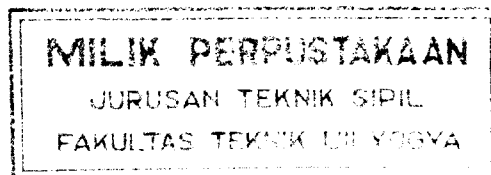
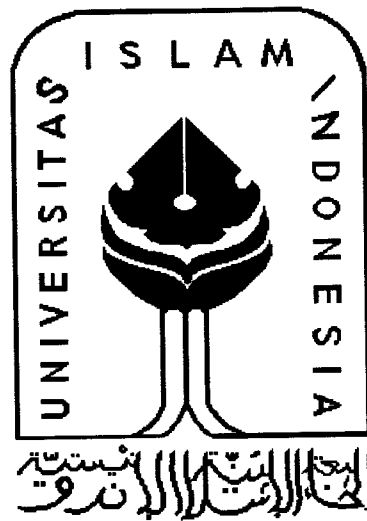


**TUGAS AKHIR
PENGUJIAN KEKUATAN LENTUR
SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN TARIK
PADA STRUKTUR BALOK PERSEGI**



Disusun oleh:

**Marsudi Waluyo
No. Mhs. 90310085**

**Sadino
No. Mhs. 90310166**

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

*"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Dan
apabila kamu sudah selesai dari satu pekerjaan, maka
laksanakanlah pekerjaan berikutnya dengan sungguh-sungguh
atau kerja keras. Dan hanya kepada Allah-lah kamu ber-
harap atau berserah diri".*

(Q.S. Alam Nasyrah 5 - 8)

*"Dan apabila kamu bersyukur, niscaya Aku akan tambah
nikmat untukmu, tetapi jika kamu kufur, sesungguhnya
azab-Ku sangat pedih".*

(Q.S. Ibrahim 7)

*Kami persembahkan untuk :
· Ayah dan Ibu tercinta,
Rekan-rekan seperjuangan.*

PRAKATA

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam memperoleh jenjang kesarjanaan Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Permasalahan yang dijadikan obyek dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah Pengujian Kekekuatan Sambungan Lewatan Tarik Pada Balok Persegi.

Menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu diharapkan agar penelitian ini berlanjut terus sebab masih banyak ide-ide yang dapat digali lebih dalam dari materi ini.

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS., selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir dan selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,

3. Bapak Ir. A. Kadir Aboe, MS., selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir,
4. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE., selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
5. Seluruh karyawan Laboratorium BKT Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
6. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,

Semoga Allah SWT membalas amalnya dan akhirnya, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua. Amiin.

Wassalaamu`alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 1996

Penyusun

ABSTRAKSI

Di dalam pelaksanaan penulangan pekerjaan beton, diperlukan sistem penyambungan baja tulangan mengingat panjang baja tulangan hasil industri yang tersedia di pasaran umumnya dibatasi maksimal 12 meter. Salah satu cara penyambungan baja tulangan yang digunakan adalah dengan sambungan lewatan (overlap).

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah sambungan lewatan tarik pada balok persegi. Dengan cara membandingkan kekuatan lentur dari sampel yang tanpa sambungan lewatan dengan beberapa variasi panjang sambungan lewatan, dengan tujuan dapat diperoleh hasil yang efektif untuk suatu panjang sambungan lewatan pada struktur balok persegi.

Dari beban yang didapat dari pengujian, maka dapat dihitung kapasitas masing-masing benda uji. Dengan membandingkan kapasitas penampang pada perencanaan dapat ditarik kesimpulan apakah sambungan lewatan dapat memenuhi persyaratan atau tidak.

Dari hasil pengujian kekuatan lentur dari masing-masing sampel yang digunakan diperoleh hasil bahwa panjang sambungan lewatan yang memenuhi persyaratan adalah sambungan lewatan dengan hitungan berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.5.14.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAKSI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metode Penelitian	4
1.5 Sistematika Pembahasan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pengertian Beton	8
2.1.1 Semen	11
2.1.2 Agregat	14
2.1.3 Air	15
2.1.4 Baja Tulangan	16

2.2	Kuat Lentur balok Persegi.....	17
2.3	Perencanaan Balok Terlentur Balok Bertu - langan Tarik	19
2.4	Perilaku Lentur Pada Pembebanan	21
2.5	Sambungan Lewatan tulangan baja Tarik ...	24
2.6	Rawatan Beton	28
2.7	Pengujian Kuat Desak beton	28
2.9	Pengujian Kuat Lentur beton	29
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN		32
3.1	Perencanaan Campuran Beton	32
3.2	Pelaksanaan Penelitian	32
3.2.1	Persiapan Bahan dan Alat	32
3.2.2	Proses Pembuatan dan Rawatan Beton	33
3.3	Pengujian Benda uji	35
3.3.1	Pengujian Kuat Desak Beton	35
3.3.2	Pengujian Kuat Lentur	36
BAB IV HASIL PENELITIAN		38
4.1	Hasil Pengujian Kuat Lentur	38
4.2	Hasil Pengujian Kuat Desak Beton	78
BAB V PEMBAHASAN		79
5.1	Kuat Desak Beton	79
5.2	Kuat Lentur Balok Benda Uji	80
5.3	Pola Retak Benda Uji	82

5.4	Perilaku Lentur Benda Uji	83
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	87
6.1	Kesimpulan	87
6.2	Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	hal
2.1.	Klasifikasi Semen	13
2.2.	Panjang Sambungan Lewatan Tarik	26
3.1.	Pengadaan Bahan	33
3.2.	Alat Yang Digunakan	33
4.1.	Data Hasil Pengujian Lentur Sampel A	39
4.2.	Data Hasil Pengujian Lentur Sampel B	46
4.3.	Data Hasil Pengujian Lentur Sampel C	53
4.4.	Data Hasil Pengujian Lentur Sampel D	60
4.5.	Data Hasil Pengujian Lentur Sampel E	66
4.6.	Data Hasil Pengujian Lentur Sampel F	72
4.7.	Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Umur 28 hari	78
5.1.	Kapasitas Momen Dari Masing-masing Benda Uji	81
5.2.	Perbandingan Kapasitas Tampang Perencanaan Dengan Hasil Pengujian Lentur	81

DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	hal
1.1.	Penampang Sambungan Lewatan	2
1.2.	Perencanaan Balok Uji	4
2.1.	Blok Tegangan Ekuivalen Whitney	18
2.2.	Balok Dengan Beban Terpusat Dalam Keadaan Lentur Murni	30
3.1.	Perletakan Benda Uji	37
4.1.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel A1	41
4.2.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel A2	42
4.3.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel A3	43
4.4.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel B1	48
4.5.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel B2	49
4.6.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel B3	50
4.7.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel C1	55
4.8.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel C2	56
4.9.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel C3	57
4.10.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel D1	61
4.11.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel D2	62
4.12.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel D3	63
4.13.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel E1	67
4.14.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel E2	68
4.15.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel E3	69
4.16.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel F1	73

4.17.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel F2	74
4.18.	Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel F3	75

DAFTAR GRAFIK

No	Nama Grafik	hal
4.1.	Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel A	45
4.2.	Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel B	52
4.3.	Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel C	59
4.4.	Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel D	65
4.5.	Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel E	71
4.6.	Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel F	77
5.1.	Hubungan Beban Dengan Lendutan Gabungan Sampel A-F	84

DAFTAR LAMPIRAN

No	Nama Lampiran	hal
1.	Perhitungan Kapasitas Tampang sampel A	lamp.01
2.	Perhitungan Kapasitas Tampang sampel B	lamp.03
3.	Perhitungan Kapasitas Tampang sampel C	lamp.05
4.	Perhitungan Kapasitas Tampang sampel D	lamp.07
5.	Perhitungan Kapasitas Tampang sampel E	lamp.09
6.	Perhitungan Kapasitas Tampang sampel F	lamp.11
7.	Hasil Uji Tarik Baja Dan Grafik Uji Tarik Baja	lamp.13
8.	Perhitungan sengkang benda uji	lamp.14
9.	Gambar Penampang Benda uji A-C	lamp.15
10.	Gambar Penampang Benda Uji D-F	lamp.16

TUGAS AKHIR
PENGUJIAN KEKUATAN LENTUR
SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN TARIK
PADA STRUKTUR BALOK PERSEGI

*Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia*

Marsudi Waluyo

No. Mhs. 90 310 085
Nirm. 900051013114120075

Sadino

No. Mhs. 90 310 166
Nirm. 900051013114120147

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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGUJIAN KEKUATAN LENTUR

SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN TARIK

PADA STRUKTUR BALOK PERSEGI

Disusun Oleh :

Marsudi Waluyo

No. Mhs. 90 310 085
Nirm. 900051013114120075

Sadino

No. Mhs. 90 310 166
Nirm. 900051013114120147

Telah diperiksa dan disetujui:

Ir. H. Susastrawan, MS.
Dosen Pembimbing I

Ir. A. Kadir Aboe, MS.
Dosen Pembimbing II

Tanda Tangan:

Tanggal

Susastrawan
: 22-01-2016

Sadino
: 22/01/2016

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Dan apabila kamu sudah selesai dari satu pekerjaan, maka laksanakanlah pekerjaan berikutnya dengan sungguh-sungguh atau kerja keras. Dan hanya kepada Allah-lah kamu berharap atau berserah diri".

(Q.S. Alam Nasyrah 5 - 8)

"Dan apabila kamu bersyukur, niscaya Aku akan tambah nikmat untukmu, tetapi jika kamu kufur, sesungguhnya azab-Ku sangat pedih".

(Q.S. Ibrahim 7)

*Kami persembahkan untuk :
Ayah dan Ibu tercinta,
Rekan-rekan seperjuangan.*

PRAKATA

Assalaamu`alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil`alamin, puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam memperoleh jenjang kesarjanaan Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Permasalahan yang dijadikan obyek dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah Pengujian Kekekuatan Sambungan Lewatan Tarik Pada Balok Persegi.

Menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu diharapkan agar penelitian ini berlanjut terus sebab masih banyak ide-ide yang dapat digali lebih dalam dari materi ini.

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS., selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir dan selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini struktur beton bertulang adalah jenis struktur yang paling banyak digunakan dalam pembuatan gedung bertingkat maupun bangunan struktur lainnya. Di dalam pelaksanaan pekerjaannya, seringkali timbul permasalahan yang disebabkan oleh bahan-bahan pembentuk struktur itu sendiri. Salah satu diantaranya adalah permasalahan yang timbul dari pekerjaan penulangan.

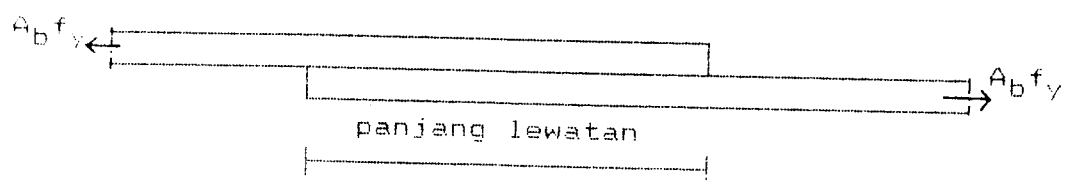
Karena keterbatasan dalam proses pengangkutan (transportasi), panjang batang baja tulangan hasil industri yang tersedia di pasaran umumnya dibatasi maksimal 12 meter. Dengan terbatasnya panjang baja tulangan, maka dalam pelaksanaan penulangan pekerjaan beton, tulangan diperlukan sistem penyambungan baja tulangan. Pekerjaan sambungan dapat dilakukan dengan cara pengelasan, penggunaan alat sambung mekanis, atau yang umumnya digunakan dengan sambungan lewatan.

Sambungan lewatan dapat berupa batang tulangan disambung bersinggungan satu sama lain (seperti terlihat pada gambar 1.1), kemudian diikat atau dengan memberikan jarak

spasi diantara kedua batang kearah transversal kira-kira 1/5 panjang lewatan, tetapi tidak boleh lebih dari 150 mm. Untuk menghindari kegagalan struktural, penyambungan batang baja tulangan didaerah momen maksimum balok atau tempat dimana terjadi tegangan tarik maksimum sebaiknya tidak dilakukan, disamping itu penempatan titik-titik sambung dilakukan berselang-seling sehingga tidak membentuk garis lemah struktur. [4]

Daktilitas balok dengan baja tulangan yang menggunakan sambungan lewatan harus tetap sama dengan yang tanpa sambungan. Persyaratan panjang lewatan, dimaksudkan untuk menghindari keruntuhan atau kegagalan sambungan pada waktu tercapainya kekuatan nominal lentur di tempat tersebut. Kebutuhan panjang lewatan bertambah sesuai dengan meningkatnya tegangan dan bertambahnya jumlah luas penampang baja tulangan pada sambungan. [4]

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis melakukan penelitian tentang kekuatan lentur sambungan lewatan tarik pada struktur balok dengan melakukan percobaan beberapa variasi panjang sambungan lewatan.



Gambar 1.1. Penampang sambungan lewatan

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan lentur sambungan lewatan baja tulangan pada struktur balok, dengan membandingkan kekuatan lentur dari beberapa variasi panjang sambungan dengan kekuatan lentur yang tanpa sambungan.

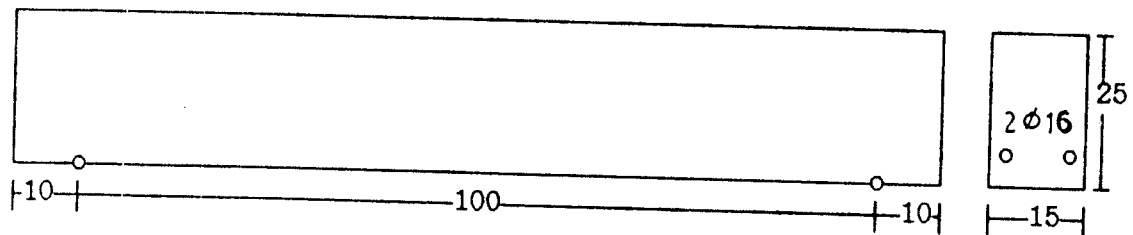
Diharapkan dengan penelitian ini dapat diambil kesimpulan mengenai panjang sambungan lewatan yang efektif, sehingga dapat dijadikan masukan untuk para perencana dan praktisi lapangan terutama pada struktur bangunan gedung.

1.3 Batasan penelitian

Batasan masalah di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Panjang bentang benda uji $L = 120$ cm, dengan bentuk balok persegi ukuran 15 cm x 25 cm seperti yang terlihat pada gambar 1.2.
2. Mutu bahan yang direncanakan dalam penelitian ini adalah beton K-175, sedangkan dari uji kuat tarik baja tulangan didapat tegangan luluh rata-rata = $3248,17$ kg/cm² (324,8 Mpa).
3. Perencanaan balok didasarkan pada perhitungan tulangan sebelah, dengan dipasang tulangan $2 \text{ } \phi 16$.
4. Pada penelitian ini, mengingat keterbatasan bentang balok, maka semua sambungan lewatan diletakkan pada tengah-tengah bentang.

5. Jenis sambungan lewatan yang diteliti adalah sambungan lewatan tarik.
6. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, semen tipe I merk gresik, air dari PAM, agregat halus (pasir dari Sungai Progo) dan agregat kasar (koral jagung dari Sungai Progo dan split dari PB Suradi (Sungai Progo)).
7. Nilai slump pada adukan beton ditetapkan antara 9 - 15 cm untuk setiap sampel adukan beton.
8. Pengujian kekuatan lentur pada benda uji dilakukan dengan menggunakan beban terpusat dua titik yang diletakkan pada jarak 35 cm dari tumpuan.
9. Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.



Gambar 1.2. Perencanaan Balok Uji

1.4 Metode Penelitian

Metode penelitian ini dapat diuraikan secara singkat sebagai berikut.

1. Perencanaan campuran beton untuk adukan, menggunakan perbandingan volume seperti pelaksanaan di lapangan, beton diaduk dengan menggunakan mesin pengaduk yang tersedia di laboratorium.

2. Mengingat benda uji hanya mempunyai bentang yang sangat pendek, maka kemungkinan akan terjadi kegagalan geser, untuk mengatasinya pada penelitian ini digunakan sengkang \varnothing 6 dengan jarak 7,75 cm pada daerah tumpuan dan 12,5 cm untuk daerah lapangan.
3. Benda uji yang direncanakan adalah balok persegi dengan panjang bentang 120 cm dengan panjang variasi sambungan lewatan (masing-masing 3 buah sampel) seperti berikut ini:
 1. balok dengan tulangan tanpa sambungan,
 2. balok dengan panjang tulangan sambungan lewatan 60 cm,
 3. balok dengan panjang tulangan sambungan lewatan 50 cm,
 4. balok dengan panjang tulangan sambungan lewatan 45 cm,
 5. balok dengan panjang tulangan sambungan lewatan 35 cm,
 6. balok dengan panjang tulangan sambungan lewatan 25 cm.
4. Pengecoran dilaksanakan apabila adukan beton telah memenuhi nilai slump, dengan cara beton ditumpahkan pada bak penampung adukan, kemudian adukan diangkut dengan ember ke tempat cetakan, setelah itu adukan ditumpahkan kedalam cetakan.
5. Pematatan beton dilaksanakan menggunakan tongkat penumbuk sampai padat serta sisi cetakan diketuk-ketuk

dengan menggunakan palu kayu.

6. Rawatan benda uji yang diterapkan adalah membasahi benda uji dengan air sampai berumur 28 hari.
7. Materi pengujian dilaboratorium meliputi pengujian kuat desak dan kuat lentur dengan mesin uji yang telah tersedia di laboratorium, mengukur lendutan yang terjadi dengan dial (pengukur lendutan) diletakkan dibawah benda uji, pengujian lentur dilakukan sampai beton pecah dan bila memungkinkan sampai putus tulangnya (lepas sambungannya).
8. Hasil-hasil penelitian dicatat untuk kemudian diolah menjadi data, gambar dan grafik.

1.5 Sistematika Pembahasan

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari enam bab, yang masing-masing bab adalah sebagai berikut ini.

1. Bab pertama, membahas mengenai latar belakang yang dikaji : manfaat penelitian, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode yang digunakan dalam penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.
2. Bab kedua, membahas tentang tinjauan pustaka yang akan memberikan gambaran sifat dan jenis material penyusun beton, perencanaan balok tulangan sebelah, pengertian sambungan lewatan serta pengujian kuat desak dan kuat lentur beton.
3. Bab ketiga, akan mengulas pelaksanaan di Laboratorium sampai pada tahap pemeliharaan dan pengujian benda uji.

4. Bab keempat, memuat hasil pengujian benda uji yang telah dilakukan selama penelitian yaitu hasil kuat desak beton dan kuat lentur balok benda uji.
5. Bab kelima, berisi tentang pembahasan dari hasil pengujian yang telah dilakukan.
6. Bab keenam, memberikan kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan penelitian dan saran kepada para pembaca maupun praktisi proyek lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah suatu komposisi campuran yang terdiri dari semen portland, agregat kasar dan halus, air dan dengan atau tanpa bahan tambah yang semuanya dicampur bersama-sama dengan perbandingan tertentu.[3] Campuran bahan-bahan tersebut akan menghasilkan campuran yang plastis sehingga dapat dituangkan kedalam cetakan dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Dengan terjadinya proses hidrasi antara semen portland dengan air, maka campuran tersebut akan mengeras. Agregat kasar dan agregat halus tidak mengalami proses hidrasi, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi atau bahan yang diikat oleh semen setelah proses pengerasan.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan-bahan dasar pembentuknya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan, cara pengerjaan selama penuangan beton, dan cara perawatan selama proses pengerasan.

Campuran beton yang baik harus memenuhi faktor sebagai berikut :[5]

1. kekuatan ("*strength*") desak tinggi, sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (mempunyai kuat tarik tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat struktur berat,
2. tahan lama ("*durability*"), yakni sifat tahan terhadap pengkaratan /pembusukan oleh kondisi lingkungan,
3. kemudahan pengerjaan ("*workability*"), sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan. Perbandingan maupun sifat-sifat bahan itu secara bersama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton antara lain :[5]

1. jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan, makin banyak air yang dipakai makin mudah beton dikerjakan, tetapi mengurangi kekuatannya,
2. penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap,
3. gradasi campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan sehingga adukan beton mudah dikerjakan,
4. pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempengaruhi cara pengerjaan dan kekuatan beton,
5. pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai, juga berpengaruh pada tingkat kemudahan pengerjaan,

6. cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda. Bila dilakukan dengan alat penggetar maka diperlukan tingkat keenceran yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan.

