

TUGAS AKHIR

**STUDI KOMPARASI BETON SERAT BENDRAT
DAN SERAT PLASTIK PADA UJI LENTUR**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil



Oleh:

Nama : Suprianto
No. Mhs. : 91 310 085
Nirm. : 91 0051013114120 081

Nama : M. Ali Muhtadin
No. Mhs. : 91 310 167
Nirm. : 91 0051013114120 162

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

1996

TUGAS AKHIR

STUDI KOMPARASI BETON SERAT BENDRAT DAN SERAT PLASTIK PADA UJI LENTUR

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

OLEH:

Nama : Suprianto
No. Mhs : 91 310 085
NIRM. : 910051013114120081

Nama : M. Ali Muhtadin
No. Mhs : 91 310 167
NIRM : 910051013114120162

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1996**

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrohmaanirrokhiiim.

Assalaamu'alaikum wr. wb.

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai prasyarat untuk memenuhi jenjang strata satu pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Permasalahan yang kami angkat dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah studi komparasi beton serat bendrat dan serat plastik pada pengujian lentur. Dengan segala keterbatasan yang ada, kami berusaha menerapkan apa yang telah kami dapatkan untuk menyelesaikan permasalahan yang kami hadapi. Penulisan Tugas Akhir ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan September 1996.

Selama melaksanakan penulisan Tugas Akhir ini, tentunya kami tidak lepas dari rintangan dan hambatan. Namun demikian dengan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya kami dapat mengatasi rintangan dan hambatan tersebut. Untuk itu pada kesempatan ini

penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dan selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku ketua jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Tadjuddin BM. Aris, MS, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, selaku kepala Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.
5. Seluruh karyawan Laboratorium BKT FTSP Universitas Islam Indonesia.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah membalas semua amalnya dan kami berharap penulisan Tugas Akhir ini tidak hanya menjadi arsip yang tertumpuk dan terlupakan, akan tetapi lebih dari itu dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amiin.

Wabillaahitaufik wal hidayah.

Wassalaamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, September 1996

Penyusun

5.1.4. Serat	26
5.2. Peralatan Penelitian	27
5.2.1. Alat Uji Lentur	27
5.2.2. Alat Uji Desak	27
5.2.3. Rangka Baja	28
5.2.4. Alat Pembuatan Benda Uji	28
5.3. Pelaksanaan Penelitian	29
5.3.1. Perancangan Adukan Beton	29
5.3.2. Persiapan Bahan dan Alat	31
5.3.3. Proses Pembuatan Benda Uji	31
5.3.4. Pengujian	32
5.4. Batasan Masalah	34
5.5. Analisis Hasil	35
5.6. Kendala dan Cara Penyelesaiannya	36
BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
6.1. Hasil Penelitian	38
6.2. Pembahasan	40
6.2.1. Kuat Lentur Beton	41
6.2.2. Kuat Desak Beton	43
VII. Kesimpulan dan saran.....	45
7.1. Kesimpulan	45
7.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
Daftar Lampiran	ix
Notasi	x
Abstraksi	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Beton Serat	6
2.2. Metode Perancangan Adukan Beton	8
BAB III. LANDASAN TEORI	17
BAB IV. HIPOTESIS	20
BAB V. PENELITIAN	22
5.1. Bahan Penelitian	22
5.1.1. Semen Portland	22
5.1.2. Agregat	24
5.1.3. Air	25

DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
2.1	Spesifikasi Serat yang Sering Digunakan	7
2.2	Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan Fas 0,5	9
2.3	Penetapan Nilai Slump	10
2.4	Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik Beton	11
2.5	Kebutuhan Semen Minimum untuk Berbagai Pembetonan	11
5.1	Kebutuhan Material yang Diperlukan	30
6.1	Data Hasil Pengujian Lentur Beton Non-serat	38
6.2	Data Hasil Pengujian Lentur Beton Serat-bendrat	39
6.3	Data Hasil Pengujian Lentur Beton Serat-plastik	39
6.4	Data Hasil Pengujian Desak Beton Non-serat	39
6.5	Data Hasil Pengujian Desak Beton Serat-bendrat	40
6.6	Data Hasil Pengujian Desak Beton Serat-plastik	40
6.7	Hasil Uji Kuat Lentur Beton	42
6.8	Hasil Uji Kuat Desak Beton	43

DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
2.1	Grafik Mencari Faktor Air Semen	14
2.2	Grafik Persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	15
2.3	Grafik Hubungan Berat Beton, Berat Jenis, Agregat Campuran dan Kandungan Air	16
3.1	Kurva Defleksi pada Beton Serat	17
3.2	Diagram Tegangan Regangan pada Balok	18
5.1	Metode Pembebanan Dua Titik pada Pengujian Lentur	34
6.1	Grafik Kuat Lentur Beton	42
6.2	Grafik Kuat Desak Beton	44

DAFTAR LAMPIRAN

No	Uraian
----	--------

1. Kartu Peserta Tugas Akhir
 2. Tabel Menentukan Daerah Gradasi Pasir
 3. Foto Pengujian Slump
 4. Foto Pengadukan Beton Serat Plastik
 5. Foto Pengadukan Serat Bendrat
 6. Foto Pengujian Lentur
 7. Foto Rangka Baja dan Pembebanan
 8. Foto Balok Setelah Uji Lentur
-

NOTASI

Simbol	Notasi
f_c'	: Kuat desak beton yang disyaratkan
f_{cr}'	: Kuat desak beton rata-rata
S	: Deviasi standar
m	: nilai tambah
P	: prosentase agregat halus terhadap campuran
K	: prosentase agregat kasar terhadap campuran
σ_{lt}	: tegangan lentur
σ_{ds}	: tegangan desak
M	: momen yang bekerja pada balok
C	: jarak serat terluar terhadap garis netral
I	: momen inersia penampang balok terhadap garis netral
P	: beban maksimum
l	: panjang bentang
b	: lebar rata-rata benda uji
d	: tinggi rata-rata benda uji
a	: jarak rata-rata antara garis keretakan dan perletakan yang terdekat di ukur pada bagian permukaan yang terluar

ABSTRAKSI

Beton adalah salah satu bahan struktur yang paling banyak digunakan di Indonesia karena mempunyai banyak keuntungan. Sebagai bahan struktur, beton memiliki kuat desak yang tinggi, tetapi mempunyai kelemahan yaitu kuat tariknya yang sangat rendah. Untuk meningkatkan kuat tarik ini, salah satu cara yang digunakan adalah dengan menambah bahan serat pada adukan beton.

Dalam penelitian ini digunakan serat dari potongan kawat bendrat dengan panjang 5 cm dan serat plastik dari pabrik dengan panjang 19 mm. Maksud dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kuat lentur dan kuat desak dengan adanya penambahan serat tersebut.

Hasil yang didapat menunjukkan bahwa beton serat kawat bendrat meningkatkan kuat desak sebesar 7.50% dan kuat lentur 16.94%, sedangkan beton serat plastik meningkat kuat desaknya 2.07% dan kuat lenturnya 9.90% dibanding dengan beton non-serat. Selain itu didapat juga hasil bahwa penambahan serat ini akan membuat beton lebih liat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahan utama yang sering digunakan dalam struktur adalah kayu, baja dan beton dengan pengembangan berupa gabungan antara bahan-bahan tersebut di atas. Diantara jenis bahan tersebut yang paling dominan digunakan adalah beton, karena bahan baku beton yang tersedia cukup melimpah dengan harga yang murah dan mudah didapat dengan tidak perlu mengimpor dari luar negeri, sehingga dapat menghemat devisa negara. Pertimbangan lain dalam pemakaian struktur beton adalah kemudahan dalam pelaksanaan baik dalam pengangkutan, pengerjaan maupun kontrol kualitas. Nilai tambah dari struktur beton yang lain adalah tahan terhadap kondisi lingkungan, kebakaran dan mudah dalam perawatan.

Secara struktural beton mempunyai kekuatan yang cukup besar terutama pada kuat desaknya, sehingga sangat bermanfaat untuk struktur-struktur dengan gaya-gaya desak yang dominan. Disamping semua keuntungan-

keuntungan di atas, beton juga mempunyai kekurangan-kekurangan dan ada hal-hal yang membatasi pemakaiannya antara lain:

1. Kuat tarik yang rendah. Bagian konstruksi yang menderita gaya tarik harus diperkuat dengan baja tulangan.
2. Rambatan suhu. Selama pengikatan dan pengerasan suhu beton naik. Hal ini disebabkan oleh hidrasi dari semen, dan kemudian secara berangsur-angsur turun kembali. Perubahan suhu ini dapat mengakibatkan muai-susut akibat suhu yang cukup besar dan retak-retak ringan. Beton yang telah mengeras dapat memuai dan menyusut sesuai dengan suhu pada kecepatan yang sama dengan baja. Sambungan untuk pemuaian dan penyusutan harus disediakan agar bangunan tidak rusak.
3. Penyusutan kering dan perubahan kadar air. Beton menyusut bilamana mengalami kekeringan dan bahkan ketika terjadi pengerasan, memuai dan menyusut bilamana basah dan kering. Perubahan ini mengharuskan untuk disediakannya sambungan konstruksi pada suatu interval-interval agar tidak terjadi retak-retak yang terlihat.

4. Rayapan. Beton mengalami perubahan bentuk secara berangsur-angsur bilamana mengalami pembebanan, perubahan bentuk yang ditimbulkan oleh rayapan-beton ini tidak dapat kembali seperti semula bilamana beban ditiadakan. Rayapan ini hal yang penting terutama yang berhubungan dengan beton pra-tekan. Rayapan dan penyusutan sukar dipisahkan di dalam pengukuran perubahan bentuk selama pengujian.
5. Kerapatan terhadap air. Beton yang paling baik tidak dapat secara sempurna rapat terhadap air dan kelembaban, serta mengandung senyawa-senyawa yang mudah larut serta terbawa keluar oleh air yang jumlahnya berubah-ubah. Bilamana diperlukan perhatian khusus terhadap konstruksi ini, perlu adanya sambungan yang bisa membentuk semacam saluran untuk aliran air tersebut.

~~Kelemahan yang paling menonjol dari beton adalah~~ nilai kuat tariknya yang sangat rendah berkisar $1/18$ dari kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar $1/20$ sesudahnya serta bersifat getas. Oleh karena itu beton tidak diperhitungkan dalam menahan tarikan. Kemudian untuk menahan tarikan beton diberi baja tulangan, sehingga struktur beton merupakan

kombinasi baja dan beton yang mampu memikul beban yang bekerja.

