kadar air agregat

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat. Air yang ada pada suatu agregat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang perlu dipakai dalam campuran adukan beton dan untuk mengetahui berat satuan agregat. Kadar air agregat dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu :

1. Kadar air kering tungku

Yaitu keadaan yang benar-benar tidak berair dan berarti dapat secara penuh menyerap air.

2. Kadar air kering udara

Kondisi agregat yang permukaannya kering tetapi sedikit mengandung air dalam porinya dan masih dapat menyerap air.

### 3. Kadar air jenuh kering permukaan

Kondisi dimana tidak ada air di permukaan agregat tetapi agregat tersebut masih dapat menyerap air tetapi air dalam agregat tidak akan menambah atau mengurangi air pada campuran beton.

### 4. Kadar air basah

Kondisi dimana butir-butir agregat banyak mengandung air, sehingga akan menyebabkan penambahan kadar air campuran beton.

Dari keempat kondisi tersebut hanya dua yang sering dipakai dalam dasar hitungan yaitu kering tungku dan jenuh kering muka. Kadar air biasanya dinyatakan dalam prosen dan dapat dihitung sebagai berikut :

$$w = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

$w$  = Kadar air

$W_1$  = berat agregat basah

$W_2$  = agregat yang dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}$  C sampai beratnya tetap.

### 4. Ukuran maksimum butir agregat

Adukan beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang sama, atau beton dengan kekuatan yang sama, akan membutuhkan semen yang lebih sedikit apabila dipakai butir-butir kerikil yang besar-besar. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah semen sehingga biaya pembuatan beton berkurang maka dibutuhkan ukuran butir-butir maksimum

agregat yang sebesar-besarnya. Pada umumnya ukuran maksimum agregat yang dipakai adalah 10 mm, 20 mm, 30 mm, atau 40 mm.

#### 5. Gradasi agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) maka volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir agregatnya bervariasi maka pori-porinya menjadi sedikit karena terisi dengan ukuran agregat yang lebih kecil. Dengan kata lain kemampuan yang dihasilkan akan tinggi, karena dalam pembuatan beton sangat dibutuhkan nilai kemampuan yang tinggi. Dengan gradasi agregat yang baik akan menghasilkan beton yang kuat karena volume ruang kosong diantara butiran menjadi minimal, sehingga beton menjadi padat dan kompak.

#### 6. Modulus halus butir agregat (MHB)

Modulus halus butir adalah suatu indek yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. MHB didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butiran agregat yang tertinggal diatas satu set ayakan, kemudian nilai tersebut dibagi dengan seratus. Semakin besar nilai MHB suatu agregat berarti semakin besar butir agregatnya.

#### 7. Keausan agregat

Keausan suatu agregat dapat dilakukan dengan cara test abrasi dengan menggunakan alat uji *Los Angeles*. Persentasi jumlah agregat yang

hancur selama pengujian merupakan ukuran dari sifat-sifat agregat yaitu kekuatan, kekerasan, ketahanan aus.

### **3.4.3 Pengaruh Pematatan Beton Terhadap Kekuatan Beton**

Tujuan pematatan adukan beton adalah untuk mengurangi rongga-rongga udara agar beton mencapai kepadatan yang tinggi. Beton dengan kepadatan yang tinggi akan menghasilkan kekuatan yang tinggi. Pematatan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara manual (dengan tenaga manusia) dan dengan cara menggunakan mesin pemadat bergetar (*vibrator*). Pematatan dengan menggunakan *vibrator* akan memiliki kekuatan beton yang lebih baik dari pada pematatan dengan cara manual atau tenaga manusia. Hal ini juga tergantung dengan metode pematatannya dan kepiawaian dari pelaksananya. Selain itu *vibrator* juga dapat digunakan pada campuran yang memiliki *workability* yang rendah.

### **3.4.4 Pengaruh Perawatan Beton Terhadap Kekuatan Beton**

Maksud dari perawatan beton yaitu berupa reaksi kimia yang terjadi pada pengikatan dan pengerasan beton yang tergantung dari pengadaan airnya selain itu berguna sebagai pengendalian proses hidrasi yang berlangsung pada campuran beton tersebut. Air yang tersedia harus memadai untuk proses hidrasi selama pencampuran sehingga memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang berkelanjutan. Penguapan air dapat menyebabkan terhentinya proses hidrasi sehingga peningkatan kekuatan beton akan berkurang. Oleh karena itu direncanakan suatu cara perawatan beton untuk

mempertahankan berlangsungnya proses hidrasi agar kekuatan beton dapat meningkat.

Beberapa cara perawatan beton yaitu :

- a. Menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab.
- b. Menaruh beton segar di dalam air (terendam air).
- c. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
- d. Menyirami permukaan beton.
- e. Perawatan dengan penguapan.
- f. Perawatan dengan membran.

Membran yang digunakan untuk perawatan merupakan penghalang fisik untuk menghalangi penguapan air. Lembaran plastik atau lembaran lain yang kedap air dapat digunakan dengan sangat efisien. Cara ini harus dilaksanakan sesegera mungkin setelah waktu pengikatan beton. Perawatan dengan cara ini dapat juga dilakukan setelah atau sebelum perawatan dengan pembasahan (Tri Mulyono, 2004).

Semua jenis perawatan di atas dilakukan selama periode waktu tertentu sehingga didapatkan kekuatan beton yang maksimal.

### **3.5 Metode Perencanaan Adukan Beton**

Penelitian ini menggunakan metode perencanaan campuran adukan beton dengan metode ACI (*American Concrete Institute*). Salah satu tujuan peneliti menggunakan metode ACI ini, karena beton dengan menggunakan metode ACI ini, menghasilkan beton yang mudah

dikerjakan. Ukuran derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari pengujian nilai slump.

Adapun tata cara urutan perencanaan campuran adukan beton menurut standart ACI adalah sebagai berikut :

### 1. Perhitungan kuat desak rata-rata beton

Perhitungan kuat desak rata-rata beton memiliki syarat terhadap nilai margin akibat pengawasan dan jumlah sample yang ditambahkan pada penjumlahan kuat desak rencana beton sesuai dengan rumus berikut :

$$f'_{cr} = f'_c \times k \times S \dots\dots\dots(3.5)$$

dengan :  $f'_{cr}$  = Kuat desak rata-rata beton..... (MPa)

$f'_c$  = Kuat desak rencana beton..... (MPa)

$k$  = Tetapan statistik Untuk Indonesia memakai 5% kegagalan atau (*Devectives*) maka faktor  $k = 1,64$  (tabel 3.3).

$S$  = deviasi standart (tabel 3.4).

Tabel 3.3 Nilai  $k$  Untuk Beberapa Keadaan

No	Keadaan	Nilai $k$
1	Untuk 10% defektif	1.28
2	Untuk 5% Defektif	1.64
3	Untuk 2,5% Defektif	1.96
4	Untuk 1% Defektif	2.33

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1992

Tabel 3.4 Nilai Deviasi Standart ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

Volume pekerjaan ( $\text{m}^3$ )	Mutu pekerjaan		
	Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil < 1000	$4.5 < S < 5.5$	$5.5 < S < 6.5$	$6.5 < S < 8.5$
Sedang 1000 – 3000	$3.5 < S < 4.5$	$4.5 < S < 5.5$	$5.5 < S < 7.5$
Besar > 3000	$2.5 < S < 4.5$	$3.5 < S < 4.5$	$4.5 < S < 6.5$

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1992

## 2. Menentukan faktor air semen

Faktor air semen ditentukan dari nilai terendah antara pengaruh kuat desak beton rata-rata (tabel 3.5) dan pengaruh keawetan elemen struktur terhadap kondisi lingkungan (tabel 3.6) dari dua tersebut dipilih yang paling rendah sebagai berikut :

Tabel 3.5 Hubungan Fas dan Kuat Tekan Silinder Beton 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

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1992

Tabel 3.6 Faktor Air Semen Maksimum Berdasarkan Pengaruh Tempat Elemen

Kondisi elemen	Nilai fas
Beton didalam ruang bangunan	
a. keadaan keliling non korosif	0.6
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi	0.52
Beton diluar bangunan	
a. tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	0.6
b. terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	0.6
Beton yang masuk ke dalam tanah	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0.55
b. mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0.52
Beton yang kontiyu berhubungan dengan	
a. air tawar	0.57
b. air laut	0.52

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1992

### 3. Menentukan besar nilai slump

Nilai slump ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan penggunaan elemen struktur. Nilai slump berdasarkan penggunaan jenis elemen dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Nilai Slump Berdasarkan Penggunaan Jenis Elemen

Pemakaian jenis elemen	Max (cm)	Min (cm)
Dinding pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur bawah pondasi	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan missal	7,5	2,5

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1992

4. Menetapkan jumlah air yang dibutuhkan

Jumlah kebutuhan air yang diperlukan dalam campuran adukan beton dalam setiap 1 m<sup>3</sup> dapat ditentukan berdasarkan diameter maksimum agregat dan dari nilai slump (tabel 3.8)

Tabel 3.8 Perkiraan Nilai Slump Berdasarkan Ukuran Maksimum Agregat

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

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1992

5. Menghitung kebutuhan semen berdasarkan hasil penentuan langkah ke-dua (didapat nilai fas) dan ke-empat (didapat jumlah air) dengan membagi rasio kebutuhan air dengan nilai fas

$$W_{\text{semen}} = \frac{W_{\text{air}}}{\text{fas}} \dots\dots\dots(3.6)$$

6. Menetapkan volume agregat kasar

Menentukan jumlah agregat kasar yang digunakan dalam campuran adukan beton berdasarkan pada tabel 3.9 dibawah ini :

Tabel 3.9 Perkiraan Kebutuhan Agregat Kasar Per  $m^3$  Beton Berdasarkan Ukuran Maksimum Agregat dan Modulus Halus Butir Pasir ( $m^3$ )

Ukuran max agregat (mm)	Modulus halus butir pasir			
	2.4	2.6	2.8	3.0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,84	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1992

7. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan

Perhitungan agregat halus dapat berdasarkan pada pengurangan volume absolute terhadap volume agregat kasar, volume semen, volume air serta prosentasi udara yang terperangkap dalam adukan.

## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam penelitian ini akan didesain suatu campuran beton dengan menggunakan agregat kasar dari daur ulang beton yang kemudian akan dibandingkan kekuatan desaknya dengan beton dengan menggunakan agregat kasar batu pecah. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium dengan membuat beberapa benda uji silinder beton.

Hasil akhir suatu penelitian berkaitan erat dengan metode penelitian yang disesuaikan dengan prosedur, jenis alat yang digunakan dan jenis penelitiannya.

#### **4.1 Standar Tes dan spesifikasi Bahan**

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengujian dan klasifikasi terhadap bahan penyusun campuran beton. Adapun bahan-bahan penyusun tersebut adalah sebagai berikut :

##### **1. Semen Portland**

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland jenis I merk gresik dengan data sebagai berikut :

- a. Berat jenis : 3,15
- b. Tipe semen : Tipe I

##### **2. Agregat Halus**

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam dengan data bahan sebagai berikut :

- a. Asal pasir : Sungai Krasak

- b. Berat jenis "SSD" : 2,3925
- c. Berat volume "SSD" : 1,8391 t/m<sup>3</sup>
- d. Modulus Halus Butir (MHB) : 2.886

### 3. Agregat Kasar Batu Pecah

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah dengan data bahan sebagai berikut :"

- a. Asal Kerikil : Sungai Boyong.
- b. Berat jenis "SSD" : 2,701
- c. Berat volume "SSD" : 1,594 t/m<sup>3</sup>
- a. Modulus Halus Butir (MHB) : 6,772
- b. Nilai keausan / Abrasi : 19,8 %

### 4. Agregat Kasar Daur Ulang Beton

- a. Asal daur ulang beton : Beton uji laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII
- b. Berat jenis "SSD" : 2,495
- c. Berat volume "SSD" : 1,330 t/m<sup>3</sup>
- d. Modulus Halus Butir (MHB) : 6,8095
- e. Nilai keausan / Abrasi : 27,76 %

### 5. Air

Air yang digunakan berasal dari air PDAM Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII.

