

**PENGARUH BAHAN TAMBAHAN SERBUK KAYU  
TERHADAP KERETAKAN BETON**

*PENELITIAN*

*Oleh :*

*Ir. Kamaluddin Lubis*

*Staf Pengajar Jurusan Sipil*



**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN SIPIL  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2003**

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur Allhamdulillah Kehadirat Allah, bahwa atas berkat Rahmat-Nya serta Karunia-Nya laporan penelitian ini dapat selesaiakan.

Beton sebagai bahan konstruksi adalah merupakan campuran yang terdiri dari pasir, krikil, air, semen juga bahan tambahan yang dapat dinilai dengan perbandingan yang diinginkan. Beton yang dalam keadaan mengeras bagaikan kerang dengan kekuatan tekan yang tinggi sebalikanya beton itu mempunyai kekuatan tarik yang rendah. Oleh karena itu beton dalam keadaan segar dapat diberi tambahan untuk menguatkan kekuatam tarik beton. Alternatif utama dalam hal ini adalah serbuk kayu sebagai bahan tambahan pada campuran beton..

Penulis ingin meniliti apakah penambahan serbuk kayu tersebut dapat meningkatkan kekuatan tarik beton. Dan semoga kiranya penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis, juga para peniliti selanjutnya khususnya mahasiswa kritik ataupun saran yang bersifat fositif sangat diharapkan guna kesempurnan penelitian ini.

Medan, Juni 2005  
Peneliti,

Ir.Kamaluddin Lubis

## ABSTRAK

Serbuk kayu atau ketaman kayu adalah merupakan sisa dari pengetaman kayu kayu, . potensi dari ketaman kayu tersebut belumlah banyak digunakan baik dalam kontruksi maupun untuk kegunaan bangunan lainnya.

Dalam pelitian ini adalah bertujuan untuk mengetahui ataupun mengkaji sejauh mana pengaruh dari penambahan serbuk kayu terhadap keretakan beton terutama pada balok yang memikul beban tinggi.

Serbuk sebagai bahan tambahan ini dimasukkan kedalam beton segar dengan mempunyai perbandingan sebesar 0%, 5%, 10%, 15% terhadap berat semen yang digunakan pada campuran.

Dari hasil yang dapat dilakukan dilaboratorium dengan penambahan serbuk kayu ternyata 0% mampu memikul beban rata-rata  $\pm 20,33$  ton, sedangkan penambahan tambahan 15 % mampu memikul beban  $\pm 10,74$  ton .sedangkan waktu rata-rata retak pada beton dengan penambahan bahan 0% adalah , 58 detik dan untuk penambahan15 % waktu retak adalah rata-rata 3,47 detik dengan kuat tekan yang sama yaitu K225 dan umur beton 28 hari.

Kata kunci: Mutu beton, bahan tambahan beton

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Maksud dan tujuan .....	2
1.4 Pembatasan Maaah .....	3
1.5. Metodologi penelitian.....	4
1.6 Sistimatika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Campuran Beton.....	5
2 2 Semen.....	5
2.3 Agregat .....	8
2.3.1 Agregat Halus.....	8
2.3.2 Agregat Kasar.....	11
2.3.3 Agregat Gabungan .....	13
2.4 A i r .....	13
2.5 Serbuk Kayu (Ketaman Kayu).....	15
2.6 Baja Tulangan .....	16
2.7 Metode Rancangan Campuran Beton .....	16
2.8 Retak Pada Beton (Crack) .....	18

<b>BAB.III Pelaksanaan Penelitian Di laboratorium .....</b>	<b>21</b>
3.1. Pemilihan Metode Desain Campuran .....	21
3.2 Pemeriksaan Dan Pengujian Material .....	21
3.2.1 Pemeriksaan Kada Lumpur Pasir .....	21
3.2.2 Pemeriksian Kadar Lumpur Pasir .....	23
3.2.3 Pemeriksaan Berat Jenis (BJ) Dan Absorsi Pasir.....	24
3.2.4 Pemeriksaan Berat Jenis (BJ) Dan Absorsi Keerikil .....	27
3.2.5 Pemeriksaan Kandungan Bahan Organik Pada Pasir .....	28
3.2.6 Los Angeles (Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar).....	31
3.2.7 Berat Isi Pasir .....	33
3.2.8 Berat Isi Kerikil .....	35
3.2.9 Analisa Ayakan Pasir .....	37
3.2.10 Analisa Ayakan Kerikil.....	39
3.2.11 Analisa Agregat Gabungan .....	42
3.3 Rencana Campuran Beton.....	42
3.3.1 Desain Komposisi .....	43
3.3.2.Perencanaan Kuat Tekan.....	43
3.3.3. Faktor Air Semen .....	44
3.3.4 Kadar Air Bebas .....	44
3.3.5 Kadar Semen .....	44
3.3.6 Kadar agregat .....	45
3.3.7 Korekasi Air.....	46

<b>BAB IV METODE PENELITIAN DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>49</b>
4.1 Pembuatan Benda Uji.....	49
4.1.1 Pencampuran Beton .....	49
4.1.2 Pencetakan Beton .....	50
4.1.3 Perawatan Beton .....	51
4.2 Pengujian Beton .....	51
4.3 Analisa Data .....	52
<b>BAB.V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>56</b>
5.1 Kesimpulan .....	56
5.2 Saran .....	57

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Beton sebagai bahan konstruksi adalah suatu campuran komposit yang terdiri dari pasir dan kerikil direkatkan oleh bahan ikat. Bahan ikat tersebut seperti semen dengan air dengan nilai perbandingan tertentu.

Karena beton sebagai material yang paling banyak digunakan pada konstruksi bangunan sipil, maka penelitian kualitas beton menjadi penyelidikan penting dimasa ini. Sifat-sifat yang dibutuhkan beton dalam bangunan teknis umumnya tahan cuaca dan kekuatannya memenuhi karakteristik perencanaan yang dipakai sebagai bahan dasar perhitungan. Dalam keadaan telah mengeras beton memiliki kekuatan tekan yang sangat tinggi, sebaliknya mempunyai kekuatan tarik yang rendah. Oleh karena itu beton dalam keadaan segar dapat diberi bahan tambahan yang berguna untuk meningkatkan kekuatan tarik beton tersebut.

Alternatif serbuk kayu (ketaman kayu) sebagai bahan tambahan pada campuran beton untuk penelitian ini dimaksud untuk meningkatkan kekuatan pada beton. Persentase bahan tambahan ini diambil dari berat semen setelah perhitungan desain komposisi. Serbuk kayu (ketaman kayu) yang dimasukkan kedalam campuran beton kandungannya bervariasi yaitu : 0%, 5%, 10% dan 15%. Untuk mengetahui persentase variasi yang manakah akan memberi kontribusi meningkatkan mutu kuat tarik beton paling besar.

## **I.2 Maksud dan Tujuan**

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruh serbuk kayu (ketaman kayu) sebagai bahan tambahan terhadap keretakan beton.

Sedangkan tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan campuran yang optimum dengan variasi persentase bahan tambahan serbuk kayu (ketaman kayu) terhadap berat semennya.

## **I.3 Pembatasan Masalah**

Dengan pertimbangan agar permasalahan yang dibahas tidak melebar, mengingat luasnya sifat-sifat yang dimiliki oleh beton dan untuk mempermudah penulisan tugas akhir ini, maka penulis menganggap perlu diadakan pembatasan masalah, sehingga penelitian ini dibatasi hanya mengenai :

1. Perencanaan campuran beton yang bervariasi kadar bahan tambahannya dalam tiap campuran, yaitu : 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat semen.
2. Menguji keretakan beton setelah diberi bahan tambahan ( ketaman kayu ) dengan persentase yang berbeda dengan umur 28 hari.
3. Membandingkan hasil pengaruh bahan tambahan dengan persentase yang berbeda pada umur beton yang sama terhadap keretakan beton tersebut.

## **I.4 Metodologi Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Studi literatur digunakan sebagai dasar secara teoritis dengan menggunakan sumber lain yang berhubungan dengan penelitian ini.
2. Studi eksperimental di laboratorium USU.

Tahapan-tahapan pelaksanaan adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan karakteristik bahan penyusun beton
2. Perhitungan mix design K-225
3. Pembuatan benda uji balok beton yang terdiri dari 4 (empat) variabel yaitu
  - a. Balok beton dengan bahan tambahan serbuk kayu (ketaman kayu) 0 %.
  - b. Balok beton dengan bahan tambahan serbuk kayu (ketaman kayu) 5 %.
  - c. Balok beton dengan bahan tambahan serbuk kayu (ketaman kayu) 10 %.
  - d. Balok beton dengan bahan tambahan serbuk kayu (ketaman kayu) 15 %.
4. Pengujian flexure test balok beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari.  
Penelitian dilakukan di Laboratorium USU.
5. Pembahasan hasil pengujian.  
Variabel yang didapatkan adalah :
  - a. Waktu retak awal (det)
  - b. Besar beban maksimum yang diterima balok (ton)

## **I.5 Sistematika Penulisan**

Tulisan ini terdiri dari lima bab, dimana pada bab-bab tersebut akan memberi gambaran tentang isi tulisan ini, yang disusun secara sistematis sebagai berikut :

*Bab pertama*, disini membahas mengenai latar belakang pemilihan topik penelitian, maksud dan tujuan yang hendak dicapai, metoda yang digunakan dan sistematika penulisan.

*Bab kedua*, merupakan tinjauan pustaka dan persyaratan bahan yang diuji dalam penelitian termasuk juga bahan dasar campuran beton serta bahan tambahan serbuk kayu (ketaman kayu) didalam perencanaan beton.

*Bab ketiga*, mengulas tentang pelaksanaan pengujian dilaboratorium, pemeriksaan dan pengujian material, rencana campuran beton, pencetakan beton, perawatan beton dan pengujian benda uji.

*Bab keempat*, menganalisa data yang diperoleh dari pengujian tersebut.

*Bab kelima*, merupakan kesimpulan dan saran yang diambil setelah penelitian dilakukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Campuran Beton**

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari sejumlah material pembentuknya. Bahan dasar pembentuk beton yang utama adalah semen Portland, agregat halus, agregat kasar dan air. Pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen sangat dibutuhkan dalam merencanakan campuran beton.

Penggunaan beton sangat fleksibel untuk berbagai bentuk bangunan baik dari bangunan yang kecil hingga bangunan yang besar beton juga dapat dirancang dengan berbagai kekuatan rencana yang diinginkan. Disamping ada beberapa keuntungan yang didapat dari penggunaan beton tersebut karena beton hanya kuat untuk menahan tekan yang dihasilkan oleh beban luar akan tetapi beton tidak dapat menahan tarik.

Beton adalah campuran agregat halus, agregat kasar, semen serta air dengan atau tanpa campuran tambahan berbentuk massa yang padat.

#### **2.2 Semen**

Semen adalah bahan yang memperlihatkan sifat-sifat karakteristik mengenai mengikat serta mengeras jika dicampur dengan air, sehingga terbentuk pasta semen. Semen berfungsi sebagai bahan pengikat antara agregat halus dan agregat kasar.

Semen terbuat dari berbagai bahan baku yang terdapat di alam dengan perbandingan tertentu dari masing-masing bahan baku yang digunakan. Setelah melalui proses pembuatannya terbentuklah klinker. Dengan menghaluskan butiran klinker tadi dihasilkan suatu bahan yang mempunyai gradasi yang sangat halus, dan bahan inilah yang disebut semen. Semen akan bereaksi atau mengeras bila dicampur dengan air atau

molekul air yang terdapat diudara. Semen yang mengeras bila dicampur dengan air disebut hidrolis. Bahan semen dapat ditemui dalam berbagai jenis, sesuai dengan kebutuhan pekerjaan yang akan dibuat, kerana sifat semen yang sangat mudah terpengaruh oleh kelembaban udara maka semen sebaiknya disimpan dengan baik dan terhindar dari air atau udara yang lembab. Pengabaian terhadap penyimpanan akan mangurangi kemampuan semen sebagai bahan pengikat.

Dengan mengatahui sifat-sifat bahan baku agregat dengan baik, maka dapat ditentukan kebutuhan semen yang paling minimum dan menghasilkan kekuatan yang optimum. Bila keadaan ini tercapai, maka akan diharapkan diperoleh harga beton yang paling ekonomis.

Kekuatan beton akan ditentukan oleh jumlah semen yang digunakan. Beton dengan kuat tekan yang tinggi akan memerlukan jumlah pemakaian semen yang lebih tinggi. Akan tetapi penggunaan kandungan semen yang berlebihan akan menimbulkan pengaruh yang kurang baik terhadap kekuatan akhir, dimana akan terjadi penurunan kekuatan diakibatkan oleh penyusutan beton. Jumlah semen yang melebihi luas permukaan butiran yang akan diikatnya akan dapat menurunkan kekuatan beton. Semen dibagi dalam dua bahagian besar yaitu :

1. Semen hidrolis, yaitu semen yang mempunyai kemampuan mengikat dan mengeras dalam air.
2. Semen non hyderolis, yaitu semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras dalam air contoh kapur.

