

TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMEN

PERILAKU BETON BOX
DENGAN DIMENSI BERBEDA

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



Disusun oleh :

Esha Rahmanshah Abrar

No. Mhs : 98 511 205

Tulus Dwi Purwanto

No. Mhs : 98 511 263

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2003

TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMEN

PERILAKU BETON BOX
DENGAN DIMENSI BERBEDA

Disusun oleh :

Esha Rahmanshah Abrar

No. Mhs : 98 511 205

Tulus Dwi Purwanto

No. Mhs : 98 511 263

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Suharyatmo, MT.

Dosen pembimbing I

Tanggal :


28/10/03

Ir. H. A Kadir Aboe, MS.

Dosen pembimbing II

Tanggal :


28/10 - 03

“ Apakah sama orang yang mengetahui dengan yang tidak tahu sama sekali, Hanyalah orang yang berpikiran tajam yang dapat menerima peringatan “

[Qs. Az. Zumar (39), 9]

“ Sesungguhnya bersama kesukaran pasti ada kemudahan, karena itu bila suatu tugas mulailah dengan sungguh – sungguh. Hanyalah kepada Tuhanmu hendaknya berharap “

[Qs. Asy Syarh (94), 6 – 8]

**TUGAS AKHIR INI KU
PERSEMBAHKAN**

UNTUK

**AYAH, IBU, ADIK - ADIKU YANG
TERCINTA DAN SAUDARA-
SAUDARAKU YANG SELALU
MENDUKUNGKU**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul PERILAKU BETON BOX DENGAN DIMENSI BERBEDA

Laporan tugas akhir ini kami susun untuk memenuhi persyaratan Yudisium Strata-I di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII. Kami menyadari bahwa dalam menyelesaikan laporan ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan – keterbatasan kami. Oleh karena itu perlu adanya saran – saran yang konstruktif guna sempurnanya laporan ini.

Atas bantuan dan bimbingan berbagai pihak sehingga laporan ini dapat selesai, maka dalam kesempatan yang baik ini kami ucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah banyak memberikan nikmat yang tak terhingga kepada penyusun,
2. Nabi Muhammad SAW, senantiasa salam dan shalawat selalu tercurah kepada beliau dan keluarganya,
3. Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII,

4. Ir. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sipil dan Perencanaan, UII,
5. Ir. H. Suharyatmo, MT. selaku dosen pembimbing I penyusunan laporan tugas akhir,
6. Ir. H. A. Kadir Aboe, MS. selaku dosen pembimbing II penyusunan laporan tugas akhir,
7. Keluargaku tercinta Bapak, Ibu, Kakak dan Adik yang selalu memberikan dorongan baik materiil maupun spirituil sehingga dapat menyusun laporan ini.
8. Rekan – rekan Teknik Sipil UII angkatan 98, terutama kelas D.
9. Pihak – pihak yang telah memberikan dorongan dan motifasi sehingga terselesainya laporan ini yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Semoga apa yang kami susun dapat memberi manfaat khususnya bagi penyusun dan umumnya bagi pembaca, Amien.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, September 2003

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III LANDASAN TEORI	6
3.1 Beton bertulang	6
3.2 Kapasitas lentur penampang persegi beton bertulang tunggal ...	8

3.3	Pembatasan penulangan tarik.....	10
3.4	Kapasitas lentur penampang persegi beton bertulang rangkap ..	10
3.5	Hubungan beban – lendutan.....	13
3.6	Beban Batas Plastis	15
3.7	Kekakuan struktur.....	16
3.8	Hipotesa.....	17
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....		18
4.1	Tinjauan umum	18
4.2	Persiapan bahan dan alat	18
4.2.1	Bahan.....	18
4.2.2	Peralatan penelitian	19
4.3	Model benda uji.....	24
4.4	Pembuatan benda uji	27
4.5	Pengujian benda uji.....	28
4.5.1	Pengujian kuat tarik baja.....	28
4.5.2	Pengujian kuat desak beton.....	30
4.5.3	Pengujian kuat tekan beton box	31
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		32
5.1	Hasil Pengujian Pendahuluan.....	32
5.2	Hasil pengujian kuat tekan beton box	35
5.2.1	Hubungan Beban-Lendutan dari Hasil Pengujian.....	36
5.2.2	Perbandingan Beban-Lendutan Teoritis dan Uji.....	40
5.2.3	Hubungan Momen dan Lendutan.....	42

5.2.4 Analisis data Hubungan Beban dengan Lendutan	43
5.3 Pembahasan.....	43
5.3.1 Kuat Tekan Beton Box Berdasarkan Hubungan Beban dan Lendutan.....	43
5.3.2 Perbandingan Beban-Lendutan Teoritis dan Uji.....	45
5.3.3 Kekakuan Ditinjau dari Hubungan Beban dan LEndutan.....	45
5.4 Analisis Kerusakan pada Benda Uji.....	46
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
6.1 Kesimpulan	47
6.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN – LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1** Diagram Analisis Balok Bertulang Tunggal.
- Gambar 3.2** Diagram Analisis Balok Bertulang Rangkap.
- Gambar 3.3** Lendutan pada Struktur Beton Box.
- Gambar 3.4** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan pada Struktur Beton Bertulang.
- Gambar 3.5** Hubungan Antara Beban (P) dan Lendutan (Δ).
- Gambar 4.1** Mesin Uji Kuat Tarik.
- Gambar 4.2** *Loading Frame.*
- Gambar 4.3** *Dial Gauge.*
- Gambar 4.4** *Hdraulic Jack.*
- Gambar 4.5** Mesin Aduk Beton.
- Gambar 4.6** Model Benda Uji I dan II.
- Gambar 4.7** Model Benda Uji III dan IV.
- Gambar 4.8** Model Benda Uji V dan VI.
- Gambar 4.9** Model Benda Uji VII dan VIII.
- Gambar 4.10** Model Sampel Kuat Tarik.
- Gambar 4.11** Model Sampel Kuat Desak Beton.
- Gambar 4.12** Letak Pembebanan
- Gambar 5.1** Grafik Regangan – Tegangan Beton.

- Gambar 5.2** Grafik Regangan – Tegangan Baja Tulangan.
- Gambar 5.3** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dial 1.
- Gambar 5.4** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dial 2.
- Gambar 5.5** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dial 3.
- Gambar 5.6** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dial 4.
- Gambar 5.7** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dimensi Sama
- Gambar 5.8** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dimensi Berbeda
- Gambar 5.9** Grafik Perbandingan Beban Teoritis dan PengujianI
- Gambar 5.10** Grafik Perbandingan Lendutan Pengujian dan Teoritis
- Gambar 5.11** Grafik Hubungan Momen dan Lendutan Dimensi Sama
- Gambar 5.12** Grafik Hubungan Momen dan Lendutan Dimensi Berbeda
- Gambar 5.13** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kuat Desak Silinder Beton.

Tabel 5.2 Pencarian Standar Deviasi Pengujian Sampel Beton.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan.

Tabel 5.4 Klasifikasi Mutu Baja

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Struktur Beton Box.

Tabel 5.6 Dta Hubungan Beban-LEndutan Teoritis dan Pengujian

Tabel 5.7 Analisis Kekakuan dari Hubungan Beban dan Lendutan.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I** : Hasil Uji SSD, MHB, Berat Jenis Agregat, Nilai Faktor Kemungkinan.
- Lampiran II** : Hasil Uji Kuat Desak Beton.
- Lampiran III** : Hasil Uji Kuat Tarik Baja.
- Lampiran IV** : Perhitungan Mix Design.
- Lampiran V** : Perhitungan Beban Secara Teoritis.
- Lampiran VI** : Data pengujian Kuat Tekan Benda Uji
- Lampiran VII** : Hubungan Lendutan Uji dan Teoritis.
- Lampiran VIII** : Foto Penelitian

DAFTAR NOTASI

A_s	Jumlah luas tulangan baja.
a	Tinggi blok tegangan tekan beton
B	Lebar benda uji
c	Letak garis netral
d	Tinggi efektif
E_c	Modulus elastisitas
F_y	Tegangan leleh baja
f_c'	Mutu beton rencana
f_c	Kuat tekan yang disyaratkan
f_c	Kuat tekan masing – masing benda uji
f_{cm}	Kuat tekan rata-rata semua benda uji
F_r	Tegangan tarik maksimal
H	Tinggi benda uji
I	Momen inersia
k	Faktor yang tergantung pada nilai kemungkinan
L	Panjang
M_n	Momen nominal
N	Jumlah benda uji.
P_u	Beban Ultimit

Sd	Deviasi standar
Yt	Panjang dari garis netral
ϵ_s	Regangan baja
Δ	Lendutan

INTI SARI

Struktur beton box banyak digunakan pada jembatan. Adanya beban berjalan yang disebabkan oleh kendaraan yang besar, struktur beton box yang bentangnya panjang sering mengalami kerusakan karena tidak mampu menahan beban yang besar. Penelitian ini merupakan usaha untuk mengetahui perilaku kuat tekan beton box dengan melihat hubungan beban dan lendutan ($P-\Delta$) serta kekakuan struktur beton box.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan struktur beton box tanpa tulangan dengan panjang 50 cm menerima beban 15 kN, sedangkan dengan tulangan menerima beban 40 kN. Kuat tekan struktur beton box dengan menggunakan tulangan dimana panjang bentang 75 cm mampu menerima beban 27 kN, sedangkan dengan panjang 100 cm mampu menerima beban 18 kN. Kekakuan struktur beton box dengan panjang 50 cm tanpa tulangan memiliki kekakuan rata-rata 4,993134 kN/mm sedangkan dengan tulangan memiliki kekakuan rata-rata 5,067227 kN/mm, panjang 75 cm memiliki kekakuan rata-rata 1,70458 kN/mm, panjang 100 cm memiliki kekakuan rata-rata 0,84228 kN/mm. Dari pengujian kami maka dapat disimpulkan bahwa struktur beton tanpa tulangan menerima beban lebih kecil daripada yang menggunakan tulangan sedangkan struktur beton box dengan panjang lebih besar mampu menerima beban lebih kecil daripada bentang pendek. Struktur beton box dengan panjang sama memiliki kekakuan rata-rata yang relatif sama sedangkan struktur beton box dengan panjang kecil memiliki kekakuan rata-rata lebih tinggi disbanding panjang yang besar

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton didapat dari pencampuran bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Beton mempunyai nilai desak yang tinggi dibandingkan nilai tariknya dan merupakan bahan yang bersifat getas, maka baja tulangan digunakan untuk menahan kuat tariknya. Dengan adanya kerja sama antara beton dan baja tulangan maka dinamakan beton bertulang.

Beton bertulang banyak kita jumpai dalam dunia konstruksi baik dalam bangunan gedung, jembatan, dinding penahan dan lain-lain. Dewasa ini dengan adanya kemajuan teknologi dalam beton maka dimungkinkan untuk memperoleh bentuk penampang yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan yang digunakan.

Dengan semakin meningkatnya tuntutan akan sifat ekonomis tanpa mengurangi nilai kekuatan maka salah satu alternatif adalah menggunakan beton bertulang yang berongga. Beton bertulang yang berongga bentuknya bermacam-macam, mulai dari yang bulat hingga persegi. Salah satu beton bertulang persegi berongga atau box beton sering digunakan sebagai gorong-gorong yang berfungsi sebagai jalur penghubung jalan atau jembatan yang ditempatkan dibawah tanah.

Dengan keadaan Indonesia yang terus berkembang dan semakin meningkatnya aktifitas manusia maka peranan jembatan sangat penting dalam transportasi. Jembatan mempunyai ukuran yang berbeda sesuai dengan kedalaman dan lebar sungai. Oleh karena melihat sungai yang mempunyai lebar dan kedalaman yang berbeda maka kita perlu mengaji menggunakan struktur jembatan beton bentuk box dengan panjang berbeda.

1.2 Rumusan masalah

Beban terpusat dari beban hidup yang berjalan sangat mempengaruhi perilaku dan kekuatan struktur beton box sehingga kita perlu mempelajari bagaimana perilaku struktur beton box untuk mendapatkan kekuatan dengan membandingkan panjang bentang struktur beton box.

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku struktur beton box sehingga dapat diketahui hubungan beban dan lendutan, beban maksimal yang diterima beton box serta kekakuan struktur beton box.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui :

1. Kerusakan yang terjadi pada struktur beton box.
2. Beban maksimal yang dapat di dukung beton box.

3. Sebagai salah satu pertimbangan dalam perencanaan bangunan jembatan apabila menggunakan struktur beton box.

1.5 Batasan penelitian

Penelitian ini ditujukan menggunakan beton normal dengan tulangan polos. Agar penelitian tidak terlalu luas dan lebih terarah maka batasan penelitian ini adalah :

1. Desain campuran beton menggunakan metode ACI
2. Nilai slump yang direncanakan adalah 5 - 7,5 cm.
3. Semen yang digunakan semen nusantara.
4. Agregat terbesar yang digunakan adalah 20 mm
5. Mutu beton yang digunakan dengan $f_c' = 25$ Mpa.
6. Tulangan yang digunakan tulangan polos dengan diameter 6 mm dengan $f_y = 240$ Mpa.
7. Pengujian pendahuluan meliputi kuat desak beton silinder dan tarik baja.
8. Pengujian kuat tekan pada benda uji yang menggunakan pembebanan statis secara bertahap setelah berumur 28 hari.
9. Penelitian ini meninjau kuat lentur beton box.
10. Tanpa dukungan lateral.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Istimawan Dipohusodo, (1999). Pendekatan dan pengembangan metode perencanaan kekuatan didasarkan atas anggapan – anggapan sebagai berikut :

1. Bidang penampang rata sebelum terjadi lenturan, setelah terjadi lenturan bidang tetap rata tegak lurus pada sumbu bujur balok (*Prinsip Bernoulli*) sehingga regangan dalam penampang komponen struktur terdistribusi linier atau sebanding lurus terhadap jarak ke garis netral (*Prinsip Navier*).
2. Tegangan sebanding dengan regangan hanya sampai pada kira-kira beban sedang. Apabila tegangan yang timbul tidak sebanding lagi dengan regangan sehingga mengakibatkan distribusi tegangan tekan tidak linier lagi. Tegangan tekan maksimum sebagai kuat tekan lentur beton pada umumnya tidak terjadi pada serat tepi tekan terluar, tetapi agak masuk ke dalam.
3. Dalam memperhitungkan kapasitas momen ultimit komponen struktur, kuat tarik beton diabaikan (tidak diperhitungkan) dan seluruh gaya tarik dilimpahkan pada tulangan baja tarik.

Salmon Jonhson, (1994). Metode tekanan kerja menekankan perbedaan antara kekuatan dan kelayanan . Kekuatan berhubungan dengan keruntuhan akibat

kelebihan beban. Kelayakan berhubungan dengan penampilan yang memuaskan yang dinyatakan dalam :

1. Lendutan yang berada dibawah batas kondisi dimana unsur-unsur non struktural tidak mengalami kerusakan.
2. Pengendalian retak agar tidak kelihatan supaya mencegah masuk air yang bisa mengakibatkan berkaratnya baja atau memburuknya beton.

Edward G. Nawy, (1990). Kemampuan layan (*Serviceability*) suatu ditentukan struktur oleh lendutan, retak, korosi tulangan dan rusaknya permukaan betonya. Rusaknya permukaan dapat dikurangi dengan kontrol yang baik pada waktu pengadukan , pengecoran dan perawatan beton.

Ferdinanad L. Singer, (1985). Mengatakan kekuatan bahan berkaitan dengan hubungan antara gaya luar yang bekerja dan pengaruhnya terhadap gaya dalam benda. Sifat bahan suatu stuktur mempengaruhi pemilihan dan ukuran yang memenuhi kekuatan dan kekakuan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan gabungan dari dua jenis bahan yaitu campuran beton yang memiliki kuat desak tinggi tetapi kuat tarik rendah. Dan batang baja yang ditanamkan dalam beton bertujuan untuk memberikan kuat tarik yang diperlukan. Beton dan baja dapat bekerja sama atas dasar beberapa alasan yaitu (Istimawan Dipohosodo, 1999) :

1. Lekatan yang sempurna antara beton dan baja tulangan yang membungkusnya sehingga tidak terjadi pengelinciran.
2. Campuran beton mempunyai sifat kedap air sehingga mampu melindungi baja tulangan dari karat.
3. Angka kecepatan memuai yang hampir serupa yaitu 0,00001-0,00003 untuk beton, dan 0,000012 untuk baja per-derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) sehingga tegangan antara baja dan beton yang dapat diabaikan.

Untuk mendapatkan mutu beton yang baik, disamping mendesain campuran beton secara baik dan teliti, perlu juga diperhatikan faktor-faktor dibawah ini (Kardiyono, 1992) :

1. Faktor air semenFaktor air semen ialah perbandingan berat air dan berat semen didalam campuran beton.Jika air semen dalam campuran beton terlalu banyak atau sedikit akan mempengaruhi kualitas beton.

2. Umur beton

Kekuatan beton akan bertambah sejalan dengan bertambahnya umur beton. Umur beton yang disyaratkan yaitu umur 28 hari.

3. Pengaruh agregat

Pengaruh agregat terutama dilihat dari bentuk agregat, permukaan dan ukuran agregat

Kuat desak beton umumnya merupakan faktor penting dalam hitungan perancangan kekuatan struktur, variasi kuat desak beton ini terjadi dari adukan ke adukan, maupun dari dalam satu adukan itu sendiri. Perbedaan kuat desak itu terjadi akibat bervariasinya kualitas dan kuantitas bahan yang dipakai, selain faktor kualitas dan kuantitas kuat desak individu benda uji berbeda juga karena perbedaan cara pengambilan contoh adukan dan cara pemadatan.

Rumus – rumus yang digunakan dalam menghitung kuat desak yang disyaratkan yaitu (Kardiyono, 1992) :

$$f'c = fcm - k \cdot Sd \quad (3.1)$$

$f'c$ = Kuat desak yang disyaratkan

fcm = Kuat desak rata-rata semua benda uji

k = Faktor yang tergantung pada nilai kemungkinan.

Sd = Deviasi standar

$$Sd = \left[\frac{(fc - fcm)^2}{n - 1} \right]^{0.5} \quad (3.2)$$

fc = Kuat desak masing – masing benda uji

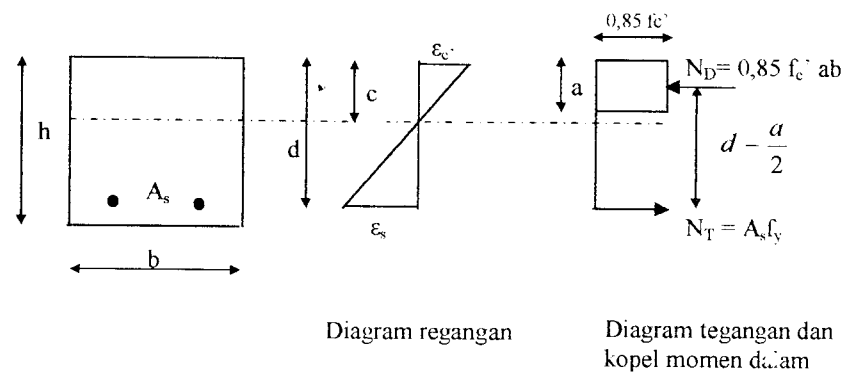
n = Jumlah benda uji.

Sedangkan besar modulus elastis beton normal (E_c) dihitung dengan rumus (Kardiyono, 1992) :

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \quad (3.3)$$

3.2 Kapasitas Lentur Penampang Persegi Beton Bertulang Tunggal

Kapasitas momen nominal beton bertulang tunggal dapat dilakukan dengan mengasumsikan luas tulangan baja tarik telah leleh seperti tampak pada gambar 3.1 (Istimawan Dipohosodo, 1999)



Gambar 3.1 Diagram analisis balok bertulang tunggal

Dengan mengangap bahwa tulangan tarik leleh maka dengan persamaan keseimbangan gaya $\sum F = 0$, maka Gaya dalam untuk beton tekan (N_D) = Gaya dalam untuk baja tarik (N_T) sehingga dapat ditulis pada persamaan 3.4

$$(0,85 f'_c) a \cdot b = A_s f_y \quad (3.4)$$

Tinggi blok tegangan tekan beton (a) dapat dihitung dengan persamaan 3.5

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \quad (3.5)$$

Letak atau posisi garis netral dari serat tekan sisi atas (c) dapat dihitung dengan persamaan 3.6

$$c = \frac{a}{\beta} \quad (3.6)$$

dengan :

$$\beta = 0,85 \text{ untuk beton } \leq 30 \text{ MPa}$$

$$f_c' = \text{Mutu beton.}$$

$$f_y = \text{Tegangan leleh}$$

$$A_s = \text{Jumlah luas tulangan baja.}$$

Untuk mengecek kebenarannya digunakan perbandingan segitiga sebangun diagram regangan pada gambar 3.1, maka dapat dilihat pada persamaan 3.7

$$\frac{0,003}{c} = \frac{\varepsilon_s}{(d-c)} \quad (3.7)$$

dimana :

$$d = \text{tinggi efektif}$$

$$\varepsilon_s = \text{regangan baja}$$

Menghitung momen nominal (M_n) berdasarkan pada gaya beton tekan dapat ditulis pada persamaan 3.8

$$M_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (3.8)$$

Menghitung momen nominal (M_n) berdasarkan pada gaya tarik baja tulangan dapat ditulis pada persamaan 3.9

$$Mn = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (3.9)$$

3.3 Pembatasan Penulangan Tarik

Dalam penampang beton bertulang mengenal dua kegagalan yaitu kegagalan akibat tulangan berlebihan (over reinforced) dan tulangan kurang (under reinforce). Di dalam perencanaan lebih baik kita menggunakan tulangan kurang (under reinforce) karena kegagalan ini akan diawali dengan lelehnya baja tulangan tarik yang berlangsung secara perlahan, sehingga memberikan tanda-tanda keruntuhan untuk itu.