Penambahan baja tulangan belum memberikan hasil yang benar-benar memuaskan. Retak-retak melintang yang halus masih sering timbul didekat baja yang mendukung gaya tarik. Dengan suatu perancangan khusus, kuat tarik beton akan dapat ditingkatkan sehingga mampu menahan tegangan tarik tanpa mengalami retakan. Salah satu cara adalah dengan penambahan serat pada adukan beton, sehingga retak-retak yang mungkin terjadi akan ditahan oleh serat tambahan ini. Jenis serat yang dapat ditambahkan sangat bervariasi mulai dari bahan dasar, panjang, diameter dan bentuk serat. Serat yang dapat dipakai bisa dari serat alami seperti ijuk, rami, bambu atau serat buatan seperti serat baja, plastik, kaca dan serat karbon.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. mendapatkan dan membandingkan nilai kuat desak beton yang memakai serat kawat bendrat, serat plastik dan tanpa serat,
2. mendapatkan dan membandingkan nilai kuat lentur beton yang memakai serat kawat bendrat, serat plastik dan tanpa serat,

3. mengamati pengaruh serat pada jenis retakan yang ada.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton Serat

Beton serat ("fibre reinforced concrete") menurut ACI Committe adalah konstruksi beton dengan bahan susun semen, agregat halus dan agregat kasar serta sejumlah kecil serat ("fiber"). Beberapa macam bahan serat yang dapat dipakai untuk memperbaiki sifat-sifat beton telah dilaporkan oleh ACI Committe 544 (1982). Bahan serat tersebut antara lain: baja ("steel"), plastik ("polypropylene"), kaca ("glass"), dan karbon. Untuk keperluan non-struktural serat dari bahan almhiah seperti ijuk, rami atau serat tumbuhan lainnya juga bisa digunakan. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki adalah:

1. keliatan ("ductility"), yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi
2. ketahanan terhadap beban kejut ("impact resistance")
3. kemampuan untuk menahan tarik dan momen lentur
4. ketahanan terhadap kelelahan ("fatigue life")
5. ketahanan terhadap pengaruh susutan ("shrinkage")

6.ketahanan terhadap ausan ("abrasion").

Selanjutnya menurut Kardiyono, jika serat yang dipakai mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi dari pada beton maka serat akan bersifat lebih tahan terhadap benturan dan lenturan, adapun jika modulus elastisitas serat lebih rendah dari beton maka hanya membuat beton lebih tahan terhadap benturan saja.

Spesifikasi serat yang sering digunakan terangkum dalam tabel dibawah ini : (sumber: Sudarmoko, 1992).

Tabel 2.1. Spesifikasi Serat yang Sering Digunakan

Serat	Berat Jenis	Kuat Tarik Ksi	Modulus Young 10^3 Ksi	Volume Fraksi (%)	Diameter serat (in)	Pjg (in)
Baja	7,86	100-300	30	0.75-9	0.0005-0.04	0.5-1.5
Kaca	2,7	>180	11	2 - 8	0.004 - 0,03	0,5-1,5
Plastik	0,91	>100	0,14-1,2	1 - 3	>0,1	0,5-1,5
Karbon	1,6	>100	>7,2	1 - 5	0,0004 - 0,0008	0,02-0,5

Suhendro (1990) dalam penelitiannya memakai serat kawat dengan prosentase volume serat antara 0,5% sampai 1% menghasilkan bahwa kuat desak beton bertambah antara 5% sampai 10% dan setelah tercapainya tegangan maksimum, beton serat masih dapat mempertahankan tegangannya sebesar 60%. Hal ini menunjukkan bahwa beton serat tersebut bersifat liat ("ductile").

Sudarmoko (1991) juga berhasil meningkatkan kuat tarik beton dengan penambahan serat kawat bendrat sebanyak 1,25% dari volume adukan. Kuat tarik beton tersebut meningkat sebesar 13% pada umur benda uji 28 hari.

2.2. Metode Perancangan Adukan Beton

Perancangan adukan beton memakai metode DOE ("Department Of Environment") yang dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia dan dimuat dalam buku Standar no.SK.SNI.T-15-1990-03 dengan judul bukunya: "Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal". Dalam perencanaan cara ini digunakan tabel-tabel dan grafik-grafik.

Adapun langkah-langkah pokok cara ini adalah sebagai berikut:

1. Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') pada umur tertentu.
2. Penetapan nilai deviasi standar (S), ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton dan hasil pengalaman praktek pelaksanaan pada waktu yang lalu, untuk pembuatan beton mutu yang sama dengan bahan dasar yang sama pula.

3. Penghitungan nilai tambah (N). Jika nilai tambah ini sudah ditetapkan sebesar 12 MPa maka langsung ke langkah (4). Jika nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar S maka dengan rumus berikut: $m = k \cdot S_d$, dengan m = nilai tambah (dalam Mpa), k = 1,64 dan Sd = deviasi standar (dalam Mpa).
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan dengan rumus: $f_{cr}' = f_c' + m$, dengan fcr' = kuat tekan rata-rata (Mpa), f_c' = kuat tekan yang disyaratkan (Mpa) dan m = nilai tambah (Mpa).
5. Penetapan jenis semen portland.
6. Penetapan jenis agregat (alami atau batu pecah).
7. Tetapkan faktor air semen berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar dan kuat tekan rata-rata yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan nilai faktor air semen dengan tabel 2.2. dan grafik 2.1.

Tabel 2.2. Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan Fas 0,50

Jenis Semen	Agregat Kasar	Umur (hari)			
		3	7	28	91
I, II, IV	Alami	17	23	33	40
	Batu Pecah	19	27	37	45
III	Alami	21	28	38	44
	Batu Pecah	25	33	44	48

8. Penetapan faktor air maksimum, dalam hal ini ditetapkan 0,60 untuk beton di dalam ruang bangunan dengan keadaan keliling non-korosif. Selanjutnya dipakai harga faktor air semen yang lebih kecil.

9. Penetapan nilai slump diperoleh dari tabel 2.3. berdasarkan jenis strukturnya.

Tabel 2.3. Penetapan nilai "slump" (cm)

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,2

10. Penetapan besar butir agregat maksimum berdasarkan ketentuan berikut:

a. tiga per empat kali jarak bersih minimum antar baja tulangan, atau tendon prategang.

b. sepertiga kali tebal plat.

c. seperlima jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan.

11. Tetapkan jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat dan nilai slump yang diinginkan (tabel 2.4).

Tabel 2.4. Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik Beton (liter)

Ukuran maks kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm) 0 -10	Slump (mm) 10-30	Slump (mm) 30-60	Slump (mm) 60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

12. Menghitung berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah 11) dengan faktor air semen yang diperoleh pada langkah 7 dan 8.

13. Kebutuhan semen minimum ditetapkan dengan tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kebutuhan semen minimum berbagai pembetonan

Jenis pembetonan	Semen minimum (kg/m ³ beton)
Beton di dalam ruang bangunan:	
a. keadaan keliling non-korosif	275
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	325
Beton di luar ruang bangunan:	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
b. Terlindung dari terik hujan dan terik matahari langsung	275

14. Penyesuaian kebutuhan semen diambil yang maksimum dari langkah 12 dan langkah 13
15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen jika ada perubahan akibat langkah 14 maka dapat dilakukan hal sebagai berikut:
- a. Cara pertama, faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum
 - b. Cara kedua, jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan faktor air semen
16. Penentuan daerah gradasi agregat
17. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar, nilai banding antara berat agregat kasar diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Pada langkah ini dicari nilai banding antara berat agregat halus dan berat agregat campuran. Penentuan dilakukan dengan memperhatikan besar butir maksimum agregat kasar, nilai slam, faktor air semen dan daerah gradasi agregat halus. Berdasarkan data tersebut dan grafik 2.3 dapat diperoleh presentase berat agregat halus terhadap berat campuran.
18. Berat jenis agregat campuran dapat dihitung dengan rumus :

$BJ\ Camp = (P/100) \times bj\ ag.hls + (K/100) \times bj\ ag.ksr.$

- P = persentase agregat halus terhadap campuran.

- K = persentase agregat kasar terhadap campuran.

Berat jenis agregat halus dan kasar diperoleh dari pemeriksaan laboratorium, jika tidak maka diambil sebesar 2,60 untuk alami dan 2,70 untuk agregat pecahan.

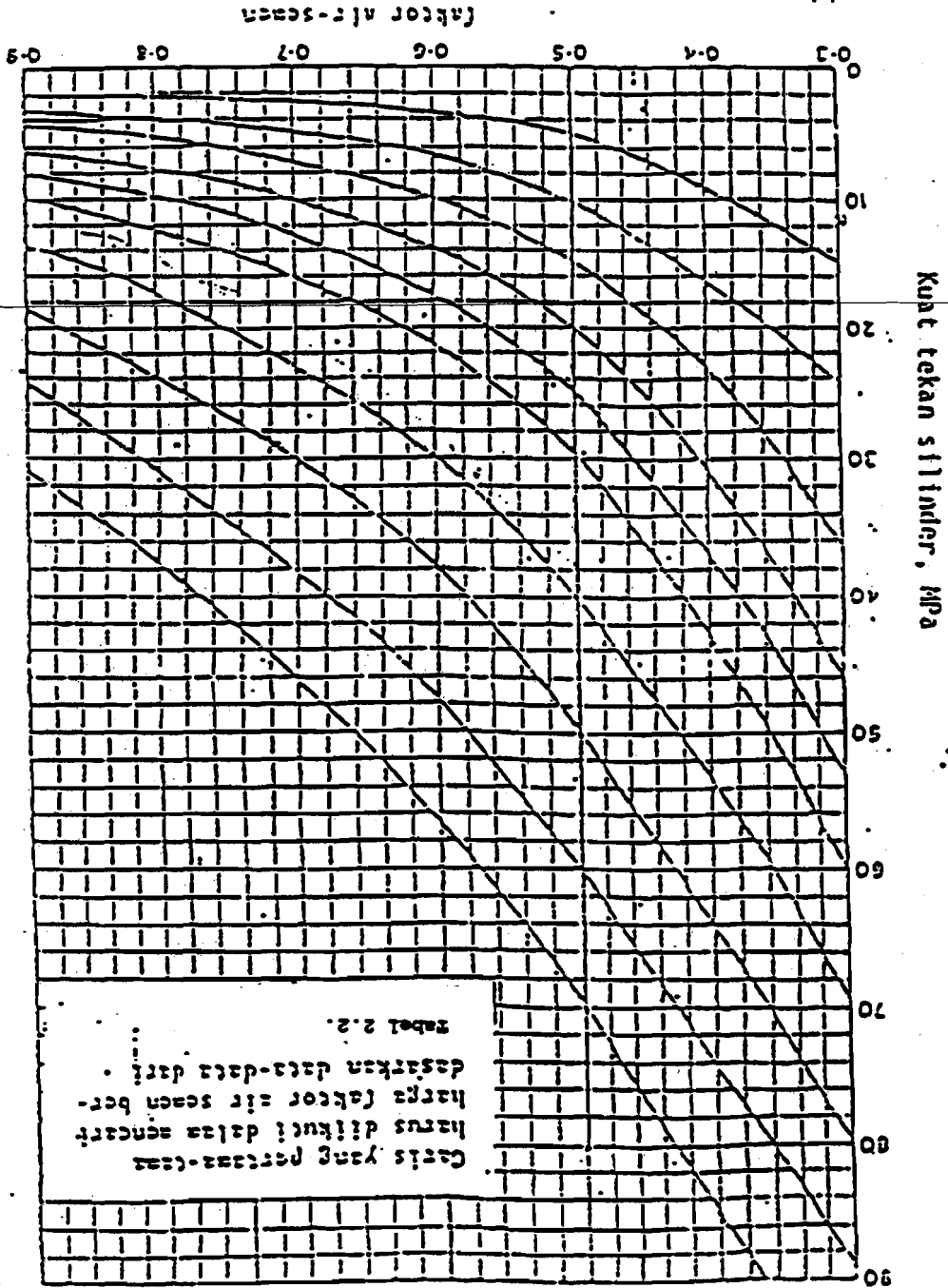
19. Penentuan berat jenis beton yaitu dari langkah 18 dan kebutuhan air tiap meter kubik betonnya maka dengan grafik 2.4. dapat diperkirakan berat jenis betonnya.