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis bersama bahan tambahan yang bisa digunakan adalah gypsum.

Senyawa-senyawa yang terdapat dalam semen Portland adalah :

1. Trikalsium Silicate (  $3\text{CaOSiO}_2$  )
2. Dikalsium Silicate (  $2\text{CaO.SiO}_2$  )
3. Trikalsium Alumina (  $3\text{CaO.Al}_2\text{A}_3$  )
4. Tetracalsium Alumino (  $4\text{CaO.Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$  )

Sesuai dengan sifat kimia dan tujuan penggunaannya maka semen Portland terdiri atas :

1. Type I, adalah untuk pemakaian tanpa persyaratan khusus.
2. Type II, adalah semen yang mempunyai sifat ketahanan yang sedang terhadap garam-garam didalam air. Semen jenis ini dipergunakan untuk konstruksi bangunan dari beton yang berhubungan secara terus-menerus dengan air kotor dan air tanah.
3. Type III, adalah semen yang cepat mengeras atau semen yang mempunyai kekuatan tinggi pada umur muda. Semen ini sering digunakan untuk penggunaan beton didaerah yang bersuhu rendah terutama didaerah yang beriklim dingin, apalagi suhu turun dibawah titik beku air.
4. Type IV, adalah semen dengan panas hydrasi rendah. Semen jenis ini perkerasan dan pengembangan lambat. Penggunaan semen inik untuk pembuatan bangunan yang berukuran besar dengan tebal lebih dari 2 meter umpamanya untuk pembuatan bendung (DAM), pondasi jembatan yang landasan mesin yang berukuran besar.
5. Type V, adalah semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang lebih tinggi terhadap sulfat. Penggunaan semen jenis ini berhubungan dengan bangunan pada pasir laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang selalu berhubungan dengan air tanah yang mengandung garam-garam sulfat yang persentasenya tinggi.

Pada penelitian ini digunakan semen type I untuk menghasilkan beton normal, yaitu semen yang digunakan untuk suatu konstruksi yang tidak ada kemungkinan mendapat serangan sulfat dari tanah dan timbulnya panas hydrasi yang tinggi.

### **2.3 Agregat**

Agregat adalah bahan baku beton yang terbuat dari batuan. Beton umumnya mengandung 60-80% agregat kasar dan agregat halus yang berfungsi sebagai pengisi dalam adukan beton. Agregat tidak hanya membuat kekuatan pada beton, tapi juga berpengaruh besar terhadap daya tahan dan kekompakan strukturnya. Agregat yang alamiah terjadi dari proses pelapukan dan abrasi atau dengan cara mekanis dari batuan asal.

Dengan demikian sifat agregat banyak tergantung dari sifat batuan asal seperti sifat kimia, komposisi mineral, berat jenis, kekerasan, kekuatan, kestabilan, struktur pori, warna dan lain-lain.

Klasifikasi dalam ukuran agregat dipisahkan menjadi dua bagian besar yaitu :

1. Agregat halus
2. Agregat kasar

#### **2.3.1 Agregat Halus**

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir maksimum 5,0 mm. Agregat halus digunakan untuk bahan campuran beton harus memenuhi batas-batas gradasi pada zone I, II, III dan IV

Tabel 2.1

## Batas-batas Gradasi Agregat Halus Menurut British Standard

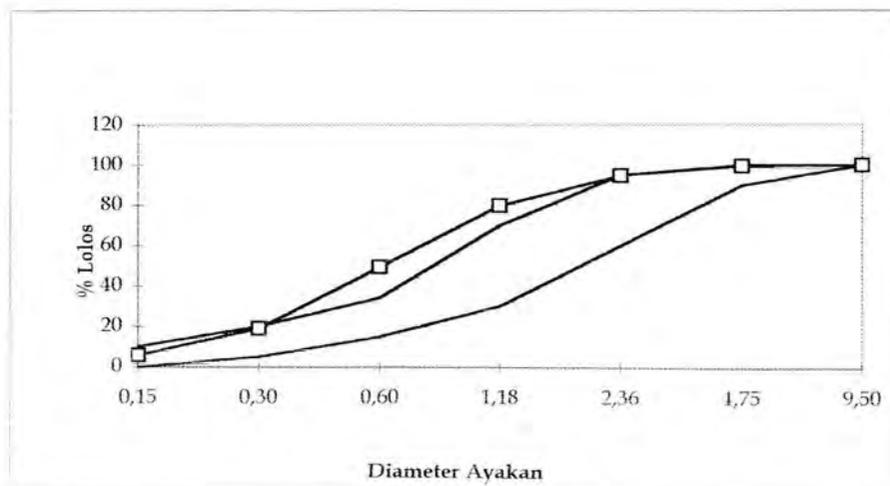
Ukuran Ayakan Mm	Persentase Dari Berat Bahan Lolos Ayakan			
	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV
9,52	100	100	100	100
4,74	90-100	90-100	90-100	90-100
2,38	60-95	75-100	85-100	95-100
1,19	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-20	12-40	05-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Sjafei Amri, Dipl.E.Eng. " Pengantar Teknologi Beton ", Halaman 17

Bentuk dan kehalusan permukaan agregat mempengaruhi kekuatan beton, khususnya untuk beton mutu tinggi dimana pada permukaan yang lebih kasar mengakibatkan gaya adhesi atau ikatan antara partikel dan matriks semen semakin kuat. Seterusnya semakin luas areal permukaan akan menghasilkan ikatan yang lebih kuat. Pada grafik ini menunjukkan batasan zone agregat halus.

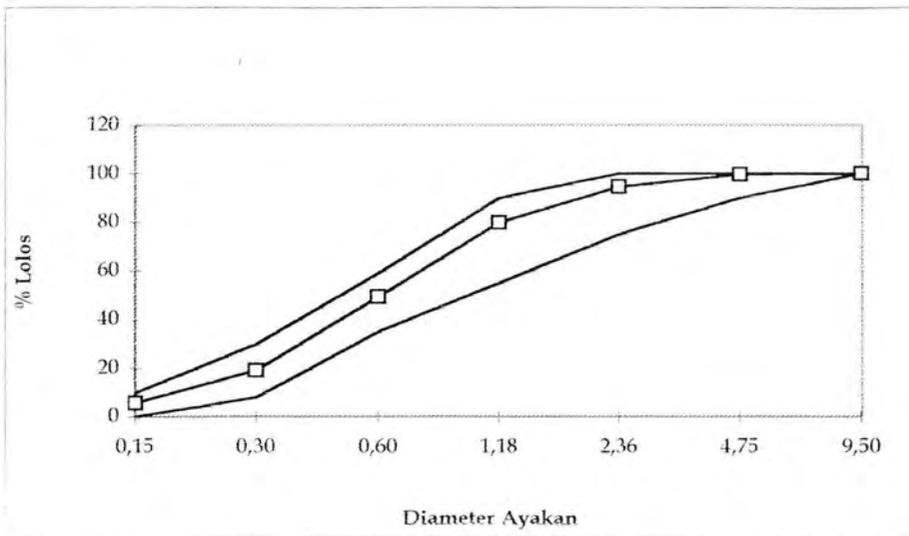
Grafik 2.1

## Sesunan Gradasi Butiran Pasir Zona I



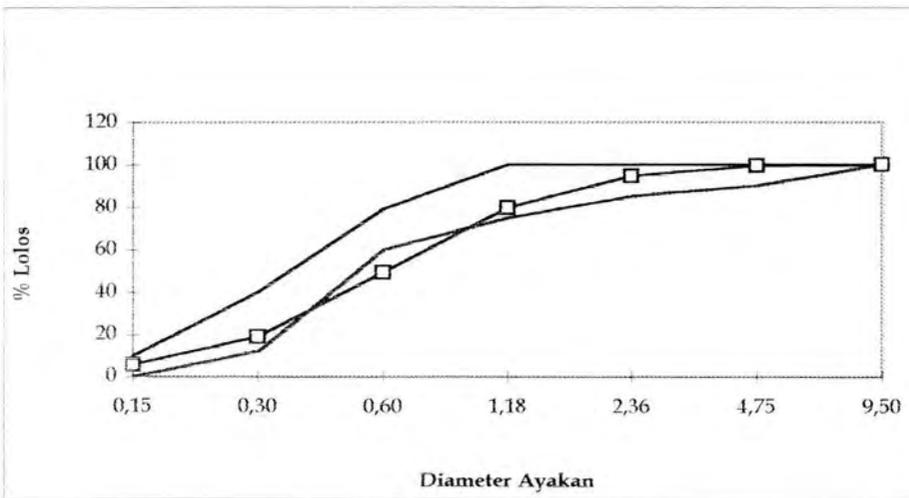
Grafik 2.2

Susunan Gradasi Butiran Psir Zona II

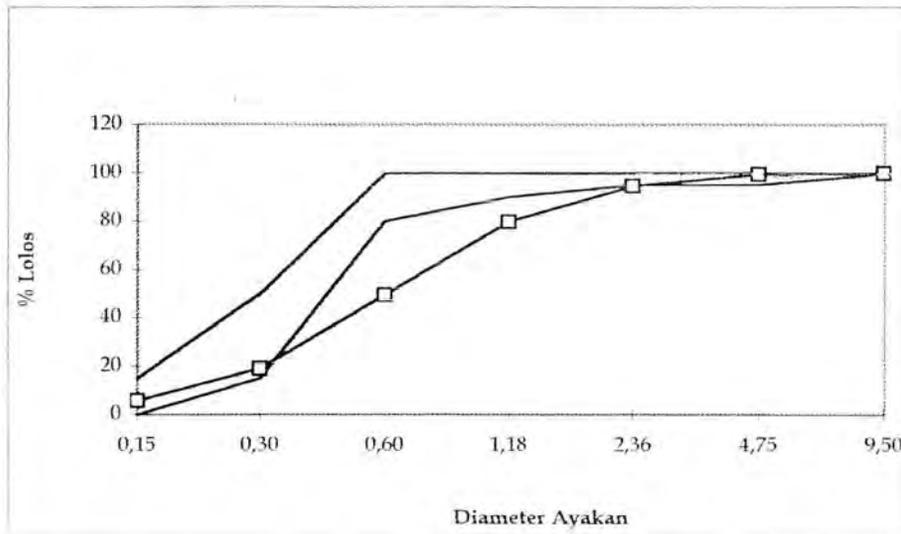


Grafik 2.3

Susunan Gradasi Butiran Pasir Zona III



Grafik 2.4  
Susunan Gradasi Butiran Pasir Zona IV



### 2.3.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil hasil desintegrasi 'alami' dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran 5-40 mm.

Pada penelitian ini bahan yang digunakan sebagai agregat kasar adalah agregat kasar yang diambil dari daerah Binjai. Agregat kasar mempunyai tiga fungsi yaitu :

1. Memberikan pengisi yang lebih murah untuk bahan campuran beton.
2. Menyediakan sejumlah partikel yang cocok untuk menahan aksi dari beban yang diberikan, goresan, pembebasan embundannya dari cuaca.
3. Mengurangi perubahan dari volume akibat proses mengental dan perkerasan dari perubahan kadar air dalam perekat air tersebut.

Agregat kasar sebaiknya disyaratkan :

- Mempunyai kekuatan yang lebih tinggi.
- Test abrasi tidak boleh kurang dari 5% (PBI 71) dari material yang hancur.

- Mempunyai permukaan yang kasar agar terjadi ikatan permukaan yang kasar sehingga terjadi ikatan permukaan yang cukup kuat dengan pasta semen.
- Mempunyai keberhasilan yang cukup tinggi, tidak mengandung kadar organik dan kadar alkali. Tingkat kadar lumpur tidak boleh lebih dari 5% (PBI 71).
- Sebaiknya menggunakan batu pecah, hal ini disebabkan batu pecah mempunyai permukaan yang kasar sehingga akan terjadi ikatan yang cukup kuat antara agregat kasar dan pasta semen, dan menghindari bentuk-bentuk agregat yang pipih.
- Gradasi agregat sebaiknya tidak seragam, jadi dalam analisa saringan sebaiknya mempunyai  $FM = 3 \text{ s/d } 5$ .
- Diameter maksimum yang digunakan adalah 25 mm.
- Tingkat porositas agregat tidak boleh lebih besar dari harganya 41%.

Fungsi agregat dalam pasta beton berfungsi sebagai bahan tambahan. Dalam beton mutu tinggi pada saat pengujian compression yang lebih dulu pecah adalah agregat kasarnya, sedangkan pada beton normal yang pecah pada saat pembebanan compressionnya adalah pasta semennya.

