



**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN  
KARET BAN BEKAS SEBAGAI CAMPURAN  
AGREGAT KASAR UNTUK BETON RINGAN**

**LAPORAN PROYEK AKHIR**

Oleh :

**ALFRED PRAMUDIJA ANANTATUR**  
NIM. 011 903 103 111

Asal :	Hadiah	Klass 631 AYA 1
Terima Tgl :	Pembelian 15 MAY 2006	
No. Induk :		
Pengkatalog :		

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM-PROGRAM STUDI TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2006**



**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN  
KARET BAN BEKAS SEBAGAI CAMPURAN  
AGREGAT KASAR UNTUK BETON RINGAN**

**LAPORAN PROYEK AKHIR**

diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya ( A.Md )  
pada Program - Program Studi Teknik Universitas Jember

*Oleh :*

**ALFRED PRAMUDIJA ANANTATUR  
NIM 011 903 103 111**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM-PROGRAM STUDI TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2006**

## PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk

1. Almh Bapak tercinta terima kasih tanpa batas, yang tak terbalas. Telah menyekolahkan dari pendidikan dasar sampai perguruan tinggi, insya allah aku tidak akan mengecewakannya. Dan semoga arwah beliau diterima disisi Tuhan Yang Maha Esa.
2. Ibu yang tercinta terima kasih tak terhingga, tiada sanggupku membalasnya, yang telah membimbing dari kecil, merawat dikala sakit. Aku percaya de'a restumu tiada henti seperti udara, Sungkem dari putramu.
3. Terima kasih super special, atas support-nya dik Wita.
4. Mama dan Ayah, yang terhormat, Adik-adik yang ada di Kalisat Rina, dan Egan, terima kasih atas dukungannya.
5. Spesial buat Cahyo dan Heny, terima kasih atas inspirasinya.
6. Teman-temanku di Gank 12 (Babliar, Ahmad, Ulum-Trims data'e, Pras, Imron, Dahnil, Syahrom, Edi-trims data'e, Soni, Citra-Trims Flash Drivenya, Bayu, Andik, iksan, Zulli, Rifan-trims almamater'e) semua angkatan 2000, s/d 2004, Khususnya angkatan 2001 yang telah membantu terlaksananya proyek akhir ini.
7. Buat Gank "Seven Up" (Mas Sis, Mas Anam, Asan, Ririk, Panjer, Rukin, Anton, Anas) Semua keluarga di kalisat. Semua keluarga di Ajung Jember.
8. Semua Bapak-Ibu Guru Dari SD s/d STM tanpa terkecuali, Ilmumu sangat berarti dan berguna.

Motto

**" TIADA KESUKSESAN TANPA DISERTAI KEBERANIAN "**

**" KREATIF SEIRING WAKTU YANG BERJALAN "**

**" BERHATI LEMBUT SEPERTI SUTERA, BERSEMANGAT SEPERTI CADAS "**

"Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"  
*(Surat Al-Munafiqin Ayat 10)*



### PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Alfred Pramudija Anantatur

NIM 011 903 103 111

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul :  
"Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Karet Ban Bekas Sebagai Campuran  
Agregat Kasar Untuk Beton Ringan" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali  
jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta  
bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya  
dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya  
tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik  
jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Maret 2006

Yang menyatakan,

Alfred Pramudija Anantatur  
011 903 103 111

PENGESAHAN

Laporan Proyek Akhir berjudul :

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN KARET BAN BEKAS  
SEBAGAI CAMPURAN AGREGAT KASAR UNTUK BETON RINGAN**

Nama : Alfred Pramudija Anantatur  
Nim : 011 903 103 111

Telah disetujui, disahkan dan diterima oleh  
Program-Program Studi Teknik pada :

Hari / Tanggal : 16 - 03- 2006

Tempat : Program-Program Studi Teknik Universitas Jember

Ketua ( Pembimbing Utama ) Menyetujui / Penguji

Ir. Entin Hidayah, M. M.  
NIP. 490 030 386

Ketua Aswatama, ST., MT.  
NIP. 132 288 234

Penguji I

Ir. Hermu Suyoso  
NIP. 131 660 768

Penguji II

Joko Widodo, ST., MT.  
NIP. 132 258 074

Penguji III

  
21/06/09

Anik Ratnaningsih, ST., MT.  
NIP. 132 213 835

Jurusan Teknik Sipil  
Ketua

Ir. Hermu Suyoso  
NIP. 131 660 768

Mengetahui

Program Studi D-III Teknik Sipil  
Ketua

Joko Widodo, ST., MT.  
NIP. 132 258 074

Mengesahkan  
Program-Program Studi Teknik  
Universitas Jember  
Ketua

  
Dr. Ir. R. Sudaryanto, D. A.  
NIP. 320 002 358

### RINGKASAN

**Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Karet Ban Bekas Sebagai Campuran Agregat Kasar Untuk Beton Ringan, Alfred Pramudija Anantatur, 011903103111, 2006, 52 hlm.**

Beton ringan adalah beton yang agregatnya terdiri dari bahan-bahan ringan/agregat ringan. Contoh beton-karet. Digunakan pada struktur yang tidak terlalu penting, atau non-struktural. Diterapkan pada konstruksi-konstruksi yang menerima efek benturan. Tujuan penelitian ini adalah membuat sampel beton ringan, yang campuran agregat ringannya adalah karet ban bekas. Dianalisa kuat tekan dan berat volumenya saja.

Penelitian dilakukan di laboratorium Struktur Teknik Sipil, Program-Program Studi Teknik Universitas Jember pada bulan Desember 2005 sampai bulan Februari 2006. Bahan yang digunakan antara lain semen PC tipe I, Pasir dari kawasan Jember, Kerikil dari Jl. Cenderawasih Jember, Karet dari Jl. S. Parman Jember. Metode Yang digunakan adalah 1-2-3. Sampel berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, berjumlah 15 buah.

Setelah dilakukan pengujian dan perawatan pada umur 28 hari, didapatkan hasil sebagai berikut untuk campuran 1:2:3:0 sebagai beton acuan slump 7 cm, kuat tekan rata-ratanya 21.312 Mpa, berat volumenya 2387 kg/m<sup>3</sup>. Campuran 1:2:2:1 slump 7,5 cm, kuat tekan rata-ratanya 7.259 Mpa, berat volumenya 2207 kg/m<sup>3</sup>, Campuran 1:2:1:2 slump 8 cm, kuat tekan rata-ratanya 4.752 Mpa, berat volumenya 2045 kg/m<sup>3</sup>, dan Campuran 1:2:0:3 slump 9 cm, kuat tekan rata-ratanya 2.730 Mpa, berat volumenya 1832 kg/m<sup>3</sup>. F.A.S yang diambil adalah 0,5 semen.

Sehingga disimpulkan bahwa campuran 1:2:2:1, 1:2:1:2, dan 1:2:0:3 tidak termasuk dalam beton ringan struktural. Jika menggunakan karet ban bekas penurunan kuat tekan mencapai 87,19 %. Dan penurunan berat volume mencapai 23,25%.

Teknik Sipil, Program Studi D3, Program-Program Studi Teknik, Universitas Jember

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut asma Allah SWT dan memanjatkan puji beserta syukur atas segala rahmat, hidayah dan petunjukNya, serta salawat dan salam selalu terlimpah atas Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia kepada kehidupan yang lebih baik.

Tugas akhir atau proyek akhir adalah sebuah karya tulis ilmiah yang wajib disusun oleh seorang mahasiswa pada jenjang Diploma III sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Ahli madya (A.md). Pada Program Studi Teknik Universitas Jember, hal-hal mengenai proyek akhir ini telah jelas diatur dan dimuat dalam buku Pedoman Pendidikan 2001 untuk Program Studi Diploma III Teknik Universitas Jember. Proyek akhir tersebut nantinya akan diuji di hadapan tim penguji sehingga dapat dipertanggung jawabkan dan yang bersangkutan dinyatakan lulus.

Dalam bidang teknik sipil terdapat beberapa bidang ilmu yang antara lain bidang transportasi, geoteknik, hidroteknik, analisa struktur, manajemen proyek dan struktur bahan. Dalam hal ini penulis mengambil bidang ilmu Struktur Beton dengan judul proyek akhir "Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Karet Ban Bekas Sebagai Campuran Agregat Kasar untuk Beton Ringan".

Dengan terselesaikannya laporan proyek akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaiannya ini. Oleh karena itu, dalam tulisan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berjasa di antaranya yaitu :

1. Alm Bapak dan Ibu tercinta yang dengan ikhlas serta senantiasa selalu memberikan kasih sayang dorongan moral, materi dan do'anya.
2. Dr. Ir. R. Sudaryanto, DEA selaku ketua Program-Program Studi Teknik Universitas Jember
3. Ir. Henu Suyoso, selaku dosen wali.



