

PERPUSTAKAAN FTSP UH
HADIM/BELI
TGL. TERIMA : 30-11-2007
NO. JUDUL : 2635
NO. INV. : 512010263501
S002635

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENGGUNAAN SERAT KAWAT BENDRAT BENTUK
PADA BETON PASIR TERHADAP KUAT TEKAN , KUAT TARIK
DAN KUAT LENTUR BETON



Disusun Oleh :

Burlian saputra

No Mhs : 99 511 402



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UIN YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN SERAT KAWAT BENDRAT BENTUK S
PADA BETON PASIR TERHADAP KUAT TEKAN , KUAT TARIK
DAN KUAT LENTUR BETON**

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

Disusun Oleh :

Burlian Saputra
No Mhs. : 99 511 402

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007**

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENGARUH PENGGUNAAN SERAT KAWAT BENDRAT BENTUK S
PADA BETON PASIR TERHADAP KUAT TEKAN , KUAT TARIK
DAN KUAT LENTUR BETON

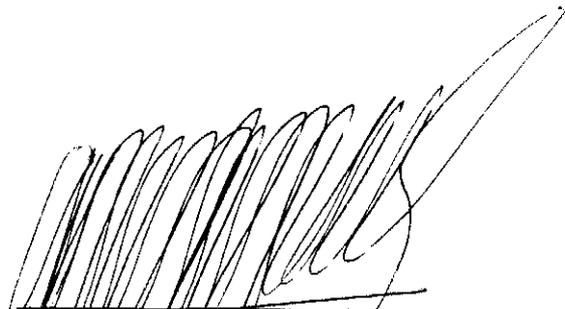
Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

Disusun Oleh :

Burlian Saputra
No Mhs. : 99 511 402

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

IR. H. A. KADIR ABOE, MS
Dosen Pembimbing


Tanggal : 09/07 - 2007

HALAMAN MOTTO



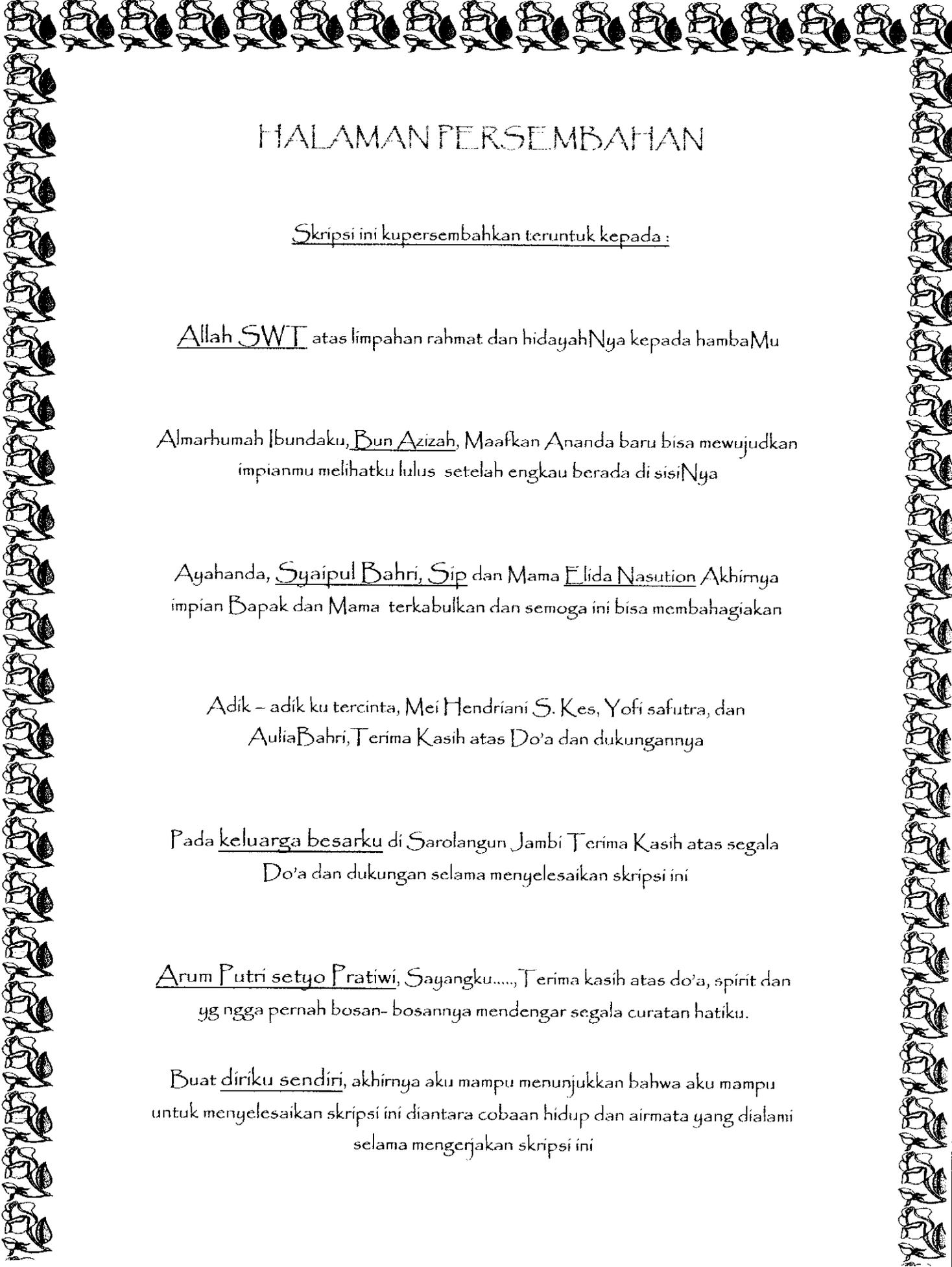
Kata yang paling indah di bibir manusia adalah kata "IBU" dan panggilan paling indah adalah "IBUKU". Kata yang penuh harapan dan cinta, kata manis dan baik yang keluar dari kedalaman hati.
(Kahlil Gibran)

Keberhasilan tidak di ukur dengan apa yang telah kita raih, namun kegagalan yang telah kita hadapi, dan keberanian yang membuat anda tetap berjuang melawan rintangan yang datang bertubi – tubi
(Orison Sweet Marden)

Jangan lihat masa lampau dengan penyesalan, jangan pula lihat masa depan dengan ketakutan, tapi lihat sekitarmu dengan kesadaran.
(James Thurber)

Pandangilah hari ini Kemarin sudah menjadi mimpi. Dan esok hari hanyalah sebuah visi. Tetapi, hari ini yang sungguh nyata, menjadikan kemarin sebagai mimpi kebahagiaan, dan setiap hari esok sebagai visi terapan.
(alexander pope)

Hidup dengan melakukan kesalahan akan tampak lebih terhormat daripada selalu benar karena tidak pernah melakukan apa – apa.
(George Bernard Shaw)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan teruntuk kepada :

Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahNya kepada hambaMu

Almarhumah Ibundaku, Bun Azizah, Maafkan Ananda baru bisa mewujudkan impianmu melihatku lulus setelah engkau berada di sisiNya

Ayahanda, Syaipul Bahri, Sip dan Mama Elida Nasution Akhirnya impian Bapak dan Mama terkabulkan dan semoga ini bisa membahagiakan

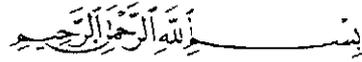
Adik - adik ku tercinta, Mei Hendriani S. Kes, Yofi safutra, dan Aulia Bahri, Terima Kasih atas Do'a dan dukungannya

Pada keluarga besarku di Sarolangun Jambi Terima Kasih atas segala Do'a dan dukungan selama menyelesaikan skripsi ini

Arum Putri setyo Pratiwi, Sayangku....., Terima kasih atas do'a, spirit dan yg ngga pernah bosan-bosannya mendengar segala curatan hatiku.

Buat diriku sendiri, akhirnya aku mampu menunjukkan bahwa aku mampu untuk menyelesaikan skripsi ini diantara cobaan hidup dan airmata yang dialami selama mengerjakan skripsi ini

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nyalah, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “ **Pengaruh Penggunaan Serat Kawat Bendrat Bentuk S Pada Beton Pasir Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, Dan Kuat Lentur Beton**”

Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir, kami telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Edy Suandi Hamid, M.Ec selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

4. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT, selaku Dosen Tamu Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku Dosen Tamu Tugas Akhir.
7. Seluruh karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik , Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
8. Seluruh karyawan Bagian Pengajaran, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
9. Ibunda Alm. Bun Azizah, akhirnya anakmu ini bisa membuat ibu bangga.
10. Ayahanda Syaiful Bahri, S.ip dan mama Elida Nasution yang telah membimbing dan kasih sayangnya.
11. Adik – adikku, Mei hendriani S.kes, Yofi Saputra Dan Aulia Bahri Terima kasih Doanya.
12. Anak-anak kontrakan A.91 Heru, Bule, Dedi, Okta, Pathul, Kere, Kiyai, Beni matur nuwun atas bantuannya.
13. Ayangku Arum Putri Setyo Pratiwi yang telah membantu dan memberikan perhatiannya
14. Teman-teman ku , Wahyu, Gundul, Dayat, Dimas, Ipink, Raka, Meci, Joe, Antok, Yono, Aan, Dana, taufik terimakasih atas support yang telah kalian berikan selama ini.

Dan masih banyak pihak-pihak lain yang turut membantu kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini, baik secara moril maupun material yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAKSI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Umum.....	6
2.2 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2.1 Suhendro (1990).....	9
2.2.2 Ari Novrizal (2006).....	9
2.2.3 Andika Sentani (2006).....	10
2.2.4 A.KadirAboe (2005).....	10

BAB III LANDASAN TEORI

3.1	Umum.....	12
3.2	Materi Penyusun Beton	21
3.2.1	Semen Portland	21
3.2.2	Air	24
3.2.3	Udara	24
3.2.4	Agregat	25
3.2.5	Serat.....	30
3.3	Modulus Kehalusan Butir.....	31
3.4	Faktor Air Semen.....	31
3.5	Slump	32
3.6	Workability.....	32
3.7	Segregasi	33
3.8	Bleeding.....	34
3.9	Modulus Elastisitas	35
3.10	Kuat Tekan Beton	36
3.11	Kuat Tarik Beton	38
3.12	Kuat Lentur Beton.....	39

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Bahan Penelitian	42
4.1.1	Semen	42
4.1.2	Agregat	43
4.1.3	Air.....	43

4.1.4 Serat.....	43
4.2 Peralatan Penelitian.....	43
4.2.1 Alat Pemotong.....	43
4.2.2 Saringan/Ayakan Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	43
4.2.3 Timbangan dan Ember.....	44
4.2.4 Mistar dan Kaliper.....	44
4.2.5 Mesin Pengaduk.....	44
4.2.6 Cetok dan Talam Baja.....	44
4.2.7 Kerucut Abrams dan Baja penumbuk.....	44
4.2.8 Mesin Uji Tekan dan Tarik Beton.....	45
4.2.9 Mesin Uji Lentur Beton.....	45
4.3 Pelaksanaan Penelitian.....	46
4.3.1 Tahapan Persiapan Bahan.....	46
4.3.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	48
4.3.3 Pelaksanaan Pengujian.....	50
4.3.4 Perencanaan Campuran Beton.....	51

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian Slump.....	65
5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	69
5.3 Hasil Pengujian Tegangan-Regangan Tekan Beton.....	72
5.4 Hasil Analisis Modulus Elastisitas.....	74
5.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik.....	76
5.6 Hasil Pengujian Kuat Lentur.....	77

5.7	Hubungan Bentuk & Volume Serat Dengan Kekuatan Beton Pasir....	80
-----	--	----

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan.....	82
6.2	Saran.....	84

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat-sifat berbagai macam kawat yang digunakan sebagai bahan fiber lokal	8
Tabel 3.1	Batas Gradasi Pasir	29
Tabel 3.2	Sifat-sifat berbagai macam kawat yang digunakan sebagai bahan fiber lokal	30
Tabel 3.3	Tingkat Workability Berdasarkan Nilai Slump	33
Tabel 4.1	Faktor Granular Butiran	52
Tabel 4.2	Koreksi Kadar Air	54
Tabel 4.3	Harga-harga K, Ks, Kp.....	56
Tabel 4.4	Distribusi Butiran Agregat untuk Beton Pasir	57
Tabel 4.5	Klasifikasi Plastisitas Beton.....	58
Tabel 4.6	Koefisien Kekompakan Beton	59
Tabel 4.7	Komposisi Serat dari berat beton tiap 1 m ³	62
Tabel 4.8	Komposisi Serat dari berat beton tiap 1 silinder beton	63
Tabel 4.9	Komposisi Serat dari berat beton tiap 1 balok beton.....	63
Tabel 5.1	Nilai Slump adukan beton pasir dan akibat penambahan fiber.....	66
Tabel 5.2	Hasil pengujian kuat tekan beton.....	71
Tabel 5.3	Modulus elastisitas beton	75
Tabel 5.4	Hasil pengujian kuat tarik beton	77
Tabel 5.5	Hasil pengujian kuat lentur beton	78
Tabel 5.6	Hubungan bentuk& volume serat dengan kekuatan beton pasir ...	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Balok dengan pusat berada dalam keadaan lentur murni.....	39
Gambar 3.2 Bentuk penampang balok.....	40
Gambar 4.1 Kurva hubungan antara perbandingan jumlah semen dengan air (C/E) dan nilai Slump (A).....	53
Gambar 4.2 Kurva Gradasi Agregat, Kurva Patokan, Kurva Riel Beton Pasir.....	58
Gambar 4.3 <i>Flow Chart</i> Metode Penelitian.....	64
Gambar 5.1 Grafik Hubungan Antara Slump Dan Penambahan Fiber.....	66
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara Volume fraksi Fiber dengan Kuat Tekan.....	72
Gambar 5.3 Kurva Tegangan-Regangan Beton.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data pemeriksaan agregat
- Lampiran 2 Hasil analisa saringan dan kurva gradasi pasir
- Lampiran 3 Kebutuhan bahan penyusun beton
- Lampiran 4 Hasil pengujian kuat tekan beton
- Lampiran 5 Hasil pengujian tegangan-regangan
- Lampiran 6 Hasil pengujian kuat tarik beton
- Lampiran 7 Hasil pengujian kuat lentur beton
- Lampiran 8 Dokumentasi penelitian
- Lampiran 9 Hitungan gaya geser

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Beton sudah lama dikenal dan sangat populer dalam pekerjaan sipil karena mempunyai beberapa keunggulan dibanding dengan bahan lainnya. Pertimbangan pemilihan struktur beton diantaranya adalah, bahan baku penyusunnya cukup mudah diperoleh, mudah dalam pelaksanaannya atau pengerjaannya, ekonomis dalam pembuatannya dan mempunyai ketahanan terhadap kondisi lingkungan, serta mudah dalam perawatannya.

Beton merupakan campuran dari semen, air, dan agregat. Agregat berupa agregat halus dan agregat kasar. Agregat kasar adalah agregat yang ukuran butir-butirnya lebih besar dari 4,8 mm atau sering disebut juga sebagai kerikil, kericak, batu pecah, atau *split*. Adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau bahan galian, Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,20 mm disebut pasir halus, sedangkan yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt*, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (Kardiyono, 1992).

Beton pasir adalah beton yang terbuat dari campuran semen, air, dan agregat yang ukuran butir-butirnya maksimum 4,80 mm , dengan pembagian agregat yaitu :

1. Agregat dengan ukuran butir-butirnya $\leq 2,56$ mm dianggap sebagai agregat halus,

2. Agregat dengan ukuran butir-butirnya $> 2,56$ mm dan $\leq 4,8$ mm dianggap sebagai agregat kasar.

Kelebihan beton yang paling utama adalah kemampuannya mendukung tegangan tekan yang cukup tinggi. Meskipun demikian, beton merupakan bahan yang memiliki sifat getas (*brittle*) dan praktis tidak mampu menahan tegangan tarik. Kuat tarik beton hanya berkisar 9%-15% dari kuat tekannya (Dipohusodo,1994). Untuk mengatasi hal tersebut beton diperkuat dengan batang baja tulangan sebagai bahan yang dapat bekerjasama dengan beton , serta mampu memperbaiki kelemahan beton terutama dalam menahan gaya tarik, kerjasama seperti ini disebut sebagai beton bertulang baja atau lazim disebut beton bertulang.

Disamping itu penambahan *fiber* atau serat dapat juga digunakan untuk memperbaiki sifat kurang baik beton. Jenis-jenis *fiber* antara lain: *steel*, *glass*, *polypropylene*, *carbon* dan alami sebagaimana dilaporkan oleh *ACI (American Concrete Institute) Committe 544 (1982)* serta *Soroushian dan Bayasi (1987)*. Dengan demikian pemilihan jenis bahan *Fiber* tersebut perlu disesuaikan dengan sifat yang akan diperbaiki dalam aplikasinya. Salah satu yang perlu menjadi bahan pertimbangan dalam penentuan jenis *fiber* yang akan dipakai adalah kemudahan sewaktu pencampuran, tahan terhadap korosi, dan sebagainya.

Sampai dengan saat ini bahan *fiber* di Indonesia belum banyak digunakan dalam pemakaian untuk bangunan struktur tingkat tinggi. Bahan-bahan lokal yang dapat dimodifikasi menjadi bahan *fiber* antara lain kawat bendrat yang harganya relatif murah dan sangat mudah didapatkan dipasaran (Suhendro,1990). Kawat

bendrat merupakan jenis *Steel fiber* yang memiliki kekuatan dan modulus elastisitas yang relatif tinggi. Disamping itu, *Steel fiber* tidak mengalami perubahan bentuk terhadap pengaruh alkali semen. Adapun kelemahan yang dimiliki adalah apabila posisi *Steel fiber* tidak dalam posisi terlindung dalam beton maka resiko terjadinya karat dapat terjadi. Kawat bendrat biasanya dalam pekerjaan teknik sipil digunakan sebagai kawat pengikat rangkaian baja tulangan pada beton. Kawat ini berdiameter ± 1 mm yang terbuat dari campuran besi baja tanpa pelapis aluminium maupun seng. Dalam penelitian ini digunakan kawat bendrat berbentuk S.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini menggunakan fiber lokal berupa kawat bendrat bentuk S dengan panjang 60 mm pada beton pasir. Dengan demikian, diharapkan terjadi penambahan kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan berapakah prosentase serat kawat bendrat yang optimum.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tarik, kuat desak dan kuat lentur beton pasir dengan menggunakan kawat bendrat berbentuk S.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penambahan serat kawat bendrat diharapkan dapat memperbaiki kualitas beton sehingga menghasilkan beton yang memenuhi syarat standar dengan biaya produksi yang lebih murah.
2. Menambah wawasan serta pengetahuan dalam pengembangan ilmu teknik sipil khususnya dalam teknologi bahan konstruksi

1.5 Batasan Masalah

1. Perencanaan campuran beton pasir dalam penelitian ini menggunakan metoda Dreux, dengan rumusan dasar perhitungan campuran seperti berikut :

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c \left[\frac{C}{E} - 0,5 \right]$$

2. Kuat tekan beton yang direncanakan setelah beton berumur 28 hari (σ_{28}) = 25 MPa.
3. *Portland Cement* yang dipergunakan adalah Semen Gresik Tipe I, yang memiliki kuat tekan semen (σ_c) = 500 kg/cm².
4. Nilai Slump yang dipakai adalah 12 cm.
5. Pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari.
6. Pasir yang digunakan berasal dari Kali Boyong Merapi, Kaliurang, Yogyakarta, Air menggunakan air dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
7. Diameter serat kawat bendrat $\pm 1,00$ mm.

8. Panjang serat kawat bendrat ± 60 mm berbentuk S.
9. Komposisi serat kawat bendrat : 0% ; 0,5% ; 1% ; 1,5% dari berat beton.
10. Jumlah benda uji masing – masing Variasi :
 - ❖ 5 buah benda uji kuat tekan dengan selinder 15 cm dan tinggi 30 cm,
 - ❖ 3 buah benda uji kuat tarik dengan selinder 15 cm dan tinggi 30 cm,
 - ❖ 3 buah benda uji kuat lentur dengan balok 10 x 10 x 50 (cm).
11. Penelitian ini hanya menyelidiki kuat Tekan, kuat tarik dan kuat lentur beton,
12. Penelitian ini merupakan uji laboratorium yang diadakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.



جامعة الإسلام في اندونيسيا

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Menurut SK SNI T-15-1991-03 (1991), beton (*concrete*) terbuat dari semen (*Portland cement*), air, agregat (berupa batuan kasar dan halus) dalam proporsi perbandingan tertentu dengan ataupun tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat.