Tabel 2.2  
Persyaratan Susunan Agregat Kasar Menurut British Standard

Ukuran Ayakan Mm	Persentase Berat Yang Lewat Ayakan Ukuran Nominal Gradasi Agregat		
	38,0-4,76	19,0-4,76	9,6-4,76
38,1	95-100	100	-
19,0	35-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

Sumber: Sjafei Amri, Dipl. E. Eng: Pengantar Teknologi Beton, DPU hal 20

### 2.3.3 Agregat Gabungan

Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton menurut tata cara pembuatan rancangan campuran normal ( SK-SNI-T15-1990-03 ) ini dapat diklasifikasikan kedalam beberapa daerah gradasi ( Zone ) yang telah diuraikan pada pembahasan sebelumnya.

Pada gradasi agregat gabungan antara agregat kasar dan agregat halus masing-masing kurva terdapat tiga buah daerah klasifikasi. Dalam pengadaan agregat kasar, apabila terdapat susunan butir yang tidak masuk dalam batas gradasi yang ditetapkan sehingga dapat menimbulkan segragasi, maka harus dilakukan pengayakan dan pemisahan masing-masing fraksi tersebut yang kemudian digabungkan kembali sesuai kebutuhan agar didapat agregat dengan butir beragam dan masuk dalam batas gradasi seperti yang terlihat pada table dibawah ini.

Tabel 2.3  
Gradasi Agregat Gabungan

Ayakan (mm)	%Besar Lawat Ayakan Butir Maksimum ( mm )			
	76	38	19	9,6
76	100	-	-	-
38	47-63	100	-	-
19	35-52	50-75	100	-
9,6	26-42	35-60	45-75	100
4,8	20-35	23-47	29-49	29-75
2,4	17-29	18-37	23-42	21-60
1,2	13-24	12-30	15-35	17-47
0,6	8-17	7-23	9-28	14-35
0,3	4-9	3-15	2-13	5-21
0,15	-	2-6	1-3	0-1

Sumber: Sjafei Amri, Dipl. E. Eng: Pengantar Teknologi Beton, DPU Hal 21

### 2.4 AIR

Dalam pekerjaan beton, air dapat mempunyai beberapa fungsi :

1. Sebagai alat untuk membersihkan agregat dari kotoran yang mungkin melekat.
2. Merupakan media untuk mencampur, mengecor dan memadatkan beton.

3. Sebagai bahan baku yang dapat mengakibatkan semen bereaksi dan lalu mengeras.

Air yang dapat digunakan sebagai bahan campuran didalam campuran pekerjaan beton ialah air yang tidak mengandung sesuatu zat yang dapat menghalangi proses pengikatan antara semen dengan agregat. Pada umumnya air yang tidak mengandung bau, dan dapat digunakan sebagai air yang dapat diminum, dapat digunakan sebagai air pencampur.

Kandungan zat yang dapat memberi pengaruh kurang baik terhadap kualitas beton antara lain :

- Lempung, Clay, Alkali dan Asam
- Air limbah dan zat organic

PBI 1971 memberikan persyaratan sebagai berikut :

1. Air untuk pembuatan dan perawatan tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organic dan bahan-bahan lainnya yang merusak beton atau baja tulangan. Dalam hal ini dipakai air bersih atau dapat diminum.
2. Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirim air itu ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak tulangan.
3. Apabila pemeriksaan contoh air seperti disebutkan pada pasal 2 itu tidak dapat dilakukan, maka dalam adanya keragu-raguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan atau kuat tekan mortar semen + pasir dengan memakai air itu dan dengan memakai air suling. Air tersebut dapat dipakai, apabila kekuatan mortar dengan memakai air itu pada umur 7 dan 28 hari paling sedikit adalah 90% dari kekuatan tekan mortar dengan memakai air suling pada umur yang sama.
4. Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau berat harus dilakukan setepat mungkin.

Tabel 2.4

## Persyaratan Air Untuk Beton

No	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan Izin	Pemeriksaan Sesuai
1	Ph	4,5-8,5	PB-0301-76
2	Bahan Padat	2000 ppm	PB-0302-76
3	Bahan Teruspensi	2000 ppm	PB-0303-76
4	Bahan Organik	2000 ppm	PB-0304-76
5	Minyak	2% berat semen	PB-0305-76
6	Ion Sulfat	10000 ppm	PB-0306-76
7	Ion Chlor	10000 ppm	PB-0307-76

Sumber: M Neville & J.J Brooks Concrete Technology, Hal 75

Ket : pH suatu acuan untuk menentukan derajat keasaman atau basa

Ppm = part per million

## 2.5 Serbuk Kayu ( Ketaman Kayu )

Indonesia salah satu negara yang memiliki banyak hutan, hutan tersebut merupakan penghasil kayu baik untuk digunakan didalam negeri maupun untuk diekspor. Konstruksi di Indonesia masih banyak menggunakan kayu sebagai bahan bangunan. Demikian juga dengan bahan-bahan perabot rumah tangga sebagai besar masih menggunakan kayu sebagai bahan utamanya. Dari 3000 – 4000 jenis pohon yang di Indonesia baru kurang lebih 150 jenis yang telah diselidiki dan dianggap penting dalam perdagangan dan dari sejumlah tersebut diatas sebahagian adalah penting untuk bahan konstruksi.

Kekuatan kayu di Indonesia dibagi dalam lima kelas kuat kayu berdasarkan pada jenis kayu yaitu kelas I, Kelas II, kelas III, kelas IV dan kelas V.

Tabel 2.5

### Kekuatan Kayu Berdasarkan Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia

Kelas Kuat	Berat Jenis	Kekuatan lengkung absolut( kg/cm <sup>2</sup> )	Kekuatan tekan absolut( kg/cm <sup>2</sup> )
I	> 0.90	> 1100	> 650
II	0.90-0.60	1100-725	650-425
III	0.60-0.40	725-500	425-300
IV	0.40-0.30	500-360	300-215
V	< 300	< 360	< 215

Sumber : Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia 1961. Hal ; 64

Adapun contoh dari masing-masing kelas antara lain: Kelas I seperti Bugis, Kempas, Balam, Kranji, Merbau, Damar laut, Resak, Keruing, Kayu arang. Kelas II seperti Rengas, Meranti, Merawan, Rasamala. Kelas III seperti Gerunggung, Cempaka, Waru gunung, sungkai. Kelas IV seperti Medang, Terentang, Melur. Kelas V seperti Jelutung, Pulai, Balsa, Kemiri dan lain-lain.

Serbuk kayu ( ketaman kayu ) yang dipakai pada penelitian ini adalah berasal dari sisa pangetaman kayu kelas I yaitu jenis Damar laut, yang mempunyai ukuran yang bervariasi antara 3 – 7 cm.

## **2.6 Baja Tulangan**

Beton tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu tanpa mengalami retak-retak. Untuk itu agar beton dapat bekerja dengan baik dalam suatu sistem struktur, perlu dibantu dengan memberinya perkuatan penulangan yang berfungsi menahan gaya tarik.

Sifat fisik batang tulangan baja yang paling penting untuk digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang adalah tegangan luluh ( $f_y$ ) dan modulus elastisitas ( $E_s$ ). Didalam perencanaan atau analisa beton bertulang pada umumnya nilai tegangan luluh baja diketahui atau ditentukan pada awal perhitungan.

Ketentuan SNI T-15 –1991-03 menetapkan bahwa nilai modulus elastisitas baja adalah 200.000 Mpa sedang nilai tegangan luluhnya bervariasi.

## **2.7 Metode Rancangan Campuran Beton**

Setelah menerangkan material penyusun, pada bahasan ini akan dijelaskan mengenai perencanaan campuran beton dengan menggunakan Metode yang tercantum

dalam konsep Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-1990-03).

Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-1990-03) adalah suatu standar konsep yang telah disusun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan syarat-syarat yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk digunakan sebagai pedoman bagi para perencana dan pelaksana dalam merencanakan proporsi campuran beton yang dapat menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana.

Kekuatan beton dinyatakan sebagai kuat tekan karakteristik, yaitu kekuatan beton yang dinyatakan dengan perhitungan suatu persentase kegagalan terhadap kuat rata-ratanya berdasarkan distribusi statistik yang biasanya dianggap mengikuti distribusi normal.

Berdasarkan hubungan antara kekuatan tekan karakteristik dengan kekuatan tekan rencana, maka dapat direncanakan suatu komposisi campuran untuk kekuatan karakteristik tertentu dengan mengambil besaran standar deviasiseperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.6

Mutu Pelaksanaan Diukur Dengan Deviasi Standar

Isi Peterman		Deviasi Standar (kg/cm <sup>3</sup> )		
Sebutan	Jlh Beton (m <sup>3</sup> )	Baik sekali	Baik	Dpt Diterima
Kecil	<1000	45<S<55	55<S<65	65<S<85
Sedang	1000-3000	35<S<45	45<S<55	55<S<75
Besar	>3000	25<S<35	35<S<45	45<S<65

Sumber : PBB1 1971 Halaman 40

Secara umum didalam perencanaan proporsi campuran beton harus dipenuhi syarat-syarat mengenai :

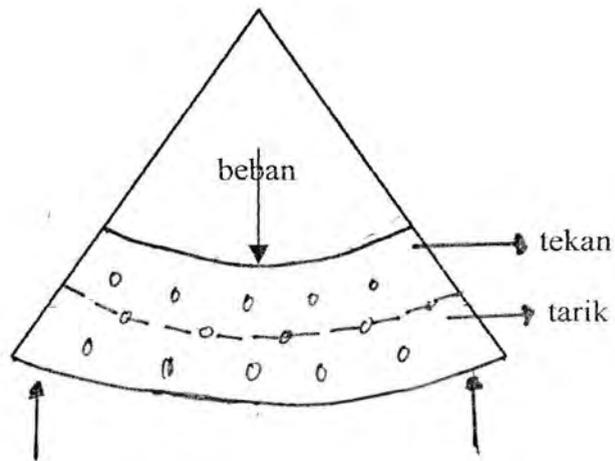
- a. Kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen).
- b. Keawetan
- c. Kuat tekan

Dan khusus mengenai perancangan campuran beton yang didasarkan pada Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal ini harus menggunakan bahan agregat normal tanpa menggunakan bahan tambahan (additive).

Agregat yang digunakan yang digunakan dalam pembuatan beton menurut Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-1990-03) ini dapat diklasifikasikan kelas dalam beberapa daerah gradasi (zone) yang meliputi empat buah daerah gradasi untuk agregat halus (pasir) seperti pada tabel 2.7 dan tiga buah kurva untuk gradasi agregat kasar (kerikil) pada tabel 2.8 yang dikelompokkan menurut ukuran maksimum butiran yaitu 9,6 mm, 19 mm dan 38 mm. Untuk gradasi agregat gabungan dikelompokkan menurut ukuran maksimum butiran yaitu 9,60 mm dan 19,00 mm.

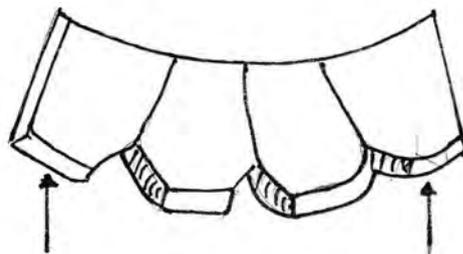
## **2.8 Retak Pada Beton ( Crack )**

Beton adalah batu buatan yang kuat sekali menerima tekan , tetapi sangat lemah apabila menerima gaya tarik, apabila beton menerima lenturan seperti pada balok dan plat, akan timbul sifat-sifat lain seperti pada karet busa. Terlihat pada gambar seperti satu sisi lubang-lubang porinya tertekan, sedangkan pada sisi yang lain lobang-lobang tersebut tertarik.

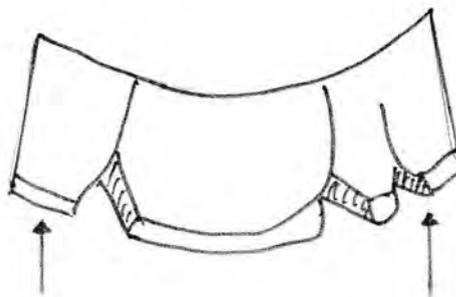


Gambar 2.1 Retak pada balok

Untuk menjaga agar tidak terjadi retak yang lebih lanjut serta pecah balok, maka diperlukan pemasangan tulangan-tulangan baja pada daerah yang tertarik dan daerah dimana beton tersebut akan mengalami retak-retak. Alasan menggunakan tulangan baja adalah karena baja sangat baik dan mampu menerima gaya tarik.