1. Ir. Entin Hidayah, M.UM. Selaku dosen pembimbing I yang telah banyak mengarahkan dan memberi masukan demi kesempurnaan laporan proyek akhir ini.
2. Ketut Aswatama, ST.,MT. Selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membimbing dalam penyusunan laporan proyek akhir ini.
3. Moch. Akir. Selaku teknisi laboratorium dan semua teknisi teknik yang telah membantu dalam pelaksanaan praktikum proyek akhir ini.
4. Seluruh dosen teknik sipil yang dengan senang hati telah banyak membimbing kami selama kuliah, wejangan –wejangan, dan diskusi-diskusi perkuliahan.
5. Crew dan rental pojok computer atas jasa pengetikanya.
6. Semua rekan-rekan D III Teknik sipil '00, '01, '02, '03 dan S1

Dengan mengabdikan berbagai pihak lewat tulisan ini, penulis berharap mudah-mudahan semuanya mendapatkan ridha Allah SWT. Kritik dan saran yang membangun penulis tetap sangat diharapkan. Akhirnya semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi komunitas teknik sipil pada khususnya dan masyarakat luas pada umumnya

Jember, Maret 2006

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Beton.....	4
2.2 Beton ringan.....	4
2.3 Semen.....	6
2.3.1 Pengikatan dan Mengeras Semen.....	7
2.4 Air.....	8
2.5 Agregat.....	8

2.6	Karet Ban Bekas .....	10
2.7	Kekuatan Tekan Beton .....	11
2.8	Standar Deviasi .....	13
2.9	Pengujian Statistik .....	16
2.10	Variasi .....	16
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Bahan .....	17
3.2	Alat .....	17
3.3	Proses Pengirisan Karet Ban Bekas .....	18
3.4	Tahapan Penelitian .....	18
3.5	Variabel .....	21
3.6	Analisa/Pembahasan .....	21
<b>BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Data Laboratorium .....	24
4.1.1	Semen .....	24
4.1.2	Agregat Halus .....	25
4.1.3	Agregat Kasar .....	27
4.1.4	Karet Ban Bekas .....	31
4.2	Pengujian Beton .....	34
4.2.1	Pengujian Slump .....	34
4.2.2	Berat Volume Beton .....	35
4.2.3	Pengujian Kuat Tekan .....	40
<b>BAB 5. PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	50
5.2	Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>52</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Batas Kekuatan Konstruksi Beton Ringan .....	5
Tabel 2.2 Tipe dari Sifat Jenis Beton Ringan.....	6
Tabel 2.3 Karakteristik Karet Ban Bekas.....	11
Tabel 2.4 Nilai Standar Deviasi Menurut ACI.....	13
Tabel 2.5 Nilai Standar Deviasi Menurut Road Note.....	14
Tabel 4.1 Analisa Pengujian Semen PC tipe I.....	24
Tabel 4.2 Analisa Pengujian Agregat Halus (pasir).....	25
Tabel 4.3 Gradasi Agregat Halus.....	25
Tabel 4.4 Keterangan Gradasi Pasir Zona II.....	26
Tabel 4.5 Analisa Pengujian Agregat Kasar Maksimum 10 mm.....	27
Tabel 4.6 Berat Volume Campuran Kerikil dan Karet Ban Bekas 1:2:2:1.....	27
Tabel 4.7 Berat Volume Campuran Kerikil dan Karet Ban Bekas 1:2:1:2.....	28
Tabel 4.8 Analisa Saringan Agregat Kasar Maksimal 10mm.....	29
Tabel 4.9 Batas – batas Gradasi Kerikil.....	30
Tabel 4.10 Batas – batas Gradasi Agregat Kasar.....	31
Tabel 4.11 Berat Volume Karet Ban Bekas 1:2:0.3.....	31
Tabel 4.12 Analisa Saringan Karet Ban Bekas.....	32
Tabel 4.13 Pengujian Slump.....	34
Tabel 4.14 Perbandingan Berat Volume Perbandingan 1:2:3:0.....	35
Tabel 4.15 Perbandingan Berat Volume Perbandingan 1:2:2:1.....	36
Tabel 4.16 Perbandingan Berat Volume Perbandingan 1:2:1:2.....	37
Tabel 4.17 Perbandingan Berat Volume Perbandingan 1:2:3:0.....	38
Tabel 4.18 Kuat Tekan Beton untuk Perbandingan 1:2:3:0.....	40

Tabel 4.19	Kuat Tekan Beton untuk Perbandingan 1:2:2:1 .....	42
Tabel 4.20	Kuat Tekan Beton untuk Perbandingan 1:2:1:2 .....	44
Tabel 4.21	Kuat Tekan Beton untuk Perbandingan 1:2:0:3 .....	46
Tabel 4.22	Penurunan Berat Volume dan Penurunan Kuat Tekan.....	48



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.7.1 Pengaruh Nilai Perbandingan Air.....	11
Gambar 2.7.2 Kurva Distribusi Normal .....	15
Gambar 3.1 Flowchart Pelaksanaan Proyek Akhir.....	23
Gambar 4.1 Daerah Gradasi Pasir Agak kasar.....	26
Gambar 4.2 Gradasi Standart Agregat Butiran Maksimal 10 mm.....	30
Gambar 4.3 Grafik Pembacaan Saringan Karet Ban Bekas .....	33
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Berat Volume.....	48
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Kuat Tekan.....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Data Pengujian Semen
- Lampiran B. Data Pengujian Agregat Halus
- Lampiran C. Pengujian Agregat Kasar Gradasi Maksimal 10 mm
- Lampiran D. Berat volume Proporsi 1:2:2.1, 1:2:1.2, 1:2:0.3 Dan Analisa Sarangan Karet Ban Bekas
- Lampiran E. Tanggal Pembuatan dan Pengetesan Beton
- Lampiran F. Perhitungan Berat Volume
- Lampiran G. Diagram Pembuatan Karet Ban Bekas
- Lampiran H. Foto Dokumentasi Penelitian

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang masalah

Beton dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan beratnya yaitu beton berat, beton sedang dan beton ringan. Beton dapat pula dibedakan berdasarkan material pembentuknya dan kegunaan strukturnya. Beton jenis lain pada prinsipnya sama dengan beton normal yang membedakan adalah material tambahan yang digunakan. Umumnya beton dibuat dengan menggunakan bahan agregat yang mempunyai kepadatan seperti yang diinginkan. Agregat ringan akan membentuk beton dengan berat-volume ringan

Beton ringan adalah beton yang agregatnya terdiri dari bahan-bahan ringan/ agregat ringan. Adapun contoh beton ringan salah satunya adalah Beton-karet. Campuran beton-karet disebut *rubcrete*. Digunakan pada struktur yang tidak terlalu penting atau non struktural. Diterapkan pada konstruksi-konstruksi yang menerima efek benturan, misalnya sebagai pembatas jalan raya (kerb), pelindung pantai, perintang untuk pengendali banjir, dan konstruksi lain yang sejenis. Greenwell (1998)

Berdasarkan statistik hampir 9 juta ton Ban bekas dihasilkan di seluruh dunia setiap tahunnya. Sebagai contoh di kota Surabaya (Jawa Timur) Berdasarkan data terakhir jumlah sepeda motor 2,5 kali jumlah mobil. Agak sulit memperoleh data yang pasti mengenai jumlah ban bekas yang di Indonesia setiap tahunnya. Diperkirakan hanya mencapai puluhan juta saja. Dikarenakan jumlah kendaraan roda dua yang hampir sama atau bahkan lebih banyak dari pada kendaraan roda empat. Dari jumlah ban bekas yang disebutkan, hanya kira-kira 15-30% saja yang dimanfaatkan sedangkan sisanya ditimbun secara ilegal atau dibuang di tempat sampah. Ban bekas bisa menjadi ancaman yang serius terhadap kesehatan masyarakat serta lingkungan. Selain itu ditinjau dari sudut estetika, tumpukan ban bekas yang terdapat dan tidak tertata dengan baik, akan memberi kesan kumuh dan merusak keindahan. Jawa Pos (3/4/2000)



Dari penelitian campuran beton dengan irisan ban bekas pertama kali dilakukan diperoleh kesimpulan, bahwa material campuran beton-karet memperlihatkan nilai kuat tekan dan tarik belah yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal, dan secara kuantitatif besarnya penurunan kuat tekan beton karet bisa mendekati 35% dari kuat tekan beton normal Rad (1976)

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan beton-karet antara lain berkurangnya jumlah material padat yang memikul beban, serta terjadinya konsentrasi tegangan pada bidang kontak antara pasta semen (*mortar*) dengan agregat irisan ban karet tersebut. Meskipun demikian campuran beton-karet tidak menampakkan kehancuran getas, sebaliknya agak lentur, dan menyerap sejumlah besar energi plastis akibat beban tekan dan tarik. Di samping itu dibuktikan pula adanya peningkatan resiliensi dan keteguhan (*toughness*). Topcu (1997)

Li, Z. et al. (1998) melakukan penelitian meliputi kuat tekan lentur, dan kapasitas isolasi getaran, dimana disimpulkan bahan campuran beton-karet menunjukkan kapasitas isolasi getaran yang sangat baik. Aplikasi yang sesuai dari bahan tersebut antara lain perkerasan jalan kaku untuk lalu lintas rendah, trotoar, dan fondasi mesin.

Penelitian ini membuat benda uji berbentuk silinder, campuran beton ringan. Dengan cara menggabungkan antara karet ban bekas dengan kerikil gradasi maksimal 10 mm. Menggunakan metode perbandingan 1 : 2 : 3, dibagi atas 4 perlakuan. Menggunakan takaran volume, dianalisa kuat tekan dan berat volumenya saja.

## 1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan suatu masalah berapa nilai berat volume dan kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasarnya adalah Karet Ban bekas.

## 1.3 BATASAN MASALAH

Dari rumusan masalah di atas penelitian, sebagai berikut.

- Menggunakan semen PC tipe 1.
- Karet ban bekas diiris seperti agregat kasar maksimal 40 mm.
- Agregat kasar menggunakan gradasi maksimal 10 mm
- Agregat halus diambil dari daerah Jember.
- Pembetonan tanpa mix design menggunakan perbandingan volume.
 