A. Kadir Aboe, mengemukakan bahwa beton pasir adalah beton yang terbuat dari campuran semen, air, dan agregat yang ukuran butir-butirnya Maksimum 4,80 mm berupa pasir, dengan pembagian agregat yaitu :

1. Agregat dengan ukuran butir-butirnya $\leq 2,56$ mm dianggap sebagai agregat halus,
2. Agregat dengan ukuran butir-butirnya $> 2,56$ mm dan $\leq 4,8$ mm dianggap sebagai agregat kasar.

Penelitian yang dilakukan oleh **Suhendro** (1990), membuktikan bahwa sifat-sifat kurang baik dari beton, yaitu getas, praktis tidak mampu menahan tegangan tarik dan momen lentur, dan ketahanan yang rendah terhadap beban *impact* dapat secara dramatis diperbaiki dengan menambahkan serat lokal yang terbuat dari potongan-potongan kawat pada adukan beton. Selain itu dibuktikan pula bahwa tingkat

perbaikan yang diperoleh dengan menggunakan serat lokal tidak banyak berbeda dengan menggunakan *steel-fiber* asli

Selama ini telah ada beberapa penelitian laboratorium yang menggunakan bahan tambah fiber baja untuk meningkatkan kualitas beton atau memperbaiki dari sifat-sifat beton. Sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki akibat penambahan serat adalah :

- a. Keliatan/daktilitas,
- b. Ketahanan terhadap beban kejut,
- c. Ketahanan terhadap tarik dan lentur,
- d. Ketahanan terhadap kelelahan,
- e. Ketahanan terhadap pengaruh susut, dan
Ketahanan terhadap Keausan

Sampai dengan saat ini bahan *fiber* di indonesia belum banyak digunakan dalam pemakaian untuk bangunan struktur tingkat tinggi. Bahan-bahan lokal yang dapat dimodifikasi menjadi bahan *fiber* antara lain kawat bendrat yang harganya relatif murah dan sangat mudah didapatkan dipasaran (Suhendro,1990).

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Suhendro (1990)

Dalam Penelitian "Pengaruh *fiber* lokal pada sifat-sifat beton" Sampel yang dipilih dari penelitian terdiri dari kawat biasa, kawat bendrat, dan kawat baja.

Diameter yang dipilih adalah $\pm 0,8$ s/d 1,0 mm. Selanjutnya ketiga kawat tersebut diambil sampelnya dan dibawa ke laboratorium untuk diuji kuat tariknya. Diagram tegangan-regangan juga memberikan nilai modulus elastisitas (E) dari masing-masing kawat diuji. Selain itu dilakukan pula pengujian untuk menetapkan berat satuan ketiga jenis kawat tersebut. Hasil-hasilnya diberikan secara ringkas pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat-sifat berbagai macam kawat yang digunakan sebagaibahan fiber lokal

No	Jenis kawat	Kuat tarik (MPa)	Perpanjangan pada saat putus (%)	Specific gravity
1.	Kawat baja	230,0	10,5	7,77
2.	Kawat bendrat	38,5	5,5	6,68
3.	Kawat biasa	25,0	30,0	7,70

Sumber : Teori Model Struktur dan Teknik Eksperimental (Bambang Suhendro, 2000)

Selanjutnya ketiga macam kawat tersebut dipotong-potong dengan panjang ± 6 cm, sehingga secara visual telah menyerupai *fiber* baja yang dipakai diluar negeri. Dari hasil pengujiannya diperoleh data bahwa pada penambahan *fiber* lokal untuk pengujian desak selinder beton/beton fiber pada umur 28 hari, kuat desak (tegangan desak maksimum) pada beton fiber (dengan $V_f = 0.5\%$) hanya bertambah antara 5 s/d 10 % bila dibandingkan dengan kuat desak pada beton normal. Ini menunjukkan bahwa beton *fiber* tidak banyak pangaruhnya terhadap penambahan

kuat desaknya. Tetapi bila dilihat pada perilaku setelah tercapainya tegangan yang cukup besar (sekitar 60 % tegangan maksimum). Ini menunjukkan bahwa beton fiber tersebut bersifat *ductile* (liat). Dan bila dilihat dari umur 7 hari ke umur 28 hari terjadi penambahan kuat tekan sekitar 25 % s/d 30 %. Dan juga terjadi penambahan daktilitasnya. Untuk uji kuat tarik beton/beton fiber lokal pada umur 28 hari. Nilai-nilainya adalah beton normal memiliki kuat tarik sebesar 2,8 MPa sedangkan beton fiber baja ($V_f = 0,5$ dan $1,0$), beton fiber bendrat ($V_f = 0,5$) dan beton fiber kawat ($V_f = 0,5$), berturut-turut mempunyai kuat tarik sebesar 37,5 MPa, 45,0 MPa, 44,25 MPa, dan 35 MPa. Disini dapat dilihat terdapat peningkatan terhadap beton normal, berturut-turut sebesar 34 %, 61 %, 58 %, dan 25 %. Dengan demikian menunjukkan bahwa beton fiber bendrat memiliki kuat tarik yang relatif lebih baik.

2.2.2 Ari Novrizaldy (2006)

Dalam Penelitian "Pengaruh penggunaan serat kawat bendrat pada beton pasir terhadap kuat tarik, kuat lentur dan kuat tekan beton serat" Kuat tekan maksimal tercapai pada beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat dengan volume fraksi *fiber* 1,5% ($V_f = 1,5\%$), yaitu sebesar 22,0082 MPa dan prosentase peningkatan kuat tekannya adalah 22,69% terhadap beton pasir.

2.2.3 Andika Sentani (2006)

Dalam Penelitian "Pengaruh variasi panjang serat kawat bendrat terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur" penambahan serat kawat pada beton pasir memberikan pengaruh kepada *workability* dan *slump*, masing-masing panjang serat memiliki nilai *slump* yang hampir sama dikarenakan volume fraksi serat yang sama, panjang serat sedikit mempengaruhi nilai *slump*, volume fraksi serat yang berpengaruh terhadap penurunan nilai *slump* sehingga berpengaruh kepada *workability*. Sedangkan kuat tekan maksimal tercapai pada beton pasir dengan penambahan fiber kawat bendrat dengan panjang kawat 4 cm yaitu sebesar 31.0655 MPa dengan prosentase peningkatan kuat tekannya adalah 26,20%, sehingga panjang kawat bendrat 4 cm dianggap panjang serat optimum

2.2.4 A. Kadir Aboe (2005)

Dalam penelitian "Pengaruh kawat bendrat lurus terhadap kuat tarik, kuat lentur dan kuat tekan beton serat" Beton serat dengan volume serat 3 %, panjang serat 90 mm (aspek rasio 91,84) memberikan prosentase peningkatan kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur tertinggi, berturut-turut sebesar 36,51 %, 56,93 % dan 40,09 %. Sedang dengan volume serat yang sama tetapi panjang serat 60 mm (aspek rasio 61,22), memberikan prosentase peningkatan kuat tekan dan kuat lenturnya adalah 36,16 % dan 7,42 % dibanding beton normal. Aspek rasio serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton serat dibanding beton normal, terutama kuat lentur, semakin

besar aspek rasio serat semakin besar peningkatan prosentase kekuatan beton serat dibanding beton serat dengan aspek rasio serat yang lebih rendah pada volume serat yang sama. *Workability* beton serat sangat dipengaruhi oleh aspek rasio serat. Adukan beton serat dengan panjang serat 90 mm (aspek rasio 91,84) lebih sulit dikerjakan dibanding beton serat dengan panjang serat 60 mm (aspek rasio 61,22) dengan volume serat sama.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

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

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

Beton (*concrete*) terbuat dari semen (*Portland cement*), air, agregat (berupa batuan kasar dan halus) dalam proporsi perbandingan tertentu dengan ataupun tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat (SK SNI T-15-1991-03 , 1991).

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah (SK SNI-03-2847-2002, 2002).

Menurut *ACI Commite 544* , Beton serat (*Fiber Reinforced Concrete*) adalah beton yang terbuat dari campuran *sement portland*, agregat halus dan agregat kasar, air, serta sejumlah kecil serat (*fiber*).

Menurut Kardiyono (1992), beton serat (*Fiber Concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat.

Penambahan serat pada adukan beton akan mengakibatkan berkurangnya sifat mudah dikerjakan dan mempersulit terjadinya *segregasi*. Serat dalam beton itu berguna untuk mencegah terjadinya retak-retak pada beton, sehingga menjadikan beton serat lebih *ductile* (liat) bila dibandingkan dengan beton normal. Jika serat yang dipakai mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi dari beton, misalnya serat baja (*steel fiber*), maka beton serat akan bersifat lebih tahan benturan dan lenturan, sedangkan jika modulus elastisitasnya lebih rendah, misalnya serat *polypropylene* berupa plastik, hanya membuat beton akan lebih tahan benturan saja. Karena sifatnya yang lebih tahan benturan, maka beton serat sering dipakai pada bangunan hidrolik, landasan pesawat udara, jalan raya, lantai jembatan, dan lain-lain (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992).

Menurut Bambang Suhendro (2000) Penambahan serat pada beton diharapkan dapat mencegah terjadinya retak-retak rambut yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi ataupun akibat beban. Tertundanya retak-retak yang terlalu dini,

mengakibatkan kemampuan beton untuk mendukung tegangan-tegangan (aksial, lentur dan geser) yang terjadi menjadi semakin meningkat

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sifat-sifat mekanik beton yang dapat diperbaiki akibat penambahan serat adalah :

1. Keliatan/daktilitas (*ductility*), yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi (*energy absorption*).
2. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*).
3. Ketahanan terhadap tarik dan lentur (*tensile and flexure strength*).
4. Ketahanan terhadap kelelahan, (*fatigue life*).
5. Ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*).

Ketahanan terhadap keausan (*abrasion*), selip (*skid*), dan fragmentasi (*fragmentation*).

Menurut Bambang Suhendro (1990), penggunaan bahan tambah berupa *fiber* lokal yang terbuat dari potongan-potongan kawat pada adukan beton akan memberikan perbaikan yang relatif lebih baik pada beton. Hal-hal yang perlu mendapat perhatian khusus pada beton *fiber* (baja) adalah :

- a. Masalah *fiber dispersion*, yang menyangkut teknik pencampuran fiber ke dalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random,
- b. Masalah *Workability* (kelecekan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, termasuk indikatornya, dan

- c. Masalah *mix design/proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan kelecakan yang memadai.

Pendekatan yang dapat digunakan untuk menjelaskan mekanisme serat dalam memperbaiki sifat dan perilaku beton (Soroushian dkk, 1987):

1. *Spacing Concept*

Menurut konsep ini, dengan mendekatkan jarak antar serat dan semakin teraturnya serat dalam beton, dapat mengatasi ukuran retak menjadi lebih besar. Serat akan efektif bila serat berjajar secara urut dan seragam tanpa adanya overlapping. Dalam keadaan sebenarnya, serat dalam beton tidak teratur serta terjadi overlapping.

2. *Composite Material Concept.*

Konsep material komposit adalah suatu teori yang banyak digunakan untuk memperkirakan kuat tarik dan lentur beton serat terjadi retak pertama (*first crack strength*). Menurut konsep ini bahan penyusun beton serat (beton dan serat) diasumsikan saling melekat sempurna dan bentuk serat menerus. Berdasarkan pendekatan tersebut, kekuatan komposit pada saat retak pertama dinyatakan dengan persamaan (Balaguru, Perumalsamy, dan Surendra P. Shah, 1992):

$$\sigma_c = \sigma_f \cdot V_f + \sigma_m \cdot V_m \dots\dots\dots(3.1)$$

atau
$$\sigma_c = \sigma_f \cdot V_f + \sigma_m (1 - V_f) \dots\dots\dots(3.2)$$

karena $V_f + V_m = 1$(3.3)

dimana:

σ_c : kekuatan komposit saat retak pertama

σ_f : tegangan tarik serat saat beton hancur

σ_m : kuat tarik beton

V_f : prosentase volume serat

V_m : prosentase volume beton

Persamaan (3.1 dan 3.2) perlu dikoreksi karena beberapa hal, yaitu serat yang digunakan adalah serat dengan ukuran pendek (*short fiber*) dan bukan *contunius fiber*, orientasi penyebaran serat yang random, tidak sempurnanya lekatan antara serat dan beton, panjang lekat serat pada bidang retak yang tidak sama, dan kurang efektif beton dalam menahan tarik. Karena arah dan penyebaran serat dalam beton tidak teratur, maka kekuatan beton harus dikalikan dengan faktor efisiensi penyebaran serat (η_e). Nilai lekatan serat dengan beton akibat lekatan yang tidak sempurna dan panjang lekat yang tidak sama, kemungkinan nilainya lebih kecil dari kuat tarik serat, maka kekuatan serat ditentukan berdasarkan kuat lekat serat (*bond stress*):

$$\sigma_f = 2 \cdot \tau \cdot (l_f / d_f) \dots\dots\dots(3.4)$$

dimana:

τ : tegangan lekat (bond stress) pada panjang lekat yang diperhitungkan ($l_f / 2$)

l_f : panjang serat

d_f : diameter serat

Selain itu kuat tekan beton serat juga harus dikoreksi dengan faktor efisiensi panjang serat (η_l) sebagai koreksi karena panjang serat yang tercabut dari beton tidak seragam panjangnya sebagai akibat penyebaran yang acak (random).

Dengan demikian persamaan (3.1 dan 3.2) menjadi:

$$\sigma_c = 2 \cdot \eta_l \cdot \eta_e \cdot \tau \cdot V_f \cdot (l_f / d_f) + \lambda \cdot \sigma_m \cdot (1 - V_f) \dots\dots\dots(3.5)$$

dimana:

η_l : faktor efisiensi orientasi penyebaran serat

$$= 0,5, \text{ jika } l_f \leq l_e \text{ atau } = 1 - \frac{l_e}{2 \cdot l_f}, \text{ jika } l_f > l_e$$

η_e : faktor efisiensi panjang serat tertanam

$$= 0,41$$

λ : koefisien tarik beton ($0 \leq \lambda \leq 1$)

l_e : panjang efektif serat

Bila dilihat pada persamaan (3.5), maka terdapat 2 faktor yang mempengaruhi kekuatan beton serat, yaitu :

1. *Fiber Aspect Rasio* (l_f/d_f)

Rasio panjang (l_f) terhadap diameter (d_f) serat berpengaruh terhadap penggumpalan (*balling effect*). Brigg, dkk (1974) meneliti bahwa serat yang mempunyai rasio tinggi ($l_f/d_f > 100$) akan menyebabkan serat menggumpal sehingga sangat sulit disebar merata pada adukan beton, sedang untuk serat beraspek rasio rendah ($l_f/d_f < 50$) tidak akan terjadi ikatan yang baik dengan beton. Untuk memperbaiki lekatan dapat digunakan serat dengan berbagai bentuk, seperti kedua ujungnya berkait), spiral, dll.

2. Volume Fraksi Serat (V_f)

Volume Fraksi Serat adalah prosentase volume serat yang ditambahkan pada setiap satuan volume beton. Penelitian yang dilakukan Edgington,

dkk (1974) menunjukkan bahwa kelecakan adukan akan menurun sejalan dengan peningkatan konsentrasi dan aspek rasio serat. Dengan menggunakan *fiber* beraspek rasio 100, didapatkan hasil kelecakan adukan *fiber* yang cukup meningkat akibat penurunan diameter dari 20 mm ke 10 mm. Penurunan diameter agregat dari 10 mm ke 5 mm juga menghasilkan peningkatan kelecakan adukan. Adukan beton serat dengan diameter agregat maksimum 5 mm dan pasta semen serat menghasilkan nilai kelecakan yang tidak jauh berbeda. Perkiraan konsentrasi serat yang mengakibatkan adukan beton serat menjadi sulit diaduk :

$$PW_{\text{crit}} = 75 \frac{\pi \gamma_f d}{\gamma_c l} K \dots\dots\dots(3.6)$$

dengan, PW_{crit} : konsentrasi kritis serat (persen berat adukan)

γ_c : berat jenis adukan

γ_f : berat jenis serat

$\frac{d}{l}$: nilai banding diameter dan panjang serat

dimana,

$$K = \frac{W_m}{W_m + W_a} \dots\dots\dots(3.7)$$

dengan, W_m : berat fraksi mortar, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel kurang dari 5 mm

W_a : berat fraksi agregat, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel lebih dari 5 mm

Beton pasir (Mikro Beton) adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus (lolos saringan no. 4, Ukuran lubang 4,76 mm) yang dikelompokkan atas dua atau tiga fraksi dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, dengan perbandingan tertentu yang menyebabkan hubungan yang erat antara bahan – bahan tersebut setelah mengeras. Ikatan ini terjadi karena proses kimia antara semen dan air, proses pengerasan ini bertambah sejalan umur campuran.

Agar dapat dipergunakan sebagai bahan konstruksi. Karena mikro beton adalah beton dengan agregat maksimum 4,76 mm, maka mikro beton harus memenuhi spesifikasi yang berlaku pada beton. Mutu dan kualitas beton dapat dilihat / didasarkan pada:

1. Kekuatan tekannya
2. Workabilitas (sifat mudah dikerjakan, yang berkaitan dengan plastitas, mobilitas dan monolitas campuran)

3. Durabilitas (keawetan/ketahanan)
4. Permeabilitas (kerapatan terhadap air)
5. Penyelesaian akhir

3.2 Materi Penyusun Beton

3.2.1 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang mengandung silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982), gips disini berfungsi sebagai penghambat pengikatan antara semen dan air. Semen Portland dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550 °C dan menjadi klinker (Kardiyono, 1992).

Bahan baku pembentuk semen adalah kapur (CaO) dari batu kapur, Silika (SiO_2) dari lempung dan alumina (Al_2O_3) dari lempung (Nawy, 1990).

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

Reaksi kimia antara semen Portland dengan air menghasilkan senyawa kimia yang disertai pelepasan panas. Pelepasan panas ini akan berpengaruh pada kondisi

beton yaitu terhadap penyusutan ketika beton mengeras dan kecenderungan retak pada beton. Reaksi kimia semen dengan air dibedakan menjadi dua, yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Periode pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis ke keadaan pengerasan, sedangkan periode pengerasan merupakan periode penambahan kekuatan setelah proses pengikatan selesai.

Reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air yang ditimbulkan akibat pencampuran semen dengan air menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Menurut Murdock, 1986, ada 4 (empat) oksida utama pada semen akan membentuk senyawa-senyawa kimia yaitu :

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

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

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

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat dibandingkan dengan C_3S . Senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi pada umur beton dari 14 sampai 28 hari dan seterusnya. Semen yang mempunyai Dikalsium Silikat banyak

mempunyai ketahanan terhadap agresi-kimia yang relatif tinggi, penyusutan kering yang relatif rendah.

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

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

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

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

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

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

Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat.

3.2.2 Air

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

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

3.2.3 Udara

Sebagai akibat terjadinya penguapan air secara perlahan-lahan dari campuran beton, mengakibatkan terjadinya rongga-rongga pada beton keras yang dihasilkan. Adanya rongga ini akan memudahkan pengerjaan beton, mengurangi *bleeding*,

segregasi dan mengurangi jumlah pasir yang diperlukan dalam campuran beton. Kandungan udara optimum ini adalah 9 % dari friksi mortar dalam beton.

3.2.4 Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang merupakan bahan pengisi dalam campuran beton. Untuk mendapatkan beton yang mempunyai mutu tinggi, maka sifat-sifat agregat tidak dapat diabaikan, karena agregat menempati proporsi 70-75% pada beton (Nilson dan Winter, 1991). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat. Agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar.

Agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya, seperti dijelaskan sebagai berikut :

1. Agregat normal.
Agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7.
2. Agregat berat.
Agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8.
3. Agregat ringan.
Agregat yang berat jenisnya kurang dari 2.

Agregat dibedakan menurut ukurannya, sebagai berikut ini:

1. Agregat halus.

Agregat yang berukuran lebih kecil dari 4,8 mm, yang sering juga disebut sebagai pasir.

2. Agregat kasar.

Agregat yang berukuran lebih dari 4,8 mm atau sering juga disebut kerikil, batu pecah atau *split*.

Menurut sumbernya, agregat juga dapat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat alami dan agregat buatan.

