

**PENGARUH BAHAN TAMBAHAN ROTAN
TERHADAP KERETAKAN BETON**

(PENELITIAN)



Oleh

**Ir. Kamaluddin Lubis,
Staf Pengajar jurusan sipil**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2004**

**PENGARUH BAHAN TAMBAHAN ROTAN
TERHADAP KERETAKAN BETON**

(PENELITIAN)

Oleh

*Ir. Kamaluddin Lubis.
Staf Pengajar jurusan sipil*



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2004**

KATA PENGANTAR

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

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 sebalikny 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 rotan sebagai bahan tambahan pada campuran beton..

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

Medan, September 2004
Peneliti,

Ir.Kamaluddin Lubis

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL PENELITIAN

- No.
1. a Judul Penelitian : Pengaruh Bahan Tambahan Rotan Terhadap Keretakan Beton
b Bidang Ilmu Penelitian : Struktur
c Katagori Pelitian : -
2. Ketua Peneliti
a. Nama Lengkap : Ir. Kamaluddin Lubis.MT
b Jenis Kelamin : Laki-laki
c Golongan / Pangkat / NIP : III b / Lektor
d Jabatan Fungsional : -
e Jabatan Struktural : -
f Fakultas / Program Studi : Teknik / Program Studi Jurusan Sipil
g Pusat Penelitian : Lembaga Penelitian UMA
3. Alamat Peneliti
a Alamat Kantor : Jalan Kolam No. 1 Medan
b Alamat Rumah : Jalan Bersama Gang Keluarga No 7.A Medan
c Jumlah Anggota : -
- Lokasi Penelitian : Kabupaten Deli Serdang
Kerja Sama Dengan : Penelitian Mandiri
Lama Penelitian : 3 (Tiga) Bulan
Biaya Yang Diperlukan : Rp. 4.500.000.-
Sumber Dana : Universitas Medan Area

Mengetahui.
Dekan Fakultas Teknik

Ir.Hj.Haniza.MT

Medan, 2004

Ketua Peneliti,

Ir.Kamaluddin LubisMT

Menyetujui.
Ketua Lembaga Penelitian

Ir.Roeswandy
NIP.

ABSTRAK

Pada analisa kekuatan tampang konstruksi beton, khususnya balok yang dianggap bahwa beton tidak kuat menahan tarik.

Meskipun besarnya tarikan yang timbul dalam beton (yang dapat dipikul oleh beton) maka perlu diketahui kontrol untuk mengamankan kemungkinan yang terjadi akibat lenturan beton yang memungkinkan terjadinya retakan celah pada beton itu sendiri sehingga mengakibatkan berkaratnya tulangan pada konstruksi beton bertulang.

Berdasarkan hal tersebut diatas penelitian ini dapat dilakukan adalah dengan pemamaan rotan sebagai bahan tambahan beton , dengan melakukan penambahan persentasi rotan dengan penambahan 0%, 5%, 10%, 15%. Dari uji kuat yang dapat dilakukan dilaboratorium menunjukkan bahwa dengan penambahan rotan terlihat dapat memperlambat terjadinya keretakan pada beton yang berarti dapat meningkatkan kekuatan tarik beton itu sendiri.

Kata kunci: Kuat tekan Beton, Bahan tambahan beton.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud Dan Tujuan	2
1.3. Permasalahan	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	2
1.5. Metode Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Campuran Beton.....	6
2.2 Semen.....	10
2.3 Agregat.....	11
2.3.1 Agregat Halus	12
2.3.2 Agregat Kasar.....	14
2.3.4 Agregat Gabungan	15
2.4. Baja Tulangan	15
2.5 Rotan	15
2.6 A i r	17

BAB.III PELAKSANAAN PENELITIAN DI LABORATORIUM.....	21
*3.1. Pemilihan Metode Desain Campuran	21
3.1.1 Pemeriksaan Kadar lumpur	20
3.1.2 Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil	22
3.1.3 Pemeriksaan Berat Jenis (BJ) Dan Absorsi Pasir	24
3.1.4 Pemeriksaan Berat Jenis (Bj) Dan Absorsi Kerikil	28
3.1.5 Pemeriksan Kandungan Bahan Organik Pada Pasir.....	31
3.1.6 Los Angeles (Keausan Agregat Kasar)	33
3.1.7 Berat Isi Pasir	35
3.1.8 Berat Isi Kerikil	38
3.1.9 Analisa Ayakan Pasir	41
3.1.10 Analisa Ayakan Kerikil	44
3.1.11 Analisa Agregat Gabungan	46
3.2 Rencana Campuran Beton	47
3.2.1 Desain Komposisi	47
3.2.2 Perencanaan Kuat Tekan	49
3.2.3 Faktor Air Semen	49
3.2.4 Kadar Air Bebas.....	49

3.2.5 Kadar Air Semen	50
3.2.6 Kadar Agregat	50
3.4 Benda Uji Beton	52
3.4.1 Prosedur Pembuatan Benda Uji	53
3.4.2 Perawatan Benda Uji	53
3.5 Pengujian Beton	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAAN	55
4.1 Beban Maksimum Dan Retak Awal	55
4.2 Retak Pada Balok	61
BAB.V. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64

IAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Beton adalah campuran antara kerikil, pasir dan semen yang apabila dicampur dengan air dan dibiarkan akan mengikat dan membentuk massa yang keras seperti batu. Dengan menggunakan bahan-bahan tambahan, maka proses dari penelitian di laboratorium baik dari segi kualitas maupun dari segi kuantitasnya dan juga dari ukuran bahan-bahan tambahan serta perbandingan material lainnya akan menjadi suatu pengetahuan bagi dunia pendidikan terutama laboratorium beton.

Beton merupakan salah satu material yang paling umum digunakan pada konstruksi bangunan sipil dan gedung. Penggunaan beton sangat fleksibel untuk berbagai bentuk bangunan baik dari bangunan kecil hingga besar. Selain itu beton juga dapat dirancang untuk berbagai kekuatan rencana yang diinginkan.

Beton yang sering digunakan pada konstruksi sipil atau gedung kuat menerima tekanan, tetapi sangat lemah apabila menerima gaya tarik. Jadi sifat beton sangat baik apabila hanya menerima gaya tekan, seperti pada kolom. Tetapi setelah beton tersebut menerima lenturan, seperti pada balok atau pelat, akan timbul sifat-sifat lain yang tampak seperti pada karet busa. Karena beton sangat lemah menerima gaya tarik, maka beton tersebut tidak mampu menerima gaya tarik tersebut, dan akan terjadi retak-retak yang makin lama makin dalam sampai pada suatu ketika elemen beton tersebut akan pecah. Untuk menjaga retak lebih lanjut serta pecahnya balok tersebut, diperlukan pemasangan tulangan-tulangan baja pada daerah yang tertarik dan daerah dimana beton tersebut diperkirakan akan mengalami retak-retak. Alasan menggunakan tulangan baja

1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian.

Adapun maksud dari penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh yang terjadi terhadap kekuatan retak beton bertulang akibat adanya penambahan serat rotan pada suatu mortar dengan umur beton yang direncanakan.

Tujuannya adalah untuk menentukan sejauh mana kekuatan beton tersebut akibat penambahan serat rotan juga untuk menentukan selang waktu yang terjadi pada kekuatan retak beton tersebut.

1.3. Permasalahan.

Adapun permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah Beton pada umumnya mempunyai kekuatan tekan yang kuat juga sebaliknya beton tersebut mempunyai kekuatan yang rendah terhadap tarik hal ini sering terjadi pada balok tumpuan yang mempunyai beban yang kuat sehingga kita lihat pada umumnya keretakan tersebut terjadi pada saat beban maksimum tersebut dicapai . oleh sebab itu perlu adanya kajian dalam menentukan sifat-sifat beton sebagai alternative tentang penggunaan serat rotan sebagai penamhan tulangan pada beton tersebut.

1.4. Pembatasan masalah.

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Mengkaji beton dengan umur 21 hari dengan menggunakan benda uji

sebanyak 20 sample dengan perencanaan campuran beton yang bervariasi

kadar bahan tambahannya dalam campuran yaitu 0%, 5%, 10%, 15%.