Gambar 2.2 Balok beton dengan retak-retak lebar



Gambar 2.3 Balok beton bertulang dengan retak-retak kecil

Pada dasarnya retak yang terjadi pada balok ada tiga jenis yaitu :

1. Flextural creak (retak lentur)

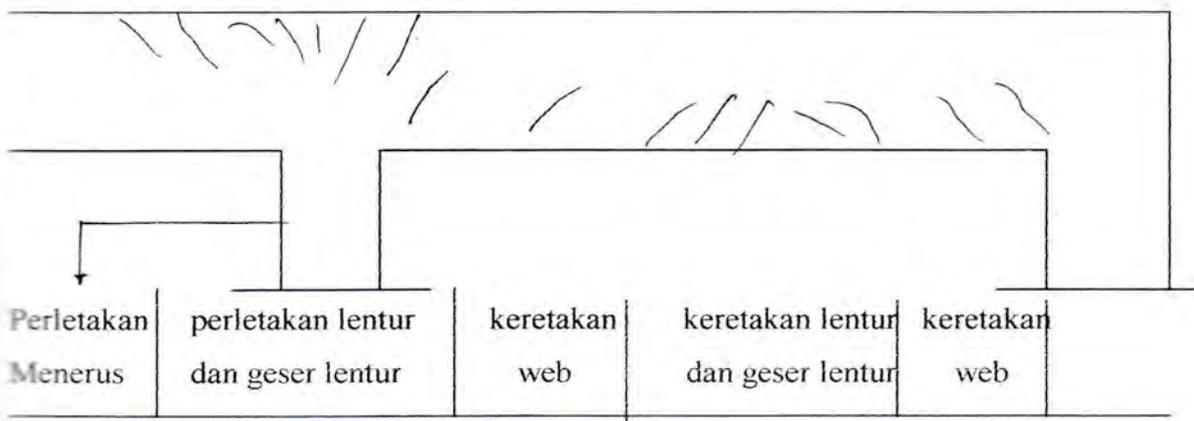
Terjadi didaerah yang mempunyai momen lentur besar. Arah retak hampir tegak lurus pada sumbu balok.

2. Flexture shear crack (retak geser lentur)

Terjadi pada bagian balok yang sebelumnya telah terjadi keretakan lantur. Jadi flexture shear crack merupakan perambatan retak miring dari retak lentur yang sudah terjadi sebelumnya.

3. Web shear crack (retak geser pada badan balok)

Keretakan miring seperti ini biasanya terjadi pada daerah garis netral panampang dimana gaya geser maksimum dan tegangan aksial sangat kecil.



Gambar 2.4 Jenis retak pada beton bertulang

**BAB III**  
**PELAKSANAAN PENELITIAN**  
**DILABORATORIUM**

**3.1 Pemilihan Metode Desain Campuran**

Ada beberapa metoda desain pencampuran beton sebagai dasar untuk mendapatkan beton yang sesuai dengan rencana dan mempunyai sifat-sifat mekanik yang baik, seperti yang telah diuraikan dalam bab sebelumnya. Dalam penelitian ini digunakan Metoda Cempuran SK SNI T-15-1990-03

**3.2 Pemeriksaan Dan Pengujian Material**

Sebelum kita mendesain campuran beton terlebih dahulu mengetahui data-data dari material yang diuji. Ada beberapa pemeriksaan yang harus dilakukan sesuai dengan metoda campuran.

**3.2.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir**

Tujuan percobaan : untuk mengetahui kadar lumpur pasir

Alat percobaan - Saringan No 200  
- Oven, Timbangan dan Spliter

Bahan percobaan : - Pasir 1000 gr (asal Binjai)  
- Air (PAM Tirtanadi)

Teori:

Agregat halus dalam fungsinya sebagai bahan campuran beton harus bersih dari material lumpur. Pemakaian semen akan semakin banyak jika lumpur yang dikandung agregat semakin banyak, hal ini disebabkan karena semakin luas permukaan yang harus diselimuti sedangkan larutan pelekat semakin menipis yang mengakibatkan kemampuan

mengikat akan berkurang dan kekuatan beton kecil. Hal utama yang harus diperhatikan dalam agregat halus tersebut adalah kebersihannya, jadi dengan meremas-remas pasir (mencuci) diperkirakan bagian-bagian yang kotor seperti lumpur dan tanah liat akan berkurang.

Prosedur percobaan:

1. Mula-mula pasir ditimbang dan diambil 2 sample masing-masing 500 gr.
2. Siapkan saringan No 200 dan dibawahnya diletakkan pan
3. Sample yang ditimbang dituangkan kedalam saringan.
4. Sample tersebut dicuci dengan cara mengalirkan air melalui kran sambil meremas-remas sehingga air yang melewati saringan tersebut bersih.
5. Setelah selesai, letakkan pasir tersebut dipan dan keringkan ke oven selama lebih kurang 24 jam.

Hasil percobaan :

Tabel 3.1

Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Pasir	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir mula-mula, gr ( A )	500	500	500
Berat pasir kering, gr ( B )	485	486	485,5
Lumpur tertahan, gr ( C ) = A – B	15	14	14,5
% kadar lumpur = (( A-B ) / A ) x 100	3	2,8	2,9

Sumber " Laboratorium Teknik Sipil USU "

Kesimpulan :

Diperoleh kadar lumpur pasir sebesar 2,9% sesuai dengan persyaratan kadar lumpur ini masih lebih kecil dari 5% (PBI 71). Maka pasir tersebut baik digunakan untuk campuran beton yang akan digunakan.

### 3.2.2 Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil

Tujuan percobaan : untuk mengetahui kadar lumpur kerikil

Alat percobaan : - Saringan No 200  
- Oven, Timbangan dan Spliter

Bahan percobaan : - Kerikil 2000 gr  
- Air (PAM Tirtanadi)

Teori :

Agregat kasar dalam fungsinya sebagai bahan campuran harus bersih dari material lumpur. Pemakaian semen akan semakin banyak, hal ini disebabkan karena semakin luas permukaan yang harus diselimuti sedangkan larutan perekat semakin menipis yang mengakibatkan kemampuan mengikat akan berkurang dan kekuatan beton kecil. Hal utama yang harus diperhatikan dalam agregat kasar tersebut adalah kebersihannya, jadi dengan meremas-remas kerikil (mencuci) diperkirakan bagian-bagian yang kotor seperti lumpur dan tanah liat akan berkurang.

Prosedur Percobaan :

1. Mula-mula kerikil ditimbang, ambil 2 sample sebanyak masing-masing 1000 gr.
2. Siapkan saringan No 200 dan dibawahnya diletakkan pan.
3. Kemudian sample yang ditimbang dituangkan dalam saringan.
4. Sample tersebut dicuci dengan mengalirkan air melalui kran sambil meremas-remas hingga air yang melewati saringan tersebut bersih.
5. Setelah selesai, letakkan kerikil tersebut diatas pan dan keringkan ke oven selama lebih kurang 24 jam.

Tabel 3.2

## Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil

Kerikil	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat kerikil mula-mula, gr ( A )	1000	1000	1000
Berat kerikil kering, gr ( B )	996	995,5	995,75
Lumpur tertahan, gr ( C ) = A – B	4	4,5	4,25
% kadar lumpur = ( C / A ) x 100	0,4	0,45	0,425

Sumber " Laboratorium Teknik Sipil USU "

## Kesimpulan :

Diperoleh kadar lumpur kerikil sebesar 0,425% sesuai dengan persyaratan. Kadar lumpur ini masih lebih kecil dari 1% (PBI 71). Maka kerikil tersebut baik digunakan untuk campuran beton yang akan digunakan.

## 3.2.3 Pemeriksaan Berat Jenis (BJ) dan Absorpsi Pasir

Tujuan percobaan : - Untuk mengetahui BJ kering, BJ semu dan BJ SSD

: - Menentukan penyerapan ( absorpsi ) pasir

Alat percobaan : - Piknometer, Oven, Timbangan

: - Mould, Perojok dan Pan

Bahan percobaan : - Pasir yang telah direndam selama 24 jam sebanyak 2000 gr

: - Air

## Teori:

Ada tiga keadaan pasir yang digunakan pada percontohan ini antara lain pasir kering dimana pori-pori pasir berisikan udara tanpa air dengan kandungan air sama dengan 0 %. Lalu dalam keadaan SSD (Saturated Surface Dry) dimana permukaan pasir dalam keadaan kering, sedangkan didalamnya jenuh dengan uap air, pasir dalam keadaan ini yang sering digunakan. Dan yang terakhir dalam keadaan semu dimana pasir basah total dengan pori-pori penuh air. Pasir ini masih dalam keadaan basah

walaupun permukaan pasir tidak ada air. Berat jenis merupakan perbandingan antara berat material dengan berat air dalam volume yang sama. Sedangkan berat jenis jenuh adalah perbandingan berat uji dalam keadaan kering adalah persentase dari berat benda uji yang hilang terhadap berat benda uji kering dimana absorpsi terjadi dari keadaan SSD (Saturated Surface Dry) sampai keadaan kering. Berat jenis pasir ini perlu diketahui untuk dapat menentukan banyaknya agregat yang digunakan dalam campuran beton. Maka dalam hal ini persyaratan berat jenis pasir yang memenuhi adalah : Berat Jenis Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Semu.

Prosedur percobaan :

**A. Persiapan benda uji**

1. Pasir direndam selama 24 jam.
2. Setelah direndam, pasir diangkat dan dikeringkan kedalam oven dan pengeringan dilakukan secara merata.
3. Setelah tampak mengering, isi 2/3 nya dan rojok 25 kali, isi lagi 1/3 hingga penuh dan kemudian rojok kembali sebanyak 25 kali.
4. Angkat mould keatas dengan perlahan-lahan, apabila bentuk sample masih utuh, pengeringan dilanjutkan sampai tercapai SSD.
5. Apabila saat pengangkatan mould pasir telah runtuh maka keadaan SSD tidak tercapai dan pengeringan dihentikan.

**B. Cara pengujian :**

1. Timbang pasir sebanyak 4 sample masing-masing 500 gr.
2. Masukkan 2 sample kedalam oven dan masukkan 2 sample lainnya kedalam piknometer.

3. Isi piknometer sampai kelehernya dengan air, tutup piknometer dengan penutupnya dan kemudian goncang-goncangkan sampai tidak ada buih, hal ini dilakukan agar kandungan udara pada sample keluar.
4. Bersihkan kotoran pada leher piknometer dengan cara membuang dan isi kembali air hingga tingginya tetap setinggi leher piknometer.
5. Timbang berat piknometer + air, kemudian buang isinya dan bersihkan piknometer dari sisa-sisa kotoran (pasir).
6. Isi piknometer dengan air setinggi yang pertama, timbang beratnya lalu buang airnya.
7. Timbang berat piknometer kosong dan ulangi percobaan pada sample ke dua.
8. Timbang pasir dari oven setelah dikeringkan selama 24 jam.

Tabel 3.3

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir

Pasir	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-Rata
Berat Piknometer	183	183	183
Berat Piknometer + Air ( B )	990,0	989,5	989,8
Berat Piknometer + Pasir + Air ( C )	678	678	678
Berat Pasir Kering ( A )	489,5	489,0	489,3
Berat SSD ( S )	500	500	500
Berat Jenis Kering = $A / ( B + S - C )$	2,60	2,59	2,60
Berat Kering Permukaan = $S / ( B + S - C )$	2,66	2,65	2,66
Berat Jenis Semu = $A / ( B + Air - C )$	2,76	2,75	2,76
Penyerapan = $( S - A ) \times 100 / A$	2,15	2,25	2,20

Sumber " Laboratorium Teknik Sipil USU "

Kesimpulan :

Dari percobaan berat jenis dan absorpsi pasir diperoleh Berat Jenis SSD 2,66

Berat Jenis semu 2,76 Berat Jenis Kering 2,60 dan penyerapan 2,20%.

### 3.2.4 Pemeriksaan Berat Jenis (BJ) Dan Absorpsi Kerikil

Tujuan Percobaan : - Menentukan berat kering, berat jenis semu dan berat jenis

SSD kerikil

- Menentukan peresapan (absorpsi) kerikil

Bahan : - Kerikil dan air

Alat : - Timbangan dan Dunagan Test Set

- Saringan ukuran 4,76 mm dan 19,1 mm

- Kain lap dan Oven

- Keranjang kawat, Ember dan Pan

Teori :

Berat jenis adalah perbandingan berat suatu benda dengan berat air pada volume yang sama. Berat jenis agregat kasar (kerikil) perlu diketahui untuk menentukan banyaknya agregat yang digunakan dalam campuran beton, maka diadakanlah percobaan menentukan atau mendapatkan harga :

- Berat jenis kerikil kering
- Berat jenis kerikil semu
- Berat jenis SSD (Saturated Surface Dry)

Prosedur percobaan :

1. Kerikil diayak dengan ukuran ayakan 19,1 mm dan 4,76 mm. Kita ambil kerikil yang lolos 19,1 mm dan yang tertahan diayakan 4,76 mm  $\pm$  3 kg.
2. Rendam kerikil tersebut dalam suatu ember dengan air selama 24 jam.
3. Kerikil hasil rendaman tersebut dikeringkan hingga didapat kondisi kering permukaan (SSD) dengan menggunakan kain lap.
4. Siapkan kerikil sebanyak 2500 gram untuk 2 sample.