20. Kebutuhan agregat campuran dihitung dengan cara mengurangi berat beton per meter kubik dikurangi kebutuhan air dan semen.

21. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (17) dan (20) yaitu dengan mengalikan kebutuhan agregat campuran dengan persentase berat agregat halusnya.

22. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan yaitu dengan cara mengurangi kebutuhan agregat campuran dengan kebutuhan agregat halus.

Gambar 2.1. Grafik mencari faktor air semen

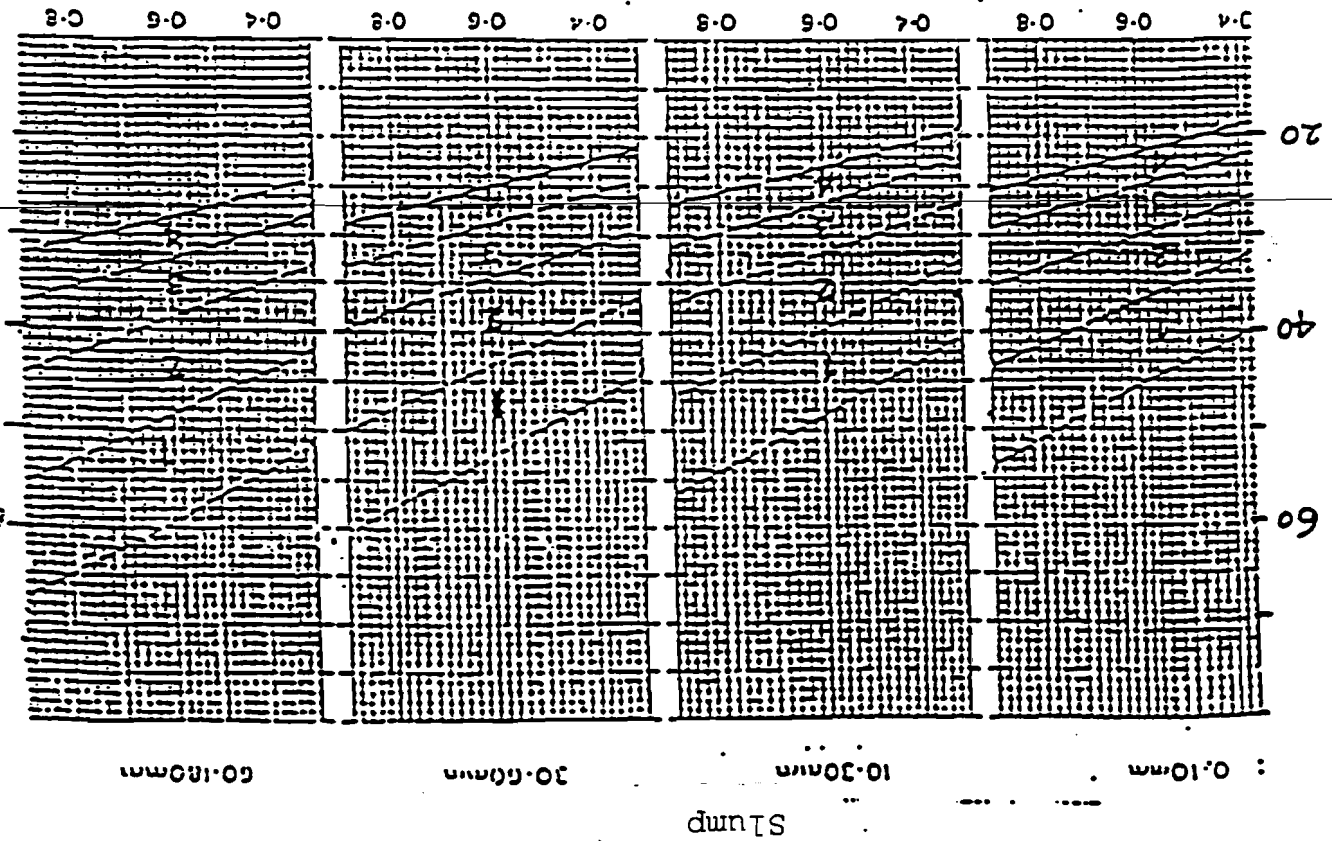


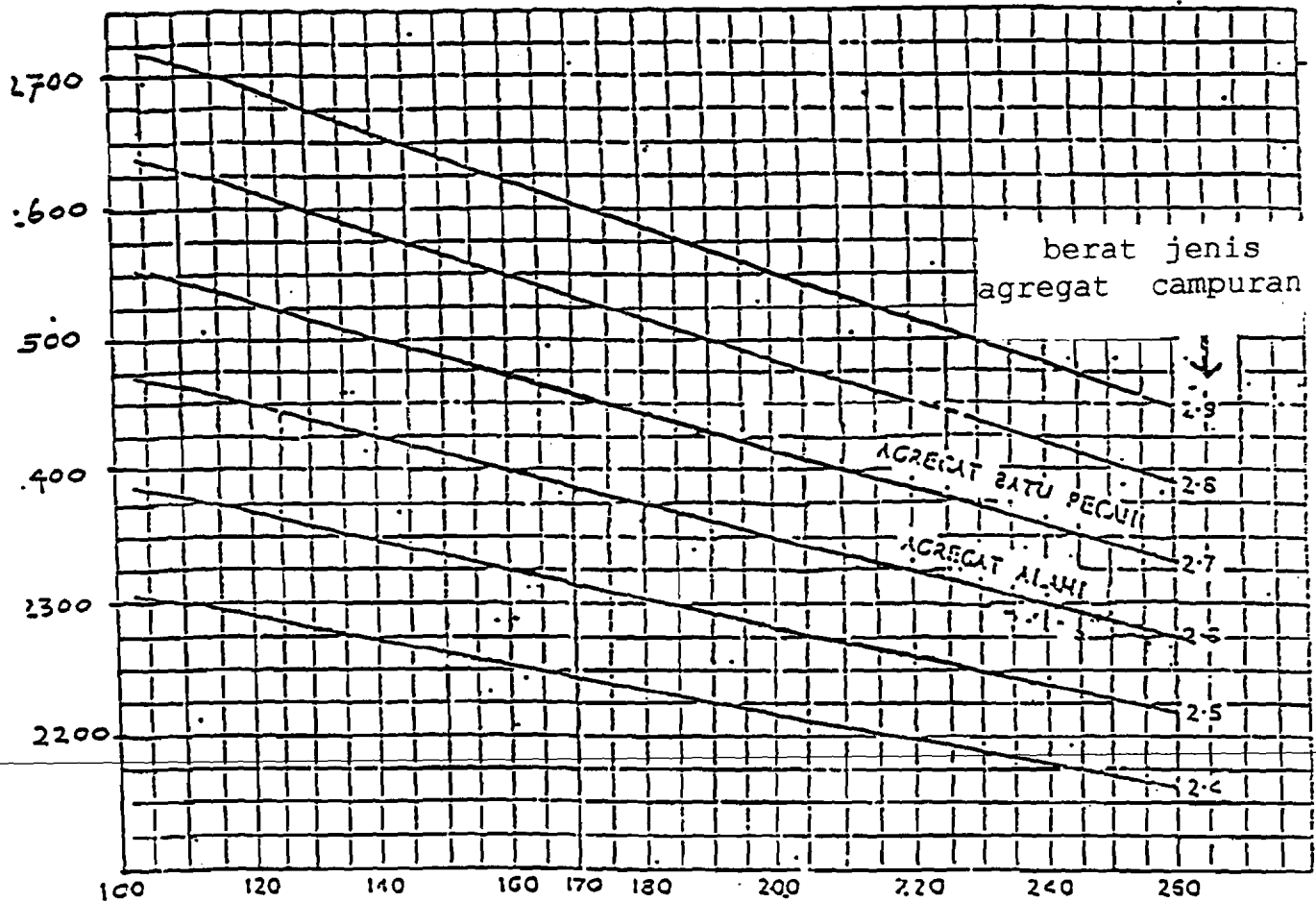
maksimum 20 mm

agregat keseluruhan untuk ukuran butir

Gambar 2.2. Grafik persentase agregat halus terhadap

faktor air-semen





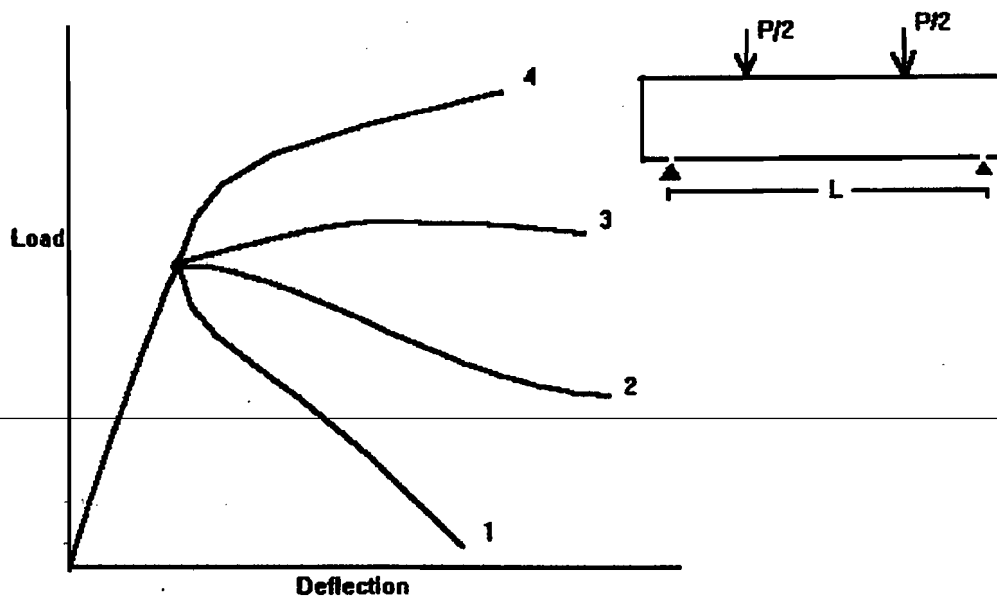
Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik Beton (liter)

