

PERPUSTAKAAN FTSP UII
 HADJAH/SELL
 TGL. TERIMA : 14 Juni 2006
 NO. JUDUL : 0019 28
 NO. INV. : 5200001928001
 NO. INDIK. :

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA
 TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG**



**DIBACA DI TEMPAT
 TIDAK DIBAWA PULANG**

*n,
 6935
 Sup
 P
 1*

XIV, Gg : Gbb. Lamp : 28

Disusun Oleh :

GANJAR SUPANGKAT

No. MHS : 94 310 078
 NIRM : 940051013114120077

KARSUN RISWANTO

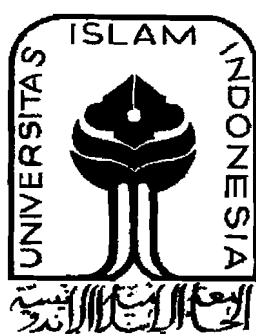
No. MHS : 94 310 236
 NIRM : 94005101311412030

*- Beton bertulang
 - Serat Sabut Kelapa*

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 YOGYAKARTA
 2005**

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA
TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG

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



Disusun Oleh :

Ganjar Supangkat

No. MHS : 94 310 078

NIRM : 940051003114120077

Karsun Riswanto

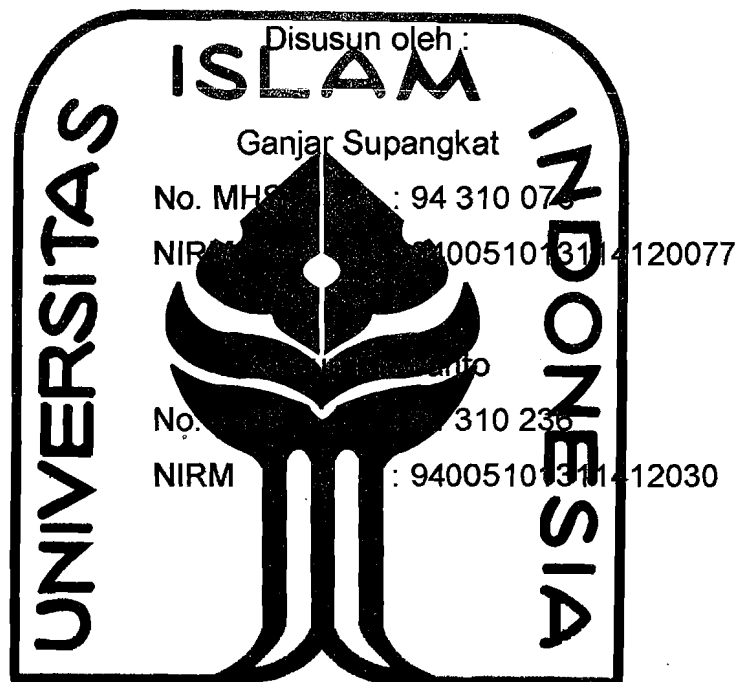
No. MHS : 94 310 236

NIRM : 94005101311412030

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2004

LEMBAR PENGESAHAN

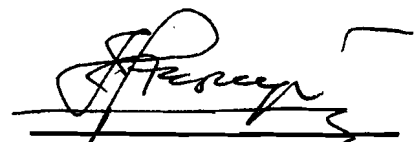
TUGAS AKHIR PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG



الجامعة الإسلامية

Telah diperiksa dan disetujui oleh

Dr. Ir. H. Harsoyo, Msc
Dosen pembimbing I


Tanggal : 24/05 '01

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini kami persembahkan untuk orang-orang yang kami cintai yang telah banyak berkorban demi cita-cita kami, semoga kita dalam perlindungan Allah SWT Amin.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya berupa keimanan, kekuatan, kesabaran, kelancaran serta keselamatan selama mengerjakan tugas akhir hingga laporan ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikut-pengikutnya.

Sesuai dengan kurikulum dan persyaratan akademis, tugas akhir merupakan syarat untuk memperoleh derajat sarjana teknik sipil program strata satu (S₁) dari Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII. Laporan ini disusun berdasarkan hasil penelitian di laboratorium BKT dan Mekanika Rekayasa.

Selama melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan, penyusun banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun bermaksud menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, Ph.D, selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Ir. Munadhir, MS, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil ~~dan Perencanaan~~, Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Dr. Ir. Harsoyo Msc, selaku dosen pembimbing tugas akhir
4. Teman-teman yang selalu memotivasi di dalam pembuatan tugas akhir ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya, bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang sifatnya membangun selalu penyusun harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi semua pihak sebagai bahan referensi.

Akhir kata, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat serta hidayahNya kepada kita semua. Amien ya robbal 'alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, September 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GRAFIK DAN GAMBAR.....	xi
NOTASI.....	xii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Beton	5
2.3 Beton Serat	6
2.4 Penelitian Yang Telah Dilakukan	6

BAB III. LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Beton	8
3.1.1 Semen	10
3.1.2 Agregat	11
3.1.3 Air	13
3.2 Beton Serat	13
3.3 Sabut Kelapa	14
3.4 Balok	15
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	19
4.1 Bahan	19
4.1.1 Semen	20
4.1.2 Pasir	20
4.1.3 Kerikil	20
4.1.4 Air	20
4.1.5 Sabut Kelapa	21
4.1.6 Tulangan	21
4.2 Peralatan Pengujian	21
4.2.1 Saringan/Ayakan	21
4.2.2 Alat Ukur Slump	22
4.2.3 Timbangan	22
4.2.4 Mistar	22
4.2.5 Cetok dan Talam	22
4.2.6 Mesin Pengaduk Beton	22

4.2.7 Mesin Uji Desak	23
4.2.8 Hidrolic Jack	23
4.2.9 Dial Gauge	23
4.2.10 Loading Frame	23
4.3 Benda Uji	24
4.4 Perancangan Adukan Beton	25
4.5 Perancangan Tulangan Beton	33
4.5 Pembuatan Benda Uji	42
4.6 Perawatan Benda Uji	43
4.7 Pengujian Benda Uji	44
4.7.1 Pengujian Kuat Desak.....	45
4.7.2 Pengujian Kuat Tarik Beton	46
4.7.3 Pengujian Kuat Lentur Beton	47
BAB V. HASIL PENELITIAN.....	50
5.1 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton	50
5.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton	53
5.3 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton	54
BAB VI. PEMBAHASAN	57
6.1 Kuat Desak Beton	57
6.2 Kuat Tarik Beton	59
6.3 Kuat Lentur Beton.....	61
6.4 Workability	65

67	BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN
67	7.1 Kesimpulan
68	7.2 Saran
69	DAFTAR PUSTAKA
70	LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bahan Dasar Semen	10
Tabel 4.1 Jumlah Benda uji.....	25
Tabel 4.2 Deviasi Standar	27
Tabel 4.3 Faktor Air Semen	28
Tabel 4.4 Faktor Air Semen Maximum	28
Tabel 4.5 Nilai Slump	29
Tabel 4.6 Ukuran Maximum Agregat	29
Tabel 4.7 Perkiraan Kebutuhan Air	30
Tabel 4.8 Perkiraan Kebutuhan Agregat Kasar.....	31
Tabel 4.9 Jumlah Benda Uji Desak	44
Tabel 4.10 Jumlah Benda Uji Tarik	45
Tabel 5.1 Kuat Desak Beton Umur 7 Hari	51
Tabel 5.2 Kuat Desak Beton Umur 21 Hari	52
Tabel 5.3 Kuat Desak Beton Umur 28 Hari	52
Tabel 5.4 Kuat Tarik Beton	53
Tabel 5.5 Lendutan Beton Serat 0,5 %	56
Tabel 5.6 Lendutan Beton Non Serat	56
Tabel 6.1 Nilai Slump Menurut Variasi Serat.....	58

DAFTAR GRAFIK DAN GAMBAR

Gambar 3.1 Tegangan Regangan Balok.....	16
Gambar 4.1 Loading Frame	24
Gambar 4.2 Balok	33
Gambar 4.3 Penampang Balok	37
Gambar 4.4 Diagram Gaya Geser	40
Gambar 4.5 Uji Tarik Pembebanan Silinder.....	47
Gambar 4.6 Pengujian Lentur, SFD dan BMD.....	48
Gambar 5.1 Letak Garis Netral.....	55
Gambar 6.1 Grafik Kuat Desak Beton Dengan Variasi Serat.....	57
Gambar 6.2 Diagram Kuat Tarik Dengan Variasi Serat	60
Gambar 6.3 Grafik Hubungan Beban Dan Lentutan Balok Non Serat	62
Gambar 6.4 Grafik Hubungan Beban Dan Lentutan Balok Serat 0,5 %	62
Gambar 6.6 Pola Retak Balok Non Serat	63
Gambar 6.7 Pola Retak Balok Berserat	64

DAFTAR NOTASI

- A_c = Luas Penampang Balok
- ACI = American Concrete Institute
- A_s = Luas tulangan
- A_s' = Luas tulangan tekan
- A_v = Luas tulangan geser
- B = Lebar benda uji
- C = Keseimbangan gaya dalam
- Cm = Centimeter
- D = Diameter benda uji
- ds = Jarak beton terluar dengan diameter sumbu tulangan tarik
- d' = Jarak Beton terluar dengan diameter sumbu tulangan tekan
- E_s = Modulus Elastis
- F_{as} = Faktor air semen
- f'_c = Kuat desak beton
- F_y = Tegangan leleh baja tulangan
- f'_{cr} = Kuat desak rata-rata
- h = Tinggi benda uji
- k = Ketetapan deviasi
- kg = Satuan beban pada beton
- KN = Satuan beban pada beton
- L = Panjang benda uji

- m = Nilai Margin
- M_D = Momen dead
- M_L = Momen Life
- M_{hb} = Modulus Halus Butiran
- M_n = Momen nominal
- MPa = Satuan kuat desak beton
- M_U = Momen ultimit
- P = Beban pada beton
- R_n = Koefisien lawan
- S_d = Standar deviasi
- T = Keseimbangan gaya dalam
- V_c = Kuat geser nominal beton
- V_s = Kuat geser nominal baja tulangan geser
- W_L = Beban hidup
- W_D = Beban mati
- β = Konstanta yang merupakan fungsi dari kuat desak beton
- ε_s = Regangan leleh baja
- ε_y = Regangan leleh baja
- ρ = Rasio tulangan

ABSTRAK

Pemakaian beton sebagai bahan bangunan telah dikenal orang. Beton mempunyai kelebihan dalam hal mendukung tegangan desak, mudah dibentuk, perawatan murah dan bahan baku banyak tersedia. Meskipun demikian beton mempunyai kelemahan dalam hal menahan tegangan tarik. Untuk meningkatkan kuat tarik beton yaitu dengan menambahkan serat pada adukan beton.

Dalam penelitian ini yaitu dengan menambahkan serat sabut kelapa ke dalam adukan beton yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat desak dan kuat tarik beton. Jumlah serat yang ditambahkan dalam adukan beton yaitu 0,5 %; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5 % dari berat semen.

Benda uji dibuat berbentuk silinder dengan diameter 15 cm, tinggi 30 cm dan balok dengan ukuran 200 x 12 x 21 cm. Masing-masing variasi serat dibuat 3 buah sampel, serta variasi serat untuk pembuatan balok dilakukan setelah mengetahui hasil terbaik dari uji kuat desak silinder beton pada umur 28 hari.

Hasil penelitian didapat untuk pengujian silinder dengan beton tanpa serat kuat desak sebesar 39,0519 MPa dan untuk variasi terbaik terjadi pada beton serat 0,5% yaitu sebesar 44,8843 MPa. Dengan demikian maka dengan adanya penambahan serat sabut kelapa sebesar 0,5 % dapat meningkatkan kuat desak beton sebesar 14,93 % dibandingkan dengan beton tanpa serat. Untuk pengujian kuat lentur untuk balok non serat mencapai beban maximum sebesar 52,5 KN sedangkan untuk balok serat 0,5 % sebesar 57,75 %, ini berarti terjadi peningkatan sebesar 10 % dibandingkan beton non serat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pembangunan sarana dan prasarana memerlukan suatu konstruksi yang sesuai dan tepat, sehingga akan menghasilkan bangunan atau konstruksi yang diinginkan. Beton merupakan salah satu bahan konstruksi disamping bahan konstruksi lainnya seperti baja dan kayu. Bahan susun beton banyak tersedia dan melimpah, sehingga beton merupakan bahan konstruksi yang paling banyak dipakai.

Beton mempunyai kuat tekan yang besar sehingga sangat bermanfaat untuk struktur dengan gaya tekan dominan. Kekuatan beton dapat diperoleh dengan pengaturan yang sesuai dari perbandingan jumlah material pembentuknya. Kelemahan dari beton yaitu kuat tariknya yang sangat rendah, sehingga untuk mengatasinya ditambahkan tulangan baja yang punya kuat tarik tinggi. Namun masih sering terjadi adanya retak-retak halus pada beton. Untuk mengatasi adanya retak-retak halus itu, maka penambahan serat pada adukan beton diharapkan dapat memperkecil timbulnya retak-retak akibat tegangan tarik serta meningkatkan tegangan lentur beton.

Perkembangan teknologi dewasa ini telah mengalami peningkatan sedemikian pesatnya, sehingga manusia dituntut kreatifitasnya dalam menciptakan inovasi baru untuk kemajuan peradapan. Demikian pula bidang konstruksi, penelitian sering dilakukan dalam upaya menciptakan alternatif teknologi yang cukup inovatif.

Banyak sekali serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton. Jenis serat tersebut antara lain serat baja, serat plastik, serat karbon, dan serat fiber glass, serta serat dari bahan alami seperti ijuk, sabut kelapa, atau dari tumbuhan lainnya. Pemanfaatan komponen lokal tersebut antara lain adalah pemanfaatan sabut kelapa yang banyak terdapat di Indonesia. Sabut kelapa ini belum dimanfaatkan secara optimal kecuali untuk keperluan rumah tangga. Oleh karena itu dalam penelitian ini sabut kelapa digunakan sebagai serat yang ditambahkan dalam adukan beton. Serat ini dimaksudkan untuk mengurangi retak-retak rambut pada beton dan diharapkan dapat meningkatkan kekuatan beton sebagaimana serat kawat baja yang pernah diteliti sebelumnya oleh Bambang Suhendro (1991) dan Sudarmoko.

1.2 Rumusan Masalah

Sabut kelapa merupakan suatu bahan yang muirah dan banyak terdapat di negara tropis, tetapi pemanfaatannya masih kurang. Untuk itu sabut kelapa dimanfaatkan sebagai serat untuk mengatasi retak-retak halus pada beton. Dengan adanya penambahan serat sabut kelapa pada adukan beton tersebut, maka akan ditemukan adanya permasalahan yang diantaranya :

1. Seberapa besar pengaruh penambahan serat terhadap kekuatan beton ?
2. Berapa ratio serat terhadap berat semen yang paling optimum dalam meningkatkan kekuatannya.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui masalah yang terjadi diantaranya :

1. Variasi serat terbaik terhadap kuat desak beton
2. Pengaruh penambahan serat sabut kelapa dari variasi terbaik terhadap momen lentur.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberi manfaat, antara lain :

1. Dunia pendidikan

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan bahan referensi tentang penggunaan serat alami dalam adukan beton

2. Masyarakat umum

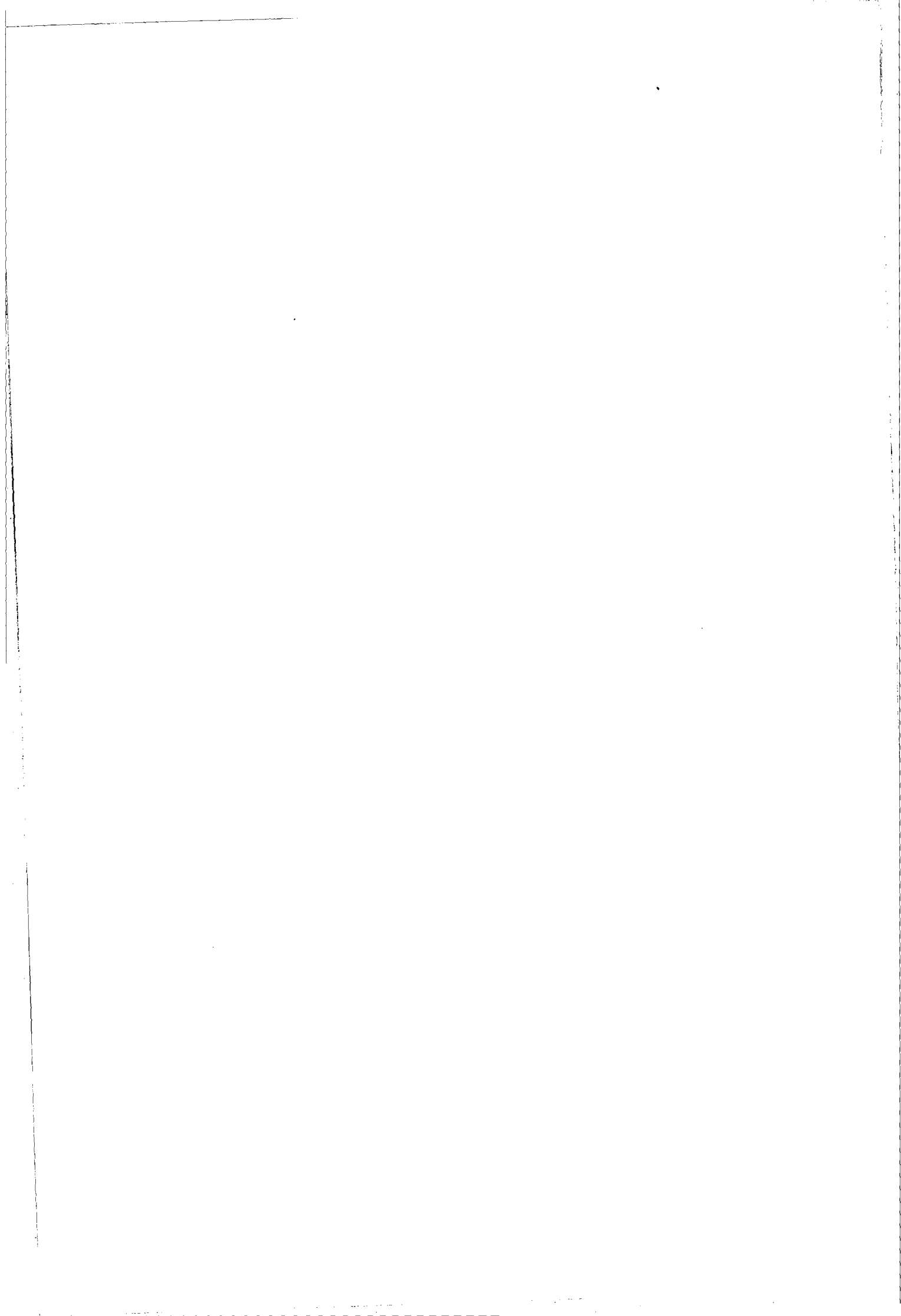
Penggunaan sabut kelapa diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis sabut kelapa yang sebelumnya hanya digunakan sebagai keperluan rumah tangga.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Disamping itu batasan masalah ini diperlukan untuk menyederhanakan dan memudahkan analisis yang akan dilakukan. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mutu beton (f'_c) = 22,5 MPa