Maka dari itu SK SNI T-15-1991-03 menetapkan bahwa rasio penulangan maksimal (ρ_{maks}) = 0,75 rasio penulangan seimbang (ρ_b) dan rasio minimum

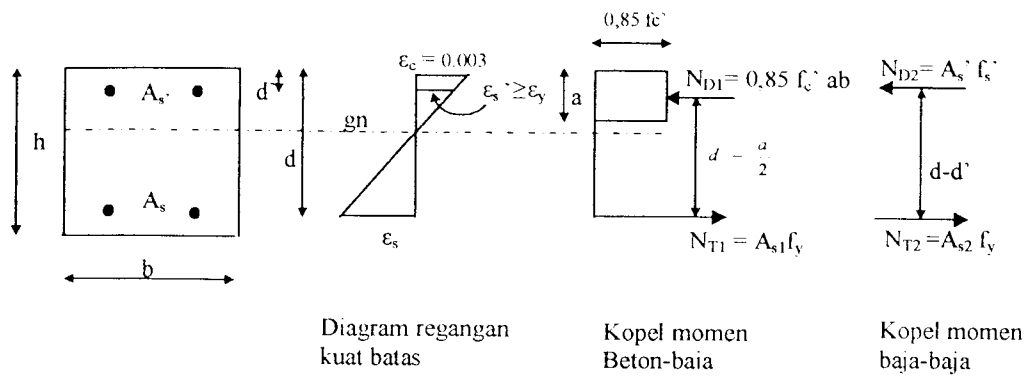
$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (3.10)$$

Dimana :

$$\rho_b = \frac{0,85 \beta \cdot f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (3.11)$$

3.4 Kapasitas Lentur Penampang Persegi Beton Bertulang Rangkap

Kapasitas momen nominal balok beton bertulang rangkap dapat dilakukan dengan terlebih dahulu mengasumsikan luas tulangan baja tekan (A_s') dan baja tarik (A_s) telah mencapai regangan luluh ($\epsilon_s \geq \epsilon_y$) pada saat regangan tekan beton (ϵ_c) telah mencapai regangan maksimum sebesar 0,003 seperti tampak pada gambar 3.2 (Istimawan Dipohosodo, 1999)



Gambar 3.2 Diagram analisis balok bertulang rangkap

Tegangan baja tarik dan baja tekan telah luluh ($f_s = f_s' = f_y$) pada kondisi ini

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} \text{ dimana } A_{s2} = A_{s'}$$

Gaya dalam untuk beton tekan (N_{D1}) dihitung menurut persamaan 3.12

$$N_{D1} = 0,85 f_c' ab \quad (3.12)$$

Gaya dalam baja untuk baja tekan (N_{D2}) dihitung menurut persamaan 3.13

$$N_{D2} = A_{s'} f_y \quad (3.13)$$

Gaya dalam untuk baja tarik (N_T) dihitung menurut persamaan 3.14

$$N_T = A_s f_y \quad (3.14)$$

Persamaan keseimbangan untuk balok beton bertulang rangkap adalah :

$$N_{D1} + N_{D2} = N_T \quad (3.15)$$

Dari persamaan 3.15 diatas dapat diuraikan menjadi persamaan 3.16 yaitu :

$$0,85 f_c' ab + A_{s'} f_y = A_s f_y \quad (3.16)$$

Tinggi blok tegangan tekan beton untuk balok normal (a) dapat dihitung dengan persamaan 3.17

$$a = \frac{(A_s - A_s')f_y}{0,85f_c'b} \quad (3.17)$$

Letak atau posisi garis netral dari serat tekan terluar untuk balok normal (a) dapat dihitung dengan persamaan 3.18

$$c = \frac{a}{\beta_1} \quad (3.18)$$

Kontrol kebenaran asumsi diatas dilakukan dengan pemeriksaan regangan pada baja tulangan tekan (ϵ_s) dan tarik (ϵ_s) menggunakan persamaan 3.19 dan 3.20

$$\epsilon_{s'} = 0,003 \frac{c - d'}{c} \quad (3.19)$$

$$\epsilon_s = 0,003 \frac{d - c}{c} \quad (3.20)$$

Jika asumsi awal yang digunakan salah, maka kondisi tulangan baja tekan belum luluh ($\epsilon_{s'} < \epsilon_y$) sedangkan baja tarik telah luluh ($\epsilon_s \geq \epsilon_y$) pada saat regangan beton mencapai 0,003 maka Letak garis netral pada balok normal (c) dihitung dari keseimbangan gaya-gaya horizontal ($\sum H = 0$) pada persamaan berikut :

$$N_{D1} + N_{D2} = N_T \quad (3.21)$$

$$0,85 f_c' a \cdot b + A_s' f_{s'} = A_s f_y \quad (3.22)$$

Tinggi blok tegangan tekan beton normal (a) dan tegangan luluh baja tekan ($f_{s'}$) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$a = \beta c \quad (3.23)$$

$$f_{s'} = \epsilon_{s'} E_s = \frac{(c - d')0,003}{c} E_s \quad (3.24)$$

dengan : E_s = Modulus elastistas baja = 200.000 Mpa

dari substitusi persamaan 3.16, 3.21 dan 3.24 dapat digunakan persamaan :

$$A_s f_y = 0,85 b c f_c \beta + 0,003 \frac{c - d'}{c} E_s A_s \quad (3.25)$$

jika persamaan 3.25 dikalikan dengan c didapat persamaan 3.26

$$A_s f_y c = 0,85 b c^2 f_c \beta + 0,003 \frac{c - d'}{c} E_s A_s c - 0,003 d' E_s A_s \quad (3.26)$$

dari persamaan 3.26 dimasukan nilai modulus elastis baja (E_s) sehingga didapatkan persamaan 3.27.

$$(0,85 f_c b \beta_1) c^2 + (600 A_s - A_s f_y) - 600 d' A_s = 0 \quad (3.27)$$

Kapasitas momen nominal balok normal M_n dihitung dengan persamaan 3.28

$$M_n = 0,85 f_c a b \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_s f_y (d - d') \quad (3.28)$$

3.5 Hubungan Beban – Lendutan

Untuk menghitung lendutan pada struktur beton box dengan sistem pembebanan terpusat pada gambar 3.3 dengan mengangap ujung - ujung bentang jepit pada struktur beton box, maka lendutanya sebagai berikut (Ferdinanad L. Singer, 1985) :

$$\Delta_1 = \frac{ML^2}{16EI} \quad (3.29)$$

$$\Delta_2 = \frac{PL^3}{192EI} \quad (3.30)$$

$$\Delta_3 = \frac{ML^2}{9\sqrt{3}EI} \quad (3.31)$$

Dimana:

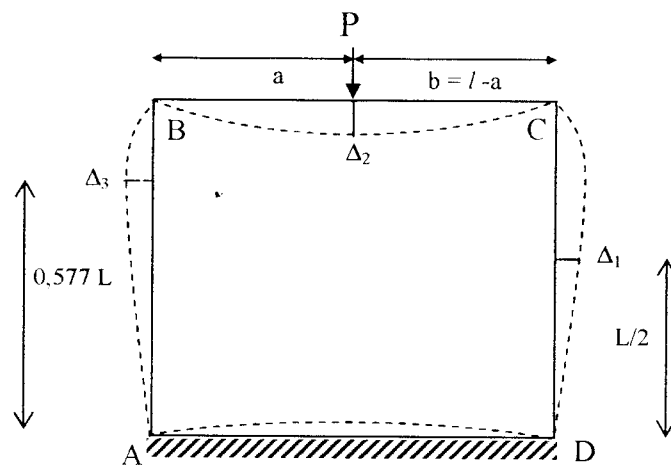
Δ = Lendutan

P = Beban

L = Panjang

E = Modulus elastis

I = Momen inersia



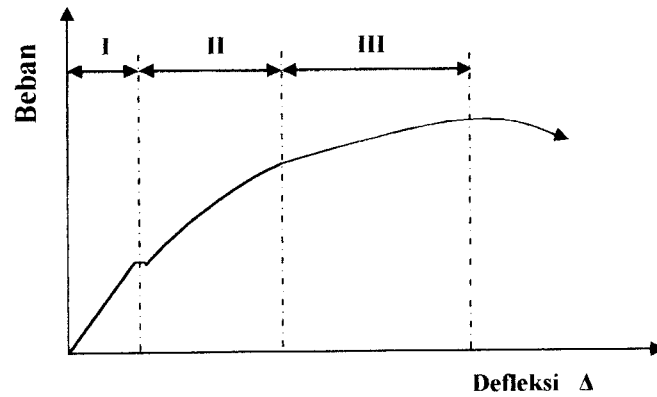
Gambar 3.3 Lendutan pada struktur beton *box*

Mengacu pada (Nawy,1990) hubungan (beban – lendutan) beton bertulang dapat ditunjukkan pada gambar 3.4 dimana terdiri dari tiga daerah.

Daerah I : Taraf praretak dimana batang – batang strukturalnya bebas retak

Daerah II : Taraf pascaretak dimana batang – batang strukturalnya mengalami retak terkontrol yang masih dapat diterima baik distribusi maupun lebarnya.

Daerah III : Taraf pasca-serviceability dimana tegangan pada tulangan tarik sudah mencapai tegangan lelehnya

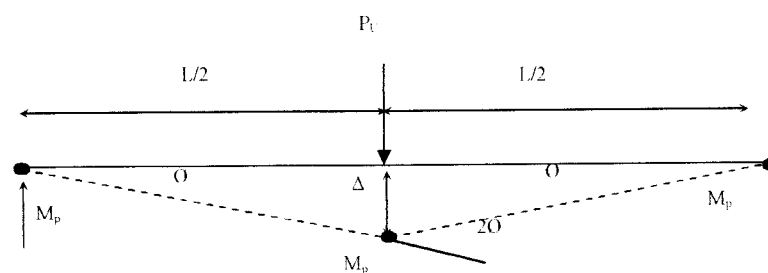


Gambar 3.4 Grafik hubungan beban dan defleksi pada beton bertulang

3.6 Beban Batas Plastis

Analisis plastis dapat diterapkan untuk mendapatkan beban batas plastis (P_u) dalam suatu analisis terhadap suatu struktur atau untuk menemukan momen plastis yang diminta (M_p).

Dianggap bahwa ketika beban mekanisme runtuh (yakni batas plastis) tercapai, struktur tersebut bergerak melalui suatu displasmen (Δ). Untuk keseimbangan kerja eksternal yang dilakukan oleh beban yang bergerak melalui displasmen tersebut harus sama dengan energi regangan internal akibat plastis yang berotasi melalui sudut-sudut kecil (rotasi sendi). (Johnson-Salmon . 1996)



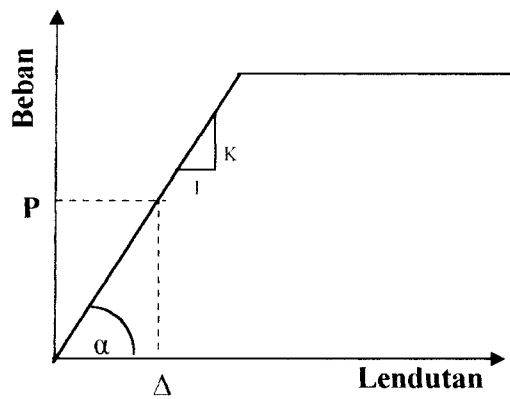
Gambar 3.5 Mekanisme runtuh struktur bertumpuan jepit

Dari gambar diatas diperoleh Momen plastis (M_p) dengan persamaan 3.32

$$Mp = \frac{Pu.l}{8} \quad (3.32)$$

3.7 Kekakuan Struktur

Kekakuan (k) dapat dihitung dari rasio beban (P) terhadap lendutan (Δ) seperti pada persamaan 3.30. Hubungan beban (P) dengan lendutan (Δ) diperoleh dari hasil uji pembebanan (Gere dan Timosheko, 1987). Hal ini sesuai dengan kurva hubungan beban – lendutan ($P - \Delta$) yang ditampilkan seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.6 Hubungan antara beban (P) dan lendutan (Δ)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\Delta} \quad (3.33)$$

$$k = \operatorname{tg} \alpha \quad (3.34)$$

$$k = \frac{P}{\Delta} \quad (3.35)$$

3.8 Hipotesa

Dengan memperhatikan latar belakang, tinjauan pustaka, tujuan penelitian, dan teori, maka dapat dikemukakan hipotesa yaitu variasi perbandingan panjang bentang mempengaruhi kekuatan penampang struktur beton box.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton bertulang berbentuk box, dimana pengecoran dilakukan serentak. Sehingga elemen-elemen struktur beton bertulang menjadi satu kesatuan yang monolit.

Pengujian yang akan dilakukan oleh peneliti meliputi pengujian pendahuluan yang terdiri dari pengujian kuat desak beton (f_c) dan kuat tarik baja (F_y). Setelah dilakukan pengujian pendahuluan dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan beton box di laboratorium.

Sebelum pengujian dilakukan oleh peneliti diperlukan beberapa persiapan agar penelitian dapat berjalan lancar. Persiapan yang akan dilakukan meliputi : persiapan bahan uji, peralatan yang akan dipakai dalam pengujian, pembuatan sampel-sampel benda uji.

4.2 Persiapan Bahan dan Alat

Sebelum melaksanakan penelitian perlu diadakan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian

4.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

a. Semen

Semen yang digunakan adalah semen Portland merek Nusantera

b. Agregat

Agregat yang digunakan merupakan agregat kasar dari kali Clereng dan agregat halus yang berasal dari kali Boyong.

c. Baja tulangan

Baja tulangan yang akan digunakan adalah jenis baja polos dengan diameter 6 mm

d. Air

Air diambil dari laboratotium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII

e. Bekisting

Terbuat dari kayu dan triplek yang digunakan untuk membuat cetakan sampel.

4.2.2 Peralatan Penelitian

Beberapa alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian meliputi alat untuk mempersiapkan material dan benda uji untuk pengujian. Peralatan yang dipakai tersebut berada di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Struktur FTSP UII.

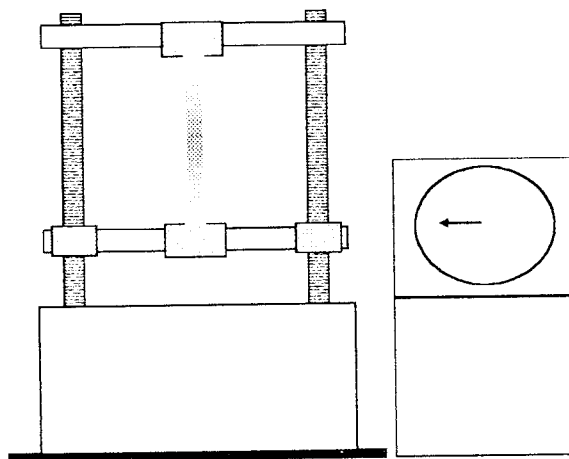
1. Mesin Uji Kuat Desak.

Mesin uji desak merk Control kapasitas 2000 kN, digunakan untuk menguji kuat desak dan tarik belah silinder beton. Dalam pengujian desak beton, silinder beton ditekan pada ujungnya. Dimana tujuannya untuk memperoleh

hubungan tegangan – regangan sehingga dapat diketahui nilai modulus elastis beton.

2. Mesin Uji Kuat Tarik

Alat yang digunakan adalah Universal Testing Material (UTM) merk shimizu type UMH-30 dengan kapasitas 30 ton. Alat ini digunakan untuk mengetahui kuat tarik dan leleh baja, seperti terlihat pada Gambar 4.1

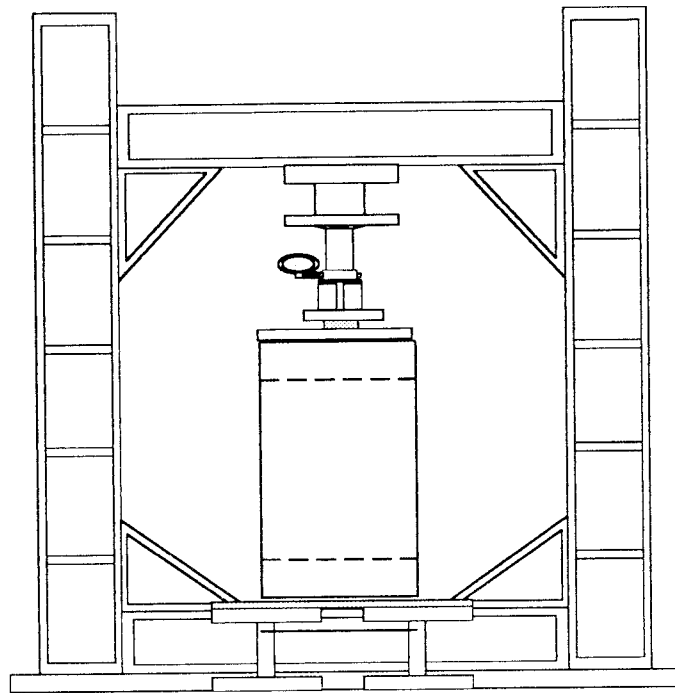


Gambar 4.1 Mesin uji kuat tarik

3. *Loading Frame*

Alat yang digunakan untuk keperluan uji pembebanan adalah *loading frame* yang terbuat dari bahan baja profil WF 450 x 200 x 9 x 14 mm. *Loading Frame* ini mempunyai bentuk portal segi empat yang diletakkan diatas lantai beton dengan perantara dari besi setebal 14 mm. Agar *Loading frame* ini stabil pada waktu pembebanan dilakukan maka pelat dasar di baut ke lantai beton dan

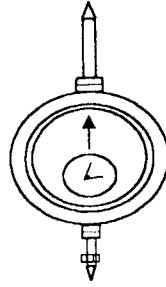
kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450 x 200 x 9 x 14 mm. Susunan balok portal ini dapat diubah-ubah sesuai dengan bentuk dan ukuran dari model benda uji dengan cara melepas sambungan baut. Bentuk dari *Loading Frame* dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 *Loading frame*

4. *Dial gauge*

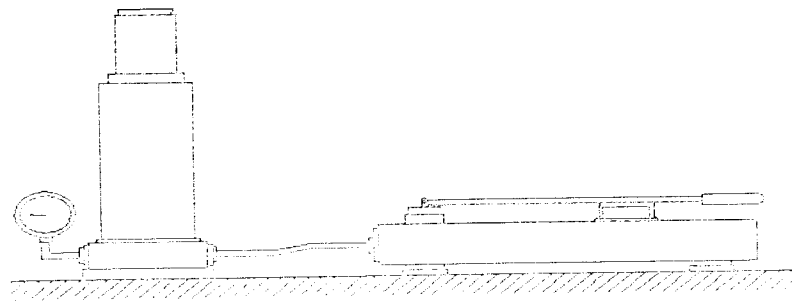
Dial gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya lendutan yang terjadi dengan kapasitas lendutan maksimum 50 mm dan ketelitian pembacaan dial 0,01 mm, seperti pada Gambar (4.3). Pada penelitian tugas akhir ini digunakan *Dial gauge* sebanyak empat buah.



Gambar 4.3 *Dial gauge*

5. *Hidraulick Jack*

Hidraulick jack adalah alat yang digunakan untuk memberikan pembebanan pada pengujian lentur dengan beban sentris P yang mempunyai kapasitas maksimum 30 ton dan ketelitian pembacaan sebesar 0,5 ton. Alat tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4

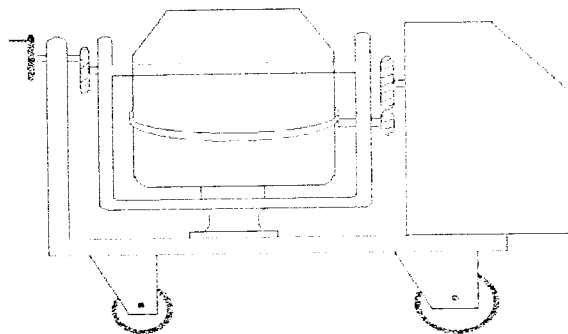


Gambar 4.4 *Hidraulic Jack*

6. Mesin Aduk Beton

Mesin ini digunakan untuk mengaduk bahan susun beton seperti semen, kerikil dan air. Kecepatan putaran dapat diatur sehingga memudahkan bahan

penyusun beton diaduk menjadi campuran yang homogen. Alat ini dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Mesin Aduk Beton

7. Kerucut *Abrams*.

Pengukuran kelecakan adukan beton dalam percobaan slump (*slump test*) digunakan kerucut *Abrams*. Kerucut yang berlubang pada kedua ujungnya mempunyai diameter bawah 20 cm, diameter atas 10 cm, serta tinggi 30 cm. Alat ini juga dilengkapi tongkat baja berdiameter 1,6 cm, panjang 60 cm serta bagian ujung tongkat dibulatkan.

8. Saringan (ayakan).

Saringan ini dipakai untuk memperoleh diameter kerikil maksimal 20 mm.

9. Timbangan .

Timbangan digunakan untuk mengukur berat bahan penyusun beton (semen, pasir, kerikil dan air). Dalam penelitian ini digunakan timbangan merk Fagani kapasitas 150 Kg.

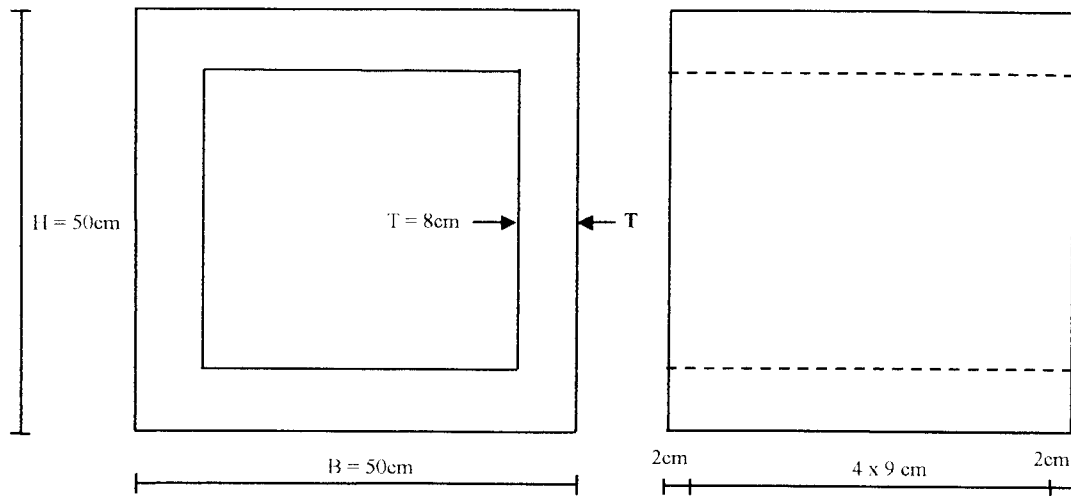
10. Mistar

Mistar dipakai untuk mengukur penurunan beton segar pada pengujian slump.

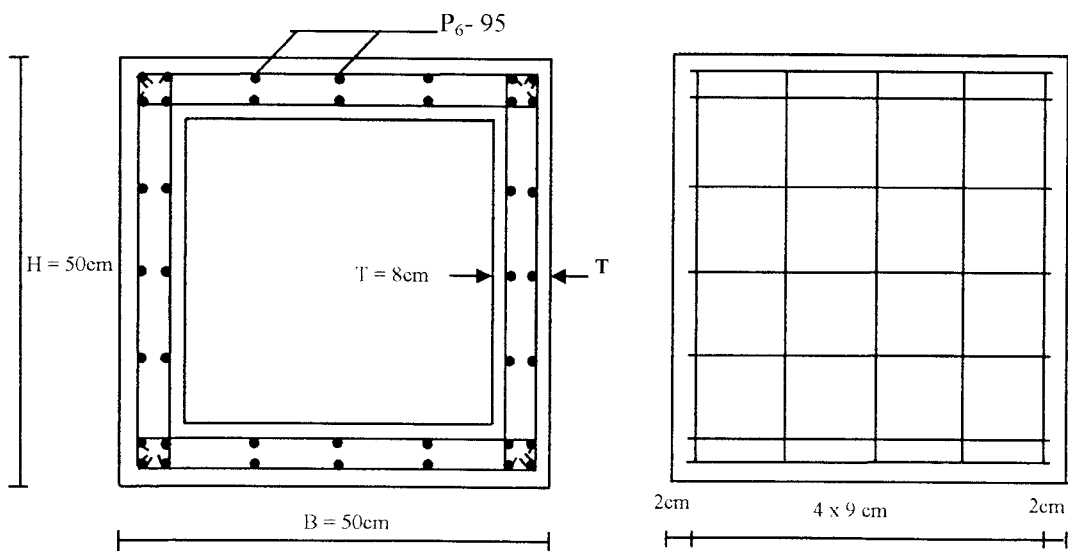
4.3 Model Benda Uji

Bahan utama dalam penelitian ini beton bertulang dengan penampang berlubang berbentuk kotak atau *box* yang dimensinya ditetapkan $L = 40$ cm ; $B = H$ dan $T = 8$ cm dimana yang bervariasi adalah $B = H$. Sampel yang diambil adalah sebagai berikut:

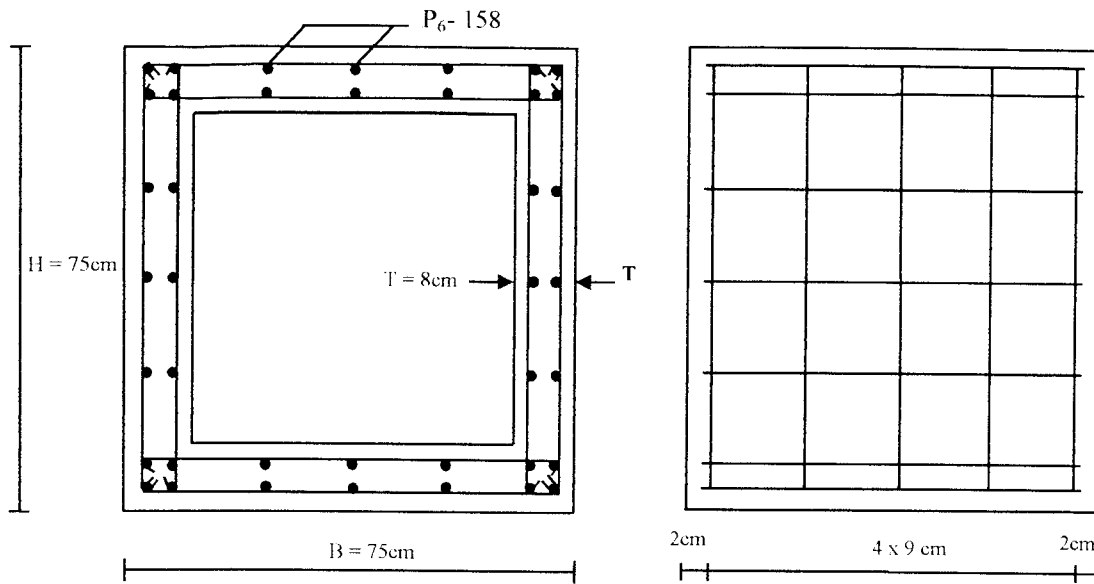
1. Benda uji I dan II : $B = H = 50$ cm tanpa tulangan dan $f_c' = 25$ Mpa sejumlah 2 buah.
2. Benda uji III dan IV : $B = H = 50$ cm dengan tulangan berdiameter 6 mm dan $f_c' = 25$ Mpa sejumlah 2 buah.
3. Benda uji V dan VI : $B = H = 75$ cm dengan tulangan berdiameter 6 mm dan $f_c' = 25$ Mpa sejumlah 2 buah.
4. Benda uji VII dan VIII : $B = H = 100$ cm dengan tulangan berdiameter 6 mm dan $f_c' = 25$ Mpa sejumlah 2 buah.