Gambar 2.3. Grafik hubungan berat beton, berat jenis, agregat campuran dan kandungan air

BAB III

LANDASAN TEORI

Beton serat adalah merupakan bahan komposit yang terdiri dari beton dan sebagian kecil serat yang berperan terhadap kuat lentur. Menurut Perumalsamy N. Balaguru (1992) kurva defleksi pada balok akibat pembebanan dengan memakai beton serat adalah sebagai berikut:

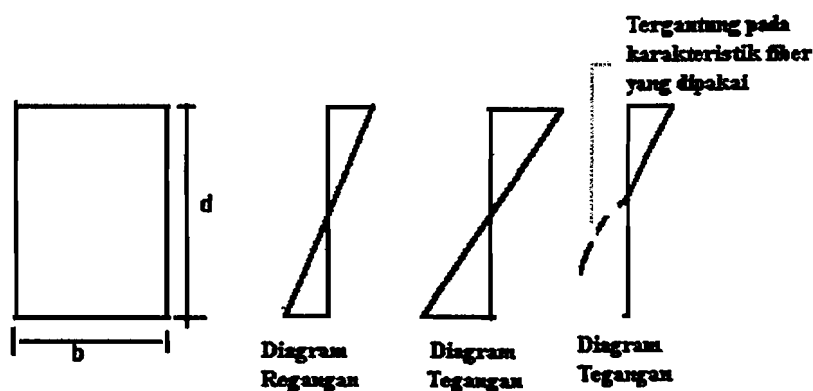


Gambar 3.1. Kurva Defleksi pada Beton Serat

Sebelum beton retak kurva masih dalam bentuk garis linier. Setelah tegangan ijin terlampaui maka beton mengalami retak. Dengan adanya variasi jumlah serat yang ada dalam beton maka terbentuklah gambar kurva 1-4. Kurva

1 dan 2 menunjukkan bahwa energi yang dapat ditahan oleh serat lebih kecil dari energi yang ditahan beton sebelum retak. Sedang pada kurva 3 dan 4 menunjukkan bahwa energi yang dapat ditahan oleh serat lebih besar dari energi yang ditahan oleh beton sebelum retak. Perbedaan kurva ini diakibatkan oleh faktor-faktor: jumlah serat, jenis serat, bentuk serat, karakteristik beton dan jenis pembebanan yang ada.

Distribusi tegangan-regangan yang ada pada balok dengan memakai beton-serat terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.2. Diagram Tegangan Regangan pada Balok

Dengan menggunakan prinsip keseimbangan statika dapat ditentukan besar momen dan geser yang terjadi pada setiap penampang balok yang bekerja menahan beban. Untuk menentukan kemampuan balok dalam menahan beban dengan cara memperhitungkan tegangan yang timbul didalamnya. Distribusi tegangan-regangan pada penampang balok dan hasil perhitungan yang tepat dapat diperoleh berdasarkan

teori elastisitas. Dengan menggunakan asumsi-asumsi dan penyederhanaan tertentu dapat dikembangkan hubungan matematik untuk memperoleh tegangan lentur dan geser. Untuk balok dari bahan homogen (serba sama) dan elastik berlaku rumus lenturan sebagai berikut:

$$f = (M.c) / I$$

dengan, f = tegangan lentur

M = momen yang bekerja pada balok

c = jarak serat terluar terhadap garis netral

I = momen inersia penampang balok terhadap garis netral

BAB IV

HIPOTESIS

Serat sebagai bahan tambahan pada beton untuk memperkuat dan meningkatkan sifat deformasinya, masih jarang sekali digunakan di Indonesia. Beton yang diperkuat dengan serat akan mengalihkan beban deformasi dari beton tersebut ke seratnya. Dengan penambahan jenis serat yang kuat dan volume fraksi tertentu pada beton maka akan tercapai peningkatan sifat serta kekuatan statis dan dinamis pada beton yang diperkuat serat tersebut. Dalam hal ini serat akan berperan sebagai penahan retakan yang melintasi beton.

Serat yang terbuat dari potongan kawat bendrat mempunyai modulus elastisitas dan kuat tarik yang cukup tinggi. Penambahan serat kawat bendrat dengan proporsi tertentu pada beton akan meningkatkan kuat lentur dan kuat tarik beton tersebut. Sebab gaya tarik yang bekerja pada beton akan ditahan oleh serat kawat bendrat. Selain itu beton akan bersifat lebih liat.

Serat plastik mempunyai modulus elastisitas yang rendah, ikatan dengan semen buruk dan pemanjangan yang besar, akan tetapi mempunyai daya serap energi yang cukup besar dan bersifat liat serta tahan terhadap benturan. Penambahan serat plastik dengan proporsi tertentu pada beton akan meningkatkan kuat tariknya dan membuat beton lebih liat.

Potongan kawat bendrat mempunyai kuat tarik dan kekakuan yang lebih tinggi dibanding dengan serat plastik. Dengan demikian penambahan serat kawat bendrat pada beton akan menghasilkan kuat lentur dan kuat desak yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pemakaian serat plastik.

BAB V
PENELITIAN

5.1. Bahan Penelitian

5.1.1. Semen Portland

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker dari silikat-silikat kalsium dengan gips sebagai bahan tambahan. Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

Kandungan semen portland ialah kapur, silika dan alumina dengan perbandingan tertentu. Ketiga bahan dasar tersebut dicampur dan dibakar dengan suhu 1550°C dan menjadi klinker. Setelah itu kemudian dikeluarkan, di dinginkan dan di haluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya ditambah gips kira-kira 2 sampai 4 persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus, misal: kalsium klorida untuk

menjadikan semen yang cepat mengeras. Kemudian di masukkan ke dalam kantong kemasan.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland di Indonesia menurut PUBLI-1982 dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Semen yang berhubungan dengan udara luar akan menyerap air dengan perlahan-lahan dan ini menyebabkan kerusakan. Penyerapan 1 sampai 2 persen air tidak cukup mempengaruhi kualitas semen, tetapi jumlah penyerapan tersebut memperlambat proses pengerasan semen dan mengurangi kekuatan. Semen dapat dijaga mutunya dalam jangka waktu tidak terbatas asalkan uap

air dijauhkan dari tempat penyimpanan tersebut. Semen dalam kantung dapat disimpan dengan aman diatas lembaran alas yang kedap air, dengan dinding dan lantai yang tidak porous serta jendela ditutup sangat rapat.

Dalam penelitian ini dipakai semen portland jenis I dengan merk Gresik dalam kemasan 50 kg yang dibeli dari toko material.

5.1.2. Agregat

Agregat ialah butiran mineral agregat alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini menempati kira-kira sebanyak 70% volume mortar atau beton. Bentuk agregat akan sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya.

Dalam praktek agregat digolongkan menjadi tiga kelompok yaitu:

1. batu, untuk diameter butiran lebih besar dari 40 mm,
2. kerikil, untuk diameter butiran antara 5 mm sampai dengan 40 mm,
3. pasir, untuk diameter butiran antara 0,15 mm sampai dengan 5 mm.

Agregat yang dipakai harus mempunyai bentuk yang baik, bersih, keras, kuat, gradasinya baik, kestabilan

kimiawi dan dalam hal-hal tertentu harus tahan terhadap aus dan tahan cuaca.

Dalam penelitian ini dipakai pasir sungai yang berasal dari kali Kuning, sedangkan kerikil yang dipakai merupakan kerikil pecah dengan diameter butiran maksimum 20 mm yang berasal dari kali Krasak, Sleman, Yogyakarta.

5.1.3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak, karena kekuatan beton akan rendah dan porous. Selain itu kelebihan air menyebabkan terjadinya bleeding yaitu naiknya air dan semen bersama-sama ke permukaan pada adukan beton segar yang baru saja dituang yang kemudian menjadi buih dan membentuk suatu lapisan tipis atau selaput tipis. Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah.

Adapun persyaratan air yang dipakai untuk beton adalah sebagai berikut:

1. tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter,

2. tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter,
3. tidak mengandung khlorida (CL) lebih dari 0,5 gram/liter,
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan. Besi dan zat organis dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama.

Dalam penelitian ini dipakai air yang ada di laboratorium BKT, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, UII yang telah memenuhi persyaratan di atas.

5.1.4. Serat (fiber) ✓

Bahan serat dibuat dari kawat bendrat dengan kualitas cukup baik yang ada dipasaran dan berasal dari Toko Besi Nusantara Jl. Laksda Adisucipto 43A Yogyakarta. Kawat bendrat tersebut dipotong-potong dengan panjang 5 cm. Sedangkan serat plastik (polypropylene) berasal dari pabrik yang diproduksi oleh Forta Corporation-USA dengan panjang serat 19 mm.