2. Membandingkan keretakan yang terjadi pada beton dari tiap campuran dengan mencampurkan serat rotan kedalam beton segar sebagai bahan tambahan dan dengan factor air semen yang sama.

1.5. Metodologi Penelitian.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan menggunakan studi literatur digunakan sebagai dasar secara teoritis dengan ataupun sumber lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

Studi ekperimental merupakan serangkaian percobaan yang dilakukan dilaboratorium terhadap serat rotan sebagai unsur tambahan pada beton yang didasarkan pada tata cara rencana campuran beton normal T-15-1990-03 (Surat Keputusan Standard Normalisasi Indonesia Type 15-1990-03).

BAB.II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Campuran Beton.

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia dari sejumlah material pembentuknya. Bahan dasar pembentuk beton yang utama adalah semen Portland, agregat halus, agregat kasar dan a

Pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen sangat dibutuhkan dalam merencanakan campuran beton.

Penggunaan beton sangat fleksibel untuk berbagai betuk 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 tersebut 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 tanpa campuran tambahan berbentuk massa yang padat.

2.2. Semen.

Semen adalah bahan yang memperlihatkan sifat-sifat karakteristik mengenai meningkat serta mengeras jika dicampur dengan air sehingga

terbentuk pasta semen. Semen sebagian bahan pengikat antara agregat halus dan agregat kasar.

Semen terbuat dari berbagai dasar bahan baku yang terdapat dalam dengan perbandingan tertentu dari masing-masing bahan baku yang digunakan. Setelah melalui proses pembuatannya terbentuk klinker. Dengan menghaluskan butiran klinker tadi dihasilkan suatu bahan yang mempunyai gradasi yang sangat halus, dan bahan inilah yang disebut dengan 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.karena 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 mengurangi kemampuan semen sebagai bahan pengikat.

Dengan mengetahui sifat-sifat bahan baku agregat dengan baik maka dapat ditentukan 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 sejumlah semen yang digunakan.Beton dengan kuat tekan yang tinggi akan memerlukan jumlah pemakaian semen yang lebih tinggi . akan tetapi penggunaan kandungan

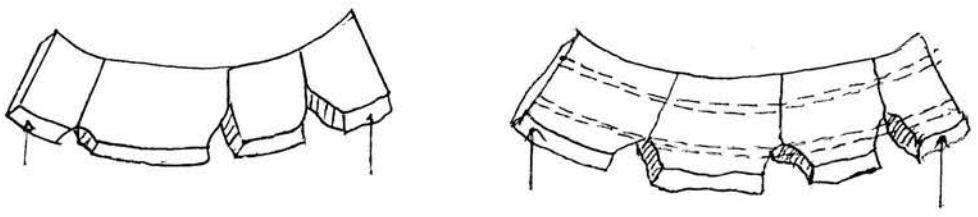
2.2 Semen

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 di udara. Semen yang mengeras bila dicampur dengan air disebut hidrolis. Bahan semen dapat ditemui dalam berbagai jenis, sesuai dengan kebutuhan pekerjaan yang akan dibuat, karena 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 mengurangi kemampuan semen sebagai bahan pengikat.

Dengan mengetahui 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



Gambar 2.2 Retak yang timbul pada balok beton yang bertulang dan tidak bertulang

Pada dasarnya retak yang terjadi pada balok ada 3 jenis, yaitu:

1. Flexture crack (retak lentur)

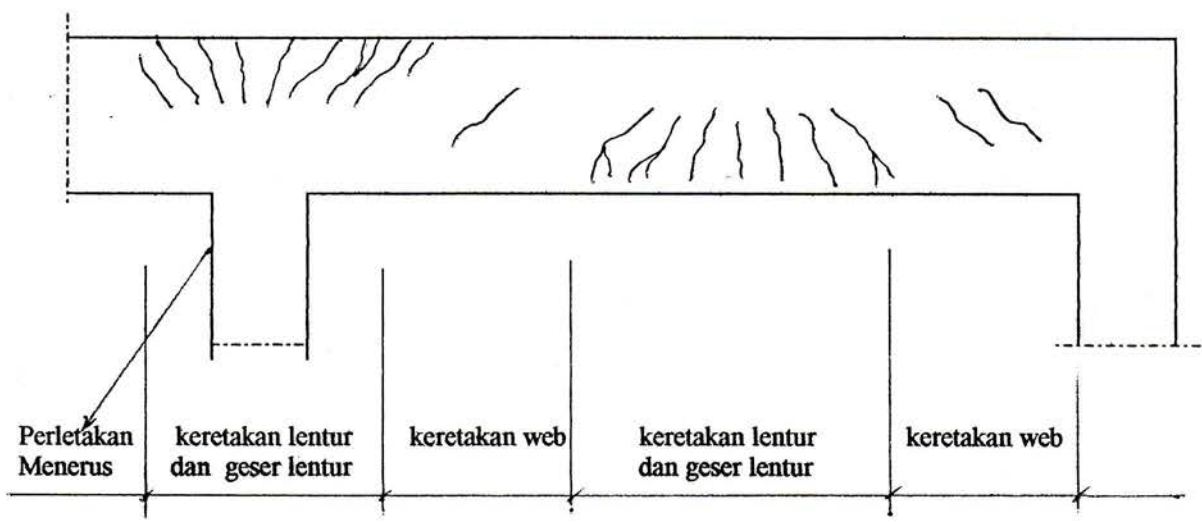
Terjadi di daerah yang mempunyai harga momen lentur besar. Arah retak hampir tegak lurus pada sumbu balok.

2. Flexture shear crack (retak geser lentur)

Terjadi pada bagian balok yang sebelumnya telah terjadi keretakan lentur. 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 jenis ini biasanya terjadi pada daerah garis netral penampang dimana gaya geser maksimum dan tegangan aksial sangat kecil.



Gambar 2.3 Berbagai jenis retak pada balok beton bertulang

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 hidrolis, 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 ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)
2. Dikalsium Silicate ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)
3. Trikalsium Alumina ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$)
4. Tetrakalsium Alumino ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$)

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 mernghasilkan beton normal, yaitu semen yang digunakan untuk suatu konstruksi yang tidak ada kemungkinan mendapat serangan sulfatdari 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 berfugsi 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