Beton mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi sedangkan kuat tariknya sangat kecil dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tarik beton berkisar 9%-15% dari kuat tekannya.[4] Pada penggunaan sebagai komponen struktur bangunan, umumnya beton diperkuat dengan baja tulangan sebagai bahan yang dapat bekerja sama, mampu membantu kelemahan beton, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana baja tulangan berfungsi menahan gaya tarik, sedangkan beton diperhitungkan untuk menahan gaya tekan. Komponen struktur beton dengan hubungan kerja sama seperti itu disebut sebagai beton bertulang. Dalam perkembangannya, didasarkan pada tujuan peningkatan kemampuan kekuatan komponen, sering juga dijumpai beton dan tulangan baja bersama-sama ditempatkan pada bagian struktur dimana keduanya menahan gaya tekan.

Kerja sama antara bahan beton dan baja tulangan hanya terwujud dengan didasarkan pada keadaan-keadaan : [4]

1. lekatan sempurna antara batang baja tulangan dengan beton keras yang membungkusnya sehingga tidak terjadi penggelinciran diantara keduanya,

2. beton yang mengelilingi batang baja tulangan bersifat kedap sehingga mampu melindungi dan mencegah terjadinya karat baja,
3. angka muai kedua bahan hampir sama, dimana untuk setiap kenaikan suhu satu derajat celcius angka muai beton 0,000010-0,000013 sedangkan baja 0,000012, sehingga tegangan yang timbul karena perbedaan nilai dapat diabaikan,

Bahan-bahan susun yang digunakan dalam pembuatan adukan beton pada penelitian ini sebagai berikut.

2.1.1 Semen

Semen secara umum dapat digambarkan sebagai material dengan sifat lekat dan kohesif, membuatnya dapat mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi satu kesatuan yang padat. Semen yang dipakai dalam pembuatan beton mempunyai sifat dapat terbentuk dan mengeras apabila bercampur dengan air melalui reaksi kimia, sehingga disebut semen hidrolis.

Semen portland untuk pertama kalinya diproduksi tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, yaitu dengan memanaskan suatu campuran calcareous seperti limestone atau chalk, material argillaceous, silica dan aluminium yang terdapat pada tanah liat atau *shale* sampai mencapai suatu suhu yang tinggi untuk menghasilkan gas asam karbon. Setelah meleleh kemudian didinginkan, dan dengan ditambahkan sejumlah gips maka akan dihasilkan semen portland.

Pencampuran dan peleburan bahan dasar semen dapat dilakukan baik dalam air maupun dalam kondisi kering yang dikenal sebagai proses basah dan proses kering. Bahan campuran utama dalam semen portland adalah sebagai berikut ini. [1]

1. Tricalcium Silicate $(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$ -----> C3S
2. Dicalcium Silicate $(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$ -----> C2S
3. Tricalcium Aluminate $(3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3)$ -----> C3A
4. Tetra-calcium Aluminoferrite $(4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3)$ ---> C4AF

Umumnya prosentase masing-masing bahan tersebut adalah sekitar 70, 35, 15, dan 15 persen. Bahan-bahan silikat C3S dan C2S adalah bahan terpenting yang berpengaruh terhadap kekuatan hidrasi dari pasta semen.

Pasta semen adalah hasil dari reaksi antara semen dengan air, dengan adanya air, maka bahan-bahan silikat dan aluminium dari semen portland terhidrasi membentuk suatu masa yang kuat dan padat. Jadi jelaslah bahwa semen tidak mengeras karena pengeringan akan tetapi karena reaksi hidrasi kimia. Oleh karena itu beton harus tetap basah untuk menjamin pengerasan yang baik.

Waktu pengikatan adalah waktu yang dibutuhkan untuk perubahan bentuk semen dari cair menjadi bentuk padat yang keras. Pengikatan itu terutama disebabkan oleh hidrasi C3S dan C2S serta diikuti oleh kenaikan temperatur dalam pasta semen.

Pengikatan awal ditandai dengan kenaikan temperatur yang cepat sedangkan pengikatan akhir berhubungan dengan

temperatur puncak.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen adalah:

- a. kehalusan semen, semakin halus butiran semen akan makin cepat waktu pengikatannya,
- b. Jumlah air, pengikatan semen akan semakin cepat bila jumlah air berkurang,
- c. temperatur, waktu pengikatan akan semakin cepat bila temperatur tinggi,
- d. penambahan zat kimia tertentu.

Dalam hal kecepatan dan perkembangan kekuatannya, jenis-jenis semen dapat dibedakan menjadi tiga kelas:[7]

1. kelas A : Semen dengan kekuatan awal yang normal.
2. kelas B : Semen dengan kekuatan awal tinggi.
3. kelas C : Semen dengan kekuatan awal sangat tinggi.

Dengan berdasarkan penggolongan kelas semen diatas, maka jenis-jenis semen dapat diklasifikasikan lagi seperti pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Klasifikasi Semen [7]

JENIS SEMEN	KELAS			WARNA
	A	B	C	
Semen Portland	*	*	*	Abu-abu Abu-abu Putih
Semen Portland Abu Terbang	*			
Semen Portland Putih			*	

2.1.2 Agregat

Agregat dalam beton terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang menempati sekitar tiga perempat bagian dari volume beton, sebab agregat berperan penting dalam suatu campuran beton. Agregat tidak hanya mempengaruhi kekuatan tetapi, juga berpengaruh besar terhadap ketahanan dan kekompakan struktural dari beton tersebut.

Agregat dapat terjadi dari proses pelapukan dan abrasi atau dengan cara pemecahan dari batuan. Dengan demikian sifat agregat banyak terpengaruh dari sifat bahan asalnya, seperti sifat kimia, komposisi mineral, berat jenis, kekerasan, struktur pori, warna dan lain-lain. Disamping itu karena proses pelapukan, abrasi, atau pemecahan tersebut, maka ada sifat lain yang tidak terdapat pada batuan asalnya, yaitu bentuk dan ukuran partikel, kehalusan permukaan (*surface texture*), dan penyerapan air.

Klasifikasi agregat secara umum adalah mengenai bentuk dan ukuran agregat. Agregat terdiri dari agregat alam yang berbentuk bulat dan agregat batu pecah yang runcing. Bentuk agregat bulat akibat dari kekuatan dan ketahanan terhadap abrasi dari batuan asal. Dalam kasus agregat batu pecah, bentuknya tergantung batuan asal, tipe pemecah batu dan rasio pengurangannya, yaitu rasio yang akan dihasilkan oleh pemecah batu tersebut.

Klasifikasi dalam ukuran dapat dipisahkan dalam dua bagian besar, yaitu agregat halus (pasir) yang mempunyai

ukuran kurang dari 5 mm dan agregat kasar (kerikil) yang memiliki ukuran antara 5 mm hingga 40 mm.

Bentuk dan kehalusan permukaan agregat akan mempengaruhi besarnya kekuatan beton, khususnya untuk beton mutu tinggi dimana kekuatan lentur lebih berpengaruh dari kekuatan tekan. Permukaan yang lebih kasar mengakibatkan gaya adhesi atau ikatan antara partikel dengan semen akan semakin kuat. Demikian pula, semakin luas permukaan dan lebih angular agregat menghasilkan ikatan yang lebih kuat.

2.1.3 Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam menentukan kekuatan dan kemudahan pelaksanaan beton. Untuk mendapatkan beton yang mudah dilaksanakan dengan kekuatan yang memenuhi syarat, harus diperhatikan perbandingan antar jumlah air dan semennya. Selain dari jumlahnya, kualitas air harus diperhatikan pula, karena kotoran yang ada didalamnya akan mengganggu pengikatan semen dan dapat menyebabkan pengurangan kekuatan.

Hal-hal yang penting dalam pemilihan air antara lain kejernihannya, apabila ada beberapa kotoran yang terapung, maka air tidak boleh digunakan. Di samping pemeriksaan visual, harus diamati pula, bahwa air itu tidak mengandung bahan-bahan perusak. Contohnya fosfat, minyak, asam, alkali, bahan-bahan organis atau garam-garam.[1] Penelitian semacam ini harus dilakukan di laboratorium kimia.

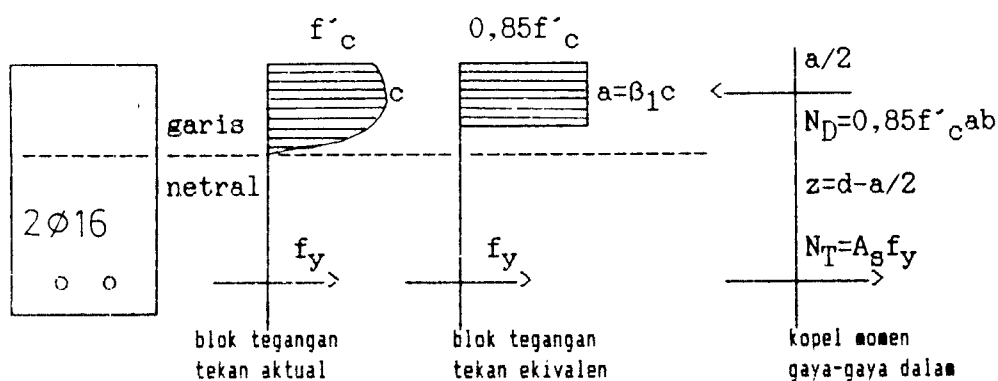
Selain digunakan untuk pengikatan beton, air diguna-

tidak banyak bervariasi. SK SNI T-15-1991-03 menentukan nilai modulus elastisitas baja (E_s) adalah 200000 MPa.

2.2 Kuat Lentur Balok Persegi

Pada suatu komposisi tertentu balok menahan beban sedemikian hingga regangan tekan beton maksimum (ϵ'_b maksimum) mencapai 0,003 sedangkan regangan baja tarik tulangan mencapai regangan luluh ϵ_y . Apabila hal demikian terjadi, penampang dinamakan mencapai keseimbangan regangan, atau disebut penampang seimbang^[2]. Dengan demikian berarti bahwa untuk suatu komposisi beton dengan jumlah baja tertentu akan memberikan keadaan hancur tertentu pula.

Kuat lentur suatu balok beton tersedia karena berlangsungnya mekanisme tegangan-regangan dalam yang timbul didalam balok pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam. Seperti terlihat pada gambar 2.1, N_D adalah resultante gaya tekan dalam, merupakan resultante seluruh gaya tekan pada daerah di atas garis netral, sedangkan N_T adalah resultante gaya tarik dalam, merupakan jumlah seluruh gaya tarik yang diperhitungkan untuk daerah dibawah garis netral. Kedua gaya ini arah garis kerjanya sejajar, sama besar tetapi berlawanan arah dan dipisahkan dengan jarak z sehingga membentuk kopel momen tahanan dalam dimana nilai maksimumnya disebut sebagai kuat lentur atau momen tahanan penampang komponen struktur terlentur.



Gambar 2.1. Blok tegangan ekuivalen Whitney [4]

SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.2. ayat 7 menetapkan

usulannya Whitney bentuk persegi panjang sebagai distribusi tegangan beton tekan ekuivalen yang mendefinisikan sebagai berikut:

1. tegangan beton sebesar $0,85 f'_c$ harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada daerah tekan ekuivalen yang dibatasi oleh tepi penampang dan suatu garis lurus yang sejajar dengan sumbu netral sejarak $a = \beta_1 c$ dari serat dengan regangan tekan maksimum.
2. jarak c dari serat dengan regangan maksimum ke sumbu netral harus diukur dalam arah tegak lurus terhadap sumbu tersebut.
3. faktor β_1 harus diambil sebesar 0,85 untuk berat tekan beton f'_c hingga atau sama dengan 30 Mpa, untuk kekuatan diatas 30 MPa, β_1 harus direduksi secara menerus

$$f_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{324,8} = 0,0043$$

$$f = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{150 \cdot 210} = 0,127 > f_{\min}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{401,92 \cdot 324,82}{0,85 \cdot 14,525 \cdot 150} = 70,49 \text{ mm}$$

$$z = \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(210 - \frac{70,49}{2} \right) = 174,75 \text{ mm}$$

Berdasarkan pada gaya tekan beton

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot z \\ &= 0,85 \cdot 14,525 \cdot 70,49 \cdot 150 \cdot 174,75 \cdot 10^{-6} \\ &= 22,81 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan pada gaya tarik tulangan baja

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot z \\ &= 401,92 \cdot 324,8 \cdot 174,75 \cdot 10^{-6} \\ &= 22,81 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Menentukan letak garis netral penampang adalah sebagai berikut: $a = \beta_1 \cdot c$, $\beta_1 = 0,85$ untuk $f'_c = 14,525 \text{ MPa}$

$$\text{maka, } c = \frac{a}{0,85} = \frac{70,49}{0,85} = 82,93 \text{ mm}$$

dengan menggunakan segitiga sebangun pada diagram dicari regangan yang terjadi dalam tulangan baja tarik bila regangan beton mencapai 0,003.

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

$$\text{jadi, } \epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \cdot 0,003 = \frac{(210 - 82,93)}{82,93} \cdot 0,003 = 0,0045$$

regangan luluh tulangan baja :

$$E_s = \frac{f_y}{\epsilon_y}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{324,8}{200000} = 0,0016$$

$\epsilon_s = 0,0045 > \epsilon_y = 0,0016$, jadi anggapan itu benar.

$$M_R = \phi M_n$$

$$= 0,8 \cdot 22,812 = 18,2496 \text{ kNm.}$$

$$M_R = 0,175 \cdot P$$

$$0,175P = 18,2496$$

$$P = 104,28 \text{ kN} = 10629,88 \text{ kg}$$

didapat beban maksimum $P = 10630 \text{ kg}$

2.4 Perilaku Lentur Pada Pembebanan

Balok-balok beton murni (tanpa tulangan) tidak efisien sebagai batang-batang lentur karena kekuatan tarik pada lentur adalah sangat kecil dibandingkan kekuatan tekannya. Sebagai akibatnya, balok tersebut mengalami kegagalan pada sisi tariknya pada pembebanan yang rendah, jauh sebelum kekuatan beton pada sisi tekan dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Berdasarkan hal ini maka dipakai tulangan yang ditempatkan pada daerah tarik. Pada balok bertulang, tarik yang disebabkan oleh momen lentur terutama sekali dipikul oleh tulangan, sedang beton biasanya

2.5 Sambungan Lewatan Tulangan Baja Tarik

Panjang minimum sambungan lewatan tarik diambil berdasarkan syarat kelas yang sesuai tetapi tidak boleh kurang dari 300 mm. [2] Syarat masing-masing kelas sambungan diungkapkan dengan panjang penyaluran tegangan tarik (l_d) batang tulangan baja tertentu, sebagai berikut:

1. sambungan kelas A dengan panjang sambungan lewatan $1,0l_d$,
2. sambungan kelas B dengan panjang sambungan lewatan $1,3l_d$,
3. sambungan kelas C dengan panjang sambungan lewatan $1,7l_d$,

di mana l_d adalah panjang penyaluran tarik untuk kuat luluh f_y yang disyaratkan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.5.2.

l_d = panjang penyaluran dasar (l_{db}) x faktor modifikasi

1. Panjang penyaluran dasar (l_{db})

a. Untuk batang tulangan baja D_{36} atau lebih kecil

$$l_{db} = \frac{0,02 A_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \dots \dots \dots (2.1)$$

l_{db} dalam mm, dan tidak boleh kurang dari $0,06dbf_y$, sedang f_y dan f'_c dalam Mpa dimana :

A_b = luas tulangan batang tulangan baja (mm^2)

d_b = diameter nominal batang tulangan baja (mm).

b. untuk batang tulangan baja D_{45}

$$l_{db} = \frac{25 f_y}{\sqrt{f'_c}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Kuat ikat pasta semen ditentukan oleh mutu bahan ikat dan kualitas air. Dengan digunakannya mutu bahan ikat yang tinggi dan kualitas air yang memenuhi syarat, maka akan dihasilkan beton dengan kuat desak yang tinggi.

Homogenitas campuran dalam adukan beton yaitu saling mengisi antara bahan-bahan pembentuk beton secara merata, sehingga diperoleh beton yang mampat dan tidak terjadi pengelompokan bahan pembentuk beton yang menyebabkan rongga-rongga.

Perbandingan jumlah bahan pembentuk beton pada campuran yang proporsional dapat menghasilkan beton yang lebih mampat dan homogen, yaitu apabila bahan-bahan tersebut saling mengisi.

Kemampatan beton dapat dipengaruhi oleh penggunaan jumlah bahan pembentuk beton yang proporsional dan pengadukan yang merata, sehingga terjadi pencampuran yang baik dan homogen. Makin mampat beton maka makin sedikit rongga atau keropos sehingga menghasilkan kuat tekan yang tinggi.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian kuat desak beton terhadap mutu beton dengan benda uji balok kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm dan diuji pada umur 28 hari.

Kuat desak beton dapat diketahui dengan cara membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang didesak, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sigma_c = F/A \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan:

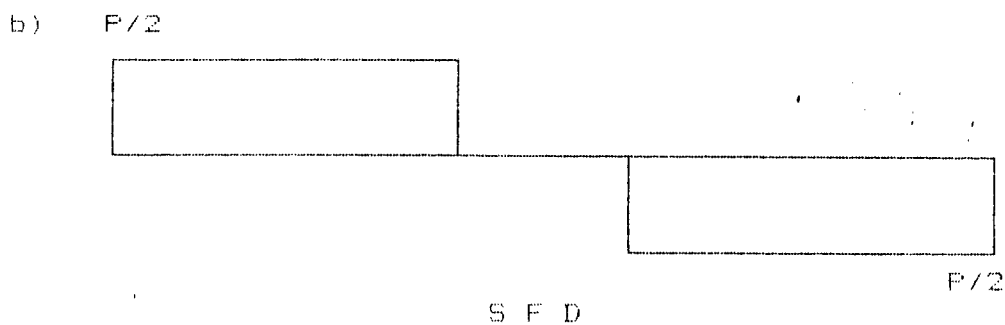
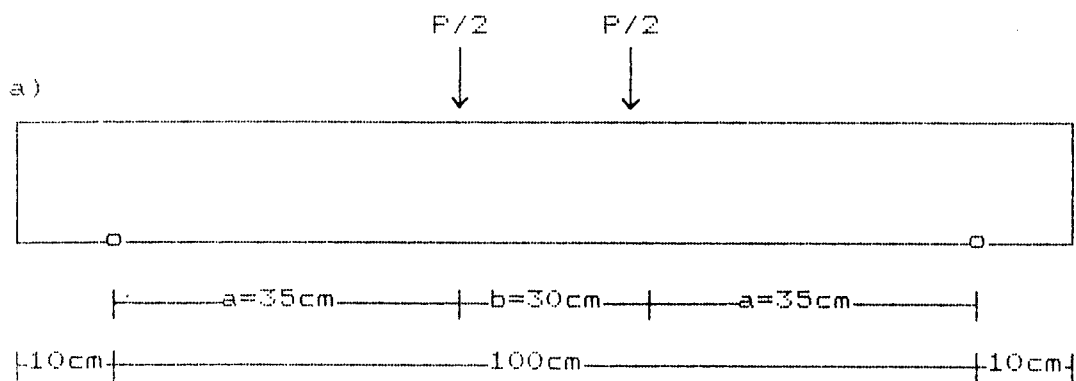
σ_c = Kuat desak beton (kg/cm²)

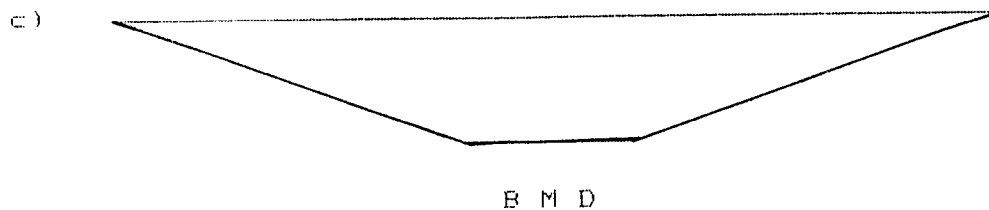
P = Beban ultimit (kg)

A = Luas penampang benda uji

2.8 Pengujian Kuat Lentur Beton

Lentur murni adalah lenturan dari sebuah balok dengan suatu momen lentur (*bending moment*) konstant, yang dalam hal ini gaya lintangnya sama dengan nol. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.





Gambar 2.2. balok dengan beban terpusat
dalam keadaan lentur murni

Keterangan:

- (a). balok dengan dua buah gaya simetris ($P/2$).
- (b). diagram gaya lintang.
- (c). diagram Momen.

Terlihat di antara beban $P/2$ tidak terdapat gaya lintang dan hanya bekerja suatu momen lentur (M) konstan yang besarnya:

$$M = P/2 \cdot a \dots \dots \dots (2.6)$$

untuk $a = 0,35$ maka $M = 0,175 \cdot P \dots \dots \dots (2.7)$

kekuatan lentur atau tegangan lentur dapat diperoleh dengan rumus:

$$\sigma_{lt} = M.Y / I \dots \dots \dots (2.8)$$

dengan:

σ_{lt} = tegangan lentur

M = momen yang bekerja pada balok

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan beton pada benda uji didasarkan pada kenyataan di lapangan, yaitu dengan menggunakan perbandingan volume. Sedang besarnya perbandingan volume adalah 3 krikil (2 split + 1 koral) : 2 pasir : 1 semen, dengan alat ukur yang dipakai adalah ember. Berat berdasarkan volume ember masing-masing adalah semen 13,9 kg; pasir 13,6 kg; split 14,1 kg; koral 15,3 kg.