Pemilihan dan penentuan agregat yang akan digunakan (komposisi, spesifikasi, dan gradasi) merupakan hal terpenting dalam pembuatan beton. Dalam pembuatan beton normal berkualitas baik agregat yang digunakan sedikitnya memiliki dua kelompok ukuran, yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil)

Begitu juga halnya dalam pembuatan beton pasir, agregatnya dikelompokkan paling sedikit dalam dua fraksi. Bila dalam pembuatan beton pasir digunakan agregat yang dikelompokkan dalam dua fraksi, maka fraksi tersebut adalah :

- a. agregat ukuran 0 – 2,40 mm sebagai agregat halus
- b. agregat ukuran 2,40 – 4,80 mm sebagai agregat kasar

Agregat yang baik adalah harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no. 100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton (Nawy,1985)

Dalam PBI 1971 Pasal 3.3 ayat 3 disebutkan bahwa :

”Agregat halus (pasir) tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering) yang dapat diartikan bahwa lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat harus diurai/dicuci”.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton terhadap agregat (Tri Mulyono,2004):

- a. Perbandingan agregat dan semen campuran
- b. Kekuatan agregat
- c. Bentuk dan ukuran
- d. Tekstur permukaan
- e. Gradasi
- f. Reaksi kimia, dan
- g. Ketahanan terhadap panas.

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai persentase berat butir yang tertahan atau lolos saringan standar.

Gradasi agregat untuk campuran beton akan mempengaruhi (Tesis, A.Kadir aboe,1993):

1. Jumlah semen yang dibutuhkan
2. Jumlah air yang diperlukan
3. Pengecoran, pemadatan beton (workabilitas dan segregasi)
4. Penyelesaian akhir beton.
5. Sifat-sifat beton setelah mengeras

Batas-batas gradasi agregat halus (pasir) untuk campuran beton telah ditetapkan oleh *British Standard* untuk agregat dengan ukuran diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, dan 10 mm. Karena agregat maksimum yang digunakan untuk campuran beton pasir adalah 4,80 mm, maka digunakan batasan gradasi agregat halus. Batasan gradasi agregat halus (pasir) dikelompokkan dalam empat zone (daerah) seperti pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Batas Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	1	2	3	4
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono,1996)

Keterangan : Daerah I = pasir kasar

Daerah II = pasir agak kasar

Daerah III = pasir agak halus

Daerah IV = pasir halus

Kekuatan beton yang telah dipadatkan dengan perbandingan air semen tertentu tidak tergantung dari gradasi agregat, tetapi penting pengaruhnya terhadap *workability*. Namun demikian, karena pertumbuhan kekuatan beton dengan perbandingan air semen tertentu dipengaruhi oleh kepadatannya, kepadatan yang baik hanya dapat dicapai dengan campuran yang *workable*. Salah satu faktor utama yang menentukan pada gradasi agregat yang diinginkan adalah luas permukaan agregat, yang menentukan jumlah air yang dibutuhkan untuk membasahi keseluruhan luas

permukaan agregat. Jadi dapat disimpulkan bahwa dengan memperluas gradasi agregat ke arah ukuran maksimum yang lebih besar akan menurunkan kebutuhan air. Sehingga untuk *workability* yang ditentukan, perbandingan air semen dapat diturunkan, dengan demikian kekuatan beton akan naik.

3.2.5 Serat

Serat ini diberikan atau ditambahkan pada campuran adukan beton dengan perbandingan tertentu dan untuk tujuan tertentu. Serat/fiber dengan menggunakan *fiber* lokal. *Fiber* lokal itu sendiri terdiri dari kawat baja, kawat bendrat, dan kawat biasa. Adapun sifat-sifat dari kawat-kawat tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Sifat-sifat berbagai macam kawat yang digunakan sebagai bahan fiber lokal

No	Jenis kawat	Kuat tarik (MPa)	Perpanjangan pada saat putus (%)	Specific gravity
1.	Kawat baja	230.0	10.5	7.77
2.	Kawat bendrat	38.5	5.5	6.68
3.	Kawat biasa	25.0	30.0	7.70

Sumber : Teori Model Struktur dan Teknik Eksperimental (Bambang Suhendro, 2000)

Salah satu bahan tambah yang dipakai pada penelitian ini adalah dengan menambahkan bahan tambah berupa serat kawat bendrat. Dengan maksud

meningkatkan kualitas beton akibat sifat-sifat kurang baik dari beton itu sendiri. Penggunaan serat kawat bendrat pada beton fiber menunjukkan perbaikan yang relatif lebih baik dengan harga yang termurah (Suhendro, 1990)

3.3 Modulus Kehalusan Butir

Modulus kehalusan butir adalah jumlah persentase kumulatif dari butir-butir agregat yang tertahan pada saringan 0,15 – 4,80 mm, hingga ukuran saringan terbesar yang ada, dibagi seratus. Makin tinggi nilai modulus kehalusan butir, menunjukkan makin kasar /makin besar butir-butir agregatnya. Nilai modulus kehalusan butir pasir sekitar 1,5 – 3,8 sedangkan kerikil /batu pecah sekitar 5-8

3.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen merupakan perbandingan antara berat air dengan berat semen. Abrams telah menyimpulkan bahwa pada bahan-bahan beton dan keadaan pengujian tertentu, jumlah air campuran gradasi dari agregat yang dipakai menentukan kekuatan beton, selama campuran cukup plastis dan dapat dikerjakan

Dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semua tujuan, beton yang mempunyai faktor air-semen minimal dan cukup untuk memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan

pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik (Murdock dan Brook, 1986).

Menurut metoda *Dreux*, dalam perencanaan adukan beton untuk memberikan tingkat workabilitas beton didasarkan pada perbandingan antara berat semen dengan berat air. Setelah didapat jumlah semen dan jumlah air yang dibutuhkan, maka dapat ditentukan nilai faktor air semen yang dipakai dalam perencanaan campuran beton.

3.5 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton., hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (workability). Makin tinggi nilai slump berarti semakin cair adukan beton tersebut, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan.

Nilai slump lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, bila nilai slump sama akan tetapi nilai fasnya berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi (Kardiono Tjokrodimulyo, 1992).

3.6 Workability

Newman (1964) mendefinisikan workability sekurang-kurangnya menjadi 3 sifat yang terpisah, yaitu :

- a. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga udara diambil.

- b. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali.
- c. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen dan stabil selama dikerjakan tanpa terjadi pemisahan butiran atau bahan-bahan utamanya.

Jackson dan Dhir (1983), mengemukakan bahwa tingkat *Workability* berdasarkan nilai *slump* terdiri atas *Medium Workability*, *Low Workability*, dan *Very Low Workability*. Tingkat *Workability* dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Tingkat *Workability* Berdasarkan Nilai *Slump*

<i>Slump</i> (mm)	<i>Workability</i>
25-100	<i>Medium</i>
10-50	<i>Low</i>
-	<i>Very Low</i>

Sumber : Jackson dan Dhir (1983)

3.7 *Segregasi*

Segregasi adalah kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan beton tersebut keropos. *Segregasi* disebabkan oleh beberapa hal (Tri Mulyono, 2004):

1. Campuran kurus atau kurang semen

2. Terlalu banyak air
3. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm
4. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan butir agregat, maka semakin mudah terjadi segregasi.

3.8 Bleeding

Bleeding adalah kecenderungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan. Air yang naik pada permukaan akan membawa semen dan butir-butir halus, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*). *Bleeding* dipengaruhi oleh (Tri Mulyono, 2004):

1. Susunan butir agregat

Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil.

2. Banyaknya air

Semakin banyaknya air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya *bleeding*.

3. Kecepatan hidrasi

Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bleeding*.

4. Proses pemadatan

Pemadatan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya *bleeding*.

3.9 Modulus Elastisitas

Menurut Murdock dan Brook (1991), tolok ukur yang umum dari sifat suatu bahan adalah modulus elastis, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan tersebut. Beton merupakan bahan yang bukan benar-benar elastis. Kekuatan yang lebih tinggi biasanya mempunyai harga modulus elastis yang lebih tinggi pula.

Modulus elastisitas dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{F}{\varepsilon} \dots\dots\dots(3.8)$$

dimana : E : modulus elastisitas

F : tekanan/gaya yang diberikan

ε : regangan atau perubahan bentuk per satuan panjang

SK SNI 03-2847-2002 menetapkan untuk nilai berat satuan beton (w_c) diantara 1500 kg/m^3 dan 2500 kg/m^3 , nilai modulus elastisitas beton (E_c) dapat diambil sebesar:

$$E_c = (w_c)^{1,5} 0,043 \sqrt{f'c} \quad (\text{dalam MPa}) \dots\dots\dots(3.9)$$

3.10 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya desak tertentu. Pada umumnya beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat desak yang tinggi. Karena mutu beton hanya ditinjau dari kuat desaknya saja. Umur beton berpengaruh pada kuat desak beton (Kardiyono, 1992).

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain dari perbandingan air-semen dan tingkat pematatannya (Murdock dan Brook, 1986), diantara faktor penting lainnya sebagai berikut :

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.
2. Jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat. Bahwa agregat akan menghasilkan beton, dengan kuat desak maupun kuat tarik yang lebih besar daripada penggunaan krikil halus dari sungai.
3. Efisiensi dari perawatan (curing). Kehilangan kekuatan sampai 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji.
4. Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu pada titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang lama.
5. Umur. Pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan umur. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen.

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

$$\text{Kuat desak beton} \quad f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.10)$$

Dengan : $f'c$ = kuat tekan masing-masing benda uji (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

Nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda, karena beton merupakan material yang heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian. Dari kuat tekan masing-masing benda uji kemudian dihitung kuat tekan beton rata-rata (f'_{cr}) dengan persamaan (Wahyudi dan Rahim, 1997).

$$f'_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} f'c(i)}{N} \dots\dots\dots (3.11)$$

dengan : f'_{cr} = kuat tekan beton rata-rata

f_c = kuat tekan masing-masing benda uji (MPa)

N = jumlah semua benda uji yang diperiksa

3.11 Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton berkisar seperdelapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seper duapuluh sesudahnya (Murdock dan Brook, 1986)

Kelebihan beton yang paling utama adalah kemampuannya mendukung tegangan tekan yang cukup tinggi. Meskipun demikian, beton merupakan bahan yang memiliki sifat getas (*brittle*) dan praktis tidak mampu menahan tegangan tarik. Kuat tarik beton hanya berkisar 9%-15% dari kuat tekannya (Dipohusodo,1994).

Kuat tarik didapatkan dari hasil pengujian, dengan uji pembelahan silinder-silinder oleh suatu desakan kearah diameternya. Secara terperinci cara ini diuraikan pada British Standard – 1881 : 1970 (Murdock dan Brook, 1986), kekuatan tarik dapat dihitung sebagai berikut :

$$f_1 = \frac{2P}{\pi ld} \dots\dots\dots (3.12)$$

dimana, f_1 = Kuat tarik (N/mm²)

P = baban maksimal yang diberikan dalam (N)

l = panjang dari silinder dalam (mm)

d = diameter dalam (mm)

3.12 Kuat lentur Beton

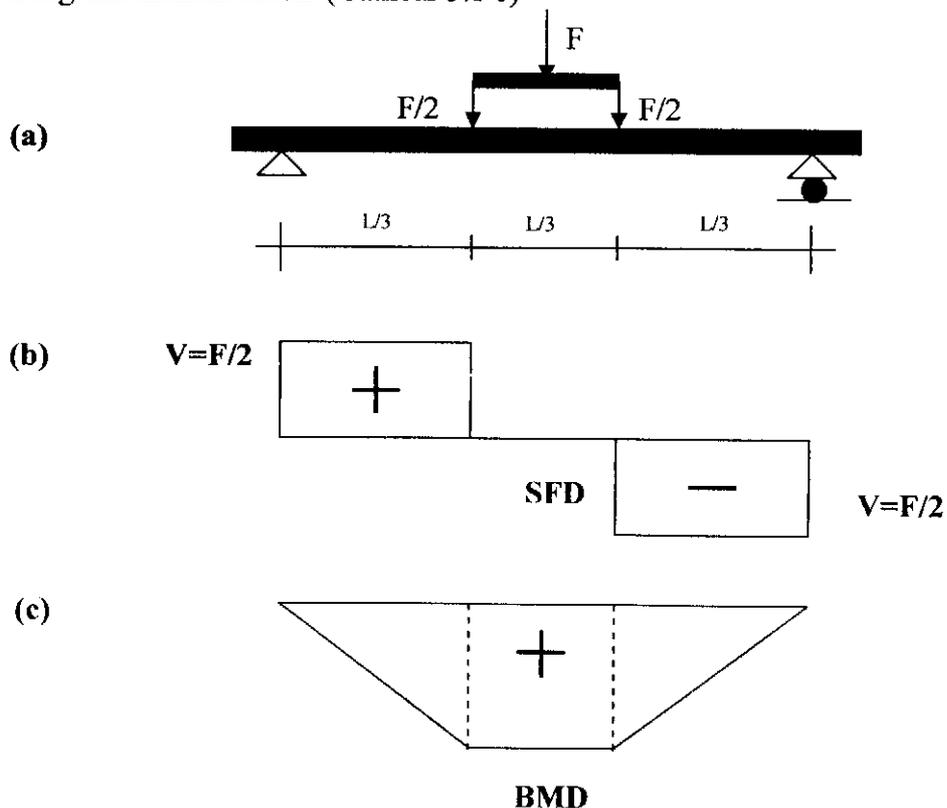
Lentur murni adalah suatu lenturan yang berhubungan dengan sebuah balok dibawah suatu momen lentur (“*bending moment*”) konstan, yang berarti bahwa suatu momen dimana gaya lintang pada titik tersebut sama dengan nol. Definisi dapat dilustrasikan oleh gambar 3.1 sebagai berikut :

1. Sebuah balok sederhana yang dibebani secara sistematis oleh dua buah gaya $\frac{F}{2}$

(Gambar 3.1 a)

2. Gaya lintang (V) yang bersangkutan (Gambar 3.1 b)

3. Diagram momen lentur (Gambar 3.1 c)



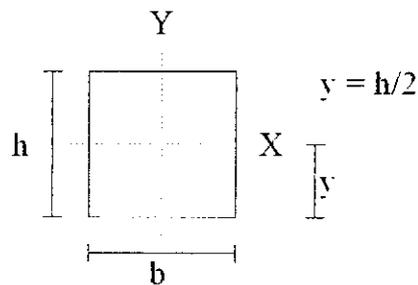
Gambar 3.1 Balok dengan pusat berada dalam keadaan lentur murni

Daerah diantara beban-beban $F/2$ tidak memiliki gaya lintang dan hanya dikenakan suatu momen lentur konstan yang besarnya :

$$M = \frac{F}{2} \cdot \frac{L}{3} \dots\dots\dots (3.13)$$

Karena itu daerah pusat dari balok berada dalam keadaan lentur murni. Daerah-daerah yang panjangnya $L/3$ dari ujung-ujung balok berada dalam keadaan lentur tidak menurun karena terdapat gaya-gaya lintang. Besarnya momen lentur (M) tergantung jaraknya dari tumpuan.

Tegangan lentur dalam balok berhubungan dengan momen lentur (M) dan momen inersia (I) dari tampang balok.



Gambar 3.2 Bentuk penampang balok

Dan nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\sigma_{lt} = M \cdot y / I \dots\dots\dots (3.14)$$

dimana : $I = (1/12) b \cdot h^3 \dots\dots\dots (3.15)$

dengan substitusi persamaan dan kedalam persamaan didapat :

$$\sigma_{lt} = \frac{(F/2)(L/3)(h/2)}{(1/12)bh^3} \dots\dots\dots (3.16)$$

$$\sigma_{lt} = \frac{F.L}{b.h^2} \dots\dots\dots (3.17)$$

dengan :

σ_{lt} = Kuat lentur

F = beban (gaya)

L = jarak antara tumpuan

b = lebar tampang balok

h = tinggi tampang balok

y = Jarak Garis netral Ke titik yang di tinjau

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan Penelitian

4.1.1 Semen

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah *portland cement* tipe I dengan merk Semen Gresik kemasan 50 Kg. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap kemasan kantong tertutup rapat, bahan butirannya halus serta tidak terjadi penggumpalan.

4.1.2 Agregat

Pada penelitian ini agregat yang digunakan adalah agregat halus (pasir) yang berasal dari Kali Boyong Merapi, Kaliurang, Sleman, Yogyakarta.

Adapun proporsi agregat terdiri atas :

1. Agregat Halus adalah pasir dengan ukuran butir $\leq 2,40$ mm,
dan
2. Agregat Kasar adalah pasir dengan ukuran butir $> 2,40$ dan $\leq 4,80$ mm.

4.1.3 Air

Air yang digunakan diambil dari laboratorium bahan konstruksi Teknik Jurusan Teknik sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Pemeriksaan hanya dilakukan secara visual dari penampakannya yaitu jernih, tidak berbau, serta dapat digunakan sebagai air minum.

4.1.4 Serat

Serat yang digunakan adalah serat kawat bendrat dengan diameter sekitar $\pm 1,00$ mm dan panjang ± 60 mm berbentuk S.

4.2 Peralatan penelitian

4.2.1 Alat pemotong

Alat pemotong digunakan untuk membuat batangan kawat bendrat menjadi potongan-potongan sesuai dengan ukuran yang kita kehendaki.

4.2.2 Saringan/Ayakan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Saringan ini dipakai untuk memperoleh diameter agregat yang diinginkan. Saringan/ayakan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari :

1. Saringan/ayakan diameter 4,80 mm, dan
2. Saringan/ayakan diameter 2,40 mm.

4.2.3 Timbangan dan Ember

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan-bahan yang akan digunakan, sedangkan ember digunakan sebagai tempat bahan-bahan yang akan ditimbang.

4.2.4 Mistar dan Kaliper

Mistar dan kaliper digunakan untuk mengukur dimensi benda uji yang akan diteliti dan untuk mengukur pada pengujian nilai *slump*.

4.2.5 Mesin Pengaduk

Mesin pengaduk (*mixer*) digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton, sehingga dapat diperoleh campuran beton yang homogen.

4.2.6 Cetok dan Talam baja

Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan, sedangkan talam baja digunakan untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk.

4.2.7 Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk

Kerucut Abrams digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan atau *slump* dari adukan beton. Kerucut abrams mempunyai dimensi bagian atas diameter 10 cm, dimeter bawah 20 cm, dan

tinggi 30 cm. Sedangkan baja Penumbuk digunakan untuk menumbuk adukan yang telah dimasukkan kedalam cetakan.

4.2.8 Mesin Uji Tekan dan Tarik Beton

Mesin dengan merek *Control* ini digunakan untuk menguji kuat tekan yang berupa benda uji selinder. Cara pengujian kuat tekan dilakukan dengan meletakkan selinder secara vertikal dan kemudian ditekan dari atas, luas bidang tekan adalah luas alas selinder tersebut. Adapun cara pengujian untuk kuat tarik adalah dengan merebahkan benda uji selinder sehingga bidang kontak ada pada sisi-sisi selimut selinder tersebut. Kapasitas maksimum mesin uji adalah sebesar 2000 kN.

4.2.9 Mesin Uji Lentur Beton

Mesin dengan merek *Shimidzu* ini merupakan rangkaian dari mesin uji tekan beton, namun alat ini secara khusus telah dilengkapi dengan beban titik (dalam penelitian ini digunakan dua buah beban titik) dan dua tumpuan. Benda uji balok beton diletakkan pada titik tumpu dengan jarak 40 cm kemudian dikenakan beban dari atas membagi tepat menjadi 3 bagian sepanjang bidang tumpu sehingga pada bidang antara dua titik beban merupakan daerah momen maksimum.



4.3 Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar pelaksanaan penelitian ini terdiri atas tahapan sebagai berikut :

4.3.1 Tahapan Persiapan bahan

Pada penelitian ini persiapan bahan dimulai dengan pemilihan agregat yang akan dipakai. Agregat yang dipakai adalah yang lolos saringan 4,80 mm. Pemilihan agregat dilakukan dengan cara memisahkan pasir yang lolos saringan 2,40 mm dan tertahan saringan 2,40 mm. Kemudian dilanjutkan pemeriksaan terhadap agregat yang meliputi:

1. Pemeriksaan Kadar Lumpur.

Sampel agregat yang akan di uji diambil seberat 500 gr, lalu dibersihkan dengan air, dengan menggunakan saringan no.200 sampai air di wadah kelihatan bening. Kemudian sampel agregat dimasukkan ke dalam oven dan didiamkan selama 24 jam. Setelah itu ditimbang berat agregat yang telah dioven.

Dari hasil pemeriksaan diperoleh kandungan lumpur :

a. untuk pasir halus (pasir) = 3,2 %

b. untuk pasir kasar (kerikil) = 4,2 %

Berarti agregat yang akan digunakan sudah memenuhi syarat agregat untuk pekerjaan beton baik menurut PBI-

1971. Untuk itu agregat yang dipakai dalam penelitian ini tidak perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2. Analisa Saringan dan Modulus Kehalusan.

Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butir (gradasi) halus dengan menggunakan saringan yang tersedia. Gradasi dan Modulus Kehalusan dipergunakan untuk menentukan komposisi material pembentuk beton.