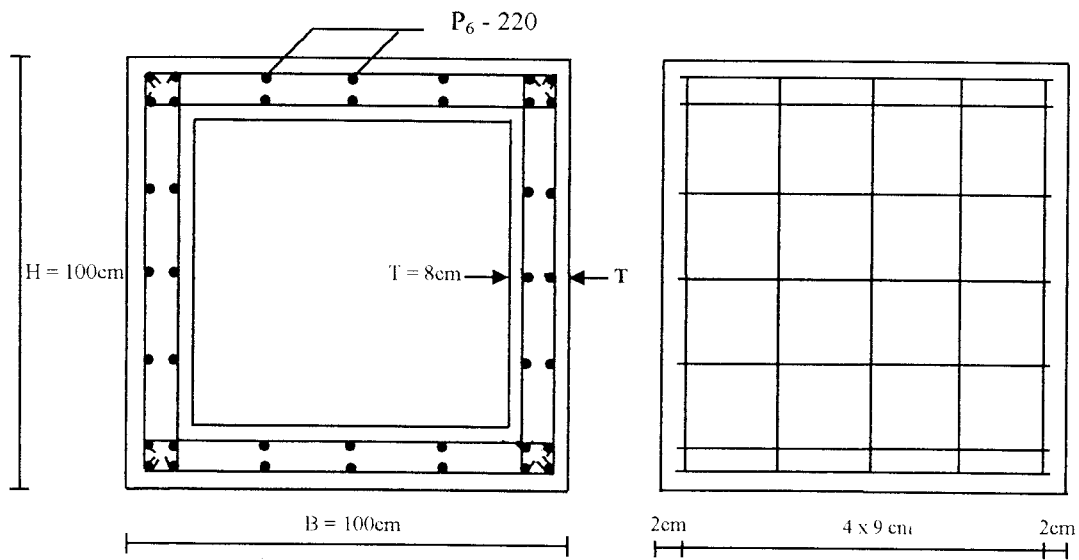
Gambar 4.6 Model Benda Uji I dan II



Gambar 4.7 Model Benda Uji III dan IV



Gambar 4.8 Model Benda Uji V dan VI



Gambar 4.9 Model Benda Uji VII dan VIII

4.4 Pembuatan Benda Uji

Sebelum pencampuran adukan beton, dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu terhadap bahan – bahan penyusun campuran adukan beton. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian SSD, berat jenis dan modulus halus butir yang hasilnya dapat dilihat pada lampiran I. Setelah pengujian bahan penyusun, dilakukan perencanaan campuran (Mix Design dengan metode ACI) yang perhitungannya terdapat pada lampiran IV. Setelah diketahui proporsi berat semen, pasir, kerikil dan air hasil perancangan campuran maka dilakukan penimbangan bahan-bahan penyusun sesuai perancangan. Bahan-bahan yang telah ditimbang dimasukkan kedalam mesin pengaduk atau molen dan dilaksanakan pengadukan agar bahan campuran menjadi homogen. Untuk mengetahui kekentalan adukan beton maka dilakukan pengujian nilai slump.

Percobaan slump ialah suatu cara untuk mengukur atau mengetahui kekentalan beton . Alat yang digunakan berupa corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya dengan bagian bawah berdiameter 20 cm, diameter atas 10 cm, tinggi 30 cm dan tongkat baja diameter 16 mm dengan panjang 60 cm yang digunakan untuk menusuk campuran beton agar menjadi padat.

Cara pengujian slump yaitu mula-mula corong konus ditaruh ditempat yang rata dan tidak menghisap air, adukan beton dimasukkan kedalam corong dengan hati-hati dan corong dipegang erat-erat agar tidak bergerak. Jumlah adukan yang dimasukkan kira-kira 1/3 volume corong, kemudian ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat baja. Selanjutnya adukan kedua yang volumenya

kira-kira sama dengan lapis kedua ditusuk-tusuk juga, penusukan jangan sampai menusuk lapisan pertama. Berikutnya lapisan ketiga dimasukan dan ditusuk juga. Lalu permukaan adukan beton diratakan sama dengan permukaan corong. Setelah itu tunggu 60 detik dan kemudian tarik corong lurus keatas dan ukur penurunan permukaan atas adukan dengan penggaris.

Memasukan campuran beton kedalam bekisting dilakukan secara bertahap dan dilakukan setiap lapisan. Tujuan pemadatan yaitu untuk menghilangkan rongga-rongga udara agar tercapai kepadatan maksimal. Setelah beton kering dilakukan perawatan beton agar permukaan beton selalu segar atau lembab.

Pelaksanaan pembuatan benda uji dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII.

4.5 Pengujian Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan struktur beton box dengan lebar yang berbeda dan tebal sama pada seluruh elemen. Sehingga sebelum melakukan pengujian kuat tekan struktur beton box yang sesungguhnya di laboratorium maka perlu dilakukan pengujian pendahuluan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan tarik baja (F_y), tegangan desak yang disyaratkan (f'_c) beton.

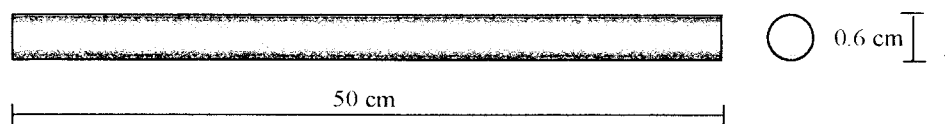
4.5.1 Pengujian Kuat Tarik Baja

Pengujian kuat tarik baja dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Baja

tulangan yang digunakan berupa baja tulangan polos dengan diameter 6 mm diuji tarik untuk mengetahui tegangan leleh dan tegangan maksimal. Pengujian ini dilakukan terhadap 6 sampel. Urutan pengujian tarik baja adalah sebagai berikut:

1. Alat –alat dan sampel disiapkan terlebih dahulu.
2. Diameter sampel diukur dengan menggunakan kaliper dengan ketelitian 0,05 mm dan diukur panjang antara titik-titik bagi.
3. Diukur pula jarak antara 0 ke 1; 0 ke 2; sampai titik 0 ke 10 dengan menggunakan kaliper.
4. Benda uji dipasang pada ekstensometer dan diukur panjang awalnya.
5. Dari ekstensometer kemudian diatur agar jarumnya menunjukkan angka nol, lalu pasang pada mesin tarik shimatzu.
6. Mesin dinyalakan sehingga beban mulai bekerja serta dicatat pembebanan ekstensometer pada setiap tambahan 100 kg.
7. Setelah patah, benda sampel dilepas dari grip.

Tegangan tarik baja dapat diketahui dengan membagi batas luluh awal dengan luas rata-rata dari sampel. Sampel pendahuluan ini ada 6 buah, seperti terlihat pada Gambar 4.10

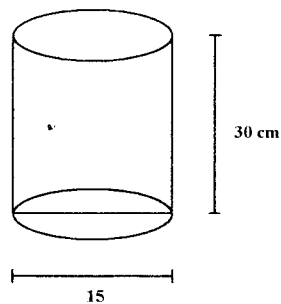


Gambar 4.10 Model sampel kuat tarik

4.5.2 Pengujian kuat desak beton

Pengujian kuat desak beton dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sejumlah 6 buah dan diuji berumur 28 hari. gambar seperti dibawah ini



Gambar 4.11 Sampel kuat desak beton

Langkah-langkah dari pengujian kuat desak beton yaitu :

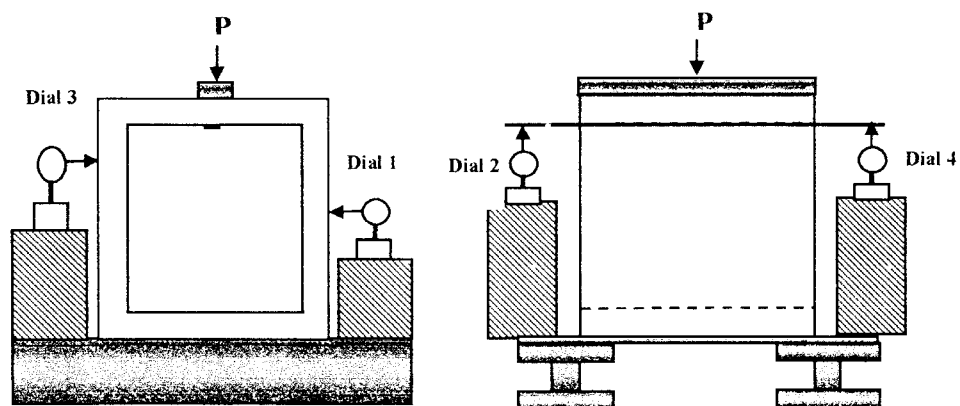
1. Alat-alat dan sampel yang akan digunakan dalam percobaan ini disiapkan terlebih dahulu.
2. Setiap sampel diukur diameter rata-rata ditengah-tengah, tinggi benda uji dan berat silinder beton.
3. Pengujian dengan mesin dilakukan sebagai berikut : dilakukan pencatatan panjang awal (L_0) silinder beton pada ekstensometer kemudian dipasang pada mesin desak beton. Mesin dihidupkan maka jarum mulai bergerak dan setiap pembebanan 10 kN dicatat pembacaannya.

4.5.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Box

Pengujian kuat tekan beton box dilakukan setelah berumur 28 hari. Sebelum pengujian dilakukan maka terlebih dahulu dilakukan setting terhadap peralatan yang akan digunakan. Langkah penyetingan adalah sebagai berikut :

Meletakkan benda uji pada *loading frame*. Setelah itu *hidraulick jack* diletakkan diatas struktur beton box pada tengah bentang dengan diberi plat yang berfungsi untuk membagi beban agar merata. *Dial Gauge* diletakkan pada bawah bentang atas, disamping kanan dan kiri benda uji untuk mengukur lendutannya.

Setelah proses setting peralatan selesai maka dilakukan pengujian kuat tekan pada struktur beton box dengan cara memompa *hidraulick jack* secara perlahan-lahan untuk memberikan pembebanan terhadap benda uji. Setiap penambahan beban oleh *hidraulick jack* sebesar 100 kg (1 kN) maka besarnya lendutan yang terukur oleh *Dial gauge* dicatat, pada saat beban pada hidraulick jack tidak dapat bertambah lagi maka pengujian ini dihentikan.



Gambar 4.12 Letak pembebanan

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian Pendahuluan

Sebelum melakukan pengujian kuat tekan beton box yang sesungguhnya maka perlu dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui kuat desak yang diisyaratkan dan tegangan leleh baja tulangan.

Pengujian dilakukan di laboratorium Bahan Kontruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dari hasil uji pendahuluan didapatkan hasil sesuai pada tabel 5.1 dan 5.3 berikut ini :

Tabel 5.1 Hasil pengujian kuat desak silinder beton

Sampel	Mutu Beton Rencana (Mpa)	Beban Max (P) kg	Luas (A) cm ²	Kuat Desak (P/A) (kg/cm ²)	Kuat Desak (Mpa)
1	25	57000	160,525	355,08	35,508
2	25	75000	181,366	412,85	41,285
3	25	57000	173,810	327,94	32,794
4	25	55000	173,557	316,99	31,699
5	25	65000	176,72	367,81	36,781
6	25	57500	178,131	322,79	32,279

Perhitungan kuat desak masing – masing sampel dapat dilihat pada lampiran II. Setelah diketahui hasil kuat desak masing – masing benda uji maka dihitung kuat desak yang disyaratkan dengan menggunakan kurva distribusi normal yang dapat dilihat pada tabel 5.2, sehingga kuat desak yang disyaratkan dihitung dengan persamaan 3.1 dan 3.2 dimana nilai $k = 0,97$ (dapat dari tabel distribusi normal pada lampiran I)

Tabel 5.2 Pencarian standar deviasi pengujian sampel beton

Interval sampel (kg/cm ²)	Frekwensi (Ni)	Frekwensi relative (Ni/N)	Titik tengah interval (fc) (kg/cm ²)	Jumlah kuat tekan benda uji (Σ fc)	(fc - fcm)	(fc - fcm) ²	Σ (fc - fcm) ²
300-350	3	0,5	325	975	-33,33	1110,889	3332,667
350-400	2	0,333	375	750	16,67	277,889	555,778
400-450	1	0,167	425	425	66,67	4444,889	4444,889
N = 6				Σ=2150			Σ = 8333,334

$$f_{cm} = \frac{\sum fc}{N}$$

$$f_{cm} = \frac{2150}{6} = 358,333$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum(\sum(fc - f_{cm})^2)}{N-1}} = \sqrt{\frac{8333,334}{6-1}} = 40,825 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = f_{cm} - 0,97 \cdot S_d$$

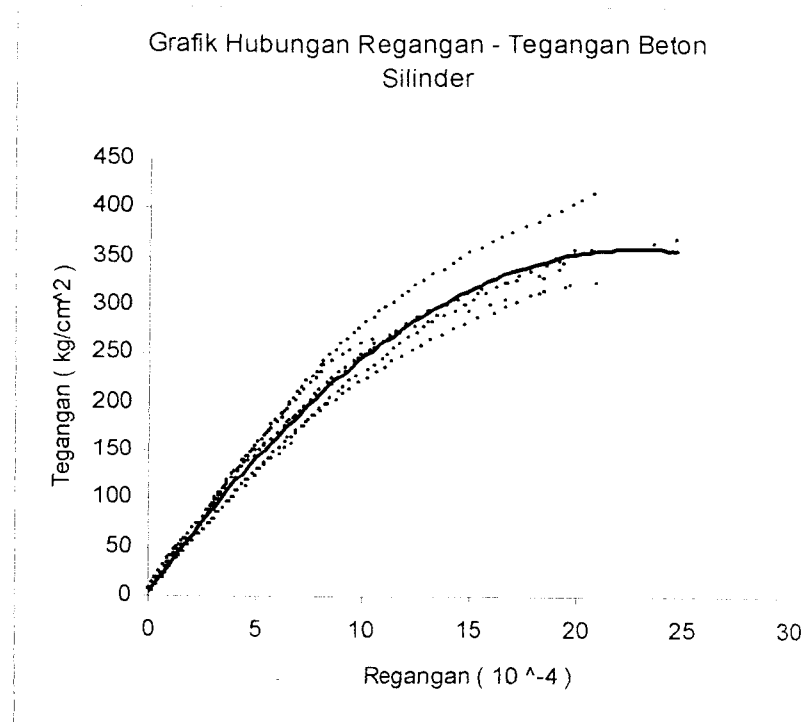
$$f'c = 358,33 - 0,97 \cdot 40,825 = 318,730 \text{ kg/cm}^2 = 31,873 \text{ Mpa.}$$

Dengan melihat perhitungan diatas terdapat hasil kuat desak beton yang disyaratkan sebesar $318,730 \text{ kg/cm}^2 = 31,873 \text{ Mpa}$, sehingga hal ini memenuhi kuat desak yang direncanakan yaitu 25 Mpa.

Sedangkan Modulus Elastis beton normal dihitung dengan persamaan 3.3

$$E_c = 4700 \sqrt{31,873}$$

$$E_c = 26534,403 \text{ Mpa}$$



Gambar 5.1 Grafik regangan – tegangan beton

Tabel 5.3 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan

Benda Uji	Beban Leleh (kg)	Kuat Leleh (kg/cm ²)	Kuat Leleh (Mpa)	Kuat Leleh Rata - rata (Mpa)
1	900	3406,4	340,64	306,615
2	800	2829,4	282,94	
3	850	2908,5	290,85	
4	900	3025,5	302,55	
5	800	2930,4	293,04	
6	900	3296,7	329,67	

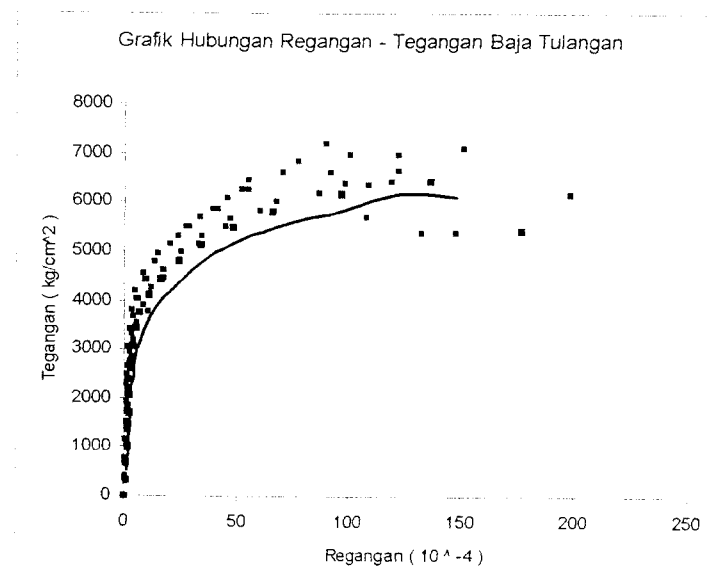
Perhitungan kuat tarik pada tabel 5.3 diatas ditunjukkan pada lampiran III.

Dari hasil pengujian kuat tarik maka diketahui kuat leleh rata - rata sebesar $3066,15 \text{ kg/cm}^2 = 306,615 \text{ Mpa}$., maka dengan melihat tabel 5.4 baja tersebut termasuk diantara baja lunak dan sedang.

Tabel 5.4 Klasifikasi Mutu Baja

Mutu	Jenis	Tegangan Leleh (kg/cm ²)
U ₂₂	Baja Lunak	2200
U ₂₄	Baja Lunak	2400
U ₃₂	Baja Sedang	3200
U ₃₉	Baja Keras	3900
U ₄₈	Baja Keras	4800

(Sumber : PBI : 71)

**Gambar 5.2** Grafik regangan – tegangan baja tulangan

5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Box

Pelaksanaan pengujian struktur beton box dilakukan di laboratorium Struktur Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dari hasil pengujian diperoleh data-data pembebanan dan lendutan yang dibaca dari dial dengan ketelitian 0,01mm, sehingga menghasilkan grafik hubungan beban – lendutan dan kekakuan.

5.2.1 Hubungan Beban-Lendutan dari Hasil Pengujian

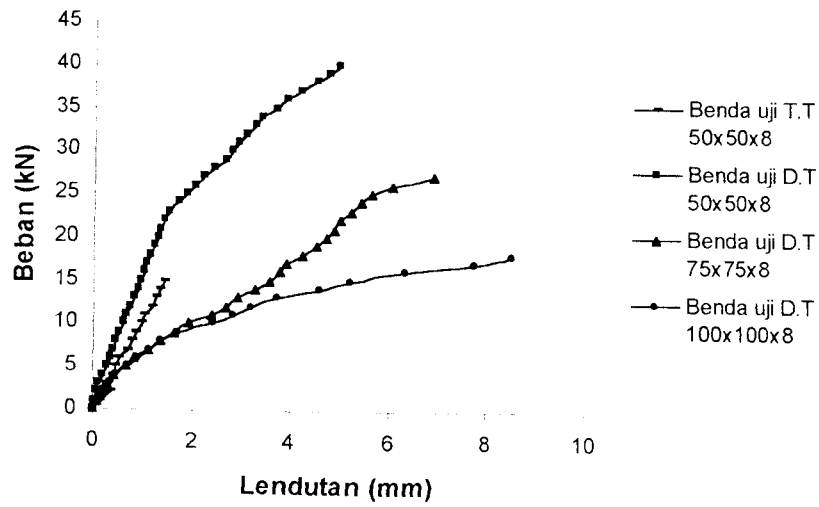
Pada pengujian struktur beton box ini diberikan satu beban garis yang terletak pada tengah bentang. Secara bertahap struktur beton box tersebut diberi kenaikan beban sebesar 100 kg (1 kN), kemudian lendutan yang terjadi dicatat.

Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.5 dan pada Lampiran VI sedangkan grafik hubungan beban – lendutan dari semua benda uji dapat dilihat pada gambar 5.3, 5.4, 5.5 dan 5.6 .

Tabel 5.5 Hasil pengujian kuat tekan beton box

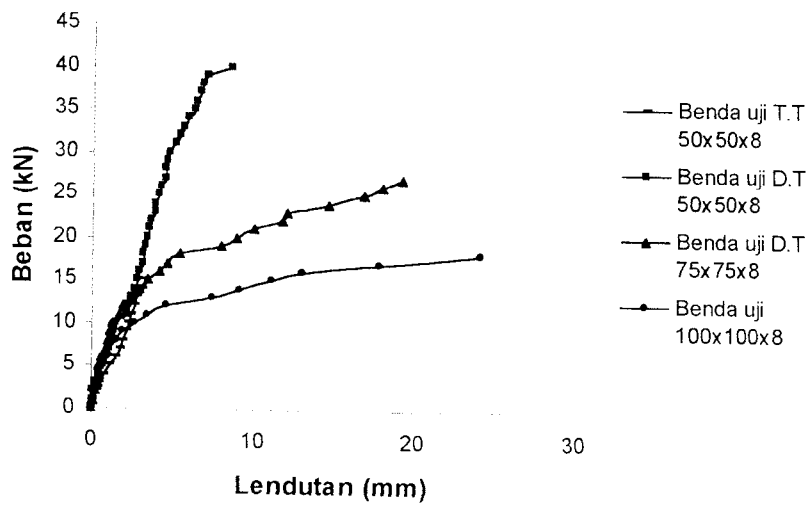
Benda uji	Beban maks (kN)	Lendutan			
		Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 4
1	12	1.22	2.2	1.71	1.95
2	15	1.42	3.31	1.89	3.29
3	38	4.85	7	4.98	8.27
4	40	4.99	8.5	5.07	8.23
5	27	6.9	19.21	7.55	18.9
6	22	6.58	10.98	6.89	12.5
7	17	4.98	18.13	5.67	17.333
8	18	8.52	24.1	9.2	24.2

Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dial 1



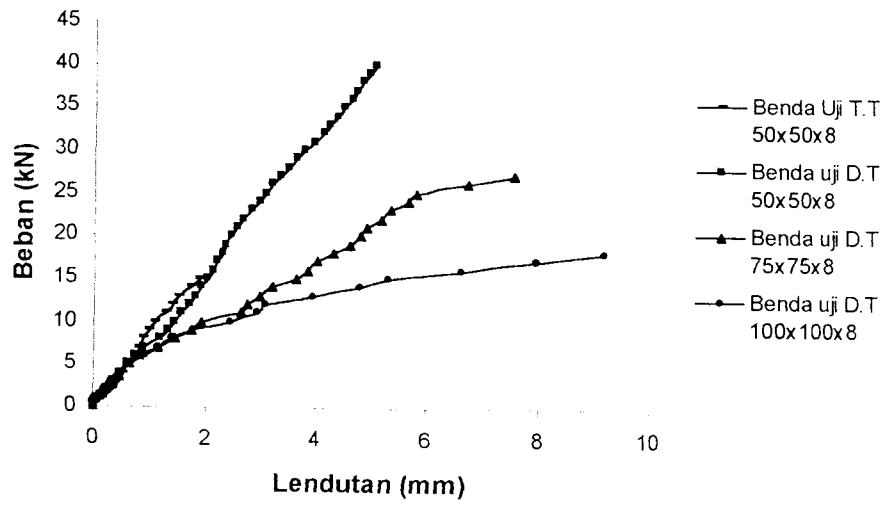
Gambar 5.3 Grafik hubungan beban dan lendutan dial 1

Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dial 2



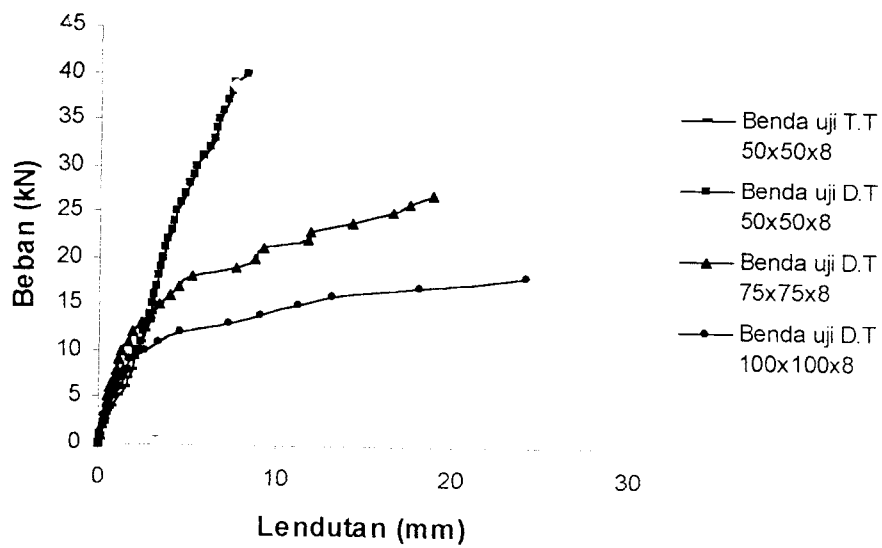
Gambar 5.4 Grafik hubungan beban dan lendutan dial 2

Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dial 3



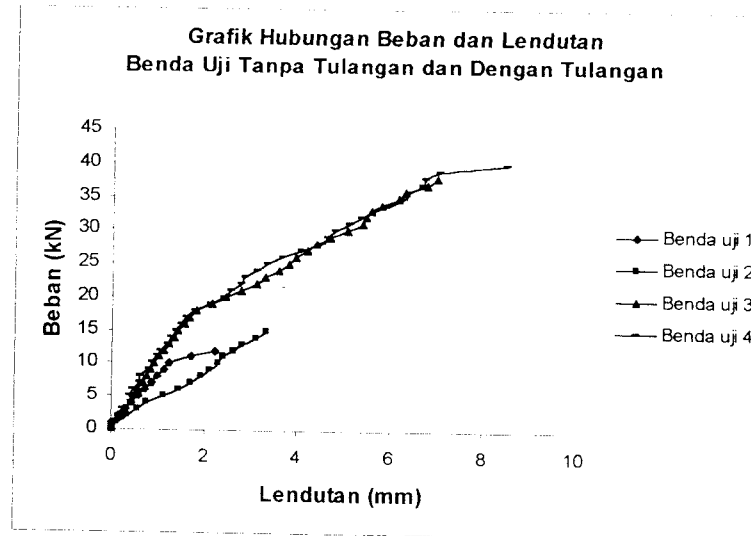
Gambar 5.5 Grafik hubungan beban dan lendutan dial 3

Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Dial 4

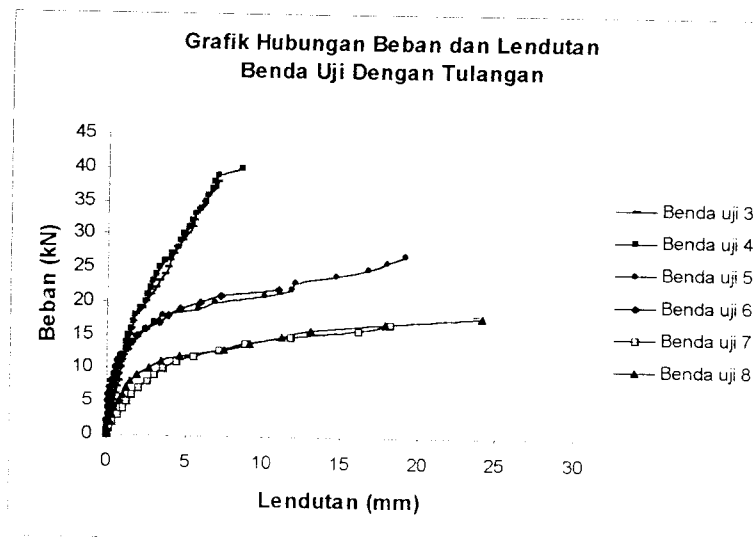


Gambar 5.6 Grafik hubungan beban dan lendutan dial 4

Dari data hasil pengujian dapat diperoleh grafik hubungan beban dan lendutan antara beton box tanpa tulangan dibandingkan beton box dengan tulangan yang mempunyai dimensi yang sama dan antara beton box dengan tulangan yang mempunyai dimensi yang berbeda. Grafik dapat dilihat pada gambar 5.7 dan 5.8.