5.2. Peralatan Penelitian

5.2.1. Alat Uji Lentur

Alat yang dipergunakan adalah alat elektrik Hidroulic Jack merk Shimadzu, dengan tekanan maksimum sampai dengan 30 ton. Untuk menjalankan alat ini cukup dengan menekan tombol yang ada. Selain digunakan untuk pengujian lentur alat ini dapat juga dipakai untuk pengujian tarik. Sistem pembebanan yang ada bisa bergerak ke atas dan ke bawah. Untuk mendapatkan besarnya beban yang bekerja maka ditunjukkan oleh jarum yang ada pada dial pembacaan beban. Pada pengujian lentur saat benda uji patah maka jarum yang berwarna merah akan berhenti dan menunjukkan besarnya beban yang bekerja.

5.2.2. Alat Uji Desak

Alat yang digunakan adalah alat elektrikal hidraulik dengan merk Controls. Untuk menjalankan alat ini cukup dengan menekan tombol yang ada. Kemudian besarnya gaya desak dibaca pada dial pembacaan beban. Untuk mendapatkan gaya desak maksimum maka ditunjukkan oleh jarum yang berwarna merah dimana jarum tersebut berhenti.

5.2.3. Rangka Baja

Rangka baja dipakai sebagai tumpuan benda uji yang dilengkapi dengan tumpuan sendi dan rol pada kedua ujungnya. Penempatan rangka baja dan benda uji yang ada di atasnya harus tepat sesuai dengan sistem pembebanan yang ada.

5.2.4. Alat Pembuatan Benda Uji

Alat pembuatan benda uji merupakan alat yang dipersiapkan paling awal dan dibersihkan dahulu dari kotoran yang ada. Adapun alat-alat yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

1. Ayakan, dipakai ayakan dengan diameter 5 mm untuk ayakan pasir dan diameter 20 mm untuk ayakan kerikil. Alat ini terbuat dari baja dengan lubang ayakan berbentuk kotak.
2. Timbangan, digunakan untuk menimbang berat bahan yang akan dipakai dalam adukan beton.
3. Mixer, digunakan untuk membuat campuran adukan beton. Alat ini dijalankan secara elektrikal.
4. Baki, sebagai tempat adukan beton setelah dituang dari mixer.
5. Sendok, dipakai untuk mengaduk adukan yang ada di baki dan menuangkannya ke dalam cetakan.

6. Cetakan kubus dan balok uji, terbuat dari baja yang bisa di bongkar pasang dengan memakai kunci dan baut yang ada di sisi-sisinya. Dipakai cetakan kubus dengan ukuran $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ dan cetakan balok dengan ukuran $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$.
7. Penumbuk, dipakai untuk memadatkan adukan beton dalam cetakan. Penumbuk ini merupakan batangan besi dengan diameter 10 mm panjang 60 cm.
8. Kerucut abrams, dipakai untuk mengukur nilai slump yang ada.
9. Kaliper dan mistar, digunakan untuk mengukur dimensi benda uji.

5.3. Pelaksanaan Penelitian

5.3.1. Perancangan Campuran Beton

Perancangan campuran beton ini memakai metode DOE ("Department Of Environment") yang dipakai sebagai standar perncanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan dimuat dalam buku Standar No. SK.SNI.T-15-1990-03.

Hasil perancangan adukan beton dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

FORMULIR PERANCANGAN ADUKAN BETON
(Menurut Standar Pekerjaan Umum)

No. Uraian

1. Kuat desak yang disyaratkan, umur 28 hari: 22,5 Mpa

- 2.Deviasi standar (S) : Mpa
 3.Nilai tambah (m) : 12 Mpa
 4.Kuat tekan rata-rata direncanakan (fcr') :34,5 Mpa
 5.Jenis semen (biasa/cepat keras) : I
 6.Jenis agregat kasar (alami/batu pecah) :Batu pecah
 Jenis agregat halus (alami/pecahan) :alami
 7.Faktor air-semen :0,54
 8.Faktor air-semen maksimum :0,60
 ----> dipakai faktor air-semen yang rendah:0,54
 9.Nilai slam :7,5-15cm
 10.Ukuran maksimum agregat kasar : 20 mm
 11.Kebutuhan air : 225 ltr
 12.Kebutuhan semen portland :416,67kg
 13.Kebutuhan semen portland minimum : 275 kg
 14.----> dipakai kebutuhan semen portland :416,67kg
 15.penyesuaian jumlah air (fas) :225 ltr
 16.Daerah gradasi agregat halus :2
 17.% berat ag. halus thd. campuran :40 %
 18.Berat jenis agregat campuran :2,66 t/m³
 19.Berat jenis beton :2350 kg/m³
 20.Kebutuhan agregat (langkah 19-11-14) :1708,33kg/m³
 21.Kebutuhan agregat halus (langkah 17x20):683,33 kg/m³
 22.Kebutuhan agregat kasar(langkah 20-21) :1025 kg/m³

Kesimpulan :

volume	Berat total	air	semen	agregat halus	agregat kasar
1 m ³	2350 kg	225 ltr	416,67 kg	683,33 kg	1025 kg
1 adukan	100 %	9,75 %	17,73 %	29,08 %	43,62 %

Tabel 5.1. Kebutuhan material yang diperlukan

no.	% serat	semen (kg)	air (ltr)	Kerikil (kg)	pasir (kg)	serat (kg)
1	--	35.46	19.14	87.24	58.16	0
2	1.25 benrat	35.46	19.14	87.24	58.16	2.50
3	0.04 plastik	35.46	19.14	87.24	58.16	0.08

5.3.2 Persiapan Bahan dan Alat

Tahap persiapan yang paling awal adalah pengadaan serat. Serat plastik diperoleh dari agen pemasaran dan serat kawat bendrat dibuat dengan memotong kawat bendrat dengan panjang 5 cm. Kerikil diayak dengan diameter ayakan 20 mm dan pasir dengan ayakan 5 mm. Kemudian kerikil ini dicuci dan direndam ke dalam air bersih selama 24 jam. Selanjutnya kerikil di angin-anginkan agar diperoleh keadaan jenuh kering penuh (SSD). Pasir yang ada nampak bersih dari kotoran dan debu sehingga tidak dilakukan pencucian pasir. Setelah itu dilakukan penimbangan semua bahan yang akan dipakai sesuai dengan kebutuhan.

Semua peralatan yang akan dipakai dalam pembuatan benda uji ini dibersihkan dari segala kotoran yang ada. Cetakan benda uji dibersihkan dan distel kemudian di olesi minyak oli agar setelah pemakaian nanti mudah dilepas dan dibersihkan kembali.

5.3.3. Proses Pembuatan Benda Uji

Seluruh bahan susun adukan beton-serat ditimbang sesuai dengan rencana adukan dan ditempatkan dalam tempat yang terpisah agar tidak tercampur satu sama lainnya. Mesin pengaduk beton dibasahi dahulu dengan

air, kemudian berturut-turut dimasukkan air, semen, pasir, dan kerikil, dan diaduk sampai dengan jangka waktu sekitar tiga menit sampai didapat suatu campuran yang homogen. Setelah dapat diyakini bahwa adukan sudah homogen, serat-serat dimasukkan ke dalam adukan sesuai dengan konsentrasi serat yang telah ditentukan, dan pengadukan dilanjutkan untuk beberapa saat agar seluruh serat tersebar secara merata ke dalam adukan.

Setelah adukan homogen, dilakukan pengujian nilai slump dengan menggunakan kerucut Abrams. Batas nilai slump yang diijinkan dalam penelitian ini adalah 6-18 cm, sebagai jaminan homogenitas adukan.

Kemudian adukan dimasukkan ke dalam cetakan balok dengan ukuran $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ dan cetakan kubus dengan ukuran $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$, kemudian diberi tanggal yang jelas hari pengecoran. Satu hari sesudahnya, cetakan dibuka dan benda uji disimpan dalam tempat yang terlindung dari sinar matahari.

5.3.4. Pengujian

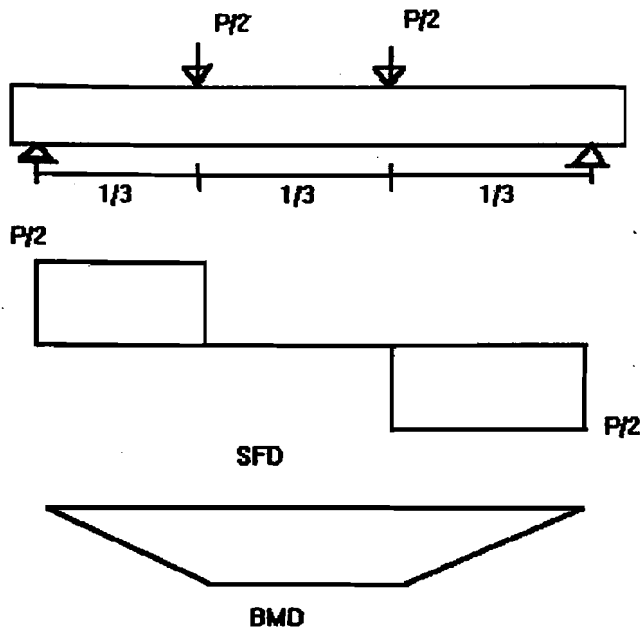
Pengujian utama pada penelitian ini adalah pengujian lentur balok beton serat dengan ukuran $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$. Namun demikian dilakukan pula pengujian lain yang sifatnya melengkapi data yang diperlukan untuk pengujian utama. Adapun pengujian pendukung

meliputi pengujian dengan benda uji kubus beton, yaitu pengujian kuat desak beton.

Balok uji diberikan dua buah beban vertikal pada dua tempat yang membagi balok menjadi tiga bagian yang sama panjang, sehingga sepertiga bagian tengah mengalami lentur murni. Pada bagian tersebut momen lentur murni yang terjadi adalah konstan dan merupakan momen terbesar sepanjang balok, sedangkan gaya lintang yang bekerja sama dengan nol. Dengan kondisi pembebanan seperti diatas, kuat lentur beton akan dapat diketahui dan tidak dipengaruhi oleh gaya lintang.

Beban vertikal yang dikerjakan pada balok, diberikan dengan alat Hidraulik Jack. Setelah peralatan dan benda uji siap pada rangka pengujian, pembebanan segera dilakukan secara berangsur-angsur sampai mencapai beban maksimum saat benda uji mengalami patah lentur.

Berdasarkan hasil pengujian ini maka dapat dibandingkan keuntungan yang ada pada beton dengan penambahan serat kawat bendrat , serat plastik dan beton tanpa serat.