## 4.2 Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada table 4.1

berikut ini :

Tabel 4.1 Alat-alat Yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Oven	Pengering Agregat
2.	Piring Logam	Menampung Agregat Di Oven
3.	Mesin Siever	Pengayak Mekanik
4.	Ayakan	Menyaring agregat
5.	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
6.	Gelas Ukur	Menakar air
7.	Ember	Menampung agregat
8.	Kerucut Abrams	Pengujian slump
9.	Mixer Listrik	Pencampuran adukan
10.	Sekop Besar	Mengaduk adukan
11.	Sekop kecil	Memasukkan adukan kedalam adukan
12.	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
13.	Penggaris	Mengukur slump
14.	Cetakan silinder	Tempat mencetak benda uji
15.	Kaliper	Mengukur diameter benda uji
16	Mesin uji desak	Uji desak beton
17.	Kolam perendaman	Perawatan beton
18.	Plastik	Perawatan beton
19	Mesin Los Angeles	Uji keausan / abrasi

### 4.3 Perencanaan Perhitungan Campuran Beton

#### 4.3.1 Perhitungan Rancangan Campuran Beton Agregat Kasar Batu Pecah Dengan Metode ACI

Dari data hasil penelitian yang dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar didapat :

##### a. Agregat Halus

1. Berat Jenis : 2,3925

2. Berat Volume : 1,8391 t/m<sup>3</sup>

3. Modulus Halus Butir : 2,886

##### b. Agregat Kasar Batu Pecah

1. Berat Jenis : 2,701

2. Berat Volume : 1,594 t/m<sup>3</sup>

3. Modulus Halus Butir : 6.772

##### c. Berat Jenis Semen

Berat jenis semen : 3,15

\* Mutu beton rencana ( $f'c$ ) = 22,5 MPa

\* Standar Deviasi ( $sd$ ) = 6,5 MPa (Tabel 3.4)

Volume pekerjaan kecil (< 1000 m<sup>3</sup>) dengan mutu pekerjaan baik

\* Nilai slump adalah 75 – 150 mm (Tabel 3.7)

Beton yang akan digunakan untuk pelat, balok, kolom dan dinding.

\* Tegangan beton yang akan dicapai ( $f'cr$ )

$$= f'c + (1,64 \times sd)$$

$$= 22,5 + (1,64 \times 6,5)$$

$$= 33.16 \text{ MPa}$$

\* Menentukan Faktor Air Semen (fas)

1. Berdasarkan nilai kuat desak beton yang akan dicapai sebesar 33,16 MPa maka akan diperoleh nilai fas sebesar 0,4636 (Tabel 3.5)
2. Untuk bangunan di dalam ruangan dengan kondisi keadaan keliling non korosif maka (Tabel 3.6) diperoleh nilai fas maksimum sebesar 0,6.

Dari kedua nilai fas tersebut diambil nilai fas yang terkecil, maka nilai fas yang dipakai adalah 0,4636.

\* Menentukan jumlah air yang dibutuhkan

Dengan ukuran agregat maksimum sebesar 20 mm dan berdasarkan nilai slump yang telah ditentukan (75 – 150 mm) maka dapat kita peroleh air yang dibutuhkan yaitu sebesar 203 l/m<sup>3</sup> dan udara terperangkap 2 % atau jumlah volume udara terperangkap 0,02 m<sup>3</sup> (Tabel 3.8).

\* Menentukan kebutuhan semen

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{fas}} = \frac{203}{0,4636} = 437,877 \text{ Kg}$$

\* Menentukan agregat kasar per satuan volume

MHB agregat halus (pasir) = 2,886 dan ukuran maksimum agregat kasar (batu pecah) = 20 mm maka dari table 3.9 akan diperoleh volume agregat kasar yang dibutuhkan yaitu sebesar 0,6014 m<sup>3</sup>. Berat kerikil kering dalam beton sebesar = 0,6014 × 1594 = 958.6316 kg/m<sup>3</sup>.

\* Menentukan volume agregat halus yang dibutuhkan

$$\begin{aligned}
 \text{Volume semen} &= 437,877 / (3,15 \times 1000) = 0,1390 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume air} &= 203 / 1000 = 0,203 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume agregat kasar} &= 958.6316 / (2,701 \times 1000) = 0,3549 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume udara} &= 2 \% = 0,02 \text{ m}^3 \\
 &\qquad\qquad\qquad \Sigma = 0,7169 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Volume pasir} = 1 - 0,7169 = 0,2831 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat agregat halus} = 0,2831 \times 2,3925 \times 1000 = 677.3167 \text{ kg}$$

\* Kebutuhan material penyusun beton dalam 1 m<sup>3</sup> dalam adukan beton normal.

Dari beberapa penentuan parameter diatas maka didapat beton 1 m<sup>3</sup> mempunyai perbandingan Pc : Ps : Kr : Air adalah 1 : 1,5468 : 2,1892 : 0.4636.

Maka 1 m<sup>3</sup> beton membutuhkan material :

- Semen = 437,877 Kg
- Pasir = 677.3167 Kg
- Kerikil = 958.6316 Kg
- Air = 203 Kg

\* Untuk silinder  $\phi$  15 cm dan tinggi 30 cm, maka volumenya yaitu :

$$\begin{aligned}
 0,25 \times \pi \times \phi^2 \times t &= 0,25 \times \pi \times 15^2 \times 30 \\
 &= 5301,4376 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,005301 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Untuk 1 silinder} = 0,005301 \text{ m}^3$$

Asumsi pada proses pencampuran mengalami kehilangan volume sebesar 20 % jadi kebutuhan campuran beton untuk 1 buah silinder sebesar :

$$\text{Semen} = (0,005301 + 0,00106) \times 437,877 = 2,7853 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} = (0,005301 + 0,00106) \times 677,3167 = 4,308 \text{ Kg}$$

$$\text{Kerikil} = (0,005301 + 0,00106) \times 958,6316 = 6,0978 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} = (0,005301 + 0,00106) \times 203 = 1,2912 \text{ Kg}$$

#### 4.3.2 Perhitungan Rancangan Campuran Beton Agregat Kasar Pecahan Beton Dengan Metode ACI

Dari data hasil penelitian yang dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar didapat :

##### a. Agregat Halus

1. Berat Jenis : 2,3925
2. Berat Volume : 1,8391 t/m<sup>3</sup>
3. Modulus Halus Butir : 2,886

##### b. Agregat Kasar Pecahan Beton

1. Berat Jenis : 2,495
2. Berat Volume : 1,33 t/m<sup>3</sup>
3. Modulus Halus Butir : 6.8095

##### c. Berat Jenis Semen

Berat jenis semen : 3,15

\* Mutu beton rencana ( $f_c'$ ) = 22,5 MPa

\* Standar Deviasi ( $sd$ ) = 6,5 MPa ( Tabel 3.4 )

Volume pekerjaan kecil ( $< 1000 \text{ m}^3$ ) dengan mutu pekerjaan baik.

- \* Nilai slump adalah 75 – 150 mm (Tabel 3.7)

Beton yang akan digunakan untuk pelat, balok, kolom dan dinding.

- \* Tegangan beton yang akan dicapai ( $f'_{cr}$ )
 
$$= f_c' + (1,64 \times sd)$$

$$= 22,5 + (1,64 \times 6,5)$$

$$= 33.16 \text{ MPa}$$

- \* Menentukan Faktor Air Semen (fas)

1. Berdasarkan nilai kuat desak beton yang akan dicapai sebesar 33,16 MPa maka akan diperoleh nilai fas sebesar 0,4636 (Tabel 3.5)
2. Untuk bangunan di dalam ruangan dengan kondisi keadaan keliling non korosif maka (Tabel 3.6) diperoleh nilai fas maksimum sebesar 0,6.

Dari kedua nilai fas tersebut diambil nilai fas yang terkecil, maka nilai fas yang dipakai adalah 0,4636.

- \* Menentukan jumlah air yang dibutuhkan

Dengan ukuran agregat maksimum sebesar 20 mm dan berdasarkan nilai slump yang telah ditentukan (75 – 150 mm) maka dapat kita peroleh air yang dibutuhkan yaitu sebesar  $203 \text{ l/m}^3$  dan udara terperangkap 2 % atau jumlah volume udara terperangkap  $0,02 \text{ m}^3$  (Tabel 3.8).

- \* Menentukan kebutuhan semen

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{Berat Air}}{fas} = \frac{203}{0,4636} = 437,877 \text{ Kg}$$

- \* Menentukan agregat kasar per satuan volume

MHB agregat halus (pasir) = 2,886 dan ukuran maksimum agregat kasar (batu pecah) = 20 mm maka dari table 3.9 akan diperoleh volume agregat kasar yang dibutuhkan yaitu sebesar  $0,6014 \text{ m}^3$ . Berat kerikil kering dalam beton sebesar  $= 0,6014 \times 1330 = 799,862 \text{ kg/m}^3$ .

- \* Menentukan volume agregat halus yang dibutuhkan

Volume semen	$= 437,877 / (3,15 \times 1000)$	$= 0,1390 \text{ m}^3$
Volume air	$= 203 / 1000$	$= 0,203 \text{ m}^3$
Volume agregat kasar	$= 799,862 / (2,495 \times 1000)$	$= 0,3206 \text{ m}^3$
Volume udara	$= 2 \%$	$= 0,02 \text{ m}^3$
		$\Sigma = 0,6826 \text{ m}^3$
Volume pasir	$= 1 - 0,6826$	$= 0,3174 \text{ m}^3$
Berat agregat halus	$= 0,2982 \times 2,3925 \times 1000$	$= 759,3795 \text{ kg}$

- \* Kebutuhan material penyusun beton dalam  $1 \text{ m}^3$  dalam adukan beton normal.

Dari beberapa penentuan parameter diatas maka didapat beton  $1 \text{ m}^3$  mempunyai perbandingan  $P_c : P_s : \text{Pecahan Beton} : \text{Air}$  adalah  $1 : 1,7342 : 1,8266 : 0,4636$ .

Maka 1 m<sup>3</sup> beton membutuhkan material :

- Semen = 437,877 Kg
- Pasir = 759.3795 Kg
- Pecahan Beton = 799.862 Kg
- Air = 203 Kg

\* Untuk silinder  $\phi$  15 cm dan tinggi 30 cm, maka volumenya yaitu :

$$\begin{aligned} 0,25 \times \pi \times \phi^2 \times t &= 0,25 \times \pi \times 15^2 \times 30 \\ &= 5301,4376 \text{ cm}^3 \\ &= 0,005301 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Untuk 1 silinder} = 0,005301 \text{ m}^3$$

Asumsi pada proses pencampuran mengalami kehilangan volume sebesar 20 % jadi kebutuhan campuran beton untuk 1 buah silinder sebesar :

$$\text{Semen} = (0,005301 + 0,00106) \times 437,877 = 2,7853 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} = (0,005301 + 0,00106) \times 759,3795 = 4,8304 \text{ Kg}$$

$$\text{Pecahan Beton} = (0,005301 + 0,00106) \times 799,862 = 5,0879 \text{ Kg}$$

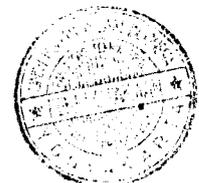
$$\text{Air} = (0,005301 + 0,00106) \times 203 = 1,2912 \text{ Kg}$$

#### 4.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian digambarkan dalam bagan alir berikut ini :

##### 1. Tahap perumusan masalah

Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembatasan terhadap permasalahan.