1 : 2 : 3 : 0	}	Semen : Pasir : Kerikil : Karet Ban Bekas
1 : 2 : 2 : 1		
1 : 2 : 1 : 2		
1 : 2 : 0 : 3		
- F.A.S yang diambil 0,5
- Standart perhitungan yang digunakan SNI.
- Pengamatan kuat tekan benda uji dilakukan pada umur 28 hari masing-masing 15 benda uji
- Sampel uji menggunakan silinder
- Data agregat halus diambil dari data terdahulu (Fidi Pambudi, 2005)
- Data pengujian semen diambil dari data terdahulu (Saiful Ulum, 2005)

## 1.4 TUJUAN.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui.

- Berat volume beton ringan dengan campuran Karet Ban bekas
- Nilai kuat tekan beton perbandingan (1 : 2 : 2 : 1), (1 : 2 : 1 : 2), dan (1 : 2 : 0 : 3)

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton

Beton adalah campuran terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Beton terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen dan air. Campuran pasir semen dan air akan mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar (*fresh*) dicorakan, beton mengeras sebagai akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air, membentuk suatu bahan struktur yang padat dan tahan lama. (Sumekto, W, Rahmadiyanto, 2001)

### 2.2 Beton ringan

Beton ringan adalah beton yang agregatnya terdiri dari bahan-bahan ringan. Beton jenis ini dapat pula berupa beton biasa yang diberi bahan tambahan yang mampu membentuk gelembung udara selama pengadukan beton berlangsung beton ini mempunyai banyak pori sehingga berat jenisnya lebih rendah dari beton biasa. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara, dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan adalah kurang dari 2,0 atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya, dengan kekuatan tekan umur 28 hari. (Ir. Tri Mulyono, M. T, 2003)

Proporsi campuran beton ringan menghasilkan beton ringan yang memenuhi syarat tentang kelecakan, berat isi, kekuatan, keawetan, dan bersifat ekonomis. Sedangkan campuran beton untuk pekerjaan konstruksi atau bangunan bahan yang berbeda / direncanakan secara terpisah berdasarkan pada sifat bahan yang akan dipakai dalam produksi beton ringan.

Tabel 2.1 Batas Kekuatan Konstruksi Beton Ringan

Konstruksi Beton Ringan	Beton Ringan		Jenis Agregat Ringan
	Kuat Tekan (MPa)	Berat isi (kg/m <sup>3</sup> )	
Struktural			Agregat ringan dibuat melalui proses pemanasan dari suatu serpih, lempung, sabak, terak besi, dan abu terbang
* Minimum	17,24	1400	
* Maksimum	41,36	1860	
Struktural Ringan			Agregat ringan lama : skoria atau batu apung
* Minimum	6,89	400	
* Maksimum	17,24	800	
Struktural Sangat Ringan (Sebagai Isolator)			Perlit atau vermikulit
* Minimum	-	-	
* Maksimum	6,89	800	

Sumber : SNI

Tabel 2.2 Tipe dari Sifat Jenis Beton Ringan

Tipe beton ringan	Berat jenis di udara (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat desak N/mm <sup>2</sup>	Penyusutan kering (persen)	Konduktivitas suhu W/m°C	Mudah atau tidak untuk dikerjakan	Kuat atau tidak bila mana dipaku atau disekrup
Tepung abu bakar yang dikeraskan (Lytag)	1360-1760*	14,0-42,0*	0,04-0,07	0,32-0,91	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Batu tulis atau tanah liat yang dikembangkan (Agli & Leca)	1360-1840*	14,0-42,0*	0,04-0,07	0,24-0,91	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Busa arang (foamed Slag)	1680-2080*	10,5-42,0*	0,03-0,07	0,24-0,93	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Batu apung	720-1440	2,0-14,0	0,04-0,08	0,21-0,60	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Clinker (butiran yang mengeras)	10,40-1520	2,0-7,0	0,04-0,08	0,35-0,67	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Adukan semen yang dicampur dengan udara ("aerated")	400-960	1,4-4,9	0,05-0,18	0,10-0,22	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Beton tanpa butiran halus						
(a) Agregat kenkil 1:8 (agregat : semen) menurut volumenya	1600-1840	3,5-11,00	0,02-0,03	0,65-0,80	Sukar dikerjakan	Diperlukan blok yang dipasang pada beton
(b) Beton ringan 1:6 (agregat : semen) menurut volumenya	2,4-3,1	Tergantung pada agregat yang digunakan	Tergantung pada agregat yang digunakan		Mudah dikerjakan	
Beton padat yang berisi kenkil atau batu pecah*	2240-2480	14,0-70,0	0,03-0,05	1,40-1,80	Keras	Baik bila disumbat

Sumber: L.J. Mandock, 1999

### 2.3 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif (*adhesive*) dan kohesif (*kohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu masa yang padat. Semen yang dimaksudkan untuk konstruksi beton bertulang adalah bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air atau disebut juga semen hidrolik (*hidraulic semen*).

Walaupun terdapat sejumlah semen portland standar, kebanyakan beton untuk gedung-gedung terbuat dari semen standar atau semen biasa Tipe I (untuk beton dimana kekuatan kritis dibutuhkan dalam jangka waktu 28 hari) atau dari semen dengan kuat awal yang tinggi Tipe III, yaitu untuk beton dimana kekuatan diperlukan dalam jangka waktu beberapa hari saja. (Murdock, L. J dan Brook, K.M. 1999)

### 2.3.1 Pengikatan dan Pengerasan Semen

Semen dan air saling bereaksi, persenyawaan ini dinamakan hidrasi sedangkan hasil yang dibentuk dinamakan hidrasi-semen. Ketika semen dan air bereaksi timbul panas, panas ini dinamakan panas-hidrasi. Dalam pelaksanaan, perkembangan panas ini dapat membentuk suatu masalah yakni retakan yang terjadi ketika pendinginan. Pada beberapa struktur beton retakan ini tidak diinginkan. Terutama pada struktur beton mutu tinggi pembentukan panas ini sangat besar. Panas hidrasi pada suatu struktur beton dapat ditentukan dan untuk beberapa pemakaian semen yang lam, dalam masa pelaksanaannya harus dilakukan dengan pendinginan. Aspek lain yang besar pengaruhnya terhadap pembentukan panas hidrasi selain sifat-sifat beton yang lain adalah faktor air-semen.

Semen dapat mengikat air sekitar 40% dari beratnya, dengan kata lain air sebanyak 0,4 kali berat semen telah cukup untuk membentuk semen berhidrasi. Air yang berlebih tinggal di dalam pori-pori. Beton normal selalu bervolume pori-pori halus rata yang saling berhubungan, karena itu disebut pori-pori kapiler. Bila spesi beton ditambah ekstra air, maka sebenarnya hanya pori-porinya yang bertambah banyak. Akibatnya beton lebih berpori-pori dan kekuatan serta masa pakainya berkurang. (Pedoman Pengerjaan Beton, Gideon K)

## 2.4 Air

Sebagai acuan adalah dengan menggunakan metode coba-coba langkah pertama adalah menetapkan F.A.S dengan cara yang dikenal. Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara beton dan air, Air ini pun harus memenuhi syarat-syarat yang lebih tinggi untuk pembuatan beton. Misalkan air untuk perawatan selanjutnya keasaman tidak boleh  $pH > 6$ , juga tidak dibolehkan terlalu sedikit mengandung kapur

Pertama-tama harus diperhatikan kejernihan air tawar. Apabila ada beberapa kotoran yang terapung, maka air tidak boleh dipakai. Faktor air-semen yang telah dibahas memainkan suatu peranan penting. Andaikan F.A.S rendah yang digunakan, maka spesi beton tidak dapat dikerjakan lebih lanjut karena spesi sangat kental dan kaku. Pertambahan air tidak lain hanya mempertinggi "workability" tetapi kualitas beton akan berkurang. F.A.S maksimal yang diizinkan adalah 0,55. Dengan memakai data ini kadar air dapat ditentukan. (Gideon K)

Contoh : 325 kg semen / $m^3$  beton,

F.A.S = 0,5;

Kadar air =  $0,5 * 325 = 162,5$  liter/ $m^3$  beton

## 2.5 Agregat

Agregat adalah suatu batuan yang mengandung senyawa-senyawa kimia sehingga mempunyai suatu karakteristik kekuatan dan berat jenis yang berbeda-beda. Agregat menempati sekitar 75% dari isi total beton, sifat-sifat agregat mempunyai pengaruh yang besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras. Sifat agregat bukan hanya mempengaruhi sifat beton, akan tetapi juga mempengaruhi ketahanan (*durability*) yaitu daya tahan terhadap kemunduran mutu akibat siklus dari pembekuan-pencairan (Munloek L. J dan Brook K. M. 1999)



Agregat terdiri dari :

1. Agregat halus adalah agregat yang lolos dari ayakan No.4 (lebih kecil dari 3/16 inci). Pasir merupakan agregat halus yang mempunyai kandungan serpih, batu tulis dan tanah.
2. Agregat kasar adalah bahan yang tertahan dalam saringan No.4 dan ukuran nominal maksimum agregat kasar yang diizinkan ditentukan oleh jarak bersih antara sisi dari acuan dan antara batangan baja yang bersebelahan dan tidak melebihi dari
  - a. 1/5 dari dimensi yang paling sempit antara sisi dari acuan.
  - b. 1/3 tinggi dari slab.
  - c. 3/4 jarak bersih antara baja tulangan

Ukuran agregat mempunyai pengaruh yang penting terhadap jumlah semen dan air yang diperlukan untuk membuat satu-satuan beton.

Ukuran agregat juga sangat mempengaruhi *bleeding*, penyelesaian akhir, susut dan sifat dapat tembus (*permeability*).

Menurut SKSNI T/ 15/ 1991/03, Bab I Deskripsi pasal 1.3, agregat kasar yang memenuhi syarat adalah sebagai berikut :

- a. Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.
- b. Agregat ringan adalah agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat 1100 Kg/m<sup>3</sup> atau kurang
- c. Agregat kasar adalah kerikil sebagai desintegerasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5-40 mm.