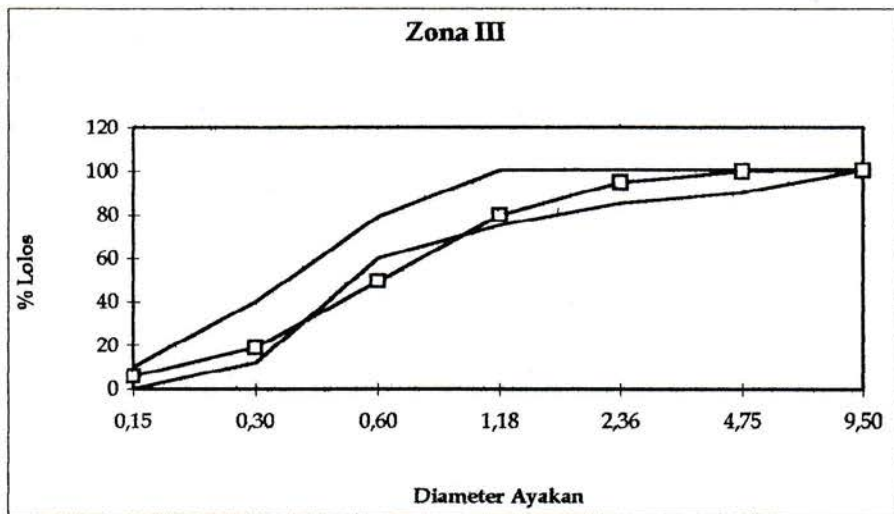
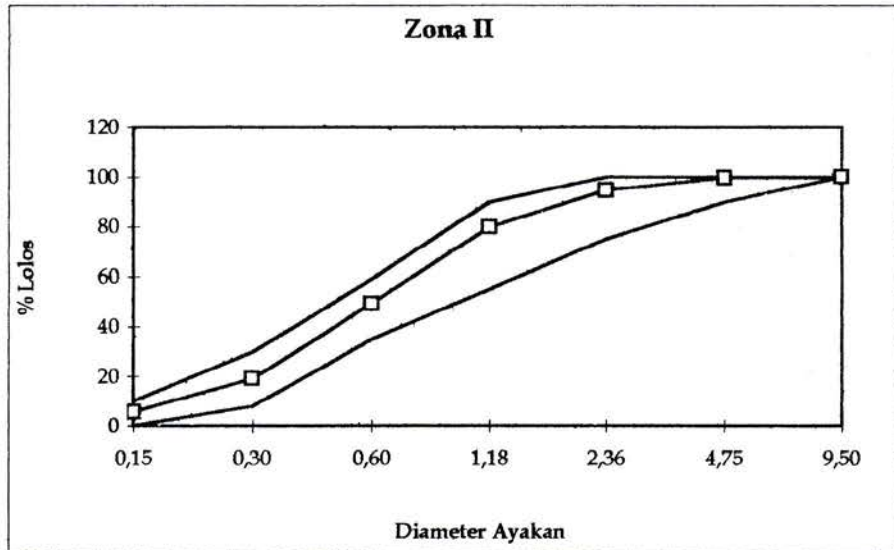
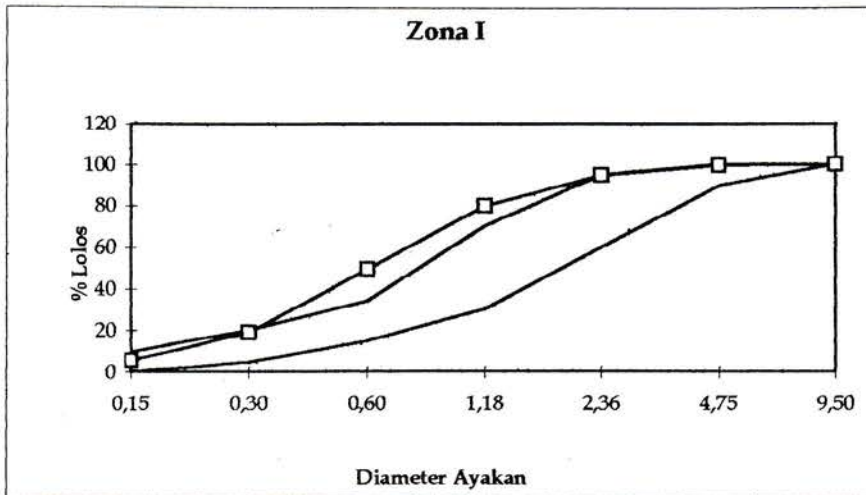
Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir maksimum 5,0 mm. Agregat halus digunakan untuk bahan campuran beton harus memenuhi batas-batas gradasi pada zone I, II, III dan IV.

Tabel 2.1 : Batas-batas Gradasi Agregat Halus Menurut British Standard

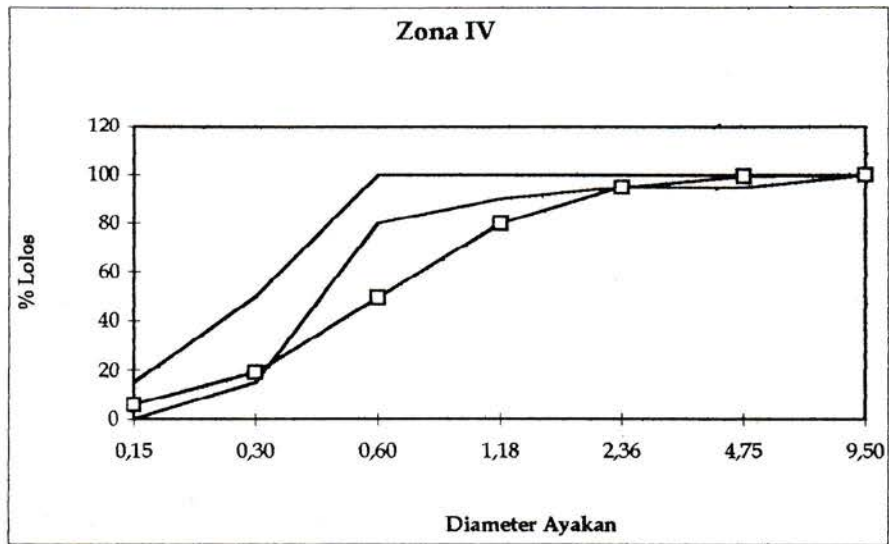
Ukuran Ayakan	Persentase Dari Berat Bahan Lolos Ayakan			
	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV
9,52	100	100	100	100
4,74	90-100	90-100	90-100	90-100
2,38	60-95	75-100	85-100	95-100
1,19	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-20	12-40	05-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

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 iakan yang lebih kuat. Pada grafik ini manunjukkan batasan zone agregat halus.



GAMBAR 3.1 Batasan Zona Agregat Halus



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 s/d 5.
- Jenis agregat yang digunakan adalah sangat baik apabila menggunakan jenis batuan granit, yang mempunyai kekuatan yang cukup tinggi dari pada jenis batuan lainnya yaitu jenis batuan Vulkanik Intrusit dengan mempunyai kekuatan tekan antara 114 s/d 275 MN/m².
- 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 : Ukuran ayakan dan gradasi agregat

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 rancana 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 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.

2.5 Rotan

Rotan yang nama Latinnya "Calamus sp" itu termasuk suku Nibung-nibungan (bangsa Palmae). Tumbuhan rotan ini banyak terdapat di hutan-hutan di seluruh Indonesia, terutama di Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi. Rotan adalah jenis "palm" yang merambat panjangnya sampai 100 meter. Batang ini beruas banyak, dan kulitnya berkilap. Sifat rotan adalah pegas, elastis dan kuat.

Negara kita termasuk pengeksport rotan yang cukup besar di dunia. Rotan dapat digunakan untuk membuat perkakas rumah tangga seperti meja, kursi, serta untuk tali pengikat bagian-bagian kursi. Rotan yang tak berkulit lagi dinamakan "pitrit". Pitrit ini yang tebal biasanya dibelah-belah dan dipergunakan untuk membuat berbagai keranjang, tempat tidur bayi, mainan anak-anak, dan lain-lain.

Orang-orang asli Kalimantan suka membuat kerajinan tangan dari rotan, khususnya anyaman rotan yang halus sekali dan kulit rotan ini baik untuk tas, tikar, topi dan lain-lain. Tikar rotan ada yang dibuat dari belahan rotan yang dibelah panjang-

panjang dan diletakkan berderet-deret serta dianyam dengan benang, sedang pinggirannya diselesaikan dengan tali kulit rotan. Tikar ini dinamakan lampit.

2.6 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 baton 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.

satu pedoman bagi para perencana dan pelaksana dalam merencanakan proporsi campuran beton yang dapat menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana.

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

Oleh karena persentase kegagalan yang diperbolehkan pada kekuatan tekan beton pada peraturan di Indonesia diambil 5%, maka dapat diambil suatu hubungan antara kekuatan karakteristik dengan kekuatan rata-ratanya, yaitu:

$$\sigma_{bk} = \sigma_{rata-rata} - 1,64 \times S$$

atau

$$\sigma_{rata-rata} = \sigma_{bk} + 1,64 \times S$$

dimana : S = standar deviasi

Berdasarkan hubungan antara kekuatan tekan karakteristik dengan kekuatan tekan rencana, maka dapat direncanakan suatu komposisi campuran beton untuk kekuatan karakteristik tertentu dengan mengambil besaran standar deviasi seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.5 : Besaran Standar Deviasi

Isi Pekerjaan		Deviasi Standar (kg/cm ³)		
Sebutan	Jumlah Beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	< 1000	45 < S < 55	55 < S < 65	65 < S < 85
Sedang	1000 – 3000	35 < S < 45	45 < S < 55	55 < S < 65
Besar	> 3000	25 < S < 35	35 < S < 45	45 < S < 55

Sumber : PBI 1971 Halaman 40

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.