Dari hasil analisa saringan diperoleh Modulus Kehalusan Butir $M_f = 2,542$ berarti termasuk pasir agak kasar.

3. Penentuan *Spesific Gravity* (berat jenis)

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Berat jenis agregat mempunyai hubungan dengan daya serap air dalam agregat, bila semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air dalam agregat tersebut.

Dari hasil pemeriksaan diperoleh berat jenis jenuh kering muka pasir atau SSD untuk pasir halus adalah 2,65 gr/cm dan 2,70 gr/cm untuk pasir kasar.

Tahapan selanjutnya dalam penelitian ini adalah pemotongan kawat bendrat dengan ukuran diameter $\pm 1,0$ mm sepanjang ± 6 cm berbentuk S, sebanyak yang dibutuhkan.

4.3.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Adapun langkah-langkah pembuatan beton atau proses pengadukan beton (*mix design*) dan perawatan beton dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masukkan agregat kasar dan agregat halus, dalam penelitian ini agregat kasar adalah pasir kasar dengan ukuran agregat $> 2,40$ mm dan $< 4,80$ mm, Sedangkan agregat halus yang digunakan adalah pasir halus dengan ukuran agregat $\leq 2,40$ mm, kemudian molen di jalankan,
2. Masukkan semen, kemudian molen di jalankan
3. Setelah agregat dan semen telah terlihat bercampur (*homogen*), Setelah semen, agregat, dan serat benar-benar bercampur (*homogen*), masukan air dan molen di jalankan, kemudian masukkan serat kawat bendrat dengan tangan secara perlahan-lahan dan hati-hati agar tidak terjadi penggumpalan atau (*balling effect*), kemudian molen di jalankan,
4. Setelah semua bahan penyusun beton telah terlihat bercampur (*homogen*), adukan di uji nilai *slump*. Dalam penelitian ini nilai

slump yang di ambil sebesar 12 cm, namun pada hasil pengujian nilai *slump* yang di peroleh sebesar 5 cm.

5. Kemudian adukan beton siap dimasukan ke dalam cetakan silinder dan balok dengan cara di tusuk-tusuk dan silinder/balok dipukul dengan palu karet, agar beton benar-benar padat dan tidak terjadi keropos pada beton,
6. Setelah 24 jam dalam cetakan, silinder dan balok beton dikeluarkan dari dalam cetakan untuk kemudian direndam selama 28 hari. Setelah direndam selama 28 hari, beton dikeluarkan dari tempat perendaman dan dibiarkan di tempat terbuka selama 24 jam sebelum diuji.

Pembuatan benda uji terdiri atas 5 variasi penambahan serat kawat bendrat yaitu 0%; 0,5%; 1%; dan 1,5% terhadap volume beton. Tiap variasi digunakan 11 buah benda uji yang terdiri atas:

1. 5 buah benda uji tekan dengan selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm,
2. 3 buah benda uji tarik dengan selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dan
3. 3 buah benda uji lentur dengan balok 10 x 10 x 50 (cm)

4.3.3 Pelaksanaan Pengujian

Pada tahap pengujian ini benda uji sebelum dilakukan pengujian ditimbang dan diukur dimensinya, kemudian semua data yang menyangkut benda uji dicatat dalam formulir yang telah disediakan. Pengujian dilakukan dalam tiga tahapan yaitu:

1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji selinder beton. Benda uji ditekan dengan menggunakan mesin uji tekan (*compressed testing machine*) dengan kecepatan 265 kN/menit untuk benda uji selinder.

2. Pengujian Kuat Tarik

Untuk pengujian kuat tarik dilakukan dengan menggunakan uji belah selinder (*tensile splitting cylinder test*). Benda uji selinder diletakkan pada alat uji dalam posisi rebah. Beban vertikal diberikan sepanjang selimut selinder berangsur-angsur dinaikan pembebanannya dengan kecepatan 265 kN/menit hingga dicapai nilai maksimum dan selinder terbelah oleh karena beban tarik horizontal.

3. Pengujian Kuat Lentur

Benda uji yang dipakai adalah sebuah balok yang memiliki dimensi 10x10x50 (cm). Balok diletakkan diatas dua tumpuan dimana jarak antar tumpuan sepanjang 40 cm. Diantara dua tumpuan tersebut dikenakan dua beban setempat sehingga seolah-olah balok terbagi menjadi 3 bagian yang sama panjang. Beban dinaikkan dengan kecepatan 2000 N/menit. Beban maksimum yang terjadi digunakan sebagai dasar perhitungan kuat lenturnya.

4.4.4 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran adukan beton dalam penelitian ini menggunakan metoda *Dreux*.

Urutan perhitungan campuran beton adalah sebagai berikut :

- 1 Menghitung perbandingan berat semen dengan air.

Berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari .

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c [C/E - 0,5] \dots\dots\dots(4.1)$$

dimana :

σ_{28} = kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari

σ_c = kekuatan tekan semen

G = faktor granular

C = berat semen per- m^3

E = berat air per- m^3

Dalam penelitian ini, perencanaan campuran mikro beton didasarkan pada :

$$- \sigma_{28} = 250 \text{ kg/cm}^2 \text{ (silinder)}$$

$$- \sigma_c = 500 \text{ kg/cm}^2$$

Faktor granular diklasifikasikan menurut kualitas butiran dan diameter maksimum butiran, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1. Pada penelitian ini diambil nilai faktor granular (G) = 0,45 yaitu dengan memperhatikan kualitas butiran normal dan ukuran agregat maksimum ($D < 16 \text{ mm}$)

Tabel 4.1 Faktor Granular Butiran

Kualitas butiran	Ukuran Agregat D (mm)		
	Halus	Sedang	Kasar
	$D < 16$	$25 < D < 40$	$D > 63$
Baik sekali	0,55	0,60	0,65
Normal	0,45	0,50	0,55
Dapat dipakai	0,35	0,40	0,45

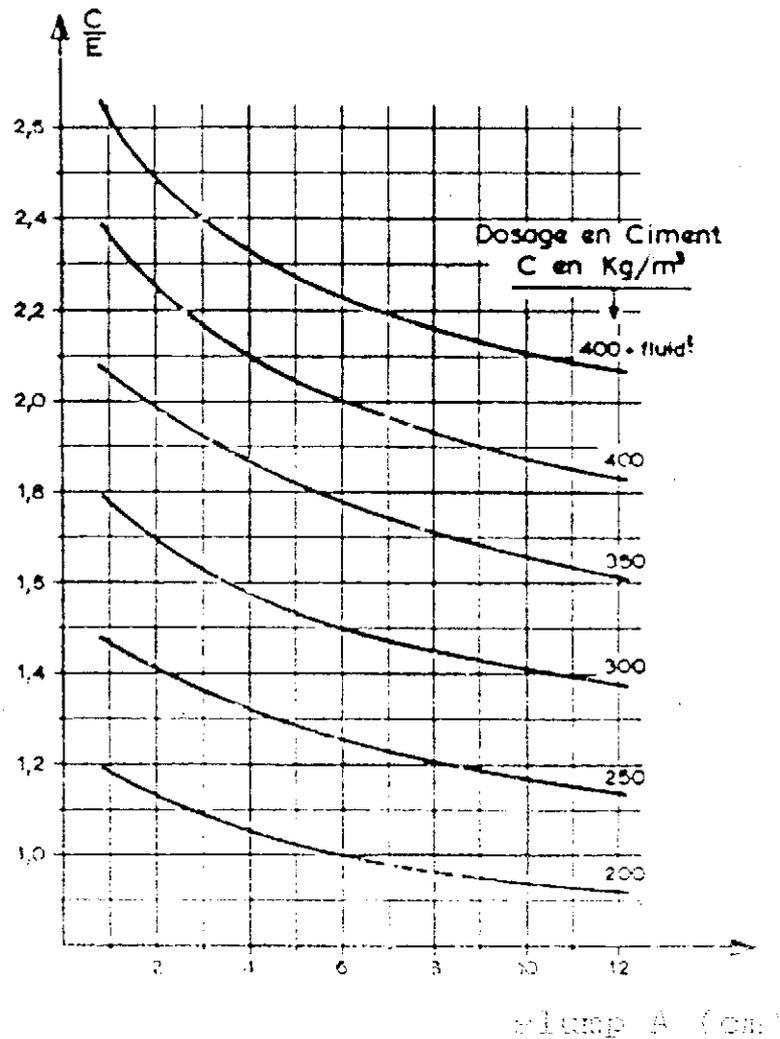
Sehingga diperoleh hubungan antara semen dan air dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c [C/E - 0,5]$$

$$250 = 0,45 \cdot 500 [C/E - 0,5]$$

$$C/E = 1,61$$

2. Menentukan berat semen dari grafik Nilai *Slump* dan C/E. Pada penelitian ini dipakai nilai slump = 12 cm



Gambar 4.1: Kurva hubungan antara perbandingan jumlah semen dengan air (C/E) dan nilai Slump (A)

Dari gambar 4.1, didapat jumlah semen per- m^3 beton pasir :

$$C = 350 \text{ kg}$$

3. Menghitung berat air

$$\text{Berat air (E)} = \text{Berat semen} / (C/E)$$

Sehingga kebutuhan air per- m^3 beton pasir :

$$E = 350/1,61 = 217,39 \text{ liter}$$

Berat air tersebut harus dikoreksi, besar koreksi harus disesuaikan dengan diameter maksimum agregat yang digunakan. Hubungan koreksi air dan diameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Koreksi Kadar Air

D (mm)	5	10	16	25	40	63	100
Koreksi (%)	+15	+9	+4	0	-4	-8	-12

karena ukuran maksimum agregat yang digunakan $4,80 \text{ mm} \cong 5 \text{ mm}$, maka jumlah air dikoreksi dengan ditambah 15%, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} E (\text{terkoreksi}) &= 217,39 + (15\% \cdot 217,39) \\ &= 249,9985 \text{ liter} \approx 250 \text{ liter} \end{aligned}$$

Setelah jumlah air dikoreksi sesuai dengan maksimum agregat yang dipakai, secara otomatis jumlah semen yang dibutuhkan dalam campuran beton berubah menjadi :

$$\begin{aligned} C (\text{terkoreksi}) &= E (\text{terkoreksi}) \cdot 1,61 \\ &= 250 \cdot 1,61 \\ &= 402,497 \text{ kg} \approx 402,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

atau, $C (\text{terkoreksi}) = 350 + (15\% \cdot 350)$

$$C (\text{terkoreksi}) = 402,5 \text{ kg}$$

4. Menentukan perbandingan antara butiran halus (pasir) dan butiran kasar (kerikil atau batu pecah).

Secara umum bentuk kurva distribusi butiran agregat (kurva gradasi) berupa garis cembung, sedang campuran agregat untuk beton, yang merupakan gabungan antara agregat kasar dan agregat halus haruslah berupa garis cekung. Karena itu terlebih dahulu harus dicari kurva patokan (" reference curve"), yang sedapat mungkin harus didekati oleh granulometri gabungan antara kedua agregat. Kurva patokan berupa kurva bilinear dengan titik patah A (x , y)

Agregat halus (pasir) yang digunakan untuk campuran beton pasir dalam penelitian ini, dikelompokkan dua fraksi, yaitu :

- pasir halus : ukuran butir 0 – 2,40 mm
- pasir kasar : ukuran butir 2,40 – 4,80 mm

Sedang komposisi pasir halus dan pasir kasar ditentukan berdasarkan koordinat titik patah A (x ; y) dari kurva patokan.

Absis dan koordinat titik patah menurut Dreux ditentukan seperti berikut.

- Absis x berdasarkan ukuran maksimum butiran (D mm)
 - jika $D \leq 25$ mm, maka $x = D / 2$(3.18)
 - jika $D > 25$ mm, maka $x = (D - 5) / 2$ (3.19)
- Ordinat y dipengaruhi oleh ukuran maksimum agregat (D), jumlah semen per- m^3 beton, jenis agregat dan cara pemadatannya (K), dan

Modulus kehalusan butir agregat halus (K_s), seperti ketentuan dibawah ini :

$$y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s \dots \dots \dots (3.20)$$

Tabel 4.3 Harga-harga K, K_s , K_p

Pemadatan		Lemah		Normal		Kuat	
		alam	Pecah	alam	pecah	alam	pecah
Dosis Semen kg/m ³ beton	400+fluid	-2	0	-4	-2	-6	-4
	400	0	+2	-2	0	-4	-2
	350	+2	+4	0	+2	-2	0
	300	+4	+6	+2	+4	0	+2
	250	+6	+8	+4	+6	+2	+4
	200	+8	+10	+6	+8	+4	+6
Koreksi K_s : jika $M_f \neq 2,50 \rightarrow K_s = 6 M_f - 15$							
Koreksi K_p : untuk beton yang dipompa $\rightarrow K_p = +5 @ +10$							

Maka : - Absis : $x = 4,80 / 2 = 2,4$

- ordinat : $y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s ; K = -2,$

$$M_f = 2,542$$

$$K_s = 6.(2,542) - 15 = 0,252$$

$$y = 50 - \sqrt{4,80} - 2 + 0,252$$

$$= 48,25 \approx 48$$

- koordinat titik patah : A (2,4 ; 48)

diperoleh komposisi :

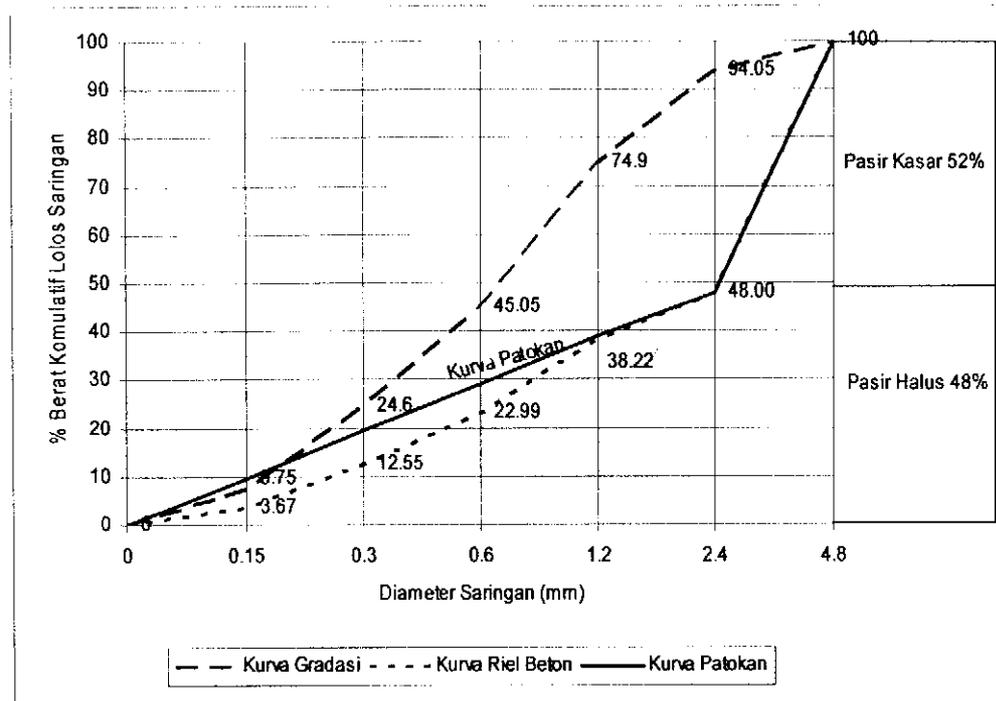
- pasir halus (0 – 2,4 mm) : 48 %
- pasir kasar (2,4 – 4,80 mm) : 52 %

Dengan menggunakan hasil analisa saringan (kurva gradasi) seperti pada

Tabel 4.4. dapat digambarkan kurva riel.

Tabel 4.4 Distribusi Butiran Agregat untuk Beton Pasir

Pasir	Lubang Saringan (mm)	Tertahan			% Lolos Pasir halus	% Lolos Pasir Gab.	% Kumulatif Lolos Pasir Gab
		Berat (gram)	% pasir	%pasir halus			
Halus 48%	Wadah	144	7.65	7.65			
	0,15	348	18.50	18.50	7.65	3.67	3.67
	0,30	409	21.74	21.74	18.5	8.88	12.55
	0,60	597	31.74	31.74	21.74	10.43	22.98
	1,20	383	20.36	20.36	31.73	15.23	38.22
	2,40				20.36	9.77	48
	Jumlah Pasir halus	1881		100			
Kasar 52%	2.4	119	5.95			55	100
	4.8						
Jumlah		2000	100			100	



Gambar 4.2 Kurva Gradasi Agregat, Kurva Patokan, Kurva Riel Beton Pasir

Tabel 4.5 Klasifikasi Plastisitas Beton

Plastisitas Beton	Slump	Pemadatan
Sangat Kental	0 – 20	Penggetaran sangat kuat
Kental	30 – 50	Penggetaran yang baik
Plastis	60 – 90	Penggetaran normal
Lembek	100 – 120	Tusukan
Encer	≥ 140	Tusukan lemah

Tabel 4.6 Koefisien Kekompakan Beton (γ)

Kekentalan beton	Cara pemadatan	Koefisien Kekompakan (γ)						
		D=5	D=10	D=16	D=25	D=40	D=63	D=100
Lembek	Tusukan	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	P. lemah	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815	0,820	0,825
	P. normal	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
Plastis	Tusukan	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	P. lemah	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825	0,830	0,835
	P. normal	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830	0,835	0,840
	P. kuat	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
Kental	P. lemah	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	P. normal	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	P. kuat	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

- Harga-harga γ diatas berlaku untuk butiran alam, jika tidak harga γ dikoreksi:
 - 0,01 untuk pasir alam + batu pecah
 - 0,03 untuk butiran dari batu pecah
- Untuk butiran ringan, harga γ dikurangi dengan 0,03
- Untuk $C \neq 350 \text{ kg/m}^3$, harga γ dikoreksi dengan :
 $(C - 350) / 5000$

Dari uraian diatas, telah diketahui jumlah semen dan air untuk setiap m^3 beton pasir, sedang untuk agregat baru diperoleh persentase untuk setiap fraksi. Jumlah agregat ditentukan berdasarkan koefisien kekompakan (γ), yaitu koefisien yang menyatakan volume absolut beton yang terisi material padat (semen dan agregat), pada Tabel 4.5

Koefisien kekompakan tergantung plastisitas beton, pada Tabel 4.6, cara pemadatan dan ukuran maksimum agregat,

Pada penelitian ini dipilih:

Beton Plastis	}	Koefisien kekompakan $\gamma = 0,770$
Pemadatan normal		
D = 4,80 mm \approx 5 mm		

Untuk $C \neq 350 \text{ kg/m}^3$, nilai γ dikoreksi :

$$C = (402,5 - 350) / 5000 = 0,0105$$

$$\text{Jadi, } \gamma = 0,770 - 0,0105 = 0,7595$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Absolut} &= 1000 \cdot \gamma \\ &= 1000 \cdot 0,770 \\ &= 770 \text{ liter/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

$$\text{Volume Absolut Semen} = \frac{402,5}{3,1} = 129,83 \text{ liter}$$

$$\text{Volume Absolut Pasir} = 770 - 129,83 = 650,17$$

$$\text{Volume Absolut Pasir Kasar} = 52\% \cdot 650,17 = 338,1 \approx 338 \text{ liter}$$

$$\text{Volume Absolut Pasir Halus} = 48\% \cdot 650,17 = 312,1 \approx 312 \text{ liter}$$

Sehingga diperoleh komposisi campuran untuk 1 m^3 beton pasir :

$$\text{Berat Semen} = 402,5 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Air} = 250 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Pasir Halus} = 312 \cdot 2,65 = 826,8 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Pasir Kasar} = 338 \cdot 2,70 = \underline{912,6} \text{ kg}$$

$$\text{Berat Beton} = 2391,9 \text{ kg}$$

Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 silinder adalah sebagai berikut :

Untuk silinder $\Phi 15 \text{ cm}$ dan tinggi 30 cm , maka volumenya yaitu :

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

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

$$\begin{aligned} \text{Jumlah silinder dalam } 1\text{m}^3 &= \frac{1\text{m}^3}{\text{vol.Silinder}} = \frac{1}{0,005301} \\ &= 188,6792 \text{ buah} \end{aligned}$$

Misal :

$$\text{Kebutuhan semen 1 silinder} = \frac{402,5}{188,6792} = 2,13 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 silinder :

Semen	=	2,13	kg
Air	=	1,33	kg
Pasir Halus	=	4,38	kg
Pasir Kasar	=	4,83	kg
Berat beton	=	<u>12,67</u>	kg

Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 balok adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 balok} &= p \times l \times t \\ &= 50 \times 10 \times 10 \\ &= 5000 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Vol. 1 balok dalam m}^3 = 0,005 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah balok dalam } 1 \text{ m}^3 = \frac{1\text{m}^3}{\text{vol.balok}} = \frac{1}{0,005} = 200 \text{ buah}$$