## 2.6 Karet Ban Bekas

Pertama kali dipakai sebagai roda mobil, ban karet yang telah dikembangkan lebih dari seratus tahun yang lalu mengalami banyak kemajuan, terutama diperkenalkannya teknologi ban radial disekitar awal tahun 1980-an. Adapun komposisi dari ban tersebut antara lain :

- a. 14% karet alami
- b. 27% berbagai jenis karet sintesis
- c. 10% minyak
- d. 28% karbon-hitam/ jelaga (carbon-black)
- e. 3% bahan pengisi lain
- f. 4% bahan-bahan petrokimia
- g. 10% kawat bata yang dilapisi tembaga
- h. 4% serat organik
- i. 65% hidrokarbon

Dengan komposisi seperti itu, ban mobil pada akhir masa pakainya masih memiliki kekuatan sisa yang sangat besar, bahkan karena sifatnya yang tidak mudah mengalami degradasi biologi atau membusuk, ban bekas diperkirakan masih bisa bertahan lebih dari 100 tahun. (Dalton, 1982)

Berikut ini adalah tabel beberapa sifat teknik dari irisan karet ban bekas yang diperoleh berdasarkan analisis statistik yang dilakukan oleh Reddy (2001) terhadap sejumlah besar publikasi hasil penelitian

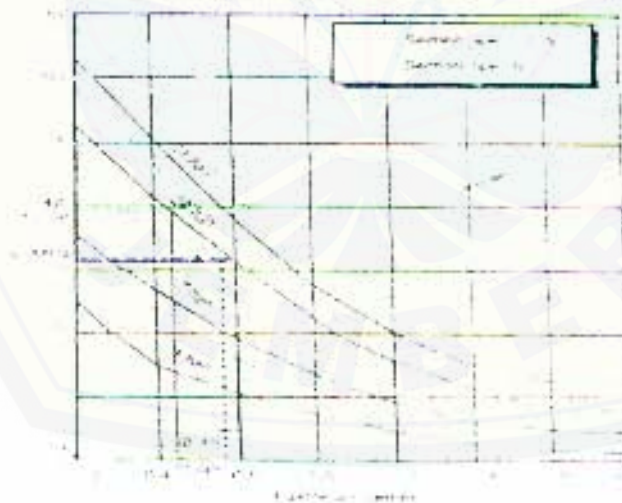
Tabel 2.3 Karakteristik Karet Ban Bekas

Variabel	Satuan	Min	Maks	Rerata
Berat isi	$\text{kN/m}^3$	2.41	8.33	5.71
Berat jenis	[1]	1.13	1.36	1.22
Permeabilitas	$\text{cm/det}$	0.01	59.3	6.8
Kuatraser	$\text{kN/m}$	0	19.17	12.21
	derajat	14	85	33.7
Kompresibilitas	$\%$	18	65	37.3

Sumber: Reddy, K. R. and Marella, A (2001).

## 2.7 Kekuatan Tekan Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton, seperti dalam Gambar 7.2 :



Gambar 2.7.1 Pengaruh Nilai Perbandingan Air Semen Pada Kekuatan Tekan 28 hari

Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawai didalam proses pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan (*workability*) akan tetapi mempengaruhi kekuatan. Suatu ukuran dari pengerjaan beton ini diperoleh dengan percobaan slump (Samekto, 2001)

Kekuatan tekan beton didapatkan dari uji tekan beton yang disesuaikan dengan waktu mengerasnya beton. Dalam peraturan uji tekan beton dapat dilakukan untuk waktu 28 hari.

Kuat tekan adalah kemampuan benda uji untuk menahan gaya tekan atau kemampuan maksimum benda uji dalam menahan gaya tersebut yang menyebabkan kehancuran.

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain

- Jenis semen dan kualitas
- Jenis dan tekstur permukaan agregat
- Perawatan
- Suhu

Kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f_c = \frac{\text{pembacaan dial} \times 1000}{A \times \text{kalibrasi}} \dots \dots \dots \text{Mpa. (2.7.1)}$$

Dengan  $f_c$  Kuat tekan beton

$A = \pi r^2$  atau  $\pi d^2$  [luas penampang benda uji (silinder)]

Kalibrasi: Beton umur 28 hari = 1,00

Kuat Tekan rata – rata adalah nilai rata-rata kuat tekan beton dari sejumlah beton yang sama jenisnya. Kuat tekan rata-rata dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$f_{cm} = \frac{\sum f_i}{n} \dots \dots \dots \text{Mpa} \quad (2.7.2)$$

Dengan :  $f_{cm}$  kuat tekan rata-rata

$\sum f_i$  jumlah nilai kuat tekan

$n$  = jumlah benda uji untuk satu jenis perlakuan

Kuat tekan karakteristik beton adalah kuat tekan dimana dari sejumlah pemeriksaan ada kemungkinan kuat tekan yang kurang dari kuat tekan yang disyaratkan terbatas sampai 5 % (Samekto, 2001).

## 2.8 Standart Deviasi

Standart deviasi dengan notasi 's' merupakan beaok simpangan rata-rata yang diperbaruhi dan juga merupakan ukuran dispersi yang lebih umum dipergunakan. Dalam kenyataannya standart deviasi adalah demikian pentingnya sehingga menjadi standart ukuran dispersi Kuadrat dari standart deviasi disebut varians  $s^2$ .

Tabel 2.4 Nilai Standar Deviasi Menurut Metode ACI (American Concrete Institute)

Volume Pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (Mpa)		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil (<1000 m <sup>3</sup> )	4,5<sd<6,5	5,5< sd<6,5	6,5< sd<8,5
Sedang (1000-3000 m <sup>3</sup> )	3,5<sd<4,5	4,5<sd<5,5	5,5< sd<7,5
Besar (>3000 m <sup>3</sup> )	2,5<sd<3,5	3,5< sd<4,5	4,5< sd<6,5

Sumber : Teknologi Beton (Tri Mulyono)

Tabel 2.5 Standar Deviasi Menurut Metode Road Note No. 4

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,0
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Sumber : Teknologi Beton (Tri Mulyono)

Standart deviasi dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cm})^2}{n-1}} \dots \dots \dots \text{Mpa} \quad (2.7.3)$$

- Dengan : S      standart deviasi  
 $f_c$       kuat tekan beton  
 $f_{cm}$       kuat tekan rata-rata  
 n      jumlah benda uji

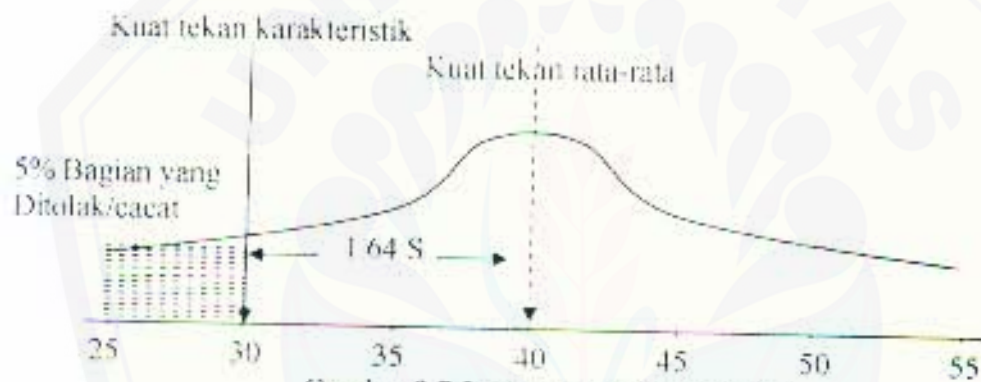
Kuat tekan karakteristik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$f_{ck} = f_{cm} - 1.64 S \quad \text{Mpa} \quad (2.7.4)$$

Dimana:  $f_{ck}$  kuat tekan karakteristik

$f_{cm}$  kuat tekan rata-rata

$S$  standart deviasi



Gambar 2.7.2. Kurva distribusi normal

Beberapa peneliti di komite ACI memberikan nilai dasar  $k$  sebesar 1.64 atas variasi pengujian dari beton normal dengan kekuatan tekan 25-55 Mpa. Untuk variasi kekuatan tekan beton dengan nilai lebih besar dari 55 Mpa nilai variasi yang digunakan merupakan nilai variasi sebenarnya dari hasil uji statistik.

## 2.9 Pengujian statistik

Dalam pengujian statistik ini dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis perhitungan yaitu meliputi :

### 2.10 Variasi

Variasi kekuatan silinder disebabkan oleh berbagai faktor yang berbeda. Faktor ini cenderung mengurangi kekuatan tekan, meskipun terdapat pula faktor yang mengakibatkan peningkatan kekuatan beton.

Jadi sebenarnya kuat tekan yang diperoleh tergantung pada keseimbangan besarnya pengaruh positif dan negatif. Sedangkan besarnya penyimpangan (deviasi) dan harga rata-rata tergantung dan penjumlahan pengaruh positif dan negatif. Pada umumnya dijumpai bahwa hasil keseluruhan kuat tekan terletak didekat nilai rata-rata dengan angka penurunan menunjukkan penyimpangan (J. Murdock, 1999).

Variasi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Variasi} = \frac{S}{f_{om}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Mpa} \quad (2.7,5)$$

Dengan : S = standart deviasi

$f_{om}$  = kuat tekan rata-rata

Analisa kuat tekan yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai distribusinya ada hubungannya dengan teori probabilitas (kemungkinan) jadi hasilnya mengikuti suatu distribusi normal (Gaussen). Distribusi gaussen mempunyai sifat yang keseluruhannya ditentukan nilai rata-rata seperangkat hasil pengujian beserta standart deviasi (L. J. Murdock, 1999).