Gambar 5.1. Metode pembebanan dua titik pada pengujian lentur

5.4. Batasan Masalah

Seperti yang telah dikemukakan bahwa pengaruh penambahan serat terhadap sifat struktural beton cukup banyak, namun dalam penelitian ini hanya diselidiki pengaruh penambahan fiber terhadap kuat desak dan kuat lentur dari beton berserat kawat bendrat dan serat plastik. Panjang kawat bendrat 5 cm sedang serat plastik dengan panjang 19 mm.

Dari hasil data yang diperoleh akan dibandingkan kenaikan prosentase kekuatan yang ada. Dalam penelitian ini sifat-sifat beton diselidiki untuk umur 7, 21 dan

28 hari. Pengujian laboratorium ini menggunakan benda uji balok prismatik dengan ukuran $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ dan kubus dengan ukuran $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$. Pengujian ini perlu dilakukan untuk membuktikan bahwa peningkatan sifat struktural beton (kuat tekan dan lentur) memang benar-benar dapat dimanfaatkan pada balok yang sesungguhnya. Selain itu pada pengujian ini akan diamati pula pengaruh serat terhadap keliatan beton dan retak yang terjadi.

5.5. Analisis Hasil

Dalam pengujian lentur menggunakan dua beban yang simetris yang terletak pada sepertiga bentang, sehingga akan menghasilkan momen lentur konstan diantara dua titik pembebanan dan terjadi tegangan yang maksimum. Dimana keretakan dimulai pada penampang yang tidak kuat menerima tegangan tersebut.

Jika retak-retak terjadi pada permukaan daerah tarik didalam sepertiga bagian dari panjang bentang,

hitungannya tegangan lentur : $\sigma_{lt} = \frac{p \cdot l}{b \cdot d^2}$

dimana σ_{lt} : tegangan lentur (kg/cm²)

p: beban maksimum (kg)

l: panjang bentang (cm)

b: lebar rata benda uji (cm)

d: tinggi rata-rata (cm)

Jika retak terjadi diluar sepertiga bagian bentang, tidak lebih dari 5% panjang bentang maka tegangan lentur dihitung sebagai berikut :

$$\sigma_{lt} = 3P.a / b.d^2$$

dimana a: jarak rata-rata antara garis keretakan dan perletakan yang terdekat diukur pada bagian permukaan yang tertarik

Bila terjadi keretakan diluar bagian bentang lebih dari 5% panjang bentang maka percobaan atau pengujian dinyatakan gagal.

5.6. Kendala dan Cara Penyelesaiannya

Dalam pelaksanaan penelitian ini ditemui kendala-kendala antara lain:

1. Dalam mencetak satu macam sampel dilakukan dua kali pencampuran. Hal ini dikarenakan kapasitas "mixer" yang digunakan terbatas sehingga hasil yang didapatkan akan mengalami perbedaan nilai slump.
2. Jumlah cetakan yang terbatas sehingga dalam melaksanakan penelitian diperlukan waktu yang lebih panjang.
3. Banyaknya penelitian yang dilakukan di laboratorium bahan konstruksi teknik, sehingga harus antri menunggu giliran.

4. Permukaan benda uji yang tidak rata sehingga dalam pelaksanaan tes didapat hasil yang kurang baik.

Dari kendala-kendala yang terdapat di atas dapat dilakukan cara-cara penyelesaian sebagai berikut:

1. Menyediakan "mixer" yang memenuhi kapasitas sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.
2. Jumlah cetakan penelitian perlu diperbanyak sesuai dengan kebutuhan.
3. Dikarenakan banyaknya penelitian yang dilakukan hendaknya pengelola laboratorium bahan konstruksi teknik dapat memberikan jadwal yang baik.
4. Untuk mendapatkan permukaan benda uji yang rata dipakai belerang atau gipsum pada permukaan atasnya. Pemberian lapisan ini dibuat dua jam setelah selesai pencetakan.

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji prisma berukuran $10 \times 10 \times 40$ cm³ untuk pengujian lentur pada umur 7, 21 dan 28 hari. Sedangkan kubus dengan ukuran $15 \times 15 \times 15$ cm³ untuk pengujian desak yang dilakukan pada umur 28 hari.

Hasil pengujian lentur dan desak beton pada umur 7, 21 dan 28 hari adalah sebagai berikut:

Tabel 6.1. Data Hasil Pengujian Lentur Beton Non-serat

No.	Umur hari	Lebar (cm)	Pjg (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Pmak (kg)	σ lt (kg/cm ²)
1	7	9.66	39.50	10.22	9.10	1060	31.51
2	7	9.81	39.50	10.35	9.20	1010	28.83
3	7	9.84	39.80	10.27	9.10	1080	31.21
4	21	9.93	39.50	10.11	9.15	1100	32.51
5	21	10.05	40.10	10.20	9.30	1160	33.28
6	21	10.03	40.10	10.14	9.40	1120	32.58
7	21	9.98	40.10	10.01	9.20	1120	33.60
8	21	10.30	39.90	10.18	9.35	1050	29.51
9	28	9.61	40.00	10.32	9.20	1200	35.17
10	28	9.92	40.10	10.13	9.30	1230	36.24
11	28	10.11	40.10	10.12	9.20	1220	35.34

Tabel 6.2. Data Hasil Pengujian Lentur Beton serat-bendrat

No.	Umur hari	Lebar (cm)	Pjg (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Pmak (kg)	σ_{lt} (kg/cm ²)
1	7	10.43	40.20	10.32	9.10	1200	32.40
2	7	10.25	40.20	10.43	9.20	1280	34.43
3	7	10.18	39.90	10.26	9.00	1250	34.99
4	21	10.02	39.90	10.35	9.10	1290	36.05
5	21	10.03	40.10	10.10	9.00	1280	37.53
6	21	10.14	39.60	10.11	9.20	1320	38.20
7	21	10.16	39.60	10.10	9.10	1360	39.36
8	21	10.06	39.80	10.23	9.20	1280	36.47
9	28	10.20	40.20	10.47	9.30	1500	40.24
10	28	9.82	40.30	10.31	9.00	1480	42.53
11	28	9.77	39.80	10.18	9.15	1420	42.07

Tabel 6.3. Data Hasil Pengujian Lentur Beton serat-plastik

No.	Umur hari	Lebar (cm)	Pjg (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Pmak (kg)	σ_{lt} (kg/cm ²)
1	7	10.11	40.10	10.16	9.20	1140	32.77
2	7	10.25	40.00	10.11	9.10	1160	33.21
3	7	10.00	40.00	10.02	9.30	1100	32.86
4	21	10.08	40.00	10.31	9.30	1265	35.42
5	21	10.10	39.70	10.12	9.10	1135	32.92
6	21	10.00	40.00	10.14	9.10	1255	36.61
7	21	10.00	40.00	10.20	9.20	1255	36.18
8	21	9.96	39.90	10.19	9.10	1240	35.96
9	28	10.57	40.00	10.10	9.30	1380	38.39
10	28	10.44	40.00	10.13	9.10	1415	39.90
11	28	10.21	39.80	10.23	9.20	1390	39.02

Tabel 6.4. Data Hasil Pengujian Desak Beton Tanpa Serat

No.	Umur Hari	Ukuran kubus (cm ³)	Berat (kg)	P mak. (kN)	σ Desak (kg/cm ²)
1	28	15.07x15.03x15.38	8.05	730	325.52
2	28	15.24x15.22x15.25	8.30	745	324.40
3	28	15.01x14.91x15.13	8.00	530	239.19
4	28	15.10x15.15x15.19	8.10	800	353.20
5	28	15.12x15.04x15.17	8.00	495	217.67
6	28	15.07x14.93x15.17	8.10	650	291.78
7	28	15.14x14.97x15.31	8.05	585	260.03
8	28	15.13x15.17x15.13	8.20	700	308.03
9	28	15.20x14.83x15.03	8.00	750	335.38
10	28	15.20x15.10x15.12	8.10	735	323.44

Tabel 6.5. Data Hasil Pengujian Desak Beton Serat Bendrat

No.	Umur Hari	Ukuran kubus (cm ³)	Berat (kg)	P mak. (kN)	σ Desak (kg/cm ²)
1	28	15.19x15.41x15.20	8.10	600	258.88
2	28	15.65x15.28x15.26	7.60	690	291.43
3	28	15.05x15.11x15.29	7.80	700	310.89
4	28	14.94x14.92x15.21	7.80	680	308.11
5	28	15.18x15.05x15.09	8.00	660	291.78
6	28	15.06x15.22x15.13	8.10	850	374.54
7	28	14.96x15.11x15.17	7.80	800	357.47
8	28	15.12x14.92x15.10	7.80	720	322.78
9	28	15.00x14.91x15.11	7.85	780	352.24
10	28	15.12x15.00x15.10	8.10	750	334.00

Tabel 6.6. Data Hasil Pengujian Desak Beton Serat-Plastik

No.	Umur Hari	Ukuran kubus (cm ³)	Berat (kg)	P mak. (kN)	σ Desak (kg/cm ²)
1	28	15.22x15.21x15.05	8.00	775	341.95
2	28	15.21x15.18x15.37	8.00	710	310.58
3	28	15.11x15.22x15.05	7.80	760	338.21
4	28	15.05x15.12x15.08	8.00	610	271.46
5	28	14.67x15.02x15.26	7.70	650	297.94
6	28	14.92x15.14x15.30	7.70	545	243.62
7	28	14.48x15.20x15.20	7.70	725	321.59
8	28	15.14x14.93x14.93	7.75	630	285.46
9	28	15.10x14.83x15.39	7.75	695	313.46
10	28	15.07x15.05x15.20	7.80	710	316.17

6.2. Pembahasan

Adanya penambahan serat pada beton akan sedikit mempersulit proses pencampuran yang betul-betul homogen dimana serat tersebut cenderung menggumpal. Penambahan serat dilakukan dengan cara menaburkannya sedikit demi sedikit ke dalam adukan dengan "mixer"

tetap dijalankan. Dengan demikian di dapatkan campuran yang homogen.

Dalam penelitian ini nilai slump yang didapatkan antara 14 cm sampai dengan 16 cm pada tiap pengadukan. Hal ini telah sesuai dengan persyaratan dalam perencanaan yaitu antara 6 cm sampai dengan 18 cm.