Gambar 5.7 Grafik hubungan beban dan lendutan dimensi sama



Gambar 5.8 Grafik hubungan beban dan lendutan dimensi berbeda

Dari grafik 5.7 dan 5.8 dapat dilihat bahwa benda uji dengan panjang bentang 50 cm tanpa tulangan mampu menerima beban 12 kN dan 15 kN sedangkan dengan tulangan mampu menerima beban 40 kN dan 38 kN. Panjang bentang 75 cm dapat menahan beban 27 kN dan 22 kN. Panjang bentang 100 cm dapat menahan beban 17 kN dan 18 kN.

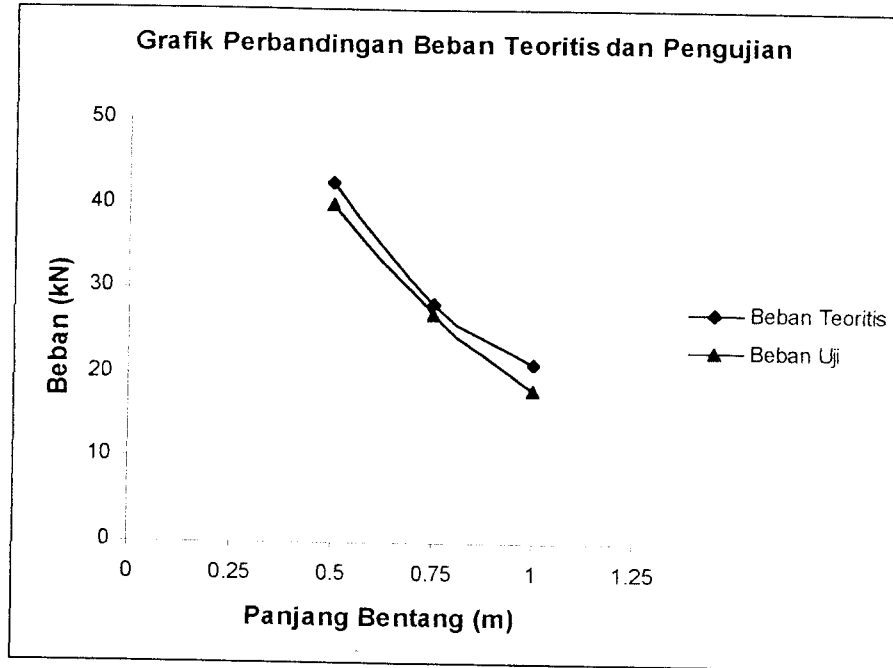
5.2.2 Perbandingan Beban - Lendutan Teoritis dan Uji

Dari hasil pengujian kuat tekan struktur beton box diperoleh data berupa beban dan lendutan yang kemudian dibandingkan dengan lendutan teoritis yang dihitung dengan persamaan 3.30. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran VII dan tabel dibawah ini.

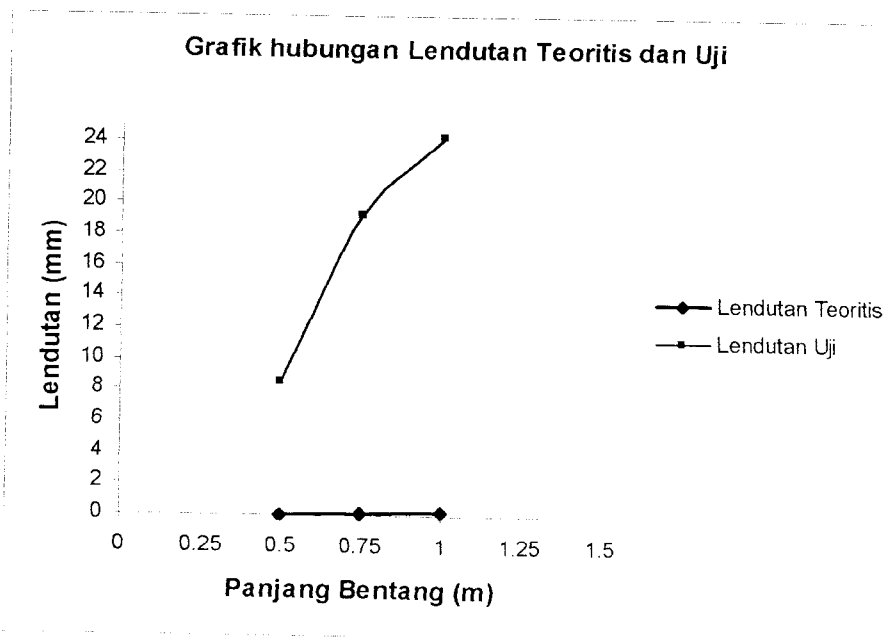
Tabel 5.6 Data hubungan beban-lendutan teoritis dan pengujian

Benda uji	Beban (kN)		Lendutan (mm)	
	Teoritis	Pengujian	Teoritis	Pengujian
1	21.168	12	0.030432	2.2
2	21.168	15	0.030432	3.31
3	42.376	38	0.060922	7
4	42.376	40	0.060922	8.5
5	28.25	27	0.13707	19.21
6	28.25	22	0.13707	10.98
7	21.18	17	0.243686	18.13
8	21.18	18	0.243686	24.1

Grafik perbandingan antara beban teoritis dengan hasil pengujian dan antara lendutan teoritis dengan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5.9 dan 5.10.



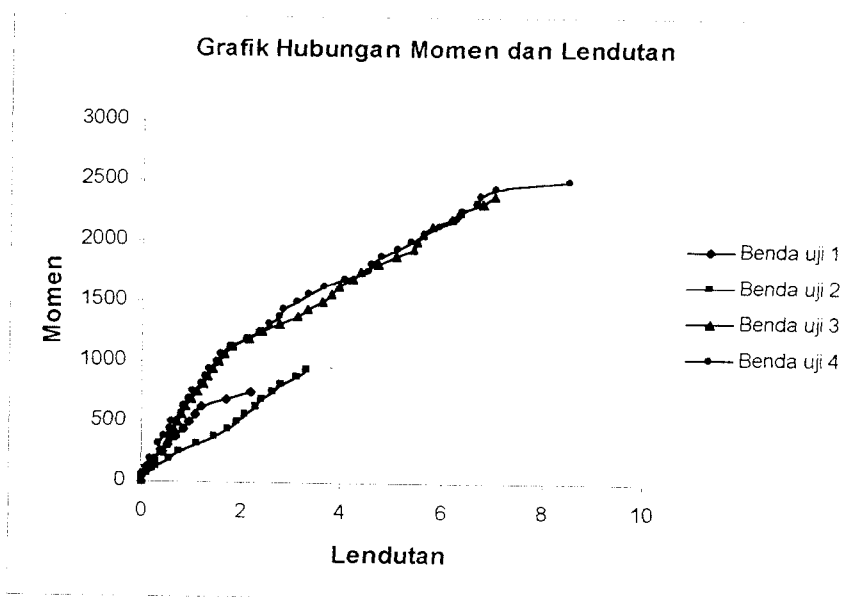
Gambar 5.9 Grafik perbandingan beban teoritis dan uji



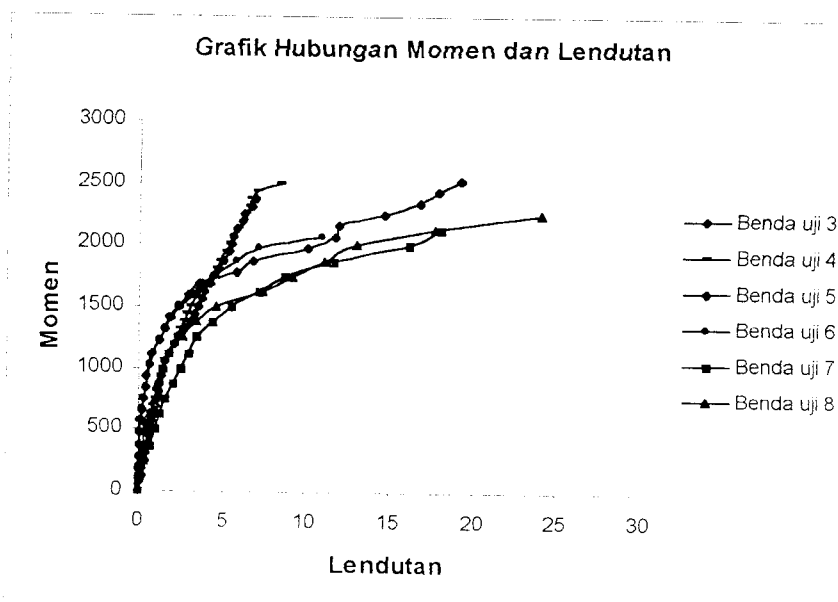
Gambar 5.10 Grafik hubungan lendutan teoritis dan uji

5.2.3 Hubungan Momen dan Lendutan

Dari data hasil penelitian diperoleh grafik hubungan momen dan lendutan yang dihitung menggunakan persamaan 3.32 sedangkan grafik hubungan momen dapat dilihat pada gambar 5.5 dan 5.6.



Gambar 5.11 Grafik hubungan momen dan lendutan dimensi sama



Gambar 5.12 Grafik hubungan momen dan lendutan dimensi berbeda

5.2.4 Analisis data hubungan beban dengan lendutan

Dari hasil hubungan beban dengan lendutan pada gambar diatas dan data pengujian pada lampiran VI maka dapat disimpulkan nilai kekakuan struktur beton box.

Tabel 5.7 Analisis kekakuan dari hubungan beban dan lendutan

Benda Uji	Beban(P) (kN)	Lendutan(Δ) (mm)	Kekakuan(P/ Δ) (kN/mm)	Kekakuan rata-rata (kN/mm)
1	12	2.2	5.454545	4.993134
2	15	3.31	4.531722	
3	38	7	5.428571	5.067227
4	40	8.5	4.705882	
5	27	19.21	1.405518	1.70458
6	22	10.98	2.003643	
7	17	18.13	0.937672	0.84228
8	18	24.1	0.746888	

Dari tabel hubungan beban juga dipakai untuk mencari nilai kekakuan (P/ Δ) sehingga diketahui pengaruh panjang bentang pada struktur beton box. Untuk panjang bentang 50 cm tanpa menggunakan tulangan mempunyai kekakuan rata – rata 4,993134 kN/mm, dengan menggunakan tulangan mempunyai kekakuan rata – rata 5,067227 kN/mm, panjang bentang 75 cm dengan menggunakan tulangan mempunyai kekakuan rata – rata 1,70458 kN/mm dan panjang bentang 100 cm dengan menggunakan tulangan mempunyai kekakuan rata- rata 0,84228 kN/mm

5.3 Pembahasan

5.3.1 Kuat Tekan Beton Box Berdasarkan Hubungan Beban dan Lendutan

Dengan memperhatikan grafik hubungan beban dan lendutan dari semua benda uji yang dapat dilihat pada gambar 5.3, 5.4, 5.5,5.6 maka dapat disimpulkan

bahwa semua benda uji memiliki perilaku sama. Benda uji akan menahan beban yang terus meningkat sampai titik lelehnya baja tulangan tarik yang diikuti dengan hancurnya beton. Setelah itu kemampuan menahan beban akan menurun dengan diikuti semakin bertambahnya lendutan yang terjadi.

Struktur beton box dengan panjang yang semakin kecil, akan menahan beban yang semakin besar. Hal ini dapat dilihat dari grafik hubungan beban dan lendutan yaitu pada gambar 5.3, 5.4, 5.5 5.6 dan lampiran VI. Dari grafik tersebut dapat diketahui struktur beton box yang tidak memakai tulangan dengan panjang 50 cm mampu menahan beban 12 kN dan 15 kN sedangkan dengan menggunakan tulangan mampu menahan beban sebesar 38 kN dan 40 kN, panjang bentang 75 cm dengan menggunakan tulangan mampu menahan beban sebesar 27 kN dan 22 kN sedangkan panjang 100 cm dengan menggunakan tulangan mampu menahan beban sebesar 17 kN dan 18 kN.

Dari penjelasan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa struktur beton box dengan menggunakan tulangan dimana dimensi kecil dapat menahan beban yang lebih besar, dikarenakan pengaruh faktor panjang bentang struktur beton box.

Struktur Beton box tanpa tulangan dapat menahan beban lebih kecil dari pada yang pakai tulangan hal ini dikarenakan beton tanpa tulangan hanya mampu menahan gaya tarik sebatas kuat tariknya betonya. Oleh karena itu dalam merencanakan digunakan tulangan minimum. Tulangan minimum disini digunakan untuk memberikan tanda – tanda keretakan sehingga struktur tidak langsung hancur atau tidak memberikan tanda – tanda.

5.3.2 Perbandingan Beban - Lendutan Teoritis dan Uji

Dari gambar 5.9 dan 5.10 dapat dilihat bahwa beban teoritis lebih besar dari beban uji hal ini dikarenakan pelaksanaan pembuatan benda uji. Sedangkan lendutan uji lebih besar daripada lendutan teoritis hal ini dikarenakan adanya penurunan pada bentang horizontal yang diakibatkan oleh melendutnya bentang vertikal.

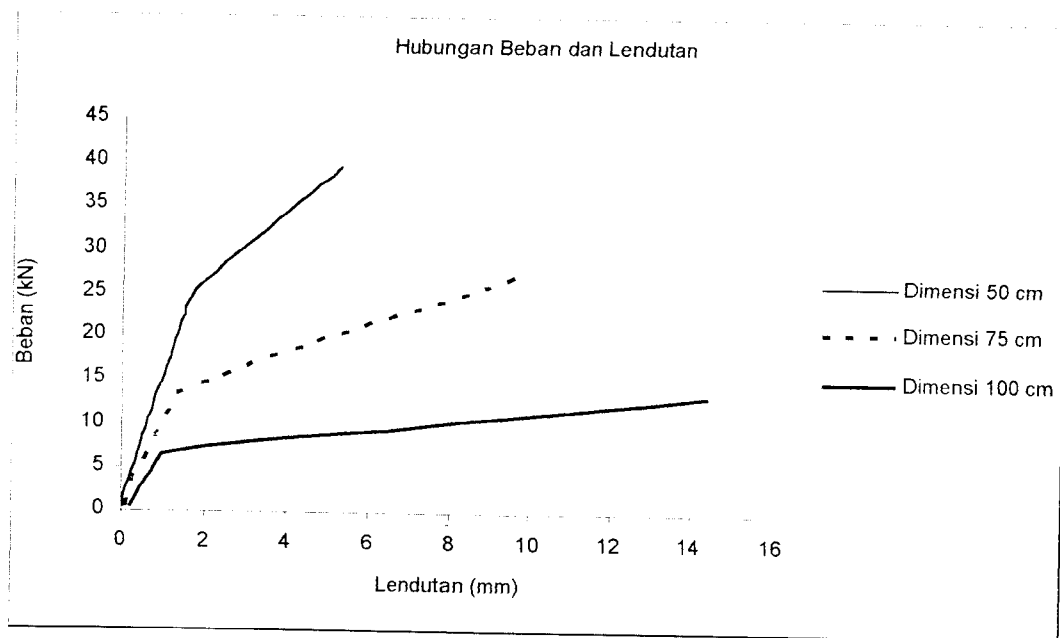
5.3.3 Kekakuan Ditinjau Dari Hubungan Beban dan Lendutan

Dapat dilihat pada tabel 5.7 nilai kekakuan (P/Δ) sehingga diketahui pengaruh panjang bentang pada kekakuan struktur beton box. Untuk panjang bentang 50 cm tanpa tulangan mempunyai kekakuan rata 4,993134 kN/mm, dengan tulangan 5,067227 kN/mm, panjang bentang 75 cm mempunyai kekakuan rata 1,70458 kN/mm dan panjang bentang 100 cm mempunyai kekakuan rata 0.84228 kN/mm. Dari tabel dapat diketahui bahwa struktur beton tanpa tulangan dan menggunakan tulangan dengan panjang bentang 50 cm mempunyai nilai kekakuan relatif sama. Akan tetapi kemampuan menahan bebanya berbeda dimana struktur beton box dengan tulangan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan struktur beton tanpa tulangan.

Sedangkan struktur beton box dengan menggunakan jumlah tulangan sama tetapi panjang bentang berbeda dimana panjang bentang yang lebih kecil mempunyai nilai kekakuan yang lebih besar hal ini dikarenakan faktor panjang bentang struktur beton box.



Berdasarkan grafik hubungan beban dan lendutan yang diregresi maka akan diperoleh grafik kekakuan sebagai berikut



Gambar 5.13 Kekakuan hasil hubungan beban dan lendutan

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai kekakuan (P/Δ) pada benda uji dengan tulangan akan mengalami penurunan nilai kekakuan sebelum sampai pada titik lelehnya. Dimana semakin besar panjang bentang maka akan semakin besar pula penurunan nilai kekakuannya.

5.4 Analisa Kerusakan Pada Benda Uji

Selama dilakukan pembebanan terhadap benda uji, dilakukan pengamatan kondisi struktur beton box. Kerusakan yang terjadi pada saat pembebanan ialah kerusakan yang dimulai dengan retak rambut pada tengah bentang atas kemudian diikuti retak pada pertemuan antar bentang. Hal ini dikarenakan pada tengah bentang atas dan pertemuan antar bentang menerima momen yang paling besar.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan mengenai perilaku struktur beton box sebagai berikut :

1. Struktur beton box dengan jumlah tulangan sama dan perbandingan panjang yang berbeda mampu menahan beban yang berbeda juga, dimana panjang bentang pendek mampu menahan beban yang lebih besar. Hal ini dikarenakan pengaruh panjang bentang struktur beton box.
2. Struktur beton box dengan jumlah tulangan sama dan panjang yang berbeda dimana panjang yang kecil akan mempunyai nilai kekakuan lebih besar, hal ini disebabkan karena pengaruh panjang.
3. Struktur beton box menggunakan tulangan dan tanpa tulangan dengan panjang yang sama mempunyai nilai kekakuan relatif sama hal ini dikarenakan nilai modulus elastisnya sama. Tetapi struktur beton box yang menggunakan tulangan mampu menahan beban yang lebih besar dari pada tanpa tulangan.

4. Hasil perhitungan beban teoritis lebih besar dari pada beban hasil pengujian hal ini disebabkan oleh faktor pelaksanaan dan ukuran dimensi yang tidak tepat, sehingga diperlukan adanya faktor aman.
5. Pada bentang atas dapat dilihat bahwa lendutan uji lebih besar daripada teoritis hal ini dikarenakan adanya penurunan pada bentang atas yang disebabkan oleh melengkungnya bentang samping

6.2 Saran

Untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai beton box maka perlu dilakukan hal – hal sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan variasi dalam penggunaan mutu beton yang lebih tinggi.
2. Diharapkan adanya penelitian selanjutnya tentang perilaku beton box dengan panjang tetap dan tebal yang berbeda.
3. Untuk penelitian lebih lanjut tentang perilaku beton box dibutuhkan jumlah sampel yang lebih banyak dan menggunakan nilai slump yang lebih tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Ir. Kardiyono Tjokrodinuljo, ME, 1992, BAHAN BANGUNAN, Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Ir. Kardiyono Tjokrodinuljo, ME, 1992, TEKNOLOGI BETON, Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Istimawan Dipohusodo, 1994, STRUKTUR BETON BERTULANG, PT Gramedia,
Jakarta.
- Ir. Kadir Aboe, MS, Bahan Kuliah STRUKTUR BETON BERTULANG I, Jurusan Teknik
Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, Yogyakarta.
- Ir. L. Taulu dkk, 1990, MEKANIKA TANAH dan TEKNIK PONDASI, PT Pradanya
Paramita, Jakarta.
- Wang – Salmon, 1994, DISAIN BETON BERTULANG, PT Erlangga, Jakarta.
- Ir. Gunawan, 1998, Diktat KONSTRUKSI BETON I, Delta Teknik Group, Jakarta.
- Gere dan Timosheko, 1987, MEKANIKA BAHAN, Erlangga, Jakarta.
- Ferdinanad L. Singer, 1985, KEKUATAN BAHAN, Erlangga, Jakarta
- Dep. Pek. Umum, 1971, PBB, DPU, Bandung.

LAMPIRAN

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Esha Rahmanshah A	98511205	Teknik Sipil
2	Tulus Dwi P.	98511263	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

.....
Studi eksperimen perilaku beton box dengan dimensi yang berbeda

PERIODE III : MARET - AGUSTUS
TAHUN : 2002 / 2003

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : Ir. H. Suharyatmo, MT.
 DOSEN PEMBIMBING II : Ir. H. A. Kadir Abot, MS.



Yogyakarta, 03 April 2003
 a.n. Dekan,

(Signature)
Ir. H. Munadhir, MS
 (.....)

Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

KAMPUS : Jalan Kaliurang Km. 14.4, Tel. 895042, 895707, 896440, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

FM-UII-AA-CPU-09
Yogyakarta, 03 April 2003

Nomor : 30/Kajur.TS.20/Bg.Pn./IV/2003
Temp. :
Halaman : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode : III (Maret - Agustus 2003)

Kepada Yth.
Bapak/Ibu : **Ir. H. Subaryatno, MT.**
Tgl - Yogyakarta.

Assalamu'alaikum Wt. Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak/Ibu agar mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut dibawah ini :

1. Nama : **Nsha Rahmawati A.**
No. Mhs. : **98511295**
Bidang Studi : **TS.**
Tahun akademik : **2002/2003**
2. Nama : **Tulus Dwi P.**
No. Mhs. : **98511263**
Bidang Studi : **TS.**
Tahun akademik : **2002/2003**

Dapat diberikan petunjuk-petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir.

Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sbb :

Dosen Pembimbing I : **Ir. H. Subaryatno, MT.**
Dosen Pembimbing II : **Ir. H. A. Kadir Abae, MS.**

Dengan mengambil Topik/Judul :
Studi eksperimen perilaku beton box dengan dimensi yang berbeda

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

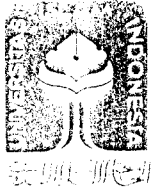
Wassalamu'alaikum Wt. Wb

An. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. H. Munadhir, MS.

Tembusan :

1. Dosen Pembimbing ybs.
2. Mahasiswa ybs.
3. Asisip/Jurusan Teknik Sipil.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

KAMPUS 1 Jalan Kaliurang Km. 14.1 Tel. 895042, 895707, 896440, Fax. 895530 Yogyakarta 55584

FM-UII-AA-FPU-09
Yogyakarta, 03 April 2003

Nomor : 30/Kajur.TS.20/Bg.Pn.IV/2003
Lamp. :
Halaman : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode : III (Maret - Agustus 2003).

Kepada Yth.
Bapak/Ibu : **Dr. H. A. Kadie Aboe, MS.**
Di : Yogyakarta

Assalamu'alaikum W/t. Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak/Ibu agar mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut dibawah ini :

1. Nama : **Esia Khatunastah A.**
No. Mhs. : **98511203**
Bidang Studi : **IS.**
Tahun akademi : **2002/2003**
2. Nama : **Tams Dwi P.**
No. Mhs. : **98511203**
Bidang Studi : **IS.**
Tahun akademi : **2002/2003**

Dapat diberikan petunjuk-petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir.

Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sbb :

Dosen Pembimbing I : **Ir. H. Suharyatno, ME.**
Dosen Pembimbing II : **Ir. H. A. Kadie Aboe, MS.**

Dengan mengambni Topik/Judul :
Studi eksperimen perilaku beton box dengan dimensi yang berbeda

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum W/t. Wb.

An. Dekan
Ketur Jurusan Teknik Sipil,

Ir. H. Munadhir, MS.

Tembusan :

1. Dosen Pembimbing ybs.
2. Mahasiswa ybs.
3. Arsip/Jurusan Teknik Sipil.

LAMPIRAN I

Hasil Uji Berat Jenis agregat, SSD,

MHB, Nilai Faktor Kemungkinan.