3.1.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Tujuan percobaan : untuk mengetahui kadar limpur 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 pekat 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	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-Rata
Berat pasir mula-mula	500	500	500
Berat pasir kering	485	486	485,5
Kandungan lumpur	15	14	14,5

Perhitungan untuk kadar lumpur adalah :

$$KL = \frac{B_M - B_K}{B_M} \times 100\%$$

Dimana : KL = Kadar lumpur agregat dalam persen

B_M = Berat sample mula-mula

B_K = Berat sample setelah kering setelah 24 jam

Sample I:

$$KL = \frac{500 - 485}{500} \times 100\% = 3\%$$

sample II:

$$KL = \frac{500 - 486}{500} \times 100\% = 2,8\%$$

$$KL \text{ (rata-rata)} = \frac{3\% + 2,8\%}{2} = 2,9\%$$

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.

3.1.2 Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil

Tujuan percobaan : untuk mengetahui kadar limpur pasir

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 krikil ditimbang, ambil 2 sample sebanyak masing-masing 1000 gr.
2. Siapkan saringan No 200 dan dibawahnya diletakkan pan.
3. Kemudian sample yang di0timbang 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	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-Rata
Berat kerikilmula-mula	1000	1000	1000
Berat kerikil kering	996	995,5	995,75
Kandungan lumpur	4	4,5	4,25

$$KL = \frac{B_M - B_K}{B_M} \times 100\%$$

Dimana : KL = Kadar lumpur agregat dalam persen

B_M = Berat sample mula-mula

B_K = Berat sample setelah kering setelah 24 jam

Sample I:

$$KL = \frac{1000 - 1000}{1000} \times 100\% = 0,4\%$$

sample II:

$$KL = \frac{1000 - 1000}{1000} \times 100\% = 0,45\%$$

$$KL \text{ (rata-rata)} = \frac{0,4\% + 0,45\%}{2} = 0,425\%$$

Kesimpulan :

Di peroleh 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.

3.1.3 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 Absorpsi Pasir

Pasir	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata
Berat piknometer	183	183	183
Berat piknometer + pasir + air (C)	990,0	989,5	989,8
Berat piknometer + air (B)	678	678	678
Berat pasir kering (A)	489,5	489,0	489,3
Berat pasir SSD (S)	500	500	500

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{A}{(B + A - C)}$$

$$\text{Berat Jenis Kering} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{(S - A)}{A} \times 100\%$$

Sample I :

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{500}{(678 + 500 - 990)} = 2,66$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{489,5}{(678 + 489,5 - 990)} = 2,76$$

$$\text{Berat Jenis Kering} = \frac{489,5}{(678 + 500 - 990)} = 2,60$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{(500 - 489,5)}{489,5} \times 100\% = 2,15\%$$

Sample II :

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{500}{(678 + 500 - 989,5)} = 2,65$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{489}{(678 + 489 - 989,5)} = 2,75$$

$$\text{Berat Jenis Kering} = \frac{489}{(678 + 500 - 989,5)} = 2,59$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{(500 - 489)}{489} \times 100\% = 2,25\%$$

$$\text{BJ SSD rata-rata} = (2,66 + 2,65) / 2 = 2,66$$

$$\text{BJ semu rata-rata} = (2,76 + 2,75) / 2 = 2,76$$

$$\text{BJ kering rata-rata} = (2,60 + 2,59) / 2 = 2,60$$

$$\text{Absorpsi rata-rata} = (2,15\% + 2,25\%) / 2 = 2,20\%$$

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 Absorpsi 2,20%.

3.1.4 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 Absorpsi Kerikil

Kerikil	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-Rata
Berat kerikil SSD (B) gr	1249,5	1251,0	1250,0
Berat kerikil dalam air (C) gr	765,0	767,0	766,0
Berat kerikil kering (A)gr	1240,0	1243,0	1241,5

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{B}{(B - C)}$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{A}{(A - C)}$$

$$\text{Berat Jenis Kering} = \frac{A}{(B - C)}$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{(B - A)}{A} \times 100\%$$

Sample I :

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{1249,0}{(1249,0 - 765,0)} = 2,58$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{1240,0}{(1240,0 - 765,0)} = 2,61$$

$$\text{Berat Jenis Kering} = \frac{1240,0}{(1249,0 - 765,0)} = 2,56$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{(1249,0 - 1240,0)}{1240,0} \times 100\% = 0,73\%$$

Sample II :

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{1251,0}{(1251,0 - 767,0)} = 2,58$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{1243,0}{(1243,0 - 767,0)} = 2,61$$

$$\text{Berat Jenis Kering} = \frac{1243,0}{(1251,0 - 767,0)} = 2,57$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{(1251,0 - 1243,0)}{1243,0} \times 100\% = 0,64\%$$

$$\text{BJ SSD rata-rata} = (2,58 + 2,58) / 2 = 2,58$$

$$\text{BJ semu rata-rata} = (2,61 + 2,61) / 2 = 2,61$$

$$\text{BJ kering rata-rata} = (2,56 + 2,57) / 2 = 2,57$$

$$\text{Absorpsi rata-rata} = (0,73\% + 0,64\%) / 2 = 0,68\%$$

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 Absorpsi 0,68%.

3.1.5 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		

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

3.1.6 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 diangkat, dibongkar dan melakukan Pterman 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 Angles 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 sample 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 sample dikeluarkan, saring dengan ayakan berdiameter 1,68 mm.
5. Sample yang tertinggal disaring kemudian dicuci hingga bersih dan air cucian jernih.
6. Tuang sample 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 : Keausan Agregat Kasar

Berat awal (gr) = Air	10000
Berat tertahan 1.68 (gr) = B	8532
Berat lolos 1.68 (gr)	1468

Perhitungan :

$$\% \text{ Keausan} = \frac{A - B}{A}$$

Dimana A = Berat Awal

B = Berat Akhir

$$\% \text{ Keausan} = \frac{10.000 - 8532}{10.000} \times 100\% = 14,68$$

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.

3.1.7 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 digunakan 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 $2/3$ 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.

Tabel 3.7 : Percobaan Berat Isi Pasir

Berat	Pemadatan			
	Rojok		Longgar	
	Sampel I	Sampel II	Sampel I	Sampel II
Bejana kosong (kg)	0.50	0.50	0.50	0.50
Bejana + Pasir (kg)	3,30	3,35	3,05	3,10
Bejana + Air (kg)	2.45	2.45	2.45	2.45
Suhu air (°C)	28,00	28,00	28,00	28,00

Faktor koreksi = $996.25/1.95 = 510.88$

Perhitungan

1. Cara Merojok

Dari buku "Forum Informasi Konstruksi FT USU" diberikan:

Pada temperatur 26.7 °C diberikan berat isi air = 996.59 kg/m^3

Pada temperatur 28.0 °C diberikan berat isi air = 996.22 kg/m^3

Pada temperatur 29.4 °C diberikan berat isi air = 996.83 kg/m^3

Berat bejana = E

Berat bejana + Pasir = D

Berat air = A

Berat isi air = B

Faktor koreksi = C

Berat isi = (D – E) x (C)

Faktor koreksi = B/A

Sampel I:

Berat isi = (3.3 – 0.5) x (996.22/1.95) = 1430.47 kg/m³

Sampel II:

Berat isi = (3.35 – 0.5) x (996.22/1.95) = 1456.01 kg/m³

Berat Isi Rata-rata (Bir)

Bir = (1430.47 + 1456.01)/2 = 1443.24 kg/m³

2. Cara Longgar

Sampel I:

Berat isi = (3.05 – 0.5) x (996.22/1.95) = 1302.749 kg/m³

Sampel II:

Berat isi = (3.10 – 0.5) x (996.22/1.95) = 1328.293 kg/m³

Berat Isi Rata-rata (Bir)

Bir = (1302.749 + 1328.293)/2 = 1315.52 kg/m³

3.1.8 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 mengefisienkan 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.