## 2. Tahap perumusan teori

Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang menjadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

## 3. Tahap pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan jenis penelitian dan hasil yang ingin didapat. Pada tahap ini dimulai dengan pengumpulan bahan-bahan untuk pembuatan campuran beton. Selanjutnya untuk pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII dengan urutan langkah sebagai berikut :

- a. Perencanaan bahan campuran beton
- b. Perencanaan campuran beton
- c. Pembuatan campuran beton
- d. Pengujian slump
- e. Pembuatan benda uji
- f. Perawatan benda uji
- g. Pengujian benda uji

## 4. Tahap analisa dan pembahasan

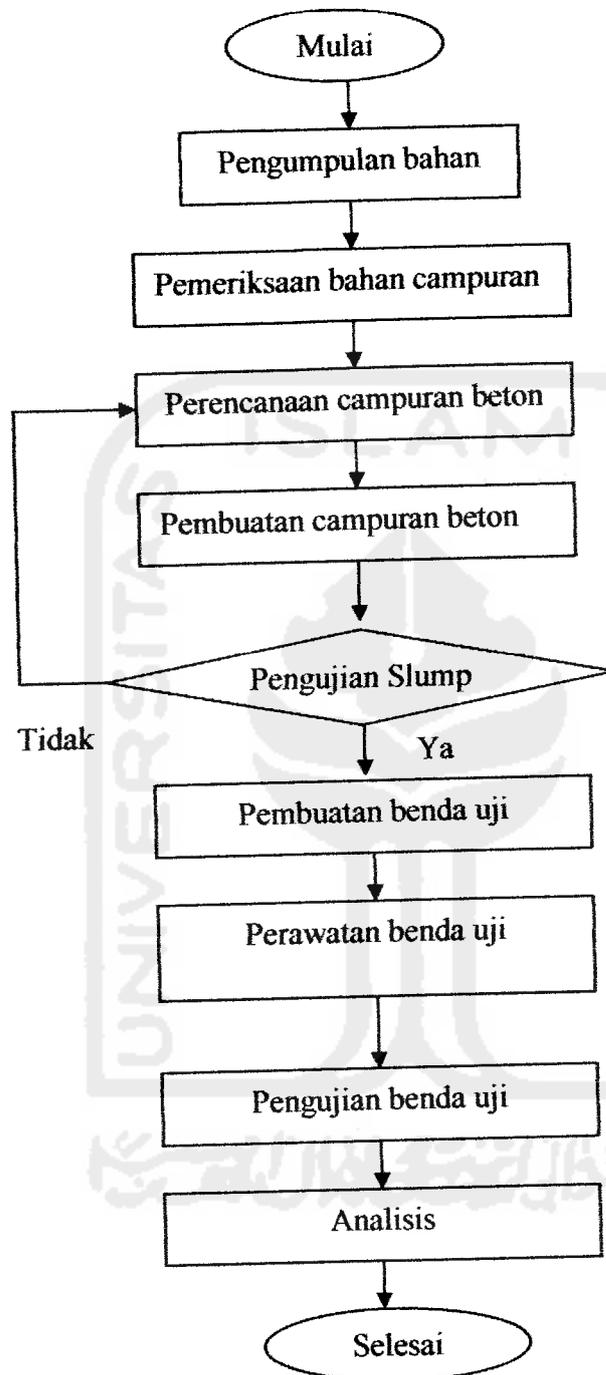
Analisa dilakukan terhadap hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium tersebut dicatat dan dibandingkan. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi.

5. Tahap penarikan kesimpulan

Dari hasil laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan.

Untuk lebih jelasnya prosedur penelitian yang kami lakukan akan kami sajikan dalam diagram *Flow Chart* seperti pada gambar 4.1 dibawah ini :





**Gambar 4.1** Bagan Alir Prosedur Penelitian

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Umum

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

1. Membandingkan kuat desak beton antara beton dengan agregat kasar batu pecah dengan beton yang menggunakan agregat kasar dari daur ulang beton dengan variasi perawatan dengan direndam dan dengan dibungkus plastik dan juga tanpa perawatan.
2. Membandingkan kuat desak beton dengan mempertimbangkan karakteristik dari agregat kasar yang digunakan baik dari berat jenis, berat volume, keausan, gradasi.
3. Membandingkan grafik tegangan dan regangan beton dengan agregat kasar batu pecah dengan beton yang menggunakan agregat kasar dari daur ulang beton dengan variasi perawatan dengan direndam dan dengan dibungkus plastic dan juga tanpa perawatan.

#### 5.2 Jenis dan Metode Perawatan

Penelitian yang dilakukan menggunakan beton berbentuk silinder dengan diameter  $\pm 150$  mm dan tinggi  $\pm 300$  mm sebanyak total 84 sampel yang dibagi menjadi 6 tipe secara berturut-turut diberi nama beton dengan agregat kasar pecahan beton tidak dirawat (BPTR), beton dengan agregat kasar pecahan beton dirawat dengan di rendam (BPR) beton dengan agregat kasar pecahan beton

dirawat dengan dibungkus plastik (BPP) beton dengan agregat kasar batu pecah tidak dirawat (BKTR), beton dengan agregat kasar batu pecah dirawat dengan di rendam (BKR) dan beton dengan agregat kasar batu pecah dirawat dengan dibungkus plastik (BKP). Dari semua tipe tersebut terdapat 2 variasi umur pengujian, yaitu : 7, dan 28 hari.

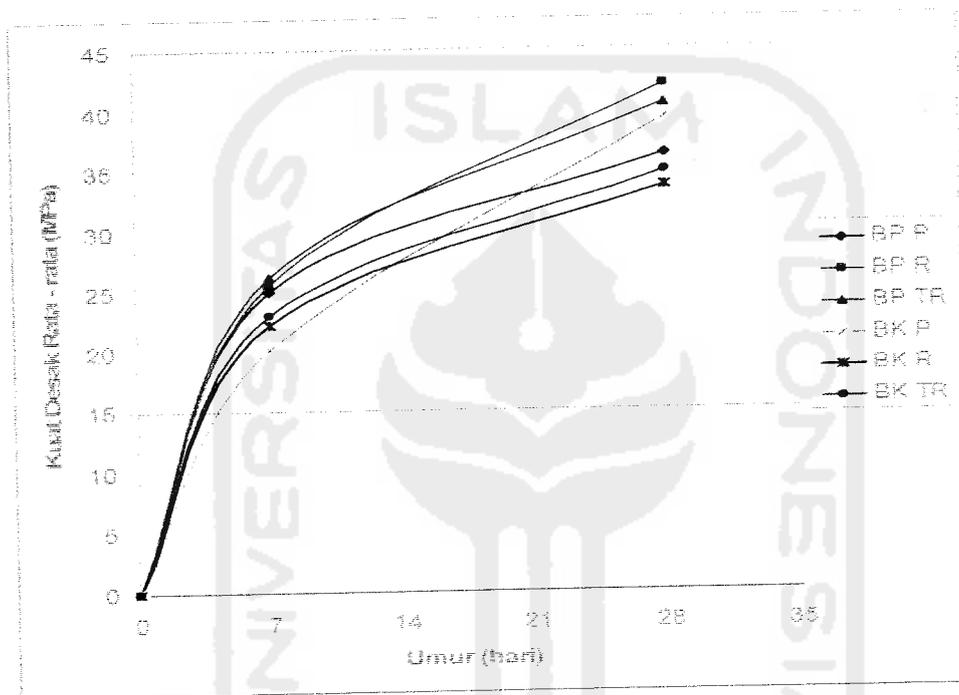
Adapun jenis dan jumlah sampel adalah sebagai berikut :

1. Sampel tipe BPTR adalah beton yang menggunakan agregat kasar pecahan beton tanpa perawatan sebanyak  $2 \times 7 = 14$  sampel.
2. Sampel tipe BPR adalah beton yang menggunakan agregat kasar pecahan beton dengan perawatan rendam sebanyak  $2 \times 7 = 14$  sampel
3. Sampel tipe BPP adalah beton beton yang menggunakan agregat kasar pecahan beton dengan perawatan dibungkus plastik sebanyak  $2 \times 7 = 14$  sampel.
4. Sampel tipe BKTR adalah beton yang menggunakan agregat kasar batu pecah tanpa perawatan sebanyak  $2 \times 7 = 14$  sampel.
5. Sampel tipe BKR adalah beton yang menggunakan agregat kasar batu pecah dengan perawatan rendam sebanyak  $2 \times 7 = 14$  sampel
6. Sampel tipe BKS adalah beton beton yang menggunakan agregat kasar batu pecah dengan perawatan dibungkus plastik sebanyak  $2 \times 7 = 14$  sampel.

### 5.3 Hasil Penelitian dan Analisis

Dari hasil pengujian desak beton terhadap benda uji yang berumur 7 dan 28 hari akan diperoleh hasil kuat desak beton yang ditunjukkan dengan grafik dan

selanjutnya nilai kuat desak dari kedua jenis beton tersebut dibandingkan untuk dianalisis. Namun pada pengujian umur 28 hari tidak tepat dilakukan pada umur 28 hari, ini disebabkan karena kepindahan laboratorium lama ke laboratorium baru. Tetapi keterlambatan tersebut tidak begitu berpengaruh secara signifikan terhadap kuat desaknya.



Grafik 5.1 Hubungan Kuat Desak Rata-rata dengan Umur

### 5.3.1 Kuat Desak Beton

Nilai kuat desak silinder beton yang dihasilkan pada saat pengujian kemudian dihitung kuat desak rata-ratanya ( $f_{cr}$ ), standar deviasi ( $\sigma_{sk}$ ) dan kuat desak karakteristiknya ( $f'c$ ). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.1 Analisis Pengujian Kuat Desak Beton Umur 7 Hari

Beton Umur 7 Hari				
No	Variasi	Kuat Desak Rata-rata ( $f_{cr}$ )	Standar Deviasi ( $S_d$ )	Kuat Desak Karakteristik ( $f_c$ )
1	BK P	20.2353	1.5943	17.6206
2	BK R	22.2877	2.8722	17.5772
3	BK TR	23.0520	1.9866	19.7940
4	BP P	25.0081	2.5188	20.8773
5	BP R	25.5342	3.5302	19.7446
6	BP TR	26.1903	1.5135	23.7081

Tabel 5.2 Analisis Pengujian Kuat Desak Beton Umur 28 Hari

Beton Umur 28 Hari				
No	Variasi	Kuat Desak Rata-rata ( $f_{cr}$ )	Standar Deviasi ( $S_d$ )	Kuat Desak Karakteristik ( $f_c$ )
1	BK P	39.1987	2.8756	34.4828
2	BK R	34.8193	2.2967	31.0527
3	BK TR	34.7795	2.5568	30.5863
4	BP P	36.2578	3.2251	30.9687
5	BP R	41.8832	3.5189	36.1121
6	BP TR	40.3726	4.6071	32.8170

Tabel 5.3 Persentase Kuat Desak Beton Karakteristik Umur 7 Dan 28 Hari Dengan BK Sebagai Pembanding Untuk Masing-Masing Jenis Perawatan

Beton Umur 7 Hari						
	TR		P		R	
BK	19.794	100.00%	17.6206	100.00%	17.5772	100.00%
BP	23.7081	119.77%	20.8773	118.48%	19.7446	112.33%
Beton Umur 28 Hari						
	TR		P		R	
BK	30.5863	100.00%	34.4828	100.00%	31.0527	100.00%
BP	32.817	107.29%	30.9687	89.81%	36.1121	116.29%

Dari hasil uji laboratorium beton agregat kasar batu pecah umur 7 hari dengan variasi tanpa perawatan nilai kuat desak lebih rendah jika dibandingkan dengan beton agregat pecahan beton (Tabel 5.3), hal ini dikarenakan agregat penyusun dari pecahan beton mempunyai gradasi yang lebih baik sehingga keadaan agregat dalam beton lebih padat dan saling mengunci. Beton daur ulang

tanpa rawat umur 7 hari mempunyai kuat desak yang lebih besar dibandingkan beton batu pecah tanpa rawat umur 7 hari walaupun beton daur ulang tanpa rawat mempunyai nilai fas yang lebih tinggi yang disebabkan penambahan air pada waktu pelaksanaan yaitu sebesar 0.5408 sedangkan beton batu pecah tanpa rawat mempunyai fas sebesar 0.5204 tetapi dimungkinkan nilai fas yang riil beton daur ulang tanpa rawat lebih kecil dibandingkan beton batu pecah tanpa rawat. Hal ini terjadi karena porositasnya besar sehingga resapan airnya tinggi yang mengakibatkan nilai fas berkurang.

