

**TUGAS AKHIR**  
**PENELITIAN LABORATORIUM**  
**UJI KERUNTUHAN DAN DEFLEKSI**  
**STRUKTUR KUDA-KUDA BETON BERTULANG**



**Disusun oleh**

**NAMA : LISA MARIYATNA**

**No.MHS : 96310294**

**NIRM : 960051013114120243**

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

**2002**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PENELITIAN LABORATORIUM**  
**UJI KERUNTUHAN DAN DEFLEKSI**  
**STRUKTUR KUDA-KUDA BETON BERTULANG**

**NAMA : LISA MARIYATNA**

**No.MHS : 96310294**

**NIRM : 960051013114120243**


Telah diperiksa dan disetujui oleh

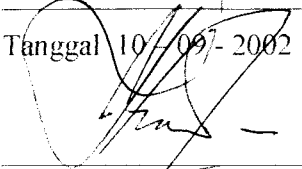
Ir. Tri Fajar Budiono, MT

Dosen Pembimbing I

Ir. Ilman Noor, MSCE

Dosen Pembimbing II

  
Tanggal 10 - 09 - 2002

  
Tanggal 10 - 09 - 2002

## TUGAS AKHIR INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK

*Ibunda tercinta  
Ayahanda tersayang*

*Yang telah memberikan curahan kasih sayang tiada sebanding dengan nilai material berapapun banyaknya, ketengan hati melalui doa-doa, restu dan motivasi untuk menjalani kehidupan ini.*

*Dan kesempatan untuk mencari ilmu hingga terselesainya tugas akhir ini.*

*Buat abang dan adikku tersayang Yang selalu memberikan dukungannya, semangat serta doanya makasih ya.*

*Buat sahabatku yang tersayang, Laisyna Astivani Ariza yang selalu menemani Lisa, makasih atas dukungan, dan bantuannya, Febby berusaha lagi biar cepat kelar, Novin yang rajin ya makasih atas persahabatan yang telah terbina selama ini tak akan terlupakan.*

*Buat yang udah bantuin selama ini Aris, Tomy, Aji, Fahmi, Fajar, Iqbal, Heri, Maman, Mas Bandi, dan teman-teman yang tidak bisa diucapkan satu-persatu makasih ya.*

*Buat Romi makasih atas sgalanya buat aku, maafkan Lisa ya.*

*Buat Yunie makasih udah dibantuin dan lisa tunggu kata 'pendadaran'*

## HALAMAN MOTTO

Katakan Muhammad : “Sekiranya samudra menjadi tinta untuk mencatat kalimat Tuhanku, pasti samudra akan kering sebelum habis kalimat Tuhanku dicatat sekalipun kita datangkan sebanyak itu lagi” **(QS Al Kahfi : 109)**.

Bila seluruh pohon yang ada di bumi dijadikan pena dan air samudra dijadikan tinta ditambah tujuh samudra yang lain, ilmu Allah tidak akan habis. Allah Mahaperkasa dan Mahabijaksana **(QS Al Luqmaan : 27)**.

Sungguh Allah yang menciptakan tujuh langit dan bumi yang sepadan dengannya. Antara keduanya turunlah perintah-perintah-Nya supaya kamu tahu bahwa Allah berkuasa atas segala hal. Dan ilmu Allah merangkum segala yang ada **(QS At Thalaag : 12)**.

Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Karena itu, bila selesai suatu tugas, mulailah dengan yang lain dengan sungguh-sungguh. Hanya kepada Tuhanmu hendaknya kau berharap **(QS Alam Nasyrah : 5-8)**.

## KATA PENGANTAR

**Bismillahirrahmaanirrahiim**

**Assalamu'alaikum wr. wb.**

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tentang **UJI KERUNTUHAN DAN DEFLEKSI STRUKTUR KUDA-KUDA BETON BERTULANG** ini dengan baik.

Penelitian yang merupakan salah satu syarat untuk mencapai derajat Sarjana S-1 ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan di Laboratorium Mekanika Rekayasa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dengan selesainya laporan penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Tri Fajar Budiono, MT. selaku Dosen Pembimbing I yang dengan penuh kesabaran dan ketekunan telah membimbing penulis.
2. Ir. H. Ilman Noor MSCE, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ide-ide dasar dan bimbingannya hingga selesainya penelitian ini.
3. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Ir. H. Munadhir, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

5. Ayah dan Ibu tercinta, abang dan adik beserta seluruh sanak famili yang telah memberi dorongan baik moral maupun material selama pelaksanaan pendidikan, penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
6. Rekan-rekan : fajar, tomi, iqbal, aris, fahmi, heri, aji, rian, maman, arif muklis, febby, dan lais makasih atas bantuannya dan suportnya. serta semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa hasil karya penelitian ini masih jauh dari sempurna, namun penulis berharap agar hasil yang diperoleh ini bermanfaat bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

**Wabillahirrahmatilrahman, wassalamu'alaikum wr. wb.**

Yogyakarta, juni 2002

Penulis :

Lisa Mariyatna

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>INTISARI</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Manfaat Penelitian .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Rumusan Masalah .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Pendahuluan .....	4
2.2 Lekatan tulangan dan beton .....	5
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	7
3.1 Beton .....	7
3.1.1. Baja Tulangan .....	7
3.1.2. Kuat Lentur Balok Persegi .....	8

3.1.3. Batang Tarik dan Batang Tekan .....	10
3.2 Lendutan .....	14
3.2.1. Umum .....	14
3.2.2. Hubungan antara Beban dan Lendutan .....	15
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
4.1 Bahan Penelitian .....	18
4.2 Model Benda Uji .....	18
4.2.1 Silinder .....	18
4.2.2 Struktur Kuda-Kuda Beton Bertulang .....	19
4.3 Peralatan Pengujian .....	20
4.4 Pelaksanaan Penelitian .....	25
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
5.1 Uji Kuat Desak Beton .....	29
5.2 Hasil Kuat Tarik Beton .....	38
5.3 Hasil Kuat Tarik Baja Tulangan .....	39
5.4 Uji Keruntuhan Kuat Tekan Kuda-Kuda diLaboratorium Mekanika Rekayasa .....	40
5.4.1 Hubungan Beban dengan Lendutan .....	40
5.4.2 Analisis Data Hubungan Beban dengan Lendutan .....	41
5.4.3 Analisis Momen dengan Lendutan .....	41
5.5 Analisis Gaya Batang berdasarkan Teori Kapasitas Beton .....	42
5.6 Analisa Kerusakan pada Benda Uji .....	46
5.7 Pembahasan Umum .....	47



<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	49
6.1 Kesimpulan .....	49
6.2 Saran .....	50

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR SIMBOL

$M_n$	= Kekuatan Momen Lentur Nominal
$A_s$	= Luas Tulangan Tarik
$f_y$	= Tegangan Luluh Baja Tulangan Memanjang
$f'_c$	= tegangan desak karakteristik beton
$A$	= luas penampang
$I$	= inersia penampang
$r$	= radius girasi
$k$	= factor panjang efektif
$L_u$	= panjang efektif (m)
$e$	= eksentrisitas (mm)
$P_n$	= kekuatan momentorsionalnominal
$b$	= lebar balok yang tertekan
$h$	= tinggi total balok
$A_{st}$	= luas total tulangan memanjang
$A_s'$	= luas tulangan desak
$f_s$	= tegangan baja tarik
$f'_s$	= tegangan baja desak
$T_s$	= gaya tarik baja
$C_c$	= gaya desak beton
$C_s$	= gaya desak baja
$eb$	= eksentrisitas balance
$S_d$	= standart deviasi
$L_o$	= panjang penampang awal
$A_o$	= luas penampang awal
$E_c$	= regangan pada tepi serat yang tertekan
$P_{nb}$	= gaya aksial dalam keadaan seimbang
$M_{nb}$	= gaya nominal dalam keadaan seimbang
$d'$	= jarak dari serat terluar kepusat tulangan tekan (mm)
$A_g$	= luas bruto penampang
$d$	= jarak dari serat tekan terluar kepusat tulangan tarik (mm)
$a$	= tinggi blok tegangan tekan persegi ekivalen atau panjang bentang geser yaitu jarak antara beban terpusat dan muka tumpuan
$E_{min}$	= eksentrisitas minimum

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 balok tegangan ekivalen whitney (istimawan dipohusodo) .....	10
Gambar 3.2 kurva hubungan antara beban dan lendutan .....	16
Gambar 4.1 model benda uji silinder beton .....	18
Gambar 4.2 model benda uji struktur kuda-kuda beton bertulang .....	19
Gambar 4.5 hidrolik jack .....	20
Gambar 4.2 dukungan sendi dan rol .....	21
Gambar 4.4 dial gauge .....	24
Gambar 4.3 bentuk fisik loading frame .....	25
Gambar 5.1.a grafik tegangan – regangan .....	33
Gambar 5.1.b grafik tegangan-regangan .....	35
Gambar 5.1.c grafik tegangan-regangan .....	37
Gambar 5.4.1 grafik hubungan beban dan lendutan (secara teoritis) .....	40