2. Agar mutu beton sesuai dengan yang diinginkan dan berdasarkan jenis strukturnya untuk balok maka nilai slump yang digunakan 7,5 sampai 15 cm
3. Untuk keperluan perencanaan campuran beton sesuai dengan mutu yang telah ditetapkan maka desain campuran menggunakan metode ACI.
4. Penambahan serat menggunakan sabut kelapa dengan panjang 5 cm
5. Berat sabut kelapa yang ditambahkan adalah sebesar 0,5 %; 1 %; 1,5 %; 2 % dan 2,5 % dari berat semen pada adukan beton.
6. Untuk mengetahui kuat desak beton, maka pengujian dilakukan pada umur 7 hari saat kekuatan beton mencapai 70 % dan 14 hari ketika kekuatan beton antara 85 – 90 % serta pada umur 28 hari pada saat beton mencapai kekuatan 100 %.
7. Untuk mengetahui besar lendutan, pola retak dan momen lentur maka dilakukan pengujian lentur pada umur 28 hari saat beton mencapai kekuatan 100 %.







BAB III

LANDASAN TEORI

3 . 1 Beton

Beton terbuat dari bahan *Portland cement* (pc), air, agregat atau batuan kasar dan halus dalam proporsi perbandingan tertentu. Semen sebagai bahan perekat, apabila dicampur dengan air akan membentuk pasta semen. Pasta semen ini selain akan mengisi pori-pori di antara butiran agregat juga sebagai bahan perekat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang padat. Kekuatan dan keawetan beton akan tergantung pada sifat bahan-bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan beton.

Membuat beton sebenarnya tidaklah sesederhana hanya sekedar mencampurkan bahan-bahan dasar untuk membentuk campuran sebagaimana yang sering kita lihat pada pembuatan bangunan sederhana. Tetapi jika ingin membuat beton yang baik dalam arti yang memenuhi persyaratan maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton .

Selain beton, bahan struktur lain yang digunakan sebagai bahan konstruksi adalah baja. Baja mempunyai kelemahan diantaranya kuat tekannya kecil dan dari segi ekonomi harganya mahal di bandingkan dengan beton. Adapun kebaikan beton dari bahan lain yaitu :

1. Harganya relatif murah, karena menggunakan bahan bahan dasar dari bahan lokal kecuali semen Portland

2. Beton merupakan bahan yang mempunyai kuat tekan tinggi serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan dan pembusukan oleh kondisi lingkungan
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk dan ukuran apapun sesuai dengan keinginan.
4. Kuat tekan yang tinggi jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat digunakan untuk struktur berat.
5. Beton segar dapat disemprotkan dipermukaan beton lama yang retak maupun diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
6. Beton segar dapat dipompakan sehingga dimungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit
7. Beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran sehingga biaya perawatan rendah.

Selain kebaikan-kebaikan yang tersebut diatas beton juga memiliki kelemahan-kelemahan yang antara lain adalah :

1. Beton punya kuat tarik yang rendah sehingga mudah retak
2. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna sehingga selalu dapat dimasuki air dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton
3. Beton bersifat getas sehingga harus dihitung secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil.
4. Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu.

3.1.1 Semen

Semen merupakan suatu bahan hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI – 1982). Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat. Selain itu juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat.

Bahan dasar dari pembentuk semen terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silica, alumina, dan oksida besi. Oksida-oksida tersebut berinteraksi satu sama lain untuk membentuk serangkaian produk yang lebih kompleks selama proses peleburan seperti terlihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Bahan dasar penyusun semen

Oxida	CaO	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mg O	SO ₃
% Rata-rata	63	22	7	3	2	2

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono, 1994

Selain bahan dasar seperti tersebut pada table 3.1, semen portlan mempunyai empat unsur paling utama yaitu :

1. Tricalsium silikat (3 CaO Si O₂)
2. Dikalsium silikat (2 CaO Si O₂)
3. Trikalsium aluminat (3 CaO Al₂ O₃)
4. Tetrakalsium aluminoforit (4 CaO Al₂ O₃ Fe₂ O₃)

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah presentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen Portland di Indonesia dibagi menjadi lima jenis yaitu :

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

3.1.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70 % volume beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton. Dalam praktiknya agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok (Kardiyono), yaitu :

1. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil, untuk besar butiran antara 5mm sampai 40 mm
3. Pasir, untuk besar butiran antara 0,15 mm sampai 5mm

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik, bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik. Agregat juga harus punya kestabilan kimiawi dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan cuaca.

Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari pada kekuatan agregatnya. Oleh karena itu sepanjang kuat tekan agregat lebih tinggi daripada beton yang dibuat maka agregat tersebut masih dianggap cukup kuat. Kekuatan dan sifat lain dari agregat dapat sangat bervariasi, butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua sebab yaitu karena terdiri dari bahan bahan yang lemah atau terdiri dari partikel-partikel yang kuat tetapi tidak terikat dengan kuat. Agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Butir-butirnya tajam, kuat dan bersudut
2. Tidak mengandung tanah/kotoran lain lebih dari 1 % untuk agregat kasar dan pada agregat halus jumlah kandungan kotoran harus kurang dari 5 % untuk beton sampai mutu K-125 dan 2,5 % untuk beton mutu yang lebih tinggi.
3. Tidak mengandung garam yang menghisap air dari udara.
4. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik.
5. Harus tahan terhadap perubahan cuaca.

3.1.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat betonyang penting namun harganya murah. Air digunakan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Dalam penggunaannya air tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah, selain itu kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergerak kepermukaan adukan beton segar yang baru saja dituang yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang akan mengurangi lekatan antara lapisan beton .

Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan (Teknologi Beton, Kardiyono, 1994) sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram / liter
2. Tidak mengandung garam-garamyang dapat merusak beton (Asam, zat organic dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter
3. Tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gram/liter
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter

3.2 Beton Serat

Beton serat merupakan beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus dan agregat kasar serta sejumlah kecil serat. Beberapa hal yang perlu mendapat perhatian khusus pada beton serat yaitu :

1. *Fiber dispersion*, yaitu teknik pencampuran adukan agar serat yang ditambahkan dapat tersebar merata.

2. *Workability*, yaitu kemudahan pengerjaan beton

Masalah *fiber dispersion* dapat diatasi dengan memperkecil diameter maksimum agregat dan cara pencampuran adukan. Untuk teknik pencampuran, serat dimasukkan ke dalam mesin pengaduk setelah semen, kerikil, pasir, dan air tercampur merata.

Penambahan serat pada adukan beton akan menurunkan kelecakan (*workability*) sejalan dengan pertambahan konsentrasi serat dan aspek ratio serat (nilai banding panjang dan diameter serat). Aspek ratio yang tinggi akan menyebabkan serat cenderung menggumpal menjadi satu yang sangat sulit di sebar secara merata dalam proses pengadukan. Aspek ratio serat yang masih memungkinkan pengadukan secara mudah dilakukan adalah $Lf/Df < 100$ dengan Lf adalah panjang serat dan Df adalah diameter serat.

3.3 Sabut Kelapa

Pohon kelapa atau *cocos nucifera* banyak tumbuh di negara tropis .

Kelapa merupakan buah yang terdiri dari bagian-bagian antara lain :

- a. *Epicarp*, yaitu kulit luar yang permukaannya agak keras dan tebalnya kurang lebih 1/7 mm
- b. *Mesocarp*, yaitu kulit tengah yang disebut sabut bagian ini terdiri dari serat-serat yang keras tebalnya 3 – 5 cm

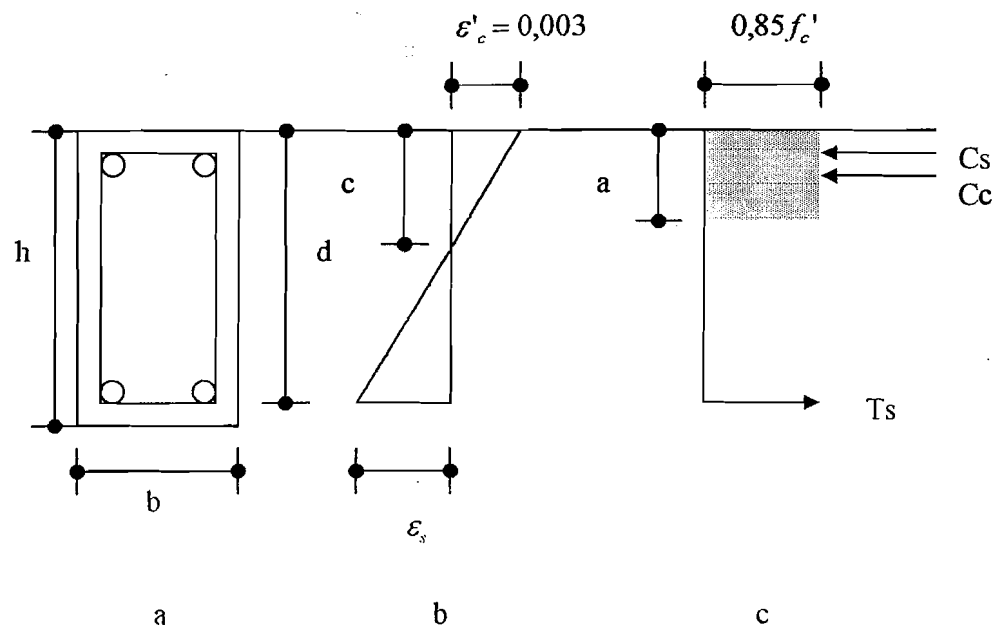
- c. *Endocarp*, yaitu bagian tempurung yang keras sekali tebalnya 3 – 6 mm
- d. Putih lembaga atau *endosperm* yang tebalnya 8 – 10 mm

Buah yang sudah tua terdiri dari 25 %, air sedangkan Endosperm mengandung 52 % air , 34 % minyak, 3 % protein, 1,5 % zat gula dan 1 % abu.

3.4 Balok

Balok di definisikan sebagai suatu batang struktural menjadi subyek dari momen lentur. Balok sederhana hanya mendapatkan pembebanan transversal dan pembebanan momen. Lentur merupakan keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen balok yang menyebabkan serat-serat pada muka elemen memanjang mengalami tarik dan muka lainnya mengalami tekan. Kekuatan elemen yang mengalami lentur tergantung pada distribusi material pada penampang dan jenis material serta komposisi campuran. Anggapan yang digunakan dalam menganalisa beton bertulang yang diberi beban lentur yaitu beton tidak dapat menerima gaya tarik karena beton tidak mempunyai gaya tarik

Perencanaan komponen struktur beton dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak timbul retak berlebihan pada penampang sewaktu mendukung beban kerja dan masih mempunyai cukup keamanan serta cadangan kekuatan untuk menahan beban dan tegangan lebih lanjut tanpa mengalami runtuh.



Gambar 3.1 Tegangan Regangan Balok

Berdasarkan Park & Pauly dan sesuai dengan gambar 3.1c maka

$$a = \beta \cdot c \quad (3.1)$$

Gambar 3.1b menunjukkan gambar tegangan pada tampang balok tulangan rangkap. Apabila tegangan serat tekan beton tekan mencapai regangan maksimum (0,003) maka regangan baja tarik dengan menggunakan perbandingan segitiga dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\epsilon_s : 0,003 = (c - d') : c \quad (3.2)$$

$$\epsilon'_s = 0,003 \frac{c - d'}{c} \quad (3.3)$$

$$\epsilon_s = 0,003 \frac{d - c}{c} \quad (3.4)$$

Dengan memasukkan persamaan 3.1 kedalam persamaan 3.3 dan 3.4 maka diperoleh

$$\varepsilon'_s = \frac{\frac{a}{\beta} - d'}{\frac{a}{\beta}} 0,003 = \frac{a - \beta d'}{a} 0,003 \quad (3.5)$$

dan

$$\varepsilon_s = \frac{d - \frac{a}{\beta}}{\frac{a}{\beta}} 0,003 = \frac{d\beta - a}{a} 0,003 \quad (3.6)$$

Dengan menganggap tulangan desak dan tarik mengalami leleh maka regangan baja tarik dan desak pada persamaan 3.3 dan 3.4 dapat dituliskan menjadi :

$$\varepsilon'_s = 0,003 \frac{a - \beta d}{a} \geq \frac{f_y}{E_s} \quad (3.7)$$

dan

$$\varepsilon_s = 0,003 \frac{\beta d - a}{a} \geq \frac{f_y}{E_s} \quad (3.8)$$

Bila kondisi persamaan regangan tersebut dipenuhi tegangan pada baja tulangan menjadi

$$f_s = f'_s = f_y \quad (3.9)$$

$$\text{Resultan gaya pada daerah tekan beton } C_c = 0,85 f'_c \cdot a \cdot b \quad (3.10)$$

$$\text{Resultan pada daerah tekan baja tulangan } C_s = A'_s f_y \quad (3.11)$$

$$\text{Resultan pada daerah tarik baja tulangan } T_s = A_s f_y \quad (3.12)$$

Resultan ini harus memenuhi keseimbangan horizontal sehingga

$$T - C_s - C_c = 0 \quad (3.13)$$

$$A_s f_s = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b + A_s' f_y \quad (3.14)$$

$$a = \frac{(A_s - A_s') f_y}{0,85 f'_c b} \quad (3.15)$$

Momen lentur nominal

$$M_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_s' f_y (d - d') \quad (3.16)$$

Bila persamaan pada 3.7 dan 3.8 tidak dipenuhi maka tegangan tulangan tekan ataupun tulangan tarik tidak mencapai tegangan leleh, sehingga dalam hal ini persamaan tersebut tidak berlaku. Untuk dapat menentukan momen ketahanan penampang yaitu dengan persamaan

$$f'_s = \epsilon'_s E_s = 0,003 E_s \left[\frac{a - \beta d'}{a} \right] \quad (3.17)$$

Karena baja tulangan tekan dan baja tulangan tarik tidak luluh maka persamaan

3.15 menjadi

$$a = \frac{A_s f_y - A_s' f'_s}{0,85 f'_c b} \quad (3.18)$$

Sehingga momen tahanan penampang menjadi

$$M_n = 0,85 f'_c a b \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_s' f'_s (d - d') \quad (3.19)$$

BAB IV

METODE PENELITIAN

Hasil suatu penelitian di tentukan oleh metode yang digunakan pada penelitian tersebut. Penelitian dapat berjalan dengan sistematis dan lancar serta mencapai tujuan yang diinginkan tidak lepas dari metode penelitian yang dilakukan. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian laboratorium. Tahap dalam pengujian laboratorium adalah pembuatan benda uji, perawatan benda uji, dan pengujian benda uji. Untuk keperluan pembuatan benda uji pemilihan bahan yang sesuai untuk keperluan sangat diperlukan. Disamping itu untuk mendapatkan mutu benda uji sesuai dengan yang direncanakan perlu adanya *mix desain* agar benda uji yang dibuat sesuai dengan yang direncanakan. Perawatan benda uji diperlukan agar kualitas benda uji tidak menyimpang dari desain yang direncanakan.

Untuk keperluan pembuatan benda uji pemilihan bahan dan pemakaian alat yang sesuai dengan kebutuhan. Dalam sub bab selanjutnya akan membahas hal-hal yang berhubungan dengan pembuatan benda uji.

4.1 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan untuk penelitian ini meliputi semen, pasir, kerikil, air dan sabut kelapa. Untuk lebih jelasnya akan dibahas dalam sub-sub bab selanjutnya.