Sedangkan untuk beton umur 28 hari, beton agregat pecahan beton tanpa perawatan memiliki kuat desak karakteristik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan beton agregat batu pecah tanpa perawatan, ini dikarenakan angka resapan air yang terdapat pada agregat pecahan beton lebih besar sehingga proses laju kekuatan pada umur 24 jam setelah adukan lebih baik selain itu ditunjang dengan gradasi agregat dan faktor bentuk serta tekstur pecahan beton yang lebih kasar sehingga lekatan antar agregat menjadi lebih kuat.

Untuk beton batu pecah yang dibungkus plastik pada umur 7 hari mempunyai kekuatan desak yang lebih rendah dibanding beton daur ulang ini dikarenakan sifat pecahan beton yang porus sehingga pada umur-umur awal mempunyai laju peningkatan kekuatan yang lebih cepat tetapi karena air yang tersedia untuk proses hidrasi sangatlah terbatas sehingga pada umur 28 hari proses hidrasinya kurang begitu sempurna dikarenakan jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi tidak terpenuhi. Berbeda dengan batu pecah yang mempunyai angka resapan yang jauh lebih kecil yaitu 1.523 sedangkan pecahan

beton 8.255 sehingga air yang digunakan untuk proses hidrasi pada umur 28 hari masih tersedia sehingga proses hidrasi masih berlangsung sampai mencapai kekuatan puncaknya.

Untuk beton daur ulang dengan direndam umur 7 hari mempunyai kuat desak yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton batu pecah dengan perawatan yang sama hal ini dikarenakan gradasi pecahan beton yang lebih baik didukung dengan bentuk dan tekstur pecahan beton yang kasar serta sifat porositas pada pecahan beton sehingga laju peningkatan kekuatan pada 24 jam setelah pencampuran adukan lebih tinggi, walaupun pada waktu direndam mempunyai laju peningkatan kekuatan hampir sama tetapi karena pada umur 24 jam kekuatannya lebih baik pecahan beton sehingga pada umur 7 hari pecahan beton mempunyai kuat desak yang lebih tinggi dibandingkan beton batu pecah. Begitu juga dengan umur 28 hari beton daur ulang kekuatannya lebih baik dibanding beton batu pecah.

Tabel 5.4 Persentase Kuat Desak Beton Karakteristik Umur 7 Dan 28 Hari Dengan TR Sebagai Pembanding Untuk Masing-Masing Jenis Beton

	Beton Umur 7 Hari				Beton Umur 28 Hari			
	BK		BP		BK		BP	
<b>TR</b>	19.794	100.00%	23.7081	100.00%	30.5863	100.00%	32.817	100.00%
<b>P</b>	17.6206	89.02%	20.8773	88.06%	34.48.28	112.74%	30.9687	94.37%
<b>R</b>	17.5772	88.80%	19.7446	83.28%	31.0527	101.52%	36.1121	110.04%

Tabel 5.5 Persentase Kuat Desak Beton Karakteristik Umur 7 Dan 28 Hari Dengan BK TR Sebagai Pembanding Untuk Masing-Masing Jenis Beton

Variasi	Beton Umur 7 Hari		Beton Umur 28 Hari	
	(f'c)	(%)	(f'c)	(%)
<b>BK TR</b>	19.794	100.00	30.5863	100.00
<b>BK P</b>	17.6206	89.02	34.4828	112.74
<b>BK R</b>	17.5772	88.80	31.0527	101.52
<b>BP TR</b>	23.7081	119.77	32.817	107.29
<b>BP P</b>	20.8773	105.47	30.9687	101.25
<b>BP R</b>	19.7446	99.75	36.1121	118.07

Pada umur 7 hari beton batu pecah tanpa rawat mempunyai kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan beton batu pecah dengan perawatan dibungkus plastik ini dikarenakan pada beton tanpa rawat laju pengeringan beton lebih cepat dibandingkan dibungkus plastik karena pada kondisi plastik kelembaban beton masih terjaga. Begitu juga bila membandingkan antara beton batu pecah tanpa rawat dengan direndam maka beton tanpa rawat mempunyai kekuatan desak yang lebih besar dibandingkan beton direndam.

Pada umur 7 hari beton daur ulang tanpa rawat mempunyai kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan beton daur ulang dengan perawatan dibungkus plastik maupun direndam ini dikarenakan pada beton tanpa rawat laju pengeringan beton lebih cepat dibandingkan dibungkus plastik karena pada kondisi plastik maupun direndam kelembaban beton masih terjaga.

Pada umur 7 hari beton yang dibungkus plastik baik batu pecah maupun pecahan beton mempunyai kuat desak yang lebih baik dibandingkan direndam, ini dikarenakan pada kondisi dibungkus plastik suhu untuk proses pengerasan beton lebih tinggi sehingga akan mencapai kekuatan beton yang lebih cepat dibandingkan direndam.

Pada umur 28 hari beton batu pecah tanpa rawat mempunyai kuat desak karakteristik yang lebih rendah dibandingkan dengan dibungkus plastik maupun direndam, ini terjadi karena pada kondisi tanpa rawat proses penguapan air lebih cepat sehingga pada umur-umur awal laju peningkatan cepat tetapi pada umur 28 hari laju peningkatan kekuatannya turun karena air yang digunakan untuk proses hidrasi kurang tersedia berbeda dengan diplastik dan direndam yang kelembaban permukaan beton masih terjaga sehingga proses hidrasi masih terus berlangsung sampai mencapai kekuatan puncaknya.

Pada umur 28 hari beton batu pecah dibungkus plastik mempunyai kuat desak karakteristik yang lebih besar dibandingkan dengan direndam, ini dikarenakan karena pada kondisi rendam air yang tersedia sangatlah banyak sehingga laju peningkatan kekuatannya lebih lambat. Berbeda dengan dibungkus plastik yang mempunyai suhu lebih tinggi sehingga laju peningkatan kekuatannya lebih cepat walaupun pada kondisi plastik ketersediaan air terbatas tetapi karena batu pecah mempunyai angka resapan air yang rendah maka air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi sampai umur 28 hari masih terpenuhi.

Untuk umur 28 hari beton daur ulang tanpa rawat mempunyai kuat desak karakteristik yang lebih besar dibandingkan dengan dibungkus plastik, hal ini terjadi karena sifat pecahan beton yang mempunyai angka resapan yang besar ditambah dengan kondisi plastik yang suhunya lebih tinggi mengakibatkan air yang digunakan untuk proses hidrasi pada umur 28 hari lebih cepat habis sehingga kekuatan akhirnya menjadi lebih rendah.

Pada umur 28 hari beton daur ulang tanpa rawat mempunyai kuat desak karakteristik yang lebih kecil dibandingkan dengan direndam, hal ini disebabkan karena pada umur 28 kondisi rendam ketersediaan air dan kelembaban beton untuk proses hidrasi terpenuhi sehingga kekuatan akhir beton menjadi lebih tinggi dibandingkan tanpa rawat yang ketersediaan air untuk proses hidrasi pada umur 28 hari tidak tercukupi karena resapan air pada pecahan beton cukup tinggi.

Pada beton daur ulang yang dibungkus plastik umur 28 hari kuat desak karakteristiknya lebih rendah dibandingkan yang direndam, hal ini disebabkan karena beton yang dibungkus plastik ketersediaan air yang terbatas dan suhu yang lebih tinggi dibandingkan direndam selain itu karena pecahan beton mempunyai angka resapan yang tinggi sehingga air yang digunakan untuk proses hidrasi pada umur 28 hari tidak tercukupi. Berbeda dengan direndam ketersediaan air dan kelembaban beton selalu terjaga sehingga proses hidrasi berjalan secara sempurna.

- Contoh perhitungan kuat desak karakteristik silinder beton.

Data kuat desak silinder beton (Tabel 5.6) :

Tabel 5.6 Data Kuat Desak Beton

BP ( R ) 28 Hari			
No	Kuat Desak (MPa ) ( fci )	fci - fcr	(fci - fcr)^2
1	44.3954	2.5122	6.3113
2	40.4187	-1.4645	2.1448
3	37.2282	-4.6550	21.6691
4	45.5161	3.6329	13.1978
5	39.0881	-2.7951	7.8126
6	40.1593	-1.7239	2.9717
7	46.3766	4.4934	20.1904
Σ	293.1824		74.2977

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum f'_{ci}}{n} \\
 &= \frac{293.1824}{7} \\
 &= 41.8832 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_d &= \sqrt{\frac{\sum (f'_{ci} - f'_{cr})^2}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{74.2977}{6}} \\
 &= 3.5189 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_c &= f'_{cr} - (1.64 \times S_d) \\
 &= 41.8832 - (1.64 \times 3.5189) \\
 &= 36.1121 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

### 5.3.2 Berat jenis dan Berat Volume Beton

Berat jenis beton sangat dipengaruhi oleh berat jenis bahan-bahan penyusunnya, sehingga bila bahan penyusunnya memiliki berat jenis yang besar maka beton yang dihasilkan akan memiliki berat jenis yang besar pula.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dalam penelitian ini beton dengan agregat pecahan beton rata-rata memiliki berat jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan beton dengan agregat batu pecah karena material pecahan beton memiliki berat jenis yang lebih kecil yaitu 2,495 dibandingkan dengan batu pecah yaitu 2,701. karena memiliki berat jenis yang lebih kecil maka volume pecahan beton dalam  $1\text{m}^3$  komposisi campuran beton akan menjadi lebih kecil. Hal ini dapat dilihat dari campuran beton yang menggunakan agregat kasar

pecahan beton memiliki perbandingan  $P_c : P_s : \text{Pecahan Beton} : \text{Air}$  adalah  $1 : 1,734 : 1,826 : 0,464$ . sedangkan untuk campuran beton yang menggunakan agregat kasar batu pecah memiliki perbandingan  $P_c : P_s : K_r : \text{Air}$  adalah  $1 : 1,546 : 2,189 : 0,464$ .

Dari kedua perbandingan campuran di atas dapat kita lihat bahwa untuk membuat campuran beton yang menggunakan agregat kasar pecahan beton dibutuhkan volume agregat kasar yang lebih kecil daripada campuran beton yang menggunakan agregat kasar batu pecah. Karena volume kebutuhan agregat kasar pecahan beton lebih sedikit maka akan terjadi penambahan volume kebutuhan agregat halus (pasir) dibandingkan dengan beton dengan agregat kasar batu pecah. Dengan bertambahnya volume kebutuhan pasir akan menyebabkan beton yang menggunakan agregat kasar pecahan beton menjadi lebih padat karena fungsi pasir yang merupakan pengisi pori-pori yang lebih kecil dalam campuran beton akan bekerja secara sempurna. Hal ini dapat kita lihat pada waktu beton tersebut diuji kuat desaknya hingga hancur maka beton akan jarang dijumpai rongga-rongga.

### 5.3.3 Keausan agregat

Dari hasil pemeriksaan keausan agregat yang dilakukan dengan menggunakan abrasi test, didapatkan persentase keausan yaitu untuk agregat pecahan beton sebesar 27.76 % sedangkan agregat batu pecah sebesar 19.8 % . Dari persentase tersebut menunjukkan bahwa agregat pecahan beton mempunyai persen yang lebih tinggi dibandingkan dengan agregat batu pecah tetapi persentase keausan agregat pecahan beton masih layak dipakai karena batas

persentase yang disyaratkan adalah kurang dari 40 %. Persentase keausan yang besar terjadi karena agregat pecahan beton terdiri dari kerikil dan pasta semen yang masih melekat pada kerikil tersebut. Jadi pada waktu dilakukan test yang aus terlebih dahulu adalah pasta semennya.