Data Percobaan

Tabel 3.8 : Percobaan Berat Isi Kerikil

Berat	Pemadatan			
	Rojok		Longgar	
	Sampel I	Sampel II	Sampel I	Sampel II
Bejana kosong (kg)	4.70	4.70	4.70	4.70
Bejana + Kerikil(kg)	27.3	27.2	26.8	26.5
Bejana + Air (kg)	15.0	15.0	15.0	15.0
Suhu air (°C)	28,00	28,00	28,00	28,00

$$\text{Faktor koreksi} = 996.25/13.3 = 74.90$$

Perhitungan

1. Cara Merojok

Dari buku "Forum Informasi Konstruksi FT USU" diberikan:

Pada temperatur 26.7 °C diberikan berat isi air = 996.59 kg/m³

Pada temperatur 28.0 °C diberikan berat isi air = 996.22 kg/m³

Pada temperatur 29.4 °C diberikan berat isi air = 996.83 kg/m³

Berat bejana = E

Berat bejana + Pasir = D

Berat air = A

- 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.

Hasil Percobaan :

Tabel 3.9 : Hasil Pengujian Analisa Ayakan Pasir

Sieve Dia. (mm) (No.)	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 Weight (gram)	Sample 2 Weight (gram)	Total Weight (gram)	(%)	Retained (%)	Passing (%)
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
Total	1000	1000	2000	100		

Perhitungan :

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

$$100$$

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

$$FM = 2.52$$

Kesimpulan : Pasir termasuk ke dalam gradasi bagus

3.2.9. Analisa Ayakan Kerikil

Tujuan Percobaan : Mengetahui gradasi / distribusi agregat kasar

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

- 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

Sieve Dia. (mm)	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 Weight (gram)	Sample 2 Weight (gram)	Total Weight (gram)	(%)	Retained (%)	Passing (%)
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
Total	2000,0	2000	4000	100		

Perhitungan :

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

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

$$FM = 7.56$$

3.2.10 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 : Modulus Kehalusan Kerikil

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

3.2 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.

3.2.1 Desain komposisi

Dengan di ketahuinya informasi mengenai material yang digunakan, yaitu :

- Analisa ayakan pasir (FM) = 2,52
- Analisa ayakan kerikil (FM) = 7,56
- Kadar lumpur pasir = 2,9 %
- Kadar lumpur kerikil = 0,425 %
- Bj SSD pasir = 2,66
- Bj SSD kerikil = 2,58

3.2.2 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 (σ_{bk}). Dengan kekuatan beton yang direncanakan sebesar 225 kg/cm² dengan harga Deviasi Standard diambil sebesar 55 kg/cm² maka nilai margin diperoleh sebesar $1,64 \times 55 = 90,2$ kg/cm². Jadi kekuatan tekan beton yang hendak dicapai adalah kekuatan tekan karakteristik dengan nilai margin sebesar $225 + 90,2 = 315,2$ kg/cm².

3.2.3 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/cm². Dengan menggunakan kuat tekan beton karakteristik rencana sebesar 315,2 kg/cm² diperoleh rasio faktor air semen sebesar 0,52. Dengan mengalikan koefesien koreksi laboratorium, maka diperoleh fas yaitu $0,52 \times 0,95 = 0,49$.

3.2.4 Kadar Air Bebas

Dari tabel untuk ukuran agregat maksimum maksimum 40 mm dengan slump 30 mm – 60 mm dengan jenis agraat kasar yang digunakan batu pecah (w_c), perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan per m³ Peterman-Peterman pembetonan sebesar 225 kg/cm³. Sedangkan perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan per m³ Peterman pembetonan untuk agregat halus tidak dipecah (w_f) sebesar 195 kg/cm³. Jadi perkiraan kebutuhan air bebas yang akan digunakan pada agregat dihitung sebesar :

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} w_f + \frac{1}{3} w_c$$

$$= (2/3 \cdot 190) + (1/3 \cdot 160)$$

$$= 180 \text{ kg/cm}^2$$

3.3.5 Kadar Semen

Dengan perkiraan kadar air bebas sebesar 205 kg/cm^2 maka diperoleh kadar semen yang merupakan perbandingan antara kadar air bebas dengan faktor air semen yaitu sebesar $180/0,49 = 367,2 \text{ kg/cm}^3$. Dari tabel dengan kondisi beton diluar ruangan, terlindung dari hujan dan terik panas matahari, kadar semen minimum per - m^3 beton sebesar 325 kg/m^2 . Kadar semen yang dipakai adalah $367,2 \text{ kg/cm}^3$.

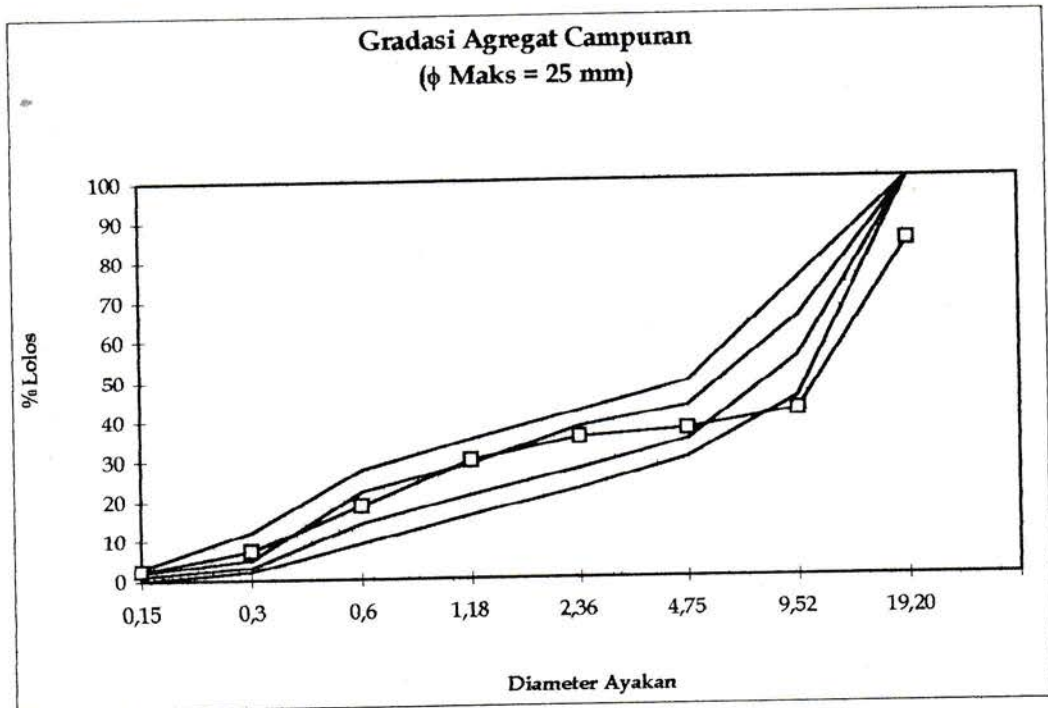
3.3.6 Kadar Agregat

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

Tabel 3.12 : Komposisi Agradat Campuran

Ayakan diameter Mm	pasir %	Agregat Kasar %	Komposisi rencana		k o m p o s i s i		
			Pasir	agregat kasar	Per fraksi	kumulatip 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

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:



GAMBAR 3.2 Gradasi Agregat Campuran

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 kg/m^3 didapat berat jenis beton basah teoritis dari grafik sebesar $2361,8 \text{ kg/m}^3$.