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : _____ 1. Adi
 Asal : _____ 2. Indonesi
 Keperluan : _____
 Tanggal : _____

No	Saringan Ø lubang mm	Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
		I	II	I	II	I	II
1	40	—	—	—	—	—	—
2	20	—	—	—	—	—	—
3	10	—	—	—	—	—	—
4	4.75	90.65	93.85	4.533	4.676	4.533	4.676
5	2.36	114.65	117.63	5.752	5.882	10.285	10.56
6	1.18	368.60	379.25	18.43	18.963	28.715	29.523
7	0.600	550.7	558.63	27.525	27.932	56.240	57.455
8	0.300	392.90	395.7	19.645	19.785	75.885	77.240
9	0.150	284.89	278.80	14.245	13.91	90.09	91.150
10	P a n	187.71	167.69	9.386	8.422	—	—
Jumlah						265.62	270.606

Jumlah rata - rata 268.113

268.113

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{268.113}{100} \times 100\% = 268.113$

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium RKT ETSP III



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : _____ 1. ESMA
 Asal : _____ 2. TULUS
 Keperluan : _____ Tanggal : 7 Januari

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40	---	---	---	---	---	---
2	20	---	---	---	---	---	---
3	10	1600,16	1579,65	60,022	73,983	861,020	72,983
4	4,75	356,75	369,90	17,280	18,1995	97,916	97,970
5	2,36	19,30	15,90	0,965	0,77	98,681	98,243
6	1,18	5,46	10,5	0,273	0,525	99,15	98,772
7	0,600	2,10	7,87	0,105	0,354	99,319	99,127
8	0,300	3,30	3,46	0,165	0,113	99,484	99,13
9	0,150	6,35	4,11	0,3175	0,205	99,801	99,10
10	P a n	2,18	2,11	0,109	0,106	---	---
Jumlah						674,57	671,409

Jumlah rata - rata 672,989

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{672,989}{100} \times 100\% = 67,3$

Yogyakarta, _____
 Mengetahui
 Laboratorium BKT FTSP UII,



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

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
Nama benda uji : _____ 1. SIKA
Asal : _____ 2. TULUS
Keperluan : _____
Tanggal : 9 AGS 7 2011

ALAT – ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring , Sendok , Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	<u>200</u> ...	Gram	<u>200</u>	Gram
Volume air (V ₁)	<u>900</u> ...	Cc	<u>900</u>	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	<u>982</u> ...	Cc	<u>980</u>	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	<u>2,143</u> ...		<u>2,117</u> ...	
Berat jenis rata – rata	<u>2,130</u> ...			

Catatan :

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Di periksa oleh :
Nama benda uji : 1. *EJHA*
Asal : 2. *TUCUS*
Keperluan :
Tanggal : *7 JULI*

ALAT – ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring , Sendok , Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	<i>200</i>	Gram	<i>200</i>	Gram
Volume air (V ₁)	<i>900</i>	Cc	<i>900</i>	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	<i>980</i>	Cc	<i>975</i>	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	<i>2,15</i>		<i>2,167</i>	
Berat jenis rata – rata	<i>2,153</i>			

Catatan :

Yogyakarta,

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME AGREGAT HALUS " SSD "

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
Nama benda uji : _____ 1. LUBA
Asal : _____ 2. TULUS
Keperluan : _____
Tanggal : 7-12-2017

ALAT - ALAT

1. Tabung silinder (\varnothing 15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk \varnothing 16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	4,4 Kg	5,4 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	12,35 Kg	14,8 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,2987 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,2987 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,603811 t / m ³	1,737406 t / m ³
Berat volume rata-rata	1,67005 t / m ³	

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 BERAT VOLUME AGREGAT KASAR " SSD "

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
 Nama benda uji : _____ 1. Si Putih
 Asal : _____ 2. Tecus
 Keperluan : _____
 Tanggal : 7 Juni

ALAT – ALAT

1. Tabung silinder (\varnothing 15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk \varnothing 16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	4,4 Kg	5,4 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	12,5 Kg	14,3 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,29875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,29875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	$1,5286624 \text{ t/m}^3$	$1,702075 \text{ t/m}^3$
Berat volume rata-rata	$1,660,769 \text{ t/m}^3$	

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LAMPIRAN II

Hasil Uji Kuat Desak Beton

DATA HASIL PENGUJIAN KUAT DESAK BETON**SAMPEL 1**

Diameter (D) = 14,3 cm

Tinggi (Lo) = 29,61 cm

Luas Tampang (A) = $\frac{1}{4}\pi.D^2 = 160,525 \text{ cm}^2$

Pmaks = 57000 kg

$$\begin{aligned} \text{Kuat Desak} &= \frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Luas Tampang}} \\ &= \frac{57000 \text{ kg}}{160,525 \text{ cm}^2} \\ &= 355,08 \text{ kg/cm}^2 = 35,508 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 1 Hasil uji kuat desak beton sampel 1

Beban (P) (kN)	Beban (P) (kg)	Tegangan (P/A) (kg/cm ²)	Perpendekan (ΔL) (10 ⁻³ mm)	Regangan (ΔL/Lo) (10 ⁻¹ mm)
1	2	3	4	5
10	1000	6.229559259	0	0
20	2000	12.45911852	5	0.1688619
30	3000	18.68867778	10	0.3377237
40	4000	24.91823703	16	0.540358
50	5000	31.14779629	22	0.7429922
60	6000	37.37735555	28	0.9456265
70	7000	43.60691481	35	1.1820331
80	8000	49.83647407	41	1.3846673
90	9000	56.06603333	47	1.5873016
100	10000	62.29559259	54	1.8237082
110	11000	68.52515185	60	2.0263425
120	12000	74.7547111	66	2.2289767
130	13000	80.98427036	77	2.6004728

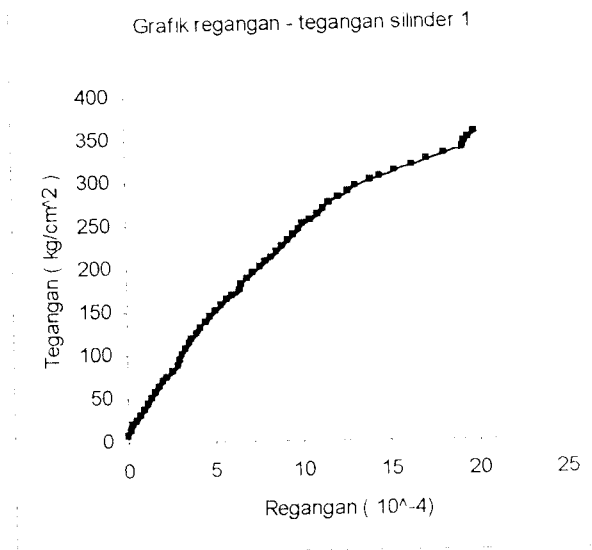
Lanjutan Tabel 1

1	2	3	4	5
140	14000	87.21382962	86	2.9044242
150	15000	93.44338888	89	3.0057413
160	16000	99.67294814	92	3.1070584
170	17000	105.9025074	98	3.3096927
180	18000	112.1320667	105	3.5460993
190	19000	118.3616259	110	3.7149612
200	20000	124.5911852	117	3.9513678
210	21000	130.8207444	125	4.2215468
220	22000	137.0503037	135	4.5592705
230	23000	143.2798629	140	4.7281324
240	24000	149.5094222	150	5.0658561
250	25000	155.7389815	160	5.4035799
260	26000	161.9685407	170	5.7413036
270	27000	168.1981	180	6.0790274
280	28000	174.4276592	190	6.4167511
290	29000	180.6572185	195	6.585613
300	30000	186.8867778	205	6.9233367
310	31000	193.116337	215	7.2610605
320	32000	199.3458963	225	7.5987842
330	33000	205.5754555	235	7.9365079
340	34000	211.8050148	245	8.2742317
350	35000	218.0345741	255	8.6119554
360	36000	224.2641333	264	8.9159068
370	37000	230.4936926	275	9.2874029
380	38000	236.7232518	285	9.6251266
390	39000	242.9528111	292	9.8615333
400	40000	249.1823703	300	10.131712
410	41000	255.4119296	312	10.536981
420	42000	261.6414889	325	10.976022
430	43000	267.8710481	335	11.313745
440	44000	274.1006074	345	11.651469
450	45000	280.3301666	360	12.158055
460	46000	286.5597259	375	12.66464
470	47000	292.7892852	390	13.171226
480	48000	299.0188444	415	14.015535
490	49000	305.2484037	430	14.522121
500	50000	311.4779629	455	15.36643
510	51000	317.7075222	485	16.379601
520	52000	323.9370815	510	17.223911
530	53000	330.1666407	540	18.237082
540	54000	336.3962	570	19.250253
550	55000	342.6257592	575	19.419115

Lampiran 2

Lanjutan Tabel 1

1	2	3	4	5
560	56000	348.8553185	580	19.587977
570	57000	355.0848777	590	19.925701



SAMPEL 2

Diameter = 15,2 cm.

Tinggi (Lo) = 31,09 cm.

Luas Tampang = $\frac{1}{4} \pi . D^2 = 181.366 \text{ cm}^2$

Pmaks = 75000 kg

$$\begin{aligned} \text{Kuat Desak} &= \frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Luas Tampang}} \\ &= \frac{75000 \text{ kg}}{181,366 \text{ cm}^2} \\ &= 412,848 \text{ kg/cm}^2 = 41,2848 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

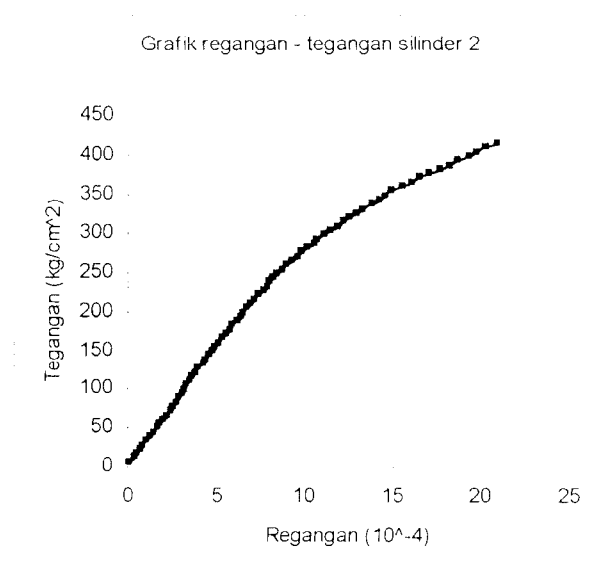
Tabel 2 Hasil uji kuat desak beton sampel 2

Beban (P) (kN)	Beban (P) (kg)	Tegangan (P/A) (kg/cm ²)	Perpendekan (ΔL) (10 ⁻³ mm)	Regangan (ΔL/Lo) (10 ⁻⁴ mm)
1	2	3	4	5
10	1000	5.513712603	5	0.1608234
20	2000	11.02742521	12	0.3859762
30	3000	16.54113781	16	0.5146349
40	4000	22.05485041	23	0.7397877
50	5000	27.56856302	28	0.9006111
60	6000	33.08227562	35	1.1257639
70	7000	38.59598822	40	1.2865873
80	8000	44.10970083	46	1.4795754
90	9000	49.62341343	52	1.6725635
100	10000	55.13712603	58	1.8655516
110	11000	60.65083864	65	2.0907044
120	12000	66.16455124	71	2.2836925
130	13000	71.67826384	77	2.4766806
140	14000	77.19197645	80	2.5731747
150	15000	82.70568905	86	2.7661628
160	16000	88.21940165	91	2.9269862
170	17000	93.73311426	96	3.0878096
180	18000	99.24682686	101	3.248633
190	19000	104.7605395	105	3.3772917
200	20000	110.2742521	111	3.5702798
210	21000	115.7879647	115	3.6989386
220	22000	121.3016773	121	3.8919267
230	23000	126.8153899	125	4.0205854
240	24000	132.3291025	133	4.2779029
250	25000	137.8428151	138	4.4387263
260	26000	143.3565277	145	4.6638791
270	27000	148.8702403	150	4.8247025
280	28000	154.3839529	155	4.9855259
290	29000	159.8976655	161	5.178514
300	30000	165.4113781	168	5.4036668
310	31000	170.9250907	175	5.6288196
320	32000	176.4388033	180	5.789643
330	33000	181.9525159	185	5.9504664
340	34000	187.4662285	194	6.2399485
350	35000	192.9799411	200	6.4329366
360	36000	198.4936537	205	6.5937601
370	37000	204.0073663	210	6.7545835
380	38000	209.5210789	216	6.9475716
390	39000	215.0347915	222	7.1405597

Lanjutan Tabel 2

1	2	3	4	5
400	40000	220.5485041	230	7.3978771
410	41000	226.0622167	240	7.719524
420	42000	231.5759293	246	7.9125121
430	43000	237.0896419	251	8.0733355
440	44000	242.6033545	256	8.2341589
450	45000	248.1170671	265	8.523641
460	46000	253.6307797	275	8.8452879
470	47000	259.1444924	281	9.038276
480	48000	264.658205	290	9.3277581
490	49000	270.1719176	300	9.649405
500	50000	275.6856302	306	9.8423931
510	51000	281.1993428	316	10.16404
520	52000	286.7130554	330	10.614345
530	53000	292.226768	335	10.775169
540	54000	297.7404806	346	11.12898
550	55000	303.2541932	358	11.514957
560	56000	308.7679058	370	11.900933
570	57000	314.2816184	380	12.22258
580	58000	319.795331	390	12.544226
590	59000	325.3090436	403	12.962367
600	60000	330.8227562	415	13.348344
610	61000	336.3364688	430	13.830814
620	62000	341.8501814	445	14.313284
630	63000	347.363894	455	14.634931
640	64000	352.8776066	465	14.956578
650	65000	358.3913192	485	15.599871
660	66000	363.9050318	500	16.082342
670	67000	369.4187444	515	16.564812
680	68000	374.932457	530	17.047282
690	69000	380.4461696	550	17.690576
700	70000	385.9598822	568	18.26954
710	71000	391.4735948	580	18.655516
720	72000	396.9873074	600	19.29881
730	73000	402.50102	615	19.78128
740	74000	408.0147326	630	20.26375
750	75000	413.5284452	650	20.907044

Lampiran 2



SAMPEL 3

Diameter (D) = 14,88 cm.

Tinggi (Lo) = 29,8 cm.

Luas Tampang (A) = $\frac{1}{4}\pi.D^2 = 173,81 \text{ cm}^2$.

Pmaks = 57000 kg

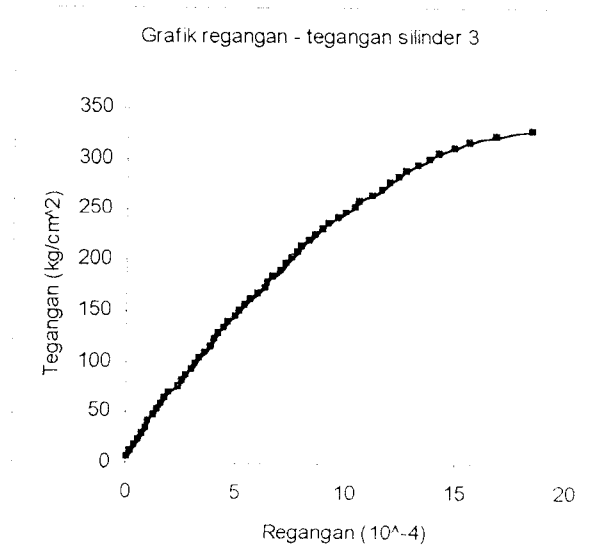
Kuat Desak = $\frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Luas Tampang}}$
$$= \frac{57000 \text{ kg}}{173,81 \text{ cm}^2}$$
$$= 327,94 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 32,794 \text{ Mpa}$$

Tabel 3 Hasil uji kuat desak beton sampel 3

Beban (P) (kN)	Beban (P) (kg)	Tegangan (P/A) (kg/cm ²)	Perpendekan (ΔL) (10 ⁻³ mm)	Regangan (ΔL/Lo) (10 ⁻¹ mm)
1	2	3	4	5
10	1000	5.753409	5	0.167785
20	2000	11.50682	10	0.33557
30	3000	17.26023	15	0.503356
40	4000	23.01364	21	0.704698
50	5000	28.76704	26	0.872483
60	6000	34.52045	33	1.107383
70	7000	40.27386	38	1.275168
80	8000	46.02727	45	1.510067
90	9000	51.78068	50	1.677852
100	10000	57.53409	55	1.845638
110	11000	63.2875	60	2.013423
120	12000	69.04091	65	2.181208
130	13000	74.79432	71	2.38255
140	14000	80.54772	77	2.583893
150	15000	86.30113	83	2.785235
160	16000	92.05454	89	2.986577
170	17000	97.80795	95	3.187919
180	18000	103.5614	100	3.355705
190	19000	109.3148	108	3.624161
200	20000	115.0682	115	3.85906
210	21000	120.8216	121	4.060403
220	22000	126.575	126	4.228188
230	23000	132.3284	133	4.463087
240	24000	138.0818	140	4.697987
250	25000	143.8352	150	5.033557
260	26000	149.5886	155	5.201342
270	27000	155.342	161	5.402685
280	28000	161.0954	170	5.704698
290	29000	166.8489	180	6.040268
300	30000	172.6023	190	6.375839
310	31000	178.3557	192	6.442953
320	32000	184.1091	201	6.744966
330	33000	189.8625	210	7.04698
340	34000	195.6159	218	7.315436
350	35000	201.3693	226	7.583893
360	36000	207.1227	233	7.818792
370	37000	212.8761	240	8.053691
380	38000	218.6295	250	8.389262
390	39000	224.3829	258	8.657718

Lanjutan tabel 3

1	2	3	4	5
400	40000	230.1364	266	8.926174
410	41000	235.8898	275	9.228188
420	42000	241.6432	287	9.630872
430	43000	247.3966	298	10
440	44000	253.15	310	10.40268
450	45000	258.9034	315	10.57047
460	46000	264.6568	335	11.24161
470	47000	270.4102	346	11.61074
480	48000	276.1636	358	12.01342
490	49000	281.917	370	12.41611
500	50000	287.6704	380	12.75168
510	51000	293.4239	395	13.25503
520	52000	299.1773	412	13.8255
530	53000	304.9307	425	14.26174
540	54000	310.6841	445	14.93289
550	55000	316.4375	465	15.60403
560	56000	322.1909	500	16.77852
570	57000	327.9443	550	18.45638



Lampiran 2

SAMPEL 4

Diameter (D) = 14,88 cm.

Tinggi (Lo) = 29,63 cm.

Luas Tampang (A) = $\frac{1}{4}\pi.D^2 = 173,557 \text{ cm}^2$.

Pmaks = 57000 kg

$$\begin{aligned} \text{Kuat Desak} &= \frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Luas Tampang}} \\ &= \frac{55000 \text{ kg}}{173,557 \text{ cm}^2} \\ &= 316,89 \text{ kg/cm}^2 = 31,689 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

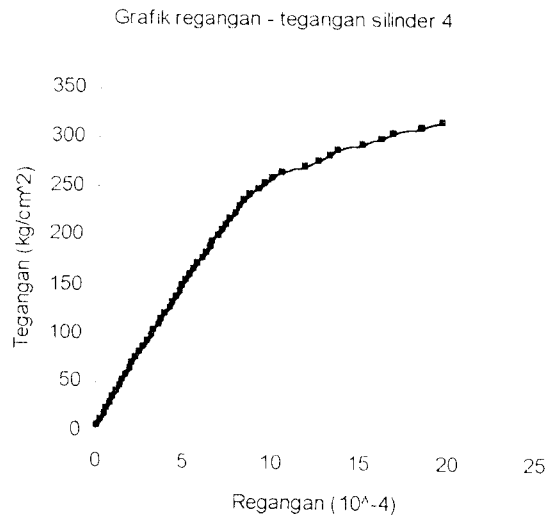
Tabel 4 Hasil uji kuat desak beton sample 4

Beban (P) (kN)	Beban (P) (kg)	Tegangan (P/A) (kg/cm ²)	Perpendekan (ΔL) (10 ⁻³ mm)	Regangan (ΔL/Lo) (10 ⁻⁴ mm)
1	2	3	4	5
10	1000	5.761796	3	0.101249
20	2000	11.52359	10	0.337496
30	3000	17.28539	15	0.506244
40	4000	23.04718	20	0.674992
50	5000	28.80898	25	0.843739
60	6000	34.57078	30	1.012487
70	7000	40.33257	35	1.181235
80	8000	46.09437	40	1.349983
90	9000	51.85616	46	1.552481
100	10000	57.61796	51	1.721228
110	11000	63.37975	56	1.889976
120	12000	69.14155	62	2.092474
130	13000	74.90335	68	2.294971
140	14000	80.66514	75	2.531218
150	15000	86.42694	80	2.699966

Lanjutan Tabel 4

1	2	3	4	5
160	16000	92.18873	86	2.902464
170	17000	97.95053	92	3.104961
180	18000	103.7123	97	3.273709
190	19000	109.4741	105	3.543706
200	20000	115.2359	110	3.712454
210	21000	120.9977	116	3.914951
220	22000	126.7595	124	4.184948
230	23000	132.5213	128	4.319946
240	24000	138.2831	135	4.556193
250	25000	144.0449	140	4.724941
260	26000	149.8067	145	4.893689
270	27000	155.5685	150	5.062437
280	28000	161.3303	157	5.298684
290	29000	167.0921	163	5.501181
300	30000	172.8539	170	5.737428
310	31000	178.6157	180	6.074924
320	32000	184.3775	185	6.243672
330	33000	190.1393	190	6.41242
340	34000	195.9011	196	6.614917
350	35000	201.6629	205	6.918664
360	36000	207.4247	210	7.087411
370	37000	213.1864	216	7.289909
380	38000	218.9482	225	7.593655
390	39000	224.71	234	7.897401
400	40000	230.4718	240	8.099899
410	41000	236.2336	245	8.268647
420	42000	241.9954	256	8.639892
430	43000	247.7572	270	9.112386
440	44000	253.519	280	9.449882
450	45000	259.2808	295	9.956126
460	46000	265.0426	311	10.49612
470	47000	270.8044	349	11.7786
480	48000	276.5662	371	12.52109
490	49000	282.328	389	13.12859
500	50000	288.0898	402	13.56733
510	51000	293.8516	443	14.95106
520	52000	299.6134	476	16.0648
530	53000	305.3752	496	16.73979
540	54000	311.137	542	18.29227
550	55000	316.8988	578	19.50726

Lampiran 2



SAMPEL 5

Diameter (D) = 15 cm.

Tinggi (Lo) = 29,65 cm.

Luas Tampang (A) = $\frac{1}{4} \pi \cdot D^2 = 176,71 \text{ cm}^2$

Pmaks = 65000 kg

Kuat Desak = $\frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Luas Tampang}}$

$$= \frac{65000 \text{ kg}}{176,71 \text{ cm}^2}$$

$$= 367,83 \text{ kg/cm}^2 = 36,783 \text{ Mpa}$$

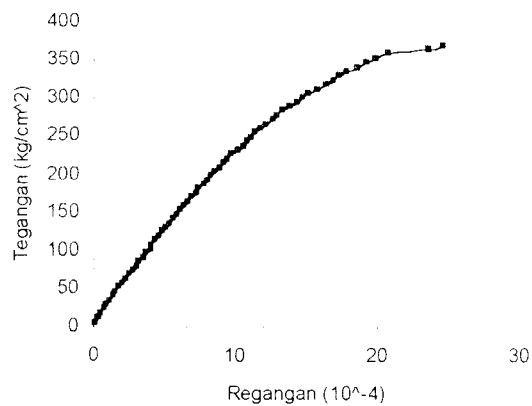
Tabel 5 Hasil uji kuat desak beton sampel 5

Beban (P) (kN)	Beban (P) (kg)	Tegangan (P/A) (kg/cm ²)	Perpendekan (ΔL) (10 ⁻³ mm)	Regangan (ΔL/L ₀) (10 ⁻¹ mm)
1	2	3	4	5
10	1000	5.658669081	3	0.1011804
20	2000	11.31733816	10	0.3372681
30	3000	16.97600724	15	0.5059022
40	4000	22.63467632	22	0.7419899
50	5000	28.29334541	28	0.9443508
60	6000	33.95201449	35	1.1804384
70	7000	39.61068357	42	1.4165261
80	8000	45.26935265	47	1.5851602
90	9000	50.92802173	55	1.8549747
100	10000	56.58669081	61	2.0573356
110	11000	62.24535989	68	2.2934233
120	12000	67.90402897	75	2.529511
130	13000	73.56269805	84	2.8330523
140	14000	79.22136713	90	3.0354132
150	15000	84.88003622	96	3.237774
160	16000	90.5387053	105	3.5413153
170	17000	96.19737438	112	3.777403
180	18000	101.8560435	120	4.0472175
190	19000	107.5147125	123	4.148398
200	20000	113.1733816	130	4.3844857
210	21000	118.8320507	136	4.5868465
220	22000	124.4907198	145	4.8903879
230	23000	130.1493889	152	5.1264755
240	24000	135.8080579	160	5.3962901
250	25000	141.466727	168	5.6661046
260	26000	147.1253961	175	5.9021922
270	27000	152.7840652	182	6.1382799
280	28000	158.4427343	190	6.4080944
290	29000	164.1014033	198	6.6779089
300	30000	169.7600724	205	6.9139966
310	31000	175.4187415	215	7.2512648
320	32000	181.0774106	222	7.4873524
330	33000	186.7360797	230	7.7571669
340	34000	192.3947488	238	8.0269815
350	35000	198.0534178	248	8.3642496
360	36000	203.7120869	254	8.5666105
370	37000	209.370756	265	8.9376054
380	38000	215.0294251	272	9.1736931
390	39000	220.6880942	280	9.4435076

Lanjutan Tabel 5

1	2	3	4	5
400	40000	226.3467632	290	9.7807757
410	41000	232.0054323	305	10.286678
420	42000	237.6641014	315	10.623946
430	43000	243.3227705	325	10.961214
440	44000	248.9814396	332	11.197302
450	45000	254.6401086	340	11.467116
460	46000	260.2987777	350	11.804384
470	47000	265.9574468	362	12.209106
480	48000	271.6161159	375	12.647555
490	49000	277.274785	385	12.984823
500	50000	282.9334541	395	13.322091
510	51000	288.5921231	410	13.827993
520	52000	294.2507922	425	14.333895
530	53000	299.9094613	438	14.772344
540	54000	305.5681304	450	15.177066
550	55000	311.2267995	468	15.784148
560	56000	316.8854685	485	16.357504
570	57000	322.5441376	500	16.863406
580	58000	328.2028067	515	17.369309
590	59000	333.8614758	530	17.875211
600	60000	339.5201449	550	18.549747
610	61000	345.1788139	570	19.224283
620	62000	350.837483	590	19.89882
630	63000	356.4961521	615	20.74199
640	64000	362.1548212	700	23.608769
650	65000	367.8134903	730	24.620573

Grafik regangan - tegangan silinder 5



SAMPEL 6

Diameter (D) = 15,06 cm.