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Data Hasil Pemeriksaan, Agregat, Pasir, Dan Baja Tulangan
- Lampiran 2 Perencanaan Campuran Beton
- Lampiran 3 Hasil Perhitungan Data Kuat Desak Silinder Beton
- Lampiran 4 Hasil Pengujian Lentur Kuda-Kuda
- Lampiran 5 Grafik Hubungan Beban-Lendutan (Dilapangan)
- Lampiran 6 Hasil Analisis Beban Dengan Menggunakan SAP' 2000
- Lampiran 7 Foto-Foto Hasil Pencoran Dan Pengujian Kuda-Kuda
  - 7 Gambar SFD dan BMD dari Analisis Beban Benda Uji

## Intisari

Beton sebagai komponen struktur bangunan umumnya diperkuat dengan tulangan sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahan beton tersebut, terutama dibagian yang menahan tarik, sedang beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan komponen struktur beton tersebut disebut beton bertulang baja atau biasa disebut beton bertulang.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Rekayasa, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Benda uji dibuat sebanyak 6 sampel berupa kuda-kuda beton bertulang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari nilai kuat tekan dan defleksi dari struktur kuda-kuda beton bertulang. Pengujian menggunakan beban statis, dicari beban, lendutan maksimal hingga kuda-kuda mengalami keruntuhan.

Dari hasil pengujian keenam benda uji, diuji setelah beton berumur 28 hari, diperoleh hasil bahwa beban maksimum didapat pada benda uji S2 sebesar 108 KN dan beban minimum didapat pada benda uji S4 sebesar 78 KN. Dari analisis pembebanan didapat momen maksimum rata-rata sebesar 88.25 KNm dan lendutan maksimum pada benda uji S2 sebesar 1.99 mm dan lendutan minimum pada benda uji S4 sebesar 1.44 mm. Dari pengujian diketahui bahwa pada struktur kuda-kuda tersebut pada batang tarik terjadi kerusakan atau retak terlebih dahulu dari pada batang desak.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan di berbagai bidang yang sangat pesat terutama dalam bidang sarana dan prasarana umum seperti gedung, jembatan, bendungan dan lain-lain, sangat memerlukan struktur/konstruksi yang sangat handal dan memadai. Tidak hanya itu kekuatan dan keamanannya saja, tetapi juga kenyamanan dan tidak kalah pentingnya adalah ekonomisnya. Untuk itu pemilihan jenis konstruksi sangat penting.

Beton adalah pemilihan bahan- bahan yang sangat luas sebagai alternatif yang digunakan untuk sistem-sistem konstruksi bangunan. Karena disamping beton sangat fleksibel dan dapat dibentuk sesuai dengan bentuk struktur dan konstruksi yang diinginkan, beton juga memiliki sifat khusus yang merupakan keunggulannya, yaitu kemampuannya yang besar dalam menahan desak disamping bahan konstruksi yang lain.

Apabila suatu balok beton bentang sederhana menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur, akan terjadi deformasi (regangan) lentur di dalam balok tersebut. Pada kejadian momen lentur positif, regangan akan terjadi di bagian atas dan regangan tarik dibagian bawah penampang. Regangan-regangan tersebut akan mengakibatkan timbulnya tegangan-tegangan yang harus ditahan oleh balok, tegangan tekan disebelah atas dan tegangan tarik disebelah bawah. Agar stabilitasnya terjamin, batang balok sebagai bagian dari sistem yang

menahan lentur harus kuat untuk menahan tegangan tekan dan tarik tersebut. Untuk memperhitungkan kemampuan dan kapasitas dukung komponen struktur beton terlentur (balok, pelat dan sebagainya), sifat utama bahwa beton kurang mampu menahan tegangan tarik akan menjadi dasar pertimbangan. Dengan cara memperkuat dengan batang tulangan baja pada daerah tegangan tarik bekerja akan didapat apa yang dinamakan struktur beton bertulang. Seberapa banyak jumlah tulangan yang akan digunakan pada struktur beton bertulang dibutuhkan kajian yang seksania, sehingga akan memberikan kemampuan yang dapat diandalkan untuk melawan lenturan, disamping memperhatikan dampak yang kurang menguntungkan pada pemakaian jumlah tulangan.

Supaya memenuhi tujuannya, suatu struktur haruslah aman dan dapat memberikan pelayanan yang baik. Suatu struktur dikatakan aman apabila struktur dapat memikul semua beban yang akan bekerja selama usia hidupnya tanpa menimbulkan kerugian-kerugian dan masih mempunyai faktor keamanan. Kemampuan memberikan pelayanan yang baik mencakup antara lain , bahwa lendutan dan perubahan lainnya yang terjadi akibat bekerjanya beban cukup kecil.

## **1.2. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah untuk meningkatkan kemampuan beton bertulang pada struktur kuda-kuda.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kuat tekan dan defleksi pada struktur kuda-kuda.
2. Mendapatkan beban maksimum struktur kuda-kuda .

#### 1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Nilai kuat tekan dan nilai defleksi.
2. Keruntuhan yang terjadi pada struktur kuda-kuda.

#### 1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian maka perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

1. Desain campuran beton menggunakan metode ACI
2. Agregat yang digunakan adalah agregat halus dan agregat kasar alami dari kali krasak dengan  $\phi$  20 mm.
3. Semen yang digunakan merk Nusantara tipe-I (50 kg/zak) dan air dari Laboratorium BKT UII.
4. Yang diteliti nilai kuat tekan dan nilai defleksi.
5. Struktur yang dipakai adalah struktur kuda-kuda beton bertulang.
6. Sampel benda uji digunakan kuda-kuda dengan mutu beton  $f'_c = 20$  Mpa dengan panjang bentang ( $L$ ) = 200 cm, tinggi ( $h$ ) = 60 cm.
7. Balok yang digunakan balok persegi dengan ukuran 8/10 cm dan 8/12 cm.
8. Baja tulangan yang digunakan adalah 4 $\phi$  10 mm dan sengkang digunakan  $\phi$ 8-125 mm.
9. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik UII setelah beton berumur 28 hari.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pendahuluan

Perkuatan pada beton dapat meningkatkan kekuatan tarik penampang bergantung pada keserasian (*compatibility*) antara kedua bahan untuk dapat bekerja sama memikul beban luar. Dalam keadaan terbebani elemen penguat seperti tulangan baja harus mengalami regangan atau deformasi yang sama pada beton disekelilingnya untuk mencegah diskontinuitas atau terpisahnya kedua jenis material. Modulus elastis, daktilitas dan kekuatan leleh maupun kekuatan tarik tulangan harus jauh lebih besar daripada yang dimiliki beton agar terjadi peningkatan kapasitas penampang beton bertulang menjadi jauh lebih besar dari pada penampang beton sederhana (tanpa tulangan). Baja dan fiberglass mempunyai faktor prinsip penguat beton yaitu kekuatan leleh, daktilitas dan lekatan yang cukup besar (E.G. Nawy, 1990). Kekuatan lekatan merupakan hasil parameter, yang antara lain adhesi antara beton dengan permukaan tulangan baja.

Lentur pada balok merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena adanya beban luar. Apabila bebannya bertambah, maka pada balok terjadi deformasi pada regangan tambahan yang mengakibatkan timbulnya retak lentur di sepanjang bentang balok yang akhirnya dapat terjadi keruntuhan elemen struktur, yaitu pada saat beban luarnya mencapai kapasitas elemen. Taraf pembebanan demikian disebut keadaan limit dari keruntuhan pada lentur.

Beberapa masalah yang berkaitan dengan lentur dan deformasi (E.G. Nawy, 1990), yang diasumsikan dalam menetapkan perilaku penampang adalah sebagai berikut :

1. Distribusi regangan dianggap linier. Asumsi ini berdasarkan hipotesis Bernoulli yaitu penampang- penampang yang datar sebelum mengalami lentur akan tetap datar dan tegak lurus terhadap sumbu netral setelah mengalami lentur.
2. Regangan pada baja dan beton di sekitarnya sama sebelum terjadi retak pada beton atau leleh pada baja.
3. Beton lemah terhadap tarik,. Beton akan retak pada taraf pembebanan kecil, yaitu sekitar 10% dari kekuatan tekannya. Akibatnya bagian beton yang mengalami tarik pada penampang diabaikan dalam perhitungan analisis dan desain, juga tulangan tarik yang ada dianggap memikul gaya tarik tersebut.