#### **5.3.4 Gradasi agregat**

Dari agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini keduanya termasuk dalam kategori gradasi yang menerus tetapi pada agregat kasar pecahan beton mempunyai gradasi ukuran butir yang lebih bervariasi karena pemecahannya dilakukan secara manual sehingga ukurannya tidak seragam. Berbeda dengan agregat kasar batu pecah yang variasi ukuran butir agregatnya lebih sedikit karena pemecahannya dengan menggunakan mesin pemecah batu (*stone crusher*). Dengan lebih banyaknya variasi ukuran butir pada agregat kasar pecahan beton dapat meningkatkan kekuatan beton karena terjadi *interlocking* atau saling mengunci antar agregat sehingga mengurangi rongga yang terjadi atau dalam hal ini angka pori menjadi lebih kecil dan kemampuan yang tinggi. Selain itu bentuk pecahan beton yang bersudut-sudut dan permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan batu pecah mengakibatkan luas permukaan dari agregat menjadi lebih luas hal ini mengakibatkan daya lekat dengan pasta semen yang lebih kuat.

#### **5.3.5 Umur Beton**

Bila kita membandingkan kuat desak beton 7 hari yang sudah dikoreksi dengan beton 28 hari maka didapatkan kekuatan beton seperti pada tabel 5.7 :

Tabel 5.7 Konversi Umur Beton

Variasi	Umur 7 Hari Hasil Uji	Umur 28 Hari		Perbandingan umur beton 7 hari dan umur 28 hari hasil uji
		Konversi SNI ( : 0,65)	Hasil Uji	
<b>BK TR</b>	19.794	30.4523	30.5863	0.647
<b>BK P</b>	17.6206	27.1086	34.4828	0.511
<b>BK R</b>	17.5772	27.0418	31.0527	0.566
<b>BP TR</b>	23.7081	36.4740	32.817	0.722
<b>BP P</b>	20.8773	32.1189	30.9687	0.674
<b>BP R</b>	19.7446	30.3763	36.1121	0.547

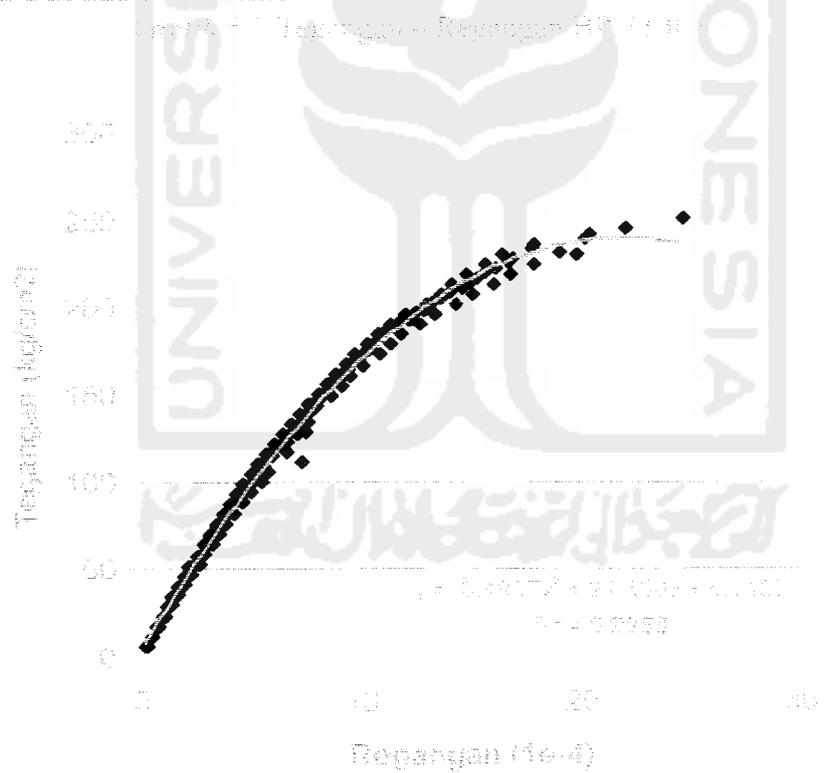
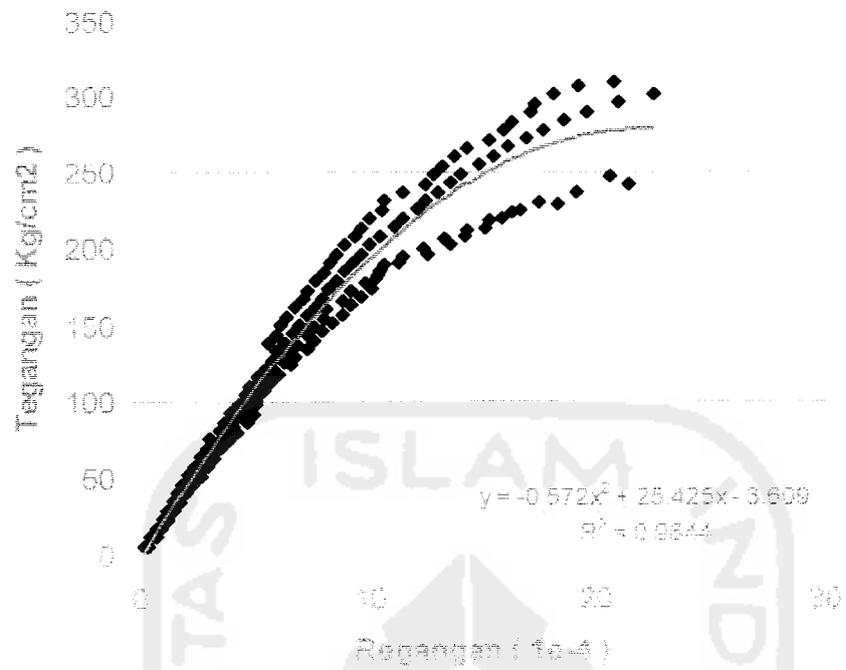
Untuk beton batu pecah yang tanpa rawat peningkatan kekuatan dari 7 hari sampai ke 28 hari hampir dikatakan sama, sedangkan yang remdam dan dibungkus plastik ada peningkatan seiring bertambahnya umur beton dalam hal ini peningkatan kuat desaknya sedikit demi sedikit naik sampai akhirnya pada umur 28 hari beton mencapai puncak kekuatannya. Pada beton pecahan beton yang tanpa dirawat dan dibungkus plastik mengalami peningkatan yang besar pada umur-umur awal tetapi pada umur 28 hari peningkatan kekuatannya akan turun dibandingkan dengan peningkatan 7 hari pertama. Tetapi pada beton yang direndam peningkatan kekuatan dari 7 hari ke 28 akan mengalami peningkatan sedikit-demi sedikit sampai puncaknya pada umur 28 hari (Tabel 5.7).

Dan untuk perbandingan nilai faktor koreksi, beton agregat batu pecah tanpa rawat (BKTR) memiliki nilai faktor koreksi yang mendekati atau dapat dikatakan sama dengan nilai faktor koreksi yang ditetapkan dari SNI. Sedang untuk beton dengan perawatan di bungkus plastik (BKP) dan direndam (BKR) dengan agregat yang sama memiliki nilai faktor koreksi yang lebih rendah dari yang ditetapkan oleh SNI, karena kelembaban beton dapat terjaga sehingga proses pengikatan akan menjadi lambat dan kekuatan pada umur-umur awal beton akan

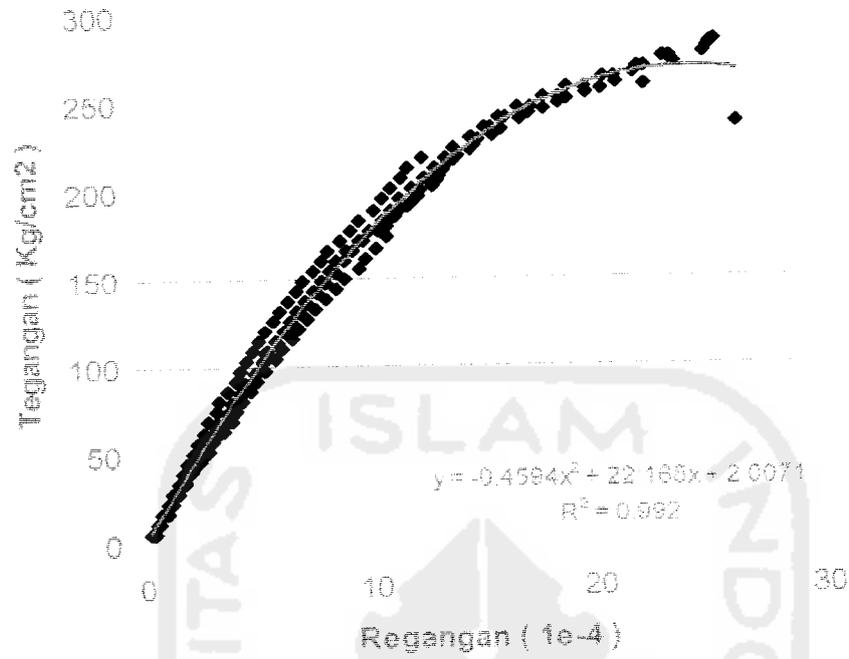
kecil. Untuk beton agregat pecahan beton tanpa rawat (BPTR) memiliki nilai faktor koreksi yang jauh lebih besar dari yang ditetapkan oleh SNI, hal ini dikarenakan BPTR memiliki porositas yang besar sehingga air cepat menguap, sehingga kekuatan awal beton akan menjadi besar. Sedang untuk beton agregat pecahan beton perawatan dibungkus plastik (BPP) memiliki nilai faktor koreksi yang lebih tinggi dari pada yang ditetapkan oleh SNI, tetapi kenaikannya tidak begitu signifikan. Namun untuk beton agregat pecahan beton perawatan direndam nilai faktor koreksinya lebih rendah dari pada yang ditetapkan oleh SNI, karena pada perawatan direndam karena kelembaban beton dapat terjaga sehingga proses pengikatan akan menjadi lambat dan kekuatan pada umur-umur awal beton akan kecil (Tabel 5.7).