Misal :

$$\text{Kebutuhan semen 1 balok} = \frac{402,5}{200} = 2,0125 \text{ kg} \approx 2,01 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 balok :

Semen = 2,01 kg

Air = 1,25 kg

Pasir Halus = 4,13 kg

Pasir Kasar = 4,56 kg

Berat beton = 11,95 kg

Kebutuhan Serat

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton tiap 1 m³ dapat dilihat pada

Tabel 4.7

Tabel 4.7 Komposisi serat dari berat beton tiap 1 m³

NO	Persentase serat (%)	Berat serat (kg)
1	0	0
2	0,5	11,95
3	1,0	23,91
4	1,5	35,87

Adapun perhitungan kebutuhan serat dalam 1 silinder adalah sebagai berikut :

Misal :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan serat 1 silinder} &= \frac{1,5}{100} = 0,015 \\
 &= 0,015 \times 12,67 \text{ kg} \\
 &= 0,19 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton untuk 1 silinder beton dapat dilihat pada Tabel 4.8

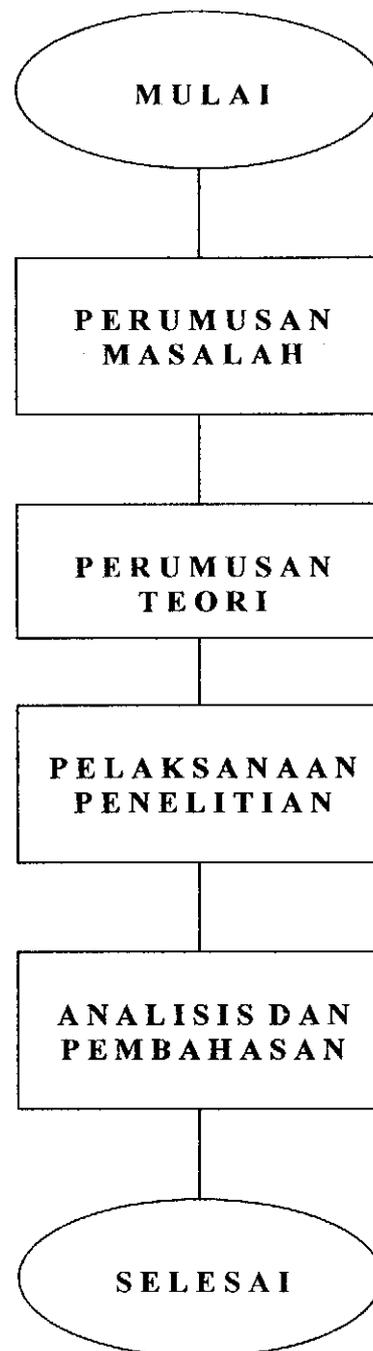
Tabel 4.8 Komposisi serat dari berat beton untuk 1 silinder beton

NO	Persentase serat (%)	Berat serat (kg)
1	0	0
2	0,5	0,06
3	1,0	0,12
4	1,5	0,19

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton untuk 1 balok dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Komposisi serat dari berat beton untuk 1 balok

NO	Komposisi serat (%)	Berat serat (kg)
1	0	0
2	0,5	0,05
3	1,0	0,11
4	1,5	0,17



Gambar 4.3 FLOW CHART PENELITIAN

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian *Slump*

Dalam proses pengerjaan beton dipengaruhi oleh jumlah air yang dipakai dalam adukan beton, semakin banyak jumlah air yang digunakan maka semakin mudah pengerjaan beton. Tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*) dapat diketahui dari pengujian *slump*. Dalam penelitian ini nilai *slump* yang direncanakan adalah sebesar ± 12 cm, namun dari hasil pengujian nilai *slump* pada penelitian ini diperoleh nilai *slump* sebesar 5 cm. Dengan demikian, nilai *slump* yang direncanakan pada penelitian ini tidak terpenuhi.

Untuk Memenuhi Nilai *slump & workability* dalam satu adukan, pada penelitian ini kami melakukan penambahan air sebesar 300 ml untuk setiap adukannya, dan pada setiap adukan lainnya diadakan penambahan air dengan berat yang sama pula, dengan maksud dasar agar nilai *fas* tetap. Penambahan air pada pengujian ini tidak mengakibatkan terjadinya *bleeding* dan *seagresi*. Seiring dengan naiknya nilai *slump*, maka tingkat *workability* juga akan menjadi meningkat pula. Dengan demikian, kekhawatiran terhadap menurunnya tingkat *workability* secara drastis pada penambahan volume fraksi *fiber* maksimal ($V_f = 1,5\%$) dalam penelitian ini dapat teratasi. Dengan kata lain, masalah *workability* akibat penambahan *fiber* dalam adukan beton pasir sudah diperhatikan. Berikut

dapat dilihat pada Tabel 5.1 hasil pengujian nilai *slump* setelah dilakukan penambahan air dan akibat penambahan *fiber* dalam adukan beton.

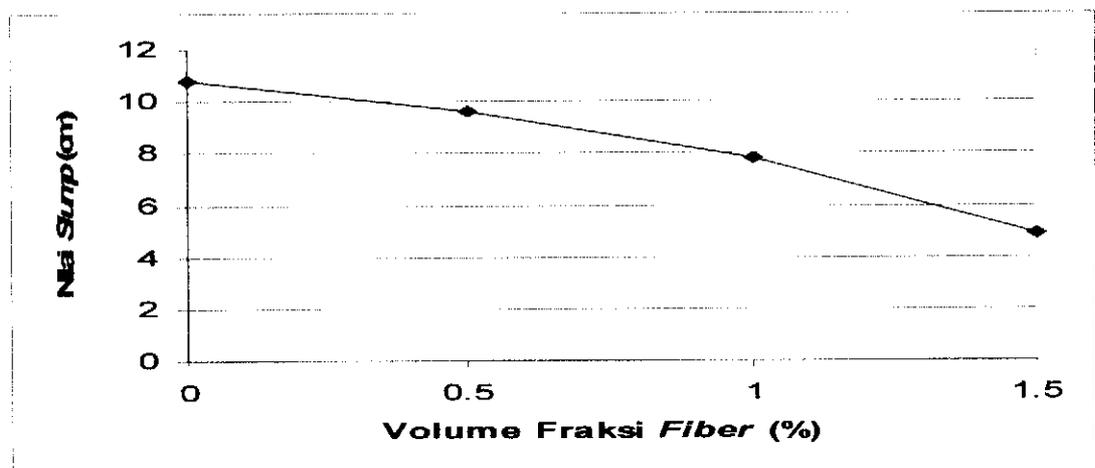
Tabel 5.1 Nilai *Slump* Adukan Beton Pasir dan Akibat Penambahan *Fiber*

No	Kode Benda Uji	Variasi Serat	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	BP-0%	0%	10,8
2	BPBS-0,5%	0,5%	9,6
3	BPBS-1,0%	1,0%	7,8
4	BPBS-1,5%	1,5%	4,9

Keterangan:

BP : Beton Pasir

BPBS : Beton Pasir Bendrat Bentuk S



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Antara Slump Dan Penambahan Fiber

Dari tabel 5.1 & Gambar 5.1 dapat dilihat terjadi penurunan nilai *slump* akibat penambahan *fiber* dalam adukan beton pasir, seiring dengan meningkatnya volume fraksi *fiber*.

Pada penelitian ini, *fiber* yang digunakan berbentuk S memiliki panjang 60 mm dan diameter 1 mm, maka diperoleh aspek rasio *fiber* (l_f/d_f) sebesar 60. Dengan demikian, menunjukkan bahwa aspek rasio *fiber* lebih kecil dari 100 ($l_f/d_f < 100$) dan menunjukkan juga bahwa aspek rasio *fiber* lebih besar dari 50 ($l_f/d_f > 50$). Dengan kata lain, aspek rasio *fiber* dalam penelitian ini berada di dalam batas aspek rasio rendah dan batas aspek rasio tinggi atau dapat ditulis ($50 < 60 < 100$). Jadi, dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak terjadi penggumpalan (*balling effect*), sehingga memudahkan *fiber* untuk disebarkan secara merata dalam adukan beton dan akan terjadi ikatan yang baik dengan betonnya. Dari hasil pemeriksaan terhadap permukaan benda-benda uji yang pecah dapat diamati bahwa penyebaran *fiber* dapat dikatakan sudah cukup merata di dalam beton. Hal ini membuktikan bahwa masalah *fiber dispersion*, yang menyangkut teknik pencampuran *fiber* ke dalam adukan sudah dilakukan dengan benar.

Penurunan diameter agregat yang dipakai juga berpengaruh terhadap kelecakan adukan. Pada penelitian ini, penggunaan diameter agregat maksimum 5 mm diharapkan akan terjadi peningkatan kelecakan, sehingga memungkinkan beton untuk masih dapat diaduk dan dengan penggunaan *fiber* beraspect rasio 60 masih jauh dari batas kritis (100), diharapkan tidak terjadi penggumpalan (*balling effect*), sehingga masih mudah untuk disebarkan secara merata oleh alat pengaduk. Selain itu, peningkatan konsentrasi *fiber* dalam adukan beton juga akan mengakibatkan adukan beton menjadi makin sulit untuk diaduk. Dengan

demikian, dalam penelitian ini dapat diperkirakan konsentrasi *fiber* yang masih dapat diaduk akibat dari peningkatan konsentrasi *fiber*.

Perkiraan konsentrasi serat yang mengakibatkan adukan beton serat menjadi sulit diaduk:

$$\begin{aligned} PW_{\text{crit}} &= 75 \cdot \frac{\pi \cdot \gamma_f}{\gamma_c} \cdot \frac{d}{l} \cdot K \\ &= 75 \cdot \frac{\pi \cdot 6,68}{2,5} \cdot \frac{1,0}{60} \cdot K \\ &= 10,4929 K \end{aligned}$$

dimana:

$$\begin{aligned} K &= \frac{W_m}{W_m + W_a} \\ &= \frac{9,936 + 7,192 + 19,824}{20,544 + 9,936 + 7,192 + 19,824} \\ &= 0,6427 \end{aligned}$$

sehingga $PW_{\text{crit}} = 10,4929 \times 0,6427$

$= 6,7437 \%$ (setiap adukan beton)

Total berat adukan beton untuk setiap adukan dengan menggunakan benda uji silinder adalah 57,888 kg (1,20 x 12,06 kg x 4 silinder), sehingga berat kandungan *fiber* kritis setiap adukannya adalah sebesar:

$$\begin{aligned} W_{\text{fiber}} &= 6,7437 \% \times 57,888 \text{ kg} \\ &= 3,9037 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan *fiber* sebesar 1,5% dari adukan beton atau seberat 0,86832 kg (1,5% x 57,888 kg) masih cukup jauh dari batas kritis kemudahan dalam proses pengadukan beton

5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan pada penelitian ini tidak memenuhi yang direncanakan, hal ini disebabkan oleh penambahan air dengan tujuan untuk menaikkan nilai *slump* sesuai yang direncanakan, sehingga memudahkan dalam proses pengerjaan/pemadatan beton.

Contoh penghitungan untuk mencari kuat tekan benda uji beton silinder Dari data pengamatan dan pengujian benda uji BP-0%-1 (Beton Pasir) didapat:

$$P = 310,65 \text{ KN} = 31666,6669 \text{ Kg}$$

$$d = 15 \text{ cm}$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= 176,7145 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 F'c &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{31666,6669}{176,7145} \\
 &= 179,2876 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tekan beton masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tekan betonnya. Hal tersebut diulang untuk setiap variabel benda uji.

Adapun contoh penghitungan untuk persentase penambahan kuat tekan dengan penambahan serat terhadap beton pasir sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 5.2 didapat:

Dari Tabel 5.2 didapatkan data:

Kuat tekan beton pasir = 17,7717 MPa

Kuat tekan beton pasir *fiber* 0,5% = 20,8007 MPa

$$\begin{aligned}
 \text{Penambahan Kuat tekan} &= \frac{(20,8007 - 17,7717)}{17,7717} \times 100 \% \\
 &= 17,04 \%
 \end{aligned}$$

Demikian seterusnya untuk variabel yang berbeda dengan pengurang dan pembagi tetap yaitu kuat tekan beton pasirmya.

Tabel 5.2 Hasil pengujian kuat tekan beton

No	Kode Benda Uji	Variasi Penambahan <i>fiber</i>	Kuat tekan (MPa)	Perubahan (%)
1	BP-0%	0	17,7717	0
2	BPBS-0,5%	0,5%	20,8007	17,04
3	BPBS-1,0%	1,0%	22,4120	26,11
4	BPBS-1,5%	1,5%	24,0427	35,28

Keterangan:

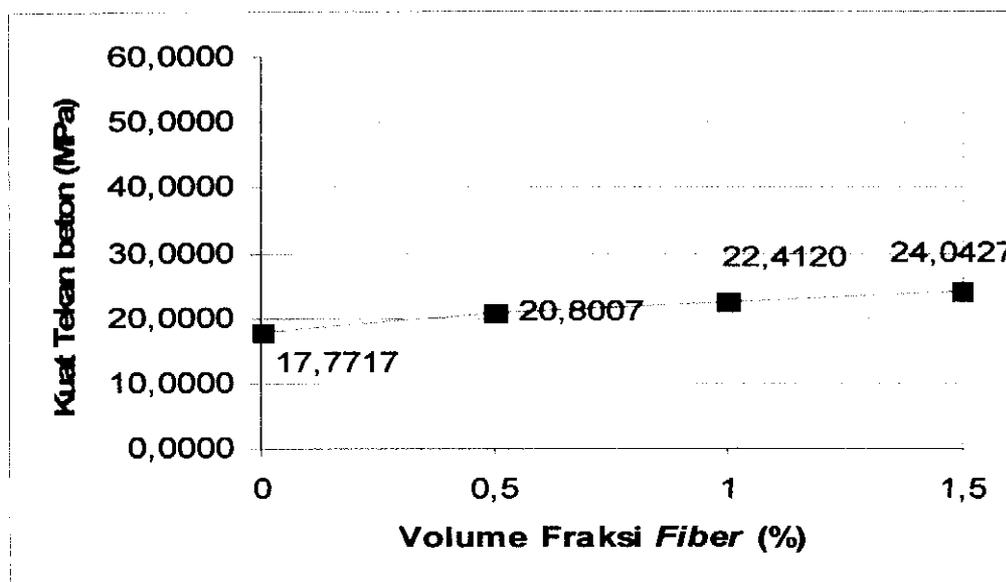
BP : Beton Pasir

BPBS : Beton Pasir Bendrat Bentuk S

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa dengan penambahan *fiber* kawat bendrat akan meningkatkan kuat tekan beton tersebut, kawat bendrat berbentuk S yang dicampurkan kedalam adukan beton juga memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton karena kawat bendrat berbentuk S memiliki penjangkaran yang lebih baik.

Dari hasil penelitian dengan menggunakan kawat bendrat Berbentuk S sebagai serat dengan volume serat 1,5%, terjadi peningkatan kuat tekan. Peningkatan terbesar dicapai pada penambahan *fiber* sebesar 1,5 % yaitu sebesar 35,28 %.

Grafik hubungan antara volume fraksi *fiber* dengan kuat tekan dapat dilihat pada **gambar 5.2**

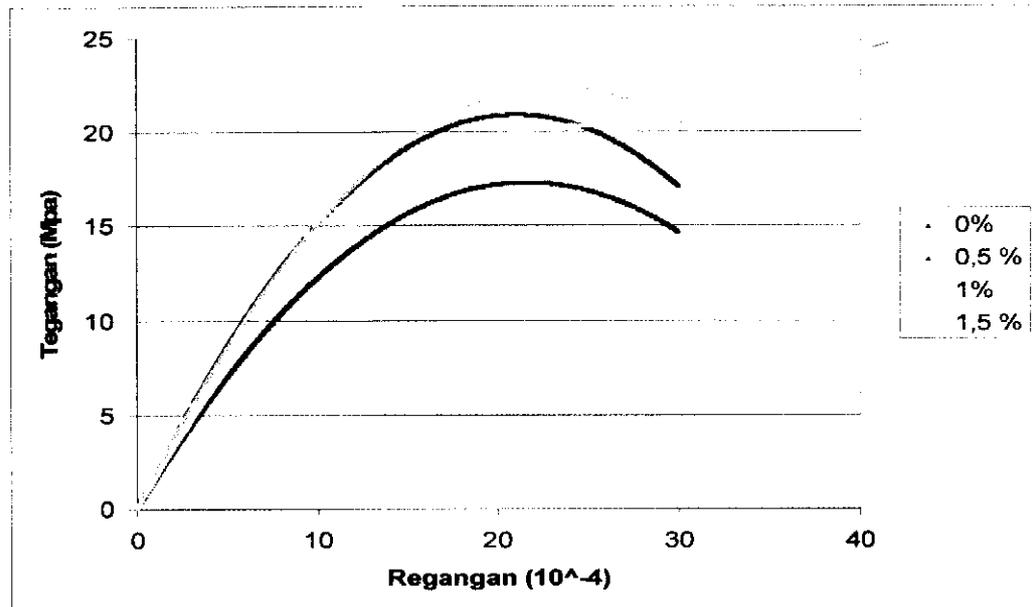


gambar 5.2 Grafik hubungan antara volume fraksi *fiber* dengan kuat tekan

5.3 Hasil Pengujian Tegangan-Regangan Tekan Beton

Dengan memperhatikan kurva tegangan-regangan seperti dapat dilihat pada Gambar 5.3 terlihat terjadi peningkatan kuat tekan. Ini menunjukkan bahwa penambahan *fiber* dalam adukan beton pasir memberi pengaruh terhadap kuat tekan beton pasir. Dan bila dilihat perilaku setelah tercapainya tegangan maksimum beton pasir *fiber* masih dapat mempertahankan tegangan yang cukup besar dan regangan (deformasi) yang terjadi juga cukup besar. Dengan demikian, menunjukkan bahwa beton pasir *fiber* bersifat *ductile* (liat). Luasan dibawah kurva menunjukkan bahwa besarnya energi yang dapat diserap selama proses pembebanan. Semakin besar luasan dibawah kurva, maka semakin liat

bahan tersebut. Hal ini membuktikan bahwa terjadi pertambahan daktilitas dari beton tersebut



Gambar 5.3 Kurva Tegangan-Regangan Beton

Jadi dapat disimpulkan bahwa penambahan volume fraksi *fiber* dalam adukan beton pasir akan meningkatkan kuat tekan maupun daktilitas beton. Namun perlu diingat bahwa semakin besar volume fraksi *fiber* dalam adukan beton tersebut akan menimbulkan *fiber dispersion* dan akan menurunkan kelecakan adukannya. Namun peningkatan kuat tekan maupun daktilitas tidak banyak dipengaruhi oleh kuat tarik kawat tersebut. Hal tersebut terjadi karena *pull-out resistance* dari *fiber* hanya mengandalkan pada lekatan (*bond*) antara *fiber* dengan betonnya.

5.4 Hasil Analisis Modulus Elastisitas

Menurut Edward G. Nawy modulus elastisitas adalah kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar 0,4 f_c). Modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis. Dari modulus elastisitas maka dapat diketahui seberapa besar kekakuan beton. Pada pengujian tegangan-regangan didapatkan modulus elastisitas yang terbesar pada variasi penambahan *fiber* 1,5 % yaitu sebesar 18462,114 MPa., dan secara teoritis modulus elastisitas terbesar terjadi juga pada penambahan *fiber* 1,5 % yaitu sebesar 23045,701 MPa.

Adapun cara penghitungan modulus elastisitas (E) didapatkan sebagai berikut:

Untuk benda uji beton pasir *fiber* 0,5% (BPBS-0,5%) didapatkan data:

$$\sigma_{\text{maks}} = 20,8007 \text{ MPa}$$

$$0,4 \sigma_{\text{maks}} = 8,3203 \text{ MPa dan } \epsilon = 4,6804 \times 10^{-4}$$

$$E_c = \frac{8,3203}{4,6804 \times 10^{-4}}$$

$$= 21435,660 \text{ MPa}$$

Tabel 5.3 Modulus Elastisitas (E) Beton

Variasi Serat	σ maks	0.4 σ maks	ϵ (10 ⁻⁴)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Teoritis
0%	17,7717	7,1087	4,9721	14297,451	19813,570
0,5%	20,8007	8,3203	4,6804	17776,859	21435,660
1%	22,4120	8,9648	4,9561	18088,402	22250,408
1,5%	24,0427	9,6171	5,2091	18462,114	23045,701

Pada penelitian ini Kuat tekan beton tertinggi didapat pada variasi penambahan *fiber* 1,5%, Selain itu sampel beton tersebut juga memiliki modulus elastisitas uji dan teoritis tertinggi. Hal tersebut menandakan bahwa pada keadaan itu beton tersebut memiliki sifat (*ductile*) liat yang tertinggi bila dibandingkan dengan yang lain.