5. Atur kesetimbangan air dan keranjang pada dunangan test set sampai jarum menunjukkan setimbang pada saat air pada kondisi tenang.
6. Masukkan kerikil yang telah mencapai kondisi SSD kedalam keranjang yang berisi air.
7. Timbang berat air + keranjang + kerikil.
8. Keluarkan kerikil lalu keringkan didalam oven selama 24 jam.
9. Timbang berat kerikil yang telah diovenkan.
10. Ulangi prosedur diatas untuk sample kedua.

Tabel 3.4

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan kerikil

Kerikil	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-Rata
Berat Kerikil SSD, gr ( B )	1249,5	1251,0	1250,0
Berat Kerikil Dalam Air, gr ( C )	765,00	767,00	766,0
Berat Kerikil Kering, gr ( A )	1240,0	1243,0	1241,5
Berat Jenis Kering Permukaan = $B / ( B - C )$	2,58	2,58	2,58
Berat Jenis Semu = $A / ( A - C )$	2,61	2,61	2,61
Berat Jenis Kering = $A / ( B - C )$	2,56	2,57	2,57
Penyerapan ( % ) = $( B - A ) \times 100 / A$	0,73	0,64	0,68

Sumber " Laboratorium Teknik Sipil USU "

#### Kesimpulan :

Dari percobaan berat jenis dan absorpsi kerikil diperoleh Berat Jenis SSD 2,58

Berat Jenis semu 2,61 Berat Jenis Kering 2,57 dan penyerapan 0,68%.

#### 3.2.5 Pemeriksaan Kandungan Bahan Organik Pada Pasir

**Tujuan percobaan** : Mengetahui tingkat kandungan bahan organik dalam agregat halus

**Bahan percobaan** : - Pasir kering oven lolos saringan 4,75  
 - Na OH padat 3% dan Air

- Alat percobaan : - Botol gelas tembus pandang dengan penutup karet
- Gelas ukur, sendok pengaduk dan sample splinter
  - Standart warna gradner dan mistar

Teori :

Beton adalah campuran semen, pasir, kerikil ditambah dengan air membentuk suatu aksi semen yang sempurna. Karena mutu pasir mempengaruhi mutu beton, maka dalam percobaan ini akan dikaji syarat-syarat penggunaan pasir yang diizinkan. Pasir merupakan bahan batuan dengan ukuran 0,15 sampai 5 mm. Pasir dapat diambil dari dasar sungai atau dari batuan gunung yang dihaluskan. Salah satu syarat pasir yang penting adalah tidak boleh mengandung bahan organik, lumpur, garam dan minyak. Pasir yang diambil dari dasar sungai kerap kali mengandung kotoran organis dan lumpur. Bahan organis ini akan memperlambat proses pengikatan semen dengan butiran pasir. Lewat percobaan ini akan diketahui kandungan bahan organik yang terdapat pada pasir. Jika pasir tersebut mengandung bahan organis terlalu banyak, maka campuran beton dengan persentase air yang diberikan akan diserap oleh zat-zat organis yang mengakibatkan kekuatan beton akan berkurang dan terjadi retak-retak pada beton. Menurut PBBI 1971, agregat halus tidak boleh mengandung bahan organis terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna Abram Herder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi syarat percobaan warna juga dapat dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada 7 hari dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan agregat yang sama.

Pengelompokan standart warna gladner adalah :

1. Standart warna No 1 : berwarna bening/jernih
2. Standart warna No 2 : berwarna kuning muda
3. Standart warna No 3 : berwarna kuning tua

4. Standart warna No 4 : berwarna kuning kecoklatan
5. Standart warna No 5 : berwarna coklat kemerahan

Perubahan warna yang diperolehkan menurut standart warna Gradner adalah plat No 3. Jika perobahan warna yang terjadi melebihi plat No 3, maka berarti pasir tersebut harus dicuci dengan larutan NaOH 3% kemudian dibersihkan dengan air.

Prosedur percobaan :

1. Sediakan pasir secukupnya dengan menggunakan sample splinter sehingga menjadi  $\frac{1}{4}$  bahagian.
2. Sample dimasukkan kedalam botol gelas setinggi 3 cm dari dasar botol.
3. Sediakan larutan NaOH 3% dengan cara mencampur 12 gram kristal NaOH + 388 ml (2 cm) dari permukaan pasir.
4. Larutan diaduk dengan sendok pengadukselama 7 menit.
5. Botol gelas ditutup rapat-rapat dengan penutup karet dan diguncang-guncang pada arah mendatar selama 8 menit, campuran dibiarkan selama 24 jam.
6. Bandingkan perubahan warna setelah 24 jam dengan standart warna Gradner.

Tabel 3.5

Hasil Pemeriksaan Kadar Organik Pasir

Colorimetric Test		Sample I	Sample II
Perbandingan terhadap warna standard Gardner	Lebih terang		
	Sama	No 3	No 3
	Lebih gelap		

Sumber “ Laboratorium Beton Tenik Sipil USU”

Kesimpulan:

1. Perubahan warna yang terjadi setelah 24 jam antara larutan NaOH 3% dengan sample pasir yang dicoba adalah Kuning Tua (Plat no. 3) disesuaikan dengan standart warna Gradner.

2. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa pasir yang dipakai dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.

### 3.2.6 Los Angeles (Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar)

Tujuan percobaan : Untuk menentukan daya tahan agregat kasar (kerikil) terhadap pengausan

Bahan percobaan : Kerikil diameter 4,8-19 mm yaitu 10000 gr

Alat percobaan : - Mesin Los Angeles dan ayakan dengan ukuran 1,68 mm  
- Peluru penguas 12 buah dan Oven, Timbangan dan pan

Teori :

Kerikil sebagai campuran beton haruslah memiliki ketahanan terhadap pengausan. Kemampuan keausan ini menunjukkan tingkat kemampuan dari agregat tersebut untuk menahan pengrusakan yang terjadi oleh karena adanya tekanan, bantingan dan pengikisan yang terjadi terhadap permukaan agregat kasar sewaktu diangkut, dibongkar dan melakukan Peterman lapangan lainnya.

Agregat yang rapuh kurang baik digunakan sebagai bahan konstruksi dan akan tidak ekonomis. Hal ini diakibatkan banyaknya material yang rusak selama proses pengangkutan dan pembongkaran dari lokasi pengambilan ke lokasi proyek. Percobaan ini memakai mesin Los Angeles dengan 12 buah peluru dan putaran mesin sebanyak 1000 kali. Menurut PBI 1971 syarat agregat kasar yang baik bila keausan kerikil tersebut lebih kecil dari 50% dari berat semula.

Prosedur percobaan :

1. Timbang sampel dengan masing-masing berat yang telah ditentukan yaitu kerikil diameter 4,8-19 mm sebanyak 10000 gr
2. Sampel dimasukkan kedalam mesin Los Angeles, lalu masukkan peluru 12 buah.

3. Tutup dan kunci mesin Los Angeles lalu hidupkan mesin (untuk pengujian mesin diputas sebanyak 1000 kali putaran)
4. Setelah selesai sampel dikeluarkan, saring dengan ayakan berdiameter 1,68 mm.
5. Sample yang tertinggal disaring kemudian dicuci hingga bersih dan air cucian jernih.
6. Tuang sampel kedalam pan dan masukkan kedalam oven selama 24 jam.
7. Timbang sampel yang telah kering. Persentase selisih antara berat mula-mula kerikil dengan berat kerikil yang lewat saringan 1.68 mm yang telah dicuci dan diovenkan adalah menyatakan keausan kerikil.

Tabel 3.6

Hasil Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Saringan (mm)		Sampel 1		Sampel 2	
		Berat Awal	Berat Akhir	Berat Awal	Berat Akhir
Lolos	Tertahan	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
75,0	63,0	-	-	-	-
63,0	50,0	-	-	-	-
50,0	37,5	-	-	-	-
37,5	25,0	5000	-	-	-
25,0	19,0	5000	-	-	-
19,0	12,5	-	-	-	-
12,5	9,5	-	-	-	-
9,5	6,3	-	-	-	-
6,3	4,8	-	-	-	-
4,8	2,4	-	-	-	-
2,4	1,7	-	-	-	-
Total		Air = 10000	B = 8532		
Berat tertahan pada saringan No. 12 ( C ) = A - B			C = 1468		
Persentase keausan (%) = ( C / A ) x 100			<b>14,68</b>		

Sumber " Laboratorium Beton Teknik Sipil USU "

Kesimpulan :

Dari hasil percobaan di peroleh persentase keausan sampel sebesar. Maka agregat kasar ( kerikil ) tersebut baik di gunakan untuk kontruksi karena persentase keausannya  $< 50\%$  menurut PBI 71.

### 3.2.7 Berat Isi Pasir

Tujuan Percobaan : menentukan berat isi pasir

Bahan Percobaan : - pasir

- air

Alat Percobaan : - bejana - perojok

- sekop kecil - timbangan

- termometer

Teori :

Pasir sebagai salah satu campuran beton, akan mempunyai nilai ekonomis dimana apabila direncanakan dengan pencampuran volume yang tepat akan didapatkan suatu nilai yang optimum. Percobaan berat isi pasir bertujuan untuk mencari berat isi dari suatu pasir. Berat isi pasir ini perlu diketahui agar dapat mengkonversikan pasir dari berat ke volume atau sebaliknya.

Pengkonversian ini perlu dilakukan agar pelaksanaan di lapangan tidak diperlukan waktu yang banyak untuk menentukan komposisi pasir yang harus dicampur pada pembuatan beton dengan perbandingan tertentu. Pada umumnya perbandingan komposisi campuran beton yang degunakan adalah dalam satuan berat.

Prosedur percobaan :

#### A. Cara Merojok

1. Masukkan pasir kedalam bejana sampai  $1/3$  h, lalu rojok selama 25 kali.

2. Masukkan lagi pasir sampai ketinggian  $\frac{2}{3}$  h, dimana rojokan tidak sampai lapisan pertama dari pasir.
3. Masukkan lagi pasir sampai penuh dan rojok 25 kali dan rojokan tidak boleh sampai lapisan kedua.
4. Permukaan bejana yang berisi pasir diratakan.
5. Bejana + pasir ditimbang.
6. Pasir dikeluarkan dan dalam bejana dimasukkan air sampai penuh ukur suhu air.
7. Berta bejana + air ditimbang.
8. Air dibuang dan berat bejana kosong ditimbang.

#### *B Cara Longgar*

1. Masukkan pasir kedalam bejana sampai penuh dengan menggunakan sekop.  
Tinggi sekop dari permukaan atas + 5 cm.
2. Permukaan bejana yang berisi pasir tadi diratakan.
3. Bejana + pasir ditimbang.
4. Pasir dikeluarkan dan dalam bejana diisi air sampai penuh, ukur suhu air.
5. Berat bejana + air ditimbang.
6. Air dibuang dan berat bejana (kosong) ditimbang.

Dari buku "Forum Informasi Konstruksi FT USU" diberikan:

Pada temperatur  $26.7^{\circ}\text{C}$  diberikan berat isi air =  $996.59 \text{ kg/m}^3$

Pada temperatur  $28.0^{\circ}\text{C}$  diberikan berat isi air =  $996.22 \text{ kg/m}^3$

Pada temperatur  $29.4^{\circ}\text{C}$  diberikan berat isi air =  $996.83 \text{ kg/m}^3$

Tabel 3.7

## Percobaan Berat Isi Pasir

Berat	Pemadatan			
	Rojokan		Longgar	
	Sampel I	Sampel II	Sampel I	Sampel II
Bejana kosong, kg ( E )	0,50	0,50	0,50	0,50
Bejana + Pasir, kg ( D )	3,30	3,35	3,05	3,10
Bejana + Air, kg ( A )	2,45	2,45	2,45	2,45
Berat isi air, B	996,22	996,22	996,22	996,22
Berat Air, F	1,95	1,95	1,95	1,95
Faktor koreksi, $C = B / F$	510,88	510,88	510,88	510,88
Suhu air (Celsius)	28,0	28,0	28,0	28,0
Berat isi , $G = ( D - E ) \times C$	1430,47	1456,01	1302,75	1328,29
Rata-rata	1443,24		1315,52	

Sumber" Laboratorium Beton Teknik Sipil USU "

### 3.2.8 Berat Isi Kerikil

Tujuan Percobaan : Menentukan berat isi kerikil

Bahan Percobaan : - Kerikil - Air

Alat Percobaan : - Bejana - Termometer  
- Perojok - Sekop - Timbangan

Teori :

Dalam pekerjaan di lapangan sering sekali campuran beton dibuat dalam jumlah yang cukup besar, sehingga untuk menentukan perbandingan berat bahan yang akan diaduk sangatlah tidak praktis jika dilakukan dengan cara penimbangan. Untuk mengefisiensikan pekerjaan, maka ditentukan terlebih dahulu berat isi agregat sehingga berat agregat dapat ditentukan dengan mengalikan berat isi agregat dengan volume

bahan yang terdapat dalam wadah penakar yang telah diketahui volumenya dengan 2 cara, yaitu cara padat (cara merojok) dan cara longgar.