4.1.1 Semen

Semen sebagai bahan pengikat adukan beton merupakan semen Portland tipe I merk Tiga Roda kemasan 40 kg. Kemasan semen tersebut dalam keadaan tertutup rapat dan tidak terjadi penggumpalan.

4.1.2 Pasir

Pasir yang digunakan mempunyai diameter butiran antara 0,15mm – 0,5 mm berasal dari Merapi. Pasir sebelum digunakan dicuci dahulu, selain itu juga dilakukan penyelidikan pasir yang bertujuan untuk memperoleh modulus halus butiran dan berat volume dalam keadaan jenuh kering muka (SSD). Data mengenai pasir dapat dilihat pada lampiran.

4.1.3 Kerikil

Kerikil yang digunakan berasal dari Clereng Kulon Progo yang mempunyai diameter maximum 20 mm. Kerikil sebelum digunakan dicuci dahulu dan fraksi batu pecah dipisahkan menggunakan ayakan. Sebelum digunakan dilakukan penyelidikan untuk memperoleh BJ dan berat volume dalam keadaan SSD. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran.

4.1.4 Air

Air yang digunakan diambil dari laboratorium BKT UII. Air digunakan untuk membuat campuran beton, perawatan benda uji dan untuk mencuci agregat. Air yang digunakan berdasarkan pengamatan visual tampak jernih, tidak berbau, dan tidak berwarna.

4.1.5 Sabut Kelapa

Sabut kelapa diperoleh dari pengrajin sapu di daerah Kroya Jawa Tengah. Serat ini diambil dari buah kelapa yang sudah tua dengan cara merendam kulit luar (*Epicarp*) selama 7 hari untuk memisahkan sabut dan serat kelapa. Kemudian serat tersebut disisir dan dikeringkan. Dalam keadaan kering serat tersebut dipotong ± 5 cm sesuai dengan rencana yang akan dilakukan.

4.1.6 Tulangan

Tulangan baja yang dipakai dengan diameter 12 mm untuk tulangan memanjang dan 6 mm untuk tulangan sengkang. Tulangan ini berasal dari Krakatau Steel, Cilegon, Jawa Barat.

4.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu saringan/ayakan, timbangan, mesin siever, gelas ukur, alat ukur slump, mistar, cetok, cetakan silinder, mesin pengaduk, mesin uji desak, dan mesin uji lentur. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan dalam sub bab berikut.

4.2.1 Saringan/ayakan

Ayakan digunakan untuk mengetahui gradasi pasir. Fraksi yang dipakai untuk pasir yaitu lolos saringan 5 mm, sedangkan untuk kerikil saringan digunakan untuk mengayak kerikil agar diperoleh kerikil dengan ukuran lolos saringan 20 mm.

4.2.2 Alat Ukur Slump

Alat ini untuk mengukur nilai slump campuran adukan beton. Satu set alat uji slump terdiri dari kerucut Abrams, batang penumbuk, dan alas. Kerucut Abrams mempunyai tinggi 30 cm, diameter bagian bawah 20 cm dan bagian atas 10 cm.

4.2.3 Timbangan

Timbangan merk KAIN CHUNG kapasitas 30 kg dengan tingkat ketelitian 100 gram. Timbangan digunakan untuk menimbang bahan susun campuran adukan beton (semen, pasir, kerikil) dan serat sabut kelapa.

4.2.4 Mistar

Mistar digunakan untuk mengukur dimensi benda uji dan mengukur nilai slump

4.2.5 Cetok dan Talam

Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton kedalam cetakan benda uji, sedangkan talam digunakan untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk.

4.2.6 Mesin Pengaduk Beton

Mesin pengaduk beton digunakan untuk mengaduk bahan susun beton yaitu semen, pasir, kerikil, dan air sehingga diperoleh campuran yang homogen. Kapasitas mesin pengaduk ini adalah 100 kg campuran beton.

4.2.7 Mesin Uji Desak

Mesin uji desak digunakan untuk mengetahui kuat desak dan kuat tarik benda uji silinder. Dalam penelitian ini menggunakan mesin uji desak merk Control yang mempunyai kapasitas 2000 KN.

4.2.8 Hidrolic Jack

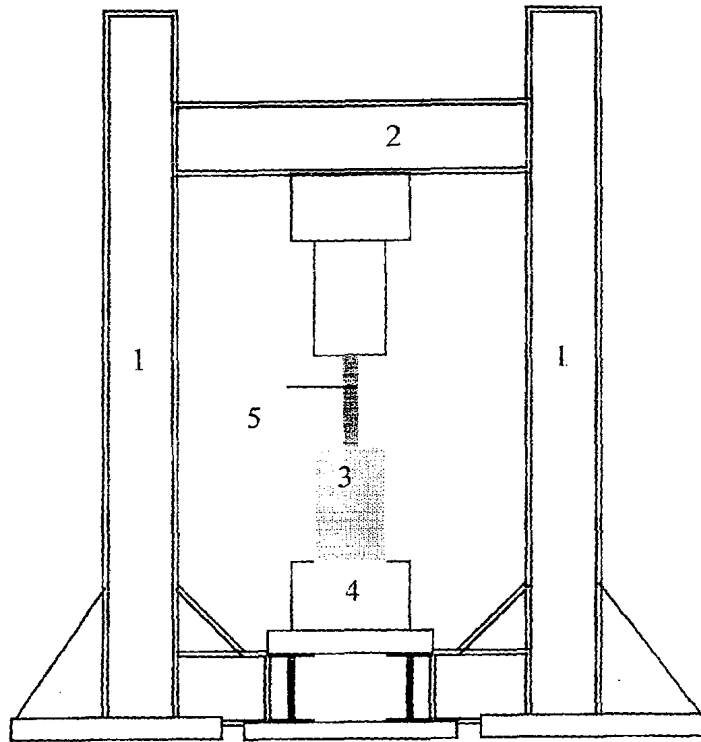
Hidrolic Jack digunakan untuk menguji kuat lentur balok. Kapasitas hidrolic jack adalah 30 ton.

4.2.9 Dial Gauge

Dial gauge digunakan untuk mengukur besarnya lendutan yang terjadi pada balok. Dalam penelitian ini digunakan 3 buah dial gauge dengan kapasitas lendutan sebesar 3 cm.

4.2.10 Loading Frame

Loading frame terbuat dari bahan baja WF 450 x 200 x 9 x 14. Bentuk dasar loading frame berupa portal segi empat. Diantara dua kolom portal pada arah melintang terdapat dua buah balok profil WF 450 x 200 dengan panjang 6 m. Fungsi dua balok tersebut untuk menempatkan benda uji balok.



Gambar 4.1 Loading Frame

- Keterangan :
1. Kolom
 2. WF 450 x 200
 3. Benda uji
 4. Tumpuan
 5. Hidrolic Jack

4.3 Benda Uji

Benda uji yang disediakan ada 6 macam, yaitu beton normal, beton serat 0,5%, beton serat 1%, beton serat 1,5%, beton serat 2%, dan beton serat

2,5%. Benda uji tersebut akan digunakan untuk uji desak dan uji tarik adalah berbentuk silinder yang jumlahnya 72 buah sedang untuk uji lentur balok beton bertulang digunakan 4 buah benda uji. Dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah Benda Uji

Jenis Benda Uji	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
Beton Non Serat	BNS	12
Beton serat 0,5%	BS0,5	12
Beton serat 1%	BS1	12
Beton serat 1,5%	BS1,5	12
Beton serat 2%	BS2	12
Beton serat 2,5%	BS2,5	12
Balok beton non serat	BBNS	2
Balok beton serat 0,5%	BBS0,5	2

4.4 Perancangan Adukan Beton

Perancangan adukan beton ini dimaksudkan untuk mendapatkan beton sesuai dengan mutu yang diinginkan. Beton yang baik yaitu (*Kardiyono Tjokrodimulyo 1992*) :

1. Kuat desak tinggi
2. Mudah dikerjakan
3. Tahan lama
4. Murah

5. Tahan aus

Pada penelitian ini, perancangan adukan adalah dengan metode ACI. Cara perancangan menurut ACI, adukan beton harus memperhatikan nilai ekonomis, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan, serta kekuatan yang diinginkan.

Setelah dilakukan penelitian terhadap pasir dan kerikil maka diperoleh data sebagai berikut :

1. MHB Pasir = 2,4845
2. Bj Pasir = 2,5835 gr / Cm³
3. Bj kerikil = 2,5375 gr / Cm³
4. Diameter max agregat = 20 mm

Secara garis besar urutan langkah perancangan menurut ACI ialah sebagai berikut :

1. Menghitung kuat tekan beton rata-rata, berdasarkan kuat tekan yang disyaratkan .

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (4.1)$$

$$m = 1,64 \cdot Sd \quad (4.2)$$

keterangan : f'_{cr} : Kuat tekan rata-rata

f'_c : Kuat tekan beton

m : Nilai margin

Sd : Standar deviasi

Nilai Sd (deviasi standar) sesuai dengan tabel 4.2

Table 4.2 Deviasi Standar (Kg / Cm²)

Volume Pekerjaan		Mutu Pelaksanaan		
M ³		Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	45 < s ≤ 55	55 < s ≤ 65	65 < s ≤ 85
Sedang	1000 – 3000	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 55	55 < s ≤ 75
Besar	> 3000	25 < s ≤ 35	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 65

Sumber Teknologi Beton, Kardiyono 1994

Oleh karena dalam penelitian ini volume beton yang digunakan kurang dari 1000 m³ dan mutu pelaksanaan baik, maka nilai Sd yang digunakan adalah 60 kg/cm² atau 6 Mpa sesuai dengan yang terdapat dalam table 4.2

$$\begin{aligned} \text{Maka diperoleh } f_{cr} &= 22,5 + 1,64 \cdot 6 \\ &= 32,34 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Menetapkan factor air semen berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur yang dikehendaki dan keawetanya. Dengan kuat tekan rata-rata sebesar 32,34 MPa maka menurut tabel 4.3 dengan menggunakan cara interpolasi linier diperoleh nilai fas sebesar 0,47. Adapun dengan menggunakan table 4.4 untuk beton dalam ruangan dan non korosif diperoleh fas sebesar 0,60. Dari dua nilai fas tersebut, nilai yang terkecil yaitu 0,47 yang digunakan.

Tabel 4.3 Faktor air semen dan Kuat tekan rata-rata

Faktor air semen	Kuat tekan rata-rata
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono 1994

Tabel 4.4 Faktor air semen maximum

Kondisi beton	Fas
Beton didalam ruang bangunan	
a. Keadaan keliling non korosif	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,52
Beton diluar ruangan	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah	0,55
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,52
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	
Beton yang kontinu berhubungan dengan air	
a. air tawar	0,57
b. air laut	0,52

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono 1994

3. Menetapkan nilai slump berdasarkan jenis strukturnya dan ukuran butiran maksimum agregat. Oleh karena beton direncanakan untuk balok, maka nilai slump yang diperoleh berdasarkan table 4.5 diperoleh nilai slump sebesar 7,5 cm – 15 cm.

Tabel 4 . 5 Nilai Slump (Cm)

Pemakaian Beton	Maksimum (cm)	Minimum (cm)
Dinding, plat fondasi, dan pondasi telapak bertulang.	12,5	5,0
Pondasi telapak tak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah.	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding.	15,0	7,5
Pengerasan jalan.	7,5	5,0
Pembetonan massal.	7,5	2,5

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono 1994

Tabel 4. 6 Ukuran Maximum Agregat

Dimensi minimum (mm)	Balok / Kolom (mm)	Plat (mm)
62,5	12,5	20
150	40	40
300	40	80
750	80	80

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono 1994

4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran butiran maksimum agregat dan nilai slump yang diinginkan. Jumlah keperluan air dapat ditentukan berdasarkan nilai slump 7,5 cm – 15 cm dan ukuran butiran maksimum 20 mm dan udara terperangkap 2% maka dari tabel 4.7 didapat jumlah air sebanyak 203 liter.

Tabel 4.7 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump

Slump (mm)	Ukuran maximum agregat (mm)		
	10	20	40
25 – 50	206	182	162
75 – 100	226	203	177
150 – 175	240	212	188
Udara terperangkap	3 %	2 %	1 %

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono 1994

5. Menghitung kebutuhan semen berdasarkan nilai fas dan kebutuhan air. Berdasarkan langkah 2 diperoleh fas sebesar 0,47, adapun keperluan air adalah 203 liter maka

$$\begin{aligned} \text{Berat semen} &= \frac{\text{Beratair}}{\text{fas}} = \frac{203}{0,47} \\ &= 431,915 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume padat semen} &= \frac{\text{BeratSemen}}{\text{BjSemen}} = \frac{431,915}{3,15 \times 1000} \\ &= 0,137 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

6. Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan. Berdasarkan ukuran butiran maksimum agregat sebesar 20 mm dan modulus halus butiran pasir sebesar 2,4845 maka volume agregat kasar dapat diperoleh berdasarkan table 4. 8 adalah $0,642 \text{ M}^3$

$$\begin{aligned} \text{Berat kerikil} &= V \text{ agregat kasar} \times \text{Berat volume kerikil} \\ &= 0,642 \times 1,425 = 0,9148 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume kerikil} &= \frac{\text{Berat kerikil}}{\text{Bj Kerikil}} \\ &= \frac{0,9148}{2,5375} = 0,361 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4 . 8 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per meter kubik

Ukuran maximum agregat (mm)	Modulus halus butir pasir			
	2,4	2,6	2,8	3,0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono 1994

Menghitung volume agregat halus yang diperlukan berdasarkan jumlah air, semen, dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan.

$$\begin{aligned} \text{Volume Pasir} &= 1 - (V_{\text{air}} + V_{\text{PC}} + V_{\text{kerikil}} + V_{\text{udara}}) \\ &= 1 - (0,203 + 0,361 + 0,137 + 0,02) = 0,279 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Berat pasir} &= V_{\text{pasir}} \times B_j \text{ pasir} \\
&= 0,279 \times 2,5835 \\
&= 0,72079 \text{ ton} = 720,79 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Sesuai dengan langkah perancangan campuran menurut ACI seperti tersebut diatas maka kebutuhan material dalam 1m^3 beton adalah

$$\begin{aligned}
\text{Semen} &= 431,915 \text{ Kg} \\
\text{Kerikil} &= 914,85 \text{ Kg} \\
\text{Pasir} &= 720,79 \text{ Kg} \\
\text{Air} &= 203 \text{ liter}
\end{aligned}$$

Adapun kebutuhan material untuk satu silinder adalah

$$\begin{aligned}
\text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h \\
&= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 15^2 \cdot 30 \\
&= 5301,4376 \text{ cm}^3 = 0,005301 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

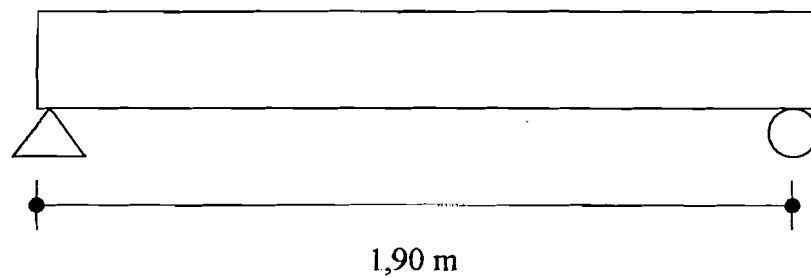
Berdasarkan kebutuhan untuk 1 m^3 adukan maka untuk satu silinder dibutuhkan

$$\begin{aligned}
\text{Semen} &= 431,915 \times 0,005301 = 2,63 \text{ Kg} \\
\text{Pasir} &= 720,79 \times 0,005301 = 4,39 \text{ Kg} \\
\text{Kerikil} &= 914,85 \times 0,005301 = 5,58 \text{ Kg} \\
\text{Air} &= 203 \times 0,005301 = 1,076 \text{ liter}
\end{aligned}$$

4.5 Perencanaan Tulangan beton

Dalam perencanaan tulangan ini diketahui data sebagai berikut :

1. Mutu beton (f'_c) = 22,5 Mpa, maka $\beta = 0,85$
2. Mutu baja (f_y) = 400 Mpa
3. Panjang bentang = 1,90 m
4. Jarak antar balok = 2 m
5. Balok ukuran 120 x 210 mm
6. $W_L = 14 \text{ KN / m}$
7. $W_D = 12 \text{ KN / m}$



Gambar 4.2 Balok

➤ Momen Nominal

$$\begin{aligned} WU &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= 1,2 \cdot 12 + 1,6 \cdot 14 = 36,8 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{1}{8} \cdot W_u \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 36,8 \cdot 1,90^2 = 16,61 \text{ KN.m}$$

$$M_u = \frac{M_n}{0,8} = \frac{16,61}{0,8} = 20,76 \text{ KN.m}$$

➤ Menentukan besarnya rasio penulangan

$$R_n = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{20,76 \cdot 10^6}{120 \cdot 170^2} = 5,99 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 22,5} = 20,92$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{20,92} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20,92 \cdot 5,99}{400}} \right) = 0,019 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 3,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0,85 \cdot 22,5 \cdot 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,024$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,018$$

Karena $\rho_{\text{perlu}} = 0,019 > \rho_{\max} = 0,018$ maka dipakai tulangan rangkap

$$\begin{aligned} \rho \text{ yang digunakan } \rho &= 0,8 \rho_{\max} \\ &= 0,80 \cdot 0,018 = 0,0144 \end{aligned}$$