3.2 Pelaksanaan Penelitian

Dalam tahap pelaksanaan penelitian ini, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

3.2.1 Persiapan Bahan Dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir halus, koral jagung, seplit ukuran 1-2, semen, tulangan $\phi 16$ mm, $\phi 10$ mm, begel $\phi 6$ mm dan air. Tahap persiapan yang paling awal adalah pengadaan bahan-bahan tersebut, seperti tercantum pada tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1. Pengadaan Bahan

No	Bahan	Asal
1	pasir halus	Sungai Frogo
2	korral jagung	Sungai Frogo
3	split	PB Suradi yogya
4	semen	Merk Gresik
5	tulangan $\phi 16$, $\phi 10$, begel $\phi 6$	Krakatau steel

Untuk bahan tersebut di atas kecuali air, diperoleh dari luar karena tidak tersedia di laboratorium.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, seperti yang tercantum dalam tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2. Alat yang digunakan

No	Alat	Fungsi
1	Mixer listrik	Pencampur beton
2	Mesin tes desak	Tes desak beton
3	Mesin tes lentur	Tes lentur beton
4	Gelas ukur	Menakar air
5	Timbangan	Menimbang bahan
6	Mistar dan kaliper	Mengukur benda uji
7	Bak penampung	Menampung beton segar
8	Kerucut abrams	Pengujian slump
9	Skop kecil	Mengaduk agregat
10	Talom agregat	Wadah agregat
11	Bekisting/cetakan	Cetakan benda uji
12	Tongkat penumbuk	Memadatkan adukan
13	Dial	Pengukur lendutan

3.2.2 Proses Pembuatan Dan Rawatan Beton

Adapun tahapan-tahapan dalam proses pembuatan dan perawatan beton sebagai berikut.

1. Bahan disiapkan serta rencana campuran beton telah dibuat, maka langkah selanjutnya adalah dilakukan penimbangan bahan-bahan untuk memperoleh proporsi yang

diperlukan. Terlebih dahulu koral jagung dan split yang akan dipakai dicuci dari segala kotoran dan debu, kemudian diangin-anginkan agar diperoleh keadaan jenuh permukaan.

2. Masukkan bahan-bahan agregat kasar dan sebagian air dari jumlah air yang dibutuhkan ke dalam mixer yang sedang berputar. Setelah beberapa saat tambahkan agregat halus, semen dan air sedikit demi sedikit hingga campuran rata.
3. Untuk mengetahui kelecakan adukan beton, maka dilakukan pengukuran slump dengan kerucut abrams berdiameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm, yang dilengkapi tongkat penumbuk dari baja berdiameter 16 mm. Pelaksanaan percobaan slump dilakukan dengan cara kerucut didesak pada penyokong-penyokong kakinya sambil diisi adukan beton. Dibuat tiga lapis adukan dan tiap lapis ditumbuk sebanyak 25 kali, bagian atas kerucut adukan diratakan kemudian didiamkan selama 0,5 menit. Kemudian kerucut abrams diangkat perlahan-lahan dengan tegak lurus dan diletakkan disamping adukan tadi. Kemudian diukur antara puncak kerucut dengan puncak adukan yang telah mengalami penurunan akibat terangkatnya kerucut abrams, selisih tinggi tersebut dinamakan slump.
4. Masukkan adukan tadi dalam bekesting atau cetakan beton yang telah diolesi oli, dengan baja tulangan yang sudah dirangkai (menggunakan tulangan tarik \varnothing 16 mm, begel \varnothing

- 6 mm dengan jarak 7,75 cm pada daerah tumpuan dan 12,5 cm untuk daerah lapangan yang dikaitkan dengan tulangan atas \varnothing 10 mm), dengan adukan berlapis dan tiap lapis ditumbuk dengan tongkat penumbuk sampai padat. Setelah selesai pemadatan sisi cetakan diketuk-ketuk dengan menggunakan palu kayu, sehingga terjadi pemadatan yang sempurna dan gelembung udara yang terperangkap akan keluar. Serta pada permukaan atas adukan dalam cetakan ditekan dan diratakan dengan menggunakan skop. Adukan yang telah dicetak didiamkan dan diletakkan ditempat yang terlindung dari hujan maupun sinar matahari. Adukan dalam satu mixer harus dibuat sampel pada cetakan kubus untuk mengetahui kuat desak beton tersebut.
5. Bekisting atau cetakan dapat dibuka apabila pengerasan sudah berlangsung yaitu selama 24 jam, kemudian benda uji disirami air sebagai rawatan beton selama belum dilakukan pengujian beton, sesuai dengan umur yang dikehendaki.

3.3 Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji dilakukan pada beton berumur 28 hari, dengan pengujian desak dan lentur beton.

3.3.1. Pengujian Kuat Desak Beton

Pengujian kuat desak beton dilakukan sebelum atau sesudah pengujian lentur. Langkah pengujian kuat desak beton adalah sebagai berikut :

1. benda uji diletakkan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak beton.
2. mesin uji desak dihidupkan, pembebanan akan diberikan secara berangsur-angsur sehingga benda uji tersebut hancur pada pembebanan maksimal. Kemudian mesin dimatikan dan besar beban dicatat sesuai jarum penunjuk pembebanan.

3.3.2 Pengujian Kuat Lentur

Pelaksanaan pengujian kuat lentur beton dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Sebelum dilaksanakan pengujian, benda uji ditimbang, kemudian diberi tanda dengan spidol sebagai tanda titik perletakan serta titik pembebanan pada benda uji. Kemudian diletakkan pada tumpuan sesuai dengan tanda yang telah diberikan serta titik pembebanannya. Dibawah benda uji dipasang dial (alat pengukur lendutan) untuk mengetahui lendutan yang terjadi pada waktu dilaksanakan pengujian kuat tekan lentur, posisi benda uji dan letak dial terlihat pada gambar 3.1.
2. Mesin uji dihidupkan dan akan melakukan pembebanan secara perlahan-lahan dan dinaikkan secara berangsur-angsur sehingga pada batas kekuatan, tertentu sampai dengan maksimum benda uji mengalami patah atau retak. Maka pembebanan telah mencapai kuat lentur yang maksimal, kemudian mesin dimatikan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji balok persegi dengan ukuran (15 x 25 x 120) cm. Di harapkan benda uji tersebut dapat mewakili efisiensi panjang sambungan lewatan terhadap kekuatan lentur pada struktur balok.

Hasil dari penelitian yang ditulis adalah:

1. hasil dari pengujian kuat lentur terhadap masing-masing benda uji dengan menggunakan mesin uji lentur,
2. hasil dari pengujian kuat desak beton yang diambil dari setiap pencampuran adukan beton (perbandingan volume).

4.1 Hasil Pengujian Kuat Lentur

Untuk mendapatkan kekuatan lentur, maka masing-masing sampel diuji kemudian ditulis hasilnya dalam bentuk tabel dan grafik seperti berikut.

Tabel 4.1. Data hasil pengujian lentur sampel A (Baja tulangan utuh tanpa sambungan)

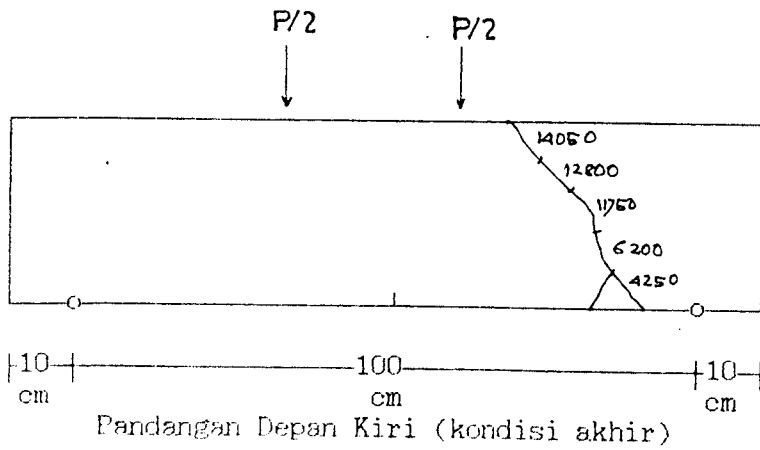
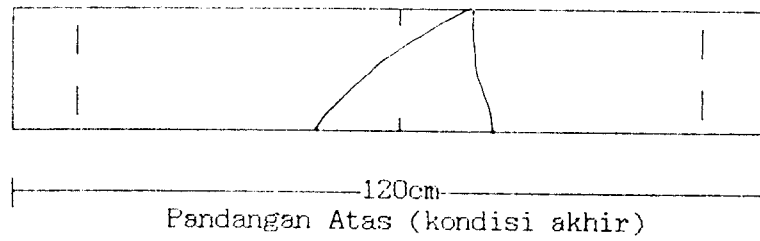
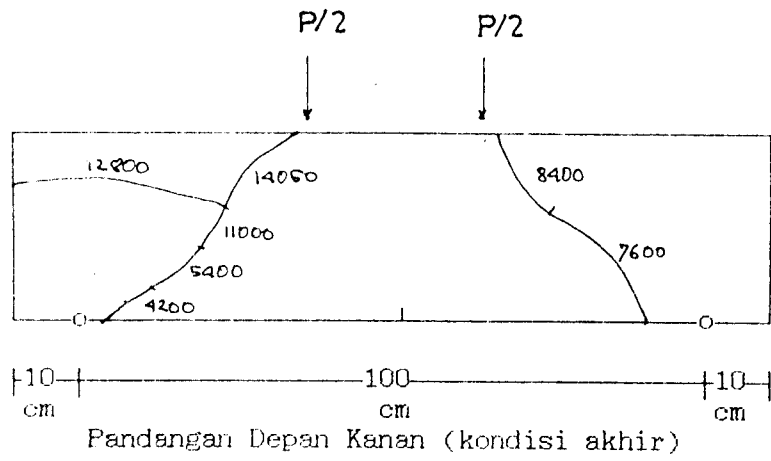
No.	SAMPEL A1			SAMPEL A2			SAMPEL A3		
	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (P)	δ 10^{-2} mm	δr
01	500	30		500	47		500	28	
02	1000	48		1000	73		1000	55	
03	1500	79		1500	97		1500	80	
04	2000	112		2000	118		2000	112	
05	2500	143		2500	148		2500	138	
06	3000	180		3000	177	1	3000	165	
07	3500	209	1	3500	210		3500	198	
08	4000	239		4000	242		4000	224	1
09	4200	-		4150	-	2	4250	-	2
10	4500	278		4500	279		4500	257	
11	5000	310		5000	318		4700	-	3
12	5400	-	2	5500	349		5000	288	4
13	5500	355		6000	390		5500	322	5
14	6000	399		6200	-	3	6000	352	
15	6200	-	3	6500	432		6200	-	6
16	6500	439		7000	472		6500	394	
17	7000	495		7500	505		6700	-	7
18	7500	532		8000	548		7000	425	
19	7600	-	4	8100	-	4	7500	458	
20	8000	585		8500	583		8000	486	
21	8400	-	5	8750	-	5	8500	528	8
22	8500	659		9000	632		9000	568	9
23	9000	694		9500	669		9500	629	10
24	9500	-		10000	702		10000	646	
25	10000	-		10500	743		10500	688	
26	10500	-		11000	798	6	11000	735	11
27	11000	-	6	11500	898	7	11500	778	#
28	11500	-		12000	978		12000	838	
29	11750	-	7	12500	-	8	12500	-	
30	12000	-		13000	-		12600	-	12
31	12500	-		13500	-		13000	-	
32	12800	-	8	14000	-		13500	-	
33	13000	-		14600	-	*	14000	-	
34	13500	-					14250	-	*
35	14000	-							
36	14050	-	*						

Keterangan : δr = lendutan pada beban yang mengakibatkan retak
 * = benda uji patah
 # = baja leleh
 - = lendutan tidak terbaca

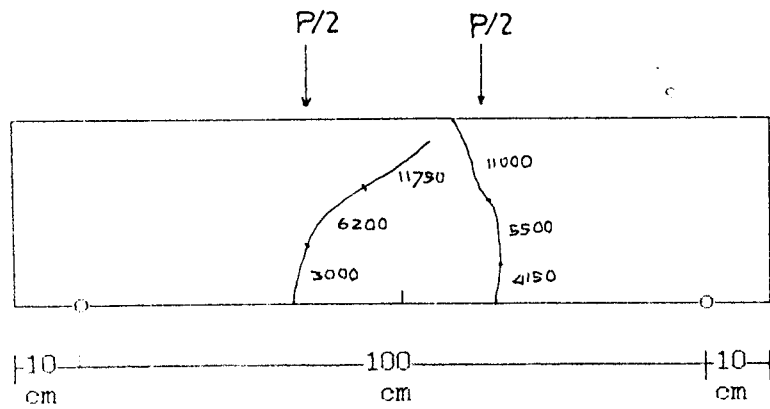
Dari hasil pengujian lentur ke tiga sampel, didapatkan beban rata-rata yang dapat didukung oleh balok sebagai berikut ini.

$$P_{\text{max. rata-rata}} = \frac{14050 + 14600 + 14250}{3} = 14300$$

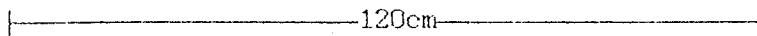
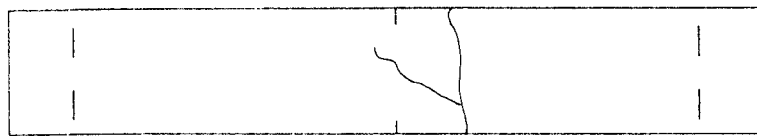
Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian lentur berikut ini.



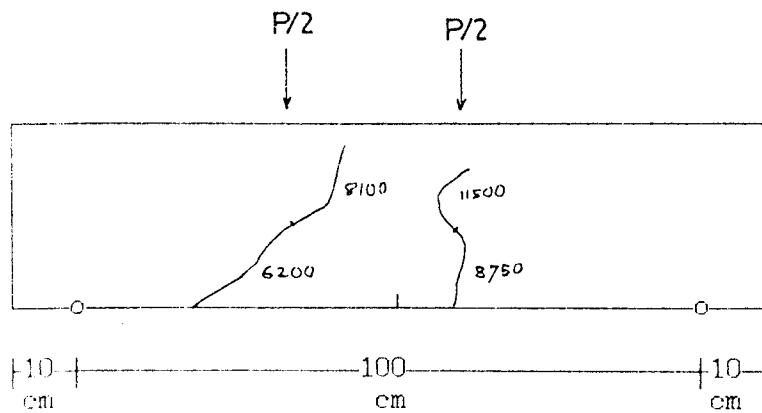
Gambar 4.1. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel A1



Pandangan Depan Kanan (kondisi akhir)



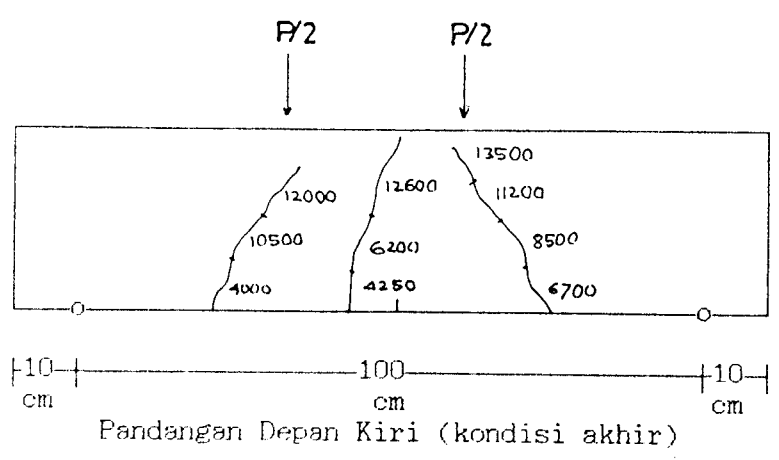
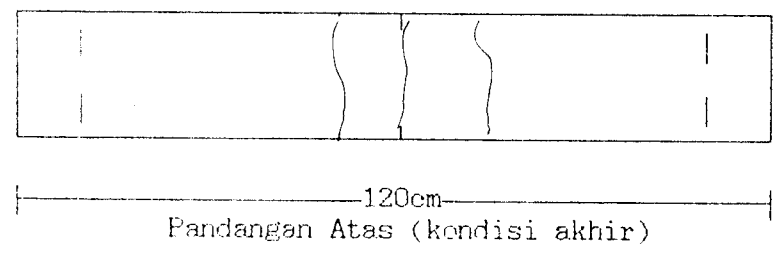
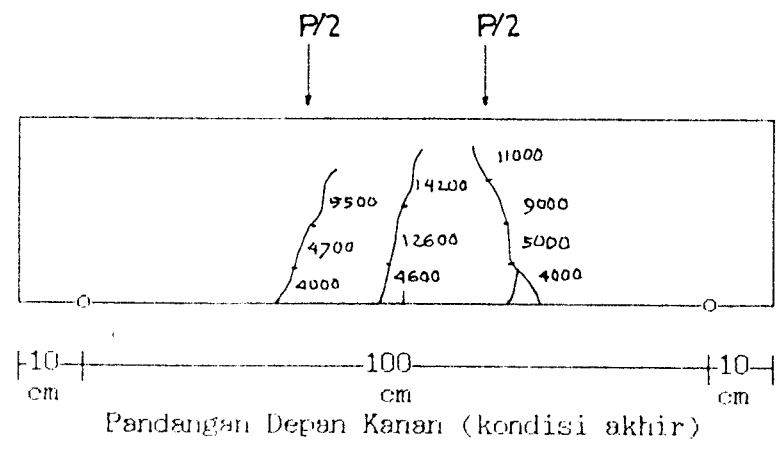
Pandangan Atas (kondisi akhir)



Pandangan Depan Kiri (kondisi akhir)

Gambar 4.2. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel A2

ketiga :
n) sebag.
perband:
ikut ini

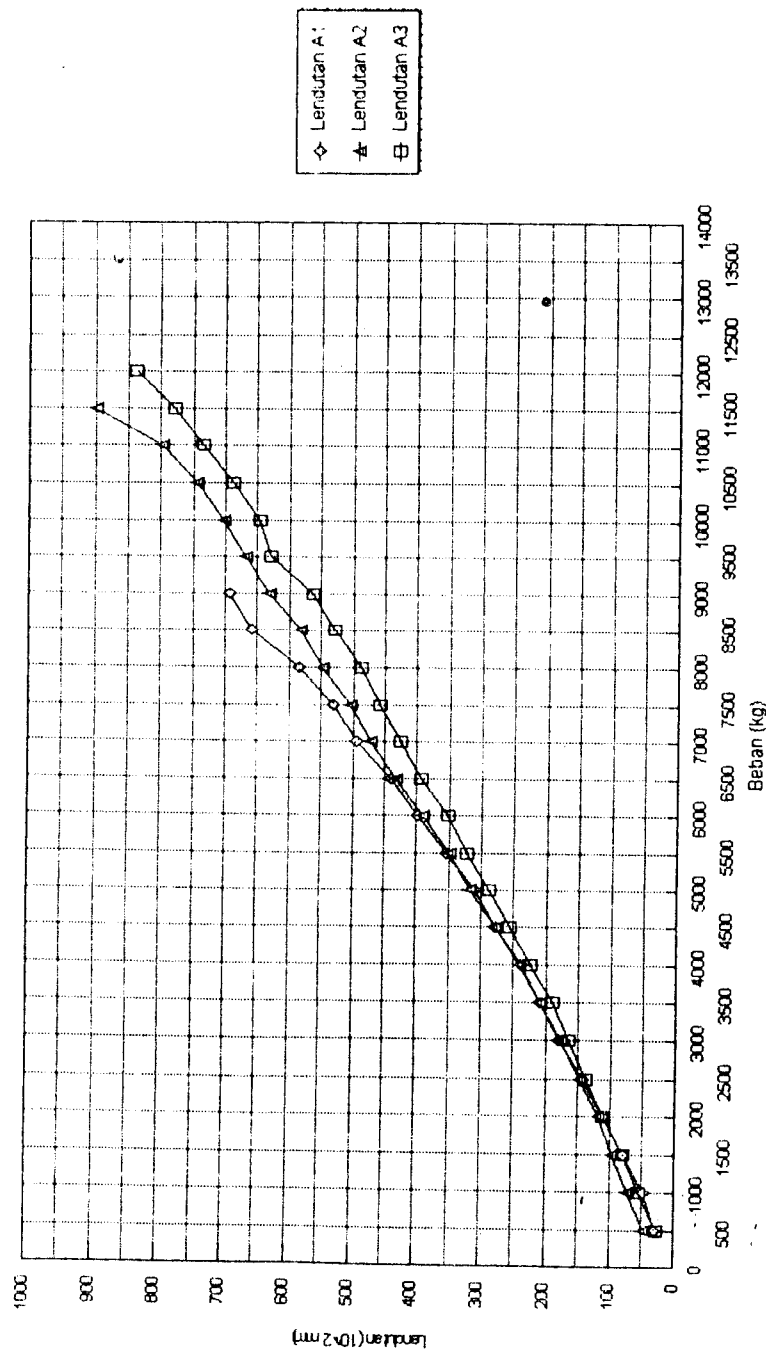


Gambar 4.3. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel A3

Grafik 4.1. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel A

BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	
Lendutan A1	30	43	79	112	143	180	209	239	278	310	346	399	439	495	532	585	659	694							
Lendutan A2	47	73	97	118	148	177	210	242	279	318	349	390	432	472	505	548	593	632	669	702	742	789			
Lendutan A3	26	55	80	112	138	165	190	224	267	288	322	352	394	425	458	488	528	563	629	546	599	730			838