Kemudian untuk menentukan kadar agregat gabungan dihitung berdasarkan :

$$= \text{berat jenis beton basah} - \text{kadar air} - \text{kadar semen}$$

$$= 2361,8 - 180 - 367,2$$

$$= 1814,6 \text{ kg/m}^3$$

Berat masing-masing agregat dalam keadaan ssd :

$$* \text{ Agregat halus} = 37 \% \times 1814,6 = 671,4 \text{ kg/m}^3$$

$$* \text{ Agregat kasar} = 63 \% \times 1814,6 = 1143,2 \text{ kg/m}^3$$

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

$$* \text{ Air} = 184,9 \text{ kg/m}^3$$

Koreksi air, pasir dan kerikil

$$\text{Absorpsi air pada agregat halus} = 2,2 \%$$

$$\text{Absorpsi air pada agregat kasar} = 0,68 \%$$

$$\text{Kandungan air pada agregat halus} = 6,55 \%$$

$$\text{Absorpsi air pada agregat halus} = 1,25 \%$$

Maka komposisi adukan beton rencana setelah koreksi adalah:

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

$$\text{Agregat Halus} = 700,6 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregat Kasar} = 1149,7 \text{ kg/m}^3$$

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

3.4 Benda Uji Beton

Benda uji beton dibuat dalam satu mutu yaitu K-225 dan perbandingan campuran beton didapat dengan melaksanakan perhitungan Mix Design (Rencana Campuran Beton). Adapun benda uji yang dibuat ada sebanyak 4 (empat) variasi yaitu:

1. Balok beton ukuran 15 cm x 15 cm x 75 cm sebanyak 20 (dua puluh) buah dengan bahan tambahan rotan = 0 %.

2. Balok beton ukuran 15 cm x 15 cm x 75 cm sebanyak 20 (dua puluh) buah dengan bahan tambahan rotan = 5 %.
3. Balok beton ukuran 15 cm x 15 cm x 75 cm sebanyak 20 (dua puluh) buah dengan bahan tambahan rotan = 10 %.
4. Balok beton ukuran 15 cm x 15 cm x 75 cm sebanyak 20 (dua puluh) buah dengan bahan tambahan rotan = 15 %.

3.4.1 **Prosedur Pembuatan Benda Uji**

Pelaksanaan pengadukan material beton dan pencetakannya, dilakukan seperti pada pembuatan beton konvensional. Material beton, berupa agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan tambahan (rotan) diaduk pada mesin aduk (molen) hingga tampak merata. Pengadukan dilakukan dengan kapasitas mesin molen 300 liter, kemudian adukan dibiarkan beberapa saat, lalu masukkan kekurangan air dan diaduk hingga tampak menyatu. Adukan yang telah homogen kemudian dituangkan kedalam pan. Selanjutnya adalah pengambilan nilai slump dari adukan beton tersebut dengan menggunakan kerucut terpancung. Setelah itu masukkan adukan beton kedalam cetakan dan dirojok dengan batang penggetar, lalu permukaan diratakan.

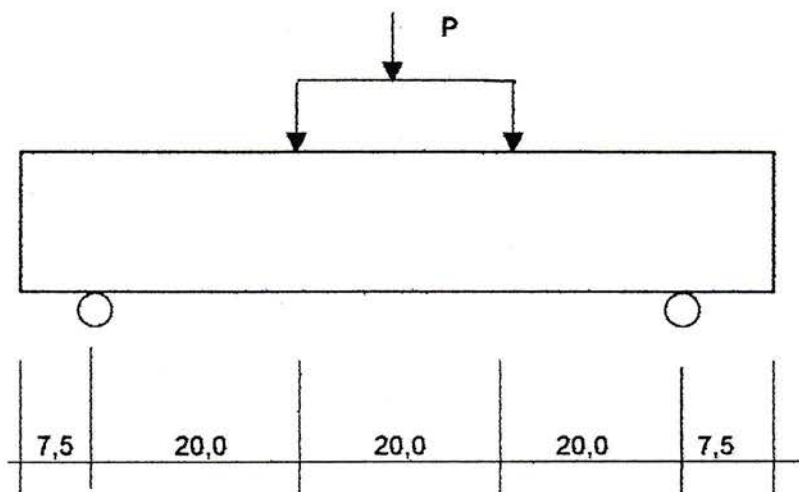
3.4.2 **Perawatan Benda Uji**

Beton yang telah dicetak dibuka setelah 24 jam, kemudian perawatan benda uji dilakukan dengan merendam didalam bak air. Tujuan dari perawatan beton adalah untuk mempertahankan agar beton tetap jenuh sampai keadaan ruang dimana pada awalnya terisi air sewaktu pasta semen masih segar telah terisi secara cukup dengan

produk hidrasi semen. Sehari sebelum balok beton diuji, beton dikeluarkan dari bak perendaman.

3.5 Pengujian Beton

Pengujian balok beton dilakukan dengan menggunakan mesin kompres elektrik berkapasitas 200 ton, dengan metode balok sederhana. Balok beton ditempatkan pada dua perletakan rol, dengan jarak 60 cm. Balok dibebani dengan beban terpusat P dan diuraikan menjadi dua titik pembebanan, yang membagi balok dengan panjang yang sama dengan jarak masing-masing 20 cm. Adapun skema pembebanan balok beton adalah:



GAMBAR 3.3 Skema Pembebanan Balok Uji Lentur

Yang menjadi acuan untuk beban yang diterima balok adalah P_{maksimum} pada saat balok dibebani. Kemudian waktu retak awal yang terjadi dan nilai P dicatat atau didata.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Beban Maksimum dan Waktu Retak Awal

Dari pengujian kuat lentur balok beton diperoleh bahwa beban maksimum (P_{max}) dari masing-masing variasi balok beton tercantum pada tabel berikut ini.

**Tabel 4. 1 : Hasil Pengujian Keretakan Balok Beton
Untuk Bahan tambahan rotan = 0 %, Slump = 6 cm**

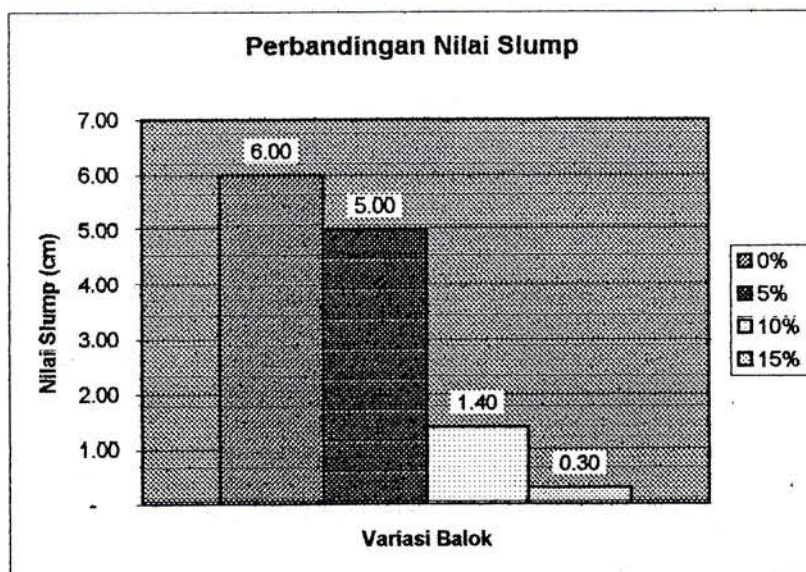
Sample	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban Maksimum (ton)	Waktu retak Awal (detik)	Jarak Retak Dari Sendi (cm)
1	75	15	15	43.00	20.00	2.88	38.00
2	75	15	15	43.10	20.00	2.85	37.00
3	75	15	15	43.30	20.50	2.86	37.00
4	75	15	15	43.00	20.40	2.80	37.60
5	75	15	15	43.00	20.50	2.81	37.80
6	75	15	15	43.40	21.00	3.90	37.50
7	75	15	15	43.40	21.00	3.91	37.90
8	75	15	15	43.20	20.50	3.50	37.10
9	75	15	15	43.10	20.00	3.10	38.00
10	75	15	15	43.50	20.80	3.00	37.80
11	75	15	15	43.40	20.90	3.60	37.70
12	75	15	15	43.50	20.90	3.85	37.60
13	75	15	15	43.20	20.40	3.70	38.00
14	75	15	15	43.20	20.30	3.35	38.00
15	75	15	15	43.10	20.00	3.25	38.00
16	75	15	15	43.00	20.00	3.20	37.50
17	75	15	15	43.00	20.50	3.20	37.50
18	75	15	15	43.30	21.00	3.30	37.40
19	75	15	15	43.30	20.70	3.50	37.50
20	75	15	15	43.50	21.00	3.94	37.00
Rata-rata				43.23	20.52	3.33	37.60