➤ Luas tulangan tarik

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0144 \cdot 120 \cdot 170 = 293,76 \text{ mm}^2$$

➤ Letak garis netral

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{293,76 \cdot 400}{0,85 \cdot 22,5 \cdot 120} = 51,2 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{51,2}{0,85} = 60,24 \text{ mm}$$

➤ Cek baja tulangan tarik luluh / belum

$$\varepsilon_s = \frac{d - c}{c} \times 0,003$$

$$= \frac{170 - 60,24}{60,24} \times 0,003 = 5,47 \times 10^{-3} > \frac{f_y}{E_s} = 2 \times 10^{-3}$$

Berarti baja tulangan tarik luluh

➤ Momen yang terjadi

$$\begin{aligned} M_u &= A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 293,76 \cdot 400 \left(170 - \frac{51,2}{2} \right) = 16967577,6 \text{ Nmm} = 16,97 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

➤ Kelebihan momen yang harus ditahan oleh tulangan desak

$$M_{u_2} = 20,76 - 16,97 = 3,78 \text{ KN.m}$$

➤ Cek baja tulangan telah luluh / belum , dengan nilai $d' = 40 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \varepsilon_s' &= \frac{c-d}{c} \cdot 0,003 \\ &= \frac{60,24 - 40}{60,24} \cdot 0,003 = 1,01 \cdot 10^{-3} < \frac{F_y}{E_s} = 2 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

Maka baja tulangan desak belum luluh sehingga

$$f_s' = \varepsilon_s' \cdot E_s$$

$$= 1,01 \cdot 10^{-3} \cdot 200.000 = 201,59 \text{ MPa}$$

Sehingga

$$C_s = \frac{M_{u_2}}{(d-d')} = \frac{3,78 \cdot 10^6}{(170-40)} = 29076,92 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' f_s'$$

$$A_s' = \frac{29076,92}{201,59} = 144,24 \text{ mm}^2$$

➤ Menentukan Jumlah tulangan

Besarnya tulangan tarik $A_s = A_{s1} + A_{s1}'$

$$= 293,76 + 144,24 = 438 \text{ mm}^2$$

dipakai 4D12 $\rightarrow A_s = 452,4 \text{ mm}^2$

Besarnya tulangan tekan $A_{s1}' = 144,24 \text{ mm}^2$

Dipakai 2D10 $A_{s1}' = 157$

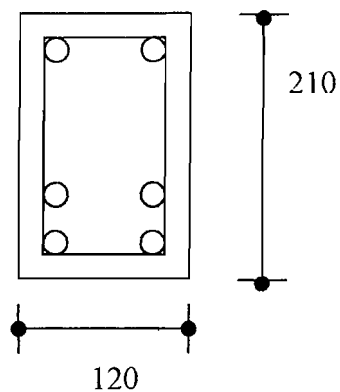
➤ Kontrol Mn $= A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_{s1}' f_s' (d - d_1')$

$$= 452,4 \cdot 400 \left(170 - 51,2/2 \right) + 157 \cdot 201,59 (170-40)$$

$$= 30245075,9 \text{ N.mm}$$

$$= 30,24 \text{ KNm} > \frac{Mu}{\Phi} = 20,76 \text{ KN.m}$$

Maka penampang balok dapat digunakan



Gambar 4.3 Penampang Balok

➤ Perencanaan Tulangan Geser

$$\begin{aligned}V_u &= \frac{1}{2} W_u.L \\ &= \frac{1}{2} 36,8 \cdot 1,90 = 34,96 \text{ KN}\end{aligned}$$

➤ Kekuatan Geser Beton

$$\begin{aligned}V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{22,5} \cdot 120 \cdot 170 = 16,128 \text{ KN}\end{aligned}$$

Karena $V_u > V_c$ maka diperlukantulangan geser

~Kekuatan Geser Tulangan Geser

$$V_{s1} = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{3} \sqrt{22,5 \cdot 120 \cdot 170} = 32,26 \text{ KN}$$

$$V_{s2} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{2}{3} \sqrt{22,5 \cdot 120 \cdot 170} = 64,51 \text{ KN}$$

Untuk Geser factor Reduksi Kekuatan $\Phi = 0,6$ maka

$$\Phi V_c = 0,6 \times 16,138 = 9,68 \text{ KN}$$

$$\Phi V_{s1} = 0,6 \times 32,26 = 19,356 \text{ KN}$$

$$\Phi V_{s2} = 0,6 \times 64,51 = 38,706 \text{ KN}$$

$$\Phi(V_c + V_{s1}) = 0,6 (16,128 + 32,26) = 29,03 \text{ KN}$$

$$\Phi(V_c + V_{s2}) = 0,6 (16,128 + 64,51) = 48,38 \text{ KN}$$

Ternyata $\Phi V_c < V_u < \Phi (V_c + V_{s2})$ berarti ukuran penampang dapat digunakan tetapi diperlukan tulangan geser.

Mencari titik-titik koordinat penting

a Titik dengan nilai $V_u = \Phi (V_c + V_{s1}) = 29,03 \text{ KN}$

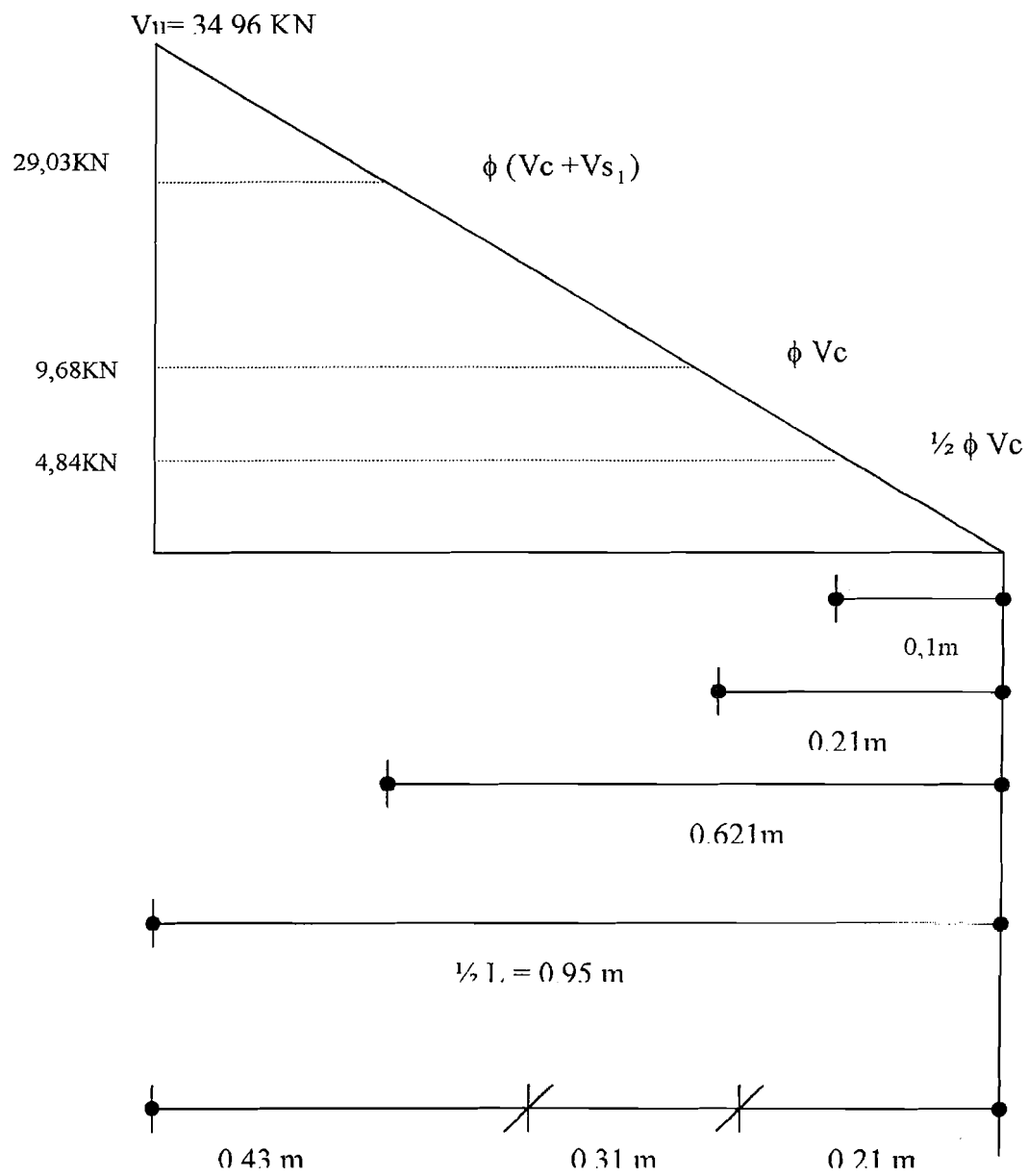
$$X_1 = \frac{29,03}{44,46} \cdot 0,95 = 0,621 \text{ m} \rightarrow \text{dari tengah bentang}$$

b. Titik dengan gaya geser $\Phi V_c = 9,68 \text{ KN}$

$$X_2 = \frac{9,68}{44,46} \cdot 0,95 = 0,21 \text{ m dari tengah bentang}$$

c. Titik dengan gaya geser $\frac{1}{2} \Phi V_c = \frac{1}{2} \cdot 9,68 = 4,84 \text{ KN}$

$$X_3 = \frac{4,84}{44,46} \cdot 0,95 = 0,10 \text{ m dari tengah bentang}$$



Gambar 4.4 Diagram Gaya Geser

Dipakai sengkang dengan $\Phi = 6 \text{ mm}$ $A_s = 28,3 \text{ mm}^2$

- a. Jarak sengkang daerah I

$$\begin{aligned}\Phi V_c &= V_u - \Phi V_c \\ &= 34,96 - 9,68 = 25,28 \text{ KN}\end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{28,3 \cdot 400 \cdot 170}{25,28 \cdot 10^3} = 76,123 \text{ mm} \approx 75 \text{ mm}$$

Dipakai sengkang $\Phi 6 - 75 \text{ mm}$

- b. Jarak sengkang daerah II

$$\begin{aligned}V_{s_2} &= 29,03 - 9,68 \\ &= 19,35 \text{ KN}\end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_s} = \frac{28,3 \cdot 400 \cdot 170}{19,35 \cdot 10^3} = 99,45 \text{ mm}$$

Dipakai sengkang $\Phi 6 - 95 \text{ mm}$

- c. Jarak sengkang daerah III

$$\begin{aligned}V_{s_3} &= 9,68 - 4,84 \\ &= 4,84\end{aligned}$$

$$S = \frac{28,3 \cdot 400 \cdot 170}{4,84 \cdot 10^3} = 397,6 \text{ mm} > d/2 = 85 \text{ mm}$$

Maka dipakai $\Phi 6 - 80 \text{ mm}$

4.6 Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji untuk pengujian desak dan tarik yaitu berupa silinder sebanyak 72 buah dilakukan dengan langkah sebagai berikut

1. Melakukan penimbangan bahan-bahan seperti semen, pasir, kerikil, dan air serta serat sabut kelapa.
2. Menghidupkan molen, kemudian memasukkan kerikil, semen, pasir, dan air sedikit demi sedikit
3. Pada saat molen berputar diusahakan agar miring sekitar 15° , agar adukan beton merata.
4. Serat direndam kedalam air beberapa saat sebelum dimasukkan kedalam campuran.
5. Setelah adukan beton tercampur merata adukan beton dituang secukupnya untuk pengujian nilai slump.
6. Serat dimasukkan kedalam campuran sedikit demi sedikit hingga tercampur merata.
7. mengeluarkan adukan beton kedalam talam.
8. Masukkan adukan kedalam cetakan silinder sedikit demi sedikit sambil ditusuk-tusuk agar tidak keropos.
9. Adukan yang telah dicetak dibiarkan selama 24 jam ditempat yang terlindung.
10. Cetakan dapat dibuka dan memberi kode keterangan pada beton

Pembuatan benda uji untuk lentur langkahnya sama seperti pada uji desak dan tarik , perbedaannya hanya pada benda uji berupa balok beton bertulang dan cetakan terbuat dari papan atau bekisting dengan ukuran sesuai dengan dimensi balok.

4.7 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton yaitu suatu pekerjaan yang dilakukan untuk menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban permukaan beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna.

Perawatan disini adalah perawatan beton yang umumnya dilaksanakan di lapangan dan mudah dilakukan tanpa mengeluarkan biaya tambahan yang tinggi, yaitu perawatan beton dengan air dan air yang digunakan adalah air yang memenuhi syarat air bersih. Beberapa cara yang dilakukan dalam perawatan beton yaitu :

1. Menaruh beton didalam ruangan yang lembab.
2. Menaruh beton didalam air
3. Menyelimuti beton dengan karung basah.
4. Menyiram permukaan beton setiap saat secara terus menerus

Dalam penelitian ini perawatan beton dilakukan dengan merendam beton didalam air.

4.8 Pengujian Benda Uji

Benda uji yang digunakan untuk uji desak dan uji tarik adalah berbentuk silinder dengan jumlah keseluruhan sebanyak 72 buah sampel dan dilakukan pengujian pada umur 7, 21, dan 28 hari untuk uji desak serta pada umur 28 hari untuk uji tarik. Untuk uji lentur menggunakan balok beton bertulang sebanyak 4 buah dengan perincian 2 buah non serat dan 2 buah beton serat.

Tabel 4.7 Jumlah benda uji untuk uji desak

UjiDesak silinder	Kode	Umur 7 hari	Umur 21 hari	Umur 28 hari	Jumlah benda uji
Beton Normal	BNS	3	3	3	9
Betonserat0,5%	BS 0,5	3	3	3	9
Beton serat 1%	BS 1	3	3	3	9
Beton serat 1,5%	BS 1,5	3	3	3	9
Beton serat 2%	BS 2	3	3	3	9
Beton serat 2,5%	BS 2,5	3	3	3	9



Tabel 4.8 Jumlah benda uji untuk uji tarik

Benda uji tarik	Kode	Umur 28 hari
Beton non serat	BNST	3
Beton serat 0,5 %	BST 0,5	3
Beton serat 1%	BST 1	3
Beton serat 1,5 %	BST 1,5	3
Beton serat 2 %	BST 2	3
Beton serat 2,5 %	BST 2,5	3

4.8.1 Pengujian Kuat Desak

Kuat desak yaitu beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya desak tertentu. Sifat beton lebih baik jika kuat desaknya lebih tinggi.

Kekuatan tekan beton ditentukan dengan pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Perbandingan air terhadap semen merupakan factor utama didalam penentuan kekuatan beton. Kekuatan beton yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu dihitung dengan menggunakan rumus

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (MPa) } \quad (4.3)$$

dimana P : Beban maksimum (N)

A : Luas penampang (mm²)

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada benda uji silinder, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya
2. Menimbang benda uji
3. Meletakkan benda uji diatas mesin penguji desak, lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur.
4. Mencatat beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji mulai hancur.

4 . 8 . 2 Pengujian Kuat Tarik Beton

Kekuatan beton didalam tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi rambatan dan ukuran dari retak didalam struktur. Suatu perkiraan kasar bahwa nilai kuat tarik bahan beton normal hanya berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya (*Istimawan Dipohusodo*).

Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah dihitung dengan rumus :

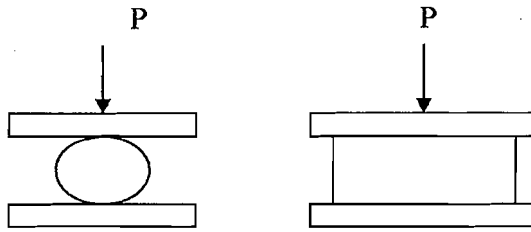
$$f'_{ct} = \frac{2.P}{\pi.L.D} \quad (4.4)$$

dimana f'_{ct} : Kuat tarik belah (MPa)

P : Beban pada waktu terbelah (N)

L : Panjang benda uji silinder (mm)

D : Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 4.5 Uji tarik pada pembebanan silinder

Pengujian kuat tarik beton dengan benda uji silinder dengan langkah pengujian sebagai berikut :

1. Mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tinggi
2. Menimbang benda uji
3. Meletakkan benda uji dengan posisi rebah pada mesin penguji desak lalu mesin dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur.
4. Mencatat beban maximum yang terjadi pada saat benda uji mulai mengalami kehancuran.

4.8.3 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur menggunakan balok bertulang dengan ukuran 200 x 12 x 20 Cm untuk beton non serat dan beton serat. Untuk beton serat diambil serat dengan variasi terbaik untuk kuat desaknya. Jumlah benda uji masing-masing 2 buah untuk beton non serat dan 2 buah untuk beton berserat. Sesuai dengan data yang diperoleh pada uji desak dan uji tarik maka dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan serat 0,5 % merupakan variasi terbaik sehingga dalam pengujian kuat lentur ini diambil beton dengan variasi serat 0,5 %.