Grafik 4.1. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel A



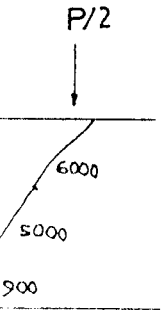
Tabel 4.2. Data hasil pengujian lentur sampel B (Panjang baja tulangan sambungan lewatan 60 cm)

No.	SAMPSEL B1			SAMPSEL B2			SAMPSEL B3		
	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr
01	500	31		500	42		500	42	
02	1000	61		1000	68		1000	67	
03	1500	93		1500	95		1500	92	
04	2000	120		2000	122		2000	122	
05	2500	146		2500	151		2500	149	
06	2900	-	1	3000	185		3000	176	
07	3000	178		3500	210		3500	209	
08	3300	-	2	4000	240		4000	245	1
09	3500	195		4050	-	1	4200	-	2
10	4000	225		4500	279		4500	278	
11	4500	255	3	4900	-	2	4700	-	3
12	5000	295		5000	318		5000	303	
13	5500	335		5300	-	3	5500	342	
14	5700	-	4	5500	363		6000	375	
15	6000	381	5	6000	405		6500	412	
16	6400	-	6	6300	-	4	6600	-	4
17	7000	473	7	6500	438	5	7000	445	
18	7200	-	8	7000	491	6	7500	480	
19	7500	514		7500	529		8000	530	
20	7800	-	9	8000	568		8500	560	
21	8000	564		8500	610		9000	690	
22	8500	595		8700	-	7	9200	-	5
23	8750	-	10	9000	655		9500	-	-
24	9000	672		9500	670		9800	-	6
25	9500	734		10000	-		10000	-	
26	9800	811	*	10500	-		10500	-	
				11000	-	8	10900	-	7
				11500	-		11000	-	
				12000	-	9	11300	-	8
				12500	-	10	12000	-	
				12750	-	*	12500	-	
							13000	-	
							13100	-	9
							13500	-	*

Keterangan: δr = lendutan pada beban yang mengakibatkan retak

* = benda uji patah

- = lendutan tidak terbaca



Dari hasil pengujian lentur, sampel B1 menunjukkan beban maksimum paling kecil, karena dari pengujian desak beton sampel B1 tidak memenuhi untuk Mutu bahan K175, maka dalam penelitian ini sampel B1 tidak digunakan, sehingga didapat:

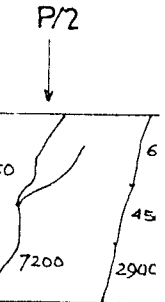
$$P_{\text{max. rata-rata}} = \frac{12750 + 13500}{2} = 13125 \text{ kg}$$

Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian lentur berikut ini.

10
cl
Depan Kan:

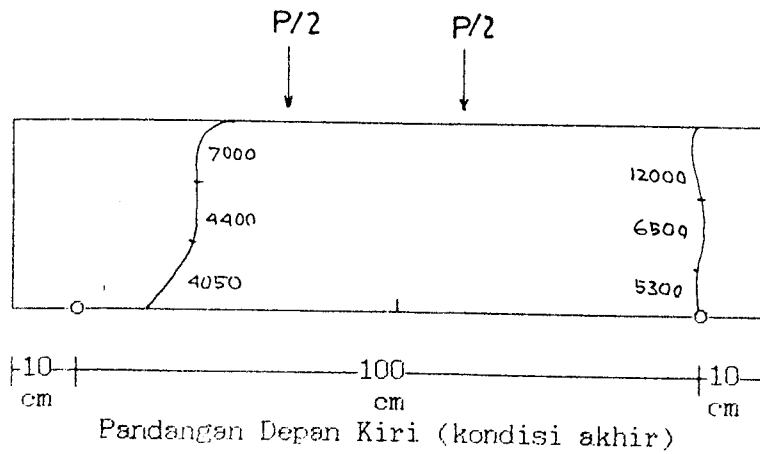
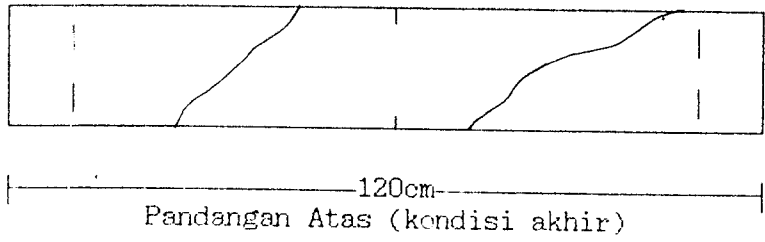
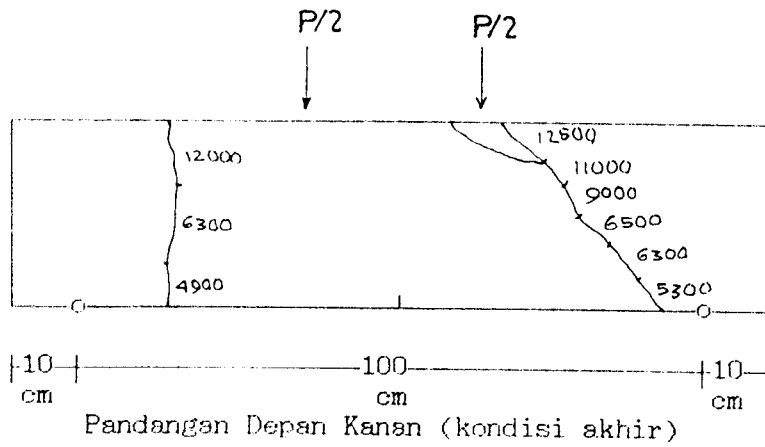


120
ngan Atas (

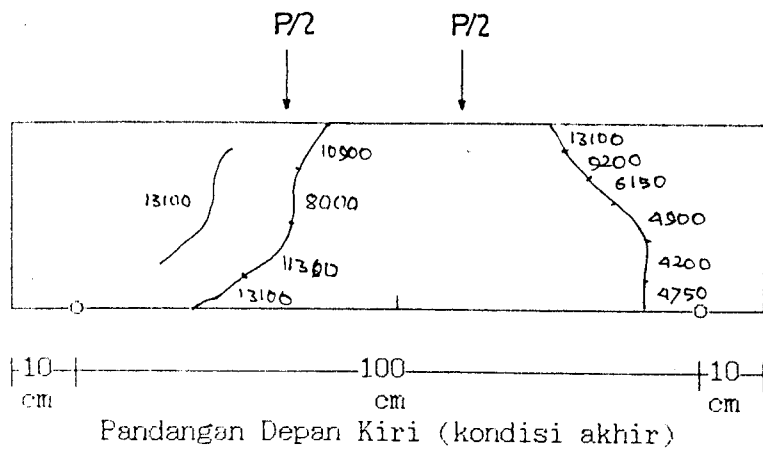
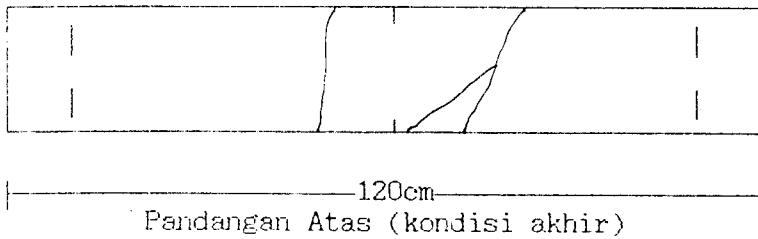
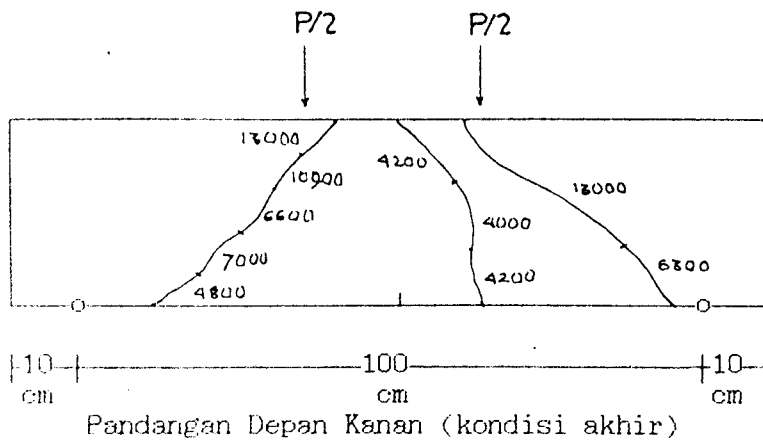


100
cl
Depan Ki:

4. Sket
Sampe



Gambar 4.5. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel B2

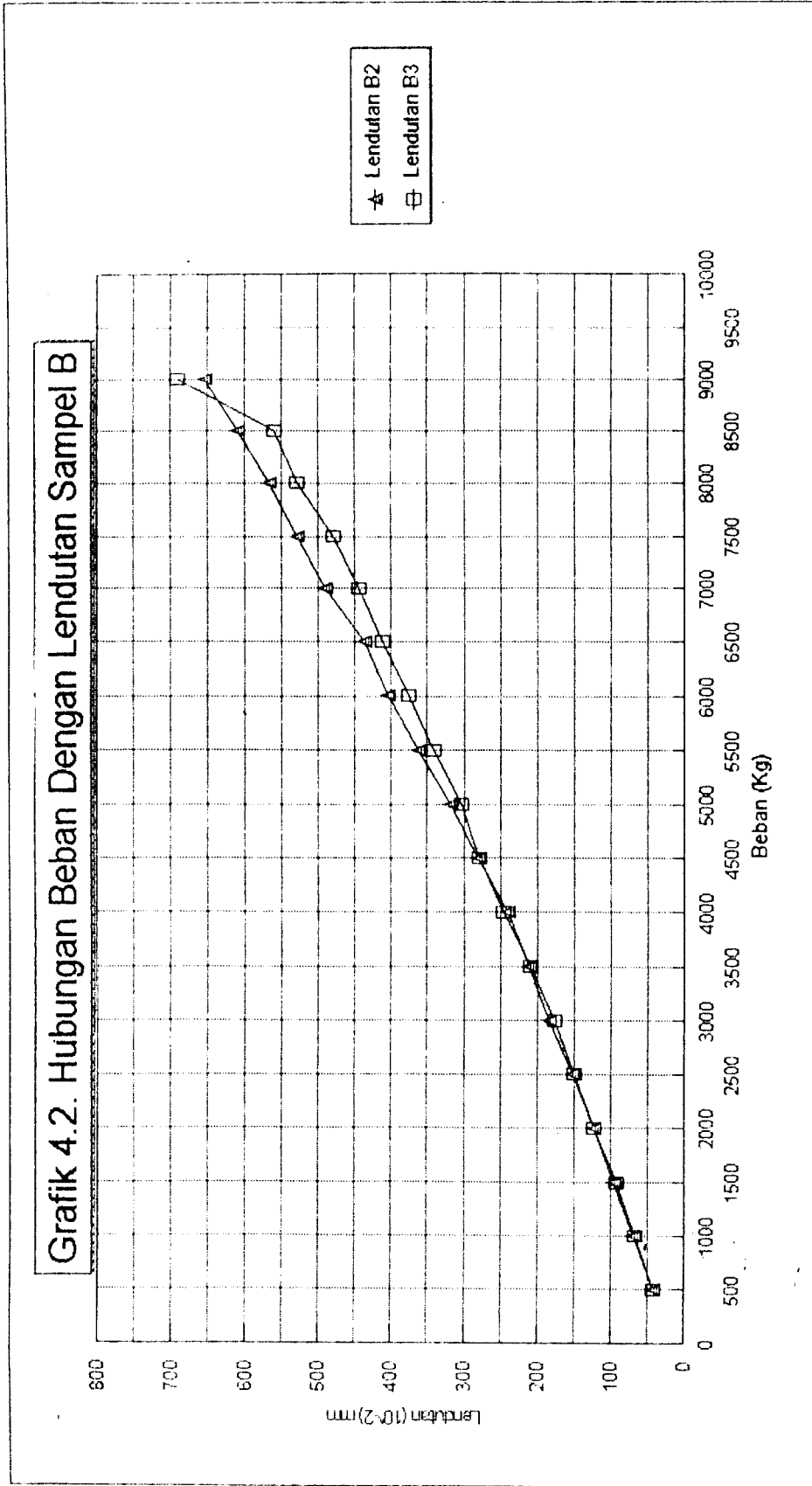


Gambar 4.6. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel B3

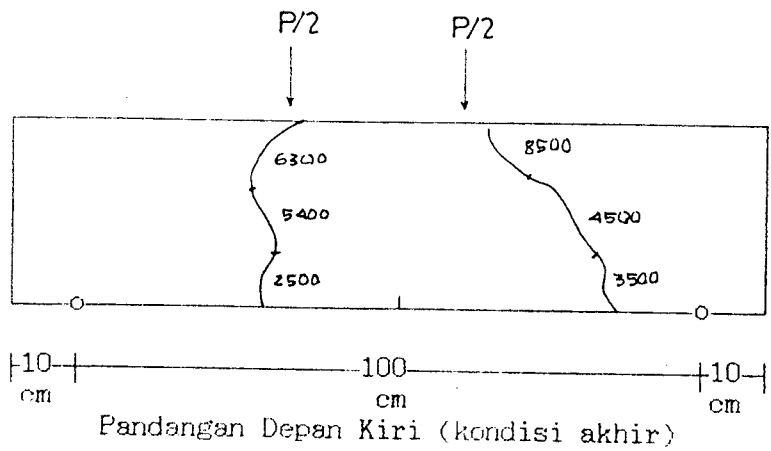
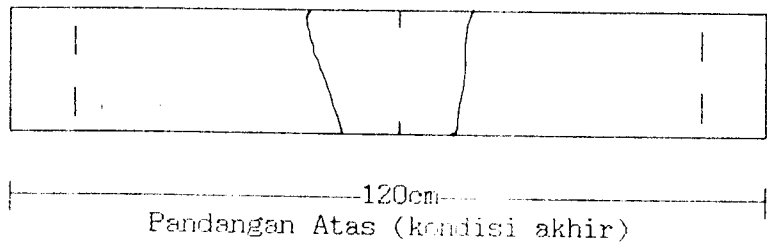
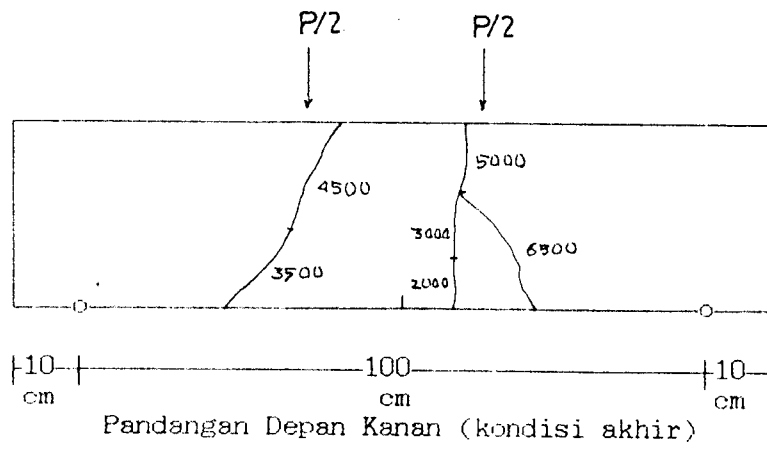
Dari hasil pengujian lentur ketiga sampel tipe B (sampel dengan panjang sambungan lewatan 60 cm) sebagaimana terlihat pada tabel 4.2 dapat dibuat grafik perbandingan kenaikan beban terhadap lendutan sebagai berikut ini.

GRAFIK 4.2. Hubungan Beban Dengan Lendutan sampel B

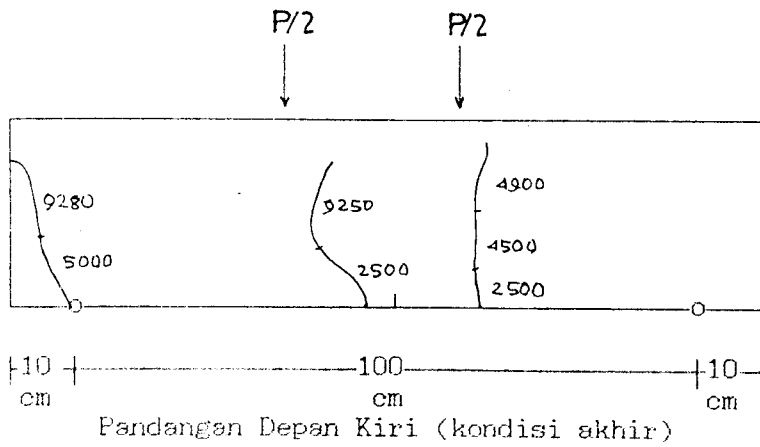
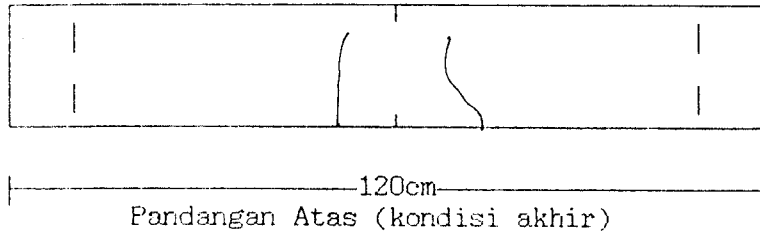
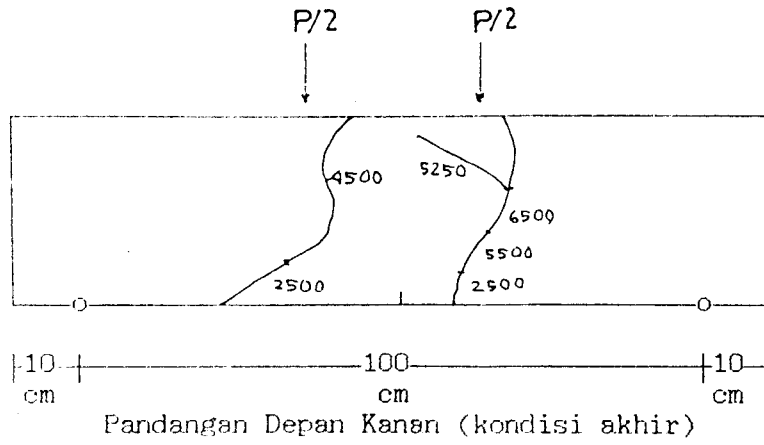
BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000
Lendutan B2	42	68	95	122	151	185	210	240	279	318	363	405	438	491	529	568	610	655
Lendutan B3	42	67	92	122	149	176	209	245	278	303	342	375	412	445	480	530	560	690



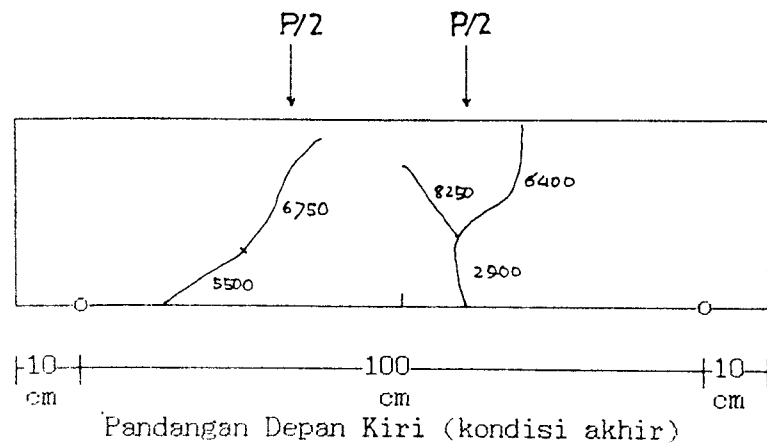
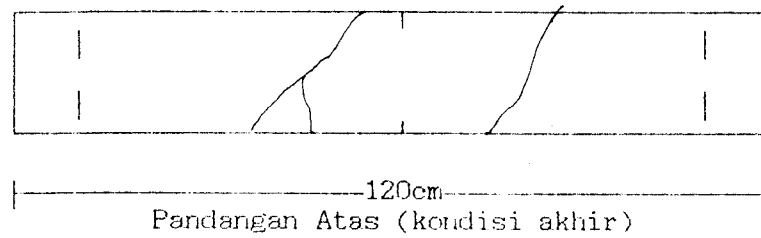
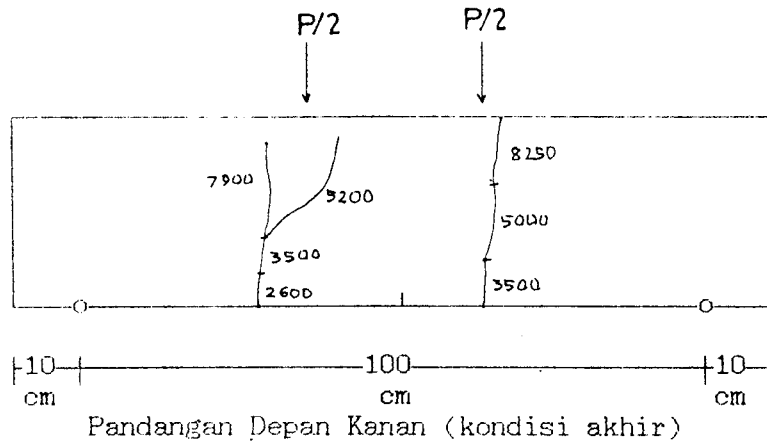
Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian lentur berikut ini.