Menurut Murdock dan Brook, Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan lebih tinggi biasanya mempunyai harga ϵ yang lebih tinggi juga. Pada penelitian ini didapatkan kekuatan beton tertinggi memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi pula. Selain itu untuk mendapatkan modulus elastisitas yang tinggi yang perlu diperhatikan dalam pengujian tegangan-regangan adalah kondisi permukaan pada benda uji, semakin rata permukaan benda uji maka semakin baik hasilnya, karena permukaan yang rata akan menghasilkan distribusi beban akan tersebar secara merata ke seluruh permukaan benda uji.

Dari Tabel 5.3, dapat dilihat bahwa untuk setiap variasi kawat selisih nilai modulus elastisitas cukup jauh antara hasil uji dengan teoritis, ini

menunjukkan bahwa rumus $4700\sqrt{f'c}$ tidak tepat digunakan untuk perhitungan teoritis beton pasir serat, dengan serat berbentuk S

5.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik beton dilakukan dengan metode uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*), penambahan serat kawat bendrat berpengaruh terhadap peningkatan kuat tarik beton pasir, Contoh penghitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton silinder Dari data pengamatan dan pengujian benda uji BP-0%-6 didapat:

$$F = 12772,68 \text{ kg}$$

$$l = 30,18 \text{ cm}$$

$$d = 14,98 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tarik} &= \frac{2xF}{\pi l d} \\ &= \frac{2 \times 12772,68}{\pi \times 30,18 \times 14,98} = 22,077 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tarik beton pasir masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tarik betonnya. Hal tersebut diulang untuk setiap variable benda uji.

Tabel 5.5 Hasil pengujian kuat lentur beton

No	Kode Benda Uji	Variasi Serat	Kuat Lentur (MPa)	Perubahan (%)
1	BP-0%	0%	4,55	0
2	BPBS-0,5%	0,5%	5,02	10,44
3	BPBS-1,0%	1,0%	5,84	28,56
4	BPBS-1,5%	1,5%	5,42	19,15

Keterangan:

BP : Beton Pasir

BPBS : Beton Pasir Bendrat Bentuk S

Adapun contoh penghitungan untuk mencari kuat lentur benda uji balok beton adalah sebagai berikut:

Dengan memperhatikan gambar 3.1, dari data pengamatan dan pengujian benda uji BP-0%-1 (Beton Pasir) didapat:

$$F = 900 \text{ kg}$$

$$\frac{1}{2} F = 450 \text{ kg}$$

$$b = 9,6 \text{ cm}$$

$$h = 9,8 \text{ cm}$$

$$L = 50 \text{ cm (panjang total balok) dan jarak antara tumpuan} = 40 \text{ cm}$$

$$L_1 = 12,5 \text{ cm}$$

$$L_2 = (50 - 10 - 12,50) / 2 = 13,75 \text{ cm}$$

$$M = \frac{1}{2} F \times L_2 = 450 \times 13,75 = 6187,5 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat Lentur} &= \frac{M}{1/6bxh^2} \\
 &= \frac{6187,5}{1/6 \times 9,6 \times 9,8^2} \\
 &= 43,918 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Dari tabel 5.5 menunjukkan bahwa seiring dengan kenaikan volume fraksi *fiber* maka kuat lentur dari beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat akan semakin meningkat. Kenaikan kuat lentur tersebut disebabkan semakin tinggi volume fraksi *fiber* berarti jumlah *fiber* tiap satuan volume untuk menahan lentur yang terjadi akan meningkat, sehingga untuk volume fraksi *fiber* tinggi beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat akan lebih mampu untuk menahan lentur yang terjadi. Akibat adanya penambahan *fiber* kawat bendrat, beton yang dihasilkan akan lebih kuat dalam menahan lentur akibat pembebanan, kemampuan bahan dalam menahan lentur yang terjadi dikarenakan oleh kuat tarik dari *fiber* kawat bendrat serta kuat lekatan (*bond strength*) antara *fiber* dan betonnya.. Pada volume fraksi *fiber* 1,5 % terjadi penurunan kekuatan lentur.

Pada pelaksanaan pengujian kuat lentur, pada beton pasir non serat setelah terjadi retak pertama balok benda uji langsung runtuh, berbeda dengan beton pasir serat, setelah terjadi retak pertama beban ditransfer keserat sehingga beban masih bisa ditingkatkan, dari pengamatan patahan benda uji menunjukkan bahwa

pada Variasi 0,5%, 1%, 1,5% Sebagian besar serat putus, serat yang putus berarti penjangkaran baik sehingga serat dapat mengembangkan kekuatannya dan mengakibatkan peningkatan terhadap kuat lentur beton serat, namun pada Variasi 1,5 % terjadi penurunan kekuatan lentur beton. Hal ini disebabkan aspek ratio serat yang besar mempengaruhi penyebaran serat dalam adukan beton, sehingga serat kawat kurang tersebar dengan merata, ini dapat dilihat pada proses pembuatan benda uji Variasi 1,5 % mulai terjadi gejala penggumpalan.

5.7 Hubungan Bentuk & Volume Serat dengan Kekuatan Beton Pasir

Secara garis besar pengaruh penambahan serat kawat bendrat bentuk S pada beton pasir dengan volume tertentu memberikan peningkatan kekuatan, baik kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur, hal tersebut dapat kita lihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Kuat tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur Beton Pasir Serat bentuk S

No	Kode Benda Uji	Slump	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Lentur (MPa)
1	BP 0%	10,8	17,7717	2,440	4,546
2	BPBS 0,5%	9,6	20,800	2,586	5,021
3	BPBS 1 %	7,8	22,412	2,624	5,845
4	BPBS 1,5%	4,9	24,042	2,742	5,417

Keterangan:

BP : Beton Pasir

BPBS : Beton Pasir Bendrat Bentuk S

Penambahan serat kawat bentuk S pada beton pasir membuat beton pasir seolah-olah terkekang, sehingga mampu menahan tegangan yang terjadi akibat pembebanan, dengan demikian akan membatasi retak yang berlebihan, sehingga

keruntuhan yang terjadi akan lebih lambat karena tertahan oleh kuat lekatan (*bond strength*) antara *fiber* dan beton sehingga kuat tekan meningkat yang diakibatkan oleh volume serat, dari tabel diatas peningkatan kuat tekan terbesar dicapai pada Volume serat 1,5 %, dan bisa dikatakan bahwa volume serat 1,5 % merupakan panjang serat optimum.

Disamping itu serat kawat bendrat bentuk S sangat berpengaruh terhadap kuat lentur, kuat tekan dan kuat tarik,dari tabel masing-masing uji mengalami peningkatan,ini dikeranakan pada serat kawat bendrat berbentuk S terdapat penjangkaran yang baik .Untuk nilai slump, mengalami penurunan *slump* akibat penambahan *fiber* dalam adukan beton pasir, seiring dengan meningkatnya volume fraksi *fiber*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Penambahan *fiber* kawat bendrat ke dalam adukan beton pasir dengan bentuk S, panjang ± 6 cm dengan diameter ± 1 mm, dan beraspek rasio 60 akan mempengaruhi sifat-sifat mekanik dan *workability* beton. Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan *fiber* kawat bendrat dalam adukan beton pasir akan menurunkan nilai *slump*, yang mengakibatkan menurunnya tingkat *workability* dari beton. Aspek rasio *fiber* dan peningkatan volume fraksi *fiber* memberi pengaruh terhadap tingkat *workability* dari beton pasir.
2. Kuat tekan maksimal tercapai pada beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat dengan volume fraksi *fiber* 1,5% ($V_f=1,5\%$), yaitu sebesar 24,0427 MPa dan prosentase peningkatan kuat tekannya adalah 35,28% terhadap beton pasir. Dengan demikian, diperoleh hubungan semakin tinggi volume fraksi *fiber* dari kawat bendrat yang ditambahkan maka semakin tinggi pula nilai kuat tekannya.
3. Kuat tarik maksimal tercapai pada beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat dengan volume fraksi *fiber* 1,5% dari berat beton, yaitu sebesar 2,74 MPa dan prosentase peningkatan kuat tariknya adalah 12,38% terhadap beton pasir. Seperti halnya pada kuat tekan beton, terjadi

peningkatan kuat tarik sejalan dengan kenaikan volume fraksi *fiber* dari kawat bendrat yang ditambahkan.

4. Kuat lentur maksimal tercapai pada beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat dengan volume fraksi *fiber* 1 % dari berat beton, yaitu sebesar 5,84 MPa dan prosentase peningkatan kuat lenturnya adalah 28,56% terhadap beton pasir.
5. Dilihat dari prosentase peningkatan kekuatan beton, adanya penambahan *fiber* kawat bendrat dalam adukan beton pasir memberikan pengaruh besar terhadap kuat tekan beton.
6. Dari hasil pengamatan, adanya penambahan *fiber* kawat bendrat dalam adukan beton pasir dapat mencegah retak secara berlebihan, sehingga keruntuhan beton yang terjadi lebih lambat bila dibanding beton pasir (tanpa *fiber*). Hal ini menunjukkan bahwa beton tersebut lebih liat (*ductile*) bila dibandingkan dengan beton pasir. Namun perlu diketahui bahwa penambahan kuat tekan dan daktilitas tidak dipengaruhi oleh kuat tarik dari *fiber* kawat tersebut.
7. Pada pengujian tegangan-regangan tekan beton menunjukkan bahwa adanya penambahan *fiber* dalam adukan beton pasir bersifat liat (*ductile*), hal ini ditunjukkan bahwa setelah tercapainya tegangan maksimum beton pasir *fiber* tersebut masih dapat mempertahankan tegangan yang cukup besar meskipun regangan yang terjadi cukup besar pula.

6.2 Saran

Dengan adanya peningkatan sifat-sifat mekanik beton dan penurunan tingkat *workability* akibat penambahan *fiber* kawat bendrat ke dalam adukan beton pasir, ada beberapa saran yang diharapkan mampu melengkapi penelitian lebih lanjut, antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengujian *impact* (kejut), kuat geser dan sifat mekanik beton lainnya dari beton pasir dengan penambahan *fiber* kawat bendrat bentuk S.
2. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap pengujian nilai *slump* dengan menggunakan alat ukur untuk pengujian nilai *slump*, seperti VB-*apparatus* yang melibatkan penggetaran pada pengujiannya, agar memperoleh nilai *slump* yang akurat.
3. Perlu penelitian lebih lanjut dengan meningkatkan volume fraksi *fiber*, guna mengetahui hasil yang optimum terhadap peningkatan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur.
4. Perlu diperhatikan dalam persiapan bahan dari bahan susun beton pasir, yaitu agregat dan *fiber* yang dipakai apakah benar-benar dalam keadaan jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*), dan pengaruh cuaca dalam pembuatan benda uji agar tidak terjadi penurunan nilai *slump*.
5. Perlu diperhatikan kandungan air yang digunakan dalam adukan beton pasir, agar tidak terjadinya penurunan kekuatan beton.
6. Perlu diperhatikan dalam teknik pencampuran *fiber* dalam adukan beton pasir agar tidak terjadi penggumpalan (*balling effect*).

7. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan bahan tambah *additive* (seperti *superplasticizer* atau sejenis lainnya), guna meningkatkan kelecakan dalam adukan beton.
8. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan jenis *fiber* lain dalam adukan beton pasir, guna mengetahui pengaruh terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Kadir Aboe, 1993, Thesis S2, "MIKRO BETON", FTSP-ITB Bandung.
- A. Kadir Aboe, 2005, Journal Teknisia, "PENGARUH KAWAT BINDRAT LURUS TERHADAP KUAT TARIK, KUAT LENTUR DAN KUAT TEKAN BETON SERAT", Yogyakarta.
- Balaguru, Perumalsamy N, dan Surendra P.Shah, 1992, FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Istimawan Dipohusodo, 1994, STRUKTUR BETON BERTULANG, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kole, P dan Kusuma, Gideon H., 1993, PEDOMAN Pengerjaan Beton, Erlangga, Jakarta..
- Murdock, L. J., dan Brook, K. M., 1986, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, Edward G, 1990, BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR, terjemahan Bambang Suryoatmono, Eresco, Bandung.
- Sourosian, P., dan Bayasi, Z., 1987, CONCEPT OF FIBER REINFORCED CONCRETE ", Proceeding of The Internasional Seminar on Fiber Reinforced Concrete (February), Michigan.
- Andika Sentani, 2007, Tugas Akhir S1, "PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK, DAN KUAT LENTUR BETON PASIR", FTSP-UII Yogyakarta.

Suhendro, Bambang, 2000, TEORI MODEL STRUKTUR DAN TEKNIK EKSPRIMENTAL, Beta Offset, Yogyakarta.

Ary Novrizaldy, 2006, Tugas Akhir S1, " PENGARUH PENGGUNAAN SERAT KAWAT BENDRAT PADA BETON PASIR TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK, DAN KUAT LENTUR BETON", FTSP-UII Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, Kardiyono, 1992, TEKNOLOGI BETON, Biro Penerbit, Yogyakarta.

LAMPIRAN 1

(Data Pemeriksaan Agregat)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

Pengirim :

Di terima tanggal :

Pasir asal : MERAPI - JOEJAKARTA

Keperluan :

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	<u>369</u>	<u>382</u>
Berat pasir kondisi jenuh kering muka , gram (ssd)	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	<u>1122</u>	<u>1125</u>
Berat piknometer berisi air, gram (B)	<u>810</u>	<u>810</u>
Berat jenis curah, gram/cm ³ (1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	<u>2,07</u>	<u>2,14</u>
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm ³ (2) $500 / (B + 500 - Bt)$	<u>2,65</u>	<u>2,70</u>
Berat jenis semu (3) $Bk / (B + B k - Bt)$	<u>61,47</u>	<u>5,70</u>
Penyerapan air (4) $(500 - Bk) / Bk \times 100 \%$	<u>35,5%</u>	<u>30,8%</u>

Keterangan :

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

Kesimpulan :

.....

Di syahkan

Yogyakarta, 27 Des - 2006

Dikerjakan oleh :

(BURLIAN SAPUTRA)

.....
.....
.....



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

**HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO. 200
(UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR)**

Pengirim :
Di terima tanggal :
Agregat asal : MERAPI
Keperluan :

Ukuran butir maksimum	Berat minimum	Keterangan
Sampai 4.80 mm	500 gram	Pasir
9.60 mm	1000 gram	Kerikil
19.20 mm	1500 gram	Kerikil
38.00 mm	2500 gram	Kerikil

	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
Berat agregat kering oven (W ₁), gram	500	500	
Berat ag. kering oven setelah di cuci (W ₂), gram	484	479	
Berat yang lewat ayakan no. 200, persen: $\{ (W_1 - W_2) / W_1 \} \times 100 \%$	3,2%	4,2%	

Menurut Persyaratan umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982) berat bagian yang lewat ayakan no. 200 (0.075 mm) :

- a. Untuk pasir maksimum 5 % (lima persen)
- b. Untuk kerikil maksimum 1 % (satu persen)

Yogyakarta,

Di syahkan

Dikerjakan oleh :

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

.....

LAMPIRAN 2

(Hasil Analisa Saringan Dan Kurva Gradasi Pasir)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) /ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Nama sample: _____ Peneliti : 1 BURLIAN SAPUTRA
Asal : MERAPI - JOGJAKARTA 2 _____

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat tertinggal Kumulatif (%)	Persen lolos Kumulatif (%)
40.00				
20.00				
10.00				
4.80	—	—		100
2.40	119	5,95	5,95	94,05
1.20	383	19,15	25,1	74,9
0.60	597	29,85	54,95	45,05
0.30	409	20,45	75,4	24,6
0.15	348	17,4	92,8	7,56
Sisa	144	7,2	—	0
Jumlah	2600		254,2 *	-

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{254,2}{100} = \boxed{2,542}$$

GRADASI PASIR

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.80	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2.40	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1.20	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0.60	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0.30	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0.15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

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

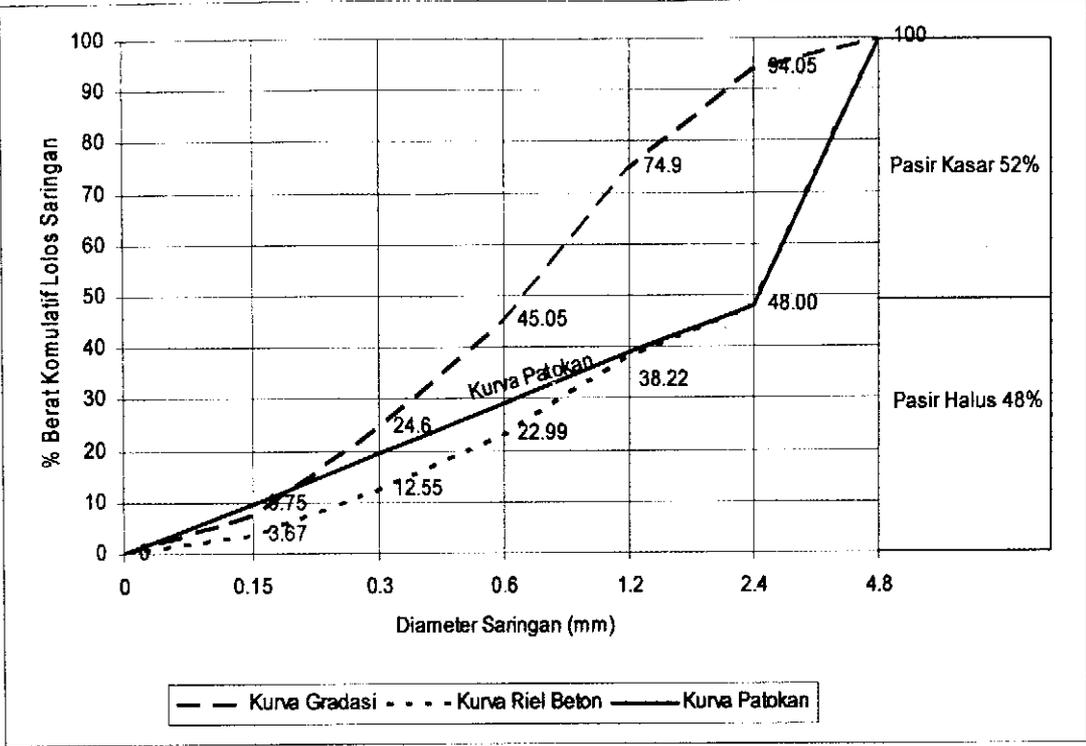
Di syahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Yogyakarta, 28 Desember 200

Dikerjakan oleh :


BURLIAN SAPUTRA



LAMPIRAN 3

(Kebutuhan Penyusun Beton)

Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 silinder adalah sebagai berikut

:

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

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

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

$$\begin{aligned} \text{Jumlah silinder dalam } 1\text{m}^3 &= \frac{1\text{m}^3}{\text{vol.Silinder}} = \frac{1}{0,005301} \\ &= 188,6792 \text{ buah} \end{aligned}$$

Misal :

$$\text{Kebutuhan semen 1 silinder} = \frac{402,5}{188,6792} = 2,13 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 silinder :

$$\text{Semen} = 2,13 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1,33 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir Halus} = 4,38 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir Kasar} = 4,83 \text{ kg}$$

$$\text{Berat beton} = \overline{12,67} \text{ kg}$$

Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 balok adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 balok} &= p \times l \times t \\ &= 50 \times 10 \times 10 = 5000 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Vol. 1 balok dalam } \text{m}^3 = 0,005 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah balok dalam } 1 \text{ m}^3 = \frac{1\text{m}^3}{\text{vol.balok}} = \frac{1}{0,005} = 200 \text{ buah}$$

Misal :

$$\text{Kebutuhan semen 1 balok} = \frac{402,5}{200} = 2,0125 \text{ kg} \approx 2,01 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 balok :

Semen = 2,01 kg

Air = 1,25 kg

Pasir Halus = 4,13 kg

Pasir Kasar = 4,56 kg

Berat beton = 11,95 kg

Kebutuhan Serat

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton tiap 1 m³ dapat dilihat pada

Tabel 4.7

Tabel 4.7 Komposisi serat dari berat beton tiap 1 m³

NO	Persentase serat (%)	Berat serat (kg)
1	0	0
2	0,5	11,95
3	1,0	23,91
4	1,5	35,87

Adapun perhitungan kebutuhan serat dalam 1 silinder adalah sebagai berikut :

Misal :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan serat 1 silinder} &= \frac{1,5}{100} = 0,015 \\ &= 0,015 \times 12,67 \text{ kg} \\ &= 0,19 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton untuk 1 silinder beton dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Komposisi serat dari berat beton untuk 1 silinder beton