**Tabel 4.3 : Hasil Pengujian Keretakan Balok Beton
Untuk Bahan tambahan rotan = 10 %, Slump = 1,4 cm**

Sample	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban Maksimum (ton)	Waktu retak awal (detik)	Jarak Retak Dari Sendi (cm)
1	75	15	15	42.00	16.00	4.80	39.50
2	75	15	15	42.00	16.00	4.81	39.40
3	75	15	15	42.50	16.00	4.81	39.20
4	75	15	15	42.40	17.00	4.82	38.00
5	75	15	15	42.50	16.50	4.85	38.50
6	75	15	15	42.70	16.50	4.80	38.60
7	75	15	15	42.70	16.50	4.80	38.70
8	75	15	15	42.20	16.30	4.85	39.00
9	75	15	15	42.20	16.00	4.88	38.50
10	75	15	15	42.35	16.00	4.90	38.70
11	75	15	15	42.30	16.50	4.90	39.50
12	75	15	15	42.25	16.70	4.80	39.00
13	75	15	15	42.50	16.60	4.85	39.20
14	75	15	15	42.60	16.80	4.90	38.90
15	75	15	15	42.50	16.90	4.84	38.70
16	75	15	15	42.70	16.50	4.82	39.00
17	75	15	15	42.70	16.70	4.85	39.40
18	75	15	15	42.50	16.70	4.81	38.60
19	75	15	15	42.40	16.80	4.85	39.00
20	75	15	15	42.80	17.00	4.90	38.00
Rata-rata				42.44	16.50	4.84	38.87

**Tabel 4.4 : Hasil Pengujian Keretakan Balok Beton
Untuk Bahan tambahan rotan = 15 %, Slump = 0,3 cm**

Sample	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban Maksimum (ton)	Waktu retak awal (detik)	Jarak Retak Dari Sendi (cm)
1	75	15	15	39.40	15.00	4.50	38.50
2	75	15	15	39.40	15.60	4.50	38.50
3	75	15	15	39.50	15.50	4.55	38.60
4	75	15	15	39.50	15.50	4.55	38.70
5	75	15	15	39.50	15.60	4.50	38.75
6	75	15	15	39.45	15.10	4.50	38.70
7	75	15	15	39.45	15.00	4.50	38.80
8	75	15	15	39.45	15.20	4.55	38.70
9	75	15	15	39.45	15.20	4.50	38.60
10	75	15	15	39.50	15.00	4.60	38.75
11	75	15	15	39.50	15.40	4.60	38.70
12	75	15	15	39.45	15.30	4.60	38.70
13	75	15	15	39.40	15.30	4.55	38.60
14	75	15	15	39.50	15.40	4.60	38.50
15	75	15	15	39.50	15.70	4.50	38.70
16	75	15	15	39.50	15.50	4.55	38.60
17	75	15	15	39.40	15.60	4.60	38.70
18	75	15	15	39.40	15.00	4.50	38.60
19	75	15	15	39.45	15.00	4.55	38.70
20	75	15	15	39.50	15.80	4.60	38.00
Rata-rata				39.46	15.34	4.55	38.62

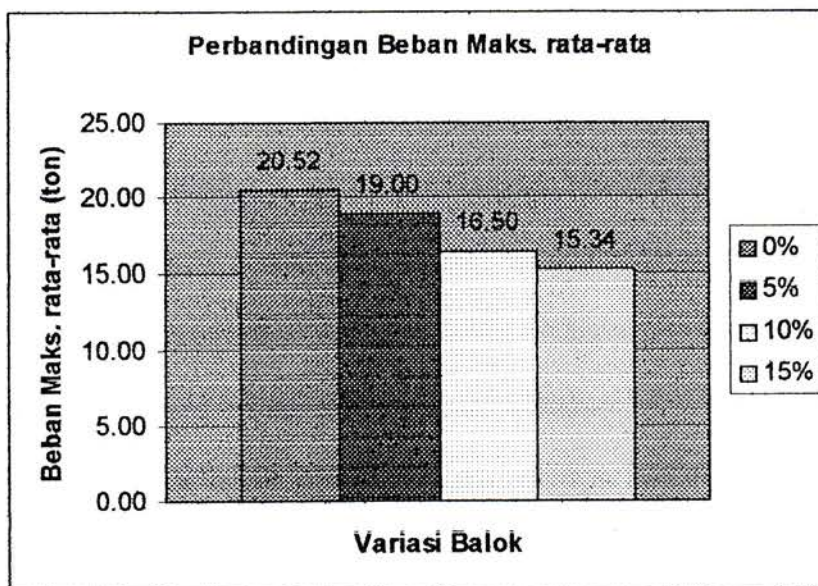


GAMBAR 4.1 Perbandingan Nilai Slump

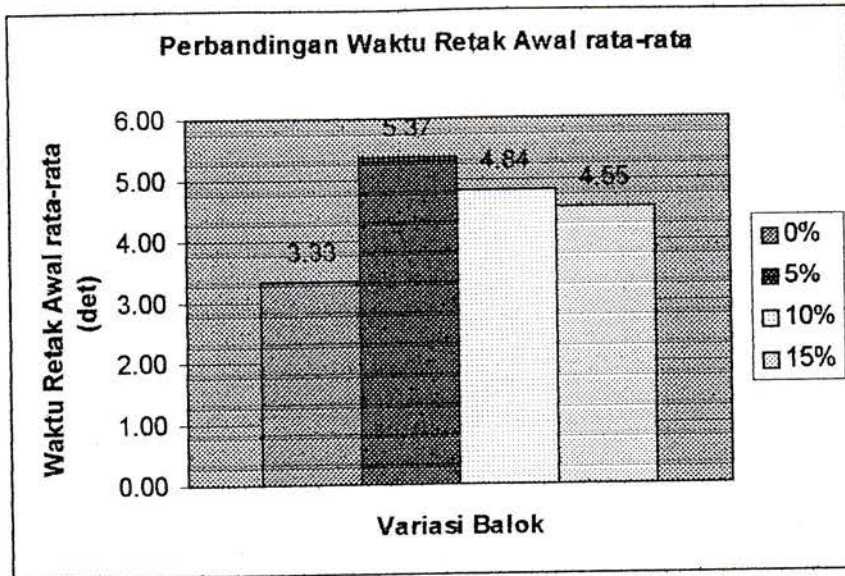
Dari tabel di atas dapat kita ambil P_{maks} rata-rata dan waktu retak awal rata-rata yang disusun dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.5 : Data dari keempat variasi yang dirata-ratakan

Komposisi Rotan (%)	Berat Rata-rata Rata-rata (kg)	Beban Maksimum Rata-rata (ton)	Waktu retak awal rata-rata (det)
0	43.23	20.52	3.33
5	43.04	19.00	5.37
10	42.44	16.50	4.84
15	39.46	15.34	4.55