Gambar 4.7. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel C1



Gambar 4.8. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel C2



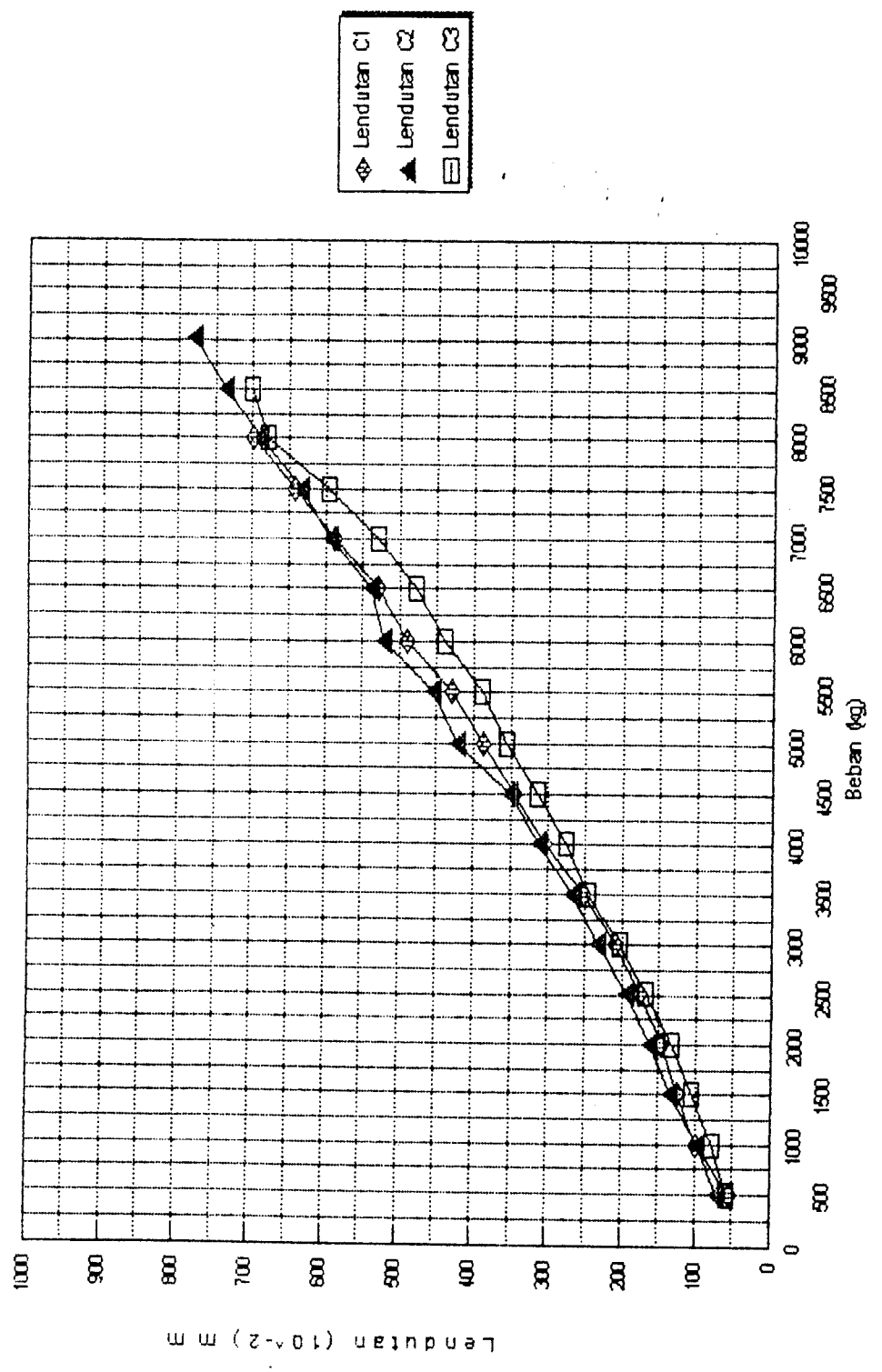
Gambar 4.9. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel C3

Dari hasil pengujian lentur ketiga sampel tipe C (sampel dengan panjang sambungan lewatan 50 cm) sebagaimana terlihat pada tabel 4.3 dapat dibuat grafik perbandingan kenaikan beban terhadap lendutan sebagai berikut ini.

GRAFIK 4.3. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sample C

BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000
Lendutan C1	55	100	125	146	175	209	251	304	345	386	430	490	530	588	642	698		
Lendutan C2	72	98	135	162	194	233	267	312	362	421	455	522	538	593	632	689	735	779
Lendutan C3	59	78	105	134	168	204	245	275	314	355	388	440	479	529	595	679	700	

GRAFIK 4.3. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sample C



Tabel 4.4. Data hasil pengujian lentur sampel D (panjang baja tulangan sambungan lewatan 45 cm)

No.	SAMPSEL D1			SAMPSEL D2			SAMPSEL D3		
	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r
01	500	34		500	42		500	55	
02	1000	53		1000	92		1000	87	
03	1500	80		1500	140		1500	128	
04	2000	106		2000	167		2000	145	
05	2500	132		2500	203		2500	169	
06	3000	168		3000	238		2800	-	1
07	3500	218	1	3200	-	1	3000	203	
08	4000	257	2	3500	268		3500	230	
09	4500	282	3	3700	-	2	3700	261	2
10	5000	320		4000	303		4000	300	
11	5500	358		4500	339		4500	340	
12	5750	-	4	4750	-	3	4550	380	3
13	6000	405		5000	419		5000	403	
14	6500	449		5500	465	4	5500	-	
15	7000	475	5	6000	509		6000	-	
16	7500	512		6500	561		6500	-	
17	8000	551	6	7000	602		7000	-	4
18	8200	-	7	7300	*		7500	-	
19	8500	600					8000	-	5
20	8800	650	*				8500	-	
21							9000	-	
22							9500	-	
23							9600	-	*

Keterangan : δ_r = lendutan pada beban yang mengakibatkan retak

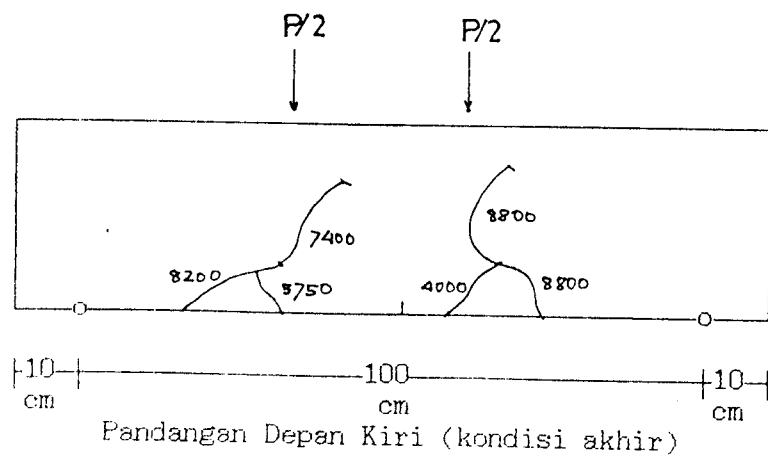
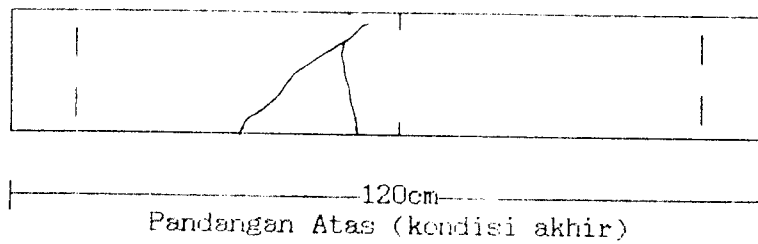
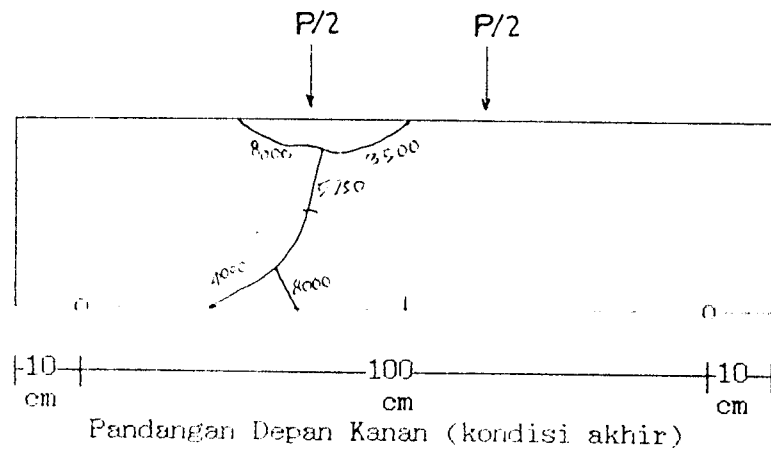
* = benda uji patah

- = lendutan tidak terbaca

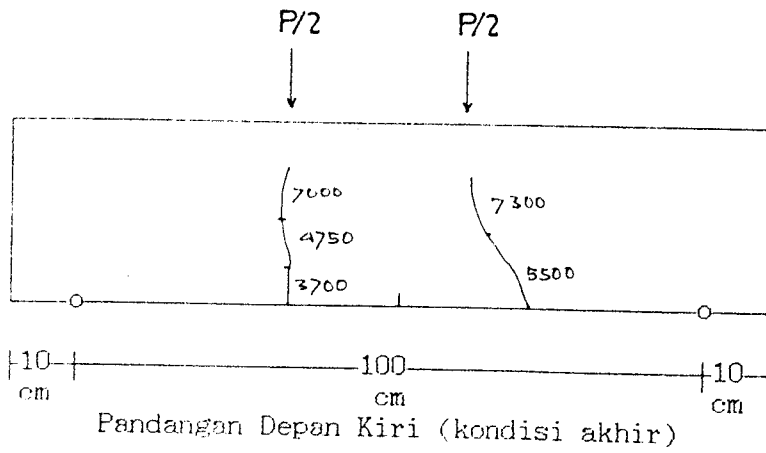
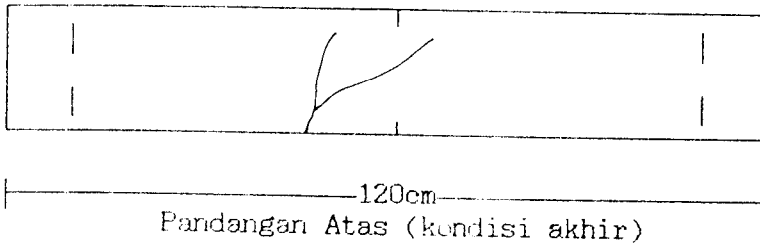
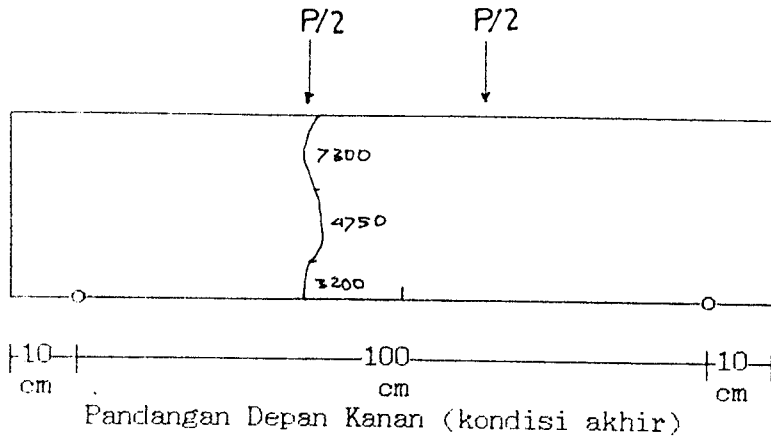
Dari hasil pengujian lentur ke tiga sampel, didapatkan beban rata-rata sebagai berikut.

$$P_{\text{max. rata-rata}} = \frac{8800 + 7300 + 9600}{3} = 8566,67 \text{ kg}$$

Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian berikut ini.



Gambar 4.10. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel D1



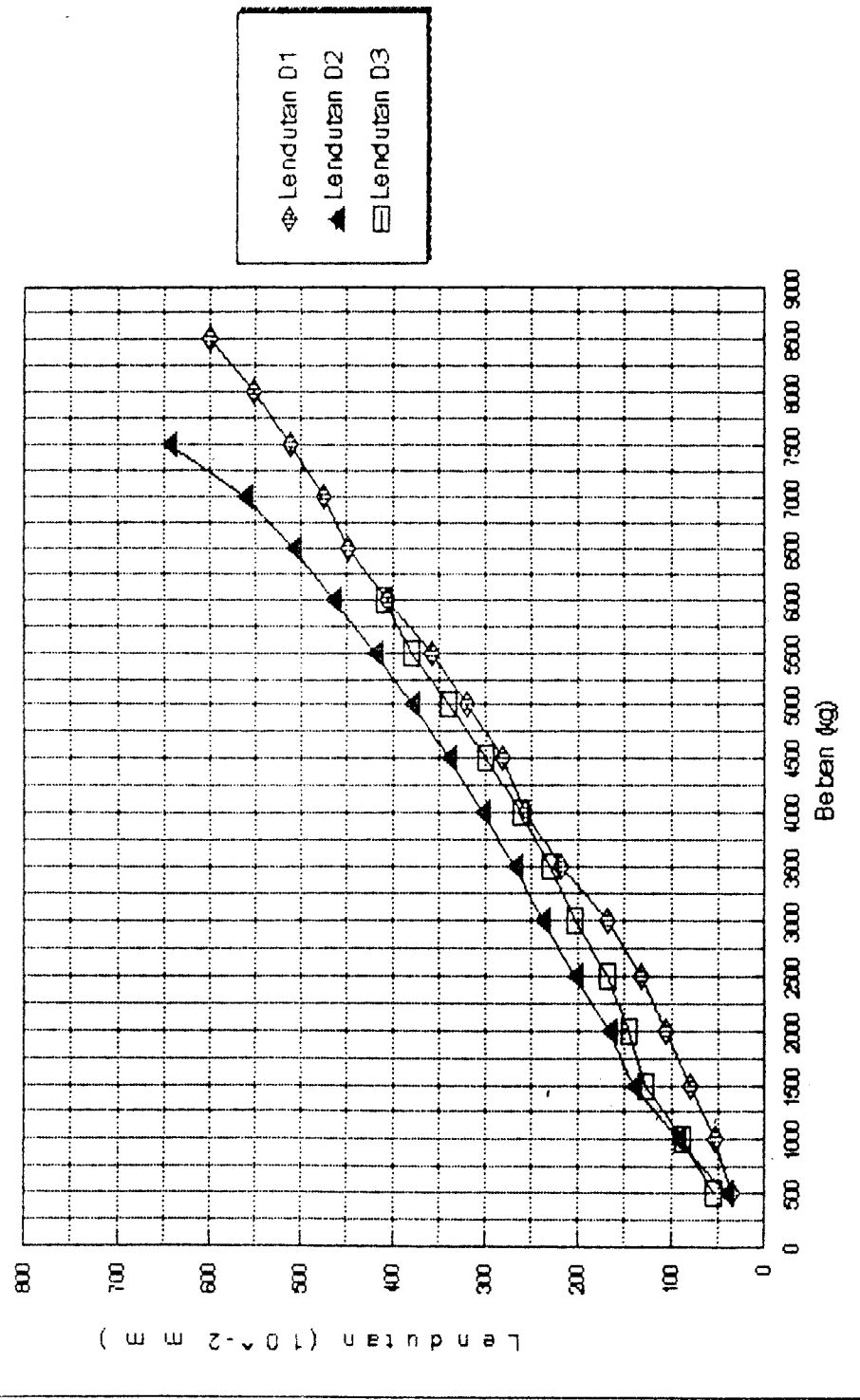
Gambar 4.11. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel D2

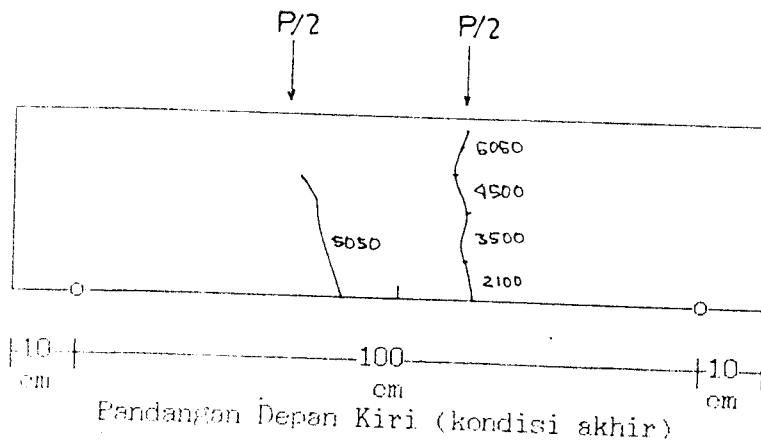
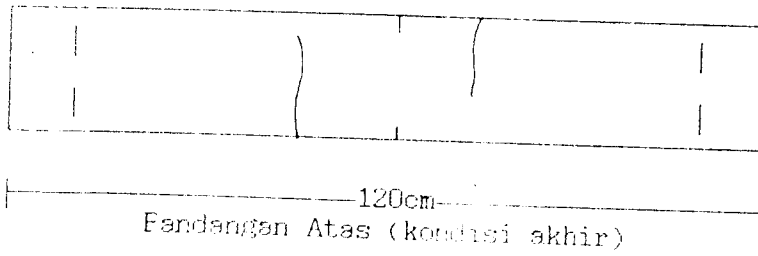
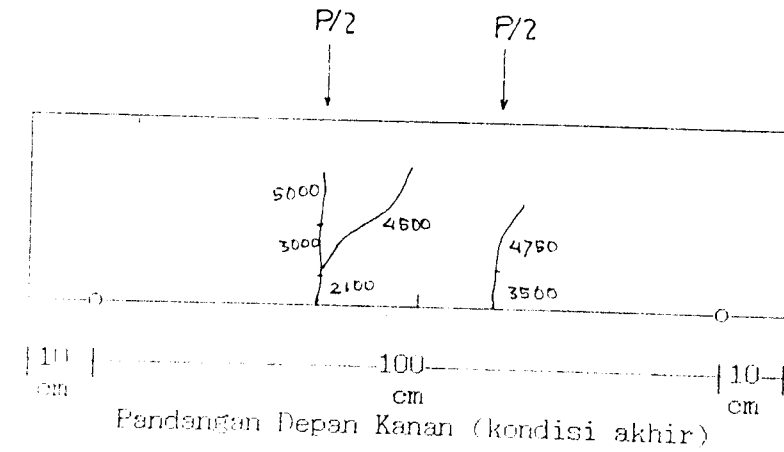
Dari hasil pengujian lentur ketiga sampel tipe D (sampel dengan panjang sambungan lewatan 45 cm) sebagaimana terlibat pada tabel 4.4 dapat dibuat grafik perbandingan kenaikan beban terhadap lendutan sebagai berikut ini.