Tinggi (Lo) = 29,78 cm.

Luas Tampang (A) = $\frac{1}{4} \pi D^2 = 178,13 \text{ cm}^2$

Pmaks = 57500 kg

$$\begin{aligned} \text{Kuat Desak} &= \frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Luas Tampang}} \\ &= \frac{57500 \text{ kg}}{178,13 \text{ cm}^2} \\ &= 322,79 \text{ kg/cm}^2 = 32,79 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

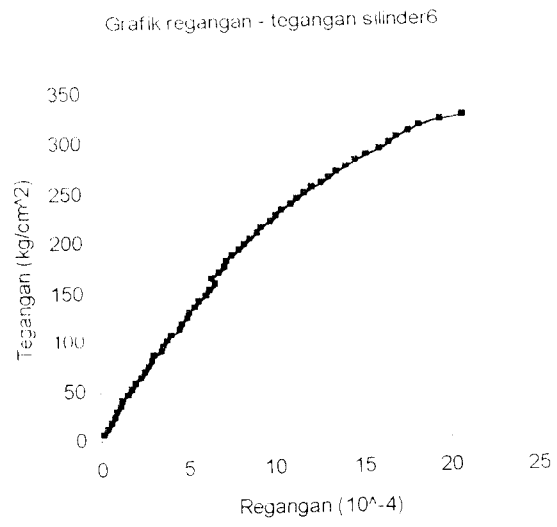
Tabel 6 Hasil uji kuat desak beton sampel 6

Beban (P) (kN)	Beban (P) (kg)	Tegangan (P/A) (kg/cm ²)	Perpendekan (ΔL) (10 ⁻³ mm)	Regangan (ΔL/Lo) (10 ⁻⁴ mm)
1	2	3	4	5
10	1000	5.613846	5	0.167898
20	2000	11.22769	12	0.402955
30	3000	16.84154	20	0.671592
40	4000	22.45538	25	0.83949
50	5000	28.06923	30	1.007388
60	6000	33.68308	35	1.175285
70	7000	39.29692	40	1.343183
80	8000	44.91077	48	1.61182
90	9000	50.52461	55	1.846877
100	10000	56.13846	62	2.081934
110	11000	61.75231	70	2.350571
120	12000	67.36615	76	2.552048
130	13000	72.98	83	2.787105
140	14000	78.59384	90	3.022163
150	15000	84.20769	95	3.19006
160	16000	89.82154	105	3.525856
170	17000	95.43538	110	3.693754

Lanjutan Tabel 6

1	2	3	4	5
180	18000	101.0492	117	3.928811
190	19000	106.6631	124	4.163868
200	20000	112.2769	139	4.667562
210	21000	117.8908	142	4.768301
220	22000	123.5046	150	5.036938
230	23000	129.1185	155	5.204835
240	24000	134.7323	163	5.473472
250	25000	140.3461	172	5.775688
260	26000	145.96	183	6.145064
270	27000	151.5738	191	6.4137
280	28000	157.1877	200	6.715917
290	29000	162.8015	192	6.44728
300	30000	168.4154	205	6.883815
310	31000	174.0292	215	7.21961
320	32000	179.6431	220	7.387508
330	33000	185.2569	230	7.723304
340	34000	190.8708	241	8.09268
350	35000	196.4846	252	8.462055
360	36000	202.0985	262	8.797851
370	37000	207.7123	273	9.167226
380	38000	213.3261	280	9.402283
390	39000	218.94	295	9.905977
400	40000	224.5538	305	10.24177
410	41000	230.1677	317	10.64473
420	42000	235.7815	331	11.11484
430	43000	241.3954	341	11.45064
440	44000	247.0092	355	11.92075
450	45000	252.6231	369	12.39087
460	46000	258.2369	383	12.86098
470	47000	263.8508	395	13.26394
480	48000	269.4646	410	13.76763
490	49000	275.0785	425	14.27132
500	50000	280.6923	440	14.77502
510	51000	286.3061	460	15.44661
520	52000	291.92	482	16.18536
530	53000	297.5338	499	16.75621
540	54000	303.1477	514	17.25991
550	55000	308.7615	533	17.89792
560	56000	314.3754	550	18.46877
570	57000	319.9892	588	19.7448
575	57500	322.7961	625	20.98724

Lampiran 2



LAMPIRAN III

Hasil Uji Kuat Tarik Baja

DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA TULANGAN

SAMPEL 1

Diameter benda uji (d_0) = 0,58 cm
 Luas tampang awal (A_0) = 0,2642 cm²
 Panjang ukur awal ($L_0 = 5,64 \sqrt{A_0}$) = 2,899 cm
 Beban Leleh = 900 kg

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Leleh (Fy)} &= \frac{\text{Beban Leleh}}{\text{Luas Tampang (A}_0\text{)}} \\ &= \frac{900 \text{ kg}}{0,264 \text{ cm}^2} \\ &= 3406,4 \text{ kg/cm}^2 = 340,64 \text{ Mpa.} \end{aligned}$$

Tabel 1 Hasil pengujian tarik baja sampel 1

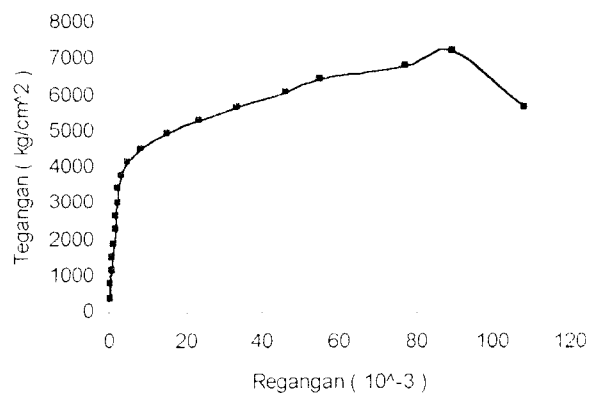
Beban (P) (kg)	Perpanjangan (ΔL) (10 ⁻² mm)	Tegangan (P/A ₀) (kg/cm ²)	Regangan ($\Delta L/L_0$) (10 ⁻³)
1	2	3	4
100	1.2	378.7879	0.413936
200	1.9	757.5758	0.655398
300	2.8	1136.364	0.96585
400	3.4	1515.152	1.172818
500	4.2	1893.939	1.448775
600	5	2272.727	1.724733
700	5.8	2651.515	2.00069
800	6.7	3030.303	2.311142
900	7.8	3409.091	2.690583
1000	9.6	3787.879	3.311487
1100	14.5	4166.667	5.001725
1200	24.7	4545.455	8.520179
1300	44	4924.242	15.17765

Lampiran 3

Lanjutan Tabel 1

1	2	3	4
1400	68	5303.03	23.45636
1500	97.5	5681.818	33.63229
1600	133.5	6060.606	46.05036
1700	159.5	6439.394	55.01897
1800	224.5	6818.182	77.4405
1900	259.5	7196.97	89.51363
1500	100	5681.818	115.8

Grafik regangan-tegangan baja sampel 1



SAMPEL 2

Diameter benda uji (d_0) = 0,60 cm

Luas tampang awal (A_0) = 0,2827 cm²

Panjang ukur awal ($L_0 = 5,64 \sqrt{A_0}$) = 2,999 cm

Beban Leleh = 800 kg

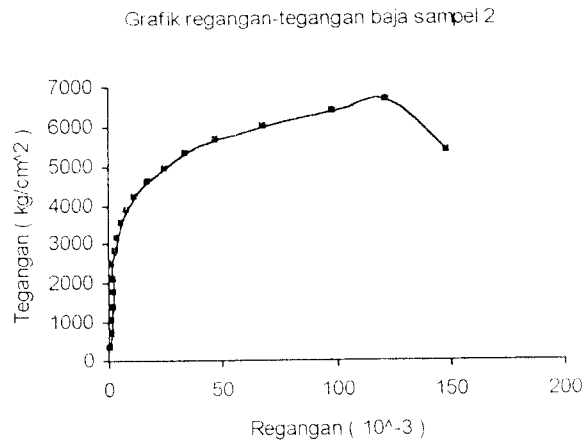
$$\begin{aligned} \text{Tegangan Leleh (Fy)} &= \frac{\text{Beban Leleh}}{\text{Luas Tampang (A}_0\text{)}} \\ &= \frac{800 \text{ kg}}{0,2827 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

$$= 2829,42 \text{ kg cm}^{-2} = 282,942 \text{ Mpa}$$

Tabel 2 Hasil pengujian tarik baja sampel 2

Beban (P) (kg)	Perpanjangan (ΔL) (10^{-2} mm)	Tegangan (P/Ao) (kg/cm ²)	Regangan ($\Delta L/L_0$) (10^{-3})
1	2	3	4
100	3	353.3569	1.000333
200	4.5	706.7138	1.5005
300	5.2	1060.071	1.733911
400	6.5	1413.428	2.167389
500	7.3	1766.784	2.434145
600	8.5	2120.141	2.834278
700	4.5	2473.498	1.5005
800	10.8	2826.855	3.6012
900	13	3180.212	4.334778
1000	16.9	3533.569	5.635212
1100	25.8	3886.926	8.602868
1200	35.6	4240.283	11.87062
1300	52	4593.64	17.33911
1400	75	4946.996	25.00834
1500	103	5300.353	34.34478
1600	143	5653.71	47.68256
1700	203	6007.067	67.68923
1800	295	6360.424	98.36612
1880	366	6643.11	122.0407
1520	97.5	5352.133	154.2

Lampiran 3



SAMPEL 3

Diameter benda uji (d_0) = 0,61 cm

Luas tampang awal (A_0) = 0,2923 cm²

Panjang ukur awal ($L_0 = 5,64 \sqrt{A_0}$) = 3,048 cm

Beban Leleh = 850 kg

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Leleh (Fy)} &= \frac{\text{Beban Leleh}}{\text{Luas Tampang (A}_0\text{)}} \\ &= \frac{850 \text{ kg}}{0,2923 \text{ cm}^2} \\ &= 2908,57 \text{ kg/cm}^2 = 290,857 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

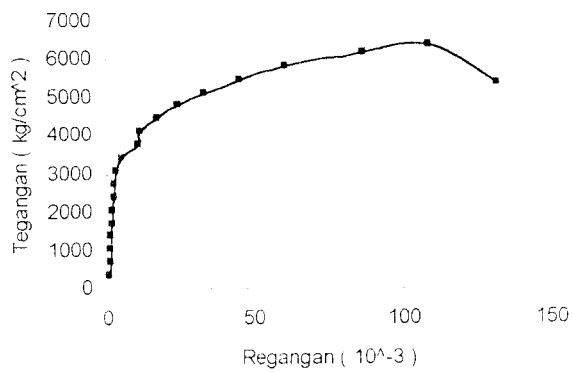
Tabel 3 Hasil pengujian tarik baja sampel 3

Beban (P) (kg)	Perpanjangan (ΔL) (10 ⁻² mm)	Tegangan (P/A ₀) (kg/cm ²)	Regangan ($\Delta L/L_0$) (10 ⁻³)
1	2	3	4
100	2	342.4658	0.655953
200	3	684.9315	0.983929

Lanjutan Tabel 3

1	2	3	4
300	3.5	1027.397	1.147917
400	4.4	1369.863	1.443096
500	5	1712.329	1.639882
600	6.1	2054.795	2.000656
700	7	2397.26	2.295835
800	8.2	2739.726	2.689406
900	10.5	3082.192	3.443752
1000	15	3424.658	4.919646
1100	32.7	3767.123	10.72483
1200	35	4109.589	11.47917
1300	52.2	4452.055	17.12037
1400	73.8	4794.521	24.20466
1500	101	5136.986	33.12561
1600	137.5	5479.452	45.09675
1700	185	5821.918	60.67563
1800	264	6164.384	86.58577
1850	333	6335.616	109.2161
1620	100	5352.133	136.5465

Grafik regangan-tegangan baja sampel 3



SAMPEL 4

Diameter benda uji (do) = 0,61 cm

Luas tampang awal (Ao) = 0,2923 cm²

Lampiran 3

Panjang ukur awal ($L_0 = 5,64 \sqrt{A_0}$) = 3.048 cm

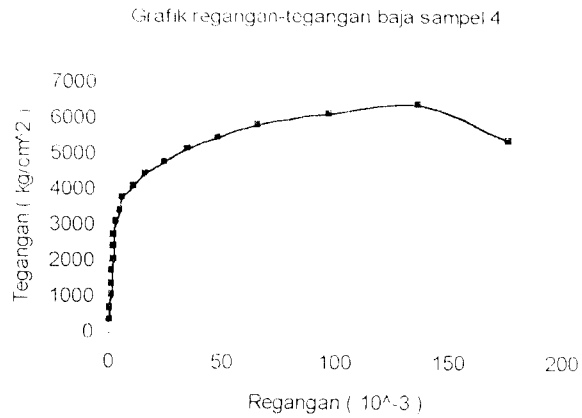
Beban Leleh = 900 kg

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Leleh (Fy)} &= \frac{\text{Beban Leleh}}{\text{Luas Tampang (A}_0\text{)}} \\ &= \frac{900 \text{ kg}}{0,2923 \text{ cm}^2} \\ &= 3025,57 \text{ kg/cm}^2 = 302,557 \text{ Mpa.} \end{aligned}$$

Tabel 4 Hasil pengujian tarik baja sampel 4

Beban (P) (kg)	Perpanjangan (ΔL) (10 ⁻² mm)	Tegangan (P/A ₀) (kg/cm ²)	Regangan (ΔL/L ₀) (10 ⁻³)
1	2	3	4
100	2.2	342.4658	0.721311
200	3.1	684.9315	1.016393
300	3.9	1027.397	1.278689
400	4.9	1369.863	1.606557
500	5.8	1712.329	1.901639
600	6.6	2054.795	2.163934
700	7.6	2397.26	2.491803
800	8.8	2739.726	2.885246
900	10.8	3082.192	3.540984
1000	14.5	3424.658	4.754098
1100	19	3767.123	6.229508
1200	32	4109.589	10.4918
1300	49	4452.055	16.06557
1400	73	4794.521	23.93443
1500	103.5	5136.986	33.93443
1600	146	5479.452	47.86885
1700	199	5821.918	65.2459
1800	294	6164.384	96.39344
1880	415	6438.356	136.0656
1580	100	5352.133	164.5124

Lampiran 3



SAMPEL 5

Diameter benda uji (d_0) = 0,59 cm

Luas tampang awal (A_0) = 0,273 cm²

Panjang ukur awal ($L_0 = 5,64 \sqrt{A_0}$) = 2,945 cm

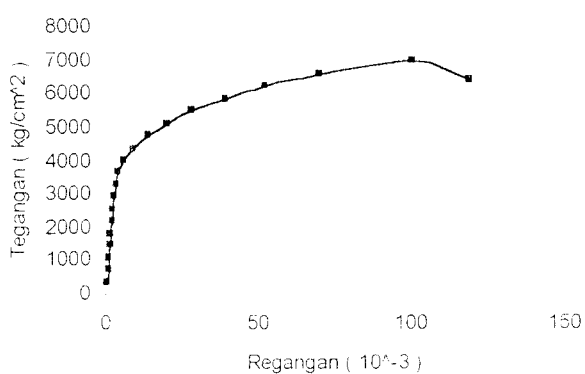
Beban Leleh = 800 kg

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Leleh (} F_y \text{)} &= \frac{\text{Beban Leleh}}{\text{Luas Tampang (} A_0 \text{)}} \\ &= \frac{800 \text{ kg}}{0,273 \text{ cm}^2} \\ &= 2930,40 \text{ kg/cm}^2 = 293,040 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 5 Hasil pengujian tarik baja sampel 5

Beban (P) (kg)	Perpanjangan (ΔL) (10^{-2} mm)	Tegangan (P/A_0) (kg/cm^2)	Regangan ($\Delta L/L_0$) (10^{-3})
1	2	3	4
100	2.1	366.3004	0.712106
200	3	732.6007	1.017294
300	3.9	1098.901	1.322482
400	4.9	1465.201	1.66158
500	5.45	1831.502	1.848084
600	6.6	2197.802	2.238047
700	7.5	2564.103	2.543235
800	8.9	2930.403	3.017972
900	10.5	3296.703	3.560529
1000	13.5	3663.004	4.577823
1100	18.5	4029.304	6.273313
1200	27.3	4395.604	9.257375
1300	41	4761.905	13.90302
1400	60	5128.205	20.34588
1500	84	5494.505	28.48423
1600	117	5860.806	39.67447
1700	155	6227.106	52.56019
1800	207	6593.407	70.19329
1900	297	6959.707	100.7121
1750	90	6410.256	135.2564

Grafik regangan-tegangan baja sampel 5



SAMPEL 6

Diameter benda uji (d_0) = 0,59 cm
 Luas tampang awal (A_0) = 0,273 cm²
 Panjang ukur awal ($L_0 = 5,64 \sqrt{A_0}$) = 2,945 cm
 Beban Leleh = 900 kg

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Leleh (} F_y \text{)} &= \frac{\text{Beban Leleh}}{\text{Luas Tampang (} A_0 \text{)}} \\ &= \frac{900 \text{ kg}}{0,273 \text{ cm}^2} \\ &= 3296,70 \text{ kg/cm}^2 = 329,67 \text{ Mpa.} \end{aligned}$$

Tabel 6 Hasil pengujian tarik baja sampel 6

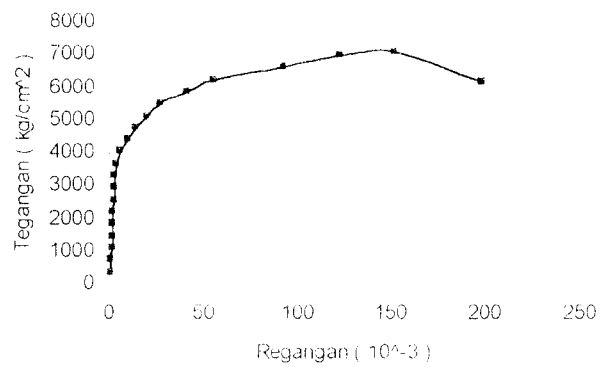
Beban (P) (kg) 1	Perpanjangan (ΔL) (10 ⁻² mm) 2	Tegangan (P/A ₀) (kg/cm ²) 3	Regangan ($\Delta L/L_0$) (10 ⁻³) 4
100	2.8	366.3004	0.949153
200	3.8	732.6007	1.288136
300	4.5	1098.901	1.525424
400	5.2	1465.201	1.762712
500	6.1	1831.502	2.067797
600	7	2197.802	2.372881
700	7.9	2564.103	2.677966
800	8.9	2930.403	3.016949
900	9.9	3296.703	3.355932
1000	12.89	3663.004	4.369492
1100	17.6	4029.304	5.966102
1200	30.5	4395.604	10.33898
1300	40.2	4761.905	13.62712
1400	60	5128.205	20.33898
1500	80	5494.505	27.11864
1600	122	5860.806	41.35593
1700	163	6227.106	55.25424
1800	272	6593.407	92.20339

Lampiran 3

Lanjutan Tabel 6

1	2	3	4
1900	360	6959,707	122,0339
1930	448	7069,597	151,8644
1680	125	6153,846	169,3654

Grafik regangan-tegangan baja sampel 6



LAMPIRAN IV

Perhitungan Mix Design

PERENCANAAN MIX DESIGN

Mutu Beton 25 Mpa

Ukuran maksimum butiran kerikil	= 20 mm
Berat volume agregat kasar (SSD)	= 1,66
Berat jenis semen	3,15
Berat jenis kerikil	= 2,58
Berat jenis pasir	2,35
Modulus halus butir	= 2,68

Tabel 1 Nilai deviasi standar (Kg/cm²)

Volume Pekerjaan (m ³)	Mutu Pelaksanaan		
	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 : Kardiyono, 1992)

1. Dihitung deviasi standar dari tabel 1 dengan data volume pekerjaan kecil

dan mutu pekerjaan cukup, didapat :

$$S_d = 75 \text{ kg/cm}^2 = 7,5 \text{ Mpa}$$

$$M = 1,64 \cdot S_d = 1,64 \times 7,5 = 12,3 \text{ Mpa}$$

$$f_{cr} \text{ (kuat desak rata-rata)} = f_c + m$$

$$= 25 + 12,3 = 37,3 \text{ Mpa}$$

Tabel 2 Hubungan fas dan kuat tekan rata-rata silinder beton pada umur 28 hari

Faktor air semen (Fas)	Perkiraan kuat tekan rata-rata (Mpa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,8	14

(sumber : Kardiyono, 1992)

2. Dihitungan nilai fas dengan tabel 2, untuk $f'_{cr} = 37,3$ Mpa

$$\text{Dengan interpolasi, fas} = 0,35 + \frac{0,44 - 0,35}{35 - 42} (37,3 - 42) = 0,41$$

Tabel 3 Perkiraan kebutuhan air (ltr)

Slam (mm)	Ukuran maksimum 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 : Kardiyono, 1992)

3. Dengan menggunakan tabel 3 untuk nilai slump = 5 – 7,5 mm dan agregat maksimal 20 mm, maka kebutuhan air = 0,1925 m³ atau 192,5 liter
4. Dihitungan berat semen per m³ beton

$$\text{Fas} = 0,41$$

$$\text{Berat semen (pc)} = \frac{\text{berat air}}{\text{fas}} = \frac{0,1925}{0,41} = 0,476 \text{ ton}$$

$$\text{Volume semen (pc)} = \frac{\text{Berat semen}}{\text{Bj.Pc}} = \frac{476,41}{3,15 \cdot 10^3} = 0,149 \text{ m}^3$$

Tabel 4. Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m³ beton

Ukuran maksimal agregat (mm)	Modulus halus butir (mhb) 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 : Kardiyono, 1992)

5. Dihitungan volume kerikil berdasarkan ukuran butir maks 20 mm dan mhb = 2,68 didapat

$$V_k = 0,624 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat satuan kerikil} = 1,66$$

$$W_k = 1,66 \cdot 0,624 = 1,0658 \text{ ton} = 1065,8 \text{ kg}$$

6. Hitungan volume bahan

a. Volume absolut air = 0,1925 m³

b. Volume absolut kerikil = $\frac{\text{berat kerikil}}{\text{Bj. kerikil}} = \frac{1,0658}{2,58} = 0,401 \text{ m}^3$

c. Volume absolut udara = 0,02 m³

Jumlah volume absolut air, semen, kerikil, dan udara : 1 m³ beton

$$= \text{Vol. air} + \text{Vol. pc} + \text{Vol. kerikil} + \text{Vol udara terperangkap}$$

$$= 0,1925 + 0,1492 + 0,401 + 0,02$$

$$= 0,763 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume absolut pasir} = V_p = 1 - 0,763 = 0,237 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir } W_p = 0,237 \cdot 2,35 = 0,567 \text{ ton}$$

7. Kontrol hubungan untuk 1 m^3 beton

$$\text{Berat beton} = W_a + W_s + W_p + W_k$$

$$= 0,1925 + 0,476 + 0,567 + 1,0658$$

$$= 2,30130 \text{ ton}$$

Diperkirakan betul, karena berat beton sebesar 2300 kg m^3

8. Ditambah factor keamanan 10%:

a) Berat semen (W_s) $= 0,476 \times 1,1 = 0,523 \text{ ton}$

b) Berat pasir (W_p) $= 0,567 \times 1,1 = 0,623 \text{ ton}$

c) Berat kerikil (W_k) $= 1,0658 \times 1,1 = 1,172 \text{ ton}$

d) Berat air (W_a) $= 0,1925 \times 1,1 = 0,211 \text{ m}^3$

9. Digunakan :

a) Dimensi $100 \times 100 \times 8 \text{ cm}$ sebanyak 2 buah dengan volume $= 0,2355 \text{ m}^3$

dan 2 buah silinder dengan volume $= 0,01060 \text{ m}^3$, maka kebutuhan air,semen, pasir dan kerikil :

- $W_s = 0,523 \times 0,246 = 0,1288 \text{ ton}$

- $W_p = 0,623 \times 0,246 = 0,1534 \text{ ton}$

- $W_k = 1,172 \times 0,246 = 0,2883 \text{ ton}$

- $W_a = 0,211 \times 0,246 = 0,052 \text{ m}^3$

b) Dimensi $75 \times 75 \times 8 \text{ cm}$ sebanyak 2 buah dengan volume $= 0,17152 \text{ m}^3$

dan 2 buah silinder dengan volume $= 0,01060 \text{ m}^3$, maka kebutuhan air,semen, pasir dan kerikil :

- $W_s = 0,523 \times 0,1821 = 0,0952 \text{ ton}$

- $W_p = 0,623 \times 0,1821 = 0,1134 \text{ ton}$

Lampiran 4

- $W_k = 1,172 \times 0,1821 = 0,2135 \text{ ton}$

- $W_a = 0,211 \times 0,1821 = 0,038 \text{ m}^3$

c) Dimensi 50x50x8 cm sebanyak 4 buah dengan volume = $0,2150 \text{ m}^3$
dan 2 buah silinder dengan volume = $0,01060 \text{ m}^3$, maka kebutuhan
air, semen, pasir dan kerikil :