Prosedur Percobaan :

A. Cara Merojok

1. Masukkan kerikil kedalam bejana sampai  $1/3$  h, lalu rojok selama 25 kali.
2. Masukkan lagi kerikil sampai ketinggian  $2/3$  h, dimana rojokan tidak sampai lapisan pertama dari pasir.
3. Masukkan lagi kerikil sampai penuh dan rojok 25 kali dan rojokan tidak boleh sampai lapisan kedua.
4. Permukaan bejana yang berisi kerikil diratakan.
5. Bejana + kerikil ditimbang.
6. Kerikil dikeluarkan dan dalam bejana dimasukkan air sampai penuh ukur suhu air.
7. Berta bejana + air ditimbang.
8. Air dibuang dan berat bejana kosong ditimbang.

B. Cara Longgar

1. Masukkan kerikil kedalam bejana sampai penuh dengan menggunakan sekop.  
Tinggi sekop dari permukaan atas + 5 cm.
2. Permukaan bejana yang berisi kerikil tadi diratakan.
3. Bejana + kerikil ditimbang.
4. Kerikil dikeluarkan dan dalam bejana diisi air sampai penuh, ukur suhu air.
5. Berat bejana + air ditimbang.
6. Air dibuang dan berat bejana (kosong) ditimbang.

Dari buku "Forum Informasi Konstruksi FT USU" diberikan:

Pada temperatur 26.7 °C diberikan berat isi air = 996.59 kg/m<sup>3</sup>

Pada temperatur 28.0 °C diberikan berat isi air = 996.22 kg/m<sup>3</sup>

Pada temperatur 29.4 °C diberikan berat isi air = 996.83 kg/m<sup>3</sup>

Tabel 3.8

Berat Isi Kerikil

Berat	Pemadatan			
	Rojokan		Longgar	
	Sampel I	Sampel II	Sampel I	Sampel II
Bejana kosong, kg ( E )	4,70	4,70	4,70	4,70
Bejana + kerikil, kg ( D )	27,30	27,2	26,8	26,50
Bejana + Air, kg ( A )	15,0	15,0	15,0	15,0
Berat isi air, B	996,22	996,22	996,22	996,22
Berat Air, F	13,3	13,3	13,3	13,3
Faktor koreksi, C = B / F	74,90	74,90	74,90	74,90
Suhu air (Celsius)	28,0	28,0	28,0	28,0
Berat isi , G = ( D - E ) x C	1692,82	1685,33	1655,37	1632,90
Rata-rata	1689,08		1644,14	

Sumber" Laboratorium Beton Teknik Sipil USU "

Kesimpulan Berat isi rata-rata dengan cara rojokan adalah 1689,08 kg/m<sup>3</sup> dan cara longgar adalah 1664,14 kg/m<sup>3</sup>

### 3.2.9 Analisa Ayakan Pasir

Tujuan Percobaan : Mengetahui gradasi / distribusi agregat halus

Bahan Percobaan : Pasir kering oven 1000 gr

Alat Percobaan : - Satu set susunan ayakan dan timbangan

- Sieve shaker machine

- Kuas dan sample Spliter

## Teori :

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan alat-alat pemecah batu. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang tajam dan keras. Butiran-butiran itu tidak akan pecah oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.

Agregat halus (pasir) yang baik/layak digunakan untuk campuran beton harus memenuhi syarat. Menurut ASTM C33 bagian yang lolos ayakan tertentu > 45 % dari yang tertahan di ayakan tersebut . Agregat halus yang bergradasi baik akan memudahkan pengikatan dengan pasta.

Kehalusan dan kekasaran suatu agregat ditentukan oleh Modulus kehalusannya ( Finenes Modulus ) dengan batasan-batasan sebagai berikut :

Pasir halus :  $2.20 < FM < 2.60$

Pasir sedang :  $2.60 < FM < 2.90$

Pasir kasar :  $2.90 < FM < 3.20$

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{Komulatif Tertahan}}{100}$$

Prosedur Percobaan :

1. Ambil pasir yang telah kering oven
2. Sediakan pasir sebanyak 1 sampel seberat 1000 gr
3. Susunan ayakan berturut-turut dari atas ke bawah :
4. Pasir di masukkan ke dalam ayakan paling atas lalu tutup.
5. Tempatkan susunan ayakan diatas sieve shaker machine.
6. Mesin di hidupkan selama 15 menit.
7. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan.

Tabel 3.9  
Hasil Pengujian Analisa Ayakan Pasir

Dia saringan . (mm)  (No.)	Sampel 1 Berat (gram)	Sampel 2 Berat (gram)	Total Berat (gram)	( %)	Kumulatif	
					Tertahan (%)	Lolos (%)
9.50 (3/8 – in)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	100,00
4.75 (No. 4)	5,0	4,5	9,5	0,48	0,48	99,53
2.36 (No. 8)	50,0	48,2	98,2	4,91	5,39	94,62
1.18 (No. 16)	147,0	148,0	295,0	14,75	20,14	79,87
0.60 (No. 30)	306,0	305,0	611,0	30,55	50,69	49,32
0.30 (No. 50)	302,0	303,0	605,0	30,25	80,94	19,07
0.15 (No. 100)	134,0	133,0	267,0	13,35	94,29	5,71
Pan	56,0	58,3	114,3	5,72	100,00	0,00
<b>Total</b>	1000	1000	2000	100		

Sumber “ Laboratorium Beton Teknik Sipil USU “

Perhitungan :

$$FM = \frac{\sum \% \text{Komulatif Tertahan}}{100}$$

$$FM = \frac{0.0 + 0.48 + 5.39 + 20.14 + 50.69 + 80.94 + 94.29}{100}$$

$$FM = 2.52$$

Kesimpulan : Pasir termasuk ke dalam gradasi bagus

### 3.2.10. Analisa Ayakan Kerikil

Tujuan Percobaan : Mengetahui gradasi / distribusi agregat kasar

Bahan Percobaan : - Satu set susunan ayakan, kuas dan Sample Spliter

- Timbangan dan Sieve shaker machine

Teori :

Agregat kasar untuk beton dapat berupa sebagai hasil desintegrasi dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu. Agregat kasar/kerikil yang

baik / layak digunakan sebagai campuran beton adalah agregat yang memenuhi syarat.

Mutu agregat ditentukan oleh :

1. Bentuk

Agregat yang berbentuk bersudut (batu pecah) lebih baik dari pada kerikil bulat, karena pasta semen akan mengikat satu sama lain lebih erat (permukaan agregat kasar).

2. Bergradasi baik

Pasta semen akan mengikat agregat satu sama lain dengan baik. Rongga yang besar dapat terisi oleh rongga yang kecil, sehingga beton kuat dan kompak. Agregat yang bergradasi jelak menyebabkan rongga hanya akan terisi oleh pasta, sehingga kurang kompak, sehingga beton kurang kompak dan akibatnya beton kurang kuat. Sedangkan agregat bergradasi seragam (homogen), rongga tidak terisi oleh agregat halus sehingga mengakibatkan kekuatan beton lebih rendah. Jadi agregat yang baik agregat yang bergradasi heterogen.

3. Berukuran sesuai

Perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar akan mempengaruhi tekstur permukaan beton, kebutuhan jumlah semen dan air. Ukuran maksimum agregat kasar/kerikil adalah 10 mm – 40 mm.

4. Kemulusan

Kemulusan permukaan agregat akan mempengaruhi kekuatan beto. Permukaan beton yang kasar, lekatnya terhadap pasta semen lebih baik dari pada permukaan yang halus.

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{Komulatif Tertahan}}{100}$$

Prosedur Percobaan :

1. Ambil kerikil yang telah kering oven
2. Sediakan kerikil sebanyak 1 sampel masing-masing seberat 2000 gr
3. Susun ayakan berturut-turut dari atas ke bawah :
4. Kerikil dimasukkan ke dalam ayakan paling atas lalu tutup.
5. Tempatkan susunan ayakan diatas sieve shaker machine.
6. Mesin di hidupkan selama 15 menit.
7. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan.

Hasil Percobaan :

Tabel 3.10

Hasil Pengujian Analisa Ayakan Kerikil

Dia. Saringan (mm)					Kumulatif	
	Sampel 1 Berat (gram)	Sampel 2 Berat (gram)	Total Berat (gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
38.1 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	100,00
19.1 mm	1115,0	1114,5	2229,5	55,74	55,74	44,26
9.52 mm	881,0	881,0	1762,0	44,05	99,79	0,21
4.76 mm	4,0	4,5	8,5	0,21	100,00	0,00
2.38 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
1.19 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
0.60 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
0.30 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
0.15 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
Pan	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
<b>Total</b>	2000,0	2000	4000	100		

Sumber “ Laboratorium Beton Teknik Sipil USU “

$$FM = \frac{\sum \% \text{Komulatif Tertahan}}{100}$$

$$FM = \frac{0,00 + 55,74 + 99,79 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100}{100}$$

$$FM = 7.5$$

Kesimpulan kerikil termasuk kerikil bagus karena berada diantara batas yang diizinkan

$$5,5 \leq FM \leq 7,5$$



### 3.2.11 Analisa Agregat Gabungan

Dalam memperkirakan kadar agregat hal yang paling penting adalah gradasi agregat halus memenuhi daerah agregat gabungan di bawah ini hasil analisa ayakan agregat gabungan dengan sistim coba-coba dengan hasil untuk agregat halus dan agregat kasar yang termasuk pada grafik agregat gabungan dengan ukuran maksimum 19 mm.

Tabel 3.11

Hasil Pengujian Analisa Agregat Gabungan

Aayakan diameter Mm	Pasir %	agregat kasar %	Komposisi rencana		k o m p o s i s i			
			Pasir	agregat kasar	Per fraksi	kumulatif lolos	tertahan	
			37	63				
38,2	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	
19,2	0,00	25,20	0,0	15,9	15,9	84,1	15,9	
9,6	0,00	67,20	0,0	42,3	42,3	41,8	58,2	
4,75	0,47	7,03	0,2	4,4	4,6	37,2	62,8	
2,36	4,91	0,18	1,8	0,1	1,9	35,3	64,7	
1,18	14,75	0,00	5,5	0,0	5,5	29,8	70,2	
0,60	30,55	0,00	11,3	0,0	11,3	18,5	81,5	
0,30	30,25	0,00	11,2	0,0	11,2	7,3	92,7	
0,15	13,36	0,00	4,9	0,0	4,9	2,4	97,6	
Modulus kehalusan =								5,4

Sumber “ Laboratorium Beton Teknik Sipil USU “

### 3.3 Rencana Campuran Beton

Perencanaan campuran beton bertujuan untuk menentukan proporsi semen, agregat halus dan kasar memenuhi persyaratan – persyaratan yang telah ditentukan. Rencana campuran ini haruslah sesuai dengan peraturan Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SK SNI T-15-1990-03.

### 3.3.1 Desain komposisi

Dengan di ketahuinya informasi mengenai material yang digunakan, yaitu :

- a. Analisa ayakan pasir (FM) = 2,52
- b. Analisa ayakan kerikil (FM) = 7,5
- c. Kadar lumpur pasir = 2,9 %
- d. Kadar lumpur kerikil = 0,425 %
- e. Bj SSD pasir = 2,66
- f. Bj SSD kerikil = 2,58
- g. Absorpsi pasir = 2,20 %
- h. Absorpsi Kerikil = 0,68 %
- i. Kadar air pasir = 6,55 %
- j. Kadar air kerikil = 1,25%
- k. Agregat gabungan
  - Pasir = 37 %
  - Kerikil = 63 %

### 3.3.2 Perencanaan Kuat Tekan

Dari data-data tersebut diatas, untuk melakukan perencanaan beton normal dengan menggunakan metode SNI, maka yang pertama dilakukan adalah menentukan kuat tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}$ ). Dengan kekuatan beton yang direncanakan sebesar 225 kg/cm<sup>2</sup> dengan harga Deviasi Standard diambil sebesar 55 kg/cm<sup>2</sup> maka nilai margin diperoleh sebesar  $1,64 \times 55 = 90,2$  kg/cm<sup>2</sup>. Jadi kekuatan tekan beton yang hendak dicapai adalah kekuatan tekan karakteristik dengan nilai margin sebesar  $225 + 90,2 = 315,2$  kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.3 Faktor Air Semen

Dari tabel wcf untuk benda uji kubus pada umur 28 hari, agregat batu pecah semen portland Type-I, maka kuat tekan beton dengan rasio air semen 0,5 adalah 400 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan menggunakan kuat tekan beton karakteristik rencana sebesar 315,2 kg/cm<sup>2</sup> diperoleh rasio faktor air semen sebesar 0,52. Dengan mengalikan koefesien koreksi laboratorium, maka diperoleh fas yaitu 0,52 x 0,95 = 0,49.