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Bahan

Bahan atau materi yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah beton. Dengan campuran Karet Ban bekas sebagai agregat kasar. Benda uji yang akan dibuat adalah berbentuk silinder dengan ukuran, yaitu berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah sampel sebanyak 15 buah

Selain Karet Ban bekas masih ada bahan-bahan lain yang dibutuhkan untuk pembuatan beton tersebut yaitu:

1. Pasir
2. Kerikil
3. Semen PC jenis I
4. Air

Karet ban bekas di buat dengan cara diiris dan dibentuk seperti agregat kasar. Karet ban bekas diperoleh dari limbah atau bengkel-bengkel otomotif. Kerikil didapatkan dari toko material, penambangan, atau di penggilingan agregat. Dari penggabungan dua agregat tersebut diharapkan dapat mencapai kuat tekan beton yang maksimal

### 3.2 Alat

peralatan yang akan dipakai dalam penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut :

1. Satu set saringan ASTM
2. Alat getar
3. Timbangan analitis 2600 gr
4. Timbangan analitis 25 kg
5. Mold standart



3. Timbangan analitis 2600 gr
4. Timbangan analitis 25 kg
5. Mold standart
6. Mesin molen kapasitas  $\frac{1}{2} m^3$
7. Gerobak dorong
8. Scoop
9. Perojok besi berdiameter 1,6 cm dan panjang 60 cm
10. Satu set alat Slump Test
11. Mesin uji kuat tekan
12. Cetakan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
13. Alar bantu lainnya

### 3.3 Proses Pengirisan Karet Ban Bekas

Proses pengirisan Karet Ban bekas dilakukan dengan cara manual pengirisan Karet Ban bekas ini terbagi dalam beberapa tahap kegiatan. Pelaksanaan kegiatan pengirisan Karet Ban bekas disajikan dalam bentuk flow chard pada lampiran.

### 3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian diawali dengan tinjauan pustaka. Bersamaan dengan itu, konsultasi kepada dosen pembimbingpun dilakukan untuk mendapatkan data-data, informasi serta referensi guna kesempurnaan tinjauan pustaka itu sendiri. Tinjauan pustaka ini dibutuhkan untuk mengetahui pengertian-pengertian, sifat-sifat, aturan-aturan dan standart-standart yang telah ditetapkan. Sedangkan metode perancangan adukan beton menggunakan perbandingan berat volume. Selain itu, referensi-referensi yang akurat dan sesuai dengan penelitianpun juga digunakan.

Selanjutnya pengumpulan material, yaitu dengan mendatangkan material ke tempat penelitian yaitu Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil, Program-Program Studi Teknik – Universitas Jember.

Setelah material siap, pengambilan datapun dilakukan didalam laboratorium yang meliputi :

#### 1. Pengujian material

Pengujian material meliputi pengujian agregat halus (pasir), agregat kasar (Karet Ban bekas dan kerikil). Sedangkan untuk air tidak dilakukan pengujian karena sudah dianggap memenuhi syarat sebagai campuran beton. Pengujian material ini dilakukan untuk memperoleh data-data spesifikasi material yang nantinya akan diperlukan dalam rancangan adukan beton

Data dan pengamatan dalam pengujian ini dilakukan dengan mengacu pada standart yang berlaku diindonesia untuk pengujian bahan. Beberapa prosedur pengujian bahan adalah :

- a. Analisa saringan pasir
- b. Air resapan pasir
- c. Berat jenis pasir
- d. Kelembaban pasir
- e. Menggunakan semen PC tipe 1
- f. Agregat kasar menggunakan Karet Ban bekas
- g. Agregat halus diambil dari daerah Jember
- h. Pembetonan tanpa mix design menggunakan perbandingan volume
 

1 : 2 : 3 : 0	}	Semen : Pasir : Kerikil – Karet Ban Bekas
1 : 2 : 2 : 1		
1 : 2 : 1 : 2		
1 : 2 : 0 : 3		
- i. Takaran volume menggunakan ember.
- j. Perhitungan material yang digunakan SNI.
- k. Pengamatan kuat tekan benda uji dilakukan pada umur 28 hari masing-masing 15 benda uji
- l. Sampel uji menggunakan silinder.

## 2. Pembuatan benda uji

Adapun pembuatan benda uji menggunakan perbandingan berat volume, yaitu menggunakan perbandingan campuran :

$$\left. \begin{array}{l} 1 : 2 : 3 : 0 \\ 1 : 2 : 2 : 1 \\ 1 : 2 : 1 : 2 \\ 1 : 2 : 0 : 3 \end{array} \right\} \text{Semen : Pasir : Kerikil : Karet Ban Bekas}$$

- Siapkan masing-masing bahan campuran sesuai dengan volume yang ditentukan
- Masukkan pasir dan kerikil/karet ke dalam molen.
- Kemudian masukkan semen, hingga tercampur secara merata dan diberi air sedikit demi sedikit sampai keseluruhan air terhitung habis.
- Pemutaran molen sampai adukan beton merata/homogen untuk menghindari terjadinya segregasi
- Melakukan pengujian Slump dengan menggunakan kerucut Abrams.
- Mencetak benda uji.

## 3. Pengujian Kuat Tekan

Pada dasarnya pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan menguji kuat tekan beton yang melibatkan Karet Ban bekas dalam campurannya sebagai agregat kasar

Adapun langkah-langkah dalam pengujian benda uji ini adalah sebagai berikut :

- Mengukur volume rata-rata beton silinder.
- Menimbang berat beton silinder dengan ketelitian sampai 0,005 kg.
- Meratakan permukaan beton dengan bahan yang tersedia.
- Periksa dan pelajari cara kerja alat ukur perubahan panjang, catat panjang awal, faktor pengalinya. kemudian perkirakan regangan terkecil yang dapat diperoleh berdasarkan pembacaan skala terkecil jarum penunjuknya.

5. Pasanglah alat ukur panjang tersebut pada benda uji dan aturlah jarum penunjuk pada titik nol.
6. Letakkan benda uji beton silinder ke dalam media uji tekan dan aturlah sehingga benda uji benar-benar berada di tengah-tengah balok penekan, baik balok atas maupun balok bawah
7. Terapkan beban tekan mulai dari nol sampai mencapai beban maksimum (retak) dan catat.

### 3.5 Variabel

variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Variabel bebas (Independent variable)

Adalah variabel yang nilai dan perubahannya dapat ditentukan oleh peneliti.

Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi :

- a. Menetapkan jenis semen
- b. Menetapkan nilai F.A.S
- c. Menentukan kebutuhan pasir dan Karet Ban bekas
- d. Menentukan kebutuhan kerikil
- e. Menetapkan jenis agregat kasar (kerikil)

#### 2. Variabel tak bebas (Dependent variable)

Adalah yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan tidak dapat ditentukan oleh peneliti. Variabel tak bebas dalam penelitian ini meliputi :

- a. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan
- b. Berat volume beton yang dihasilkan

### 3.6 Analisa/ Pembahasan

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa analisa dan pembahasan diantaranya sebagai berikut :

1. Analisa hasil pengujian agregat kasar
2. Analisa pembuatan dan perawatan benda uji

3. Analisa pengujian kuat tekan dan kontrol kualitas, adalah sebagai berikut :

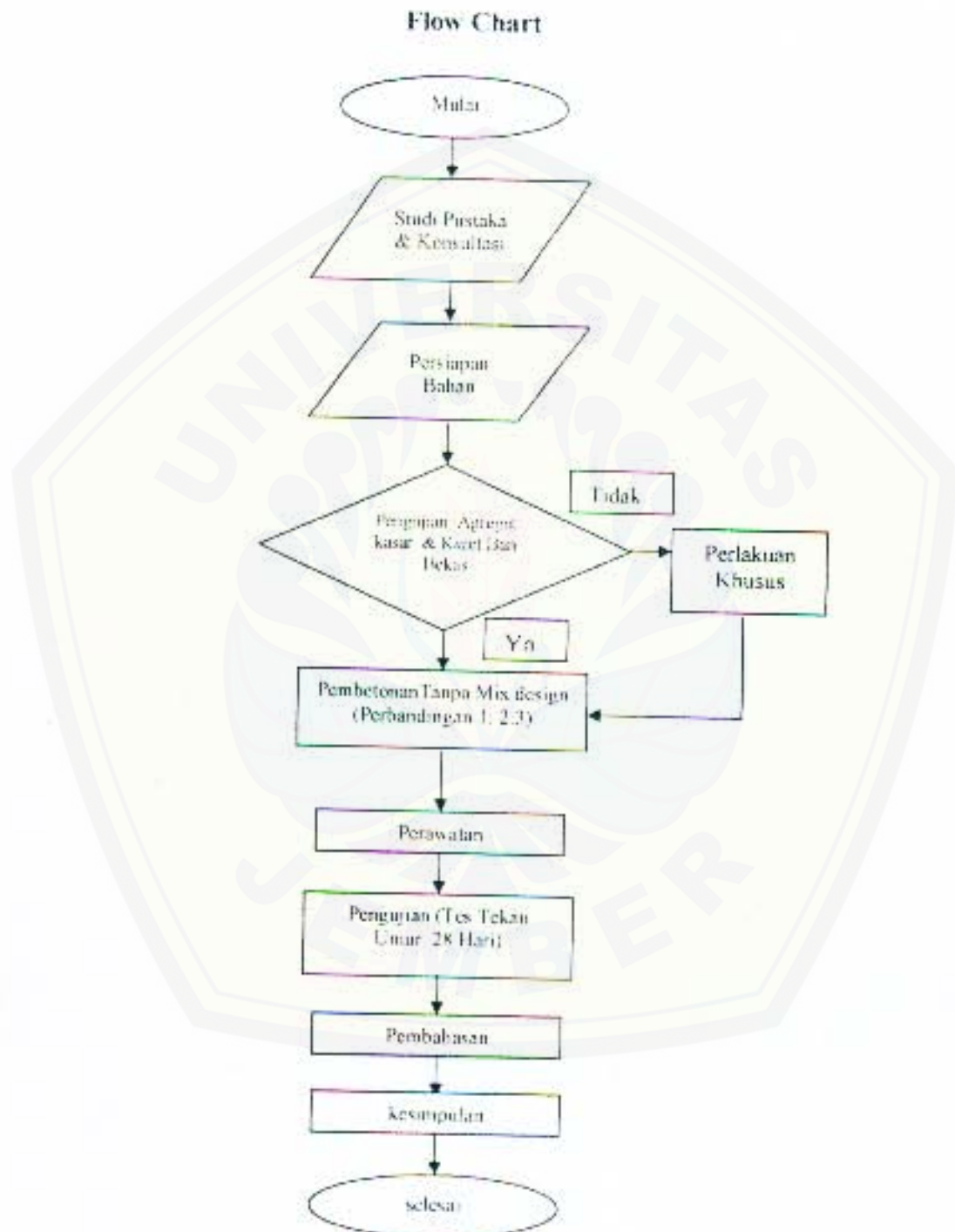
Dengan menekan benda uji beton sampai hancur pada mesin tekan beton, akan diperoleh beban hancur beton. Kemudian beban hancur beton ini dibagi dengan luasan permukaan benda uji yang tertekan, maka akan diperoleh besarnya tegangan tekan beton. Jadi kuat tekan beton adalah beban persatuan luas yang menyebabkan beton hancur.