## **2.2. Lekatan Tulangan dan Beton**

Kekuatan lekatan yang merupakan hasil dari berbagai parameter, seperti adhesi antara beton dan permukaan tulangan baja dan tekanan beton kering terhadap tulangan atau baja adalah akibat adanya susut pengeringan pada beton. Selain itu, saling bergeseknya permukaan baja dan beton disekitarnya menyebabkan peningkatan tekanan terhadap gelincir. Disamping itu tulangan baja harus mempunyai tulangan panjang penyaluran (penanaman), panjang lewatan, bengkokan tulangan yang cukup untuk mencegah tergelincirnya tulangan yang dapat mengakibatkan kegagalan tarik lekatan..

**Phil M Ferguson (1979)**, dalam penelitiannya melakukan pengujian sambungan lewatan, sebagai dasar pemikiran batang-batang tarik perlu disambung, karena terbatasnya panjang yang ada dipasaran, tetapi terutama sekali karena kejanggalan untuk menggunakan batang-batang panjang dilapangan suatu kesimpulan dasar adalah seluruh sambungan tarik gagal akibat pembelahan balok. Pada jarak yang sangat rapat, kegagalan belah samping akan terjadi dan penambahan penutup beton merubahnya sedikit, penutup beton yang berkurang cenderung untuk merubahnya menjadi tipe kegagalan muka dan samping.

Penelitian ini mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya dengan mengganti benda uji dengan beton bertulang.

#### **1. Penelitian Juda Suwandi (1999)**

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti ini mengenai Aplikasi Bambu Wulung Pada Struktur Rangka Atap Ruang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian karekteristik bahan bambu menunjukkan bahwa kuat tarik, kuat tekan, dan kuat geser bambu naik pada pangkal batang kearah ujung batang bambu, sedangkan kuat lentur bambu justru malah menurun dari pangkal batang menuju ujung batang

#### **2. Penelitian Dwi Hartiandy dan Marfa Eldesi Arindra (2001)**

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti ini mengenai Pekaruh Batang Nol Terhadap Kekakuan Riil Kuda-kuda Rangka Batang (Profil Siku). Hasil penelitian yang menggunakan baja membuktikan bahwa kekakuan rangka batang (truss) yang menggunakan batang nol lebih besar dari pada tanpa batang nol.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Beton Bertulang**

Beton didapat dari campuran bahan-bahan agrerat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semen lainnya, dengan menambah bahan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna sebagai keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agrerat halus dan kasar disebut sebagai bahan susun campuran, merupakan komponen utama. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pencoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya (Istimawan Dipohusodo, 1994).

Beton sebagai komponen struktur bangunan umumnya diperkuat dengan tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahan beton tersebut, terutama pada bagian yang menahan tarik, sedang beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan. Komponen struktur beton tersebut disebut sebagai beton bertulang baja atau biasa disebut beton bertulang (SKSNI T-15-1991-03, (1991); Segel R, Kole dan Gideon H Kusuma (1993); Wang C.K, dan Salmon, C.G (1985)).

##### **3.1.1. Baja Tulangan**

Penempatan *rebar* atau baja tulangan didalam suatu penampang beton terutama untuk menahan gaya tarik yang bekerja pada penampang tersebut. Ada

dua jenis baja tulangan , yaitu tulangan polos (*plain bar*) dan tulangan ulir (*deformed bar*). Sebagian besar tulangan yang ada di Indonesia adalah produksi Krakatau Stell, yang umumnya berupa tulangan polos untuk baja lunak dan tulangan ulir untuk baja keras.

Kekuatan tarik beton besarnya hanya kira-kira 10% dari kekuatan tekan. Oleh karena itu hampir semua konstruksi beton bertulang direncanakan dengan anggapan bahwa beton sama sekali tidak memikul gaya tarik. Tulanganlah yang direncanakan memikul gaya tarik tersebut, yang dipindahkan oleh pelekatan diantara bidang singgung dari kedua bahan tersebut. Apabila pelekatan ini tidak mencukupi, batang baja tulangan akan tergelincir didalam beton dan disitu tidak akan terjadi aksi komposit. Disamping itu tempat dimana terjadi tarikan mungkin akan retak-retak pada beton. Akan tetapi retak-retak ini tidak mengurangi keamanan konstruksi yang dilengkapi dengan perletakan tulangan yang baik untuk menjamin bahwa retak-retak tersebut tertahan tidak mengganggu sehingga baja yang terbungkus tetap terlindungi terhadap korosi.

Tulangan merupakan material yang berkekuatan tinggi. Baja penguat atau baja tulangan memikul tarik maupun tekan, kekuatan lelehnya kurang lebih sepuluh kali dari kekuatan tekan struktur beton yang umum, atau seratus kali dari kekuatan tarik beton, (Winter, 1993).

### **3.1.2. Kuat Lentur Balok Persegi**

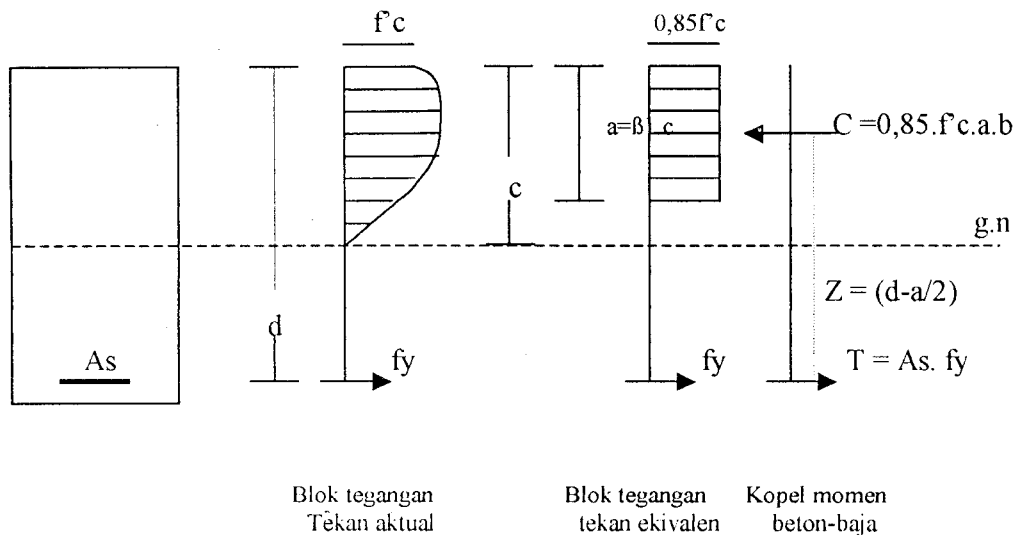
Lentur pada balok merupakan akibat adanya regangan yang timbul karena adanya beban luar, Apabila bebannya bertambah, maka pada balok terjadi deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan timbulnya atau

bertambahnya retak lentur disepanjang bentang balok. Bila beban semakin bertambah, pada akhirnya terjadi keruntuhan elemen struktur, yaitu pada saat beban luarnya mencapai kapasitas elemen. Tarap pembebanan yang demikian disebut keadaan limit dari keruntuhan pada lentur. Karena itulah perencana harus mendisain penampang elemen balok sedemikian rupa sehingga tidak terjadi retak yang berlebihan pada saat beban bekerja, dan masih mempunyai keamanan yang cukup dan kekuatan cadangan untuk menahan beban dan tegangan tanpa mengalami keruntuhan. (Edward G. Nawy, 1990)

Pada setiap penampang terdapat gaya-gaya dalam yang dapat diuraikan menjadi komponen-komponen yang saling tegak lurus dan menyinggung terhadap penampang tersebut. Komponen-komponen yang tegak lurus terhadap penampang tersebut merupakan tegangan-tegangan lentur (tarik pada satu sisi pada sumbu netral dan tekan pada sisi lainnya). Komponen-komponen yang menyinggung penampang dikenal sebagai tegangan-tegangan geser, dan komponen-komponen tersebut disebut gaya geser atau transversal (George Winter, 1993).

Kuat lentur balok tersedia karena berlangsungnya mekanisme tegangan-tegangan dalam yang timbul dalam balok pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam. Seperti terlihat pada gambar 3.1, C adalah resultante gaya tekan dalam, merupakan resultante seluruh gaya tekan pada daerah diatas garis netral, sedangkan T adalah resultante gaya dalam, merupakan jumlah seluruh gaya tarik yang diperhitungkan untuk daerah dibawah garis netral. Kedua gaya ini arah garis kerjanya sejajar, sama besar tapi berlawanan arah, dan dipisahkan dengan jarak sehingga membentuk kopel momen tahanan dalam, dimana nilai maksimum

disebut sebagai kekuatan lentur atau momen tahanan penampang komponen struktur terlentur.