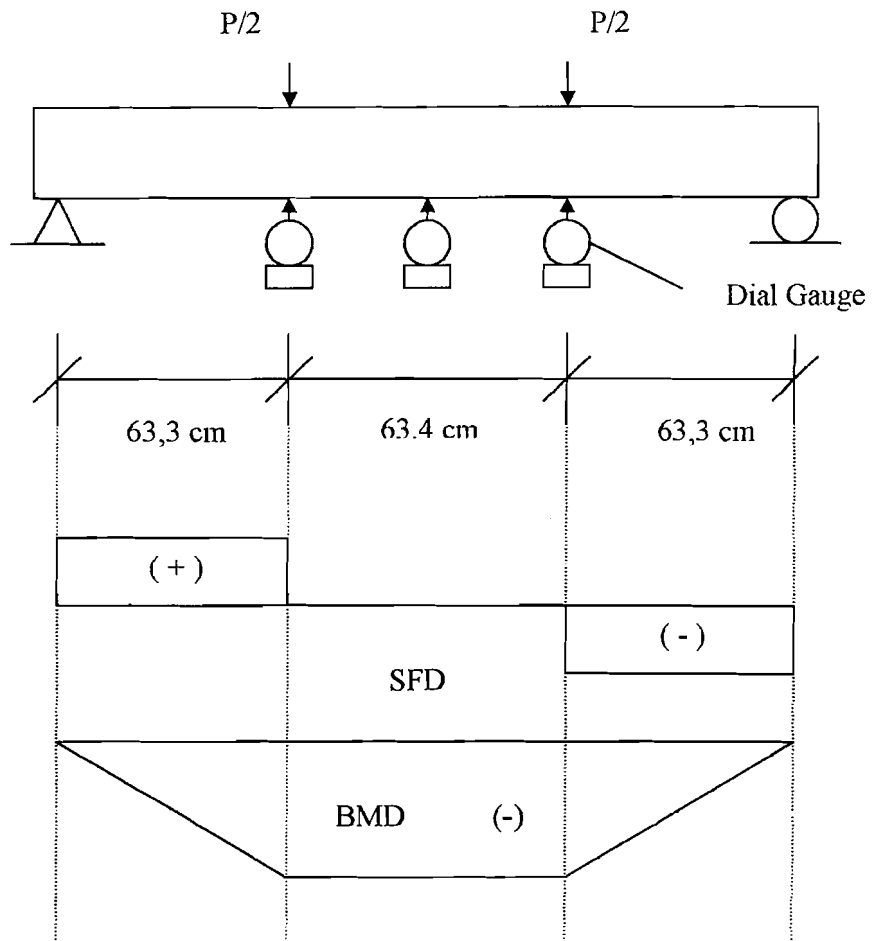
Data yang diambil untuk pengujian lentur yaitu beban maksimum, besar lendutan, dan pola retak pada balok. Untuk menghitung besar tegangan retak menggunakan rumus :

$$f_c = \frac{M.Y}{I} \quad (4.5)$$

Keterangan : M : momen

I : Inersia

Y : Jarak lengan ke tepi



Gambar 4.6 Pengujian Lentur, SFD dan BMD

Langkah-langkah pengujian kuat lentur balok :

1. Benda uji yang digunakan balok berukuran 200 x 12 x 21 Cm
2. Memberi tanda pada benda uji titik untuk pembebanan, titik untuk perletakan tumpuan dan titik untuk meletakkan dial.
3. Meletakkan benda uji sesuai dengan tanda yang telah diberikan diatas mesin penguji kuat lentur kemudian mesin dihidupkan dan pembebanan ditingkatkan secara berangsur-angsur.
4. Pembebanan maksimum pada benda uji dicatat sesuai skala petunjuk pada mesin uji.
5. Penurunan balok pada setiap penambahan beban dicatat berdasarkan hasil pada dial. Jumlah dial yang dipakai sebanyak 3 buah di letakkan pada tengah bentang dan pada jarak 63,3 Cm dari tumpuan.
6. Setiap keretakan pada balok ditandai dan dicatat bebannya.

BAB V

HASIL PENELITIAN

Pengkajian perilaku dan sifat struktural beton yang diperbaiki oleh adanya penambahan serat dilakukan terhadap benda uji berskala kecil. Dengan mengikuti prosedur yang berlaku diharapkan benda uji tersebut mewakili sifat-sifat beton yang diamati.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji berupa silinder untuk pengujian kuat tarik dan kuat desak serta balok beton bertulang untuk pengujian kuat lentur. Dalam penelitian ini menggunakan variasi berat serat dengan tujuan untuk mengetahui serat dengan variasi terbaik.

5.1 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton

Kuat desak beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan masing-masing bahan susun dan lekatan pasta semen pada agregat. Kuat desak beton secara umum memang cukup besar, sifat inilah yang paling menonjol pada beton. Nilai kuat desak beton dihitung dengan menggunakan rumus 4.3. Dari hasil pengujian didapat beban sebesar 500 KN dan luas penampang benda uji sebesar 17796,625 mm², maka kuat desak beton yaitu :

$$f_c' = \frac{P}{A}$$
$$f_c' = \frac{500 \times 10^3}{17796,625} = 28,0952 \text{ MPa}$$

Kuat desak rata-rata beton pada umur 7 hari untuk beton non serat adalah sebesar 26,4981 MPa sedangkan untuk beton serat 0,5% mempunyai kuat desak terbesar, yaitu sebesar 31,0707 MPa. untuk umur 21 hari kuat desak beton non serat sebesar 35,9251 MPa, sedang untuk beton serat 0,5% mempunyai kuat desak terbaik yaitu sebesar 39,62604 MPa. demikian juga untuk umur 28 hari beton serat 0,5% mempunyai kuat desak terbesar yaitu 44,8843 MPa sedangkan untuk beton non serat sebesar 39,0518 MPa.

Hasil pengujian kuat desak beton dengan berbagai variasi berat serat yaitu 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5% dan 2,5% pada umur 7, 21, 28 hari dapat dilihat pada tabel 5.1; 5.2 dan 5.3

Tabel 5 . 1 Kuat desak beton umur 7 hari (MPa)

% serat	Kode Benda Uji	Diameter mm	Tinggi Cm	Berat Kg	Luas mm ²	Beban KN	Kuat desak Mpa	Kuat desak Rata-rata
0	BNS1	150,5	29,84	12,45	17796,625	500	28,0952147	26,49811951
0	BNS2	151	30,5	12,55	17915,071	480	26,7930832	
0	BNS3	150	29,78	12,25	17678,571	435	24,6060606	
0,5	BS0,5 1	150,9	30,12	12,5	17891,351	550	30,7411111	31,07070825
0,5	BS0,5 2	149,7	30,5	12,6	17607,928	565	32,0878189	
0,5	BS0,5 3	150,4	30,14	12,55	17772,983	540	30,3831948	
1	BS1 1	150,9	30,12	12,1	17891,351	380	21,2393131	20,77712738
1	BS1 2	149,8	30,26	12,2	17631,46	360	20,4180482	
1	BS1 3	149,9	30,3	12,15	17655,008	365	20,6740208	
1,5	BS1,5 1	150,8	30,37	12,7	17867,646	242	13,5440339	15,90894571
1,5	BS1,5 2	149,6	29,91	12,4	17584,411	315	17,9135936	
1,5	BS1,5 3	150,1	30,14	12,4	17702,151	288	16,2692096	
2	BS2 1	150,6	30,36	12,3	17820,283	273	15,3196222	14,19158321
2	BS2 2	151	30,21	12,2	17915,071	240	13,3965416	
2	BS2 3	150	29,81	11,9	17678,571	245	13,8585859	
2,5	BS2,5 1	150,4	29,78	12	17772,983	200	11,2530351	13,3483181
2,5	BS2,5 2	150	30,22	12,2	17678,571	240	13,5757576	
2,5	BS2,5 3	150	29,89	12	17678,571	269	15,2161616	

Tabel 5 . 2 Kuat Desak Beton Umur 21 Hari (MPa)

Kode Benda Uji	Diameter mm	Tinggi Cm	Berat Kg	Luas mm ²	Beban KN	Kuat Desak Mpa	Kuat Desak Rata-rata
BNS1	151	30,05	12,5	17915,07	605	33,770449	35,9251257
BNS2	150,5	30,1	12,4	17796,63	670	37,647588	
BNS3	152	29,2	12,6	18153,14	660	36,357341	
BS0,5 1	149,5	30,05	12,45	17560,91	720	41,000152	39,6260419
BS0,5 2	151,5	30,1	12,65	18033,91	730	40,479295	
BS0,5 3	151	30,2	12,5	17915,07	670	37,398679	
BS1 1	150,5	30,3	12,35	17796,63	445	25,004741	26,4588604
BS1 2	151	30,15	12,3	17915,07	515	28,746746	
BS1 3	149,5	30,25	12,2	17560,91	450	25,625095	
BS1,5 1	151,5	29,95	12,45	18033,91	455	25,230246	25,6386505
BS1,5 2	150	29,85	12,25	17678,57	445	25,171717	
BS1,5 3	151	30,15	12,5	17915,07	475	26,513989	
BS2 1	149	30,1	12,1	17443,64	365	20,924528	20,8659415
BS2 2	151,5	30,5	12,4	18033,91	420	23,289458	
BS2 3	150	30,3	12,1	17678,57	325	18,383838	
BS2,5 1	150,5	30,1	12,1	17796,63	320	17,980937	20,6484889
BS2,5 2	151	30,15	12,1	17915,07	430	24,002137	
BS2,5 3	151,5	30,25	12,25	18033,91	360	19,962392	

Tabel 5 . 3 Kuat Desak Beton Umur 28 Hari (MPa)

% Serat	Kode Benda uji	Diameter mm	Tinggi Cm	Berat Kg	Luas mm ²	beban KN	Kuat Desak(Mpa)	Kuat Desak Rata-rata
0	BNS 1	150,5	30,15	12,85	17796,6	680	38,209492	39,05188
0	BNS 2	151	30,15	12,35	17915,1	760	42,422382	
0	BNS 3	150,5	30,05	12,85	17796,6	650	36,523779	
0,5	BS0,5 1	150,5	30,25	12,75	17796,6	775	43,547583	44,88435
0,5	BS0,5 2	149	30	12,65	17443,6	820	47,00853	
0,5	BS0,5 3	151	30,2	12,65	17915,1	790	44,096949	
1	BS1 1	151	30,3	12,75	17915,1	680	37,956868	38,00523
1	BS1 2	150,5	30,2	12,6	17796,6	705	39,614253	
1	BS1 3	149,5	30,1	12,5	17560,9	640	36,444579	
1,5	BS1,5 1	150,3	29,99	11,65	17749,4	309	17,409082	17,60492
1,5	BS1,5 2	149,8	29,71	11,55	17631,5	345	19,567296	
1,5	BS1,5 3	150	29,77	11,6	17678,6	280	15,838384	
2	BS2 1	152,7	29,91	11,85	18320,7	370	20,195704	20,83199
2	BS2 2	150	30,1	12	17678,6	390	22,060606	
2	BS2 3	151,5	30,05	11,95	18033,9	355	20,239648	
2,5	BS2,5 1	146,2	30,05	12,15	16794,2	365	21,73369	20,05269
2,5	BS2,5 2	149,9	29,97	11,85	17655	292	16,539217	
2,5	BS2,5 3	150,6	30,35	12,25	17820,3	390	21,885175	

5.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

Pada pengujian kuat tarik ini dilakukan untuk beton umur 28 hari untuk beton non serat dan beton serat 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; 2,5%. Nilai kuat tarik beton dihitung dengan menggunakan rumus 4.4. Hasil pengujian menunjukkan beban 200 KN, panjang benda uji sebesar 301,5 mm dan diameter benda uji sebesar 149,5 mm maka kuat tarik beton adalah :

$$f_{ct} = \frac{2.P}{\pi.L.D}$$

$$f_{ct} = \frac{2.200 \times 10^3}{\pi.301,5.149,5} = 2,82362 \text{ MPa}$$

Hasil pengujian menunjukkan kuat tarik beton serat terbesar adalah 3,40241 MPa untuk variasi berat serat 0,5%, sedangkan untuk beton non serat hanya 2,8131 MPa. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.4

Tabel 5.4 Kuat Tarik Beton (MPa)

%Serat	Kode Benda Uji	Diameter mm	Tinggi Cm	Berat Kg	Luas mm ²	Beban KN	Kuat Tarik Mpa	Kuat Tarik Rata-rata
0	BNST 1	149,5	301,5	12,75	17560,9	200	2,823624	2,813145
0	BNST 2	151,5	302,5	12,9	18033,9	220	3,054851	
0	BNST 3	151	299,5	12,5	17915,1	182	2,560961	
0,5	BST0,5 1	149	299,5	12,6	17443,6	283	4,035605	3,40241
0,5	BST0,5 2	150,5	299	12,7	17796,6	179	2,531341	
0,5	BST0,5 3	150,5	302	12,65	17796,6	260	3,640284	
1	BST1 1	151,5	301,5	12,65	18033,9	248	3,455072	3,378399
1	BST1 2	150,5	303	12,65	17796,6	222	3,097984	
1	BST1 3	150,5	301	12,5	17796,6	255	3,58214	
1,5	BST1,5 1	149,9	301,9	11,85	17655	177	2,488937	2,383807
1,5	BST1,5 2	150,2	295	11,5	17725,7	190	2,72877	
1,5	BST1,5 3	150,6	295	11,5	17820,3	135	1,933714	
2	BST2 1	150,5	303,2	12	17796,6	145	2,022123	2,344846
2	BST2 2	151	300,2	12,1	17915,1	178	2,498836	
2	BST2 3	150,2	303,4	12,1	17725,7	180	2,513578	
2,5	BST2,5 1	150,6	298,1	11,85	17820,3	122	1,729331	1,82907
2,5	BST2,5 2	150,4	301,9	12,1	17773	146	2,046196	
2,5	BST2,5 3	149,9	300,1	12	17655	121	1,711682	

5.3 Hasil Pengujian Lentur Beton

Pengujian kuat lentur dilakukan terhadap benda uji balok dengan dua titik tumpuan. Dengan menggunakan alat dial gauge akan dipasang pada bawah benda uji yang terletak pada tengah bentang dan pada jarak 63,3 cm dari tumpuan.

Nilai momen dan f_c mulai retak dihitung dengan menggunakan rumus 4.5

$$f_c = \frac{M.Y}{I}$$

$$M = \frac{1}{2} P.0,633$$

$$M = \frac{1}{2} 3,5.0,633 = 1,1078KN - m$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{4700\sqrt{22,5}} = 8,97$$

Statis momen terhadap garis netral

$$\frac{1}{2} . 120 . Y^2 + (8,97 - 1) . (Y - 40) . 157 - 8,97 . 226,2 . (140 - Y) -$$

$$8,97 . 226,2 . (170 - Y) = 0$$

$$60 Y^2 + 1251,29 Y - 50051,6 - (628994,34 - 4058,028Y) = 0$$

$$Y^2 + 88,49 Y - 11317,43 = 0$$

$$Y_{1,2} = \frac{-88,49 \pm \sqrt{88,49^2 - 4.1.(-11317,43)}}{2.1}$$

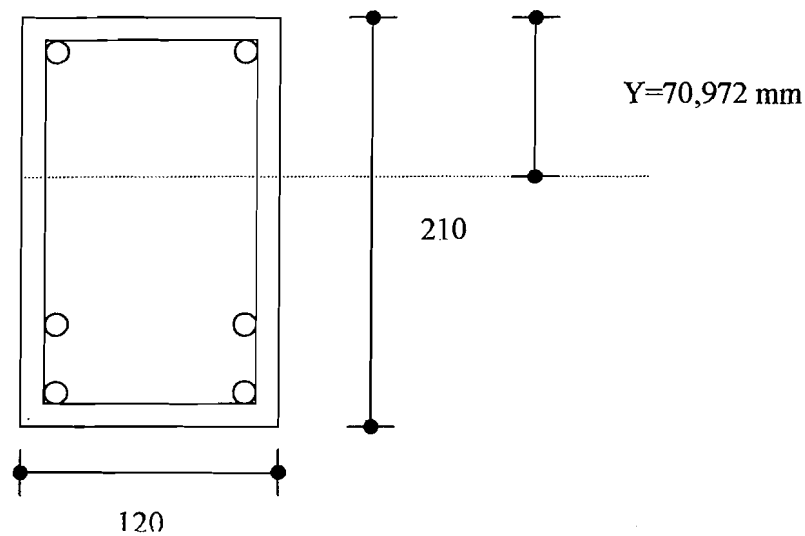
$$Y_{1,2} = 70,972mm$$

$$I = 1/3.40 (70,972)^3 + (8,97-1).157.(70,972-40)^2 +$$

$$8,97.226,2(140-70,972)^2 + 8,97.226,2 (170-70,972)^2$$

$$= 35532415,41 \text{ mm}^4$$

$$f_c = \frac{0,5.24,5.1000.633.70,972}{35532415,41} = 15,488 \text{ MPa}$$



Gambar 5.1 Letak Garis Netral

Hasil selengkapnya dari pengujian kuat lentur dapat dilihat pada tabel

5.5 dan 5.6

Tabel 5.5 Lendutan beton serat 0,5 %

Beban KN	Benda uji Balok serat 0,5 %										Momen KN m	f _c Retak Mpa
	Benda 1 (0,01mm)			Benda 2 (0,01 mm)			Dial rata-rata					
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3,5	38,5	41,5	39	12	48,5	32	25,25	45	35,5	1,10775		
7	67,5	77	69	23,5	76,5	52,5	45,5	76,75	60,75	2,2155		
10,5	105	123,5	104	43	130,5	92,5	74	127	98,25	3,32325		
14	172,5	197,5	175	128	170,5	123	150,3	184	148,5	4,431		
17,5	219,5	253,5	91	139,5	246	174	179,5	249,8	132,3	5,53875		
21	292	337,5	279	228	316	221	260	326,8	249,8	6,6465		
24,5	354	410	364	300	386,5	267	327	398,3	315,3	7,75425	15,4882	
28	414	481,5	382	384	438,5	305	399	460	343,3	8,862		
31,5	478,5	564	471	411	508,5	355	444,8	536,3	413	9,96975		
35	534	637	485	479	560	390	506,5	598,5	437,3	11,0775		
38,5	596	716,5	577	511	644	446	553,5	680,3	511,3	12,1853		
42	651	790	588	583	696,5	487	617	743,3	537,3	13,293		
45,5	713	872	676	609,5	771	539	661,3	821,5	607	14,4008		
49	783,5	964,5	707	682,5	826,5	582	733	895,5	644	15,5085		
52,5	880	1093	805	705,5	901	641	792,8	996,8	722,8	16,6163		
56	998	1250	979	781,5	961	688	889,8	1106	833,5	17,724		
57,75	1095	1385	1078	895	1098	795	995	1242	936,5	18,2779		