Kuat tekan beton benda uji pada setiap kelompok dihitung dengan menggunakan rumus yang mengacu pada persamaan 2.7.1. Sedangkan nilai kuat tekan masing-masing benda uji beton sangat bervariasi pada setiap pengujian, sehingga perlu dicari nilai kuat tekan rata-rata dengan mengacu pada persamaan 2.7.2.

Dengan menganggap bahwa nilai-nilai hasil pengujian tersebut terdistribusi secara normal, maka perhitungan statistik dapat dilakukan. Untuk mengetahui tingkat kontrol kualitas mutu beton harus menghitung variasi sesuai dengan persamaan 2.7.5.

Hubungan antara standart deviasi dengan nilai kuat tekan rata-rata dapat digunakan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton karakteristik sesuai dengan persamaan 2.7.4.

Untuk lebih jelas data metode peneliti dapat dilihat dalam flow chat gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Flowchart Pelaksanaan Proyek Akhir

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

- Campuran 1 : 2 : 3 : 0 (Semen : Pasir : Kerikil : Karet Ban Bekas) sebagai campuran acuan mempunyai berat volume  $2387 \text{ kg/m}^3$  dengan kuat tekan rata-rata adalah  $21.312 \text{ Mpa}$ .
- Campuran 1 : 2 : 2 : 1 berat volume  $2207 \text{ kg/m}^3$ , dengan kuat tekan rata-rata adalah  $7.259 \text{ Mpa}$ .
- Campuran 1 : 2 : 1 : 2 berat volume  $2045 \text{ kg/m}^3$ , dengan kuat tekan rata-rata adalah  $4.752 \text{ Mpa}$ .
- Campuran 1 : 2 : 0 : 3 berat volume  $1832 \text{ kg/m}^3$ , dengan kuat tekan rata-rata adalah  $2.730 \text{ Mpa}$ .

Sehingga disimpulkan bahwa campuran (1 : 2 : 2 : 1), (1 : 2 : 1 : 2), dan (1 : 2 : 0 : 3) tidak termasuk dalam beton ringan struktural.

Jika menggunakan karet ban bekas penurunan kuat tekan mencapai  $87,19\%$ . Dan penurunan berat volume mencapai  $23,25\%$ .

### 5.1 Saran

Agar dapat masuk dalam tabel batas konstruksi beton ringan, pada penelitian selanjutnya supaya dilakukan, bagaimana cara menurunkan berat volume dan menaikkan nilai kuat tekannya. Untuk Karet Ban Bekas bisa menggunakan butiran yang lebih kecil misalnya gradasi maksimal 10 mm sampai dengan gradasi 30 mm, diperhatikan juga koreksi kadar airnya.



DAFTAR PUSTAKA

Artikel Seminar Nasional, Gedung Pascasarjana UPN Jatim . 2004. *Rekayasa Perencanaan II*. Surabaya. Email: gerard\_ap@plasa.com

Astanto. T.B. *Konstruksi Beton Bertulang*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. SK SNI – 15 – 1991 – 03. Penerbit Yayasan LPMB, Bandung

Departemen pekerjaan umum dan Tenaga Listrik. 1979. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2*. Bandung.

Murdock L.J dan Brook.K.M 1999 *Bahan dan Praktek Beton* Jakarta Penerbit Erlangga.

Mulyono Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi. Yogyakarta

Penerbit Erlangga 1997. *Pedoman Pengerjaan Beton*. Ciracas, Jakarta.

Sunekto. W. Rahmadyanto. c. 2001. *Teknologi Beton*. Jakarta. Penerbit Kanisius.

**LAMPIRAN A : DATA PENGUJIAN SEMEN PC TIPE I**

Berikut ini adalah data pengujian waktu mengikat dan mengeras semen diambil dari data terdahulu (Praktikum Laboratorium Struktur, Saiful Ulum, 2005)

Tabel A.1 Waktu mengikat dan mengeras semen (ASTM C 191 - 71)

No Percobaan	Waktu Penurunan (menit)	Penurunan (mm)
1	45	6
2	60	3,2
3	75	2
4	90	1
5	105	0,2
6	120	0
7	135	0
8	150	0
9	165	0
10	180	0
11	195	0
12	210	0

Sumber : (Praktikum Lab. Struktur, Saiful Ulum ,2005)

Tabel A.2 Konsistensi Normal Semen (ASTM 187 - 79)

No Percobaan	1	2	3
Berat Semen (gram)	300	300	300
Berat air (gram)	75	75,5	62
Penurunan (mm)	9	10	11
Konsistensi (%)	25	25,2	26

Sumber : (Praktikum Lab. Struktur, Saiful Ulum ,2005)

Tabel A.3 Konsistensi Normal Semen (ASTM 187 - 79)

No Percobaan	1	2	3
Berat Semen (gram)	300	300	300
Berat air (gram)	75	75,5	62
Penurunan (mm)	9	10	11
Konsistensi (%)	25	25,2	26

Sumber : (Praktikum Lab. Struktur, Saiful Ulum ,2005)

Tabel A.4 Menentukan Berat Jenis Semen (ASTM C 188 -78)

No Percobaan		1	2	3
Berat Semen (gr)	W1	50	50	50
Berat Semen + minyak + Picnometer (gr)	W2	147,35	147,64	146,9
Berat Picnometer + minyak	W3	111,17	111,79	111,3
	$\frac{0,8 X}{W1}$			
Berat jenis semen =	$\frac{W1}{(W1 - W2 - w3)}$	2,89	3,04	2,78
B.J semen rata-rata			2,9	

Sumber : (Praktikum Lab. Struktur, Saiful Ulum ,2005)

Tabel A.5 Berat Volume Semen

No Percobaan		Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
		1	2		1	2	
Berat Silinder	(gr) W1	6890	6890	6890	6890	6890	6890
Berat Silinder + Semen	(gr) W2	11320	11290	11315	10250	10275	10255
Berat Semen	(gr) W2 -W1	4430	4400	4425	3360	3385	3365
Volume Silinder	(cm <sup>3</sup> ) V	3148,24	3148,24	3148,2	3148,24	3148,24	3148,24
Berat volume semen =	$\frac{(W1 - W2)}{V}$	1,4	1,39	1,40	1,06	1,07	1,06
B.V semen rata-rata			1,4			1,063	

Sumber : (Praktikum Lab. Struktur, Saiful Ulum ,2005)

Tabel A.6 Kehalusan Semen

No Percobaan	No Percobaan	Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Benda Uji	Berat Benda Uji (gr)	Berat Komulatif Benda Uji Tertahan Saringan	Kehalusan Semen	Rata-rata Kehalusan Semen
1	100	412,5	0	50	5,3	0	10,6
	200	401,9	5,3	50		10,6	
2	100	412,5	0	50	4,9	0	9,8
	200	401,9	4,9	50		9,8	
3	100	412,5	0	50	5	0	10
	200	401,9	5	50		10	

Sumber : (Praktikum Lab. Struktur, Saiful Ulum ,2005)

**LAMPIRAN B : DATA PENGUJIAN AGREGAT HALUS**

Berikut ini adalah data pengujian agregat halus, Pasir diambil dari data terdahulu (Praktikum Laboratorium Struktur, Edi Pamhudi, 2005)

Tabel B.1 Analisa saringan pasir (ASTM 136 - 76)

Saringan		Tinggal pada saringan		% Kumulatif	
No	mm	Gram	%	Tinggal	lolos
4	4,75	35	3,5	3,5	96,5
8	2,38	87	8,7	12,2	87,8
16	1,19	117	11,7	23,9	76,1
30	0,59	232	23,2	47,1	52,9
50	0,297	270	27,0	74,1	25,9
100	0,149	177	17,7	91,8	25,9
Pan		82	8,2	100	8,2
Jumlah		1000	100	352,6	0

Sumber : (Praktikum Lab. Struktur, Edi Pamhudi, 2005)

Tabel B.2 Kelembaban pasir (ASTM C 556 - 72)

No Percobaan		1	2	3
Berat pasir asli	W1	250	250	250
Berat pasir oven	W2	239	238	239
Kelembaban		4,6103	5,042	4,603
Kelembaban rata-rata			4,749	

Sumber : (Praktikum Lab. Struktur, Edi Pamhudi, 2005)

Tabel B.3 Berat jenis pasir (ASTM C 128 - 78)

No Percobaan		1	2	3
Berat pasir SSD	W1	50	50	50
Berat Picnometer + Pasir + Air	W2	357,2	366,5	380,7
Berat Picnometer + Air	W3	329	339,4	354,9
Berat jenis pasir		2,249	2,183	2,066
B.J Pasir rata-rata			2,181	

Sumber : (Praktikum Lab. Struktur, Edi Pamhudi, 2005)

Tabel B.4 Air resapan pasir (ASTM C 128)

No Percobaan		1	2	3
Berat pasir SSD	W1	100	100	100
Berat pasir oven	W2	86	88	87
Kadar air resapan		16,279	13,636	14,943
KAR rata-rata			14,953	

Sumber ; (Praktikum Lab. Struktur, Edi Pambudi, 2005)