### 3.3.4 Kadar Air Bebas

Dari tabel untuk ukuran agregat maksimum maksimum 40 mm dengan slump 30 mm – 60 mm dengan jenis agrgat kasar yang digunakan batu pecah ( $w_c$ ), perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan per m<sup>3</sup> Peterman-Peterman pembetonan sebesar 225 kg/cm<sup>3</sup>. Sedangkan perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan per m<sup>3</sup> Pekejaan pembetonan untuk agregat halus tidak dipecah ( $w_f$ ) sebesar 195 kg/cm<sup>3</sup>. Jadi perkiraan kebutuhan air bebas yang akan digunakan pada agregat dihitung sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Kadar air bebas} &= 2/3 w_f + 1/3 w_c \\ &= (2/3 \cdot 190) + (1/3 \cdot 160) \\ &= 180 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

### 3.3.5 Kadar Semen

Dengan perkiraan kadar air bebas sebesar 205 kg/cm<sup>2</sup> maka diperoleh kadar semen yang merupakan perbandingan antara kadar air bebas dengan faktor air semen yaitu sebesar 180/0,49 = 367,2 kg/cm<sup>3</sup>. Dari tabel dengan kondisi beton diluar ruangan, terlindung dari hujan dan terik panas matahari, kadar semen minimum per - m<sup>3</sup> beton sebesar 325 kg/ m<sup>2</sup>. Kadar semen yang dipakai adalah 367,2 kg/cm<sup>3</sup>. Koreksi pemakaian semen adalah 10 kg/cm<sup>3</sup>, maka semen yang dipakai adalah 377,2 kg/cm<sup>3</sup>

### 3.3.6 Kadar Agregat

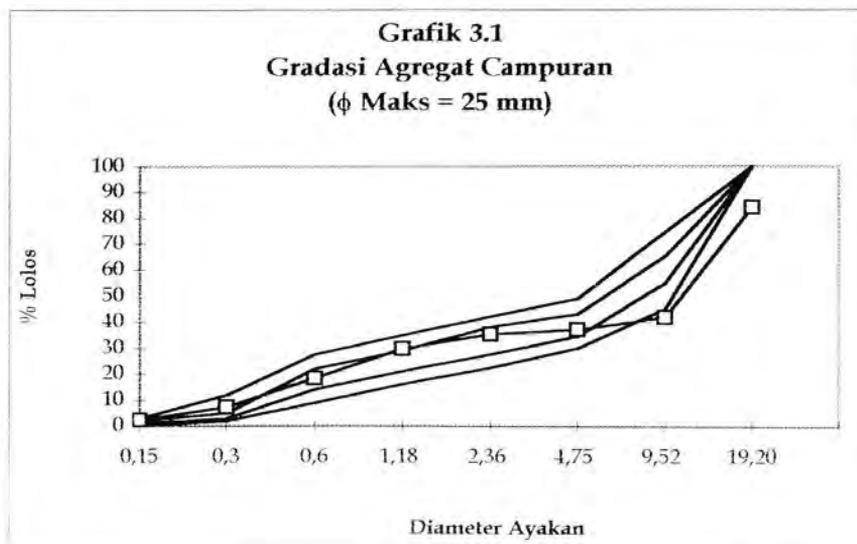
Dalam perkiraan kadar agregat, hal yang terpenting diperhatikan adalah gradasi agregat halus harus memenuhi agregat gabungan .

Tabel 3.12  
Agregat Gabungan

Ayakan diameter Mm	Pasir %	agregat kasar %	Komposisi rencana		k o m p o s i s i		
			Pasir	agregat kasar	Per fraksi	kumulatif lolos	tertahan
			37	63			
38,2	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
19,2	0,00	25,20	0,0	15,9	15,9	84,1	15,9
9,6	0,00	67,20	0,0	42,3	42,3	41,8	58,2
4,75	0,47	7,03	0,2	4,4	4,6	37,2	62,8
2,36	4,91	0,18	1,8	0,1	1,9	35,3	64,7
1,18	14,75	0,00	5,5	0,0	5,5	29,8	70,2
0,60	30,55	0,00	11,3	0,0	11,3	18,5	81,5
0,30	30,25	0,00	11,2	0,0	11,2	7,3	92,7
0,15	13,36	0,00	4,9	0,0	4,9	2,4	97,6
Modulus kehalusan =							5,4

Sumber “ Laboratorium Beton Teknik Sipil USU “

Dari analisa agregat gabungan diatas dengan menggunakan metode coba-coba diperoleh kadar agregat halus sebesar 37% dan agregat kasar 63% yang termasuk dalam zona grafik agregat gabungan berikut:



Setelah persentase kadar agregat diperoleh; selanjutnya dihitung berat jenis relatif agregat gabungan dengan perhitungan :

$$\begin{aligned} & (\% \text{ agrt halus} \times \text{berat jenis agrt halus}) + (\% \text{ agrt kasar} \times \text{berat jenis agrt kasar}) \\ & = (37\% \times 2,58) + (63\% \times 2,66) \\ & = 2,61 \end{aligned}$$

Berdasarkan berat jenis agregat gabungan relatif yang diperoleh 2,6 dan kadar air bebas sebesar  $180 \text{ kg/cm}^3$  didapat berat jenis beton basah teoritis dari grafik sebesar  $2361,8 \text{ kg/cm}^3$ .

Kemudian untuk menentukan kadar agregat gabungan dihitung berdasarkan :

$$\begin{aligned} & = \text{berat jenis beton basah} - \text{kadar air} - \text{kadar semen} \\ & = 2361,8 - 180 - 367,2 \\ & = 1814,6 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Berat masing-masing agregat :

$$\begin{aligned} * \text{ Agregat halus} & = 37\% \times 1814,6 = 671,4 \text{ kg/m}^3 \\ * \text{ Agregat kasar} & = 63\% \times 1814,6 = 1143,2 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

### 3.3.7 Koreksi Air

Komposisi bahan campuran per  $\text{m}^3$  adalah :

$$\begin{aligned} - \text{ Semen} & = 377,2 \text{ kg/m}^3 \\ - \text{ Agregat halus} & = 671,4 \text{ kg/m}^3 \\ - \text{ Agregat kasar} & = 1143,2 \text{ kg/m}^3 \\ - \text{ Air} & = 184,9 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui jumlah pemakaian air terhadap keadaan dilapangan dilakukan koreksi air terhadap agregat berdasarkan penyerapan dan kadar air masing-masing.

Koreksi tersebut dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{- Air} &= B - (Ck - Ca) \times (C / 100) - (Dk - Da) \times (D / 100) \\
 &= 184,9 - (1,38 - 2,20) \times (377,2 / 100) - (1,25 - 0,68) \times (1143,2 / 100) \\
 &= 184,9 - 29,205 - 6,516 \\
 &= 149,2 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Pasir} &= C + (Ck - Ca) \times (C/100) \\
 &= 671,4 + (6,55 - 2,20) \times (671,4 / 100) \\
 &= 671,4 + 29,21 \\
 &= 700,6 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Kerikil} &= D + (Dk - Da) \times (D / 100) \\
 &= 1143,2 + (1,25 - 0,68) \times (1143,2 / 100) \\
 &= 1143,2 + 6,51 \\
 &= 1149,7 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dimana :

B = Jumlah air ( $\text{kg/m}^3$ )

C = Jumlah agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ )

D = Jumlah agregat kasar ( $\text{kg/m}^3$ )

Ca = Penyerapan air pada agregat halus ( % )

Da = Penyerapan air pada agregat kasar ( % )

Ck = Kadar air pada agregat halus ( % )

Dk = Kadar air pada agregat kasar ( % )

Maka komposisi pada campuran beton setelah dikoreksi per  $\text{m}^3$  dibutuhkan :

a. Semen =  $377,2 \text{ kg/m}^3$

b. Air =  $149,2 \text{ kg/m}^3$

c. Pasir = 700,6 kg/m<sup>3</sup>

d. Kerikil = 1149,7 kg/m<sup>3</sup>

Sedangkan untuk pembuatan benda uji dengan bahan tambahan serbuk kayu 5%, 10% dan 15% dari berat semen maka komposisi untuk masing-masing campuran dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.13

Komposisi Campuran Untuk Persentase Serbuk Kayu

Campuran	Bahan	Berat per m <sup>3</sup> (kg)
Beton normal	Semen	377,2
	Pasir	700,6
	Kerikil	1149,7
	Air	149,2
	serbuk kayu ( 0% )	0
Beton I	Semen	377,2
	Pasir	700,6
	Kerikil	1149,7
	Air	149,2
	serbuk kayu ( 5% )	18,86
Beton II	Semen	377,2
	Pasir	700,6
	Kerikil	1149,7
	Air	149,2
	serbuk kayu ( 10% )	37,72
Beton III	Semen	377,2
	Pasir	700,6
	Kerikil	1149,7
	Air	149,2
	serbuk kayu ( 15% )	56,58

Sumber “ Laboratorium Beton Teknik Sipil USU “

Komposisi campuran adalah = 1 : 1,86 : 3,04

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

### **DAN ANALISA DATA**

#### **4.1 Pembuatan Benda Uji**

Campuran beton yang dirancang dengan komposisi material tertentu apabila pelaksanaannya tidak dilakukan dengan baik, maka kekuatan rencana beton tersebut sulit akan tercapai. Oleh karena itu perlu diperhatikan prosedur pelaksanaan pembuatan beton seperti yang diuraikan berikut ini:

##### **4.1.1 Pencampuran Beton**

Pencampuran beton dapat dilakukan dengan alat pencampur yaitu molen (concrete mixer) dengan kapasitas yang sesuai. Mula-mula dimasukkan agregat halus, kemudian bahan perekat (semen), lalu agregat kasar dan sebagian air dan kemudian bahan tambahan ke dalam molen yang sedang berputar, lalu masukan semua air yang telah dipersiapkan. Setelah semua bahan dimasukkan kedalam molen dan tercampur dengan rata maka kita tunggu sampai dengan beberapa saat sampai campuran beton benar-benar tercampur dengan rata. Proses selanjutnya adalah campuran beton tersebut dituang kedalam wadah yang bersih.

Sebelum dilakukan pencetakan campuran beton, maka terlebih dahulu diperiksa nilai slumpnya dengan menggunakan kerucut Abrams yang tingginya 300 mm, diameter dasar 200 mm dan diameter atas 100 mm. Adapun pelaksanaan pengujian slump adalah sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan kerucut Abrams, apakah kondisi permukaan bagian dalamnya sudah bersih.
- b. Letakkan kerucut Abrams di atas bidang datar yang tidak menyerap air.

- c. Masukkan bahan uji kedalam kerucut sebanyak sepertiga bagian kemudian rojok dengan besi yang diameternya 16 mm dan panjang 600 mm sebanyak 25 kali rojokan.
- d. Pengisian kerucut diselesaikan dengan dua lapisan berikutnya yang sama tingginya dengan lapis pertama, dimana plat bagian kaki tetap dipijak sampai kelebihan beton dibersihkan.
- e. Kemudian kerucut diangkat secara vertikal keatas kemudian beton didiamkan sejenak.
- f. Ukur beda tinggi yang terjadi antara kerucut dan beton yang telah dicetak dengan kerucut tersebut.

Dari hasil pengujian slump pada masing-masing design diperoleh hasil rata-rata sebagai berikut:

- |                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| a. Beton normal nilai slump        | = 6,00 cm |
| b. Beton dengan 5% bahan tambahan  | = 2,50 cm |
| c. Beton dengan 10% bahan tambahan | = 1,70 cm |
| d. Beton dengan 15% bahan tambahan | = 1,00 cm |

Dari hasil diatas diketahui bahwa nilai slump telah memenuhi persyaratan workability direncanakan 60 – 100 mm, maka adukan siap untuk dicetak.

#### **4.1.2 Pencetakan Beton**

Setelah dilakukan pengujian slump maka beton segar yang dihasilkan dimasukkan kedalam cetakan yang terbuat dari plat besi dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 75 cm. Pengisian beton kedalam cetakan dilakukan dengan tiga lapis dan untuk memastikan bahwa pengisian beton kedalam cetakan benar-benar rata, digunakan metode pemadatan dengan tongkat pemadat berdiameter 16 mm pada masing-masing

lapisan beton sebanyak 25 kali tusukan. Tujuan dari pemadatan ini adalah untuk menghilangkan rongga-rongga udara yang terperangkap dan untuk mencapai kepadatan maksimum. Setelah pengisian beton selesai, maka permukaan beton diratakan dan cetakan dibuka setelah 24 jam kemudian.