**Gambar 3.1** Balok tegangan Ekuivalen Whitney. (Istimawan Dipohusoda, 1994)

Dari gambar 3.1 didapat momen tahanan nominalnya adalah :

$$M_n = A_s \cdot f_y (d - a/2)$$

Karena  $C = T$ , maka persamaan momen dapat ditulis :

$$M_n = 0.85 f_c' b a (d - a/2)$$

### 3.1.3. Batang Tarik dan Batang Tekan

#### 1. Batang Tarik

Batang tarik adalah batang yang mengalami perubahan bentuk berupa perpanjangan pada serat penampang. Beton kurang mampu menahan tegangan tarik, beton akan retak pada taraf pembebanan kecil yaitu sekitar 10% dari kekuatan tekannya. Akibatnya bagian beton yang mengalami

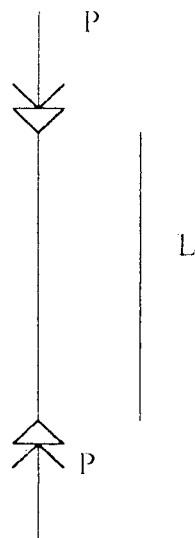
tarik pada penampang diabaikan dalam perhitungan analisis dan desain.

Tulangan tarik yang dianggap memikul gaya tarik. Pada struktur kuda-kuda sederhana batang bawah yang mengalami tarik.

$$P_n = A_s \times F_y$$

## 2. Batang Tekan

Batang tekan adalah batang yang mengalami tekanan dan akan memendek pada serat penampang. Pada beton bertulang kekuatan tekan beton bergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta lama dan kualitas perawatan. Pada struktur kuda-kuda sederhana batang atas dan batang vertikal yang mengalami tekan.



$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$\frac{kLu}{r} = \dots > 22$$

$$\frac{kLu}{r} = \dots < 100$$

$$e_{\min} = (15 + 0,03h) \text{ mm}$$

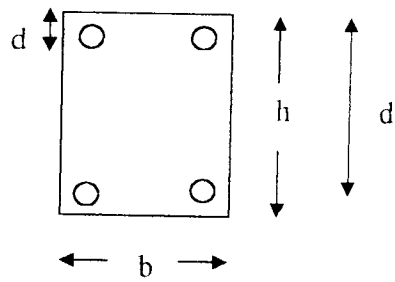
Keterangan:

k = Faktor panjang efektif      Lu = Panjang efektif (m)

I = Inersia penampang      r = Radius girasi

A = Luas penampang      e = Eksentrisitas (mm)





$$P_{no} (M_n = 0)$$

$$A_g = h \cdot b$$

$$A_{st} = A_s + A_{s'}$$

$$P_{no} = 0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y$$

$$P_{nmax} = 0,8 \cdot P_{no}$$

keadaan seimbang

$$d = h - d'$$

$$x_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot 600$$

$$f_{s'} = \frac{x - d'}{x} \cdot 600$$

$$f_s = \frac{d - x}{x} \cdot 600$$

$$a = \beta_1 \cdot x_b$$

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c b a$$

$$C_s = A_{s'} \cdot (f_{s'} - 0,85 f'_c)$$

$$T_s = A_s \cdot f_y$$

$$P_{nb} = C_c + C_s - T_s$$

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

$$Mnb = Cc \cdot \left( \bar{y} - \frac{a}{2} \right) + Cs \cdot (\bar{y} - d') + Ts \cdot (d - \bar{y})$$

$$eb = \frac{Mnb}{Pnb}$$

Patah Desak  $x > xb$

$$fs' = \frac{x - d'}{x} \cdot 600$$

$$fs = \frac{d - x}{x} \cdot 600$$

$$a = \beta_1 \cdot xb$$

$$Cc = 0,85 \cdot fcb$$

$$Cs = As \cdot (fs - 0,85 fcb)$$

$$Ts = As \cdot fy$$

$$Pnb = Cc + Cs - Ts$$

$$Mnb = Cc \cdot \left( \bar{y} - \frac{a}{2} \right) + Cs \cdot (\bar{y} - d') + Ts \cdot (d - \bar{y})$$

$$e = \frac{Mn}{Pn}$$

Patah Tarik  $x < xb$

$$fs' = \frac{x - d'}{x} \cdot 500$$

$$fs = \frac{d - x}{x} \cdot 600$$

$$a = \beta_1 \cdot xb$$

$$C_c = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a$$

$$C_s = A_s' \cdot (f_s' - 0,85f'c)$$

$$T_s = A_s \cdot f_y$$

$$P_{nb} = C_c + C_s - T_s$$

$$M_{nb} = C_c \left( \bar{y} - \frac{a}{2} \right) + C_s (\bar{y} - d') + T_s (d - \bar{y})$$

$$e = \frac{M_n}{P_n}$$

$$\text{Lentur Murni } P_n = 0$$

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

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

## 3.2. Lentutan

### 3.2.1. Umum

Lentutan didefinisikan sebagai perubahan posisi suatu titik dari batang sebelum bekerjanya beban hingga beban bekerja. Masalah lentutan ini harus dicermati secara serius karena kemampuan layanan (*serviceability*) suatu struktur diantaranya ditentukan oleh lentutan. Lentutan pada balok prategang terdiri dari dua jenis lentutan yaitu lentutan jangka panjang dan lentutan jangka pendek (lentutan seketika). Lentutan jangka pendek pada balok prategang dipengaruhi oleh beban yang bekerja dan gaya prategang yang diberikan. Pada lentutan jangka

panjang selain dipengaruhi sama beban yang bekerja dan gaya prategang yang diberikan, juga dipengaruhi faktor susut dan rangkai.

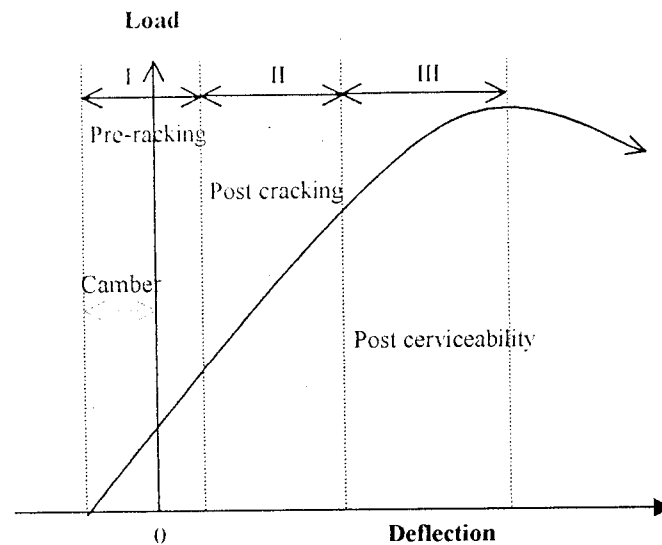
Anggapan-anggapan yang dipakai dalam menghitung lendutan pada beton prategang:

1. Tampang melintang bruto beton dianggap cukup akurat untuk menghitung momen inersia.
2. Modulus elastis beton  $E_c = 4700\sqrt{f_c'}$  dimana nilai  $f_c'$  adalah nilai kuat desak beton silinder pada umur dievaluasi.
3. Prinsip superposisi diterapkan dalam lendutan yang disebabkan oleh beban layan dan lendutan keatas (camber) yang disebabkan oleh gaya prategang.
4. Semua perhitungan lendutan dapat diperhitungkan pada pusat gaya berat tendon (cgc) dimana tendon dianggap tendon tunggal.
5. Lendutan yang diakibatkan oleh geser diabaikan.
6. Tampang dianggap elastis sampai pada beban batas, setelah itu pada keadaan retak momen inersia retak dapat memberikan pendekatan yang akurat terhadap camber.

### **3.2.2 Hubungan antara beban dan lendutan**

Lendutan jangka pendek dihitung berdasarkan pada asumsi bahwa beton adalah homogen dan elastis. Seperti dalam setiap komponen beton, kesulitan masih ditemukan jika ingin meramalkan lendutan beton secara akurat. Kesulitan yang ditemukan adalah dalam menentukan nilai  $E_c$  yang tepat mengingat nilai tersebut berubah untuk besar tegangan yang berbeda dan berubah menurut usia dari beton. Kesulitan lainnya adalah dalam memperkirakan akibat rangkai

terhadap lendutan, karena nilai koefisien rangkak seperti besar dan lamanya beban bekerja tidak dapat diperkirakan terlebih dahulu. Untuk tujuan praktis ketelitian dari 10% sampai dengan 20% seringkali cukup dan dapat dicapai jika semua faktor diperhitungkan secara hati-hati.