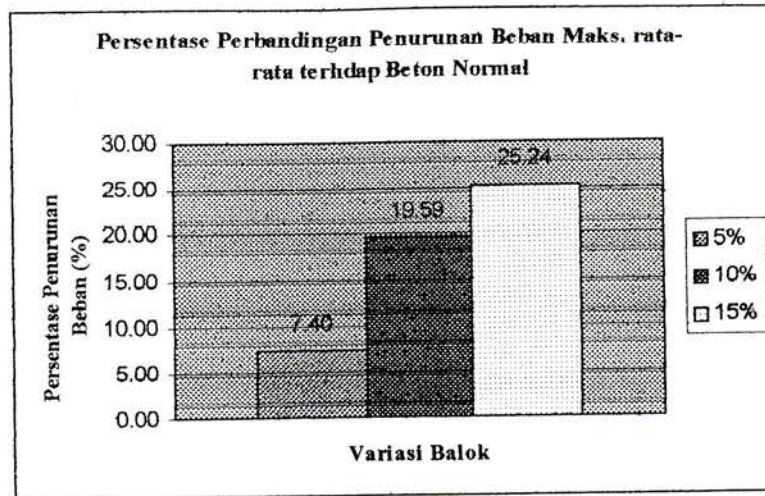


Gambar 4.2 Perbandingan Beban Maksimum rata-rata



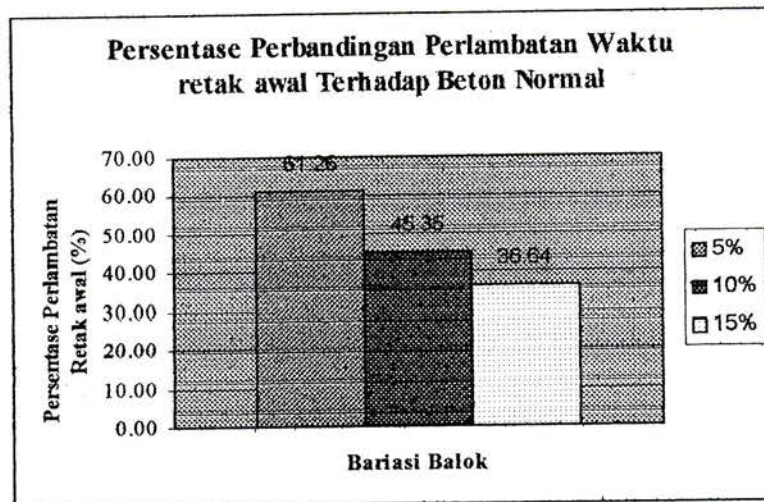
Gambar 4.3 Perbandingan Waktu Retak Awal rata-rata

Dari tabel 4.5 dapat diketahui bahwa beban yang terbesar didapatkan pada balok dengan bahan tambahan rotan = 0 %. Sedangkan dengan bahan tambahan rotan mulai dari 5 %, 10 % dan 15 %, secara berangsur-angsur nilai P_{maks} berkurang dengan urutan persentase penurunan terhadap keadaan normal adalah 7,40 %, 19,59 % dan 25,24 %. Ini berarti bahwa dengan penambahan zat aditif (dalam hal ini adalah rotan) pada balok beton akan mengurangi kekuatan beton. Namun bila kita lihat pada gambar 4.2, waktu retak awal tanpa zat aditif lebih cepat mengalami keretakan, sedangkan beton dengan menggunakan zat aditif lebih cenderung memperlambat proses waktu retak awal. Jika penambahan zat aditif diperbanyak persentasenya, maka waktu retak awal secara perlahan menurun waktunya. Berikut di bawah ini ditunjukkan gambar persentase penurunan beban maksimum rata-rata dan peperlambatan waktu retak awal dibandingkan dengan balok beton normal.



Gambar 4.4

Persentase Perbandingan Penurunan Beban Maks. Rata-rata Terhadap Beton Normal



Gambar 4.5

Persentase Perbandingan Perlambatan Waktu retak awal Terhadap Beton Normal

4.2 Retak Pada Balok

Dari hasil pengujian kuat lentur balok yang dilakukan terhadap 80 (delapan puluh) buah benda uji yang dibagi atas 4 (empat) variasi diperoleh pola retak sebagai berikut:

1. Pada balok dengan 0 % bahan tambahan rotan merupakan pola retak tunggal, dimana keretakan umumnya terjadi ditengah bentang balok dan disebut sebagai retak lentur vertikal.
2. Pada balok dengan 5 % bahan tambahan rotan diperoleh pola retak yang retaknya terbagi menjadi dua cabang dan posisinya masih disepertangan tengah bentang balok beton. Retak disini umumnya masih digolongkan sebagai retak lentur vertikal.
3. Pada balok dengan 10 % dan 15 % bahan tambahan rotan diperoleh pola retak yang model retaknya rata-rata hampir sama dimana retaknya terbagi menjadi tiga sampai lima bahkan ada yang lebih dan posisinya bervariasi, ada yang ditengah bentang, ada juga yang sepertiga bentang dan kelihatan balok beton tersebut rapuh. Retak yang timbul disini sekaligus memiliki dua jenis retak yaitu retak lentur arah vertikal dan retak diagonal.

Pada balok bertulangan tarik meskipun terbentuk retak-retak tarik pada beton, kekuatan tarik lentur yang dibutuhkan bisa diberikan oleh tulangan, sehingga balok tersebut dapat memikul beban yang jauh lebih besar. Tulangan tarik utama ditempatkan sedemikian rupa sehingga sangat sangat efektif dalam memikul tarik lentur didekat permukaan tarik. Tulangan tersebut tidak membantu beton memikul tegangan tarik diagonal yang terjadi, yang disebabkan baik hanya oleh gaya geser maupun oleh efek kombinasi dari geser dan lentur. Tegangan-tegangan ini pada akhirnya akan cukup besar untuk menimbulkan retak tarik dalam arah tegak lurus terhadap tegangan tarik setempat. Retak ini dikenal sebagai retak diagonal, untuk membedakannya dari retak lentur vertikal terjadi pada daerah-daerah yang memikul momen yang besar sedang retak diagonal terjadi pada daerah-daerah dimana bekerja gaya geser yang besar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilaksanakan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Beban terbesar dihasilkan oleh balok dengan 0 % bahan tambahan rotan dan yang terkecil adalah pada balok dengan 15 % bahan tambahan rotan.
2. Persentase penurunan jumlah beban yang dapat dipikul oleh balok dengan bahan tambahan rotan terhadap balok normal (0 % bahan tambahan) adalah masing-masing sebagai berikut :
 - a. Balok dengan 5 % bahan tambahan rotan = 7,40 %
 - b. Balok dengan 10 % bahan tambahan rotan = 19,59 %
 - c. Balok dengan 15 % bahan tambahan rotan = 25,24 %
3. Persentase peningkatan lamanya waktu retak awal pada balok dengan bahan tambahan rotan terhadap balok normal (0 % bahan tambahan) adalah :
 - a. Balok dengan 5 % bahan tambahan rotan = 61,26 %
 - b. Balok dengan 10 % bahan tambahan rotan = 45,35 %
 - c. Balok dengan 15 % bahan tambahan rotan = 36,64 %
4. Untuk balok dengan bahan tambahan rotan 0 % terjadi keretakan dan keruntuhan cenderung di tengah bentang balok, sedang balok dengan bahan tambahan rotan 10 % dan 15 % memiliki pola retak yang banyak cabang dan posisinya mulai dari tengah bentang hingga mengarah ke daerah tumpuan.

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan penulis adalah :

1. Perlu penelitian lebih lanjut untuk benda uji balok dengan dimensi, bentang dan penampang serta mutu beton yang lebih bervariasi;
2. Perlu peralatan pengujian yang lebih lengkap untuk penelitian selanjutnya, sehingga parameter-parameter yang lain dapat diketahui seperti besar lendutan dan regangan yang terjadi pada balok beton;
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk benda uji balok, dimana dimensi dan bentang seperti balok yang terdapat di lapangan (benda uji *full scale*).
4. Perlu penelitian lebih lanjut bagaimana agar bahan tambahan (rotan) tersebut dapat terjadi pengikatan terhadap beton bertulang.
5. Perlu penelitian lebih lanjut menggunakan bahan tambahan rotan dengan dimensi yang lebih variatif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lucio Canonica, Msc. CE. ETHZ, Memahami Beton Bertulang, Edisi ke-1, Bandung, penerbit Angkasa Bandung, 1991.
2. Dr. Ir. Bambang Suhendro, Msc, Penelitian Pengaruh Pemakaian Fiber secara parsial pada balok beton bertulang, Yogyakarta, PAU Ilmu Teknik UGM, 1991.
3. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya, Perhitungan Konstruksi Beton Bertulang, Surabaya, Jurusan Teknik Sipil, 1989.
4. Deliana, Dewa G. Miasa, Jenry N, Laporan Praktikum Teknologi Beton, Medan, Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil USU, 2001.
5. Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971, NI-2, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, DE. PU Bandung, 1971.
6. Dipohusodo Istimawan, Struktur Beton Bertulang, Berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03, Edisi Pertama, Penerbit Gramedia, Jakarta, 1994.