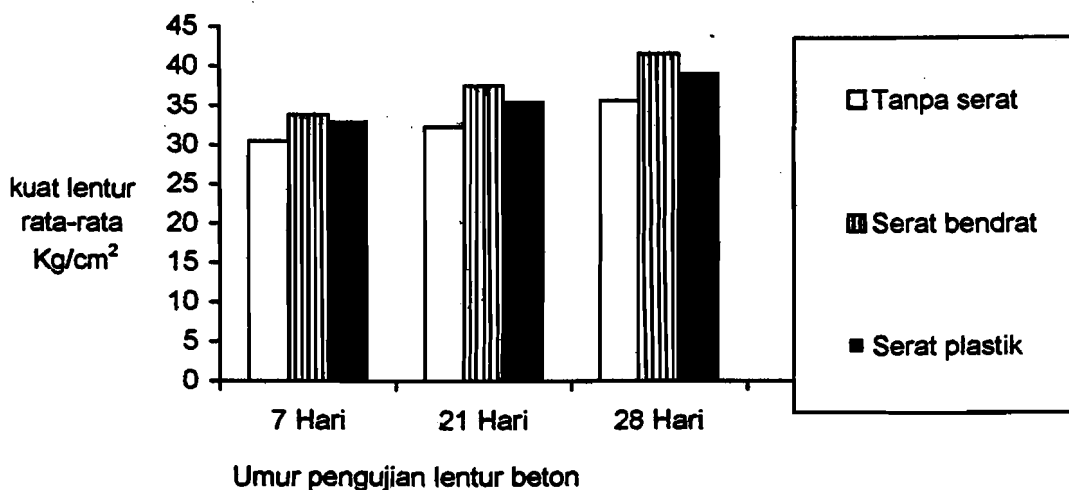
6.2.1. Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton diketahui dengan melakukan pengujian balok prisma beton dengan ukuran 10x10x40 cm³, yang diletakkan pada dua rol perletakan dan diberi dua buah beban titik yang terletak pada sisi atas prisma berjarak sepertiga panjang bentang antara dua tumpuan tersebut.

Retakan yang terjadi harus berada diantara kedua buah gaya pada benda uji, bila terjadi diluar sepertiga bagian bentang (lebih dari 5% panjang bentang) maka pengujian dibatalkan. Terlihat pada pengujian lentur, letak patah yang terjadi seluruhnya pada sepertiga bagian tengah bentang. Hal ini telah sesuai dengan yang diharapkan. Hasil hitungan uji lentur rata-rata adalah sebagai berikut:

Tabel 6.7. Hasil Uji Kuat Lentur Beton

No	Jenis Beton	Kuat Lentur σ lt(kg/cm ²)		
		7 hari	21 hari	28 hari
1	Tanpa-serat	30.51	32.29	35.59
2	Serat-bendrat	33.94	37.52	41.61
3	Serat-plastik	32.94	35.41	39.10



Gambar 6.1. Grafik Kuat Lentur Beton

Dari hasil pengujian tersebut terlihat kenaikan kuat lentur sebesar 16.94% pada beton serat-bendrat dan 9.90% pada beton serat-plastik terhadap beton non-serat pada umur 28 hari.

Pada pengujian beton non-serat saat terjadi retakan pertama langsung mengalami keruntuhan. Hal ini menunjukkan bahwa beton biasa bersifat getas. Sedangkan pada beton serat yang telah mengalami retak pertama, masih mampu mempertahankan tegangannya meskipun telah terjadi deformasi. Hal ini membuktikan bahwa beton serat tersebut bersifat liat (ductile).

Bila ditinjau pengaruh jenis serat yang dipakai maka serat bendrat memberikan kuat lentur yang lebih tinggi di banding dengan serat-plastik. Kemudian bila ditinjau dari segi biaya maka harga serat-plastik lebih murah dibanding harga serat-bendrat.

Pada pemeriksaan tampang retak, terlihat bahwa beberapa serat terlepas dari betonnya. Ini berarti menunjukkan serat mampu menahan tegangan tarik yang terjadi.

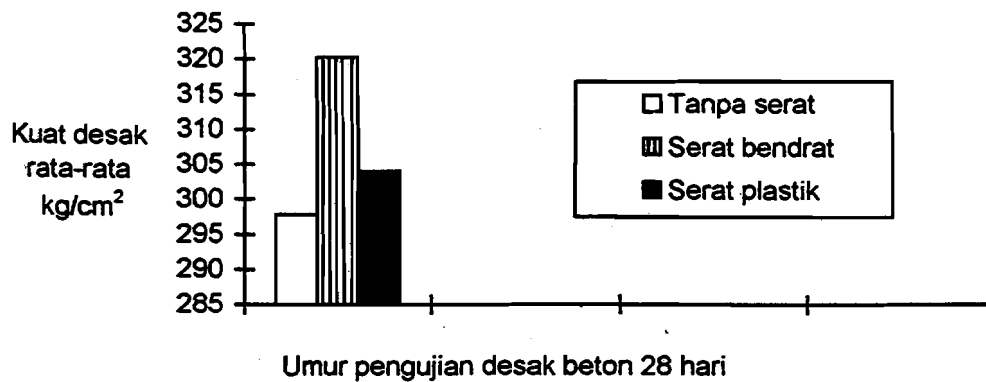
6.2.2. Kuat Desak Beton

Kuat desak beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan masing-masing bahan susun serta lekatan pasta semen pada semua agregat. Kuat desak beton secara umum memang cukup besar dan sifat inilah yang paling dominan pada beton.

Dalam pengujian ini dipakai benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm³. Adapun hasil hitungan adalah sebagai berikut:

Tabel 6.8. Hasil Uji Kuat Desak Beton

No.	Jenis beton	σ ds umur 28 (kg/cm ²)
1	Tanpa-serat	297.850
2	Serat-bendrat	320.210
3	Serat-plastik	304.040



Gambar 6.2. Grafik Kuat desak beton rata-rata

Dari hasil pengujian tersebut terlihat bahwa tegangan desak beton serat-bendrat meningkat sebesar 7.50% dan beton serat-plastik meningkat sebesar 2.07% terhadap beton tanpa-serat.

Pada beton tanpa-serat saat mencapai beban maksimum benda uji akan hancur dimana pecahan beton tersebut saling terlepas. Sedangkan pada beton serat akan terjadi retakan-retakan namun tidak terjadi kehancuran yang mendadak. Hal ini terjadi karena retakan tersebut ditahan oleh serat.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, bahwa penambahan serat bendrat dan serat plastik pada beton dalam pengujian lentur dan desak dapat disimpulkan sebagai berikut :

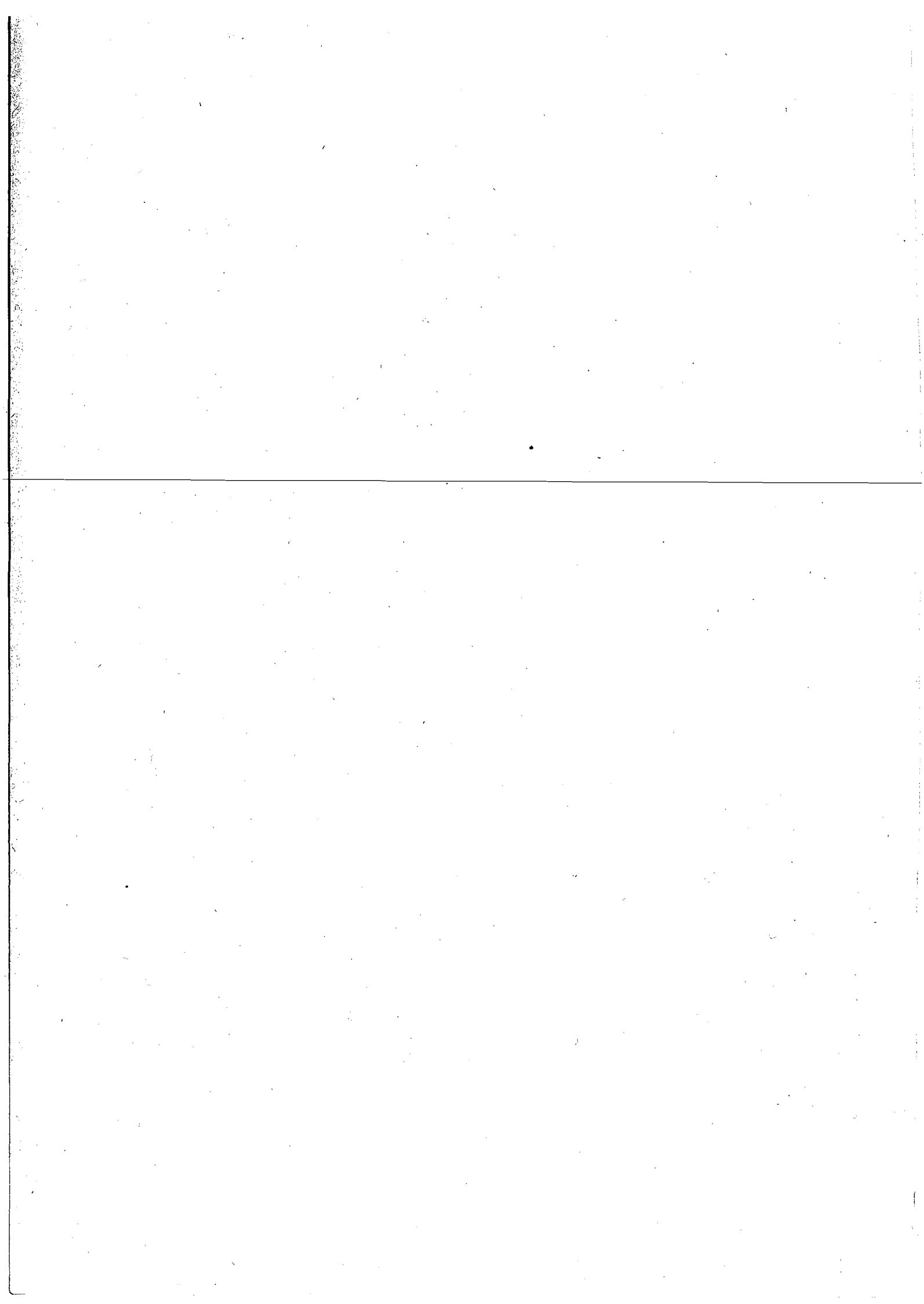
1. Pada umur 28 hari beton serat-plastik mampu menaikkan kuat desak sebesar 2.07%, sedangkan pada beton dengan serat-bendrat mengalami kenaikan sebesar 7.50% dibanding dengan beton tanpa-serat.
2. Pada umur 28 hari beton serat-bendrat dapat menaikkan kuat lentur sebesar 16.94% dan pada beton dengan serat-plastik mampu menaikkan kuat lentur sebesar 9.90% dibanding dengan beton tanpa serat.
3. Kuat desak beton yang disyaratkan telah sesuai dengan perencanaan yaitu dengan mutu beton $f_c' = 22.5 \text{ Mpa}$.
4. Pada uji lentur beton yang menggunakan serat tidak mengalami patah secara tiba-tiba karena beban masih ditahan oleh serat, sedangkan pada beton tanpa serat mengalami patah secara tiba-tiba.