Tabel 5.6 Lendutan beton non serat

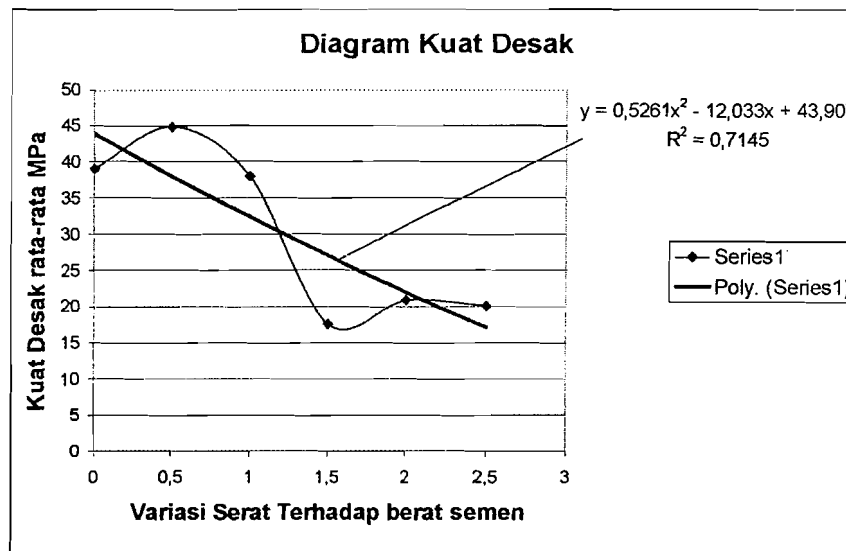
Beban KN	Benda uji beton non serat										Momen (KNm)	f _c Retak (Mpa)
	Lendutan (0,01mm)			Lendutan (0,01)			Lendutan Rata-rata					
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3,5	29	20	20,5	21	43	9	25	31,5	14,75	1,10775		
7	72,5	59,5	53	59	88	20	65,75	73,75	36,5	2,2155		
10,5	100,5	88	83,5	82	117	28	91,25	102,5	55,75	3,32325		
14	143	138,5	109	145	196	123	144	167,3	116	4,431		
17,5	198	204	175	239	314	247	217,5	259	211	5,53875		
21	236	274	218	347	458,5	345	291,5	366,3	281,5	6,6465	13,2756	
24,5	306	355	286	432,5	569	431	369,3	462	358,5	7,75425		
28	387	447	365	495	649	478	441	548	421,5	8,862		
31,5	450	527	405	578	754	554	514	640,5	479,5	9,96975		
35	511,5	598	486	672	868	638	591,8	733	562	11,0775		
38,5	591	692	565	761	980	732	676	836	648,5	12,1853		
42	661	780	622	821	1054	828	741	917	725	13,293		
45,5	727,5	862	717	932	1190	890	829,8	1026	803,5	14,4008		
49	790	936	762	1092	1286	981	941	1111	871,5	15,5085		
52,5	931	1193	795	1122	1342	1127	1027	1268	961	16,6163		
52,5	998	1250	979	1265	1389	1265	1132	1320	1122	16,6163		
52,5	1095	1385	1078	1305	1460	1345	1200	1423	1212	16,6163		

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Kuat Desak Beton

Dengan memperhatikan kuat desak hasil pengujian terhadap silinder dengan prosentase serat sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%. Pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari. Hasilnya dapat ditunjukkan dalam bentuk grafik pada gambar 6.1.



Gambar 6. 1 Grafik Kuat Desak Beton Dengan Variasi Serat

Gambar 6.1 menunjukkan hasil pengujian pada beton umur 28 hari, untuk beton non serat mempunyai kuat desak rata-rata sebesar 39,05188 MPa,

beton serat 0,5% sebesar 44,88435 MPa, beton serat 1% sebesar 38,00523 MPa, beton serat 1,5% sebesar 17,60492 MPa, beton serat 2% sebesar 20,83199 MPa dan untuk beton serat 2,5% sebesar 20,05269 MPa. Kuat desak rata-rata terbesar terjadi pada variasi berat serat 0,5% terhadap berat semen yaitu sebesar 44,88435 MPa. Hal ini terjadi karena serat dengan variasi berat serat 0,5% masih cukup mudah dilakukan pencampuran dengan agregat, sehingga cepat didapatkan suatu campuran yang homogen. Dengan demikian semakin banyak prosentase serat yang ada dicampuran agregat akan semakin mempersulit dalam pengadukan yang disebabkan oleh penyebaran serat tidak merata dan banyak serat yang menggumpal, sehingga sangat mempengaruhi kelecakan (*workability*) dan kualitas kekuatan pada beton. Seperti beton variasi 1,5%; 2% dan 2,5% kekuatannya menurun sesuai dengan semakin banyaknya jumlah serat yang ditambahkan ke dalam adukan beton. Adapun kekuatan untuk penambahan serat 1,5 % dari berat semen penurunnya terlihat sangat besar. Ini dimungkinkan karena pemadatan yang kurang baik mengingat kelecakan beton relatif rendah, yang ditunjukkan dengan nilai slump yang kecil seperti terlihat dalam tabel 6.1.

Tabel 6.1 Nilai Slump Menurut Variasi Serat

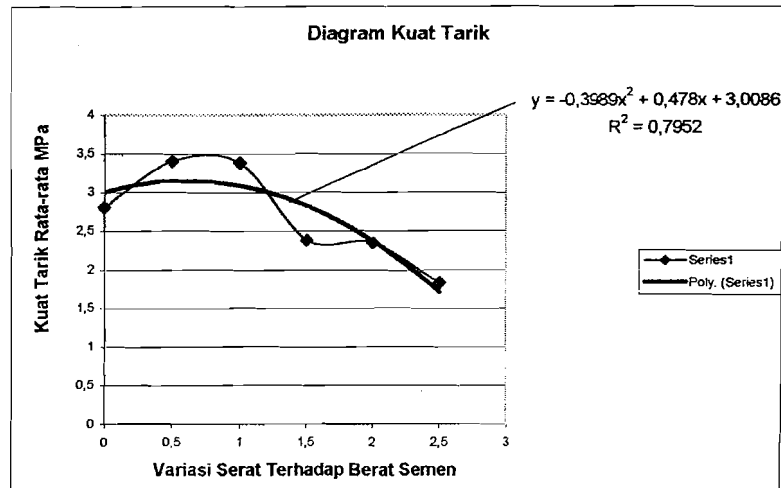
Variasi Serat %	Nilai Slump
0%	7,5 cm
0,5%	8 cm
1%	8 cm
1,5%	6 cm
2%	8,5 cm
2,5%	8 cm

Pada tabel 6.1 menunjukkan bahwa nilai slump cenderung besar ini disebabkan karena bahan pembuat beton seperti pasir dan kerikil basah sehingga kandungan air dalam adukan beton menjadi meningkat. Sedangkan pada variasi 1,5 % nilai slump kecil ini disebabkan karena serat dan kerikil tidak terlalu basah sehingga mampu menyerap air dan pada variasi 1,5 % campuran mulai menggumpal yang mengakibatkan lekatan antara serat dan agregat berkurang. Sehingga akan berpengaruh terhadap kekuatan pada beton.

Dalam pelaksanaan pengujian desak beton terdapat perbedaan pada tampang pecah dan retak benda uji. Untuk beton non-serat atau beton normal terjadi runtuh serta lepasnya beberapa agregat secara tiba-tiba setelah mendapatkan beban maksimum. Namun tidak seperti pada benda uji beton serat, saat mencapai beban maksimum benda uji tidak mengalami runtuh, hanya terjadi retak-retak pada tampang dan relatif masih utuh. Dari uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa serat berfungsi sebagai bahan pengisi yang menambah kemampuan beton dan menambah lekatan dalam adukan beton sehingga tegangan tarik yang terjadi akibat pembebanan benda uji silinder dapat ditahan dengan adanya serat yang terputus dan ada serat yang terlepas dari campuran.

6.2 Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik rata-rata beton dilakukan pada beton umur 28 hari analisa hasil pengujian tarik dapat dilihat pada gambar 6.2.



Gambar 6.2 Diagram Kuat Tarik Dengan Variasi Serat

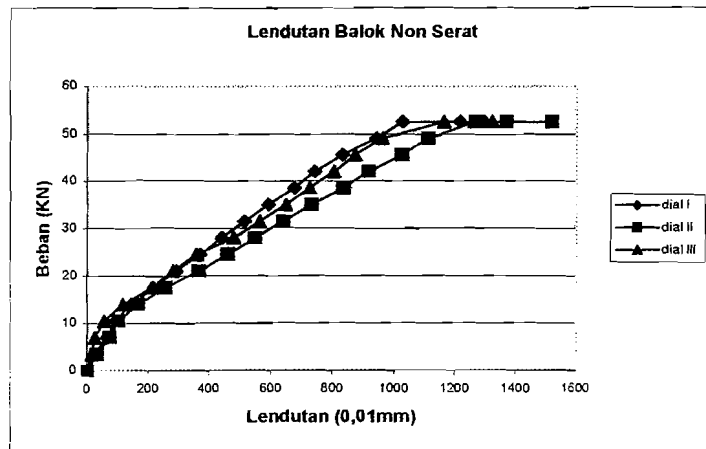
Dari gambar 6.2 didapat hasil kuat tarik rata-rata untuk BNSt sebesar 2,81315 MPa, untuk beton Bst0,5 sebesar 3,40241 MPa, beton BSt1 sebesar 3,37839 MPa. BSt 1,5 sebesar 2,38381 MPa, BSt2 sebesar 2,34485 MPa dan untuk BSt 2,5 sebesar 1,82907 MPa. prosentase peningkatan kuat tarik terbesar terjadi pada variasi berat serat 0,5 sebesar 20,957%. Hal ini terjadi karena serat dengan panjang 5 cm dan variasi berat 0,5 terhadap berat semen lebih mampu menahan terpisahnya agregat akibat pengaruh tarik. Selain itu serat yang tidak terlalu banyak akan mempunyai lekatan yang sempurna dengan campuran agregat sehingga salah satu hal yang mempengaruhi kekuatan tarik pada suatu beton adalah letak serat yang random untuk menahan beton tarik dari segala arah. Jika penambahan serat terlalu banyak akan menyebabkan penggumpalan pada beton sehingga lekatan serat dengan campuran agregat tidak sempurna. Hal ini akan

menyebabkan berkurangnya kuat tarik beton. Dalam penelitian variasi beton serat 1,5%; 2% dan 2,5%.

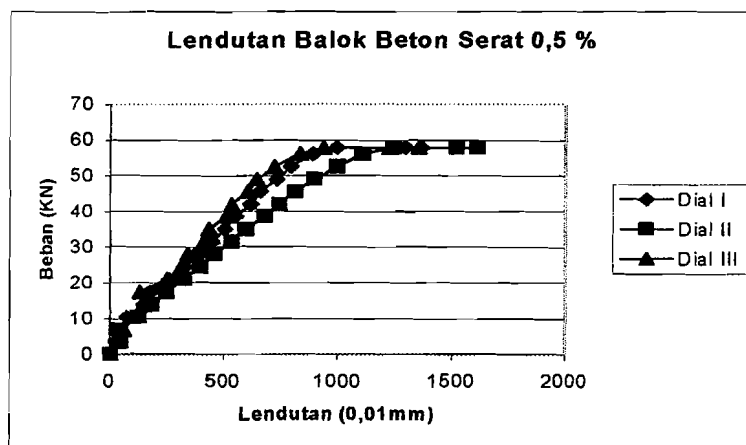
6.3 Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan di laboratorium mekanika rekayasa dengan menggunakan empat buah balok bertulang yang terdiri dari dua buah balok bertulang non serat dan dua buah balok beton bertulang berserat. Pada pengujian ini diberikan pembebanan secara bertahap dengan interval 3,5 KN dan dipasang tiga buah dial yang diletakkan dibawah benda uji yang bertujuan untuk mengetahui besar lendutan pada daerah lentur murni yaitu pada tengah bentang dan pada jarak 63,3 cm dari tumpuan. Pada jarak 63,3 cm dari tepi kiri dan tepi kanan masing masing dipasang dial gauge yang bertujuan untuk membandingkan besarnya lendutan antara sisi kiri dan sisi kanan sehingga dapat disimpulkan besarnya penyebaran beban sesuai atau tidak dengan yang direncanakan.

Gambar 6.3 dan 6.4 menunjukkan hubungan antara beban dan lendutan balok non serat dan balok yang berserat, dari gambar tersebut terlihat bahwa lendutan balok antara dial 1 dan dial 3 tidak sama sehingga penyebaran beban yang terjadi antara sisi kanan dan sisi kiri tidak sama.



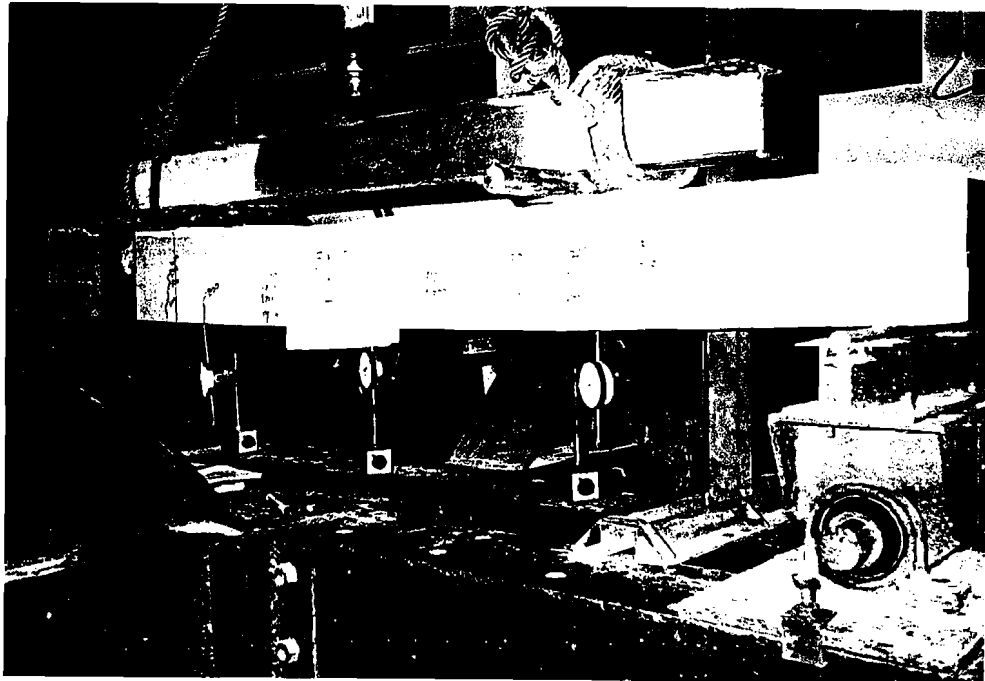
Gambar 6.3 Grafik hubungan beban dan lendutan balok non serat



Gambar 6.4 Hubungan antara beban dan lendutan balok beton serat 0,5%

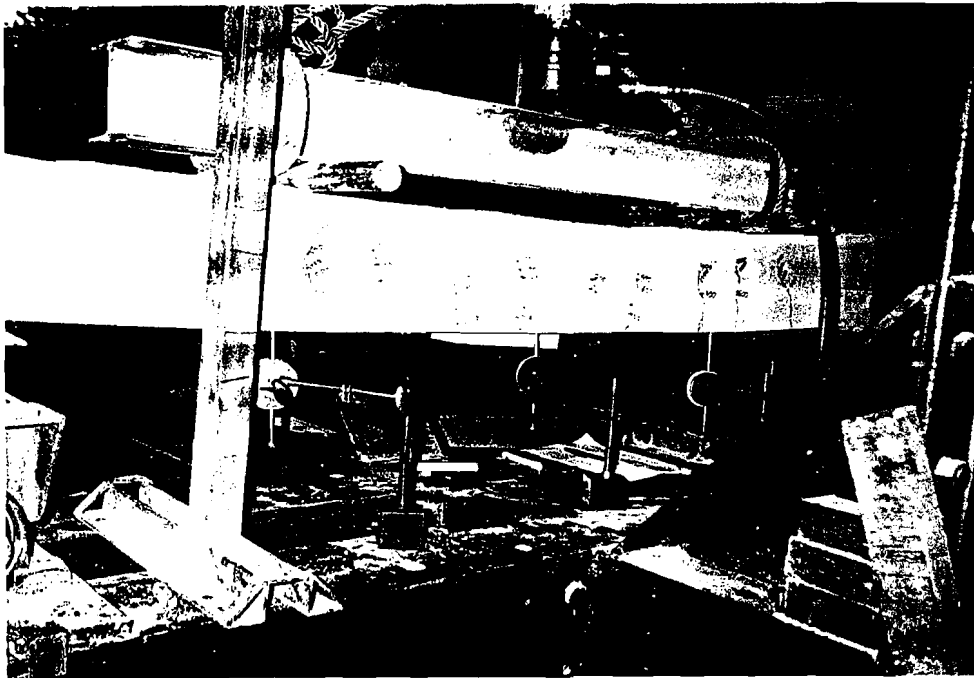
Serat yang digunakan pada balok adalah serat yang dengan panjang 5 cm dan variasi serat 0,5% dari berat semen, diambil berdasarkan hasil terbaik pada pengujian desak. Dari perbandingan gambar 6.3 dan 6.4 terlihat bahwa serat

sangat berpengaruh pada lendutan, balok dengan penambahan serat lendutannya lebih kecil dibandingkan dengan balok non serat. Beton dengan penambahan serat mempunyai tingkat keretakan yang lebih kecil dibandingkan balok non serat. Hal ini dapat dilihat dari pola retak yang terjadi pada benda uji balok. Pola retak yang terjadi menunjukkan pola retak yang disebabkan oleh gaya lentur balok, yaitu retak diagonal yang berawal dari daerah lentur murni yang merambat ketumpuan beban pada balok.