#### **4.1.3 Perawatan Beton**

Tahap selanjutnya dari pembuatan benda uji beton adalah perawatan, dimana perawatan dilakukan dengan cara merendam beton yang telah dilepas dari cetakan kedalam air yang mempunyai suhu  $23 \pm 2^{\circ} \text{C}$  hingga mencapai umur 28 hari dan sehari sebelum melakukan Flexure Test, beton tersebut diangkat dari dalam air dan ditiriskan.

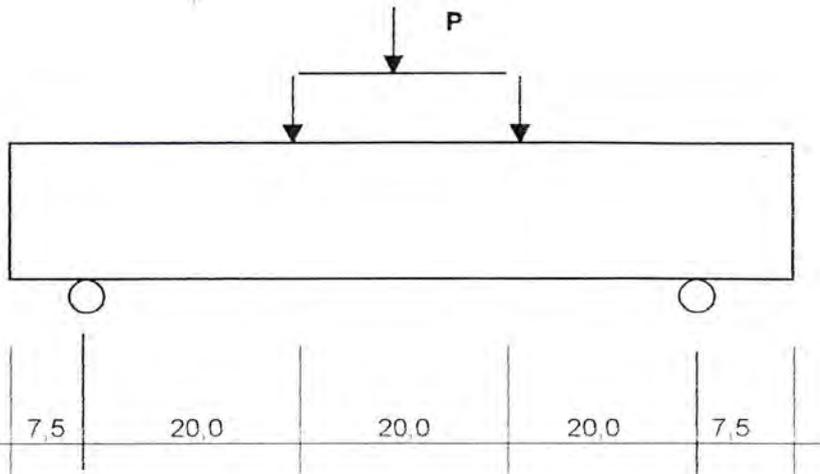
#### **4.2 Pengujian Beton**

Sebelum melakukan pengujian, beton yang telah ditiriskan ditimbang dan dicatat beratnya serta ukurannya (panjang, lebar dan tinggi) masing-masing dan untuk selanjutnya diletakkan diatas mesin Flexure Test dengan kapasitas 200 ton. Dari hasil pengujian Flexure Test dapat diketahui antara lain besar beban yang dipikul balok (kg), waktu retak awal (detik) dan model retak yang dialami balok beton.

Cara Pengujian :

1. Benda uji yang sudah dikeringkan ditimbang beratnya.
2. Benda uji diletakkan memanjang diatas dua tumpuan yang terdapat dimesin kemudi, diman jarak dari tepi balok ketumpuan harus sama pada kedua ujung.
3. Turunkan balok pembebanan sehingga menempel pada permukaan benda uji.
4. Secara perlahan-lahan beban diberikan dengan mengoperasikan tuas pompa.
5. pemompaan dilakukan dengan peningkatan beban sedikit demi sedikit sampai benda uji mengalami retak awal.

6. Kemudian catat waktu retak, beban yang dipikul dan jarak retak benda uji.



Gambar 4.1 Skema pembebanan Balok Uji Lentur

### 4.3 Analisa Data

Tabel 4.1

Hasil Pengujian Keretakan Beton Untuk Keadaan Normal  
(Bahan Tambahan Serbuk Kayu = 0 %)

Sample	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban yang dipikul (ton)	Waktu retak awal (detik)	Jarak Retak Dari Sendi (Cm)
1	75	15	15	43,00	20,00	4.50	38,00
2	75	15	15	43,50	21,00	4.70	37,00
3	75	15	15	43,20	20,50	4.65	37,50
4	75	15	15	43,40	19,90	4.55	36,80
5	75	15	15	43,10	20,25	4.58	36,50
<b>Rata-rata</b>				<b>43,24</b>	<b>20,33</b>	<b>4,58</b>	<b>37,16</b>

Sumber "Laboratorium Beton Teknik Sipil USU"

Tabel 4.2  
 Hasil Pengujian Keretakan Beton Untuk Keadaan Dengan  
 Bahan Tambahan Serbuk Kayu = 5 %

Sample	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban yang dipikul (ton)	Waktu retak awal (detik)	Jarak Retak Dari Sendi (Cm)
1	75	15	15	42,00	16,00	4.05	36,50
2	75	15	15	42,50	18,00	3.90	36,00
3	75	15	15	42,10	16,50	4.10	37,00
4	75	15	15	42,30	17,00	3.95	36,40
5	75	15	15	42,40	17,50	3.92	36,50
<b>Rata-rata</b>				<b>42,26</b>	<b>17,00</b>	<b>3,98</b>	<b>36,48</b>

Sumber “ Laboratorium Beton Teknik Sipil USU “

Tabel 4.3  
 Hasil Pengujian Keretakan Beton Untuk Keadaan Dengan  
 Bahan Tambahan Serbuk Kayu = 10 %

Sample	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban yang dipikul (ton)	Waktu retak awal (detik)	Jarak Retak Dari Sendi (Cm)
1	75	15	15	41,90	16,00	3.88	37,50
2	75	15	15	41,00	15,50	3.65	36,00
3	75	15	15	40,80	15,20	3.70	37,00
4	75	15	15	41,50	15,00	3.75	36,80
5	75	15	15	41,55	15,10	3.60	37,40
<b>Rata-rata</b>				<b>41,35</b>	<b>15,36</b>	<b>3,72</b>	<b>36,94</b>

Sumber “ Laboratorium Beton Teknik Sipil USU “

Tabel 4.4  
 Hasil Pengujian Keretakan Beton Untuk Keadaan Dengan  
 Bahan Tambahan Serbuk Kayu = 15 %

Sample	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban yang dipikul (ton)	Waktu retak awal (detik)	Jarak Retak Dari Sendi (Cm)
1	75	15	15	40,00	11,00	3.40	36,80
2	75	15	15	39,00	10,50	3.50	36,50
3	75	15	15	39,50	10,20	3.45	37,00
4	75	15	15	40,50	10,50	3.52	37,50
5	75	15	15	38,50	11,50	3.48	37,30
<b>Rata-rata</b>				<b>39,50</b>	<b>10,74</b>	<b>3,47</b>	<b>37,02</b>

Sumber “ Laboratorium Beton Teknik Sipil USU “

Dari hasil percobaan yang didapat didapatkan hasil yaitu:

- Beban yang dipikul rata-rata :

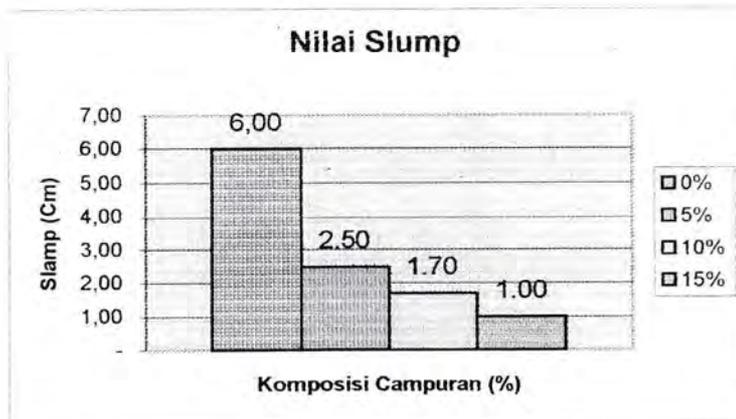
- a. Normal = 20,00 ton
- b. Dengan bahan tambahan 5 % = 17,00 ton
- c. Dengan bahan tambahan 10 % = 15,36 ton
- d. Dengan bahan tambahan 15 % = 10,74 ton

- Waktu retak

- a. Normal = 4,58 detik
- b. Dengan bahan tambahan 5 % = 3,98 detik
- c. Dengan bahan tambahan 10 % = 3,72 detik
- d. Dengan bahan tambahan 15 % = 3,47 detik

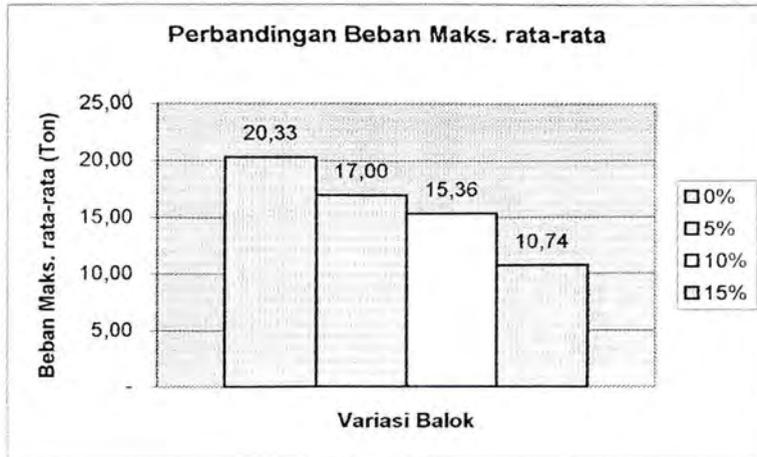
Grafik 4.1

Nilai Slamp



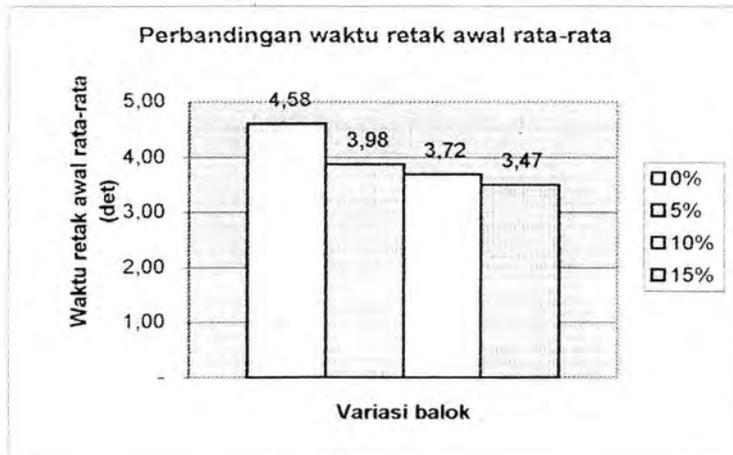
Grafik 4.2

Perbandingan beban maksimum rata-rata



Grafik 4.3

Perbandingan waktu retak awal rata-rata



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan dilaboratorium diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dari hasil pengujian beton terhadap nilai slump dengan adanya bahan tambahan serbuk kayu mengakibatkan nilai slump semakin kecil yaitu :
  - 0% nilai slump = 6,00 cm
  - 5% nilai slump = 2,50 cm
  - 10% nilai slump = 1,70 cm
  - 15% nilai slump = 1,00 cm
2. Dengan penambahan bahan tambahan serbuk kayu mengakibatkan beban yang dipikul semakin kecil yaitu pada 0% bahan tambahan beban yang dipikul adalah 20,33 ton sedangkan dengan bahan tambahan 15% beban yang dipikul adalah 10,74 ton. Semakin banyak jumlah bahan tambahan serbuk kayu yang dimasukkan kedalam campuran semakin kecil beban yang dipikul.
3. Dengan penambahan bahan tambahan waktu retak awal yang dialami oleh balok menunjukkan waktu retak awal yang semakin kecil yaitu pada keadaan 0% bahan tambahan waktu retak awal 4,58 detik sedangkan dengan bahan tambahan 15% waktu retak awalnya adalah 3,47 detik.
4. Penambahan bahan tambahan serbuk kayu dapat menurunkan kekuatan baton demikian juga waktu retak awalnya semakin kecil.
5. Jarak retak pada bahan tambahan 0% cenderung ditengah bentang, sedang dengan penambahan bahan tambahan dari arah bentang hingga kearah tumpuan.

## 5.2 Saran-saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan penulis adalah :

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik hendaknya dilakukan penelitian yang menggunakan sampel yang lebih banyak untuk mendapatkan data yang lebih beragam.
2. Perlu diadakan pengujian untuk meneliti pengaruh yang lain terhadap beton dengan adanya bahan tambahan serbuk kayu.
3. Serbuk kayu belum banyak digunakan perlu kiranya diadakan penelitian sehingga serbuk kayu dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1982, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, (PUBI-1982), Departemen Pekerjaan Umum dan Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman.
- Hines, W.W. dan Montgomery, D.C., 1990, Probabilita dan Statistik datam ilmu Rekayasa dan Manajemen, Terjemahan Rudiansyah dan Adi Manurung, UI Press.
- Murdock, L.J. Brook, K.M., 1991, Bahan dan Praktek Beton, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Panitia Pembaharuan PBI, 1971, Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Dirjen Cipta Karya, Lembaga Penyelidikan Masalah Bahan Bangunan.
- Park, R., dan Paulay, T, 1975, Reinforced Concrete Structure, John Wiley & Sons. Inc., New York.
- Troxell, G.E., et al, 1986, Composition and Properties of Concrete, Mac Graw Hill Book Company, London.P