Tabel B.5 Berat Volume Pasir

No Percobaan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	1	2	3	1	2	3
Berat Silinder (gr) W1		10119	10119	10119	10119	10119
Berat Silinder + Pasir (gr) W2	32880	32285	32770	30740	30740	30800
Berat Pasir (gr) W2 - W1	22761	22166	22652	20621	21621	20681
Volume Silinder (cm <sup>3</sup> ) V	15047,33	15047,33	15047,33	15047,33	15047,33	15047,33
Berat Volume Pasir	1,513	1,473	1,505	1,370	1,370	1,374
Berat Volume Rata-rata		1,497			1,371	

Sumber ; (Praktikum Lab. Struktur, Edi Pambudi, 2005)

Tabel B.6 Kebersihan pasir terhadap lumpur cara kering (ASTM C 117 - 76)

No Percobaan		1	2	3
Berat pasir kering	W1	500	500	500
Berat pasir bersih	W2	497	479	493
Kadar lumpur		0,60	4,4	1,40
Kadar lumpur rata-rata			2,133	

Sumber ; (Praktikum Lab. Struktur, Edi Pambudi, 2005)

Tabel B.7 Kebersihan pasir terhadap lumpur cara basah (ASTM C 117 - 76)

No Percobaan		1	2	3
Tinggi lumpur	h	0,2	0,2	0,1
Tinggi Pasir	H	6	6	6
Kadar lumpur		3,3	3,3	1,6
Kadar Lumpur Rata-rata			2,733	

Sumber ; (Praktikum Lab. Struktur, Edi Pambudi, 2005)

**LAMPIRAN C : PENGUJIAN AGREGAT KASAR GRADASI  
MAKSIMAL 10mm.**

Berikut ini adalah data dari pengujian di laboratorium struktur beton tentang agregat kasar gradasi maksimal 10 mm.

Tabel C.1 Analisa saringan kerikil agregat kasar gradasi 10 mm (ASTM 136 - 76)

No	Saringan mm	Tinggal pada saringan		% Kumulatif	
		Gram	%	Tinggal	lolos
3"	76	0	0	0	100
3/2"	38,1	0	0	0	100
3/4"	19	0	0	0	100
3/8"	9,5	1003	20,06	20,06	79,94
4	4,75	3515	70,3	90,36	9,64
8	2,38	316	6,32	96,68	3,32
16	1,19	75	1,5	98,18	1,82
30	0,59	50	1	99,18	0,82
50	0,297	31	0,62	99,8	0,2
100	0,149	10	0,2	100	0
Pan		5000	100	6,0426	

Sumber ; Hasil Praktikum Lab. Struktur

Tabel C.2 Kelembaban kerikil (ASTM C 556 - 72)

No Percobaan		1	2	3
Berat kerikil asli	W1	500	500	500
Berat pasir oven	W2	486	488	489
Kelembaban		2,88	2,46	2,25
Kelembaban rata-rata			2,53	

Sumber ; Hasil Praktikum Lab. Struktur

Tabel C.3 Berat jenis kerikil (ASTM C 117 - 76)

No Percobaan		1	2	3
Berat kerikil di udara	W1	3000	3000	3000
Berat kerikil di air	W2	1808	1802	1788
Berat jenis kerikil		2,517	2,504	2,475
Berat jenis kerikil rata-rata			2,498	

Sumber ; Hasil Praktikum Lab. Struktur

Tabel C.4 Air resapan kerikil (ASTM C 127 -77)

No Percobaan		1	2	3
Berat kerikil SSD	W1	500	500	500
Berat kerikil oven	W2	494	493	493
Kadar air resapan		1,2	1,4	1,4
KAR rata-rata			1,333	

Sumber ; Hasil Praktikum Lab. Struktur

Tabel C5 Kebersihan kerikil terhadap lumpur cara kering (ASTM C 117 - 76)

No Percobaan		1	2	3
Berat kerikil kering	W1	500	500	500
Berat kerikil bersih	W2	498	497	497
Kadar lumpur		0,4	0,6	0,6
Kadar lumpur rata-rata			0,53	

Sumber ; Hasil Praktikum Lab. Struktur

Tabel C.6 Berat Volume Kerikil 1:2:3:0

No Percobaan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	1	2	3	1	2	3
Berat Silinder (gr) W1	10250	10250	10250	10250	10250	10250
Berat Silinder + Kerikil (gr) W2	31755	31750	31740	33460	33465	33450
Berat Kerikil (gr) W2 - W1	21505	21500	21490	23210	23215	23200
Volume Silinder (cm <sup>3</sup> ) V	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5
Berat Volume Kerikil	1,395	1,395	1,394	1,506	1,506	1,505
Berat Volume Rata-rata		1,395			1,506	

Sumber ; Hasil Praktikum Lab. Struktur

Tabel C.7 Ketahanan agregat (impact test)

No Percobaan	1	2	3
Berat tabung penakar (gram)	3000	3000	3000
Berat Tabung Penakar + agregat (gram)	3641	3637	3607
Berat agregat, A (gram)	641	637	607
Berat Saringan no. 8 (gram)	468	468	468
Berat saringan + Agregat (gram)	1109	1105	1076
Berat agregat yang tertahan saringan, B (gram)	543	537,4	526
Nilai impact agregat = $[(A - B) / A] \times 100$ %	15,3	15,6	13,3
Nilai impact agregat rata-rata (%)		14,73	

Sumber ; Hasil Praktikum Lab. Struktur

**LAMPIRAN D : BERAT VOLUME PROPORSI 1:2:2:1, 1:2:1:2, 1:2:0:3  
DAN ANALISA SARINGAN KARET BAN BEKAS**

Berikut ini adalah data berat volume campuran 1:2:2:1, 1:2:1:2, 1:2:0:3 dan analisa saringan karet ban bekas

Tabel D.1 Berat Volume Kerikil dan karet 1:2:2:1

No Percobaan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	1	2	3	1	2	3
Berat Silinder (gr) W1	10250	10250	10250	10250	10250	10250
Berat Silinder + Kerikil + karet (gr) W2	27610	27600	27615	25580	25595	25585
Berat Kerikil + Karet (gr) W2 - W1	17360	17350	17365	15330	15345	15335
Volume Silinder (cm <sup>3</sup> ) V	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5
Berat Volume Kerikil + Karet	1,126	1,125	1,126	9,945	9,954	9,948
Berat Volume Rata-rata		1,125			9,949	

Sumber : Hasil Praktikum Lab. Struktur

Tabel D.2 Berat Volume Kerikil dan karet 1:2:1:2

No Percobaan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	1	2	3	1	2	3
Berat Silinder (gr) W1	10250	10250	10250	10250	10250	10250
Berat Silinder + Kerikil + Karet (gr) W2	23930	23915	23920	21900	21885	21890
Berat Kerikil (gr) W2 - W1	13680	13665	13670	11650	11635	11640
Volume Silinder (cm <sup>3</sup> ) V	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5
Berat Volume Kerikil + karet	8,874	8,865	8,868	7,557	7,548	7,551
Berat Volume Rata-rata		8,869			7,552	

Sumber : Hasil Praktikum Lab. Struktur

Tabel D.3 Berat Volume Karet ban bekas 1:2:0:3

No Percobaan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	1	2	3	1	2	3
Berat Silinder (gr) W1	10250	10250	10250	10250	10250	10250
Berat Silinder + Karet (gr) W2	18100	18090	18085	16070	16065	16060
Berat Karet (gr) W2 - W1	7850	7840	7835	5820	5815	5810
Volume Silinder (cm <sup>3</sup> ) V	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5	15414,5
Berat Volume Karet	5,092	5,086	5,082	3,775	3,772	3,769
Berat Volume Rata-rata		5,086			3,772	