Gambar 6.5 Pola retak balok non serat

Gambar 6.5 menunjukkan benda uji balok non serat mengalami retak di daerah lentur murni, retak awal terjadi pada beban 21 KN yaitu berupa retak rambut yang disebabkan oleh gaya lentur di daerah tengah bentang. Pada penambahan beban lebih lanjut retakan tersebut merambat simultan menuju titik pembebanan. Balok mencapai beban maksimum sebesar 52,5 KN dengan momen lentur sebesar 16,616 KNm.



Gambar 6.6 Pola retak balok serat

Gambar 6.6 menunjukkan benda uji balok serat 0,5 % yang mengalami retak awal pada beban 24,5 KN. Keretakan balok terjadi pada tengah bentang berupa retak rambut yang merambat secara simultan menuju pada titik

pembebanan. Balok mencapai beban maksimum sebesar 57,75 KN dan besar momen lenturnya sebesar 18,278 KNm.

Secara teoritis (lihat hitungan lampiran) hasil perhitungan kapasitas momen yaitu untuk beton non serat sebesar 30,52 KNm dan untuk beton serat 0,5 % sebesar 30,73 hal ini tidak sesuai dengan hasil penelitian. Hasil yang tidak sesuai ini disebabkan karena tegangan luluh baja tulangan tidak diuji di laboratorium sehingga tidak sesuai dengan yang direncanakan.

Dengan demikian dari hasil penelitian, dengan adanya penambahan serat sabut kelapa 0,5 % dari berat semen maka kemampuan balok dalam menahan beban dan momen lentur naik sebesar 10 % dibandingkan balok tanpa serat. Hal ini terjadi karena penambahan serat pada campuran beton akan membantu beton menahan beban yang lebih besar. Beban yang sudah tidak mampu ditahan oleh beton masih dapat ditahan oleh serat yang kemudian didistribusikan ketulangan sehingga keruntuhan terjadi secara perlahan.

6.4 Workability

Pada penelitian pembuatan beton serat ada beberapa hal yang bisa diketahui dalam proses pengerjaan dan pembuatan beton serat ini. Terutama pada pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kelecakan atau kekentalan dari adukan beton tanpa merubah komposisi dari jumlah air maupun semen yang telah digunakan dalam perbandingan awal. Berdasarkan penelitian terdahulu (Bambang Suhendro) menunjukkan bahwa penambahan serat akan menurunkan workability,

yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai slump. Namun dalam penelitian ini tidak menunjukkan hal yang demikian, hal ini dimungkinkan karena

1. pembuatan benda uji dilakukan tidak bersamaan harinya, sehingga bahan penyusun beton yaitu kerikil dan pasir tidak dalam kondisi yang sama, dalam hal ini pasir dan kerikil dalam kondisi basah.
2. serat yang digunakan dalam kondisi basah akibat terkena air hujan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Penambahan fiber alami dari serat sabut kelapa pada adukan beton dengan panjang serat 5 cm dan variasi berat serat akan berpengaruh terhadap sifat struktural beton. Sifat struktural beton tersebut yaitu dalam hal peningkatan kuat desak dan kuat lentur.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan penambahan serat sabut kelapa kedalam adukan beton dengan panjang 5cm maka dapat ditarik kesimpulan :

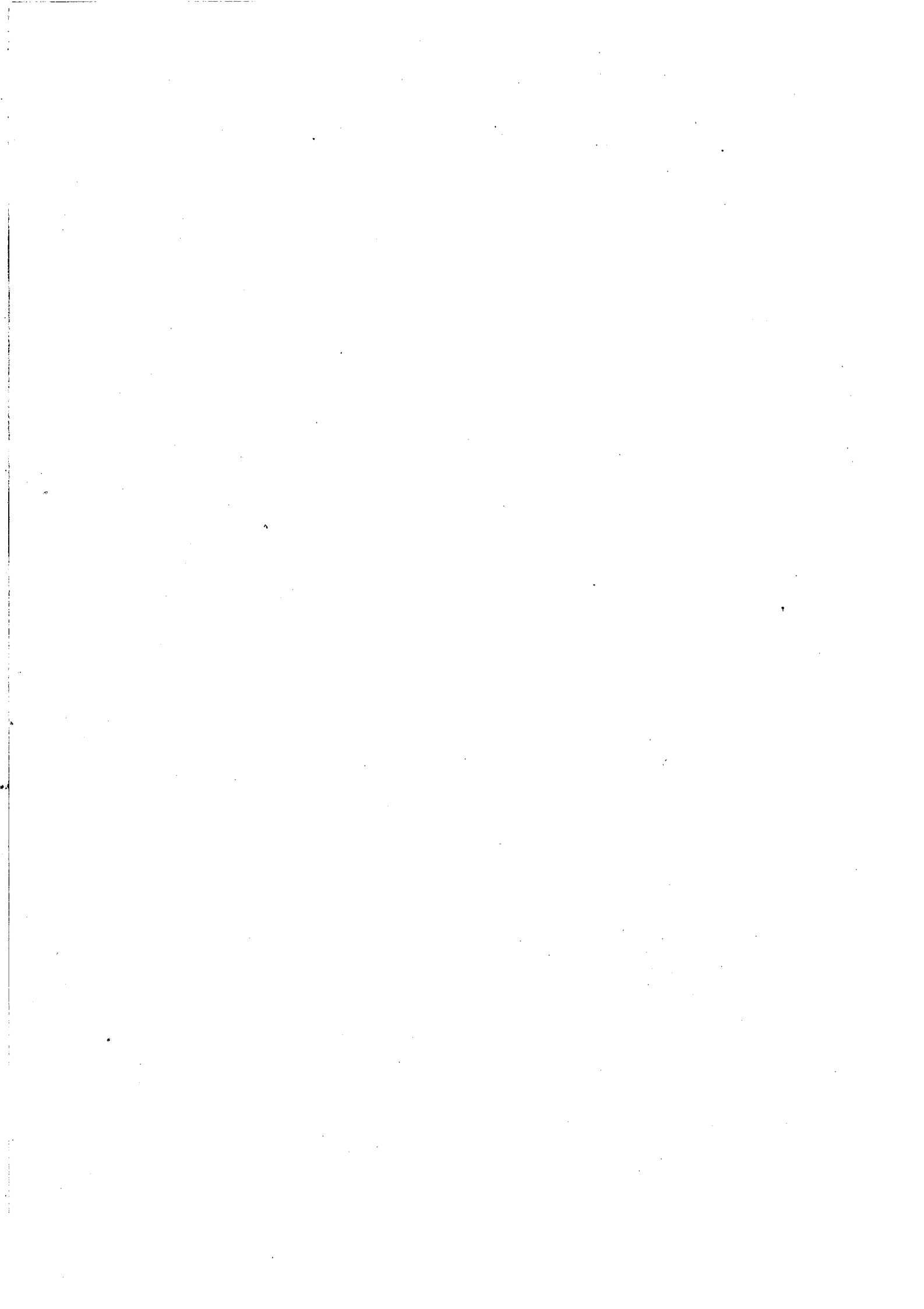
1. Variasi serat terbaik terjadi pada serat 0,5 % dari berat semen. Pada umur beton 28 hari, kuat desak beton non serat sebesar 39,0519 MPa, sedangkan untuk beton dengan serat 0,5% dari berat semen kuat desaknya mencapai 44,8844 MPa. Penambahan serat 0,5% dari berat semen menunjukkan peningkatan kuat desak sebesar 14,94% dari kuat desak beton non serat.
2. Momen lentur yang mampu ditahan balok beton bertulang tanpa serat pada umur 28 hari adalah sebesar 16,6163 KN m, sedangkan momen lentur balok beton bertulang yang berserat mampu menahan momen lentur sebesar 18,2779 KN m. Berarti penambahan serat sebesar 0,5% dari berat semen menyebabkan peningkatan kekuatan momen lentur sebesar 10% dibanding balok tanpa serat.
3. Hasil secara teoritis menunjukkan kekuatan lentur balok serat adalah sebesar 30,73 KN m dan untuk beton non serat sebesar 30,52 KN.m. Perbedaan ini

disebabkan karena baja tulangan tidak diuji sehingga titik luluh tidak sesuai dengan anggapan dalam perencanaan.

7.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian tentang penambahan serat sabut kelapa dalam adukan beton yang telah dilakukan maka penulis sarankan untuk :

1. Untuk penelitian lebih lanjut perlu diperhatikan variasi panjang serat karena berpengaruh pada kuat desak dan kuat tarik beton.
2. Perlu dilakukan penelitian tentang berapa lama ketahanan (durability) serat sabut kelapa terhadap pembusukkan dan pelapukan serat oleh kondisi lingkungan
3. Perlu diteliti lebih lanjut penggunaan bahan alami lainnya, seperti : rami, tangkai padi.



DAFTAR PUSTAKA

1. Suhendro, 1991, *Pengaruh Pemakaian fiber secara parsial pada Balok Beton Bertulang*, PAU, Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta
2. Iskandar dan Syukri, 2003, *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton*, Jurnal Teknologi.
3. Zarlis dan Anang, 2002, *Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang*, Laporan TA, JTS UII, Yogyakarta
4. Sudarmoko, 1996, *Pengaruh Pemakaian Serat Bendra Lurus Kedalam Adukan Beton Dengan Agregat Kasar Pecahan Genteng*, PAU Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.
5. Istimawan D, 1994, *Struktur Beton Bertulang*, PT. Gramedia, Jakarta
6. R. Park and Pauly, *Reinforced Concrete Structure*, Department of civil Enggineering, Univercity of Conterbury Christchurch, New Zealand.
7. Surendra P Shah, *Fiber Reinforced Concrete*, Nortwestern University, Evanston Illionis, USA
8. Kardiyono, 1994, *Teknologi Beton*, JTS FT UGM, Yogyakarta

LAMPPIRAN



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
 TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE : I (Sep 04 - Peb 05)
 TAHUN : 2004 - 2005

BERLAKU MULAI TGL : 15-Jan-05 - Akhir Pebr 05

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Ganjar Supangkat	94 310 078	Teknik Sipil
2.	Karsun Riswanto	94 310 236	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat lentur balok beton bertulang

Dosen Pembimbing I : Harsoyo, Dr.Ir,H,MSc

Dosen Pembimbing II :



Jogjakarta, 15-Jan-05

a.n. Dekan



Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____
 Sidang : _____
 Pendaran : _____

11:25:40

I Diperpanjang s/d Juni 2005

[Signature] 02/05
 10/05

II Diperpanjang s/d 15 Juli 2005 — s/d akhir Juli 2005

[Signature] 20/05
 10/05

[Signature] 18/5
 17

III Diperpanjang lagi s/d 15 Agustus 2005 — (sampai Pendaran) *[Signature]* 30/5



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO.MHS.	BID. STUDI
1	Ganjar Supangkat	94 310 078	Teknik Sipil
2	Karsun Riswanto	94 310 236	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat lentur balok beton bertulang

PERIODE KE : I (Sep 04 - Feb 05)

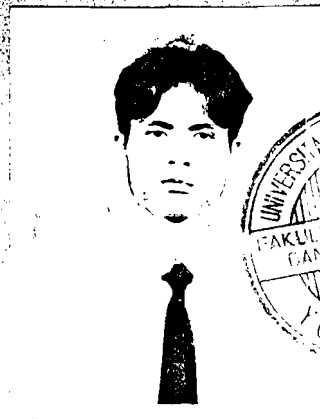
TAHUN : 2004 - 2005

BERLAKU MULAI TGL : 15-Jan-05 - Akhir Pebr 05

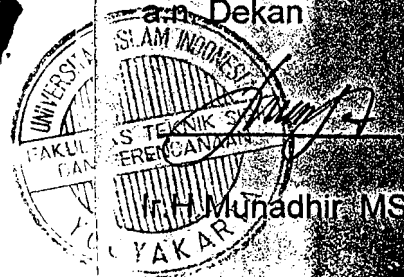
No.	Kegiatan	Bulan Ke					
		SEP	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	PEB
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : Harsoyo, Dr. Ir, H, MSc

Dosen Pembimbing II :



Jogjakarta, 15-Jan-05
a.n. Dekan



Ca

Seminar : _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____

11:25:40



الجامعة الإسلامية الإندونيسية

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 257 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./XII/2004
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : I (Sep 04 - Feb 05)

Jogjakarta, 15-Jan-05

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu : Harsoyo,Dr.Ir,H,MSc
di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- 1 Nama : Ganjar Supangkat
No. Mhs. : 94 310 078
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2004 - 2005
- 2 Nama : Karsun Riswanto
No. Mhs. : 94 310 236
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2004 - 2005

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

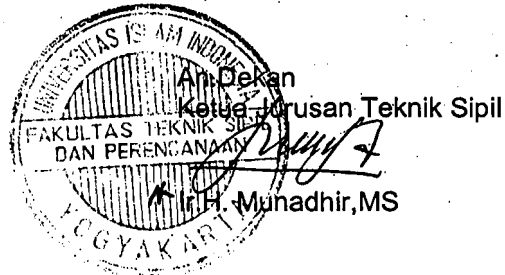
Dosen Pembimbing I	: Harsoyo,Dr.Ir,H,MSc
Dosen Pembimbing II	:
Berlaku Tgl	: 15-Jan-05 Sampai dengan Akhir Pebr 05

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat lentur balok beton bertulang

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 1/15/2005 11:24:25 AM



الجامعة الإسلامية الإندونيسية

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 1021 /Dek.70/FTSP/III/2005
Lamp. : -
Hal : Ijin Penggunaan Lab. BKT
Jogjakarta, 15-Mar-05

Kepada Yth : **Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP -
UII**
Di-
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan Tugas Akhir yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa kami, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang bernama sbb :

No	Nama Mahasiswa	No.Mahasiswa
1.	Ganjar Supangkat	94 310 078
2	Karsun Riswanto	94 310 236

Berkenaan hal tersebut kiranya mahasiswa memerlukan **bantuan nya untuk dapat meminjamkan fasilitas Lab. BKT Jurusan Teknik Sipil FTSP UII**, untuk mendukung penyusunan Tugas Akhir, maka dengan ini kami mohon kepada Bapak/ Ibu sudilah kiranya dapat memberikan bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Demikian permohonan kami , atas perkenan serta bantuan dan bimbingannya diucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu' alaikum Wr.Wb

Dekan.



Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D.

Tembusan :

- Mahasiswa ybs.



الجامعة الإسلامية

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 1248 /Dek.70/FTSP/VI/2005
Lamp. : -
Hal : Ijin Penggunaan Lab. Rekayasa FTSP-UII
Jogjakarta, 7-Jun-05

Kepada Yth : **Kepala Laboratorium Mekanika Rekayasa
FTSP-UII**
Di-
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan Tugas Akhir yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa kami, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang bernama sbb :

No	Nama Mahasiswa	No.Mahasiswa
1.	Ganjar Supangkat	94 310 078
2	Karsun Riswanto	94 310 236

Berkenaan hal tersebut kiranya mahasiswa memerlukan bantuan nya untuk dapat meminjamkan fasilitas Lab. Rekayasa FTSP UII (Uji Kuat lentur), untuk mendukung penyusunan Tugas Akhir, maka dengan ini kami mohon kepada Bapak/ Ibu sudilah kiranya dapat memberikan bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Demikian permohonan kami , atas perkenan serta bantuan dan bimbingannya diucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu' alaikum Wr.Wb



K a n.

Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D.

Tembusan :

- Mahasiswa ybs.
- Arsip.