**Gambar 3.2** Kurva hubungan antara beban dan lendutan

1. Precracking stage : pada masa ini tegangan tarik yang diakibatkan oleh beban jauh lebih kecil dari tegangan tarik runtuh beton ( $f_r$ ). Nilai modulus elastis beton ( $E_c$ ) dapat dihitung dengan persamaan ACI :

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$$

$$f_r = 0.5 \sqrt{f_c'}$$

Nilai Inersia penampang bruto masih dapat digunakan dalam menghitung lendutan. Masa ini berakhir pada saat beton mengalami retak yang pertama kali terjadi

2. Post cracing stage : masa ini biasa terjadi pada masa beban servis bekerja pada balok. Pada masa ini lendutan menyebabkan retak pada balok tetapi masih dalam batas toleransi. Retak mulai terjadi pada bagian-bagian balok dan akan semakin lebar dan dalam ditengah bentang pada balok dengan tumpuan sederhana. Ketika retak-retak mulai berlanjut, kontribusi beton dalam menahan lendutan semakin berkurang.
3. Post serviceability cracking stage : pada masa ini secara struktural beton sudah mengalami kegagalan, regangan pada baja  $\epsilon_s$  meningkat dibawah regangan luluh baja  $\epsilon_y$  tanpa penambahan beban. Balok terus melendut tanpa penambahan beban, retak terus membuka, garis netral terus bergerak mendekati serat desak. Akhirnya untuk yang kedua, kegagalan desak pada beton terjadi diakibatkan oleh momen maksimum yang diikuti dengan runtuhnya beton.

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

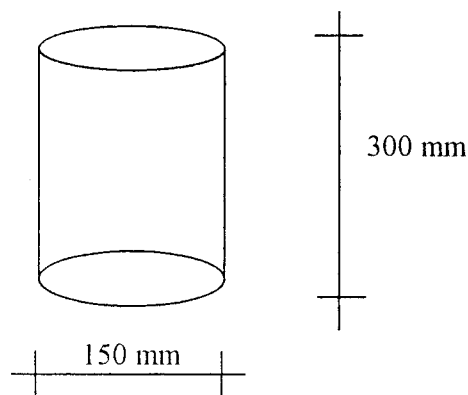
#### 4.1. Bahan Penelitian

1. Semen, digunakan semen portland type I (50 kg/ zak).
2. Pasir, digunakan pasir dari kali krasak yang memenuhi syarat gradasi.
3. Agregat, digunakan agregat dari kali lrasak dengan diameter 20 mm yang berasal dari batu alam (batu pecah).
4. Air, diambil dari Labotatorium Bahan Kontruksi teknik Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
5. Tulangan, digunakan tulangan  $\phi$  10 mm sebagai tulangan memanjang dan  $\phi$  8 mm sebagai tulangan sengkang.

#### 4.2. Model Benda Uji

##### 4.2.1. Silinder Beton

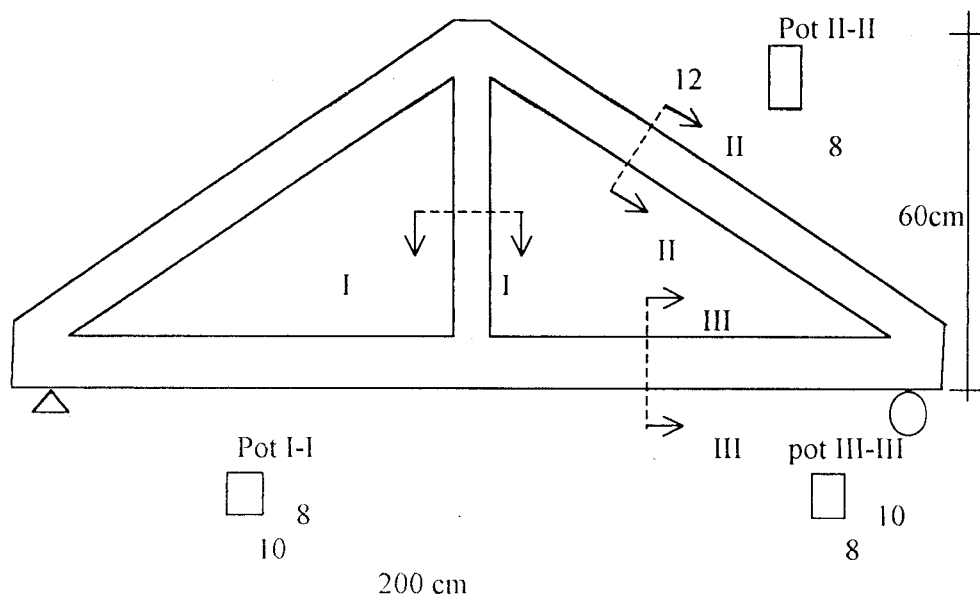
Digunakan silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dibuat sebanyak 20 sampel



**Gambar 4.1** Model Benda Uji Silinder Beton

#### 4.2.2. Struktur Kuda-kuda Beton Bertulang

1. Digunakan struktur kuda-kuda skala penuh dengan ukuran (200 cm x 60 cm) dengan sudut  $\alpha = 31^\circ$ , sebanyak 6 sampel.
2. Digunakan balok beton atas dengan dimensi 8/12 cm.
3. Digunakan balok beton vertikal dan bawah dengan dimensi 8/10 cm.



**Gambar 4.2** Model Benda Uji Struktur Kuda-kuda Beton Bertulang

Benda uji struktur kuda-kuda beton bertulang perlakuan perawatan dilakukan dengan cara struktur ditutup karung basah dengan menggunakan air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Dengan cara ini diharapkan proses hidrasi semen akan berlangsung baik. Setelah balok



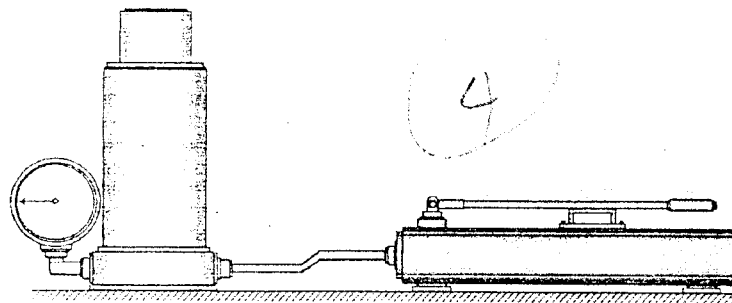
dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Dengan cara ini diharapkan proses hidrasi semen akan berlangsung baik. Setelah balok telah berumur 28 hari baru dilakukan penelitian, Yaitu uji tekan dan defleksi dengan beban statis.

#### 4.3. Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut :

##### 1. *Hydraulic Jack*

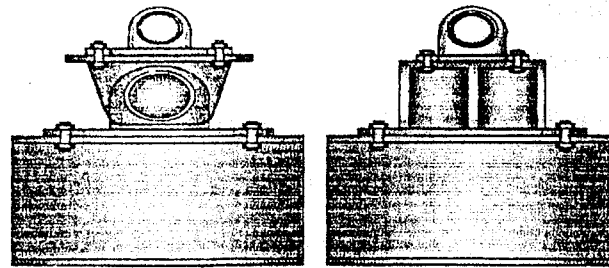
Alat ini digunakan untuk memberi pembebanan pada pengujian keruntuhan kuat tekan dan defleksi struktur kuda-kuda dengan skala penuh. Dengan kapasitas maksimum 30 ton dan tingkat ketelitian pembacaan sebesar 300 kg



4.5 Hydraulic Jack

##### 2. Dukungan rol dan sendi

Dukungan rol dipasang pada salah satu ujung balok, sedangkan pada ujung yang lain dipasang dukungan sendi.



(a.) Dukungan Rol

(b.) Dukungan Sendi

Gambar 4.2 Dukungan Sendi dan Rol

### 3. Mesin pengaduk beton

Mesin pengaduk beton (*mixer*) digunakan untuk pengadukan bahan susun beton (semen, pasir, agregat dan air) sehingga diperoleh campuran beton yang homogen.

### 4. Kerucut Abrahms

Alat ini digunakan untuk mengukur kelacakan beton, tinggi 30 cm dengan diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm dilengkapi dengan alat penumbuk dari besi yang panjangnya 60 cm dengan diameter 16 mm.

### 5. Saringan / ayakan

Dalam penelitian ini kami menggunakan dua saringan, yaitu saringan yang digunakan untuk memperoleh kerikil (agregat kasar) dengan diameter ukuran maksimum 20 mm, dan saringan yang digunakan untuk memperoleh pasir (agregat halus) dengan diameter maksimum 5 mm.

### 6. Mesin uji kuat desak

Mesin uji kuat desak digunakan untuk mengetahui kuat desak silinder beton dengan merk CONTROL kapasitas 2000 KN. Untuk mengetahui

perpendekan pada pengujian silinder beton, digunakan alat strainometer, yang dapat menunjukkan suatu angka pada tiap tingkat pembebanan, dimana tujuannya adalah untuk memperoleh hubungan regangan-tegangan hingga dapat diketahui nilai modulus elastis beton.

7. Mesin uji kuat tarik

Digunakan untuk mengetahui kuat tarik dan leleh tulangan dengan UNIVERSAL TESTING MATERIAL (UTM) merk SHIMATSU type UMH 30, kapasitas 30 ton.

8. Timbangan

Timbangan merk Fa Gani dengan kapasitas 500 kg, digunakan untuk menimbang bahan susun campuran adukan beton (semen, pasir, kerikil). Timbangan halus merk O'house kapasitas 20 kg digunakan untuk menimbang batu pecah dan pasir ketika melakukan uji berat jenis, berat volume agregat batu pecah dan modulus halus butir pasir.