- $W_s = 0,523 \times 0,2256 = 0,118 \text{ ton}$

- $W_p = 0,623 \times 0,2256 = 0,1407 \text{ ton}$

- $W_k = 1,172 \times 0,2256 = 0,264 \text{ ton}$

- $W_a = 0,211 \times 0,2256 = 0,047 \text{ m}^3$

Jadi kebutuhan seluruh bahan :

a) $W_s = 0,1181 + 0,1288 + 0,0952 = 0,3421 \text{ ton}$

b) $W_p = 0,1534 + 0,1134 + 0,1407 = 0,4075 \text{ ton}$

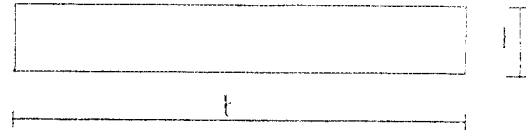
c) $W_k = 0,2883 + 0,2135 + 0,2645 = 0,7663 \text{ ton}$

d) $W_a = 0,0520 + 0,0385 + 0,0477 = 0,1382 \text{ m}^3$

PERHITUNGAN BEBAN TEORITIS

(Tanpa Tulangan)

1. Model benda uji I dan II



$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

$$M_{cr} = \frac{0.57 \sqrt{31.873} \cdot \frac{1}{12} \cdot 400.80^3}{40}$$

$$M_{cr} = 1323014 \text{ N}\cdot\text{mm} = 1.323 \text{ kN}\cdot\text{M}$$

Dengan menganggap pada kedua ujung jepit

$$M_{cr} = \frac{1}{4} p l - \frac{1}{8} p l$$

$$M_{cr} = \frac{1}{8} p l$$

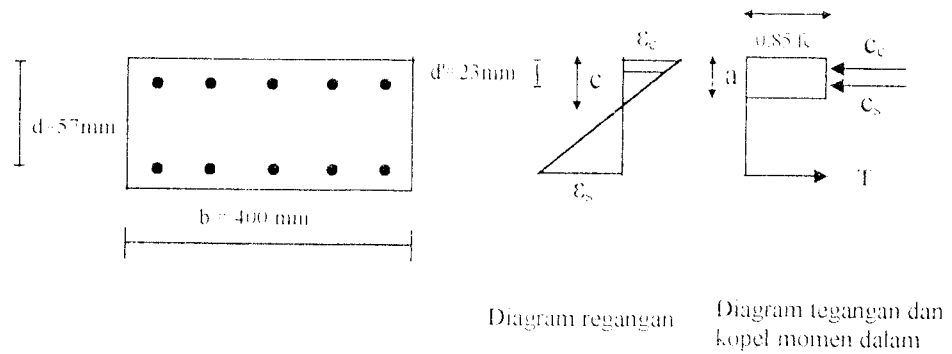
$$1323 \text{ N}\cdot\text{M} = \frac{1}{8} \cdot 0.5 p$$

$$p = 21168 \text{ N} = 21.168 \text{ kN}$$

PERHITUNGAN BEBAN TEORITIS

(Tulangan Rangkap)

1. Model benda uji III dan IV



Dengan menganggap tulangan baja tekan belum luluh dan baja tarik luluh

$$C_c = 0.85 f_c' ab$$

$$C_s = A_s' f_s'$$

$$C_s = A_s' \frac{c - d'}{c} (2.10^5 \cdot 0.003)$$

$$C_s = A_s' \frac{c - d'}{c} \cdot 600$$

$$T = A_s f_y$$

$$C_c + C_s - T = 0$$

$$0.85 f_c' ab + A_s' f_s' - A_s f_y = 0 \quad \text{dimana } a = \beta \cdot c \quad \text{dan } f_s' = \frac{c - d'}{c} \cdot 600$$

$$0.85 f_c' \beta \cdot bc + A_s' \frac{c - d'}{c} \cdot 600 - A_s f_y = 0 \quad \text{kemudian dikalikan dengan } c$$

sehingga menjadi persamaan kuadrat sebagai berikut :

$$0.85 f_c' \beta \cdot bc^2 + (600 A_s' - A_s f_y) c - 600 A_s' d' = 0$$

$$0,85 \cdot 31.870,835 \cdot 400 \cdot c^2 + \left(600,5 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 6^2 - 5 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 6^2 \cdot 306,61 \right) c - 600,5 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 6^2 \cdot 23 = 0$$

$$8872,35c^2 + 41456,007c - 1950929,038 = 0$$

$$c = 12,5 \text{ mm}$$

karena nilai $c < d'$ dimana $d' = 23 \text{ mm}$, maka anggapan pertama salah dan semua tulangan terletak pada daerah tarik sehingga digunakan persamaan :

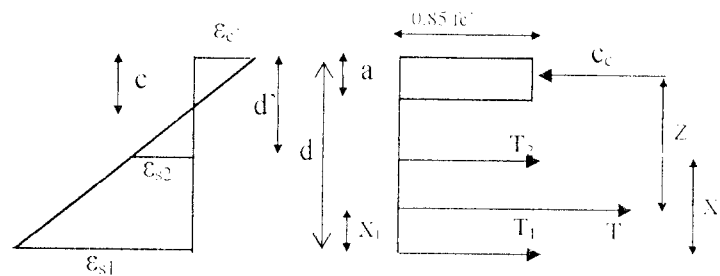


Diagram regangan

Diagram tegangan dan kopel momen dalam

$$\frac{\varepsilon_1}{(d - c)} = \frac{\varepsilon_2}{d' - c}$$

$$\frac{306,615}{(57 - 12,5)} = \frac{\varepsilon_2}{23 - 12,5}$$

$$\varepsilon_2 = 0,000362$$

$$f_s = 0,000362 \cdot 200000$$

$$f_s = 72,347$$

$$Cc - T_1 - T_2 = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_s + A_s' \cdot f_y'$$

Lampiran 5

$$0,85.31.873.400.a = 141.372.72.347 + 141.372.306.615$$

$$a = 4,942$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{4,942}{0,8188} = 6,035$$

Dengan coba - coba fs = 72,347

$$\frac{\varepsilon_1}{(d-c)} = \frac{\varepsilon_2}{d'-c}$$

$$\frac{306,615}{(57-6,035)} = \frac{\varepsilon_2}{(23-6,035)}$$

$$\varepsilon_2 = 0,00051$$

$$f_s = 0,00051.200000$$

$$f_s = 102 \neq 72,347$$

Dengan coba - coba fs = 102

$$0,85.31.873.400.a = 141.372.102 + 141.372.306.615$$

$$a = 5,331$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{5,331}{0,8188} = 6,51$$

$$\frac{\varepsilon_1}{(d-c)} = \frac{\varepsilon_2}{d'-c}$$

$$\frac{306,615}{(57-6,51)} = \frac{\varepsilon_2}{(23-6,51)}$$

$$\varepsilon_2 = 0,00051$$

Lampiran 5

$$f_1 = 0,00051.200000$$

$$f_2 = 102 = 102$$

$$T = T_1 + T_2$$

$$T = (As_1 \cdot f_1) + (As_2 \cdot f_2)$$

$$T = (141.372.306,615) + (141.372.102)$$

$$T = 57766,7198$$

$$N_1 \cdot F = T_2 \cdot N_2$$

$$N_1 \cdot 57766,7198 = 14419,944,34$$

$$N_1 = 8,487$$

$$Z = d - N_1 - \frac{a}{2}$$

$$Mn = T \left(d - N_1 - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn = 57766,7198 \left(57 - 8,487 - \frac{5,331}{2} \right) = 2648459 \text{ Nmm}$$

$$Mn = 2,6485 \text{ kNm}$$

Dengan mengangap pada kedua ujung jepit

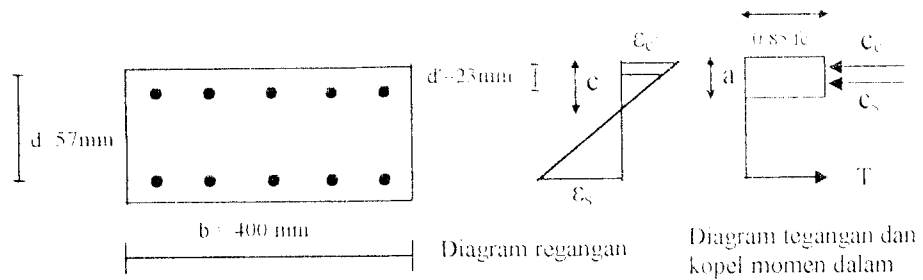
$$Mn = \frac{1}{4} pl - \frac{1}{8} pl$$

$$Mn = \frac{1}{8} pl$$

$$2,6485 = \frac{1}{8} p \cdot 0,5$$

$$p = 42,376 \text{ kN}$$

2. Model benda uji V dan VI



Dengan mengangap tulangan baja tekan belum luluh dan baja tarik luluh

$$C_c = 0,85 f_c' a b$$

$$C_s = A_s' f_s'$$

$$C_s = A_s' \frac{c - d'}{c} (2.10^5 - 0,003)$$

$$C_s = A_s' \frac{c - d'}{c} 600$$

$$T = A_s f_y$$

$$C_c + C_s - T = 0$$

$$0,85 f_c' a b + A_s' f_s' - A_s f_y = 0 \quad \text{dimana } a = \beta c \quad \text{dan } f_s' = \frac{c - d'}{c} 600$$

$$0,85 f_c' \beta b c + A_s' \frac{c - d'}{c} 600 - A_s f_y = 0 \quad \text{kemudian dikalikan dengan } c$$

sehingga menjadi persamaan kuadrat sebagai berikut :

$$0,85 f_c' \beta b c^2 + (600 A_s' - A_s f_y) c - 600 A_s' d' = 0$$

Lampiran 5

$$0,85 \cdot 31,87 \cdot 0,835 \cdot 400 \cdot c^2 + \left(600,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 6^2 + 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 6^2 \cdot 306,61 \right) c - 600,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 6^2 \cdot 23 = 0$$

$$8872,35c^2 + 41456,007c - 1950929,038 = 0$$

$$c = 12,5 \text{ mm}$$

karena nilai $c < d'$ dimana $d' = 23 \text{ mm}$, maka anggapan pertama salah dan semua tulangan terletak pada daerah tarik sehingga digunakan persamaan :

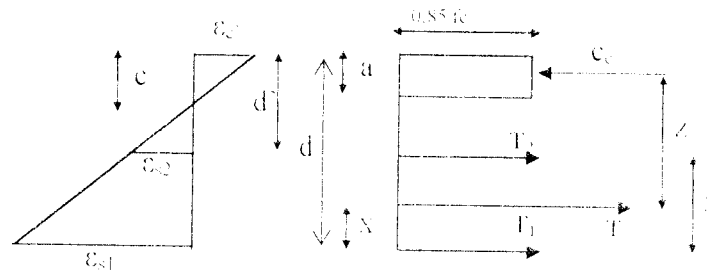


Diagram regangan

Diagram tegangan dan kopel momen dalam

$$\frac{\varepsilon_n}{(d - c)} = \frac{\varepsilon_s}{d' - c}$$

$$\frac{306,615}{(57 - 12,5)} = \frac{\varepsilon_s}{23 - 12,5}$$

$$\varepsilon_s = 0,000362$$

$$f_s = 0,000362 \cdot 200000$$

$$f_s = 72,347$$

$$C_c - T_1 - T_2 = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = A_{s1} \cdot f_s + A_{s2} \cdot f_s'$$

$$0,85 \cdot 31,873 \cdot 400 \cdot a = 141,372 \cdot 72,347 + 141,372 \cdot 306,615$$

Lampiran 5

$$a = 4,942$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{4,942}{0,8188} = 6,035$$

Dengan coba - coba fs = 72,347

$$\frac{\varepsilon_1}{(d-c)} = \frac{\varepsilon_2}{d'-c}$$

$$\frac{306,615}{(57-6,035)} = \frac{\varepsilon_2}{(23-6,035)}$$

$$\varepsilon_2 = 0,00051$$

$$f_2 = 0,00051 \cdot 200000$$

$$f_2 = 102 \neq 72,347$$

Dengan coba - coba fs = 102

$$0,85 \cdot 31.873.400 \cdot a = 141.372 \cdot 102 + 141.372 \cdot 306,615$$

$$a = 5,331$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{5,331}{0,8188} = 6,51$$

$$\frac{\varepsilon_1}{(d-c)} = \frac{\varepsilon_2}{d'-c}$$

$$\frac{306,615}{(57-6,51)} = \frac{\varepsilon_2}{(23-6,51)}$$

$$\varepsilon_2 = 0,00051$$

$$f_2 = 0,00051 \cdot 200000$$

Lampiran 5

$$f = 102 = 102$$

$$T = T_1 + T_2$$

$$T = (A_{s1} \cdot f) + (A_{s2} \cdot f)$$

$$T = (141.372,306,615) + (141.372,102)$$

$$T = 57766,7198$$

$$N_1 \cdot T = T_2 \cdot N_2$$

$$N_1 \cdot 57766,7198 = 14419,944,34$$

$$N_1 = 8,487$$

$$Z = d - N_1 - \frac{a}{2}$$

$$Mn = T \left(d - N_1 - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn = 57766,7198 \left(57 - 8,487 - \frac{5,331}{2} \right) = 2648459, Nmm.$$

$$Mn = 2,6485 kNm$$

Dengan mengangap pada kedua ujung jepit

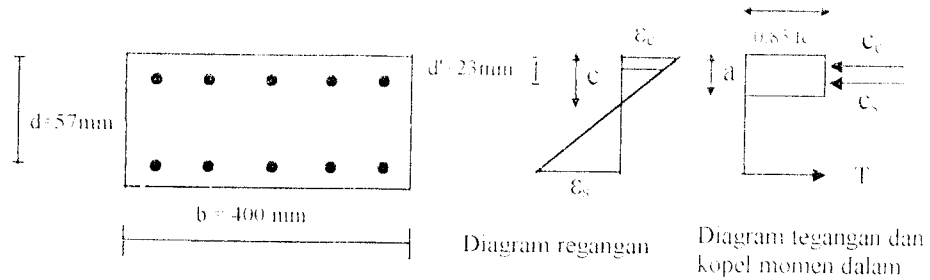
$$Mn = \frac{1}{4} pl - \frac{1}{8} pl$$

$$Mn = \frac{1}{8} pl$$

$$2,6485 = \frac{1}{8} p \cdot 0,75$$

$$p = 28,25 kN$$

3. Model benda uji VII dan VIII



Dengan menganggap tulangan baja tekan belum luluh dan baja tarik luluh

$$C_c = 0,85 f_c' ab$$

$$C_s = A_s' f_s'$$

$$C_s = A_s' \frac{c - d'}{c} (2.10^5 - 0,003)$$

$$C_s = A_s' \frac{c - d'}{c} 600$$

$$T = A_s f_y$$

$$C_c + C_s - T = 0$$

$$0,85 f_c' ab + A_s' f_s' - A_s f_y = 0 \quad \text{dimana } a = \beta_1 c \quad \text{dan } f_s' = \frac{c - d'}{c} 600$$

$$0,85 f_c' \beta_1 bc + A_s' \frac{c - d'}{c} 600 - A_s f_y = 0 \quad \text{kemudian dikalikan dengan } c$$

sehingga menjadi persamaan kuadrat sebagai berikut :

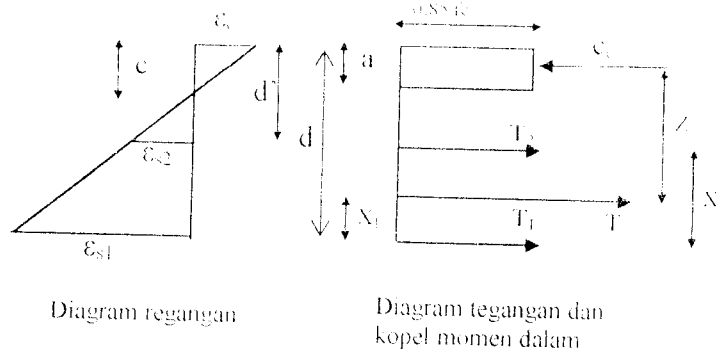
$$0,85 f_c' \beta_1 bc^2 + (600 A_s' - A_s f_y) c - 600 A_s' d' = 0$$

$$0,85 \cdot 31,87 \cdot 0,835 \cdot 400 \cdot c^2 + \left(600 \cdot 5 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 6^2 - 5 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 6^2 \cdot 306,61 \right) c - 600 \cdot 5 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 6^2 \cdot 23 = 0$$

$$8872,35c^2 + 41456,007c - 1950929,038 = 0$$

$$c = 12,5 \text{ mm}$$

karena nilai $c > d'$ dimana $d' = 23 \text{ mm}$, maka anggapan pertama salah dan semua tulangan terletak pada daerah tarik sehingga digunakan persamaan :



$$\frac{\epsilon_1}{(d-c)} = \frac{\epsilon_2}{d'-c}$$

$$\frac{306,615}{(57-12,5)} = \frac{\epsilon_2}{23-12,5}$$

$$\epsilon_2 = 0,000362$$

$$f_s = 0,000362 \cdot 200000$$

$$f_s = 72,347$$

$$C \cdot c - T_1 - T_2 = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_s + A_s' \cdot f_y'$$

$$0,85 \cdot 31,873 \cdot 400 \cdot a = 141,372 \cdot 72,347 + 141,372 \cdot 306,615$$

$$a = 4,942$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{4,942}{0,8188} = 6,035$$

Dengan coba - coba $f_s = 72,347$

Lampiran 5

$$\frac{\varepsilon_1}{(d-c)} = \frac{\varepsilon_2}{d'-c}$$

$$\frac{306.615}{(57-6,035)} = \frac{\varepsilon_2}{(23-6,035)}$$

$$\varepsilon_2 = 0,00051$$

$$f_2 = 0,00051 \cdot 200000$$

$$f_2 = 102 \neq 72,347$$

Dengan coba - coba $f_2 = 102$

$$0,85.31,873.400.a = 141,372.102 + 141,372.306,615$$

$$a = 5,331$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{5,331}{0,8188} = 6,51$$

$$\frac{\varepsilon_1}{(d-c)} = \frac{\varepsilon_2}{d'-c}$$

$$\frac{306,615}{(57-6,51)} = \frac{\varepsilon_2}{(23-6,51)}$$

$$\varepsilon_2 = 0,00051$$

$$f_2 = 0,00051 \cdot 200000$$

$$f_2 = 102 = 102$$

$$T = T_1 + T_2$$

$$T = (A_{x_1}, f_1) + (A_{x_2}, f_2)$$

$$T = (141,372.306,615) + (141,372.102)$$

Lampiran 5

$$T = 57766,7198$$

$$N_1 \cdot T = T_2 \cdot N_2$$

$$N_1 \cdot 57766,7198 = 14419,944,34$$

$$N_1 = 8,487$$

$$Z = d - N_1 - \frac{a}{2}$$

$$Mn = T \left(d - N_1 - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn = 57766,7198 \left(57 - 8,487 - \frac{5,331}{2} \right) = 2648459 \text{ Nmm}$$

$$Mn = 2,6485 \text{ kNm}$$

Dengan mengangap pada kedua ujung jepit

$$Mn = \frac{1}{4} pl - \frac{1}{8} pl$$

$$Mn = \frac{1}{8} pl$$

$$2,6485 = \frac{1}{8} p \cdot l$$

$$p = 21,188 \text{ kN}$$

DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN
STRUKTUR BETON BOX

Tabel 1 Benda Uji I (Tanpa Tulangan 50cm x 50cm x 8cm)

Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0.18	0.13	0.37	0,14
3	0.315	0.28	0.62	0,3
4	0.42	0.42	0.81	0,48
5	0.498	0.55	0.93	0,61
6	0.615	0.69	1.06	0,72
7	0.713	0.84	1.15	0,85
8	0.82	0.96	1.28	0,94
9	0.915	1.09	1.4	1,09
10	0.98	1.2	1.5	1,1
11	1.055	1.7	1.61	1,36
12	1.22	2.2	1.71	1,95

Tabel 2 Benda Uji II (Tanpa Tulangan 50cm x 50cm x 8cm)

Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
1	0.04	0.11	0.19	0,08
2	0.21	0.32	0.46	0,31
3	0.43	0.56	0.67	0,53
4	0.58	0.75	0.79	0,735
5	0.63	1.12	1.18	1,105
6	0.635	1.45	1.4	1,425
7	0.635	1.71	1.62	1,64
8	0.635	1.925	1.86	1,897
9	0.635	2.085	2.005	2,037
10	0.635	2.294	2.17	2,2
11	0.795	2.4	2.29	2,342
12	0.76	2.633	2.49	2,56
13	0.76	2.812	2.73	2,785
14	0.76	3.11	2.915	2,975
15	0.76	3.31	3.06	3,29

Tabel 3 Benda Uji III (Dengan Tulangan 50cm x 50cm x 8cm)

Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
1	0.145	0.009	0.1	0,102
2	0.19	0.19	0.24	0,23
3	0.23	0.27	0.32	0,31
4	0.29	0.41	0.41	0,422
5	0.323	0.482	0.46	0,491
6	0.364	0.56	0.55	0,59
7	0.376	0.65	0.59	0,669
8	0.377	0.73	0.63	0,744
9	0.38	0.81	0.7	0,815
10	0.381	0.89	0.78	0,91
11	0.382	1	0.87	1,02
12	0.385	1.1	0.93	1,125
13	0.385	1.21	0.97	1,291
14	0.385	1.31	1.05	1,37
15	0.385	1.41	1.1	1,49
16	0.385	1.54	1.23	1,6
17	0.386	1.66	1.3	1,74
18	0.386	1.8	1.39	1,9
19	0.386	2.15	1.48	2,22
20	0.386	2.43	1.54	2,54
21	0.29	2.75	1.66	2,87
22	0.09	3.1	1.79	3,15
23	0.06	3.3	1.98	3,35
24	0.2	3.59	2.18	3,69
25	0.35	3.8	2.3	3,87
26	0.46	3.95	2.55	4,06
27	0.66	4.2	2.75	4,28
28	0.79	4.38	2.89	4,45
29	0.89	4.7	2.97	4,75
30	0.98	5.05	3.1	5,15
31	1.05	5.39	3.25	5,42
32	1.1	5.46	3.33	5,6
33	1.24	5.59	3.45	5,82
34	1.35	5.8	3.59	6,19
35	1.42	6.15	3.75	6,43
36	1.49	6.32	4.11	6,85
37	1.53	6.78	4.67	7,31
38	1.53	7	6.21	8,27

Tabel 4 Benda Uji 4 (Dengan Tulangan 50cm X 50cm X 8cm)

Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
1	0.11	0.07	0.15	0,11
2	0.168	0.15	0.24	0,31
3	0.23	0.21	0.35	0,49
4	0.29	0.39	0.48	0,71
5	0.376	0.36	0.6	0,9
6	0.51	0.45	0.78	1,18
7	0.615	0.59	0.92	1,37
8	0.66	0.6	1.2	1,58
9	0.663	0.79	1.34	1,78
10	0.664	0.85	1.47	2,09
11	0.664	0.96	1.56	2,33
12	0.669	1.05	1.72	2,5
13	0.669	1.18	1.83	2,68
14	1.27	1.25	1.94	2,88
15	1.27	1.35	2.04	3,01
16	1.27	1.48	2.15	3,12
17	1.28	1.59	2.23	3,21
18	1.295	1.78	2.31	3,33
19	1.31	2.12	2.37	3,47
20	1.325	2.39	2.46	3,59
21	1.35	2.56	2.58	3,74
22	1.365	2.76	2.69	3,88
23	1.39	2.83	2.82	4,05
24	1.41	3.1	2.97	4,16
25	1.425	3.32	3.1	4,32
26	1.44	3.65	3.21	4,62
27	1.46	4.05	3.33	4,82
28	1.47	4.52	3.5	5,02
29	1.49	4.61	3.62	5,25
30	1.5	4.8	3.78	5,48
31	1.51	5.1	3.97	5,79
32	1.51	5.35	4.14	6,15
33	1.51	5.63	4.25	6,36
34	1.51	5.94	4.4	6,52
35	1.51	6.29	4.52	6,72
36	1.51	6.4	4.65	6,95
37	1.51	6.67	4.74	7,17
38	1.51	6.75	4.84	7,35

1	2	3	4	5
39	1.51	7.05	4.95	7,52
40	1.51	8.5	5.07	8,23

Tabel 5 Benda Uji V (Dengan Tulangan 75cm X 75cm X 8cm)

Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
1	0.04	0	0	0,09
2	0.14	0.04	0.18	0,25
3	0.195	0.085	0.1	0,35
4	0.25	0.12	0.115	0,44
5	0.35	0.15	0.12	0,53
6	0.42	0.22	0.14	0,65
7	0.51	0.28	0.15	0,83
8	0.575	0.33	0.152	0,93
9	0.675	0.415	0.161	1,12
10	0.77	0.51	0.17	1,25
11	0.91	0.685	0.18	1,55
12	0.975	0.83	0.185	1,83
13	1.09	1.23	0.185	2,35
14	1.24	1.63	0.19	2,9
15	1.33	1.97	0.19	3,37
16	1.44	2.42	0.19	4
17	1.5	2.92	0.19	4,5
18	1.59	3.55	0.17	5,2
19	1.9	5.84	0.11	7,7
20	2.06	6.88	0.24	8,8
21	2.44	10.09	0.94	9,3
22	2.67	11.79	1.11	11,67
23	2.79	12	1.2	11,89
24	2.86	14.69	1.46	14,3
25	3.12	16.78	1.75	16,5
26	3.3	17.99	2.15	17,52
27	3.67	19.21	2.69	18,9