NO	Persentase serat (%)	Berat serat (kg)
1	0	0
2	0,5	0,06
3	1,0	0,12
4	1,5	0,19

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton untuk 1 balok dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Komposisi serat dari berat beton untuk 1 balok

NO	Komposisi serat (%)	Berat serat (kg)
1	0	0
2	0,5	0,05
3	1,0	0,11
4	1,5	0,17

Kebutuhan material untuk setiap benda uji :

1. uji tekan 5 silinder
2. uji tarik 3 silinder
3. uji lentur 3 balok

Setiap sampel terdiri dari 4 komposisi campuran, sehingga total silinder yang dibutuhkan = $(5 \times 4) + (3 \times 4)$
= 32 buah

Jadi :

Kebutuhan material (32 silinder) :

$$\text{Semen} = 2,13 \times 32 = 66,24 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1,33 \times 32 = 42,56 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir Halus} = 4,38 \times 32 = 140,16 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir Kasar} = 4,83 \times 32 = 154,56 \text{ kg}$$

Serat :

$$\text{➤ } 0\% = 0 \times 8 = 0 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } 0,5\% = 0,06 \times 8 = 0,48 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } 1,0\% = 0,12 \times 8 = 0,96 \text{ kg}$$

$$\text{➤ } 1,5\% = 0,19 \times 8 = 1,52 \text{ kg}$$

Dan total balok yang dibutuhkan = $3 \times 4 = 12$ buah

Jadi :

Kebutuhan material (12 balok) :

$$\text{Semen} = 2,01 \times 12 = 24,12 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1,25 \times 12 = 15 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir Halus} = 4,13 \times 12 = 49,56 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir Kasar} = 4,56 \times 12 = 54,72 \text{ kg}$$

Serat :

- 0% = $0 \times 3 = 0$ kg
- 0,5% = $0,05 \times 3 = 0,15$ kg
- 1,0% = $0,11 \times 3 = 0,33$ kg
- 1,5% = $0,17 \times 3 = 0,51$ kg

Kebutuhan adukan (*mix design*)

- Kebutuhan berdasarkan benda uji dalam 1 adukan (4 silinder) untuk silinder beton dengan angka keamanan 15% :

- a. Semen = $1,15 \times 2,13 \times 4 = 9,798$ kg
- b. Air = $1,15 \times 1,33 \times 4 = 6,118$ kg
- c. Pasir Halus = $1,15 \times 4,38 \times 4 = 20,148$ kg
- d. Pasir Kasar = $1,15 \times 4,83 \times 4 = 22,218$ kg

e. Serat :

- 0 % = $1,15 \times 0 \times 4 = 0$ kg
- 0,5 % = $1,15 \times 0,06 \times 4 = 0,276$ kg
- 1,0 % = $1,15 \times 0,12 \times 4 = 0,552$ kg
- 1,5 % = $1,15 \times 0,19 \times 4 = 0,874$ kg

Kebutuhan berdasarkan benda uji dalam 1 adukan (3 sampel) untuk balok beton dengan angka keamanan 15% :

- a. Semen = $1,15 \times 2,01 \times 3 = 6,93$ kg
- b. Air = $1,15 \times 1,25 \times 3 = 4,31$ kg
- c. Pasir Halus = $1,15 \times 4,13 \times 3 = 14,24$ kg
- d. Pasir Kasar = $1,15 \times 4,56 \times 3 = 15,73$ kg

e. Serat :

$$\triangleright 0 \% = 1,15 \times 0 \times 3 = 0 \quad \text{kg}$$

$$\triangleright 0,5 \% = 1,15 \times 0,05 \times 3 = 0,172 \quad \text{kg}$$

$$\triangleright 1,0 \% = 1,15 \times 0,11 \times 3 = 0,379 \quad \text{kg}$$

$$\triangleright 1,5 \% = 1,15 \times 0,17 \times 3 = 0,586 \quad \text{kg}$$

LAMPIRAN 4

(Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton)

Tabel Kuat Tekan

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm ²)	Berat Satuan (t/m ³)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (fc)	
						KN	Kg	(Kg/cm ³)	MPa
BP-0 %-1	12.163	30.27	15	176.6250	2.2750	310.65	31666.6669	179.2876	17.9288
BP-0 %-2	12.050	30.23	14.99	176.3896	2.2598	299.86	30566.7688	173.2912	17.3291
BP-0 %-3	12.000	30.22	14.89	174.0440	2.2815	320.56	32676.8606	187.7506	18.7751
BP-0 %-4	11.910	30.15	14.91	174.5119	2.2636	272.10	27737.0033	158.9405	15.8941
BP-0 %-5	12.430	30.03	14.88	173.8103	2.3814	322.80	32905.1990	189.3167	18.9317
						Rata - rata		177.7173	17.7717
BPBS 0,5%-1	12.120	30.22	14.89	174.0440	2.3044	345.89	35258.9198	202.5862	20.2586
BPBS 0,5%-2	12.550	30.45	15.1	178.9879	2.3027	389.32	39686.0350	221.7247	22.1725
BPBS 0,5%-3	12.450	30.35	15.02	177.0963	2.3163	309.40	31539.2459	178.0909	17.8091
BPBS 0,5%-4	12.510	30.38	15	176.6250	2.3314	389.30	39683.9962	224.6794	22.4679
BPBS 0,5%-5	12.415	30.25	14.98	176.1543	2.3299	368.00	37512.7424	212.9539	21.2954
						Rata - rata		208.0070	20.8007
BPBS-1 %-1	12.300	30.01	15	176.6250	2.3205	409.12	41704.3836	236.1182	23.6118
BPBS-1 %-2	12.300	30.3	14.93	174.9803	2.3199	389.21	39674.8219	226.7387	22.6739
BPBS-1 %-3	12.525	30.16	15	176.6250	2.3512	410.32	41826.7078	236.8108	23.6811
BPBS-1 %-4	12.500	30.2	14.9	174.2779	2.3750	375.90	38318.0431	219.8675	21.9868
BPBS-1 %-5	12.410	30.5	14.94	175.2148	2.3222	345.60	35229.3581	201.0638	20.1064
						Rata - rata		224.1198	22.4120
BPBS-1,5 %-1	12.470	30.49	15.1	178.9879	2.2850	400.17	40792.0493	227.9040	22.7904
BPBS-1,5 %-2	12.400	30.37	15.09	178.7509	2.2842	450.36	45908.2572	256.8282	25.6828
BPBS-1,5 %-3	12.500	30.5	15.04	177.5683	2.3080	439.30	44780.8362	252.1894	25.2189
BPBS-1,5 %-4	12.410	30.5	14.96	175.6843	2.3160	379.46	38680.9381	220.1730	22.0173
BPBS-1,5 %-5	12.480	30.48	14.93	174.9803	2.3400	420.63	42877.6762	245.0428	24.5043
						Rata - rata		240.4275	24.0427

LAMPIRAN 5

(Hasil Pengujian Tegangan Regangan)



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

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

Sampel : Beton Pasir 0%

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	ΔL (10^{-3})mm	Regangan (10^{-4}) mm	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	9	4,5	0,225	0,575	0,548
20	2038,736	29	14,5	0,725	1,150	1,048
30	3058,104	41	20,5	1,025	1,725	1,348
40	4077,472	58	29	1,450	2,299	1,773
50	5096,840	68	34	1,700	2,874	2,023
60	6116,208	79	39,5	1,975	3,449	2,298
70	7135,576	91	45,5	2,275	4,024	2,598
80	8154,944	108	54	2,700	4,599	3,023
90	9174,312	115	57,5	2,875	5,174	3,198
100	10193,680	131	65,5	3,275	5,748	3,598
110	11213,048	145	72,5	3,625	6,323	3,948
120	12232,416	159	79,5	3,975	6,898	4,298
130	13251,784	176	88	4,400	7,473	4,723
140	14271,152	191	95,5	4,775	8,048	5,098
150	15290,520	205	102,5	5,125	8,623	5,448
160	16309,888	223	111,5	5,575	9,197	5,898
170	17329,256	241	120,5	6,025	9,772	6,348
180	18348,624	261	130,5	6,525	10,347	6,848
190	19367,992	285	142,5	7,125	10,922	7,448
200	20387,360	305	152,5	7,625	11,497	7,948
210	21406,728	323	161,5	8,075	12,072	8,398
220	22426,096	355	177,5	8,875	12,646	9,198
230	23445,464	373	186,5	9,325	13,221	9,648
240	24464,832	408	204	10,200	13,796	10,523
250	25484,200	436	218	10,900	14,371	11,223
260	26503,568	474	237	11,850	14,946	12,173
270	27522,936	511	255,5	12,775	15,521	13,098
280	28542,304	552	276	13,800	16,095	14,123
290	29561,672	609	304,5	15,225	16,670	15,548
300	30581,040	676	338	16,900	17,245	17,223
310	31600,408	705	352,5	17,625	17,820	17,948
320	32619,776	762	381	19,050	18,395	19,373
322,8	32905,199	822	411	20,550	18,556	20,873
320	32619,776	942	471	23,550	18,395	23,873

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

310	31600,408	1005	502,5	25,125	17,820	25,448
300	30581,040	1052	526	26,300	17,245	26,623
290	29561,672	1138	569	28,450	16,670	28,773
280	28542,304	1142	571	28,550	16,095	28,873
270	27522,936	1178	589	29,450	15,521	29,773
0	0	0	0	0	0	0,000
10	1019,368	14	7	0,350	0,575	0,673
20	2038,736	25	12,5	0,625	1,150	0,948
30	3058,104	39	19,5	0,975	1,725	1,298
40	4077,472	54	27	1,350	2,299	1,673
50	5096,840	69	34,5	1,725	2,874	2,048
60	6116,208	86	43	2,150	3,449	2,473
70	7135,576	105	52,5	2,625	4,024	2,948
80	8154,944	121	60,5	3,025	4,599	3,348
90	9174,312	138	69	3,450	5,174	3,773
100	10193,680	155	77,5	3,875	5,748	4,198
110	11213,048	168	84	4,200	6,323	4,523
120	12232,416	187	93,5	4,675	6,898	4,998
130	13251,784	209	104,5	5,225	7,473	5,548
140	14271,152	231	115,5	5,775	8,048	6,098
150	15290,520	249	124,5	6,225	8,623	6,548
160	16309,888	272	136	6,800	9,197	7,123
170	17329,256	299	149,5	7,475	9,772	7,798
180	18348,624	321	160,5	8,025	10,347	8,348
190	19367,992	352	176	8,800	10,922	9,123
200	20387,360	387	193,5	9,675	11,497	9,998
210	21406,728	392	196	9,800	12,072	10,123
220	22426,096	405	202,5	10,125	12,646	10,448
230	23445,464	468	234	11,700	13,221	12,023
240	24464,832	531	265,5	13,275	13,796	13,598
250	25484,200	601	300,5	15,025	14,371	15,348
260	26503,568	682	341	17,050	14,946	17,373
270	27522,936	705	352,5	17,625	15,521	17,948
272,1	27737,003	731	365,5	18,275	15,641	18,598
270	27522,936	787	393,5	19,675	15,521	19,998
260	26503,568	842	421	21,050	14,946	21,373
250	25484,200	919	459,5	22,975	14,371	23,298
240	24464,832	962	481	24,050	13,796	24,373

LABORATORIUM
 TEKNIK BANGUNAN TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UIN





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

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

Sampel : Beton Pasir 0,5 %

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	ΔL (10^{-3})mm	Regangan (10^{-4}) mm	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	7	3,5	0,175	0,575	0,538
20	2038,736	17	8,5	0,425	1,150	0,788
30	3058,104	28	14	0,700	1,725	1,063
40	4077,472	39	19,5	0,975	2,299	1,338
50	5096,840	51	25,5	1,275	2,874	1,638
60	6116,208	63	31,5	1,575	3,449	1,938
70	7135,576	77	38,5	1,925	4,024	2,288
80	8154,944	90	45	2,250	4,599	2,613
90	9174,312	104	52	2,600	5,174	2,963
100	10193,680	115	57,5	2,875	5,748	3,238
110	11213,048	131	65,5	3,275	6,323	3,638
120	12232,416	145	72,5	3,625	6,898	3,988
130	13251,784	159	79,5	3,975	7,473	4,338
140	14271,152	173	86,5	4,325	8,048	4,688
150	15290,520	189	94,5	4,725	8,623	5,088
160	16309,888	202	101	5,050	9,197	5,413
170	17329,256	217	108,5	5,425	9,772	5,788
180	18348,624	235	117,5	5,875	10,347	6,238
190	19367,992	251	125,5	6,275	10,922	6,638
200	20387,360	272	136	6,800	11,497	7,163
210	21406,728	292	146	7,300	12,072	7,663
220	22426,096	311	155,5	7,775	12,646	8,138
230	23445,464	372	186	9,300	13,221	9,663
240	24464,832	422	211	10,550	13,796	10,913
250	25484,200	463	231,5	11,575	14,371	11,938

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

260	26503,568	484	242	12,100	14,946	12,463
270	27522,936	509	254,5	12,725	15,521	13,088
280	28542,304	538	269	13,450	16,095	13,813
290	29561,672	572	286	14,300	16,670	14,663
300	30581,040	605	302,5	15,125	17,245	15,488
310	31600,408	643	321,5	16,075	17,820	16,438
320	32619,776	689	344,5	17,225	18,395	17,588
330	33639,144	741	370,5	18,525	18,970	18,888
340	34658,512	793	396,5	19,825	19,544	20,188
350	35677,880	859	429,5	21,475	20,119	21,838
360	36697,248	942	471	23,550	20,694	23,913
368	37512,742	961	480,5	24,025	21,154	24,388
360	36697,248	981	490,5	24,525	20,694	24,888
350	35677,880	993	496,5	24,825	20,119	25,188
340	34658,512	1021	510,5	25,525	19,544	25,888
330	33639	1093	547	27	19	27,688
320	32619,776	1147	573,5	28,675	18,395	29,038
310	31600,408	1178	589	29,450	17,820	29,813
300	30581,040	1216	608	30,400	17,245	30,763
0	0,000	0	0	0,000	0,000	0,363
10	1019,368	9	4,5	0,225	0,575	0,588
20	2038,736	15	7,5	0,375	1,150	0,738
30	3058,104	28	14	0,700	1,725	1,063
40	4077,472	39	19,5	0,975	2,299	1,338
50	5096,840	51	25,5	1,275	2,874	1,638
60	6116,208	62	31	1,550	3,449	1,913
70	7135,576	74	37	1,850	4,024	2,213
80	8154,944	84	42	2,100	4,599	2,463
90	9174,312	95	47,5	2,375	5,174	2,738
100	10193,680	105	52,5	2,625	5,748	2,988
110	11213,048	119	59,5	2,975	6,323	3,338
120	12232,416	129	64,5	3,225	6,898	3,588
130	13251,784	131	65,5	3,275	7,473	3,638
140	14271,152	154	77	3,850	8,048	4,213

150	15290,520	165	82,5	4,125	8,623	4,488
160	16309,888	178	89	4,450	9,197	4,813
170	17329,256	189	94,5	4,725	9,772	5,088
180	18348,624	204	102	5,100	10,347	5,463
190	19367,992	219	109,5	5,475	10,922	5,838
200	20387,360	233	116,5	5,825	11,497	6,188
210	21406,728	248	124	6,200	12,072	6,563
220	22426,096	263	131,5	6,575	12,646	6,938
230	23445,464	279	139,5	6,975	13,221	7,338
240	24464,832	296	148	7,400	13,796	7,763
250	25484,200	311	155,5	7,775	14,371	8,138
260	26503,568	328	164	8,200	14,946	8,563
270	27522,936	347	173,5	8,675	15,521	9,038
280	28542,304	364	182	9,100	16,095	9,463
290	29561,672	392	196	9,800	16,670	10,163
300	30581,040	405	202,5	10,125	17,245	10,488
310	31600,408	423	211,5	10,575	17,820	10,938
320	32619,776	448	224	11,200	18,395	11,563
330	33639,144	472	236	11,800	18,970	12,163
340	34658,512	496	248	12,400	19,544	12,763
350	35677,880	524	262	13,100	20,119	13,463
360	36697,248	558	279	13,950	20,694	14,313
370	37716,616	603	301,5	15,075	21,269	15,438
380	38735,984	651	325,5	16,275	21,844	16,638
389,3	39683,996	662	331	16,550	22,378	16,913
380	38735,984	738	369	18,450	21,844	18,813
370	37716,616	754	377	18,850	21,269	19,213
360	36697,248	758	379	18,950	20,694	19,313
350	35677,880	767	383,5	19,175	20,119	19,538
340	34658,512	799	399,5	19,975	19,544	20,338
330	33639,144	862	431	21,550	18,970	21,913

LABORATORIUM
 KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII



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

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

Sampel : Beton Pasir 1 %

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	ΔL (10^{-3})mm	Regangan (10^{-4}) mm	Tegangan (MPa)	Reg. Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	6	3	0,150	0,575	1,058
20	2038,736	13	6,5	0,325	1,150	1,233
30	3058,104	21	10,5	0,525	1,725	1,433
40	4077,472	29	14,5	0,725	2,299	1,633
50	5096,840	37	18,5	0,925	2,874	1,833
60	6116,208	47	23,5	1,175	3,449	2,083
70	7135,576	56	28	1,400	4,024	2,308
80	8154,944	64	32	1,600	4,599	2,508
90	9174,312	75	37,5	1,875	5,174	2,783
100	10193,680	84	42	2,100	5,748	3,008
110	11213,048	93	46,5	2,325	6,323	3,233
120	12232,416	103	51,5	2,575	6,898	3,483
130	13251,784	111	55,5	2,775	7,473	3,683
140	14271,152	123	61,5	3,075	8,048	3,983
150	15290,520	134	67	3,350	8,623	4,258
160	16309,888	164	82	4,100	9,197	5,008
170	17329,256	157	78,5	3,925	9,772	4,833
180	18348,624	167	83,5	4,175	10,347	5,083
190	19367,992	184	92	4,600	10,922	5,508
200	20387,360	196	98	4,900	11,497	5,808
210	21406,728	209	104,5	5,225	12,072	6,133
220	22426,096	225	112,5	5,625	12,646	6,533
230	23445,464	241	120,5	6,025	13,221	6,933
240	24464,832	256	128	6,400	13,796	7,308
250	25484,200	275	137,5	6,875	14,371	7,783
260	26503,568	290	145	7,250	14,946	8,158
270	27522,936	331	165,5	8,275	15,521	9,183
280	28542,304	352	176	8,800	16,095	9,708
290	29561,672	370	185	9,250	16,670	10,158
300	30581,040	409	204,5	10,225	17,245	11,133
310	31600,408	421	210,5	10,525	17,820	11,433
320	32619,776	433	216,5	10,825	18,395	11,733
330	33639,144	462	231	11,550	18,970	12,458
340	34658,512	508	254	12,700	19,544	13,608
345,6	35229,358	568	284	14,200	19,866	15,108
340	34658,512	609	304,5	15,225	19,544	16,133
330	33639,144	649	324,5	16,225	18,970	17,133
320	32619,776	688	344	17,200	18,395	18,108
310	31600,408	747	373,5	18,675	17,820	19,583
300	30581,040	796	398	19,900	17,245	20,808
290	29562	818	409	20	17	21,358
0	0,000	0	0	0,000	0,000	0,908
10	1019,368	15	7,5	0,375	0,575	1,283