9. Mesin siever

Mesin yang digunakan untuk menggetarkan susunan ayakan yang dipasang berurutan sesuai ukuran diameter untuk mendapatkan variasi butiran modulus halus pasir.

10. Bekisting

Bekisting dari papan diameter 18 mm, agar benda uji dapat saling mendekati dimensinya.

#### 11. Cetakan benda uji

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan silinder, ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, cetakan silinder dibuat dari bahan logam yang sisi-sisinya dapat dilepas satu sama lain dengan melepas atau memutar baut-bautnya.

#### 12. Mistar dan kaliper

Mistar dipakai untuk mengukur penurunan beton segar pada pengujian slump, sedang kaliper digunakan untuk mengukur diameter tulangan baja dan dimensi benda uji.

#### 13. Stopwatch

Pengukuran waktu (stopwatch) dipakai untuk mengukur waktu lamanya pengadukan beton, pengujian kuat desak beton, dan pengujian pull-out.

#### 14. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air yang dibutuhkan untuk membuat adukan beton. Kapasitas gelas ukur yang digunakan adalah 1000 cc.

#### 15. Sekop

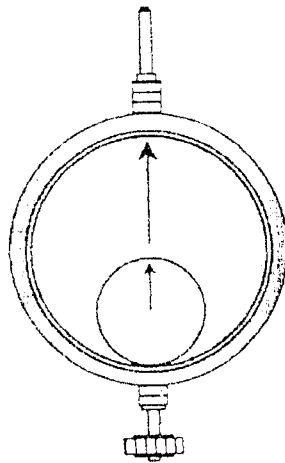
Sekop yang digunakan sekop besar dan sekop kecil yang berfungsi untuk memasukan adukan beton kedalam mixer dan juga untuk memasukan adukan beton kedalam cetakan silinder.

#### 16. Strainometer

Data perpendekan pada pengujian desak beton digunakan alat strainometer. Alat ini menunjukkan suatu angka pada setiap tingkat pembebanan.

#### 17. Dial gauge

Besarnya selip yang terjadi antara tulangan dan beton dapat diketahui dengan memakai alat dial gauge. Tingkat ketelitian yang dapat terbaca adalah 0,01 mm.



Gambar 4 4. Dial Gauge

#### 18. Cetok dan talam baja

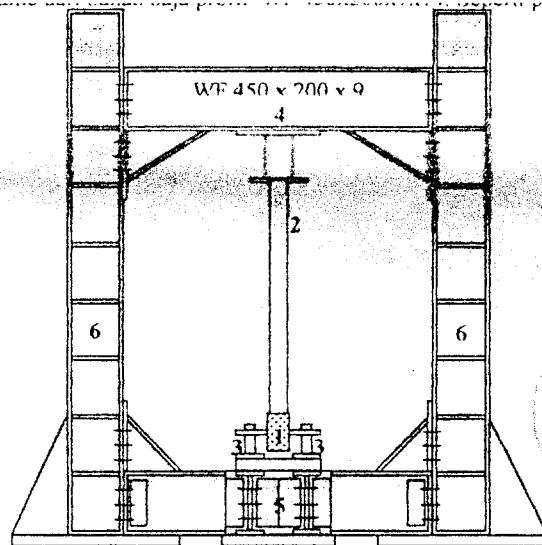
Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton kedalam cetakan silinder. Talam baja digunakan sebagai penampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk.

#### 19. Loading Frame

Bentuk dasar *loading frame* berupa portal segi empat yang terdiri diatas lantai beton (*rigid floor*) dengan perantara pelat dasar dari besi setebal

14 mm. Agar *Loading Frame* tetap stabil, pelat dasar dibaut kelantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450x200x9x14 mm. Posisi balok portal dapat diatur untuk menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran model yang akan diuji dengan cara melepas sambungan baut.

4.3.

**Keterangan:**

- |    |                |    |                               |
|----|----------------|----|-------------------------------|
| 1. | Model balok    | 4. | Balok portal ( bisa digeser ) |
| 2. | Hydraulic Jack | 5. | Balok lintang                 |
| 3. | Dukungan       | 6. | Kolom                         |

Gambar 4.3. Bentuk fisik *Loading Frame*

#### 4.4. Pelaksanaan Penelitian

##### a. Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi: uji sifat-sifat teknis bahan susun beton ( pasir, dan kerikil), perancangan adukan beton, uji desak dan tarik silinder beton, uji kuat tarik baja tulangan, dan kalibrasi peralatan.

##### a. uji pasir

Hasil uji pasir didapat berat jenis SSD 2,624 T/m<sup>3</sup> dan modulus kehalusan butir 2,60 T/m<sup>3</sup>

b. uji batu pecah

uji batu pecah bertujuan mendapatkan berat jenis dan berat volume batu pecah keadaan SSD. Didapat berat jenis SSD 2,389 T/m<sup>3</sup> dan berat volume SSD 1,538 T/m<sup>3</sup>.

c. perencanaan campuran adukan beton

perencanaan campuran adukan beton menggunakan cara yang direkomendasikan oleh American Concrete Institute (ACI), untuk setiap satu meter kubik beton dengan kuat desak rencana 20 Mpa diperlukan bahan penyusun yaitu:

semen : pasir : kerikil : air

378,641 kg : 837 kg : 943 kg : 195 kg

b. Pembuatan benda uji

Dalam penelitian ini, dibuat 20 sampel silinder beton ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dan 6 sampel struktur kuda-kuda beton bertulang.

c. Perawatan benda uji

Untuk memperoleh hasil pengujian yang diharapkan, maka setelah kuda-kuda beton tersebut dilepas dari bekisting harus segera dilakukan perawatan dengan ditutup karung basah. Sedangkan untuk silinder dilakukan dengan cara merendam didalam bak yang telah tersedia di Lab BKT FTSP UII. Perawatan terhadap sample tersebut dilakukan selama 28 hari.

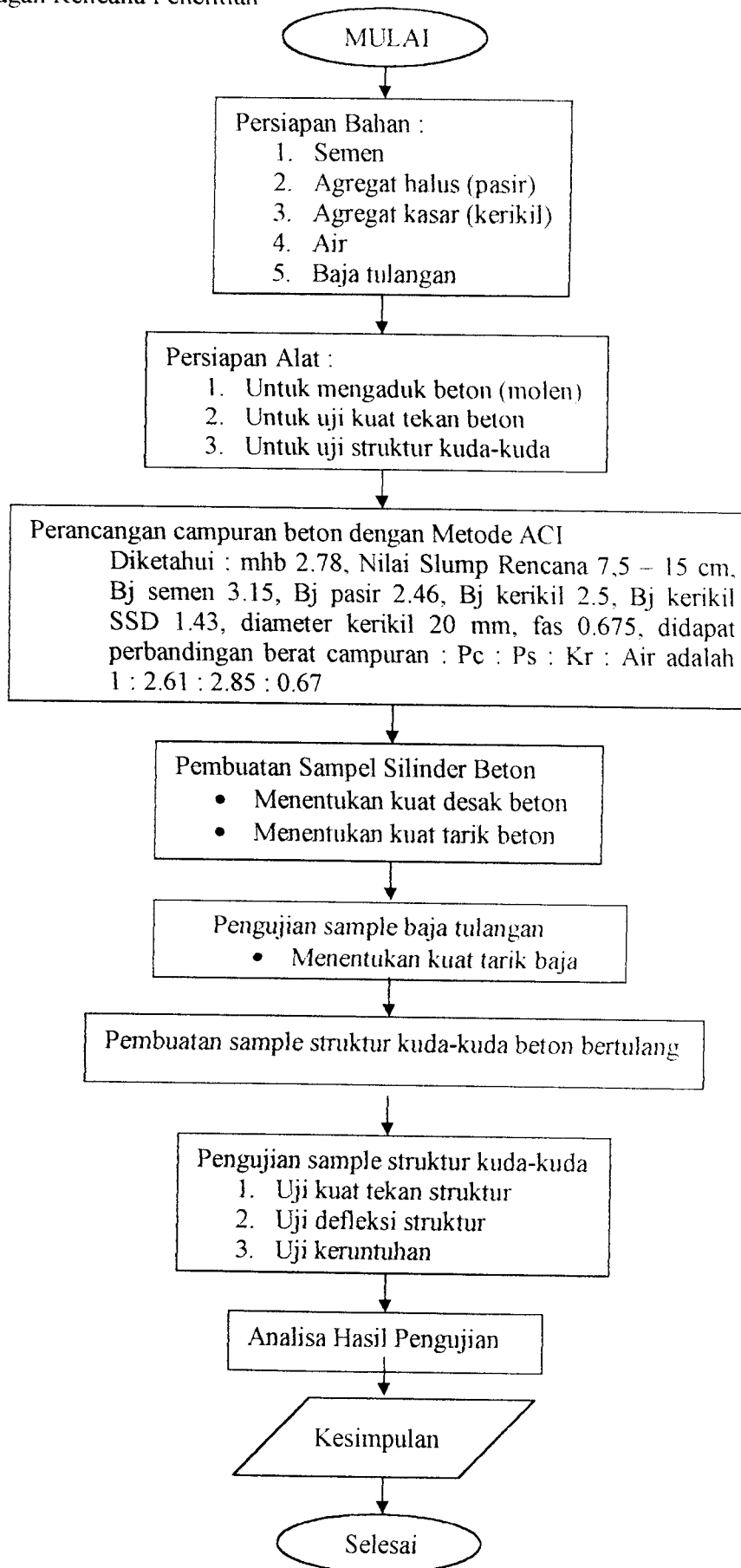
d. Pengujian benda uji

- Menguji kuat tekan dan kuat tarik silinder beton dari setiap benda uji.
- Menguji kuat tarik baja tulangan yang dipakai pada benda uji dengan tujuan mengetahui kuat tarik dan kuat leleh baja tulangan.
- Menguji keruntuhan kuat tekan dan defleksi struktur kuda-kuda beton bertulang.