Tabel 6 Benda uji VI (dengan tulangan 75cm X 75cm X 8cm)

Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
1	0.01	0	0	0,02
2	0.125	0.045	0	0,06
3	0.185	0.085	0	0,12
4	0.242	0.12	0	0,2
5	0.31	0.145	0.03	0,31
6	0.372	0.16	0.1	0,5
7	0.44	0.205	0.11	0,68
8	0.51	0.3	0.11	0,9
9	0.61	0.445	0.11	1,16
10	0.675	0.55	0.11	1,35
11	0.8	0.69	0.11	1,59
12	0.905	0.92	0.11	1,9
13	1.03	1.26	0.11	2,38
14	1.31	1.56	0.11	2,75
15	1.38	1.83	0.04	3,13
16	1.495	2.4	0.1	3,85
17	1.68	3.29	0.16	4,95
18	1.9	3.79	0.18	5,6
19	2.3	4.64	0.33	6,7
20	3.58	5.86	0.66	7,85
21	4.99	7.25	0.86	9,63
22	6.58	10.98	1.2	12,5

Tabel 7 Benda Uji 7 (Dengan Tulangan 100cm X 100cm X 8cm)

Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
1	0.1	0.11	0.035	0,09
2	0.24	0.38	0.18	0,3
3	0.42	0.7	0.29	0,6
4	0.55	1.02	0.35	1,05
5	0.64	1.22	0.41	1,27
6	0.81	1.56	0.555	1,47
7	1.1	2.02	0.71	2,1

8	1.42	2.55	0.825	2,38
1	2	3	4	5
9	1.68	3.01	0.88	2,97
10	1.9	3.48	1.01	3,16
11	2.26	4.38	0.95	3,31
12	2.56	5.45	0.8	4,25
13	2.84	7.17	0.63	6,17
14	3.15	8.73	0.35	8,11
15	3.73	11.73	0.02	11,118
16	4.54	16.1	0.12	15,3
17	4.98	18.13	0.31	17,333

Tabel 8 Benda Uji VIII (Dengan Tulangan 100cm X 100cm X 8cm)

Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
1	0.16	0.02	0.12	0,18
2	0.3	0.21	0.18	0,34
3	0.39	0.37	0.2	0,4
4	0.46	0.48	0.2	0,51
5	0.55	0.72	0.175	0,69
6	0.65	1	0.09	0,98
7	0.72	1.19	0.03	1,17
8	0.81	1.47	0.05	1,45
9	0.9	1.86	0.16	1,78
10	1.05	2.58	0.34	2,57
11	1.21	3.4	0.49	3,38
12	1.47	4.63	1.3	4,59
13	1.77	7.42	1.32	7,32
14	1.98	9.11	1.45	9,18
15	2.26	11.16	2.02	11,197
16	2.51	13.05	2.39	13,17
17	2.96	17.8	3.13	18,11
18	3.44	24.1	3.89	24,2

LAMPIRAN VII

Hubungan Lendutan Uji dan Teoritis

TABEL HUBUNGAN LENDUTAN UJI DAN TEORITIS**Tabel 1** Benda Uji I (Tanpa Tulangan 50cm x 50cm x 8cm)

P uji (kN)	P teo (kN)	L (mm)	EI (kNmm)	Len uji (mm)	Len teo jepit -jepit (mm)
1	2	3	4	5	6
0	0	500	452853760	0	0
1	1	500	452853760	0	0.001438
2	2	500	452853760	0.14	0.002875
3	3	500	452853760	0.3	0.004313
4	4	500	452853760	0.48	0.005751
5	5	500	452853760	0.61	0.007188
6	6	500	452853760	0.72	0.008626
7	7	500	452853760	0.85	0.010063
8	8	500	452853760	1.08	0.011501
9	9	500	452853760	1.09	0.012939
10	10	500	452853760	1.1	0.014376
11	11	500	452853760	1.36	0.015814
12	12	500	452853760	1.95	0.017252
	21.168	500	452853760		0.030432

Tabel 2 Benda Uji II (Tanpa Tulangan 50cm x 50cm x 8cm)

P uji (kN)	P teo (kN)	L (mm)	EI (kNmm)	Len uji (mm)	Len teo jepit -jepit (mm)
1	2	3	4	5	6
0	0	500	452853760	0	0
1	1	500	452853760	0.08	0.001438
2	2	500	452853760	0.31	0.002875
3	3	500	452853760	0.53	0.004313
4	4	500	452853760	0.735	0.005751
5	5	500	452853760	1.105	0.007188
6	6	500	452853760	1.425	0.008626
7	7	500	452853760	1.64	0.010063
8	8	500	452853760	1.897	0.011501
9	9	500	452853760	2.037	0.012939

1	2	3	4	5	6
10	10	500	452853760	2.2	0.014376
11	11	500	452853760	2.342	0.015814
12	12	500	452853760	2.56	0.017252
13	13	500	452853760	2.785	0.018689
14	14	500	452853760	2.975	0.020127
15	15	500	452853760	4.785	0.021565
	21.168	500	452853760		0.030432

Tabel 3 Benda Uji III (Dengan Tulangan 50cm x 50cm x 8cm)

P uji (kN)	P teo (kN)	L (mm)	EI (kNmm)	Len uji (mm)	Len teo jepit -jepit (mm)
1	2	3	4	5	6
0	0	500	452853760	0	0
1	1	500	452853760	0.102	0.001438
2	2	500	452853760	0.23	0.002875
3	3	500	452853760	0.31	0.004313
4	4	500	452853760	0.422	0.005751
5	5	500	452853760	0.491	0.007188
6	6	500	452853760	0.59	0.008626
7	7	500	452853760	0.669	0.010063
8	8	500	452853760	0.744	0.011501
9	9	500	452853760	0.815	0.012939
10	10	500	452853760	0.91	0.014376
11	11	500	452853760	1.02	0.015814
12	12	500	452853760	1.125	0.017252
13	13	500	452853760	1.291	0.018689
14	14	500	452853760	1.37	0.020127
15	15	500	452853760	1.49	0.021565
16	16	500	452853760	1.6	0.023002
17	17	500	452853760	1.74	0.02444
18	18	500	452853760	1.9	0.025878
19	19	500	452853760	2.22	0.027315
20	20	500	452853760	2.54	0.028753
21	21	500	452853760	2.87	0.03019
22	22	500	452853760	3.15	0.031628
23	23	500	452853760	3.35	0.033066
24	24	500	452853760	3.69	0.034503

1	2	3	4	5	6
25	25	500	452853760	3.87	0.035941
26	26	500	452853760	4.06	0.037379
27	27	500	452853760	4.28	0.038816
28	28	500	452853760	4.45	0.040254
29	29	500	452853760	4.75	0.041692
30	30	500	452853760	5.15	0.043129
31	31	500	452853760	5.42	0.044567
32	32	500	452853760	5.6	0.046005
33	33	500	452853760	5.82	0.047442
34	34	500	452853760	6.19	0.04888
35	35	500	452853760	6.43	0.050317
36	36	500	452853760	6.63	0.051755
37	37	500	452853760	6.85	0.053193
38	38	500	452853760	7.21	0.05463
	42.376	500	452853760		0.060922

Tabel 4 Benda Uji IV (Dengan Tulangan 50cm X 50cm X 8cm)

P uji (kN)	P teo (kN)	L (mm)	EI (kNmm)	Len uji (mm)	Len teo jepit -jepit (mm)
1	2	3	4	5	6
0	0	500	452853760	0	0
1	1	500	452853760	0.11	0.001438
2	2	500	452853760	0.31	0.002875
3	3	500	452853760	0.49	0.004313
4	4	500	452853760	0.71	0.005751
5	5	500	452853760	0.9	0.007188
6	6	500	452853760	1.18	0.008626
7	7	500	452853760	1.37	0.010063
8	8	500	452853760	1.58	0.011501
9	9	500	452853760	1.78	0.012939
10	10	500	452853760	2.09	0.014376
11	11	500	452853760	2.33	0.015814
12	12	500	452853760	2.5	0.017252
13	13	500	452853760	2.68	0.018689
14	14	500	452853760	2.88	0.020127
15	15	500	452853760	3.01	0.021565
16	16	500	452853760	3.12	0.023002

1	2	3	4	5	6
17	17	500	452853760	3.21	0.02444
18	18	500	452853760	3.33	0.025878
19	19	500	452853760	3.47	0.027315
20	20	500	452853760	3.59	0.028753
21	21	500	452853760	3.74	0.03019
22	22	500	452853760	3.88	0.031628
23	23	500	452853760	4.05	0.033066
24	24	500	452853760	4.16	0.034503
25	25	500	452853760	4.32	0.035941
26	26	500	452853760	4.62	0.037379
27	27	500	452853760	4.82	0.038816
27	28	500	452853760	5.02	0.040254
29	29	500	452853760	5.25	0.041692
30	30	500	452853760	5.48	0.043129
31	31	500	452853760	5.79	0.044567
32	32	500	452853760	6.15	0.046005
33	33	500	452853760	6.36	0.047442
34	34	500	452853760	6.52	0.04888
35	35	500	452853760	6.72	0.050317
36	36	500	452853760	6.95	0.051755
37	37	500	452853760	7.17	0.053193
38	38	500	452853760	7.35	0.05463
39	39	500	452853760	7.52	0.056068
40	40	500	452853760	9.25	0.057506
	42.376	500	452853760		0.060922

Benda uji 5 Benda Uji V (Dengan Tulangan 75cm X 75cm X 8cm)

P uji (kN)	P teo (kN)	L (mm)	EI (kNmm)	Len uji (mm)	Len teo jepit -jepit (mm)
1	2	3	4	5	6
0	0	750	452853760	0	0
1	1	750	452853760	0.09	0.004852
2	2	750	452853760	0.25	0.009704
3	3	750	452853760	0.35	0.014556
4	4	750	452853760	0.44	0.019408
5	5	750	452853760	0.53	0.02426

1	2	3	4	5	6
6	6	750	452853760	0.65	0.029112
7	7	750	452853760	0.83	0.033964
8	8	750	452853760	0.93	0.038816
9	9	750	452853760	1.12	0.043668
10	10	750	452853760	1.25	0.04852
11	11	750	452853760	1.55	0.053372
12	12	750	452853760	1.83	0.058225
13	13	750	452853760	2.35	0.063077
14	14	750	452853760	2.9	0.067929
15	15	750	452853760	3.37	0.072781
16	16	750	452853760	4	0.077633
17	17	750	452853760	4.5	0.082485
18	18	750	452853760	5.2	0.087337
19	19	750	452853760	7.7	0.092189
20	20	750	452853760	8.8	0.097041
21	21	750	452853760	11.9	0.101893
22	22	750	452853760	13.7	0.106745
23	23	750	452853760	14.99	0.111597
24	24	750	452853760	16.87	0.116449
25	25	750	452853760	18.46	0.121301
26	26	750	452853760	20.05	0.126153
27	27	750	452853760	21.85	0.131005
	28.25	750	452853760		0.13707

Tabel 6 Benda Uji VI (Dengan Tulangan 75cm X 75cm X 8cm)

P uji (kN)	P teo (kN)	L (mm)	EI (kNmm)	Len uji (mm)	Len teo jepit -jepit (mm)
1	2	3	4	5	6
0	0	750	452853760	0	0
1	1	750	452853760	0	0.004852
2	2	750	452853760	0.02	0.009704
3	3	750	452853760	0.12	0.014556
4	4	750	452853760	0.2	0.019408
5	5	750	452853760	0.31	0.02426
6	6	750	452853760	0.5	0.029112
7	7	750	452853760	0.68	0.033964

1	2	3	4	5	6
8	8	750	452853760	0.9	0.038816
9	9	750	452853760	1.16	0.043668
10	10	750	452853760	1.35	0.04852
11	11	750	452853760	1.59	0.053372
12	12	750	452853760	1.9	0.058225
13	13	750	452853760	2.38	0.063077
14	14	750	452853760	2.75	0.067929
15	15	750	452853760	3.13	0.072781
16	16	750	452853760	3.85	0.077633
17	17	750	452853760	4.95	0.082485
18	18	750	452853760	5.6	0.087337
19	19	750	452853760	6.7	0.092189
20	20	750	452853760	7.85	0.097041
21	21	750	452853760	9.63	0.101893
22	22	750	452853760	12.5	0.106745
	28.25	750	452853760		0.13707

Tabel 7 Benda Uji VII (Dengan Tulangan 100cm X 100cm X 8cm)

P uji (kN)	P teo (kN)	L (mm)	EI (kNmm)	Len uji (mm)	Len teo jepit -jepit (mm)
1	2	3	4	5	6
0	0	1000	452853760	0	0
1	1	1000	452853760	0.11	0.011501
2	2	1000	452853760	0.38	0.023002
3	3	1000	452853760	0.7	0.034503
4	4	1000	452853760	1.02	0.046005
5	5	1000	452853760	1.22	0.057506
6	6	1000	452853760	1.56	0.069007
7	7	1000	452853760	2.02	0.080508
8	8	1000	452853760	2.55	0.092009
9	9	1000	452853760	3.01	0.10351
10	10	1000	452853760	3.48	0.115011
11	11	1000	452853760	4.38	0.126513
12	12	1000	452853760	5.45	0.138014
13	13	1000	452853760	7.17	0.149515
14	14	1000	452853760	8.73	0.161016

1	2	3	4	5	6
15	15	1000	452853760	11.73	0.172517
16	16	1000	452853760	16.1	0.184018
17	17	1000	452853760	18.13	0.195519
	21.188	1000	452853760		0.243686

Tabel 8 Benda Uji VIII (Dengan Tulangan 100cm X 100cm X 8cm)

P uji (kN)	P teo (kN)	L mm	EI kNmm	Len uji (mm)	Len teo jepit -jepit (mm)
1	2	3	4	5	6
0	0	1000	452853760	0	0
1	1	1000	452853760	0	0.011501
2	2	1000	452853760	0.01	0.023002
3	3	1000	452853760	0.05	0.034503
4	4	1000	452853760	0.075	0.046005
5	5	1000	452853760	0.142	0.057506
6	6	1000	452853760	0.263	0.069007
7	7	1000	452853760	0.392	0.080508
8	8	1000	452853760	1.1	0.092009
9	9	1000	452853760	1.28	0.10351
10	10	1000	452853760	2.165	0.115011
11	11	1000	452853760	3.155	0.126513
12	12	1000	452853760	4.25	0.138014
13	13	1000	452853760	7.2	0.149515
14	14	1000	452853760	9.18	0.161016
15	15	1000	452853760	11.197	0.172517
16	16	1000	452853760	13.17	0.184018
17	17	1000	452853760	18.11	0.195519
18	18	1000	452853760	24.2	0.20702
	21.188	1000	452853760		0.243686

LAMPIRAN VIII
Foto Penelitian

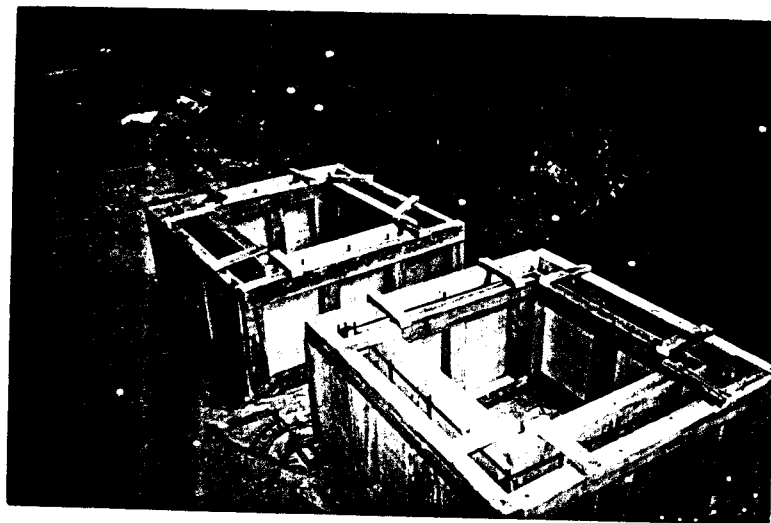
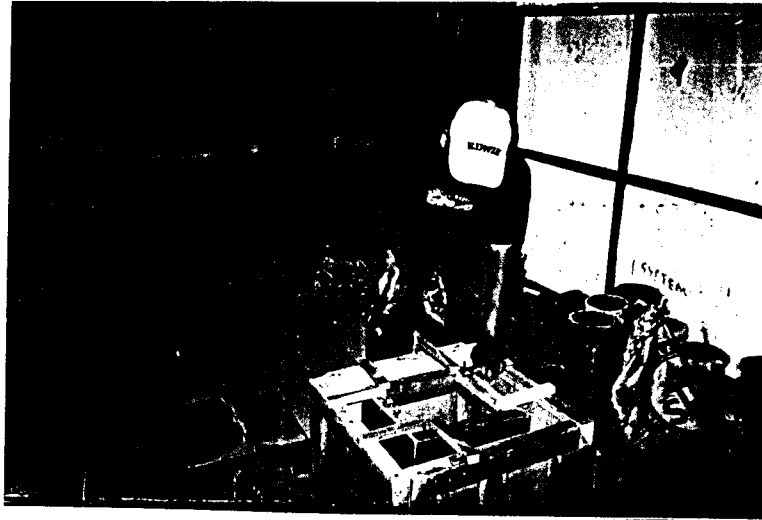


Foto 1 Bekesting Beton Box

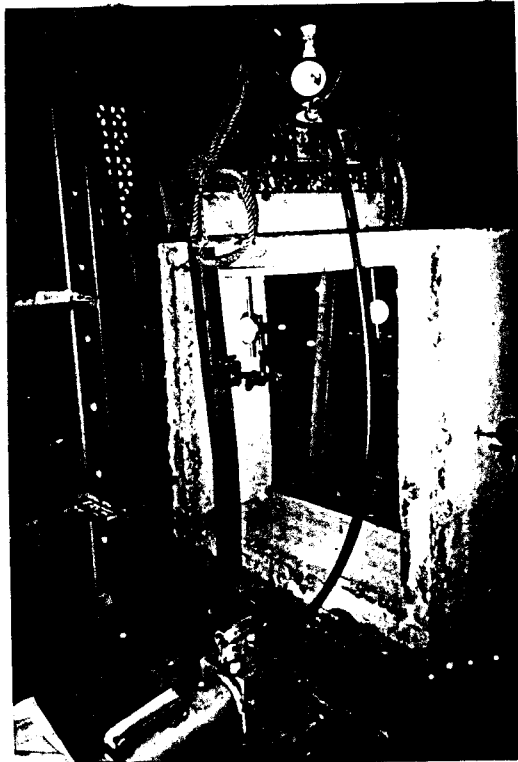
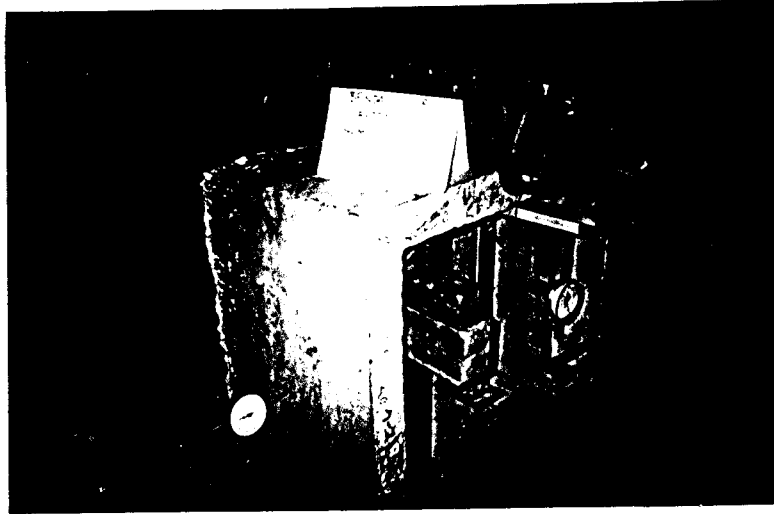


Foto 2 Pembebanan dan Perletakan Dial

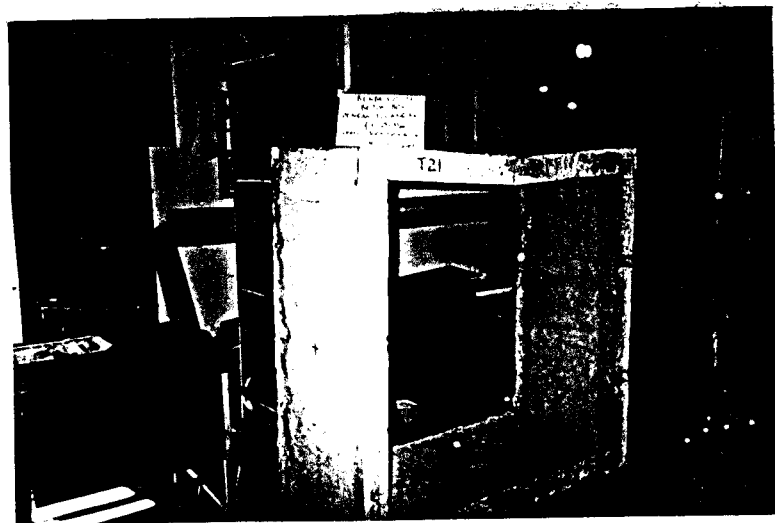
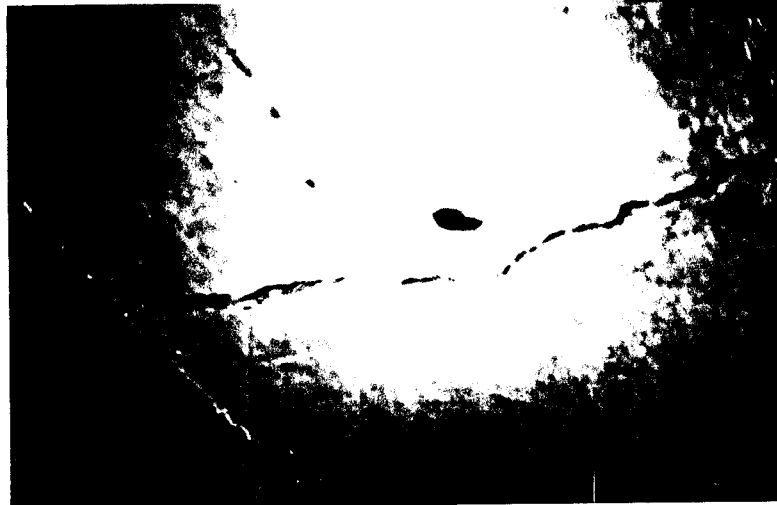


Foto 3 Kerusakan Pada Tengah Bentang

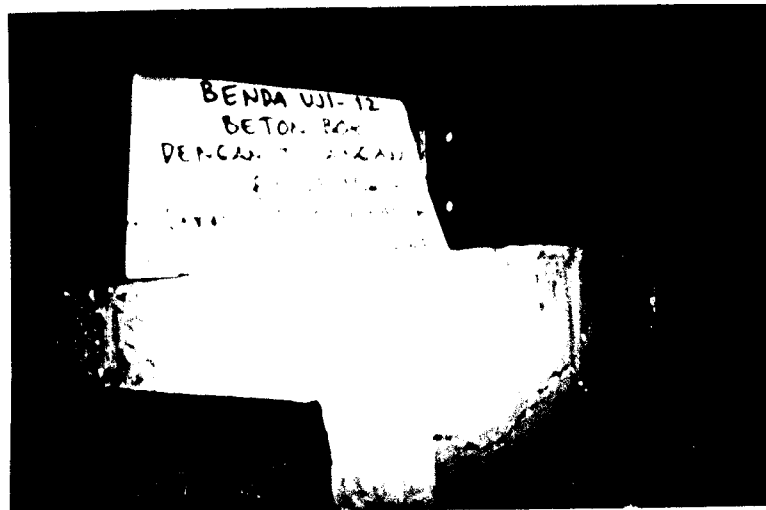
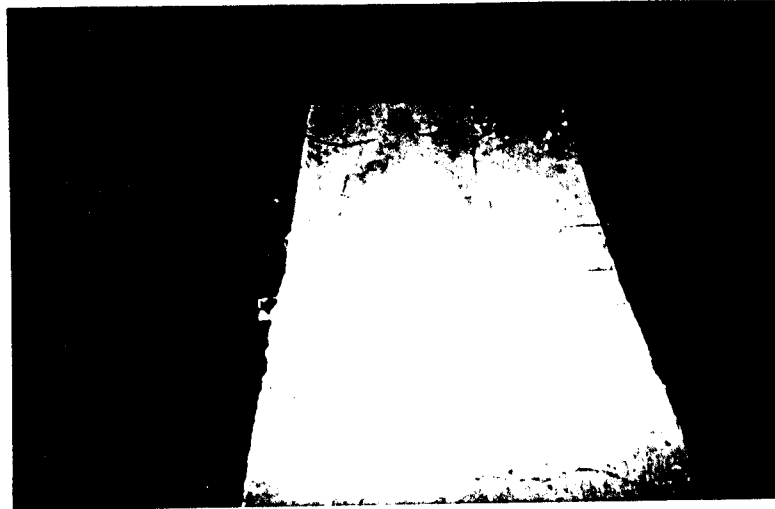


Foto 4 Kerusakan Pada Pertemuan Bentang