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

20	2038,736	31	15,5	0,775	1,150	1,683
30	3058,104	45	22,5	1,125	1,725	2,033
40	4077,472	61	30,5	1,525	2,299	2,433
50	5096,840	76	38	1,900	2,874	2,808
60	6116,208	93	46,5	2,325	3,449	3,233
70	7135,576	109	54,5	2,725	4,024	3,633
80	8154,944	128	64	3,200	4,599	4,108
90	9174,312	148	74	3,700	5,174	4,608
100	10193,680	167	83,5	4,175	5,748	5,083
110	11213,048	188	94	4,700	6,323	5,608
120	12232,416	207	103,5	5,175	6,898	6,083
130	13251,784	226	113	5,650	7,473	6,558
140	14271,152	252	126	6,300	8,048	7,208
150	15290,520	273	136,5	6,825	8,623	7,733
160	16309,888	292	146	7,300	9,197	8,208
170	17329,256	311	155,5	7,775	9,772	8,683
180	18348,624	331	165,5	8,275	10,347	9,183
190	19367,992	354	177	8,850	10,922	9,758
200	20387,360	377	188,5	9,425	11,497	10,333
210	21406,728	398	199	9,950	12,072	10,858
220	22426,096	421	210,5	10,525	12,646	11,433
230	23445,464	444	222	11,100	13,221	12,008
240	24464,832	468	234	11,700	13,796	12,608
250	25484,200	499	249,5	12,475	14,371	13,383
260	26503,568	524	262	13,100	14,946	14,008
270	27522,936	554	277	13,850	15,521	14,758
280	28542,304	583	291,5	14,575	16,095	15,483
290	29561,672	614	307	15,350	16,670	16,258
300	30581,040	648	324	16,200	17,245	17,108
310	31600,408	684	342	17,100	17,820	18,008
320	32619,776	723	361,5	18,075	18,395	18,983
330	33639,144	766	383	19,150	18,970	20,058
340	34658,512	818	409	20,450	19,544	21,358
350	35677,880	867	433,5	21,675	20,119	22,583
360	36697,248	931	465,5	23,275	20,694	24,183
370	37716,616	951	475,5	23,775	21,269	24,683
375,9	38318,043	971	485,5	24,275	21,608	25,183
370	37716,616	998	499	24,950	21,269	25,858
360	36697,248	1005	502,5	25,125	20,694	26,033
350	35677,880	1088	544	27,200	20,119	28,108
340	34658,512	1172	586	29,300	19,544	30,208
330	33639,144	1205	602,5	30,125	18,970	31,033
320	32619,776	1262	631	31,550	18,395	32,458
310	31600,408	1302	651	32,550	17,820	33,458

LABORATORIUM
 BINA KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII



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

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

Sampel : Beton Pasir 1,5 %

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3})mm	ΔL (10^{-3})mm	Regangan (10^{-4}) mm	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	7	3,5	0,175	0,575	1,567
20	2038,736	16	8	0,400	1,150	1,792
30	3058,104	24	12	0,600	1,725	1,992
40	4077,472	33	16,5	0,825	2,299	2,217
50	5096,840	44	22	1,100	2,874	2,492
60	6116,208	54	27	1,350	3,449	2,742
70	7135,576	66	33	1,650	4,024	3,042
80	8154,944	78	39	1,950	4,599	3,342
90	9174,312	89	44,5	2,225	5,174	3,617
100	10193,680	101	50,5	2,525	5,748	3,917
110	11213,048	115	57,5	2,875	6,323	4,267
120	12232,416	127	63,5	3,175	6,898	4,567
130	13251,784	141	70,5	3,525	7,473	4,917
140	14271,152	158	79	3,950	8,048	5,342
150	15290,520	173	86,5	4,325	8,623	5,717
160	16309,888	187	93,5	4,675	9,197	6,067
170	17329,256	204	102	5,100	9,772	6,492
180	18348,624	219	109,5	5,475	10,347	6,867
190	19367,992	241	120,5	6,025	10,922	7,417
200	20387,360	270	135	6,750	11,497	8,142
210	21406,728	303	151,5	7,575	12,072	8,967
220	22426,096	323	161,5	8,075	12,646	9,467
230	23445,464	352	176	8,800	13,221	10,192
240	24464,832	392	196	9,800	13,796	11,192
250	25484,200	434	217	10,850	14,371	12,242
260	26503,568	506	253	12,650	14,946	14,042
270	27522,936	524	262	13,100	15,521	14,492
280	28542,304	607	303,5	15,175	16,095	16,567
290	29561,672	645	322,5	16,125	16,670	17,517
300	30581,040	722	361	18,050	17,245	19,442
310	31600,408	731	365,5	18,275	17,820	19,667
320	32619,776	764	382	19,100	18,395	20,492
330	33639,144	823	411,5	20,575	18,970	21,967
340	34658,512	878	439	21,950	19,544	23,342
350	35677,880	908	454	22,700	20,119	24,092
360	36697,248	936	468	23,400	20,694	24,792
370	37716,616	944	472	23,600	21,269	24,992
380	38735,984	956	478	23,900	21,844	25,292
390	39755,352	978	489	24,450	22,419	25,842
400	40774,720	996	498	24,900	22,993	26,292
410	41794,088	1021	510,5	25,525	23,568	26,917
420	42813,456	1033	516,5	25,825	24,143	27,217
420,63	42877,676	1045	522,5	26,125	24,179	27,517

LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

420	42813,456	1068	534	26,700	24,143	28,092
410	41794,088	1123	561,5	28,075	23,568	29,467
400	40774,720	1163	581,5	29,075	22,993	30,467
0	0,000	0	0	0,000	0,000	1,392
10	1019,368	2	1	0,050	0,575	1,442
20	2038,736	7	3,5	0,175	1,150	1,567
30	3058,104	13	6,5	0,325	1,725	1,717
40	4077,472	19	9,5	0,475	2,299	1,867
50	5096,840	26	13	0,650	2,874	2,042
60	6116,208	35	17,5	0,875	3,449	2,267
70	7135,576	42	21	1,050	4,024	2,442
80	8154,944	49	24,5	1,225	4,599	2,617
90	9174,312	56	28	1,400	5,174	2,792
100	10193,680	64	32	1,600	5,748	2,992
110	11213,048	72	36	1,800	6,323	3,192
120	12232,416	80	40	2,000	6,898	3,392
130	13251,784	89	44,5	2,225	7,473	3,617
140	14271,152	96	48	2,400	8,048	3,792
150	15290,520	105	52,5	2,625	8,623	4,017
160	16309,888	114	57	2,850	9,197	4,242
170	17329,256	124	62	3,100	9,772	4,492
180	18348,624	133	66,5	3,325	10,347	4,717
190	19367,992	140	70	3,500	10,922	4,892
200	20387,360	150	75	3,750	11,497	5,142
210	21406,728	160	80	4,000	12,072	5,392
220	22426,096	172	86	4,300	12,646	5,692
230	23445,464	187	93,5	4,675	13,221	6,067
240	24464,832	199	99,5	4,975	13,796	6,367
250	25484,200	213	106,5	5,325	14,371	6,717
260	26503,568	227	113,5	5,675	14,946	7,067
270	27522,936	242	121	6,050	15,521	7,442
280	28542,304	256	128	6,400	16,095	7,792
290	29561,672	270	135	6,750	16,670	8,142
300	30581,040	287	143,5	7,175	17,245	8,567
310	31600,408	304	152	7,600	17,820	8,992
320	32619,776	320	160	8,000	18,395	9,392
330	33639,144	336	168	8,400	18,970	9,792
340	34658,512	352	176	8,800	19,544	10,192
350	35677,880	370	185	9,250	20,119	10,642
360	36697,248	390	195	9,750	20,694	11,142
370	37716,616	414	207	10,350	21,269	11,742
379,46	38680,938	440	220	11,000	21,813	12,392
370	37716,616	462	231	11,550	21,269	12,942
360	36697,248	495	247,5	12,375	20,694	13,767
350	35677,880	534	267	13,350	20,119	14,742
340	34658,512	590	295	14,750	19,544	16,142
330	33639,144	612	306	15,300	18,970	16,692
320	32619,776	636	318	15,900	18,395	17,292
310	31600,408	654	327	16,350	17,820	17,742

LABORATORIUM
 BAHASA KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UTI

LAMPIRAN 6

(Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton)

TABEL KUAT TARIK

SAMPEL : BETON PASIR 0%

kode sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	BebanMax (kN)	BebanMax (kg)	kuat tarik (kg)	KUAT TARIK (Mpa)
BP-0%-6	14.98	30.18	12.21	125.3	12772.68	22.077	2.208
BP-0%-7	15.07	30.10	12.12	166.9	17013.25	29.704	2.970
BP-0%-8	15.04	30.14	12.6	125.2	12762.49	21.405	2.141
			rata-rata	139.13	14162.81	24.396	2.440

Sampel Beton Pasir Kawat Bendrat 0,5%

kode sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	BebanMax (kN)	BebanMax (kg)	kuat tarik (kg)	KUAT TARIK (Mpa)
BPBS-0,5%-6	14.94	30.34	12.41	145.2	14801.22	25.039	2.504
BPBS-0,5%-7	15	30.3	12.43	157.1	16014.27	27.056	2.706
BPBS-0,5%-8	15.12	30.42	12.39	147.9	15076.45	25.478	2.548
			rata-rata	150.07	15297.32	25.858	2.586

Sampel Beton Pasir Kawat Bendrat 1%

kode sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	BebanMax (kN)	BebanMax (kg)	kuat tarik (kg)	KUAT TARIK (Mpa)
BPBS-1%-6	15.2	30.78	12.71	157.6	16065.24	26.156	2.616
BPBS-1%-7	14.97	30.3	12.4	164.4	16758.41	28.382	2.838
BPBS-1%-8	15.13	30.18	12.52	140.7	14342.51	24.177	2.418
			rata-rata	154.23	15722.05	26.238	2.624

Sampel Beton Pasir Kawat Bendrat 1,5%

kode sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	BebanMax (kN)	BebanMax (kg)	kuat tarik (kg)	KUAT TARIK (Mpa)
BPBS-1,5%-6	14.93	30.48	12.5	181	18450.56	30.845	3.085
BPBS-1,5%-7	14.91	30.2	12.45	153.3	15626.91	26.446	2.645
BPBS-1,5%-8	14.88	30.1	12.1	140	14271.15	24.958	2.496
			rata-rata	158.10	16116.21	27.416	2.742

LAMPIRAN 7

(Hasil Pengujian Kuat Lentur beton)

TABEL KUAT LENTUR

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (kg/cm ²)	Kuat lentur (Mpa)
BP-0% - 1	11.57	50	15	9.6	9.8	900	43.918	4.392
BP-0% - 2	11.4	50.5	15.25	9.6	9.7	870	44.056	4.406
BP-0% - 3	11.5	49	14.5	9.6	9.6	985	48.420	4.842
						918.33	45.465	4.546
BP-0,5% - 1	11.3	49.5	14.75	9.6	9.9	1145	53.838	5.384
BP-0,5% - 2	11	50	15	9.6	9.4	900	47.735	4.774
BP-0,5% - 3	11	50	15	9.6	9.7	985	49.062	4.906
						1010.00	50.212	5.021
BP-1% - 1	11.3	50	15	9.6	9.7	1165	58.028	5.803
BP-1% - 2	11.9	50.5	15.25	9.6	9.6	1225	63.333	6.333
BP-1% - 3	11.41	49.5	14.75	9.6	9.8	1125	53.983	5.398
						1171.67	58.448	5.845
BP-1,5% - 1	11.47	50	15	9.6	9.8	1050	51.238	5.124
BP-1,5% - 2	11.86	51	15.5	9.6	9.4	1040	57.000	5.700
BP-1,5% - 3	11.57	50.5	15.25	9.6	9.6	1050	54.285	5.429
						1046.67	54.174	5.417

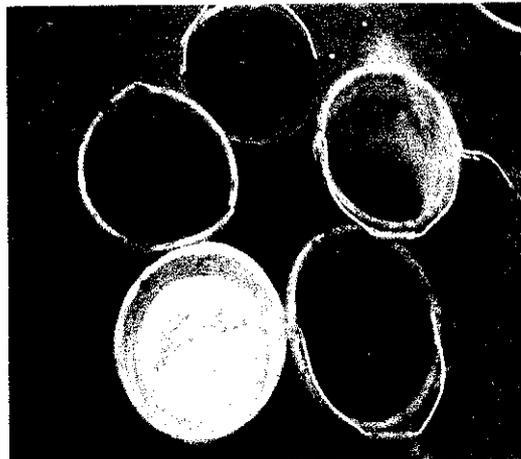
LABORATORIUM
 TEKNIK TEKNIK TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK VII

LAMPIRAN 8

(Dokumentasi Penelitian)



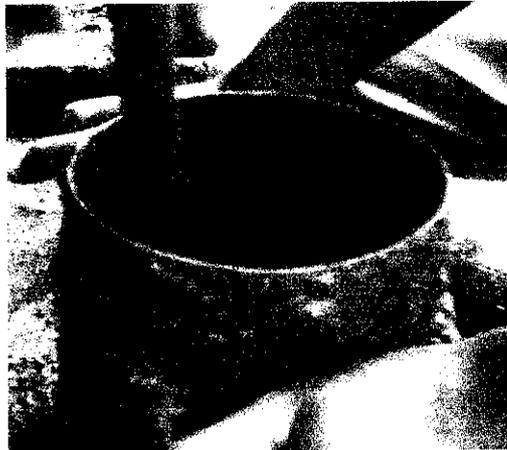
Agregat halus dan Agregat kasar



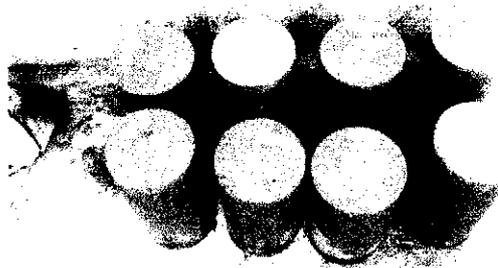
Bahan Penyusun Beton



Proses Pencampuran *Fiber* Dalam Adukan Beton



Pengujian Nilai *slump*



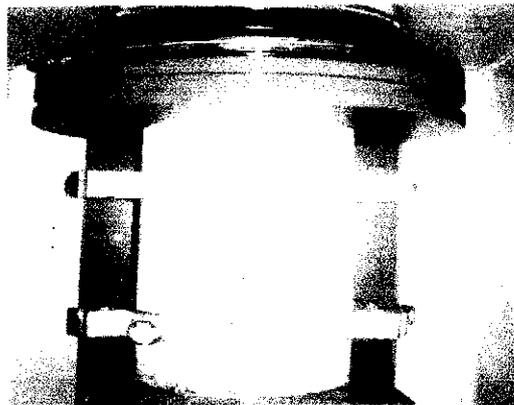
Benda Uji



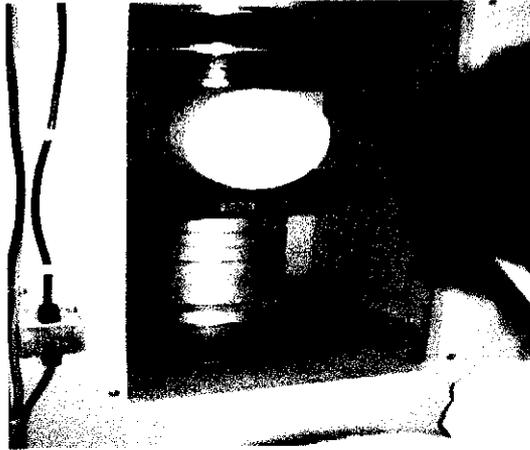
Perawatan Beton (Benda Uji)



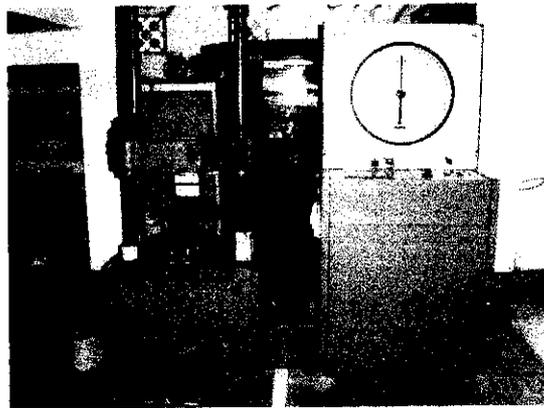
Mesin Uji Tekan dan Tarik Merek "Control"



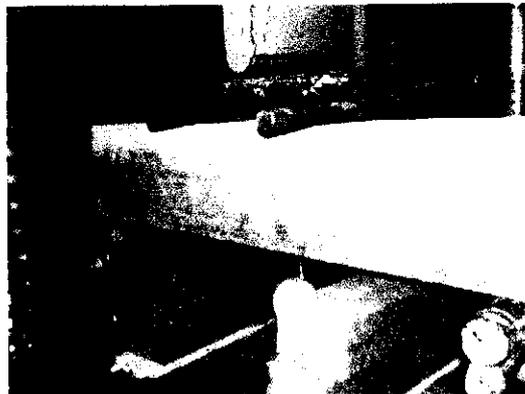
Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Tegangan-Regangan



Pengujian Kuat Tarik Beton



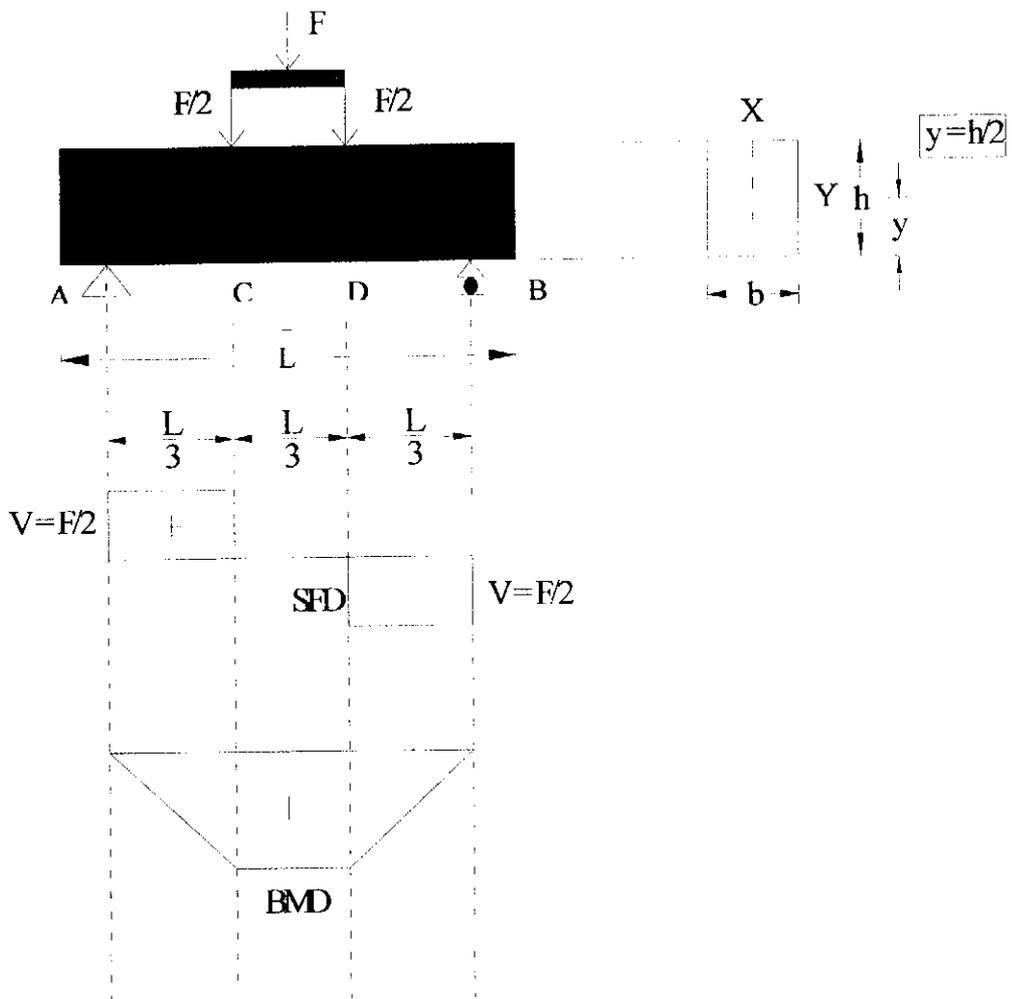
Mesin Uji Lentur Merek "Shimidzu"



Pengujian Kuat Lentur Beton

LAMPIRAN 9

(hitungan gaya geser)



$$\sum M_B = 0$$

$$R_{AV} \cdot L - \frac{F}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L - \frac{F}{2} \cdot \frac{1}{3} L$$

$$R_{AV} \cdot L = \frac{F}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L + \frac{F}{2} \cdot \frac{1}{3} L$$

$$R_{AV} = \frac{\frac{F}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L + \frac{F}{2} \cdot \frac{1}{3} L}{L}$$

$$R_{AV} = \frac{F}{2}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$RBV \cdot L - \frac{F}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L - \frac{F}{2} \cdot \frac{1}{3} L$$

$$RBV \cdot L = \frac{F}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L + \frac{F}{2} \cdot \frac{1}{3} L$$

$$RBV = \frac{\frac{F}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L + \frac{F}{2} \cdot \frac{1}{3} L}{L}$$

$$RBV = \frac{F}{2}$$

$$M_C = RAV \cdot \frac{L}{3}$$

$$M_D = RBV \cdot \frac{L}{3}$$

Kuat Lentur

$$\sigma_{it} = M \cdot y / I$$

$$\sigma_{it} = \frac{(F/2)(L/3)(h/2)}{(1/12) b \cdot h^3}$$

$$\sigma_{it} = \frac{F \cdot L}{b \cdot h^2}$$

$$\text{Dimana : } M = \frac{F}{2} \cdot \frac{L}{3}$$

$$y = \frac{h}{2}$$

$$I = (1/12) b \cdot h^3$$