e. Analisa dan pembahasan

Analisa data dilakukan terhadap hasil uji laboratorium. Pembahasan dilakukan dari hasil penelitian ditinjau berdasarkan landasan teori.





## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian didapatkan data berupa kuat desak beton silinder, kuat tarik baja tulangan, kuat tekan, dan defleksi struktur kuda-kuda. Data tersebut dianalisis untuk memperoleh pengaruh struktur kuda-kuda terhadap hubungan antara beban, lendutan, tegangan serta regangan yang terjadi. Dari grafik beban lendutan didapatkan kuat beban struktur kuda-kuda.

#### 5.1 Uji Kuat Desak Beton

Kekuatan desak beton rencana tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat serta kualitas perawatannya. Kuat desak beton diketahui dari uji desak dua puluh silinder beton ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Perawatan keras (curing) silinder beton dilakukan dengan cara merendam dalam bak air dan pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Hasil uji tekan 20 silinder beton bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton pada model yang dapat dilihat pada tabel 5.1 sebagai berikut di bawah ini:

Tabel.1 Hasil Uji Kuat Desak Beton

No	$\phi$ silinder (cm)	Luas (A) (cm <sup>2</sup> )	P max (kN)	Kuat Desak (P/A) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak (Mpa)
1	14,90	174,278	485	283,679	28,3679
2	15,01	176,861	580	334,290	33,4290
3	15,02	177,096	575	330,969	33,0969
4	14,68	169,169	500	301,285	30,1285
5	15,10	178,988	600	341,709	34,1709
6	15	176,625	420	242,396	24,2396
7	14,86	173,343	460	270,507	27,0507

No	$\phi$ Silinder (cm)	Luas (A) (cm <sup>2</sup> )	P max (KN)	Kuat Desak (P/A) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak (Mpa)
8	14,62	167,789	565	343,252	34,3252
9	15	176,625	525	302,994	30,2994
10	14,76	171,018	590	351,672	35,1672
11	14,91	174,512	465	271,616	27,1616
12	15,20	181,366	535	300,695	30,0695
13	15,08	178,514	550	314,064	31,4064
14	15,30	183,761	600	332,832	33,2832
15	14,85	173,110	430	253,206	25,3206
16	14,83	172,644	570	336,551	33,6551
17	15,05	177,804	495	283,786	28,3786
18	14,90	174,278	490	286,603	28,6603
19	15,02	177,096	585	336,724	33,6724
20	15,06	178,041	600	343,525	34,3525

$$\text{Kuat desak} = \left( \frac{485.101,936}{1/4 \cdot \pi \cdot 14,9^2} \right) = 283,278 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat tekan rata-rata (fcr)} = 30,8118 \text{ Mpa}$$

$$\text{Standart deviasi (s)} = 5,8634 \text{ Mpa}$$

Jika penyimpangan maksimum 5% kuat desak karakteristik silinder beton dihitung dengan persamaan:

$$f_c = f_{cr} - 1,64 \cdot s \dots \dots \dots 5.1$$

$$\text{didapat } f_c = 30,8118 - 1,64 \cdot 5,8634$$

$$= 21,196 \text{ Mpa}$$

Berdasarkan hasil uji ini, kuat desak beton pada model adalah 21,196 Mpa. Hal ini sesuai dengan mutu beton yang direncanakan sebesar 20 Mpa dan termasuk beton dengan mutu sedang.

Hasil pengujian Regangan kuat desak beton dapat dilihat pada tabel 5.1.a dibawah ini.

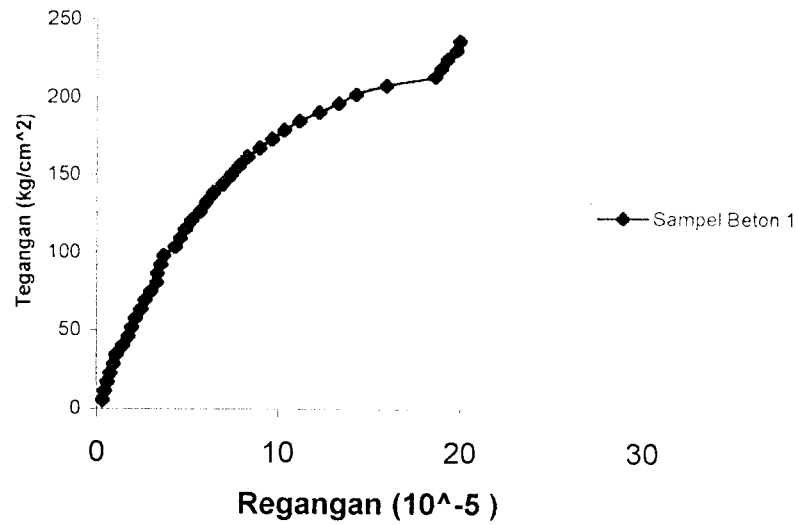
$$A_0 = 176,625 \text{ cm}^2$$

$$L_0 = 30,126 \text{ cm}$$

Tabel 5.1.a Pengujian Regangan Kuat Desak Beton

Beban (KN)	Beban (kg)	$\Delta L$ ( $10^{-3}$ mm)	$\sigma = P/A$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\varepsilon = \Delta L/L_0$ ( $10^{-5}$ )
10	1019.36	10	5.77132343	0.331939
20	2038.72	13	11.5426469	0.431521
30	3058.08	18	17.3139703	0.597491
40	4077.44	23	23.0852937	0.76346
50	5096.8	28	28.8566171	0.92943
60	6116.16	32	34.6279406	1.062205
70	7135.52	43	40.399264	1.427339
80	8154.88	52	46.1705874	1.726084
90	9174.24	58	51.9419108	1.925247
100	10193.6	64	57.7132343	2.124411
110	11212.96	73	63.4845577	2.423156
120	12232.32	80	69.2558811	2.655514
130	13251.68	89	75.0272045	2.954259
140	14271.04	99	80.798528	3.286198
150	15290.4	100	86.5698514	3.319392
160	16309.76	106	92.3411748	3.518555
170	17329.12	111	98.1124982	3.684525
180	18348.48	130	103.883822	4.315209

Beban (KN)	Beban (kg)	$\Delta L$ ( $10^{-3}$ mm)	$\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\varepsilon = \Delta L/L_0$ ( $10^5$ )
190	19367.84	138	109.655145	4.580761
200	20387.2	147	115.426469	4.879506
210	21406.56	157	121.197792	5.211445
220	22425.92	171	126.969115	5.67616
230	23445.28	181	132.740439	6.008099
240	24464.64	193	138.511762	6.406426
250	25484	209	144.283086	6.937529
260	26503.36	222	150.054409	7.36905
270	27522.72	235	155.825732	7.800571
280	28542.08	249	161.597056	8.265286
290	29561.44	269	167.368379	8.929164
300	30580.8	290	173.139703	9.626236
310	31600.16	310	178.911026	10.29011
320	32619.52	335	184.68235	11.11996
330	33638.88	368	190.453673	12.21536
340	34658.24	400	196.224996	13.27757
350	35677.6	430	201.99632	14.27339
360	36696.96	480	207.767643	15.93308
370	37716.32	560	213.538967	18.58859
380	38735.68	570	219.31029	18.92053
390	39755.04	580	225.081614	19.25247
400	40774.4	595	230.852937	19.75038
410	41793.76	600	236.62426	19.91635