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

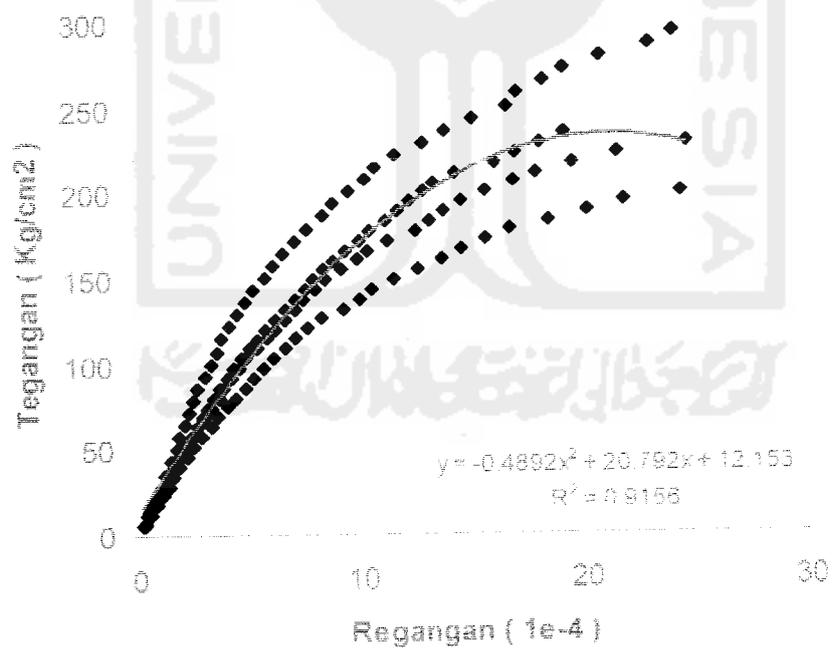
Pengujian tegangan-regangan tidak dilakukan terhadap seluruh benda uji disebabkan keterbatasan biaya yang tersedia, sehingga hanya diambil 4 sampel dari satu variasi berjumlah 7 sampel. Seluruh pengujian tegangan-regangan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, FTSP UII. Grafik hubungan tegangan-regangan benda uji untuk masing-masing umur beton ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



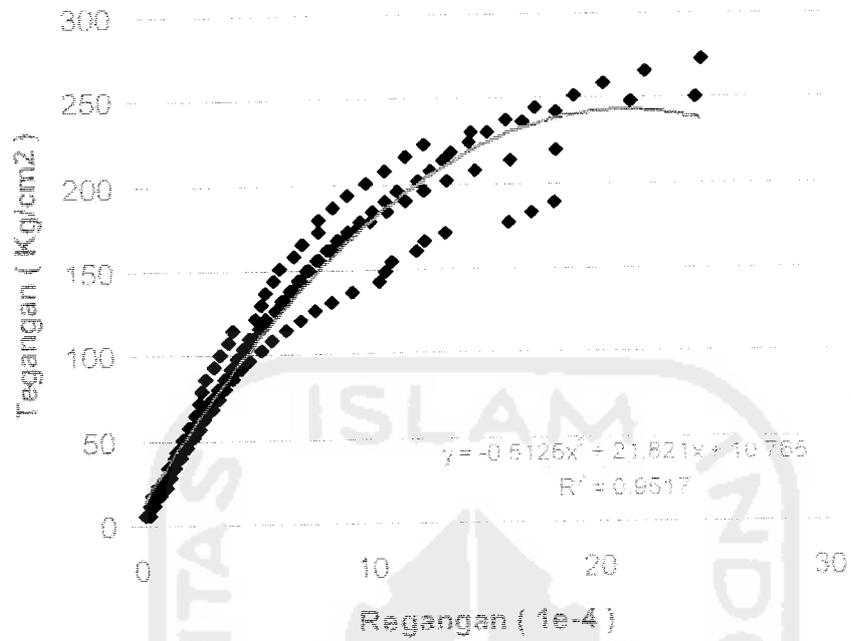
( Grafik 5. Tegangan - Regangan HP 70 ( D ) )



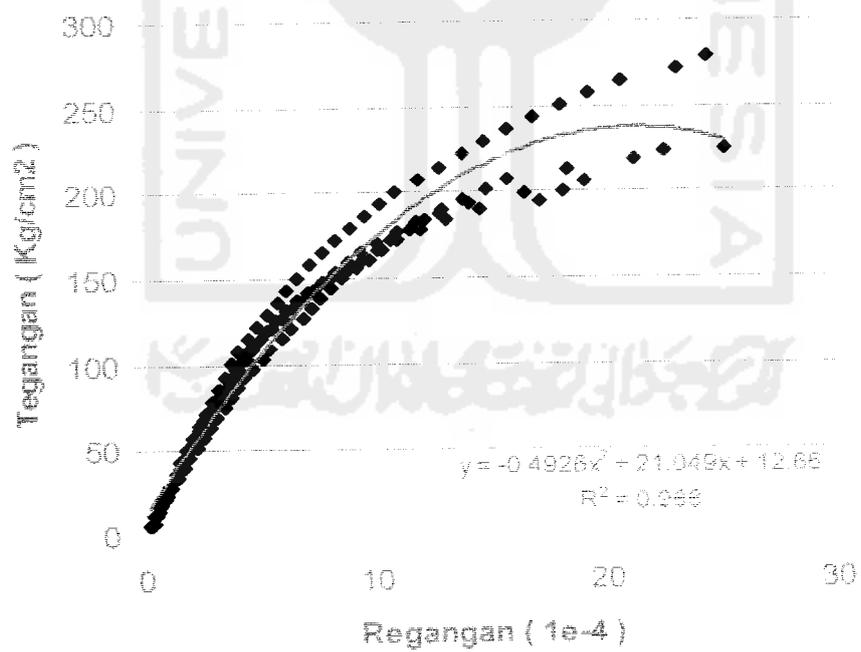
Grafik 5.4 Tegangan - Regangan BP 7 (TR)



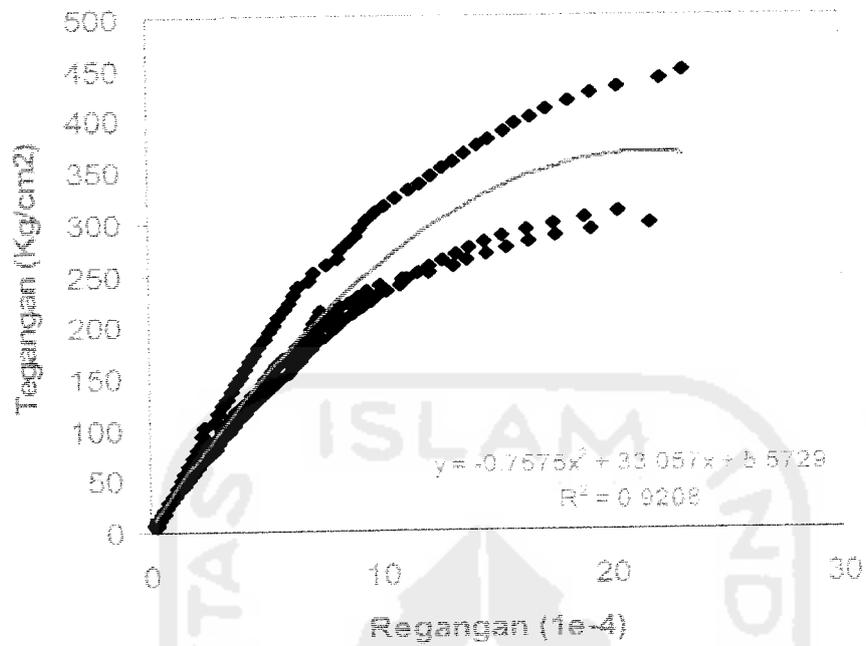
Grafik 5.5 Tegangan - Regangan BK 7 (TR)



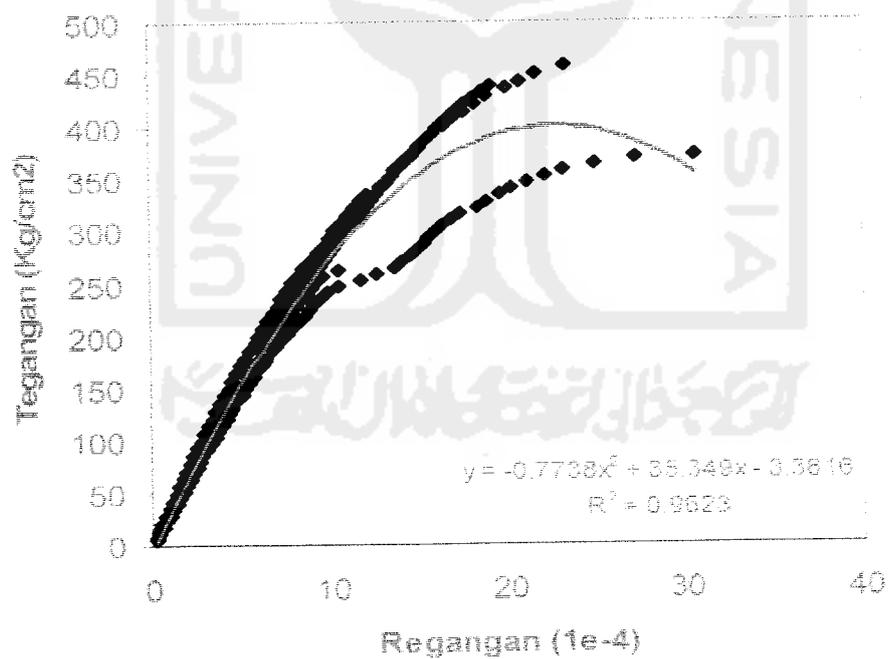
Grafik 5.6 Tegangan – Regangan BK 7 ( R )



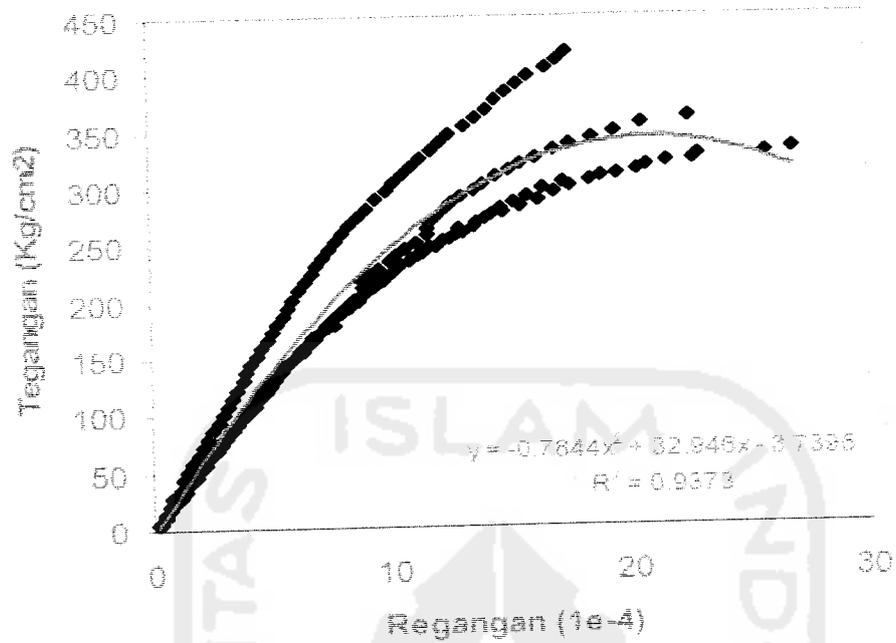
Grafik 5.7 Tegangan – Regangan BK 7 ( P )



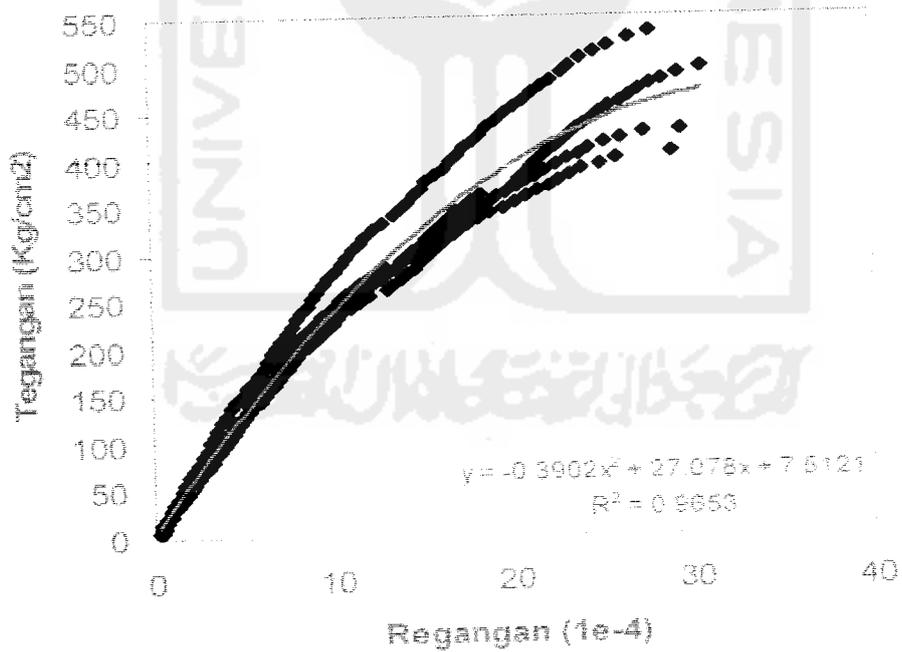
Grafik 5.8 Tegangan - Regangan BK 28 ( R )