GRAFIK 4.4. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sample D

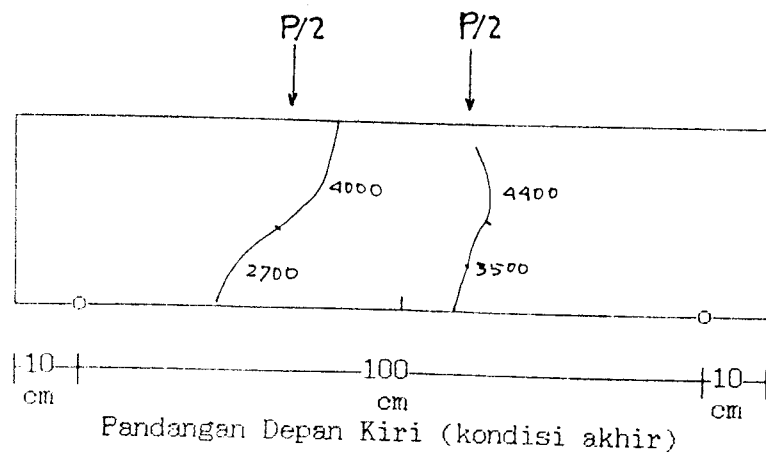
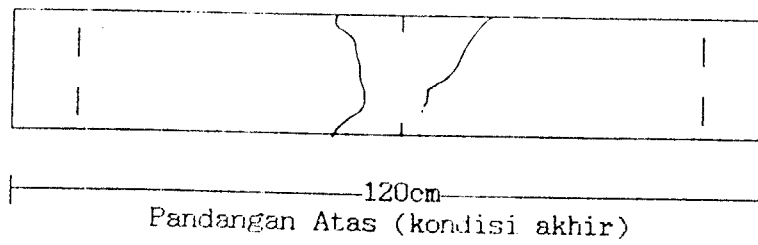
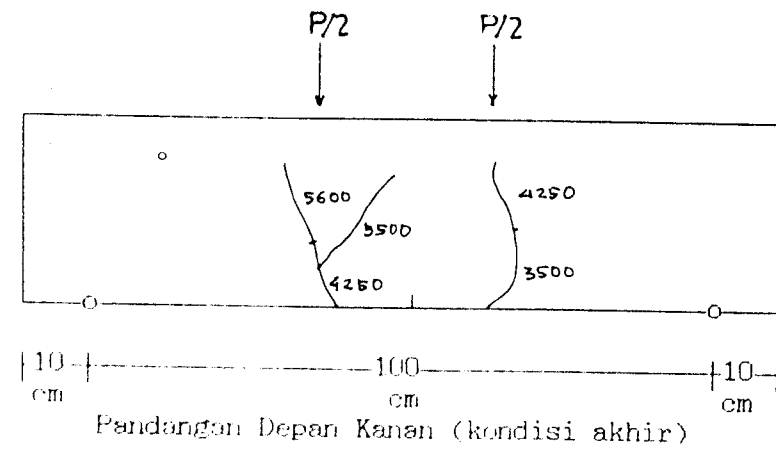
BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500
Lendutan D1	34	53	80	106	132	168	218	257	282	320	358	405	449	475	512	551	600
Lendutan D2	42	92	140	167	203	238	268	303	339	379	419	465	509	561	645		
Lendutan D3	55	87	128	145	169	203	230	261	300	340	380	409					

Grafik 4.4. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sample D

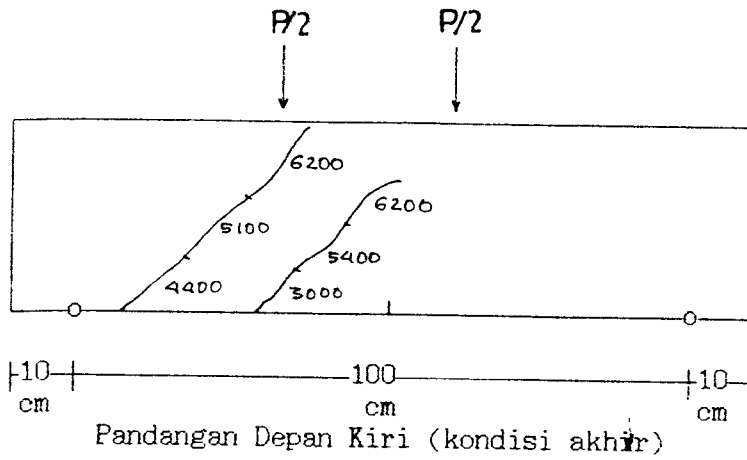
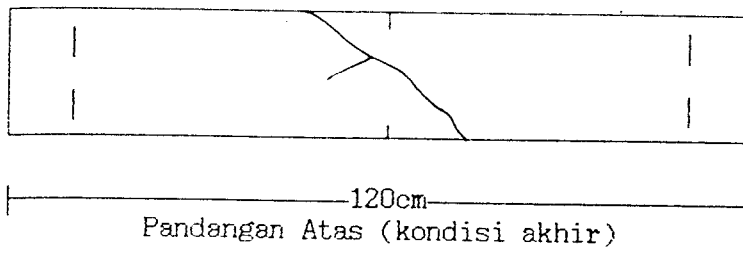
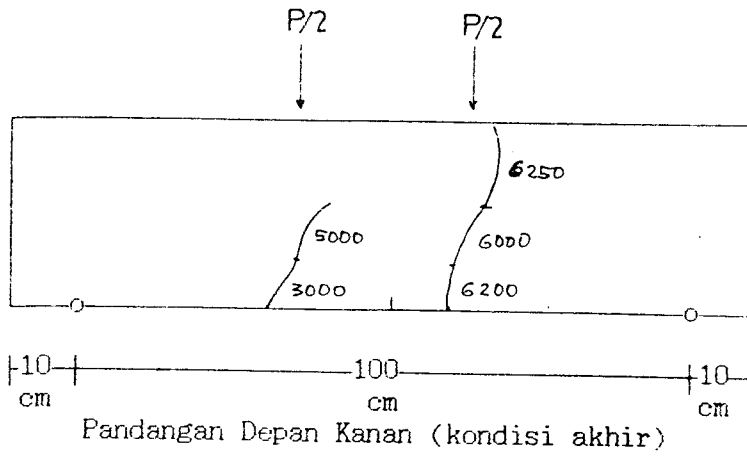




Gambar 4.13. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel E1



Gambar 4.14. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel E2

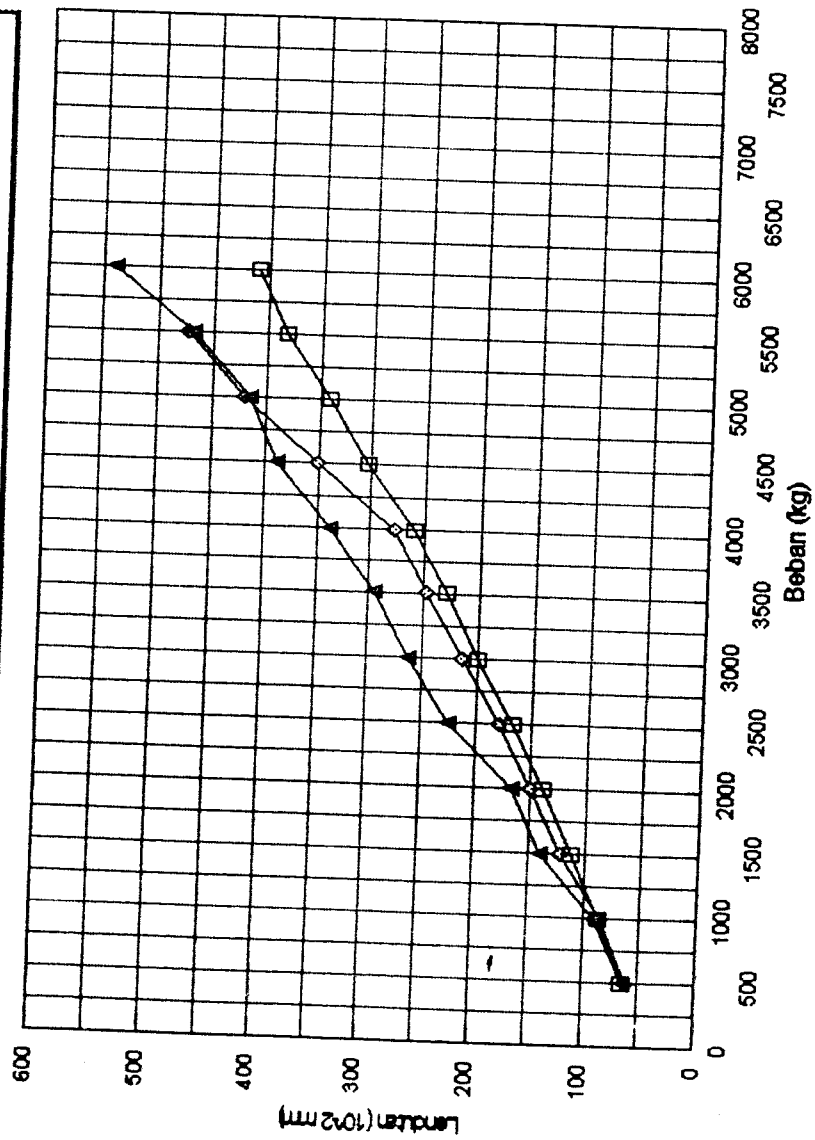


Gambar 4.15. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel E3

REKAM DATA HASIL PENGUJIAN BEBAN DAN LENDUTAN

BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500
Lendutan E1	61	86	122	150	179	214	247	278	351	421	473
Lendutan E2	63	92	140	167	225	263	295	339	389	415	470
Lendutan E3	65	88	112	139	167	200	230	260	303	341	382

Grafik 4.5. Hubungan Beban Dengan Lendutan E



Tabel 4.6. Data hasil pengujian lentur sampel F (Panjang baja tulangan sambungan lewatan 25 cm)

No.	SAMPSEL F1			SAMPSEL F2			SAMPSEL F3		
	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr
01	500	78		500	72		500	78	
02	1000	110		1000	100		1000	110	
03	1500	152		1500	138		1500	152	
04	2000	186		2000	178		2000	186	
05	2250	-	1	2150	-	1	2500	244	1
06	2500	224		2500	210		2750	-	2
07	3000	248	2	3000	249	2	3000	248	
08	3500	280	3	3500	278	3	3500	280	
09	3900	-	4	4000	313		4000	531	
10	4000	531	5	4100	348	*	4300	-	*
11	4250	779	*						

Keterangan δr = lendutan pada beban yang mengakibatkan retak

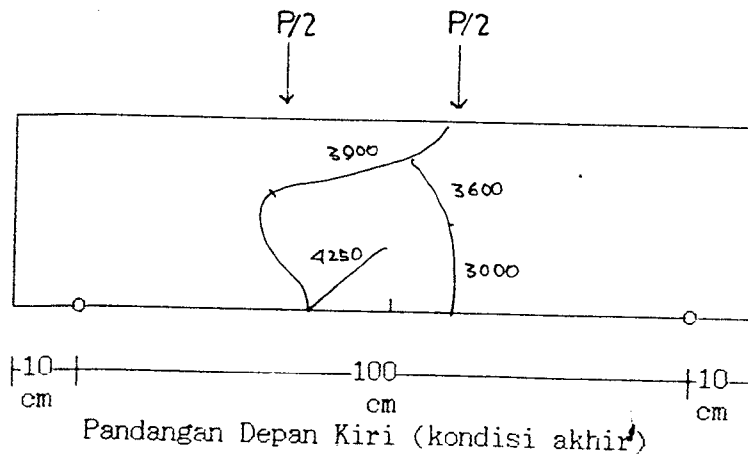
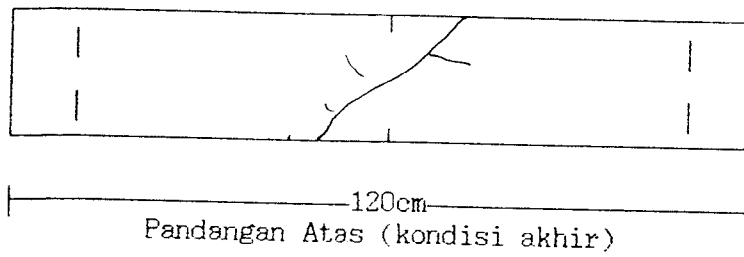
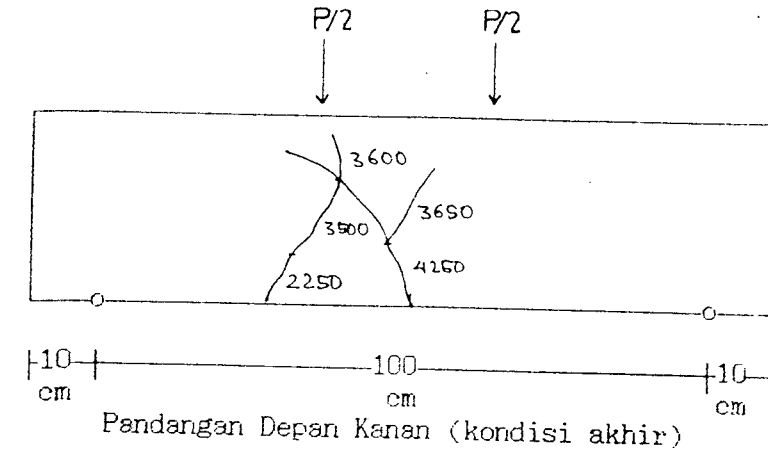
* = benda uji patah

- = lendutan tidak terbaca

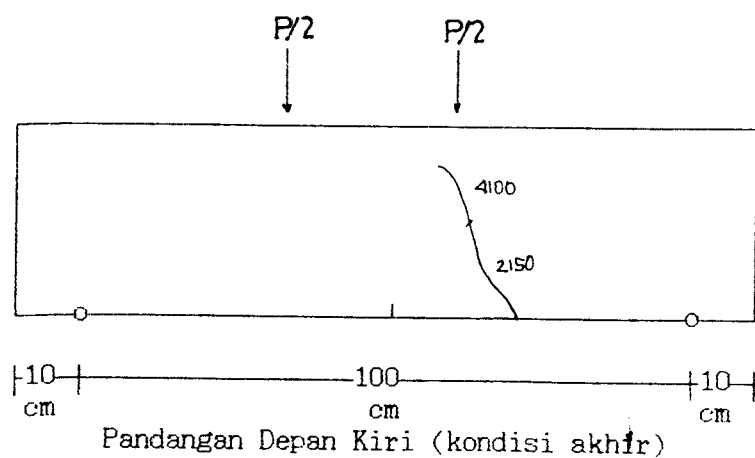
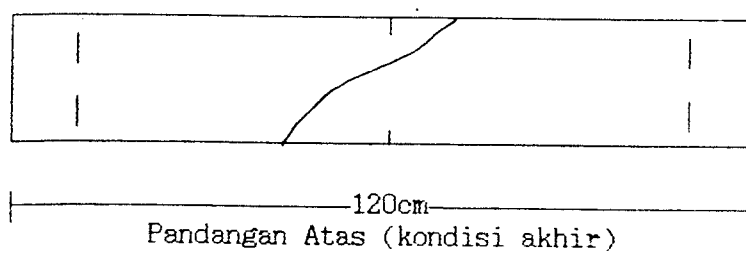
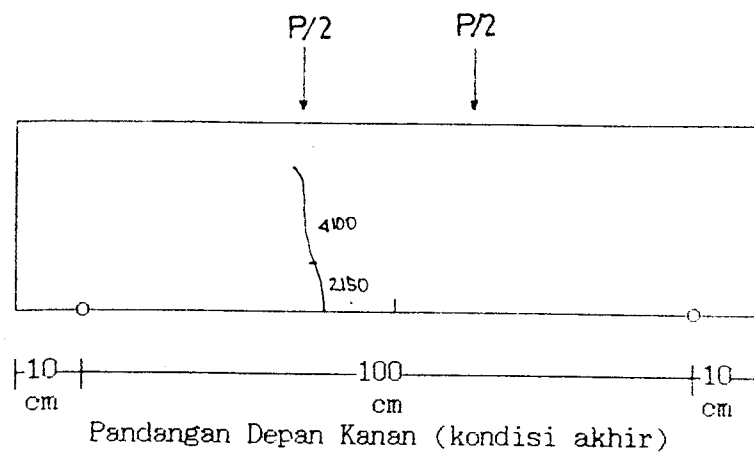
Dari hasil pengujian lentur ke tiga sampel, didapatkan beban rata-rata yang dapat didukung oleh balok sebagai berikut ini.

$$F \text{ max. rata-rata} = \frac{4250 + 4100 + 4300}{3} = 4216,67 \text{ kg}$$

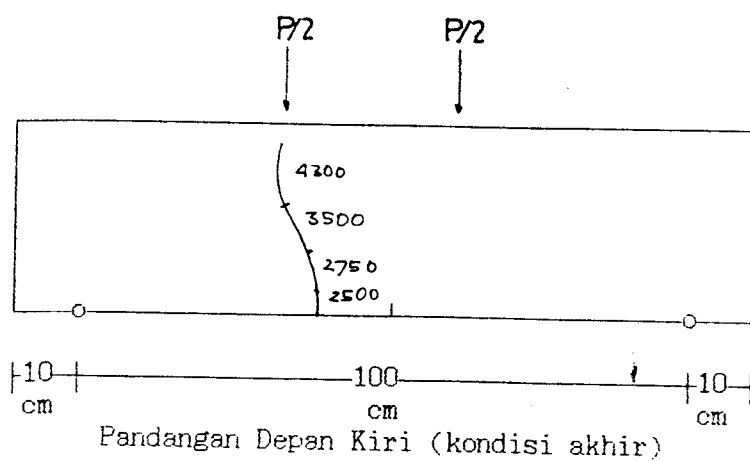
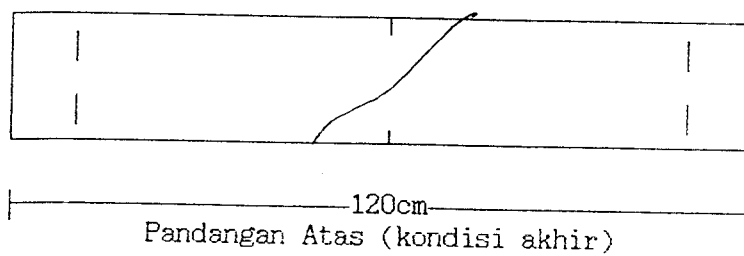
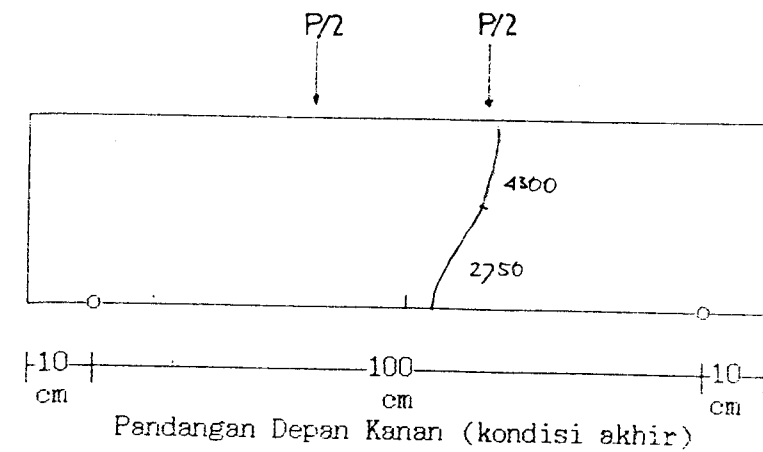
Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian lentur berikut ini.