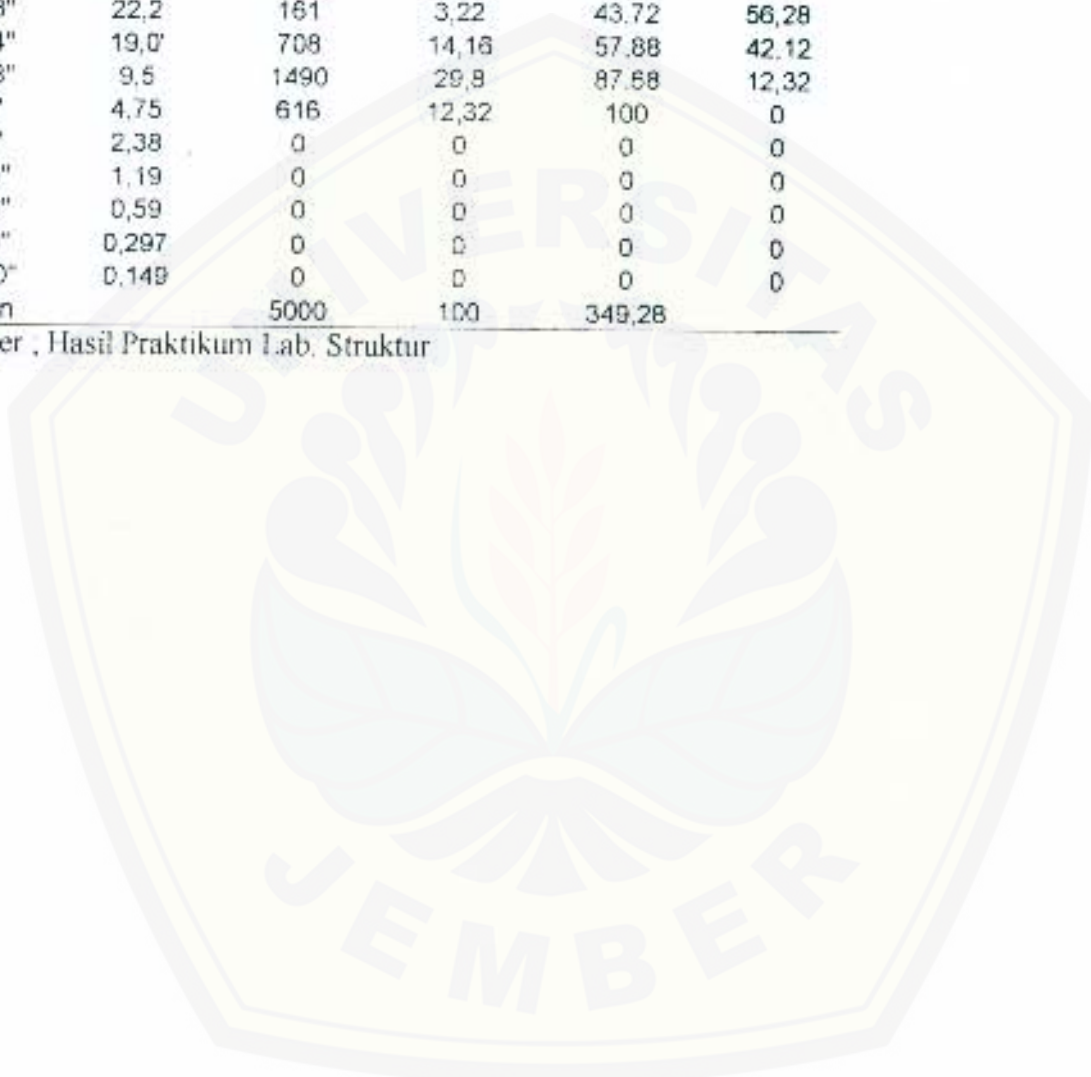
Sumber ; Hasil Praktikum Lab. Struktur



Tabel D.4 Analisa saringan karet ban bekas

Saringan		Tinggal pada saringan		% Kumulatif	
No	Mm	Gram	%	Tinggal	%
3"	76	0	0	0	100
1½"	38,1	90	1,8	1,8	98,2
1¼"	31,7	795	15,9	17,7	82,3
1"	25,4	1140	22,8	40,5	59,5
7/8"	22,2	161	3,22	43,72	56,28
¾"	19,0	708	14,16	57,88	42,12
3/8"	9,5	1490	29,8	87,68	12,32
4"	4,75	616	12,32	100	0
8"	2,38	0	0	0	0
16"	1,19	0	0	0	0
30"	0,59	0	0	0	0
50"	0,297	0	0	0	0
100"	0,149	0	0	0	0
Pan		5000	100	349,28	

Sumber , Hasil Praktikum Lab. Struktur



## LAMPIRAN E : TANGGAL PEMBUATAN DAN PENGETESAN BETON

Tabel E.1 Jadwal pembuatan dan pengetesan beton campuran 1 : 2 : 3 : 0

No	Pelaksanaan		Kode	Pembacaan Dial (kN)	Kuat Tekan $f_c$ (Mpa)
	Cetak	Test			
1	17/12/2005	14/01/2006	K-1	385	21,798
2	17/12/2005	14/01/2006	K-2	335	18,967
3	17/12/2005	14/01/2006	K-3	395	22,364
4	17/12/2005	14/01/2006	K-4	350	19,816
5	17/12/2005	14/01/2006	K-5	335	18,967
6	17/12/2005	14/01/2006	K-6	480	27,176
7	17/12/2005	14/01/2006	K-7	390	22,081
8	17/12/2005	14/01/2006	K-8	385	21,798
9	17/12/2005	14/01/2006	K-9	345	19,533
10	17/12/2005	14/01/2006	K-10	435	24,628
11	18/12/2005	15/01/2006	K-11	335	18,967
12	18/12/2005	15/01/2006	K-12	370	20,948
13	18/12/2005	15/01/2006	K-13	350	19,816
14	18/12/2005	15/01/2006	K-14	380	21,515
15	18/12/2005	15/01/2006	K-15	440	24,912

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel E.2 Jadwal pembuatan dan pengetesan beton campuran 1 : 2 : 2 : 1

No	Pelaksanaan		Kode	Pembacaan Dial (kN)	Kuat Tekan $f_c$ (Mpa)
	Cetak	Test			
1	18/12/2005	15/12/2005	B-1	130	7,360
2	18/12/2005	15/12/2005	B-2	175	9,908
3	18/12/2005	15/12/2005	B-3	130	7,360
4	18/12/2005	15/12/2005	B-4	130	7,360
5	18/12/2005	15/12/2005	B-5	105	5,945
6	19/12/2005	16/12/2005	B-6	125	7,077
7	19/12/2005	16/12/2005	B-7	115	6,511
8	19/12/2005	16/12/2005	B-8	120	6,794
9	19/12/2005	16/12/2005	B-9	85	4,812
10	19/12/2005	16/12/2005	B-10	125	7,077
11	19/12/2005	16/12/2005	B-11	135	7,643
12	19/12/2005	16/12/2005	B-12	155	8,776
13	19/12/2005	16/12/2005	B-13	150	8,493
14	19/12/2005	16/12/2005	B-14	115	6,511
15	19/12/2005	16/12/2005	B-15	150	8,493

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel E.3 Jadwal pembuatan dan pengujian beton campuran 1 : 2 : 1 : 2

No	Pelaksanaan		Kode	Pembacaan Dial (kN)	Kuat Tekan $f_c$ (Mpa)
	Cetak	Test			
1	20/12/2005	17/01/2006	C-1	55	3,114
2	20/12/2005	17/01/2006	C-2	60	3,397
3	20/12/2005	17/01/2006	C-3	105	5,945
4	20/12/2005	17/01/2006	C-4	90	5,096
5	20/12/2005	17/01/2006	C-5	65	3,680
6	20/12/2005	17/01/2006	C-6	80	4,529
7	20/12/2005	17/01/2006	C-7	120	6,794
8	20/12/2005	17/01/2006	C-8	105	5,945
9	20/12/2005	17/01/2006	C-9	90	5,096
10	20/12/2005	17/01/2006	C-10	100	5,662
11	21/12/2005	18/01/2006	C-11	80	4,529
12	21/12/2005	18/01/2006	C-12	100	5,662
13	21/12/2005	18/01/2006	C-13	70	3,963
14	21/12/2005	18/01/2006	C-14	55	3,114
15	21/12/2005	18/01/2006	C-15	30	1,699

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel E.4 Jadwal pembuatan dan pengujian beton campuran 1 : 2 : 0 : 3

No	Pelaksanaan		Kode	Pembacaan Dial (kN)	Kuat Tekan $f_c$ (Mpa)
	Cetak	Test			
1	21/12/2005	18/01/2006	D-1	45	2,548
2	21/12/2005	18/01/2006	D-2	55	3,114
3	21/12/2005	18/01/2006	D-3	50	2,831
4	21/12/2005	18/01/2006	D-4	70	3,963
5	21/12/2005	18/01/2006	D-5	50	2,831
6	22/12/2005	19/01/2006	D-6	40	2,265
7	22/12/2005	19/01/2006	D-7	55	3,114
8	22/12/2005	19/01/2006	D-8	65	3,680
9	22/12/2005	19/01/2006	D-9	30	1,699
10	22/12/2005	19/01/2006	D-10	50	2,831
11	22/12/2005	19/01/2006	D-11	45	2,548
12	22/12/2005	19/01/2006	D-12	40	2,265
13	22/12/2005	19/01/2006	D-13	50	2,831
14	22/12/2005	19/01/2006	D-14	40	2,265
15	22/12/2005	19/01/2006	D-15	30	1,699

Sumber : Hasil Pengujian

## LAMPIRAN F : PERHITUNGAN BERAT VOLUME

Perhitungan berat volume

$$\text{Berat Volume (B.V)} = \frac{\text{Berat Benda Uji}}{\text{Volume Silinder}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,25 \times \pi \times d^2 \times T \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,3 \\ &= 0,005298 \approx 0,0053 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

Ket. d = diameter silinder (15 cm)

T = tinggi silinder (30cm)

$\pi$  = 3,14

Contoh Perhitungan

Berat Benda Uji = 12,59 (Kg)

Volume = 0,0053 (m<sup>3</sup>)

$$\begin{aligned} \text{B.V} &= \frac{12,59}{0,0053} \\ &= 2375,472 \end{aligned}$$

$$\text{Berat Volume Rata-rata} = \frac{\sum \text{Berat Volume}}{n}$$

$$\begin{aligned} \sum \text{Berat Volume} &= \text{Berat volume benda uji 1-15} \\ n &= \text{Jumlah Benda Uji} \end{aligned}$$

LAMPIRAN G : DIAGRAM PEMBUATAN KARET BAN BEKAS



Gambar 3.2 Diagram Alir Prosedur Pembuatan Agregat Kasar (Karet Ban bekas)

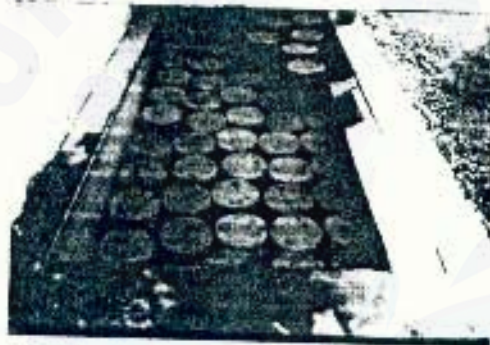
LAMPIRAN H : FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN

- a. Berikut ini adalah foto campuran perbandingan 1 : 2 : 0 : 3, (beton campuran karet murni) ditampilkan pada gambar a dibawah ini :



Gambar a. Sumber ; Praktikum Lab. 2006

- b. Berikut ini adalah perawatan beton pada umur 28 hari ditampilkan pada gambar b dibawah ini :



Gambar b. Sumber ; Praktikum Lab. 2006

- c. Berikut ini adalah contoh pengtesan kuat tekan beton, ditampilkan pada gambar c dibawah ini :



Gambar c. Sumber ; Praktikum Lab. 2006