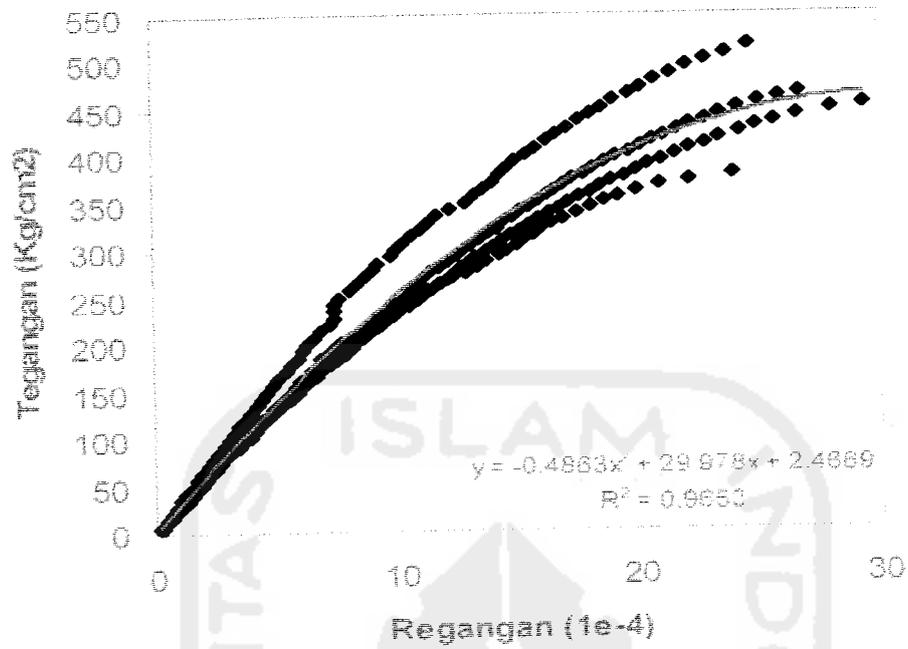
Grafik 5.9 Tegangan - Regangan BK 28 ( P )



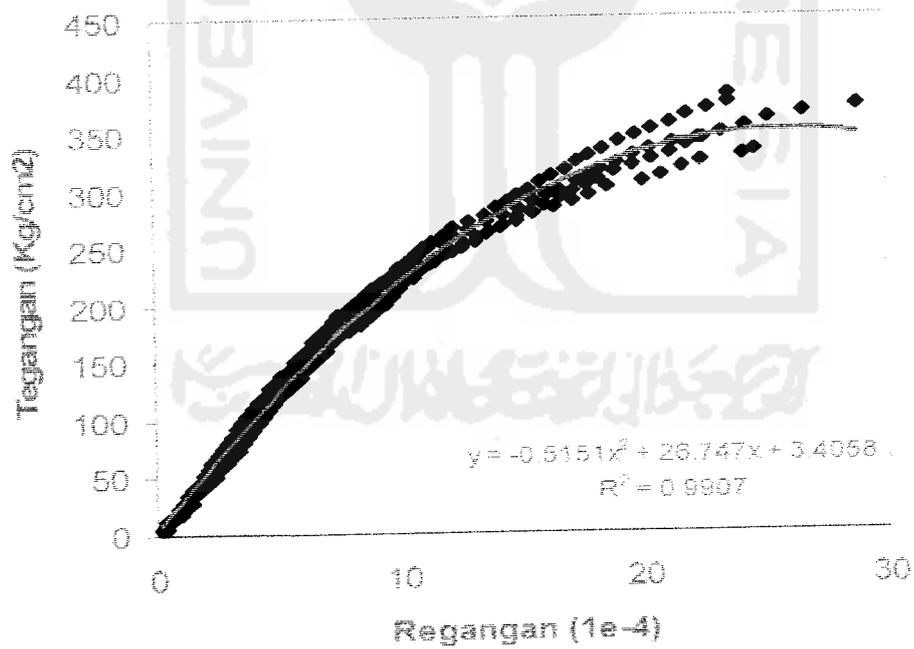
Grafik 5.10 Tegangan – Regangan BK 28 ( TR )



Grafik 5.11 Tegangan – Regangan BP 28 ( TR )



Grafik 5.12 Tegangan Regangan BP 28 ( R )



Grafik 5.13 Tegangan Regangan BP 28 ( P )

Perhitungan Modulus Elastisitas dan Modulus Kenyalnya sebagai berikut :

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

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

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

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

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

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

Pada tipe BP 7 R didapat  $\sigma = 111.5686 \text{ kg/cm}^2$  dan  $\varepsilon = 5,1198 \times 10^{-4}$

$$E_c = \frac{111.5686}{5.1198 \times 10^{-4}} = 217915.9342 \text{ MPa}$$

$$E_k = 0,5 \times 111,5686 \times 5,1198 \times 10^{-4} = 0.028560$$

Untuk tipe selanjutnya dapat dilihat tabel dibawah ini :

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Dan Modulus Kenyal

No.	Tipe	$\sigma$ mak (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4 $\sigma$ mak (kg/cm <sup>2</sup> )	$\varepsilon$ (10 <sup>-4</sup> )	Modulus Elastisitas (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Kenyal
1	BP R 7	278.9215	111.5686	5.1198	217915.9342	21370.2530	0.0286
2	BP P 7	239.7775	95.911	4.7909	200194.1180	19632.3365	0.0230
3	BP TR 7	269.43175	107.7727	5.36832	200756.8476	19687.5214	0.0289
4	BK R 7	242.9908	97.19632	4.4198	219911.1272	21565.9146	0.0215
5	BK P 7	237.5175	95.007	4.3562	218096.0470	21387.9160	0.0207
6	BK TR 7	233.0775	93.231	4.4646	208822.7389	20478.5151	0.0208
7	BP R 28	463.6153	185.44612	6.8692	269967.5654	26474.7742	0.0637
8	BP P 28	350.6202	140.24808	5.7537	243752.8547	23903.9893	0.0403
9	BP TR 28	471.35525	188.5421	7.4949	251560.5278	24669.6605	0.0707
10	BK R 28	366.22125	146.4885	4.7881	305942.8583	30002.7453	0.0351
11	BK P 28	400.34325	160.1373	5.2222	306647.1985	30071.8175	0.0418
12	BK TR 28	342.206	136.8824	4.8218	283882.3676	27839.3502	0.0330

Modulus elastisitas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu karakteristik agregat, umur beton, kondisi rawatan beton dan metode pengukuran nilai modulus.. Modulus elastisitas beton akan meningkat dengan bertambahnya waktu. Peningkatan modulus elastisitas tergantung pada kelangsungan proses hidrasi semen, yang berhubungan dengan berkurangnya porositas beton dan peningkatan kekuatan. Perawatan dengan mempertahankan permukaan beton untuk selalu lembab akan menghasilkan modulus elastisitas beton lebih tinggi dibanding tanpa perawatan.

Pada pengujian beton dengan agregat kasar pecahan beton umur 7 hari, dengan perawatan direndam didapatkan modulus elastisitas sebesar 21370.2530 MPa , pada beton perawatan dengan dibungkus plastik didapat 19632.3365 MPa. dan pada beton tanpa perawatan didapat 19687.5214 MPa Dari hasil diatas terlihat penurunan sebesar 1682.7316 MPa, antara beton yang direndam dengan beton tanpa rawat dan penurunan sebesar 1737.9165 MPa antara beton direndam dengan dibungkus plastik Hal ini dikarenakan pada perawatan 7 hari direndam ketersediaan air terjaga. Sedangkan yang dibungkus plastik karena suhu didalam beton lebih besar dan ketersediaan air yang terbatas sehingga terjadi penguapan air pada beton menimbulkan pengerasan beton yang berlangsung secara cepat.

Pada pengujian beton dengan agregat kasar batu pecah umur 7 hari, dengan perawatan direndam didapatkan modulus elastisitas sebesar 21565.9146 MPa , pada beton perawatan dengan dibungkus plastik didapat 21387.9160 MPa. dan pada beton tanpa perawatan didapat 20478.5151 MPa Dari hasil diatas terlihat penurunan sebesar 1087.3995 MPa, antara beton yang direndam dengan beton

tanpa rawat dan penurunan sebesar 177.9986 MPa antara beton direndam dengan dibungkus plastik. Bila kita membandingkan penurunan antara beton dengan agregat kasar pecahan beton dengan batu pecah maka penurunan modulus elastisitasnya lebih besar pecahan beton hal ini diakibatkan oleh penyerapan air yang dimiliki pecahan beton lebih tinggi yaitu sebesar 8.225 % dan untuk batu pecah sebesar 1.523 %.

Pada pengujian beton dengan agregat kasar pecahan beton umur 28 hari, dengan perawatan direndam didapatkan modulus elastisitas sebesar 26474.7742 MPa , pada beton perawatan dengan dibungkus plastik didapat 23903.9893 MPa. dan pada beton tanpa perawatan didapat 24669.6605 MPa Dari hasil diatas terlihat penurunan sebesar 1805.1137 MPa, antara beton yang direndam dengan beton tanpa rawat dan penurunan sebesar 2570.7849 MPa antara beton direndam dengan dibungkus plastik Penurunan pada beton agregat kasar pecahan beton sangatlah tinggi hal ini karena ketersediaan air untuk proses hidrasi sangat kecil ditambah dengan angka resapan air yang tinggi pula sehingga proses hidrasi kurang sempurna. Berbeda dengan beton yang direndam karena permukaan beton yang selalu lembab sehingga proses hidrasinya menjadi sempurna

Pada pengujian beton dengan agregat kasar batu pecah umur 28 hari, dengan perawatan direndam didapatkan modulus elastisitas sebesar 30002.7453 MPa , pada beton perawatan dengan dibungkus plastik didapat 30071.8175 MPa. dan pada beton tanpa perawatan didapat 27839.3502 MPa . Dari data diatas jelas sekali bahwa dengan peningkatan umur maka meningkat juga kekuatan beton dan meningkat pula nilai modulus elastisitasnya.

## BAB VI

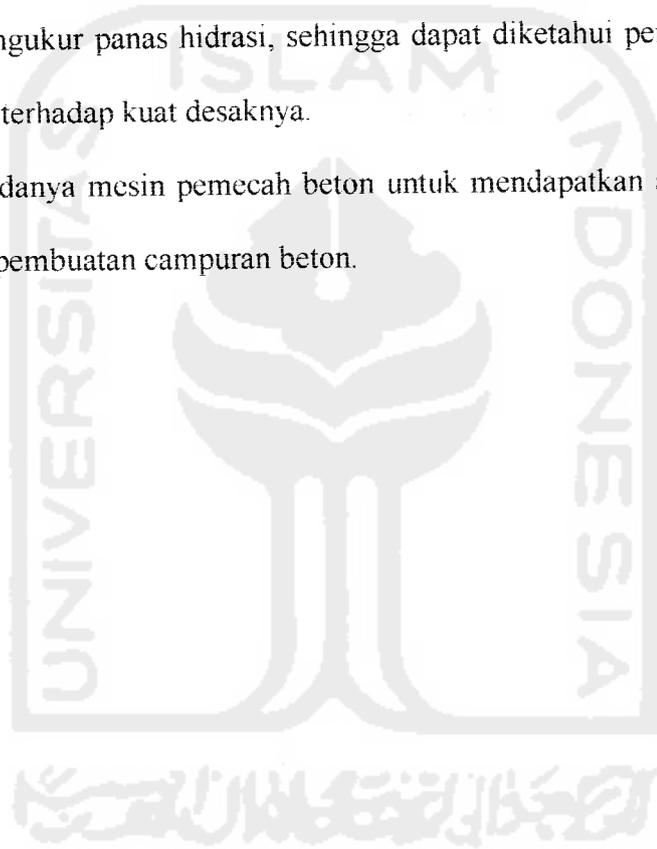
### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

1. Nilai keausan agregat pecahan beton yang masih dibawah nilai maksimal keausan agregat yang disyaratkan maka agregat kasar pecahan beton dapat digunakan sebagai agregat kasar dalam campuran beton.
2. Pemakaian limbah beton sebagai agregat pengganti dalam campuran beton dapat memberikan kekuatan rencana yang ditentukan
3. Pada umur 7 hari beton tanpa perawatan mempunyai kuat desak yang lebih baik dari pada dengan perawatan di bungkus plastik dan dengan di rendam, baik untuk beton agregat batu pecah maupun beton agregat pecahan beton..Tetapi bila perawatan plastik dibandingkan dengan yang direndam maka perawatan plastik lebih baik dari pada di rendam pada umur 7 hari baik pada beton agregat pecahan beton maupun batu pecah.
4. Perawatan dibungkus plastik memberikan kekuatan akhir lebih baik jika dibandingkan dengan direndam dan tanpa rawat untuk penggunaan agregat batu pecah. Sedang untuk penggunaan agregat pecahan beton, kuat desak yang paling baik yaitu dengan perawatan direndam.
5. Penggunaan jenis agregat akan menentukan jenis perawatan yang akan digunakan sehingga dapat diperoleh nilai kuat desak yang maksimal.