Gambar 4.16. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel F1



Gambar 4.17. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel F2



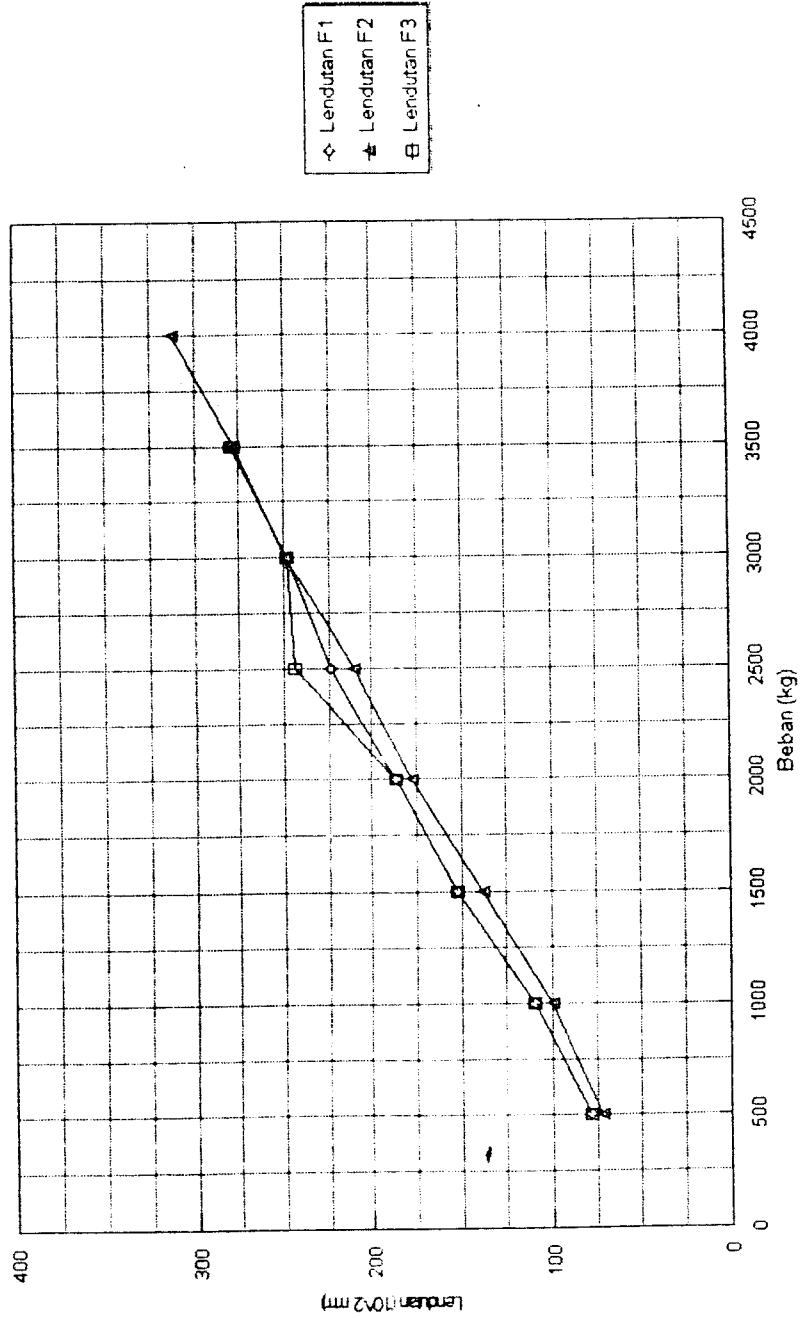
Gambar 4.18. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel F3

Dari hasil pengujian lentur ketiga sampel tipe F (sampel dengan panjang sambungan lewatan 25 cm) sebagaimana terlihat pada tabel 4.6 dapat dibuat grafik perbandingan kenaikan beban terhadap lendutan sebagai berikut ini.

GRAFIK 4.6. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel F

BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Lendutan F1	78	110	152	186	224	248	280	313
Lendutan F2	72	100	138	178	210	249	278	
Lendutan F3	78	110	152	186	244	248	280	

Grafik 4.6. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel F



4.2 Hasil Pengujian Kuat Desak beton

Didalam penelitian ini setiap kali mengadakan campuran beton selalu dibuat satu benda uji kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm untuk mengetahui kuat desak beton yang digunakan pada percobaan.

Dari pengujian kuat desak beton umur 28 hari, diperoleh tegangan desak beton seperti pada tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7. Hasil pengujian kuat desak beton umur 28 hari

No.	Benda uji	Nilai slump(cm)	P (kN)	σ_k kg/cm ²	σ_s kg/cm ²
1.	A1	13,5	485	213,3	177,05
2.	A2	14	403	181,03	150,25
3.	A3,D1	13	490	221,99	184,25
4.	D2,D3	11	620	268,93	223,21
5.	E1,E3	11	395	176,36	146,38
6.	E2	11,5	550	238,87	198,26
7.	F1,F2	12	520	229,12	190,17
8.	F3,C1	11,5	465	202,67	168,22
9.	C2,C3	12	560	247,24	205,21
10.	B1*	17	243	105,33	87,42
11.	B2,B3	13	545	246,91	204,93

Keterangan :

* = tidak digunakan untuk menghitung P maks rata-rata(kuat tekan dibawah K175)

σ_k = tegangan desak kubus (kg/cm²)

$$\sigma_k = \frac{P \cdot 101,936}{15 \times 15}$$

σ_s = tegangan desak silinder (kg/cm²)

$$\sigma_s = 0,83 \cdot \sigma_k$$

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Kuat Desak Beton

Hasil dari pengujian menunjukkan, bahwa beton yang dibuat dengan perbandingan volume ternyata menghasilkan kuat desak beton yang bervariasi diantara benda uji, hal ini disebabkan pencampuran beton untuk seluruh benda uji tidak dapat dilakukan sekaligus mengingat kapasitas alat pencampur beton (molen) yang tersedia dilaboratorium hanya terbatas. Sehingga perbandingan campuran antara sampel satu dengan sampel yang lain tidak dapat sama persis. Untuk menjaga agar perbandingan adukan tidak terlalu jauh antar sampel satu dengan lainnya maka dalam penelitian ini ditetapkan nilai slump antara 9 - 15 cm. Dari slump ini dapat memperkirakan nilai fas adukan beton dan menjaga agar benda uji mempunyai kekenyalan yang sama. Dengan perbandingan volume 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil (2 split + 1 koral) menghasilkan kuat desak beton sesuai dengan perencanaan untuk mutu bahan K 175.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan beton antara lain faktor air semen (fas), umur beton, jenis semen, jumlah semen, dan sifat agregat. Dalam

penelitian ini didapat masalah kekuatan beton yang disebabkan karena fas yang tinggi pada salah satu benda uji. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air-semen (fas), maka semakin tinggi kuat tekan beton tersebut, akan tetapi karena kesulitan pemadatan maka dibawah fas tertentu (0,4) kekuatan beton itu bahkan lebih rendah, karena betonnya kurang padat akibat pemadatannya sulit.

Seperti terlihat pada tabel 4.7. hasil pengujian kuat desak beton umur 28 hari, untuk sampel B1 tidak memenuhi untuk mutu bahan K 175 karena pada saat pencampuran adukan beton, pemberian air terlalu banyak (hal ini terlihat dari uji slump yang sangat tinggi yaitu 17), sehingga menghasilkan nilai fas tinggi dengan demikian diperoleh kuat desak beton yang rendah walaupun volume semen dan agregat sama. selain itu, nilai slump yang tinggi akan menunjukkan ciri secara fisik pada beton yaitu terlihat adanya rongga (keropos).

5.2 Kuat Lentur Balok Benda Uji

Dari hasil pengujian lentur, diperoleh beban maksimum pada masing-masing sampel dan didapatkan beban rata-ratanya, sehingga dapat dihitung kapasitas momen dari masing-masing benda uji seperti tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1. Kapasitas momen dari masing-masing benda uji

Kode sampel	Pr (kg)	$M_R = 17,5.P$ (kg.cm)
A	14300	250250
B	13125	229687,5
C	8666,67	151666,72
D	8566,67	149916,72
E	5700	99750
G	4216,67	73791,72

Keterangan:

Pr = beban rata-rata yang di dapat dari pengujian
 M_R = Kapasitas momen yang terjadi

Dengan membandingkan antara hasil pengujian dengan hitungan yang telah direncanakan maka dapat ditentukan apakah sambungan lewatan itu memenuhi persyaratan atau tidak. Seperti yang terlihat pada tabel 5.2 dibawah ini perbandingan kapasitas tampang perencanaan dengan kapasitas tampang hasil pengujian yang diperoleh.

Tabel 5.2. Perbandingan kapasitas tampang perencanaan dengan hasil pengujian lentur pada masing-masing benda uji.

Benda uji	M_R Rencana (kgcm)	M_R Pengujian (kgcm)
A	189275	250250
B	196965	229688
C	195309	151667
D	199876	149917
E	190253	99750
F	193759	73791

Dari tabel 5.2 dapat dilihat bahwa kapasitas tampang benda uji C, benda uji D, benda uji E dan benda uji F (sambungan lewatan yang kurang dari 60 cm), mempunyai kekuatan dibawah kapasitas tampang perencanaan. Sehingga pada penelitian ini sambungan lewatan yang memenuhi syarat adalah untuk benda uji B yaitu panjang sambungan 60 cm. (berdasarkan hitungan SK SNI T-15 1991-03 pasal 3.5.14 atau kurang lebih 37,5d)

5.3 Pola Retak Benda uji

Dari hasil pengujian lentur, letak retak dan patah untuk benda uji sesuai dengan yang diharapkan. Karena semua benda uji tidak ada yang patah pada daerah tumpuan ataupun gagal akibat pembelahan beton pada daerah tarik, hal ini karena semua benda uji menggunakan tulangan sengkang dengan jarak yang rapat dan selimut beton yang cukup. Pada saat balok terbebani, baja tulangan akan tertarik keluar apabila tebal selimut beton tipis atau ikatan antara baja tulangan dengan beton kurang maka beton pada daerah tarik ini akan terbelah.

Pola retak lentur akibat adanya sambungan tulangan antara lain.

1. Pembelahan mulai diujung-ujung sambungan, mulai dari ujung retak-retak lentur. Pembelahan mungkin terjadi pada permukaan tarik atau pada sisi-sisi balok.
2. Pembelahan terus berlanjut menuju pertengahan sambungan, walaupun pada umumnya tidak secara lengkap ke

retak berikutnya sebelum pembelahan tibia-tibia digunakan dan seterusnya.

3. Kegagalan akhir terjadi dengan tibia-tibia. Kecuali dengan sengkang seperti pada penelitian ini.

5.4. Perilaku Lentur Benda Uji

Dengan membandingkan hubungan antara besarnya lendautan yang terjadi dengan kenaikan beban pada masing-masing benda uji. Dapat dijadikan acuan mengenai perilaku lentur balok tanpa sambungan tulangan dan balok dengan beberapa variasi panjang sambungan tulangan, seperti yang digunakan pada penelitian ini.

Grafik 5.1. Hubungan Beban Lentang dan Momen

Beban (kg)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500
Lendutan A	35	59	85	114	143	174	203	235	272	305	342	380	422	464	498	539	590	630	649	674	710
Lendutan B	42	68	94	122	150	181	210	250	279	311	353	390	425	468	505	549	608	680			
Lendutan C	62	92	122	147	179	215	254	297	337	387	424	484	516	570	632	688	744	779			
Lendutan D	44	77	116	139	168	203	239	287	320	381	412	457	505	538							
Lendutan E	63	89	125	152	190	227	257	292	347	392	426	541									
Lendutan F	76	107	147	183	226	248	278														

Dari grafik 5.1 terlihat bahwa garis lendutan untuk sampel A terletak paling bawah, kemudian sampel B, sampel D, sampel C, sampel E dan paling atas sampel F. Dan hal ini sesuai yang diharapkan bahwa dengan panjang sambungan lewatan yang semakin pendek, mengakibatkan lendutan yang semakin besar. Hanya dalam penelitian ini untuk sampel D yang mempunyai panjang sambungan lebih pendek dari sampel C, besarnya lendutan lebih kecil, hal ini karena mutu beton sampel D (23,03 MPa) lebih besar dari sampel C (19,28 MPa). Dengan demikian dengan panjang sambungan lewatan seperti yang diatur dalam SK-SNI 1991 dapat memenuhi kebutuhan untuk suatu panjang sambungan lewatan didalam balok persegi.

Pada grafik 5.1 diatas kemungkinan menggambarkan garis lendutan yang sedikit berbeda apabila mutu bahan untuk seluruh benda uji dapat seragam. Pada awal pengujian (pada pembebanan kira-kira 500 sampai 3500 kg) yakni sebelum benda uji mulai retak garis lendutan akan berada pada satu garis, baru setelah terjadi retak garis lendutan akan menyebar yakni berurutan dari bawah adalah benda uji yang tanpa sambungan (benda uji A) kemudian diatasnya benda uji B, benda uji C, benda uji D, benda uji E kemudian yang paling atas benda uji F.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Pembuatan beton dengan campuran yang berulang-ulang akan memberikan mutu beton yang berbeda-beda.
2. Sambungan lewatan menghasilkan kuat lentur yang besarnya sesuai dengan panjang sambungan, semakin pendek panjang sambungan menghasilkan kuat lentur yang lebih kecil dan lendutan yang semakin besar.
3. Dari pengujian lentur benda uji A (tanpa sambungan lewatan) menghasilkan P_{maks} yang lebih tinggi dari perhitungan perencanaan hal ini karena menggunakan tulangan atas untuk mengikat sengkang.
4. Retak-retak yang terjadi pada benda uji ditahan oleh tulangan dengan dua cara yaitu kemampuan lekatan antara tulangan dengan pasta semen dan kekuatan dari tulangan itu sendiri.
5. Retak-retak beton pada uji lentur terjadi pada daerah ujung sambungan lewatan sehingga memerlukan tebal

selimut beton yang cukup karena untuk menahan baja yang tertarik pada daerah sambungan lewatan pada waktu balok terbebani.

6. Benda uji dengan panjang sambungan 60 cm (hitungan berdasarkan SK SNI T-15-1991-03, pasal 3.5.14 atau 37,5d) adalah benda uji yang memenuhi persyaratan kapasitas tampang sesuai dengan perencanaan sedangkan benda uji dengan panjang sambungan kurang dari 60 cm pada penelitian ini tidak dapat memenuhi persyaratan.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan, dapat memberikan saran yang diharapkan berguna, antara lain diuraikan di bawah ini.

1. Untuk mendapatkan beton yang baik (tidak krapos) maka hendaknya dalam pelaksanaan pengecoran dilakukan pemadatan yang baik jika memungkinkan menggunakan alat kompresor ukuran kecil.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi dalam penelitian ini diusahakan menggunakan mutu beton yang sama.
3. Untuk memperoleh hasil cetakan benda uji yang baik (tepat sesuai bentuk bekisting). usahakan alas untuk pengecoran dibuat rata, hal ini supaya sisi bawah benda uji untuk tumpuan, dapat menempel pada kedua ujung rol tumpuan pada waktu pelaksanaan pengujian.

4. Apabila pelaksanaan pengecoran dilaksanakan dimusim hujan usahakan penempatan material diletakan di tempat yang terlindung dari genangan air dan hujan, sebab hal ini dapat mempengaruhi besarnya faktor air semen.
5. Perlunya ditindaklanjuti penelitian ini, mengenai penempatan sambungan lewatan, dalam hal ini benda uji harus berukuran panjang, sehingga diperlukan alat mesin uji yang memadai serta alat dial (pembacaan lendutan) agar beban maksimum lendutan dapat terbaca.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad Antono, Prof, Ir, *Teknologi Beton*, KMTS-UGM, Yogyakarta, 1988.
2. Departemen Pekerjaan Umum, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1991-03, Yayasan LPMB, 1991
3. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*, N.I.-2 Cetakan ke 7, 1979
4. Istimawan Dipohusodo, Ir., *Struktur beton bertulang berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 DPU RI*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1994
5. Kardiyono Tjokrodimulyo, Ir, ME, *Teknologi Beton*, Universitas Gadjah Mada, 1992
6. Phil M. Ferguson, Budianto Sutanto, kris Setianto, *Dasar-Dasar Beton Bertulang*, Erlangga, Edisi Keempat, 1986
7. Sagel, R., Kole, P., Gideon Kusuma, Ir., *Pedoman Pekerjaan Beton*, Erlangga, 1993
8. W.C. Vis, Gideon H. Kusuma M.Eng,Ir., *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Erlangga, 1993

L A M P I R A N

PERHITUNGAN KAPASITAS TAMPANG BENDA UJI A.

Balok persegi dengan $b = 150 \text{ mm}$, $d = 210 \text{ mm}$. $L = 1000 \text{ mm}$.

Dari hasil kuat tarik baja tulangan didapat tegangan luluh rata-rata = $3248,17 \text{ kg/cm}^2$ (dikonversikan menjadi $f_y = 324,8$

MPa), mutu beton sampel A $f'_c = 15,91 \text{ MPa}$.

Digunakan Tulangan sebelah 2 $\phi 16$ ($A_s = 401,92 \text{ mm}^2$).

Penyelesaian:

anggapan bahwa tulangan baja telah mencapai regangan luluh.

$$f_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{324,8} = 0,0043$$

$$f = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{150 \cdot 210} = 0,127 > f_{\min}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{401,92 \cdot 324,82}{0,85 \cdot 15,91 \cdot 150} = 64,35 \text{ mm}$$

$$z = \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(210 - \frac{64,35}{2} \right) = 177,83 \text{ mm}$$

Berdasarkan pada gaya tekan beton

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot z \\ &= 0,85 \cdot 15,91 \cdot 64,35 \cdot 150 \cdot 177,83 \cdot 10^{-6} \\ &= 23,21 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan pada gaya tarik tulangan baja

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot z \\ &= 401,92 \cdot 324,8 \cdot 177,83 \cdot 10^{-6} \\ &= 23,21 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Menentukan letak garis netral penampang adalah sebagai berikut: $a = \beta_1 \cdot c$. $\beta_1 = 0.85$ untuk $f'_c = 15.91$ MPa

$$\text{maka, } c = \frac{a}{0.85} = \frac{64,35}{0.85} = 75,71 \text{ mm}$$

dengan menggunakan segitiga sebangun pada diagram dicari regangan yang terjadi dalam tulangan baja tarik bila regangan beton mencapai 0,003.

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

$$\text{jadi, } \epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \cdot 0,003 = \frac{(210 - 75,71)}{75,71} \cdot 0,003 = 0,0053$$

regangan luluh tulangan baja :

$$\epsilon_s = \frac{f_y}{E_s}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{324,8}{200000} = 0,0016$$

$\epsilon_s = 0,0053 > \epsilon_y = 0,0016$, jadi anggapan itu benar.

$$M_R = \phi M_n$$

$$= 0,8 \cdot 23,21 = 18,568 \text{ kNm.}$$

$$= 189275 \text{ kgcm}$$

PERHITUNGAN KAPASITAS TAMPANG BENDA UJI B

Balok persegi dengan $b = 150 \text{ mm}$, $d = 210 \text{ mm}$. $L = 1000 \text{ mm}$.

Dari hasil kuat tarik baja tulangan didapat tegangan luluh rata-rata = $3248,17 \text{ kg/cm}^2$ (dikonversikan menjadi $f_y = 324,8 \text{ MPa}$), mutu beton sampel B $f'_c = 20,49 \text{ MPa}$.

Digunakan Tulangan sebelah 2 $\phi 16$ ($A_s = 401,92 \text{ mm}^2$).

Penyelesaian:

anggapan bahwa tulangan baja telah mencapai regangan luluh.

$$r_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{324,8} = 0,0043$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{150 \cdot 210} = 0,127 > r_{\min}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{401,92 \cdot 324,82}{0,85 \cdot 20,49 \cdot 150} = 49,97 \text{ mm}$$

$$z = \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(210 - \frac{49,97}{2} \right) = 185,015 \text{ mm}$$

Berdasarkan pada gaya tekan beton

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot z \\ &= 0,85 \cdot 20,49 \cdot 49,97 \cdot 150 \cdot 185,015 \cdot 10^{-6} \\ &= 24,153 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan pada gaya tarik tulangan baja

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot z \\ &= 401,92 \cdot 324,8 \cdot 185,015 \cdot 10^{-6} \\ &= 24,153 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Menentukan letak garis netral penampang adalah sebagai berikut: $a = \beta_1 \cdot c$, $\beta_1 = 0,85$ untuk $f'_c = 20,49$ MPa

$$\text{maka, } c = \frac{a}{0,85} = \frac{49,97}{0,85} = 58,78 \text{ mm}$$

dengan menggunakan segitiga sebangun pada diagram dicari regangan yang terjadi dalam tulangan baja tarik bila regangan beton mencapai 0,003.

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

$$\text{jadi, } \epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \cdot 0,003 = \frac{(210 - 58,78)}{58,78} \cdot 0,003 = 0,007$$

regangan luluh tulangan baja :

$$\epsilon_s = \frac{f_y}{E_s}$$

$$\epsilon_y = \frac{\epsilon_y \cdot f_y}{E_s} = \frac{324,8}{200000} = 0,0016$$

$\epsilon_s = 0,007 > \epsilon_y = 0,0016$, jadi anggapan itu benar.

$$\begin{aligned} M_R &= \phi Mn \\ &= 0,8 \cdot 24,153 = 19,32 \text{ kNm.} \\ &= 196965 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

PERHITUNGAN KAPASITAS TAMPANG BENDA UJI C.

Balok persegi dengan $b = 150 \text{ mm}$. $d = 210 \text{ mm}$. $L = 1000 \text{ mm}$.

Dari hasil kuat tarik baja tulangan didapat tegangan luluh rata-rata = $3248,17 \text{ kg/cm}^2$ (dikonversikan menjadi $f_y = 324,8$

MPa), mutu beton sampel C $f'_c = 19,28 \text{ MPa}$.