7.2. Saran

Dengan adanya penambahan serat pada penelitian beton serat bendrat dan serat plastik, maka kami dapat memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Pada proses mencetak benda uji, permukaan bagian atas supaya dibuat serata mungkin. Jika tidak rata maka dalam pengujian akan mendapatkan hasil yang tidak maksimal.
2. Pada proses pencampuran beton hendaknya dalam satu macam percobaan benda uji dilakukan satu kali pengadukan.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kuat lentur pada balok model skala penuh dengan pemberian tulangan agar didapatkan hasil yang lebih memuaskan.
4. Pemakaian serat perlu dicoba untuk macam-macam beton dalam bidang kontruksi lainnya.
5. Perlu dilakukan penelitian tentang perhitungan distribusi tegangan dan regangan yang ada pada beton serat.



DAFTAR PUSTAKA

1. Anna Roana Gani dan Priyo Suprobo, 1988, **MANUAL LABORATORIUM MEKANIKA STRUKTUR**, Laboratorium Mekanika Struktur , PAU-Ilmu Rekayasa ITB, Bandung.
2. Bambang Suhendro, 1992, **BETON FIBER LOKAL KONSEP APLIKASI DAN PERMASALAHANNYA**, Makalah Kursus Singkat Teknologi Beton, PAU UGM, Yogyakarta.
3. Departemen Pekerjaan Umum, 1991, **TATA CARA PEMBUATAN RENCANA CAMPURAN BETON NORMAL**, SK SNI T-15-1991-03, Yayasan LPMB, Bandung.
4. Dorel Feldman dan Anton J. Hartomo, 1995, **BAHAN POLIMER KONSTRUKSI BANGUNAN**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
5. Istimawan Dipohusodo, 1994, **STRUKTUR BETON BERTULANG**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
6. Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992, **TEKNOLOGI BETON**, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
7. Perumalsamy N. Balaguru dan Surendra P. Shah, 1992, **FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES**, McGraw-Hill Inc, Singapore.
8. Sudarmoko, 1992, **PERANCANGAN STRUKTUR BETON SERAT**, Makalah Kursus Singkat Teknologi Beton, PAU UGM, Yogyakarta.
9. Sudarmoko, 1991, **KUAT TARIK BETON SERAT BENDRAT**, Makalah Seminar PAU- Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.

LAMPIRAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

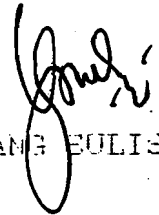
KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	SUPRIANTO	91310085		KONSTRUKSI
2.	M. ALI MUHTADIN	91310167		KONSTRUKSI

Dosen Pembimbing I : IR. H. SUSASTRAWAN, MS
Dosen Pembimbing II : IR. TADJUDDIN BM. ARIS, MS
1 2



Yogyakarta, 03 JUNI 1996
AN. Dekan,
KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL,


IR. BAMBANG EULISTIONO, MSCE

Tabel menentukan daerah gradasi pasir

Saringan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat Tertinggal (%)	Berat Kumulatif (%)	Berat Lolos Saringan (%)
4.75	0	0	0	100.00
2.36	52.50	5.25	5.25	94.75
1.18	124.10	12.41	17.66	82.34
0.60	288.80	28.88	46.54	53.46
0.30	302.30	30.23	76.77	23.23
0.15	187.30	18.73	95.50	4.50
Pan	45.00	4.50	-	0.00

Tabel Batas Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	1	2	3	4
10.00	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

Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Volume air (A) = 500 cc

Berat kerikil (B) = 500 gr

Air + Kerikil (C) = 695 cc

$$D = C - A$$

$$D = 695 - 500 = 195$$

$$BJ = B / D = 500 / 195 = 2.5641 \approx 2.60 \text{ gr/cc}$$

Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil

Volume air (A) = 500 cc

Berat kerikil (B) = 500 gr

Air + Kerikil (C) = 685

$$D = C - A$$

$$D = 685 - 500 = 185$$

$$BJ = B / D = 500 / 185 = 2.7072 \approx 2.70 \text{ gr/cc}$$

Foto Pengadukan Beton Serat Plastik

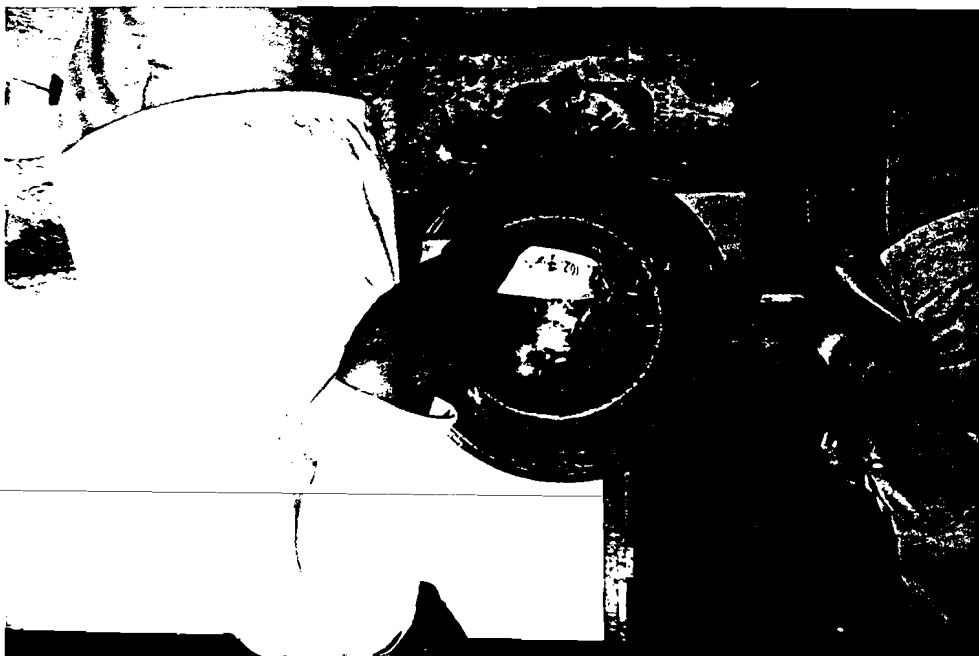


Foto Pengujian Slump



Foto Pengujian Lentur

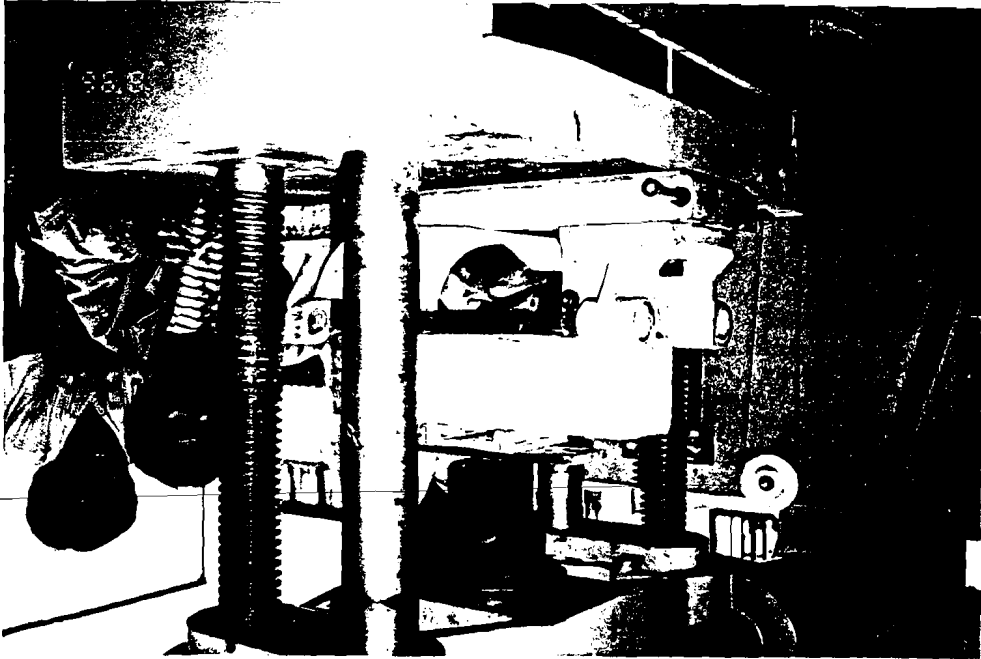


Foto Pengadukan Serat Bendirat



Foto Balok Setelah Uji Lentur

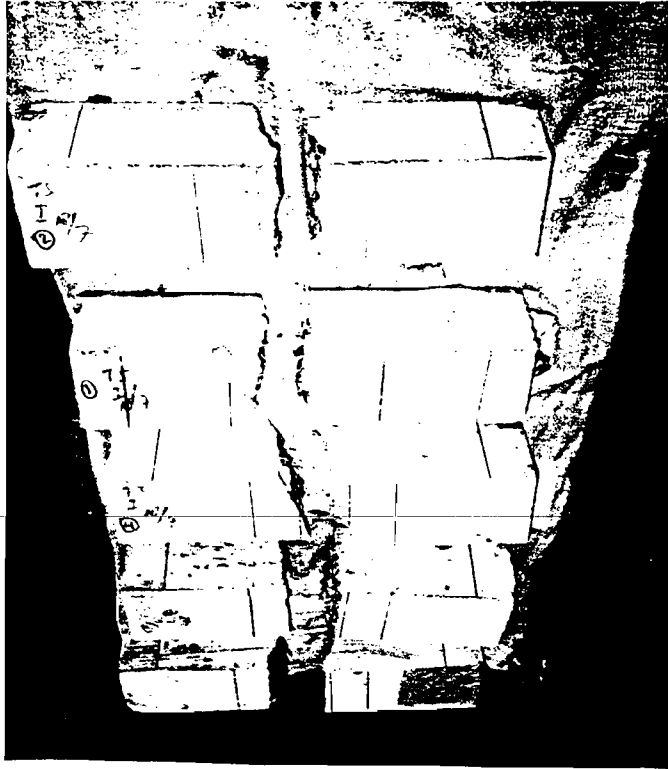


Foto Rangka Baja dan Pembebanan