## 6.2 Saran

1. Dicoba penelitian dengan membuat beton dengan agregat campuran (batu pecah dan pecahan beton) dengan variasi persentase campuran.
2. Perlu adanya penelitian kembali dengan menggunakan jenis agregat yang berbeda untuk cara perawatan di bungkus plastik.
3. Perlu penelitian terhadap panas hidrasi beton dengan menggunakan alat pengukur panas hidrasi, sehingga dapat diketahui pengaruh panas hidrasi terhadap kuat desaknya.
4. Perlu adanya mesin pemecah beton untuk mendapatkan agregat kasar dalam pembuatan campuran beton.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arief Kurniawan dan Sigit Isnianto, 2005, **Pengaruh Perawatan Beton Terhadap Mutu Beton Yang Menggunakan Abu Terbang ( Fly Ash )**, Tugas Akhir S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Yogyakarta.
- Bambang Setya Nugraha dan Noviardy Rachmadsyah, 2003, **Pengaruh Metode Rawatan Beton Pasca Cor Menggunakan Siraman Air Panas Terhadap Kuat Desak Beton**, Tugas Akhir S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Yogyakarta.
- Dipohusodo, Istimawan, 1994, **Struktur Beton Bertulang**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Mulyono, Tri, Ir, MT, 2004, **Teknologi Beton**, Andi Offset, Yogyakarta.
- Nawy, Edward G, 1990, **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, PT. Eresco, Bandung
- Oskar Patriawan R dan Faisal Hafid, 2003, **Pengaruh Limbah Nikel ( Slag ) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Terhadap Mutu Beton**, Tugas Akhir S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Yogyakarta.
- Segel, R, 1993, **Pedoman Pengerjaan Beton**, Erlangga, Jakarta.
- Suharwanto, Djuanda Suratmadja, dan Habibullah Rois, 2005, **Perilaku Mekanik Pada Elemen Struktur Beton Agregat Daur Ulang**, <http://www.dikti.org/p3m/abstrakHB/AbstrakHB02.pdf>.
- Taufan Hendrajaya dan Bayu Rahutomo Triyoga, 2003, **Pemanfaatan Limbah Baja ( Steel Slag ) Untuk Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Komposisi Campuran Beton**, Tugas Akhir S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, Kariyono, Ir, ME, 1992, **Teknologi Beton**, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.



# LAMPIRAN







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

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

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

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

Penguji : Rinta Bramundita  
Pramono Sri Widodo  
Ditest tanggal : 13 Mei 2005

Pasir asal : Krasak

Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak, gram ( Bk )	452	453	452.5
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, gram	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air, gram ( Bt )	937	939	938
Berat Piknometer Berisi Air, gram ( B )	647	647	647
Berat Jenis Curah, gram/cm <sup>3</sup> ..... ( 1 ) $Bk / ( B + 500 - Bt )$	2.152	2.178	2.165
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, gram/cm <sup>3</sup> ..... ( 2 ) $500 / ( B + 500 - Bt )$	2.381	2.404	2.392
Berat Jenis Semu..... ( 3 ) $Bk / ( B + Bk - Bt )$	2.790	2.814	2.802
Penyerapan Air..... ( 4 ) $( 500 - Bk ) / Bk \times 100\%$	10.619	10.375	10.497

Keterangan :

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

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka pasir tersebut = 2.392

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

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

Penguji : Rinta Bramundita  
Pramono Sri Widodo  
Ditest tanggal : 14 Mei 2005

Agregat : Pecahan Beton

Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Sampel 1
Berat Kerikil Kering Mutlak, gram ( Bk )	4620
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka, gram ( Bj )	5000
Berat Kerikil Dalam Air, gram ( Ba )	2996
Berat Jenis Curah,..... ( 1 ) $Bk / ( Bj - Ba )$	2.305
Berat Jenis jenuh Kering Muka,..... ( 2 ) $Bj / ( Bj - Ba )$	2.495
Berat Jenis Semu,..... ( 3 ) $Bk / ( Bk - Ba )$	2.845
Penyerapan Air,..... ( 4 ) $( Bj - Bk ) / Bk \times 100\%$	8.225

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka agregat tersebut = 2.495

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

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

Penguji : Rinta Bramundita  
Pramono Sri Widodo  
Ditest tanggal : 14 Mei 2005

Agregat : Batu pecah

Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Sampel 1
Berat Kerikil Kering Mutlak, gram ( Bk )	4925
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka, gram ( Bj )	5000
Berat Kerikil Dalam Air, gram ( Ba )	3149
Berat Jenis Curah,..... ( 1 ) $Bk / ( Bj - Ba )$	2.661
Berat Jenis Kering Muka,..... ( 2 ) $Bj / ( Bj - Ba )$	2.701
Berat Jenis Semu,..... ( 3 ) $Bk / ( Bk - Ba )$	2.773
Penyerapan Air,..... ( 4 ) $( Bj - Bk ) / Bk \times 100\%$	1.523

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka agregat tersebut = 2.701

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS**

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

Penguji : Rinta Bramundita  
Pramono Sri Widodo

Ditest tanggal : 13 Mei 2005

Pasir asal : Krasak  
Keperluan : Tugas Akhir

	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Tabung ( W 1 ), gram	11000	11000	11000
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( W 2 ), gram	20600	20900	20750
Berat Agregat Bersih ( W 3 ), gram	9600	9900	9750
Volume Tabung ( V ), cm <sup>3</sup>	5301.4376	5301.4376	5301.4376
Berat Isi Padat ( W 3 / V ), gram/cm <sup>3</sup>	1.811	1.867	1.839

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR**

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

Penguji : Rinta Bramundita  
Pramono Sri Widodo  
Ditest tanggal : 13 Mei 2005

Kerikil asal : Sungai Boyong

Keperluan : Tugas Akhir

	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Tabung ( W 1 ), gram	11100	11100	11100
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( W 2 ), gram	19500	19600	19550
Berat Agregat Bersih ( W 3 ), gram	8400	8500	8450
Volume Tabung ( V ), cm <sup>3</sup>	5301.4376	5301.4376	5301.4376
Berat Isi Padat ( W 3 / V ), gram/cm <sup>3</sup>	1.584	1.603	1.594

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

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

Penguji : Rinta Bramundita  
Pramono Sri Widodo  
Agregat : Pecahan Beton  
Keperluan : Tugas Akhir  
Ditest tanggal : 13 Mei 2005

	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Tabung ( W 1 ), gram	11100	11100	11100
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku ( W 2 ), gram	18200	18100	18150
Berat Agregat Bersih ( W 3 ), gram	7100	7000	7050
Volume Tabung ( V ), cm <sup>3</sup>	5301.4376	5301.4376	5301.4376
Berat Isi Padat ( W 3 / V ), gram/cm <sup>3</sup>	1.339	1.320	1.330

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS**

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

Penguji : Rinta Bramundita

Ditest tanggal : 14 Mei 2005

Pramono Sri Widodo

Pasir asal : Krasak

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan ( mm )	Berat Tertinggal ( gram )	Berat Tertinggal ( % )	Berat Tertinggal Komulatif ( % )	Persen Lolos Komulatif ( % )
40.00	0	0	0	100
20.00	0	0	0	100
10.00	0	0	0	100
4.80	50	2.5	2.5	97.5
2.40	357	17.85	20.35	79.65
1.20	390	19.5	39.85	60.15
0.60	426	21.3	61.15	38.85
0.30	320	16	77.15	22.85
0.15	209	10.45	87.6	12.4
Sisa	268	13.4		
<b>Jumlah</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>288.6</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{288.6}{100} = 2,886$$

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**GRADASI PASIR**

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

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

Hasil analisa ayakan masuk daerah : 2 (dua)

Jenis pasir : agak kasar

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR**

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

Penguji : Rinta Bramundita

Ditest tanggal : 14 Mei 2005

Pramono Sri Widodo

Kerikil asal : Merapi,kaliurang

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan ( mm )	Berat Tertinggal ( gram )	Berat Tertinggal ( % )	Berat Tertinggal Komulatif ( % )	Persen Lolos Komulatif ( % )
40.00				
20.00	0	0	0	100
10.00	1607	80.35	80.35	19.65
4.80	330	16.5	96.85	3.15
2.40	63	3.15	100	0
1.20	0	0	100	0
0.60	0	0	100	0
0.30	0	0	100	0
0.15	0	0	100	0
Sisa	0	0	-	0
<b>Jumlah</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>677.2</b>	<b>-</b>

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{677.2}{100} = 6,772$$

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**GRADASI KERIKIL**

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

Hasil analisa ayakan, besar butir maksimum masuk 20 mm.

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR**

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

Penguji : Rinta Bramundita

Ditest tanggal : 14 Mei 2005

Pramono Sri Widodo

Agregat : Pecahan Beton

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan ( mm )	Berat Tertinggal ( gram )	Berat Tertinggal ( % )	Berat Tertinggal Komulatif ( % )	Persen Lolos Komulatif ( % )
40.00				
20.00	0	0	0	100
10.00	1695	84.75	84.75	15.25
4.80	229	11.45	96.2	3.8
2.40	76	3.8	100	0
1.20	0	0	100	0
0.60	0	0	100	0
0.30	0	0	100	0
0.15	0	0	100	0
Sisa	0	0	-	0
<b>Jumlah</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>680.95</b>	<b>-</b>

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{680.95}{100} = 6,8095$$

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

**GRADASI KERIKIL**

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

Hasil analisa ayakan, besar butir maksimum masuk 20 mm.

Yogyakarta, Agustus 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Rinta Bramundita	01 511 069	Teknik Sipil
2.	Pramono Sri Widodo	01 511 084	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Perbandingan Nilai Kuat Desak Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Batu Pecah dan Agregat Kasar dari daur Ulang Beton

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

**Berlaku mulai Tgl : 28-Apr-05 – Sampai Akhir Agustus 05**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Dosen Pembimbing II : Helmy Akbar Bale,Ir,MT



Jogjakarta ,28-Apr-05  
 a.n. Dekan

Mr.H.Munadhir, MS

Seminar : \_\_\_\_\_  
 Sidang : \_\_\_\_\_  
 Pendadaran : \_\_\_\_\_

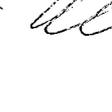
Icon  
- Sid  
- Br  
- pa  
- Lu  
P  
- or  
- he

MA  
- ME





CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TAND TANG
1	04-05-05	- Konsultasi dan ke "Kecamatan" - Simplok Suciwar	
2	11/08-05	- BMT Laporan - penulisan format.	
3	22/08-05	- Menyaji kebudayaan	
4	---	Profil kesimpul. stp	
5	24/8	ke ... stp	
	---	ke ... stp	
	8/10-2005	AMA Revisi GAT Pendidikan	