Digunakan Tulangan sebelah 2 $\phi 16$ ($A_s = 401,92 \text{ mm}^2$).

Penyelesaian:

anggapan bahwa tulangan baja telah mencapai regangan luluh.

$$f_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{324,8} = 0,0043$$

$$f = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{150 \cdot 210} = 0,127 > f_{\min}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{401,92 \cdot 324,82}{0,85 \cdot 19,28 \cdot 150} = 53,11 \text{ mm}$$

$$z = \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(210 - \frac{53,11}{2} \right) = 183,45 \text{ mm}$$

Berdasarkan pada gaya tekan beton

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot z \\ &= 0,85 \cdot 19,28 \cdot 53,11 \cdot 150 \cdot 183,45 \cdot 10^{-6} \\ &= 23,95 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan pada gaya tarik tulangan baja

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot z \\ &= 401,92 \cdot 324,8 \cdot 183,45 \cdot 10^{-6} \\ &= 23,95 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Menentukan letak garis netral penampang adalah sebagai berikut: $a = \beta_1 \cdot c$, $\beta_1 = 0.85$ untuk $f'_c = 19.28$ MPa

$$\text{maka, } c = \frac{a}{0.85} = \frac{53.11}{0.85} = 62.483 \text{ mm}$$

dengan menggunakan segitiga sebangun pada diagram dicari regangan yang terjadi dalam tulangan baja tarik bila regangan beton mencapai 0,003.

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

jadi, $\epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \cdot 0,003 = \frac{(210 - 62,483)}{62,483} \cdot 0,003 = 0,007$

regangan luluh tulangan baja :

$$\epsilon_s = \frac{f_y}{E_s}$$

$$\epsilon_y = \frac{\frac{f_y}{E_s}}{E_s} = \frac{324,8}{200000} = 0,0016$$

$\epsilon_s = 0,007 > \epsilon_y = 0,0016$, jadi anggapan itu benar.

$$\begin{aligned} M_R &= \phi M_n \\ &= 0,8 \cdot 23,95 = 19,16 \text{ kNm.} \\ &= 195309 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

PERHITUNGAN KAPASITAS TAMPANG BENDA UJI D.

Balok persegi dengan $b = 150$ mm, $d = 210$ mm. $L = 1000$ mm.

Dari hasil kuat tarik baja tulangan didapat tegangan luluh rata-rata = $3248,17$ kg/cm² (dikonversikan menjadi $f_y = 324,8$

MPa), mutu beton sampel D $f'_c = 23,03$ MPa.

Digunakan Tulangan sebelah 2 $\phi 16$ ($A_s = 401,92$ mm²).

Penyelesaian:

anggapan bahwa tulangan baja telah mencapai regangan luluh.

$$r_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{324,8} = 0,0043$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{150 \cdot 210} = 0,127 > r_{\min}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{401,92 \cdot 324,82}{0,85 \cdot 23,03 \cdot 150} = 44,46 \text{ mm}$$

$$z = \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(210 - \frac{44,46}{2} \right) = 187,77 \text{ mm}$$

Berdasarkan pada gaya tekan beton

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot z \\ &= 0,85 \cdot 23,03 \cdot 44,46 \cdot 150 \cdot 187,77 \cdot 10^{-6} \\ &= 24,51 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan pada gaya tarik tulangan baja

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot z \\ &= 401,92 \cdot 324,8 \cdot 187,77 \cdot 10^{-6} \\ &= 24,51 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Menentukan letak garis netral penampang adalah sebagai berikut: $a = \beta_1 \cdot c$, $\beta_1 = 0,85$ untuk $f'_c = 23,03$ MPa

$$\text{maka, } c = \frac{a}{0,85} = \frac{44,46}{0,85} = 52,30 \text{ mm}$$

dengan menggunakan segitiga sebangun pada diagram dicari regangan yang terjadi dalam tulangan baja tarik bila regangan beton mencapai 0,003.

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

$$\text{jadi, } \epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \cdot 0,003 = \frac{(210 - 52,30)}{52,30} \cdot 0,003 = 0,009$$

regangan luluh tulangan baja :

$$\epsilon_s = \frac{f_y}{E_s}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{324,8}{200000} = 0,0016$$

$\epsilon_s = 0,009 > \epsilon_y = 0,0016$, jadi anggapan itu benar.

$$M_R = \phi Mn$$

$$= 0,8 \cdot 24,51 = 19,608 \text{ kNm.}$$

$$= 199876 \text{ kgcm}$$

PERHITUNGAN KAPASITAS TAMPANG BENDA UJI E.

Balok persegi dengan $b = 150 \text{ mm}$, $d = 210 \text{ mm}$, $L = 1000 \text{ mm}$.

Dari hasil kuat tarik baja tulangan didapat tegangan luluh rata-rata = $3248,17 \text{ kg/cm}^2$ (dikonversikan menjadi $f_y = 324,8$

MPa), mutu beton sampel E $f'_c = 16,37 \text{ MPa}$.

Digunakan Tulangan sebelah 2 $\emptyset 16$ ($A_s = 401,92 \text{ mm}^2$).

Penyelesaian:

anggapan bahwa tulangan baja telah mencapai regangan luluh.

$$f_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{324,8} \doteq 0,0043$$

$$f = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{150 \cdot 210} = 0,127 > f_{\min}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{401,92 \cdot 324,82}{0,85 \cdot 16,37 \cdot 150} = 62,55 \text{ mm}$$

$$z = \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(210 - \frac{64,35}{2} \right) = 178,725 \text{ mm}$$

Berdasarkan pada gaya tekan beton

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot z \\ &= 0,85 \cdot 16,37 \cdot 62,55 \cdot 150 \cdot 178,725 \cdot 10^{-6} \\ &= 23,33 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan pada gaya tarik tulangan baja

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot z \\ &= 401,92 \cdot 324,8 \cdot 178,725 \cdot 10^{-6} \\ &= 23,33 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Menentukan letak garis netral penampang adalah sebagai berikut: $a = \beta_1 \cdot c$, $\beta_1 = 0.85$ untuk $f'_c = 16.37$ MPa

$$\text{maka, } c = \frac{a}{0.85} = \frac{62.55}{0.85} = 73.58 \text{ mm}$$

dengan menggunakan segitiga sebangun pada diagram dicari regangan yang terjadi dalam tulangan baja tarik bila regangan beton mencapai 0,003.

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

jadi, $\epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \cdot 0,003 = \frac{(210 - 73,58)}{73,58} \cdot 0,003 = 0.0055$

regangan luluh tulangan baja :

$$\epsilon_s = \frac{f_y}{E_s}$$

$$\epsilon_y = \frac{\epsilon_y \cdot f_y}{E_s} = \frac{324,8}{200000} = 0,0016$$

$\epsilon_s = 0,0055 > \epsilon_y = 0,0016$, jadi anggapan itu benar.

$$\begin{aligned} M_R &= \phi M_n \\ &= 0,8 \cdot 23,21 = 18,568 \text{ kNm.} \\ &= 190253,35 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

PERHITUNGAN KAPASITAS TAMPANG BENDA UJI F.

Balok persegi dengan $b = 150 \text{ mm}$, $d = 210 \text{ mm}$, $L = 1000 \text{ mm}$.

Dari hasil kuat tarik baja tulangan didapat tegangan luluh rata-rata = $3248,17 \text{ kg/cm}^2$ (dikonversikan menjadi $f_y = 324,8$

MPa), mutu beton sampel F $f'_c = 18,29 \text{ MPa}$.

Digunakan Tulangan sebelah 2 $\phi 16$ ($A_s = 401,92 \text{ mm}^2$).

Penyelesaian:

anggapan bahwa tulangan baja telah mencapai regangan luluh.

$$f_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{324,8} = 0,0043$$

$$f = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{150 \cdot 210} = 0,127 > f_{\min}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{401,92 \cdot 324,82}{0,85 \cdot 18,29 \cdot 150} = 55,98 \text{ mm}$$

$$z = \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(210 - \frac{55,98}{2} \right) = 182,01 \text{ mm}$$

Berdasarkan pada gaya tekan beton

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot z \\ &= 0,85 \cdot 18,29 \cdot 55,98 \cdot 150 \cdot 182,01 \cdot 10^{-6} \\ &= 23,76 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan pada gaya tarik tulangan baja

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot z \\ &= 401,92 \cdot 324,8 \cdot 182,01 \cdot 10^{-6} \\ &= 23,76 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Menentukan letak garis netral penampang adalah sebagai berikut: $a = \beta_1 \cdot c$. $\beta_1 = 0,85$ untuk $f'_c = 18,29$ MPa

$$\text{maka, } c = \frac{a}{0,85} = \frac{55,98}{0,85} = 65,86 \text{ mm}$$

dengan menggunakan segitiga sebangun pada diagram dicari regangan yang terjadi dalam tulangan baja tarik bila regangan beton mencapai 0,003.

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

$$\text{jadi, } \epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \cdot 0,003 = \frac{(210 - 65,86)}{65,86} \cdot 0,003 = 0,0065$$

regangan luluh tulangan baja :

$$\epsilon_s = \frac{f_y}{E_s}$$

$$\epsilon_y = \frac{\epsilon_y \cdot f_y}{E_s} = \frac{324,8}{200000} = 0,0016$$

$\epsilon_s = 0,0065 > \epsilon_y = 0,0016$, jadi anggapan itu benar.

$$M_R = \phi M_n$$

$$= 0,8 \cdot 23,76 = 19,0065 \text{ kNm.}$$

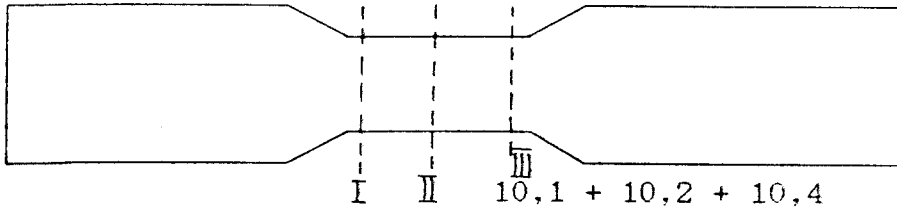
$$= 193759 \text{ kgcm}$$

PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA

Diameter rata-rata \varnothing 16 mm hasil pembubutan

10,1 : 10,2 : 10,4

I : II : III



$$\text{Diameter rata-rata} = \frac{10,1 + 10,2 + 10,4}{3} = 10,23 \text{ mm}$$

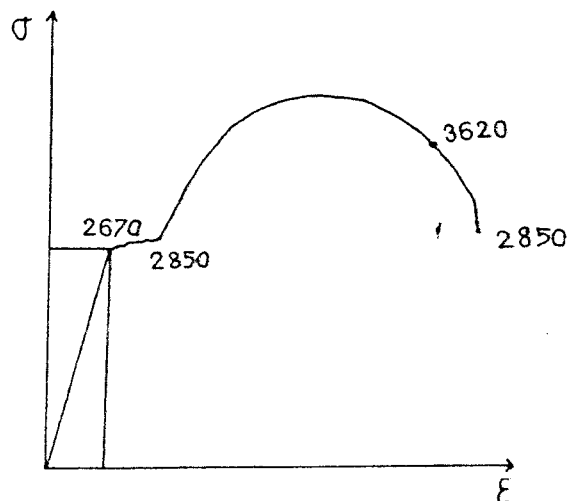
$$\varnothing 10,23 \text{ mm} \times 5 = 51,16 \text{ mm}$$

$$\text{Luas } \varnothing 10,23 \text{ mm} = 82,2 \text{ mm}^2 = 0,822 \text{ mm}^2$$

Pembacaan beban leleh pada mesin uji = 2670 kg

$$\text{Tegangan Leleh} = \frac{P}{A} = \frac{2670}{0,822} = 3248,17 \text{ kg/cm}^2$$

GRAFIK HASIL UJI TARIK BAJA



PERHITUNGAN SENGGANG BENDA UJI

$$V_{u\text{maks}} = P/2 = 5314,94 \text{ kg} = 52,14 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_c &= (1/6 \cdot f'c) \cdot bw \cdot d \\ &= (1/6 \cdot 14,525) \cdot 150 \cdot 210 \cdot 10^{-3} \\ &= 20,008 \text{ kN} \end{aligned}$$

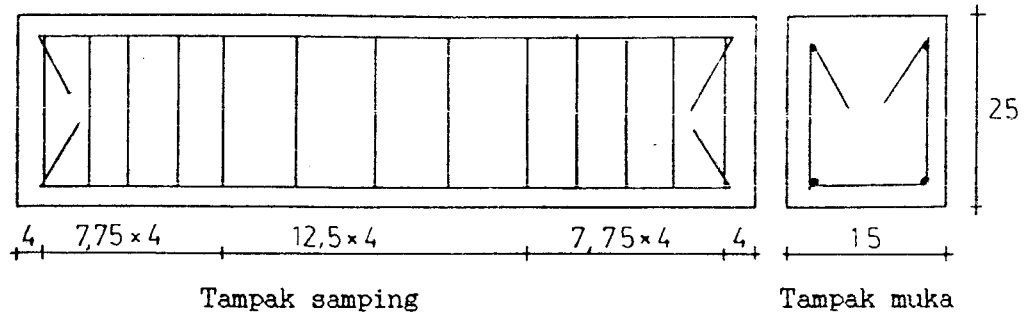
$$\begin{aligned} 1/2 \phi_c &= 1/2 \cdot 0,6 \cdot 20,008 \\ &= 6,0026 \text{ kN} \end{aligned}$$

$V_u > 1/2 \phi V_c$ —? diperlukan pemasangan sengkang ditempat
dukungan.

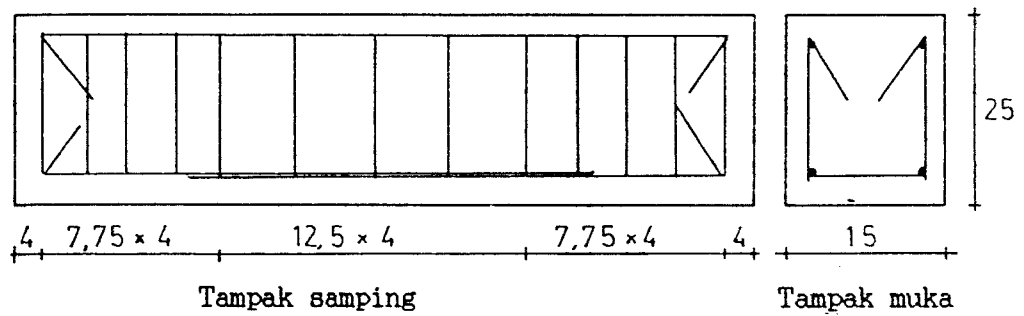
$$V_s = \frac{V_u}{\phi} = \frac{52,14}{0,6} - 20,008 = 66,892 \text{ kN}$$

Jarak sengkang

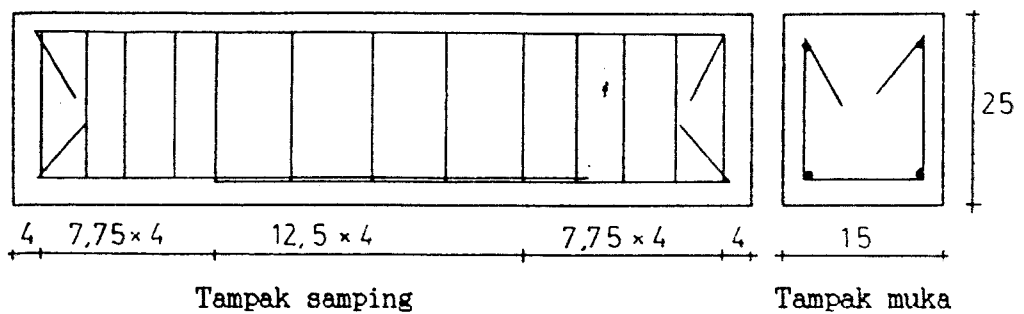
$$\begin{aligned} s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{56,55 \cdot 324,8 \cdot 210 \cdot 10^{-3}}{66,892} \\ &= 77,86 \text{ mm} \end{aligned}$$



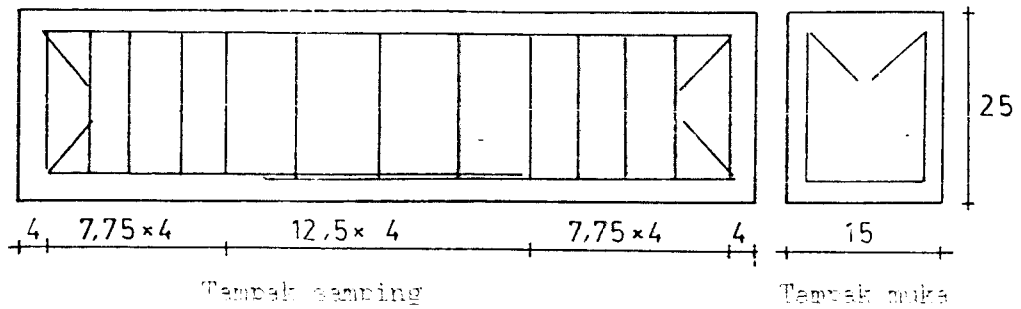
Gambar L.1. Benda uji A tanpa sambungan lewatan



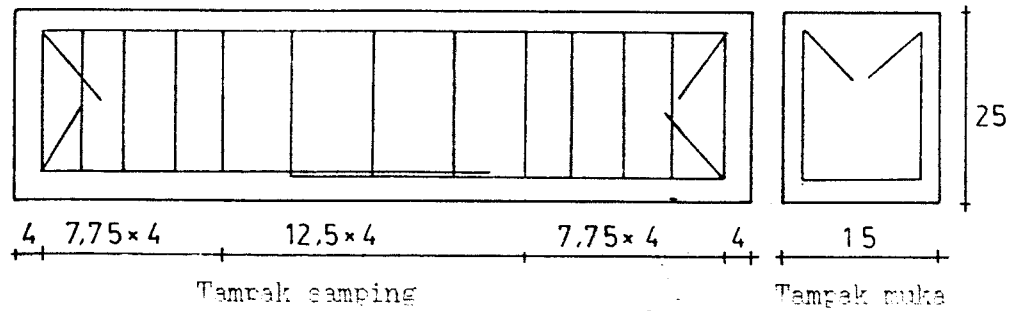
Gambar L.2. Benda uji B dengan panjang sambungan lewatan 60 cm



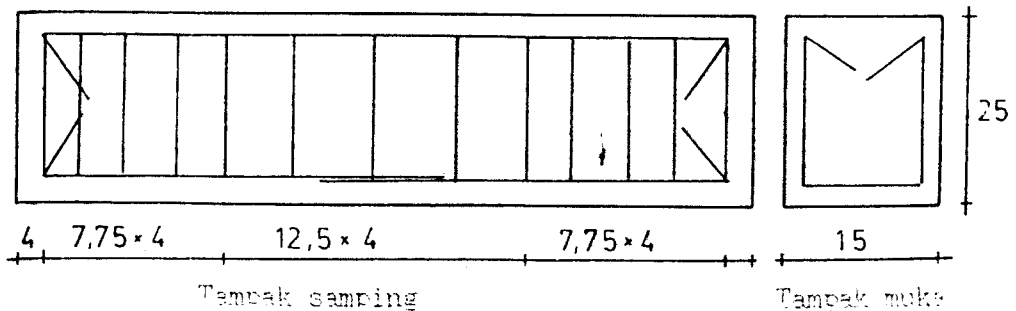
Gambar L.3. Benda uji C dengan panjang sambungan lewatan 50 cm



Gambar L.4. Benda uji D dengan panjang sambungan
lewatan 45 cm



Gambar L.5. Benda uji E dengan panjang sambungan
lewatan 35 cm



Gambar L.6. Benda uji F dengan panjang sambungan
lewatan 25 cm



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

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
S A D I N O	90310166		KONSTRUKSI
HARISUDI WALUYO	90310085		KONSTRUKSI

Pembimbing I : IR. SUBASTRAWAN, MS.

Pembimbing II : IR. A. KHADIR ABDE, MS.

1

2

Yogyakarta, 01 NOPEMBER 1995
Dekan,



AN.
KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL,

(IR. BAMBANG ELLISTIONO, MSCE).

CATATAN-KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke:	KETERANGAN	Para
1	29/11/95 1-12-95 19-12-95 11-04-96 20-04-96 20-04-96 13-05-96 28/05/96		Proposal aca Fee. <u>SMS</u> Disetujui untuk ganti judul → perubahan perubahan + penambahan perubahan perubahan - perubahan - pembahasan bab sembilan - Pembahasan & rekomendasi dapat di lanjutkan ke Posum	M Jus M M M M M
1/6 96			Revisi bab I. Per bar. <u>SMS</u>	M