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis Benda Uji : _____
Nama Benda Uji : _____
Asal : _____
Keperluan : _____

Diperiksa oleh :
1) _____
2) _____

Tanggal :

ALAT-ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000cc.
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram.
3. Piring, sekop kecil

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat Agregat (W)	400 Gram	400 Gram
Gelas ukur + Air (V1)	500 Cc	500 Cc
Gelas ukur + Air + Agregat (V2)	650 Cc	660 Cc
BERAT JENIS (BJ) = $\frac{W}{V2 - v1}$	2,667	2,50
BERAT JENIS (BJ) RATA-RATA	2,5835	

Yogyakarta, _____

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Scenes



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME AGREGAT KASAR**

Jenis Benda Uji : AGREGAT KASAR Diperiksa oleh :
Nama Benda Uji : KERIKIL 1) _____
Asal : _____ 2) _____
Keperluan : _____
Tanggal :

ALAT-ALAT

1. Timbangan Kapasitas minimal 20 Kg.
2. Cetakan silinder (ϕ 15 x t 30) cm.
3. Tongkat penumbuk ϕ 16 mm panjang 60 cm.
4. Serok / cetok.
5. Dan lain-lain.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat Cetakan silinder (W1)	5,398 Kg	Kg
Berat cetakan silinder + Agregat (W2)	12,332 Kg	13,579 Kg
Volume silinder (V) $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	M ³ 0,005301437	M ³
Berat Volume Agregat = $\frac{W2 - W1}{V}$	1307,9473	1543,1665
Berat Volume Agregat Rata-rata	1425,5569	

Yogyakarta, _____

LABORATORIUM *[Signature]*
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Jenis Benda Uji : AGREGAT KASAR Diperiksa oleh :
Nama Benda Uji : KERIKIL 1) _____
Asal : _____ 2) _____
Keperluan : TUGAS AKHIR Tanggal :

ALAT-ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000cc.
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram.
3. Piring, sekop kecil

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat Agregat (W)	400 Gram	404,3 Gram
Gelas ukur + Air (V1)	500 Cc	500 Cc
Gelas ukur + Air + Agregat (V2)	660 Cc	657 Cc
BERAT JENIS (BJ) = $\frac{W}{V2 - v1}$	$\frac{400}{160} = 2,5$	$\frac{404,3}{157} = 2,575$
BERAT JENIS (BJ) Rata-rata	2,5375	

Yogyakarta, _____

LABORATORIUM *Perus*
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UJI



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
GRADASI AGREGAT HALUS**

Jenis Benda Uji : AGREGAT HALUS Diperiksa oleh :
Nama Benda Uji : PASIR 1) _____
Asal : KALI BOYONG 2) _____
Keperluan : TUGAS AKHIR

Tanggal :

ALAT-ALAT :

1. Timbangan kasipatas 20 kg.
2. Mesin penggetar / mesin ayak
3. Saringan 1 (satu) set (40, 20, 10, 4.80, 2.40, 1.20, 0.60, 0.30, 0.15, pan) mm
4. Sikat baja (Kasar / halus)
5. Kuas, Lap kaos
6. Piring, serok dll

LUBANG AYAKAN (mm)	BERAT TERTINGGAL (gram)		BERAT TERTINGGAL (%)		BERAT TERTINGGAL KUMULATIF	
	I	II	I	II	I	II
PERCOBAAN KE :						
40						
20						
10						
4.80	20	20,5	1,0	1,025	1,0	1,025
2.40	168,5	105	8,427	5,248	9,427	6,273
1.20	275	389,7	13,754	19,479	23,181	25,752
0.60	537,2	475,5	26,868	23,768	50,049	49,52
0.30	593	435	29,659	21,748	79,708	71,26
0.15	287,5	409,7	14,380	20,479	94,088	85,64
SISA	118,2	165,2	5,912	8,253	—	
Jumlah	1999,4	2000,6	100	100	257,453	139,48
Jumlah rata-rata	2000		100		248,4695	

Modulus Halus Butir (MHB) : $\frac{248,4695}{100} = ..2,484695..$

Yogyakarta,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UJI

Signature



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS

Jenis Benda Uji : AGREGAT HALUS Diperiksa oleh :
Nama Benda Uji : PASIR 1) _____
Asal : KALI BOYONG 2) _____
Keperluan : TUGAS AKHIR Tanggal :

ALAT-ALAT

1. Timbangan Kapasitas minimal 20 Kg.
2. Cetakan silinder (\emptyset 15 x t 30) cm.
3. Tongkat penumbuk \emptyset 16 mm panjang 60 cm.
4. Serok / cetok.
5. Dan lain-lain.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat Cetakan silinder (W1)	3,231 Kg	Kg
Berat cetakan silinder + Agregat (W2)	5,953 Kg	5,968 Kg
Volume silinder (V) $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	0,00157 M ³	M ³
Berat Volume Agregat = $\frac{W2 - W1}{V}$	1733,757	1743,312
Berat Volume Agregat Rata-rata	1738,5345	

Yogyakarta, _____



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BETON

UMUR 7 HARI

% serat	Kode Benda Uji	Diameter Cm	Tinggi Cm	Berat Kg	Luas Cm ²	Beban KN	Kuat Desak	Kuat Desak Rata-rata
0	BNS 1	15,05	29,84	12,45		500		
0	BNS 2	15,1	30,5	12,55		480		
0	BNS 3	15	29,78	12,25		435		
0,5	BS0,5 1	15,09	30,12	12,5		550		
0,5	BS0,5 2	14,97	30,5	12,6		565		
0,5	BS0,5 3	15,04	30,14	12,55		540		
1	BS1 1	15,09	30,12	12,1		380		
1	BS1 1	14,98	30,26	12,2		360		
1	BS1 1	14,99	30,3	12,15		365		
1,5	BS1,5 1	15,08	30,37	12,7		242		
1,5	BS1,5 2	14,96	29,91	12,4		315		
1,5	BS1,5 3	15,01	30,14	12,4		288		
2	BS2 1	15,06	30,36	12,3		273		
2	BS2 2	15,1	30,21	12,2		240		
2	BS2 3	15	29,81	11,9		245		
2,5	BS2,5 1	15,04	29,78	12		200		
2,5	BS2,5 2	15	30,22	12,2		240		
2,5	BS2,5 3	15	29,89	12		269		

Yogyakarta, _____

Sanu
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BETON
umur 28 hari

% serat	Kode Benda Uji	Diameter Cm	Tinggi Cm	Berat Kg	Luas Cm ²	Beban KN	Kuat Desak	Kuat Desak Rata-rata
0	BNS	15,05	30,15	12,85		680		
0	RNS	15,1	30,15	12,35		760		
0	BNS	15,05	30,05	12,85		650		
0,5	Bs 0,5	15,05	30,25	12,75		775		
0,5	Bs 0,5	14,9	30	12,65		820		
0,5	Bs 0,5	15,1	30,2	12,65		790		
1	Bs 1	15,1	30,3	12,75		680		
1	Bs 1	15,05	30,2	12,6		705		
1	Bs 1	14,95	30,1	12,5		640		
1,5	Bs 1,5	15,03	29,99	11,65		309		
1,5	Bs 1,5	14,98	29,71	11,55		345		
1,5	Bs 1,5	15	29,77	11,6		280		
2	Bs 2	15,27	29,91	11,85		370		
2	Bs 2	15	30,1	12		390		
2	Bs 2	15,15	30,05	11,95		365		
2,5	Bs 2,5	14,62	30,05	12,15		365		
2,5	Bs 2,5	14,99	29,97	11,85		292		
2,5	Bs 2,5	15,06	30,75	12,25		390		

Yogyakarta, _____

Dary
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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


Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BETON

UMUR 21 hari

% serat	Kode Benda Uji	Diameter Cm	Tinggi Cm	Berat Kg	Luas Cm ²	Beban KN	Kuat Desak	Kuat Desak Rata-rata
0	BNS	15,1	30,05	12,5		605		
0	BNS	15,05	30,1	12,4		607		
0	BNS	15,2	29,2	12,6		660		
0,5	BS 0,5	14,95	30,05	12,45		720		
0,5	BS 0,5	15,15	30,1	12,65		730		
0,5	BS 0,5	15,1	30,2	12,5		670		
1	BS 1	15,05	30,3	12,35		445		
1	BS 1	15,1	30,15	12,3		515		
1	BS 1	14,95	30,25	12,2		450		
1,5	BS 1,5	15,15	29,95	12,45		455		
1,5	BS 1,5	15,0	29,85	12,25		445		
1,5	BS 1,5	15,1	30,15	12,5		475		
2	BS 2	14,9	30,1	12,1		365		
2	BS 2	15,15	30,5	12,4		420		
2	B 2	15	30,3	12,1		325		
2,5	BS 2,5	15,05	30,1	12,1		320		
2,5	BS 2,5	15,1	30,15	12,1		430		
2,5	BS 2,5	15,15	30,25	12,25		360		

Yogyakarta, _____


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

TARIK
DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BETON

% serat	Kode Benda Uji	Diameter Cm	Tinggi Cm	Berat Kg	Luas Cm ²	Beban KN	Kuat Desak	Kuat Desak Rata-rata
0	BNST 1	14,95	30,15	12,75		200		
0	BNST 2	15,15	30,25	12,9		220		
0	BNST 3	15,1	29,95	12,5		182		
0,5	BST 0,5 1	14,9	29,95	12,6		283		
0,5	BST 0,5 2	15,05	29,9	12,7		179		
0,5	BST 0,5 3	15,05	30,2	12,65		260		
1	BST 1 1	15,15	30,15	12,65		248		
1	BST 1 2	15,05	30,3	12,65		222		
1	BST 1 3	15,05	30,1	12,5		255		
1,5	BST 1,5 1	14,99	30,19	11,85		177		
1,5	BST 1,5 2	15,02	29,5	11,5		190		
1,5	BST 1,5 3	15,06	29,5	11,5		135		
2	BST 2 1	15,05	30,32	12		145		
2	BST 2 2	15,1	30,02	12,1		178		
2	BST 2 3	15,02	30,34	12,1		180		
2,5	BST 2,5 1	15,06	29,81	11,85		122		
2,5	BST 2,5 2	15,04	30,19	12,1		146		
2,5	BST 2,5 3	14,99	30,01	12		121		

Yogyakarta, _____

[Signature]
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PENGUJIAN LENDUTAN BALOK
NON SERAT

Benda Uji beton non serat									
Beban	Lendutan Benda Uji I (0,01 mm)			Lendutan Benda Uji II (0,01 mm)			Lendutan Benda Uji Rata-rata		
KN	Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III
	0	0	0	0	0	0			
	29	20	20,5	21	43	9			
	72,5	59,5	53	59	88	20			
	100,5	88	83,5	82	117	28			
	143	138,5	109	145	196	123			
	196	204	175	239	314	247			
	236	274	218	347	498,5	345			
	306	355	286	432,5	569	431			
	387	447	365	495	649	478			
	450	527	405	578	754	554			
	511,5	598	486	672	868	638			
	591	692	565	761	980	732			
	661	780	622	821	1054	828			
	727,5	862	717	932	1190	890			
	790	936	762	1092	1286	981			
	931	1193	795	1122	1342	1127			
	1165	1294	1096	1265	1430	1230			
	1265	1445	1220	1320	1593	1305			

Yogyakarta, 13 Juli 2005

laboran

(Anis Sunanta)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PENGUJIAN LENDUTAN BALOK
SERAT 0.5%

Benda Uji beton serat									
Beban KN	Lendutan Benda Uji I (0,01 mm)			Lendutan Benda Uji II (0,01 mm)			Lendutan Benda Uji Rata-rata		
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III
0	0	0	0	0	0	0			
3.5	38.5	41.5	39	12	48.5	32			
7	67.5	77	69	23.5	76.5	52.5			
10.5	105	123.5	104	43	130.5	92.5			
14	172.5	197.5	174.5	128	170.5	122.5			
17.5	219.5	253.5	91	139.5	246.	173.5			
21	292	337.5	279	228	316	220.5			
24.5	354	410	363.5	302	386.5	267			
28	414	481.5	382	324	438.5	304.5			
31.5	478.5	564	471	411	508.5	355			
35	534	637	484.5	479	560	390			
38.5	596	716.5	576.5	511	644	446			
42	651	790	587.5	523	696.5	427			
45.5	713	872	675.5	609.5	771	538.5			
49	783.5	964.5	706.5	682.5	826.5	581.5			
52	880	1093	804.5	705.5	901	641			
56	998	1250	979	721.5	961	688			
57.5	1095	1385	1078	895	1098	795			
57.5	1265	1445	1220	1320	1593	1230			
57.5	1335	1544	1305	1390	1680	1398			

Yogyakarta, 13 Juli 2005

Laboran

(Agus. Sumarto)

Perhitungan Kapasitas Momen dan defleksi

Diketahui

$$\begin{aligned}A_s &= 609,4 \text{ mm}^2 \\A_s' &= 157 \text{ mm}^2 \\F_y &= 400 \text{ Mpa} \\b &= 120 \text{ mm} \\d &= 170 \text{ mm} \\d' &= 40 \text{ mm} \\L &= 1,90 \text{ m} \\I &= 35532415,41 \text{ mm}^4 \\E_c &= 4700 \sqrt{f_c'}\end{aligned}$$

- Besarnya f_c' non serat adalah

$$\begin{aligned}f_c' &= f_{cr} - 1,64 S_d \\&= 39,05188 - 1,64 \cdot 6 = 29,2119 \text{ MPa}\end{aligned}$$

- Besarnya f_c' beton serat

$$f_c' = 44,884 - 1,64 \cdot 6 = 35,044 \text{ Mpa}$$

Menghitung kapasitas momen non serat

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 f_c' \cdot b} = \frac{609,4 \cdot 400}{0,85 \cdot 29,2119 \cdot 120} = 81,82 \text{ mm}$$

$$c = \frac{81,82}{0,85} = 96,25 \text{ mm}$$

- cek baja tulangan tarik dan desak leleh atau belum

$$\epsilon_s = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003 = \frac{170 - 96,25}{96,25} \cdot 0,003$$

$$\epsilon_s = 2,298 \times 10^{-3} > \frac{f_y}{E_s} = 2 \times 10^{-3}$$

$$\epsilon_s' = \frac{c-d'}{c} \cdot 0,003 = \frac{96,25-40}{96,25} \cdot 0,003$$

$$\epsilon_s' = 1,75 \times 10^{-3} < \frac{f_y}{E_s} = 2 \times 10^{-3}$$

Dengan demikian maka baja tulangan tarik telah luluh dan baja tulangan desak belum luluh sehingga

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = 1,75 \cdot 10^{-3} \cdot 200000 = 350,65 \text{ MPa}$$

- maka kapasitas momen

$$M_u = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_s' \cdot f_s' (d - d')$$

$$M_u = 452,4 \cdot 400 \left(170 - \frac{81,82}{2} \right) + 157 \cdot 350,65 (170 - 40)$$

$$M_u = 30516892,9 \text{ Nmm} = 30,52 \text{ KNm}$$

Menghitung kapasitas momen untuk beton berserat

$$a = \frac{609,4 \cdot 400}{0,85 \cdot 35,044 \cdot 120} = 68,194 \text{ mm}$$

- $$c = \frac{68,194}{0,85} = 80,23 \text{ mm}$$

- Cek baja tulangan desak dan tarik luluh atau belum

$$\epsilon_s = \frac{170 - 80,23}{80,23} \cdot 0,003 = 3,36 \times 10^{-3} > \frac{f_y}{E_s} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_s' = \frac{80,23 - 40}{80,23} \cdot 0,003 = 1,504 \times 10^{-3} < \frac{f_y}{E_s} = 2 \cdot 10^{-3}$$

berarti baja tulangan desak belum luluh dan baja tulangan tarik telah luluh

$$f_s = 1,504 \times 10^{-3} \cdot 200000 = 300,86 \text{ MPa}$$

Maka kapasitas momen beton berserat adalah

$$M_U = 452,4 \cdot 400 \left(170 - \frac{68,194}{2} \right) + 157 \cdot 300,86 (170 - 40)$$

$$M_U = 30733559,48 \text{ Nmm} = 30,73 \text{ KNm}$$

Besarnya momen akibat beban P adalah

$$M_{\text{non serat}} = \frac{1}{2} \cdot P \cdot 0,633$$

$$M_{\text{non serat}} = \frac{1}{2} \cdot 52,5 \cdot 0,633 = 16,62 \text{ KN-m}$$

$$M_{\text{serat}} = \frac{1}{2} \cdot 57,75 \cdot 0,633 = 18,28 \text{ KN-m}$$

Besarnya momen akibat berat sendiri

$$M = \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2$$

$$M = \frac{1}{8} \cdot 0,12 \cdot 0,21 \cdot 23,93 \cdot 10 \cdot 1,90^2 = 0,7538 \text{ KNm}$$

Besarnya momen yang dapat total adalah

$$M_{\text{non serat}} = 16,62 + 0,7538 = 17,3738 \text{ KN.m}$$

$$M_{\text{serat}} = 18,28 + 0,7538 = 19,0338 \text{ KN.m}$$

Besarnya defleksi balok berserat dan non serat

$$\Delta = \frac{PL^3}{25EI}$$

$$\Delta_{\text{serat}} = \frac{57,5 \cdot 1000 \cdot 1900^3}{25 \cdot 4700 \cdot \sqrt{35,044 \cdot 35532415,41}} = 15,457 \text{ mm}$$

$$\Delta_{\text{non serat}} = \frac{52,5 \cdot 1000 \cdot 1900^3}{25 \cdot 4700 \cdot \sqrt{29,2119 \cdot 35532415,41}} = 15,9579 \text{ mm}$$