Grafik 5.1.a Tegangan-Regangan

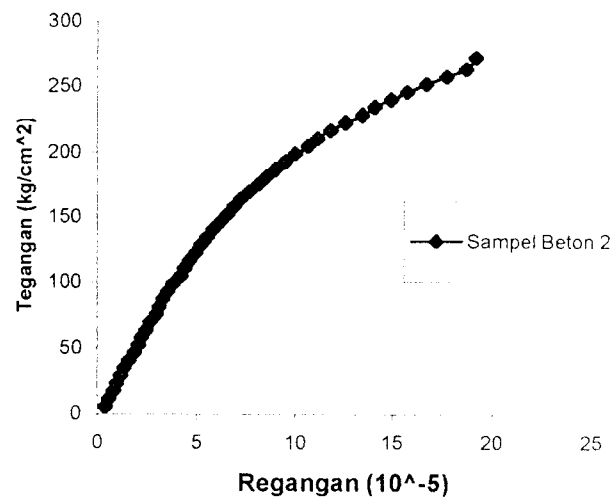
$$A_o = 174,152 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 30,5 \text{ cm}$$

Tabel 5.1.b Pengujian Regangan Kuat Desak Beton

Beban (KN)	Beban (kg)	$\Delta L$ ( $10^{-3}$ mm)	$\sigma = P/A$ ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	$\varepsilon = \Delta L/L_o$ ( $10^{-5}$ )
10	1019.36	12	5.8532776	0.393443
20	2038.72	17	11.7065552	0.557377
30	3058.08	24	17.5598328	0.786885
40	4077.44	29	23.4131104	0.95082
50	5096.8	35	29.266388	1.147541
60	6116.16	41	35.1196656	1.344262
70	7135.52	48	40.9729432	1.57377
80	8154.88	56	46.8262208	1.836066
90	9174.24	63	52.6794984	2.065574
100	10193.6	67	58.532776	2.196721
110	11213	74	64.3860536	2.42623
120	12232.3	81	70.2393312	2.655738
130	13251.7	90	76.0926088	2.95082

Beban (KN)	Beban (kg)	$\Delta L$ ( $10^{-3}$ mm)	$\sigma = P/A$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\varepsilon = \Delta L/L_0$ ( $10^{-3}$ )
140	14271	95	81.9458864	3.114754
150	15290.4	100	87.7991639	3.278689
160	16309.8	108	93.6524415	3.540984
170	17329.1	116	99.5057191	3.803279
180	18348.5	128	105.358997	4.196721
190	19367.8	134	111.212274	4.393443
200	20387.2	141	117.065552	4.622951
210	21406.6	151	122.91883	4.95082
220	22425.9	159	128.772107	5.213115
230	23445.3	168	134.625385	5.508197
240	24464.6	178	140.478662	5.836066
250	25484	189	146.33194	6.196721
260	26503.4	200	152.185218	6.557377
270	27522.7	210	158.038495	6.885246
280	28542.1	220	163.891773	7.213115
290	29561.4	233	169.74505	7.639344
300	30580.8	247	175.598328	8.098361
310	31600.2	260	181.451605	8.52459
320	32619.5	274	187.304883	8.983607
330	33638.9	290	193.158161	9.508197
340	34658.2	305	199.011438	10
350	35677.6	325	204.864716	10.65574
360	36697	340	210.717993	11.14754
370	37716.3	360	216.571271	11.80328
380	38735.7	383	222.424549	12.55738
390	39755	410	228.277826	13.44262
400	40774.4	430	234.131104	14.09836
410	41793.8	455	239.984381	14.91803
420	42813.1	480	245.837659	15.7377
430	43832.5	510	251.690937	16.72131
440	44851.8	540	257.544214	17.70492
450	45871.2	570	263.397492	18.68852
465	47400.2	585	272.177408	19.18033



Grafik 5.1.b Tegangan-Regangan

$$A_o = 173,11 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 30,22 \text{ cm}$$

Tabel 5.1.c Pengujian Regangan Kuat Desak Beton

Beban (KN)	Beban (kg)	$\Delta L (10^{-3} \text{ mm})$	$\sigma = P/A$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\varepsilon = \Delta L/L_o$ ( $10^{-3}$ )
10	1019.36	13	5.8885102	0.430179
20	2038.72	18	11.7770204	0.595632
30	3058.08	24	17.6655306	0.794176
40	4077.44	28	23.5540408	0.926539
50	5096.8	35	29.442551	1.158173
60	6116.16	41	35.3310612	1.356717
70	7135.52	47	41.2195714	1.555261
80	8154.88	54	47.1080816	1.786896
90	9174.24	61	52.9965918	2.018531
100	10193.6	66	58.885102	2.183984
110	11213	73	64.7738432	2.415619
120	12232.3	81	70.6620068	2.680344



Beban (KN)	Beban (kg)	$\Delta L$ ( $10^{-3}$ mm)	$\sigma = P/A$ ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	$\varepsilon = \Delta L/L_0$ ( $10^{-3}$ )
130	13251.7	88	76.5507481	2.911979
140	14271	96	82.4389117	3.176704
150	15290.4	105	88.3276529	3.47452
160	16309.8	115	94.2163942	3.805427
170	17329.1	124	100.104558	4.103243
180	18348.5	133	105.993299	4.401059
190	19367.8	141	111.881463	4.665784
200	20387.2	150	117.770204	4.9636
210	21406.6	161	123.658945	5.327598
220	22425.9	175	129.547109	5.790867
230	23445.3	189	135.43585	6.254136
240	24464.6	203	141.324014	6.717406
250	25484	220	147.212755	7.279947
260	26503.4	239	153.101496	7.90867
270	27522.7	261	158.98966	8.636664
280	28542.1	285	164.878401	9.430841
290	29561.4	315	170.766565	10.42356
300	30580.8	335	176.655306	11.08537
310	31600.2	360	182.544047	11.91264
320	32619.5	373	188.432211	12.34282
330	33638.9	385	194.320952	12.73991
340	34658.2	390	200.209116	12.90536
350	35677.6	400	206.097857	13.23627
360	36697	416	211.986598	13.76572
370	37716.3	432	217.874762	14.29517
380	38735.7	443	223.763503	14.65917
390	39755	460	229.651667	15.22171
400	40774.4	471	235.540408	15.5857
410	41793.8	492	241.429149	16.28061
420	42813.1	535	247.317313	17.70351
430	43832.5	552	253.206054	18.26605

Dari perhitungan Modulus Elastisitas Beton dari ketiga grafik lebih besar dari pada Modulus Elastisitas Sekan Beton dari perhitungan rumus.

Selisih antara Modulus Elastisitas Beton dari ketiga grafik dan Modulus Elastisitas Sekan Beton berkisar antara 4.9717-9.8954 %. Hal ini mendekati dengan Modulus Elastisitas yang direncanakan.

## 5.2 Uji Kuat Tarik Beton

Pengujian tarik beton juga dilakukan dengan membuat 3 sampel, Kuat tarik pada model dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 kuat tarik beton

No	Diameter silinder (cm)	Tinggi silinder (cm)	Pmaksimum (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat tarik (Mpa)
21	15,3	30,175	133	18,704
22	14,9	30,355	193	27,706
23	14,76	29,935	175	25,716

$$\begin{aligned}
 f_{ct} &= \frac{2P}{(3.14.L.D)} \\
 &= \frac{(2.101.936.133)}{(3.14.30.175.15.3)} \\
 &= 18.704 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

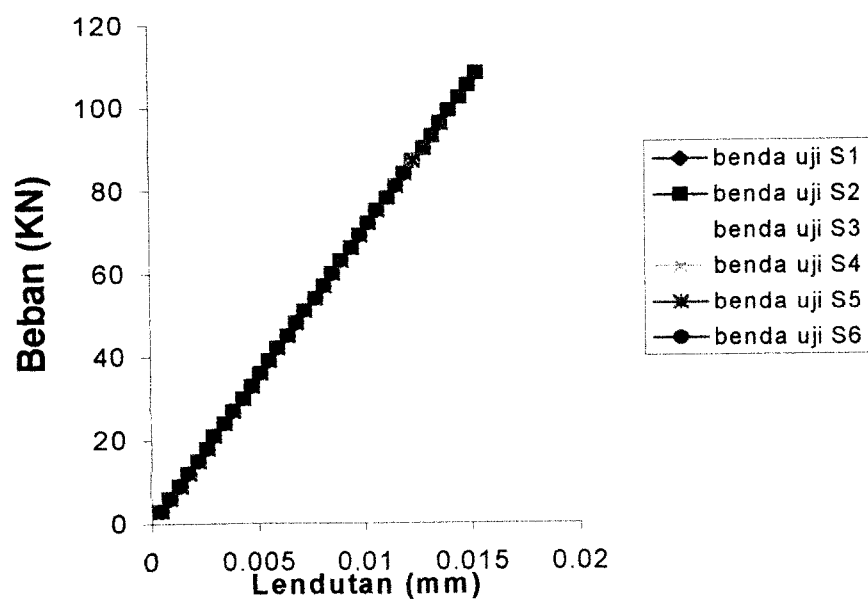
dari tabel diatas dapat dilihat kuat tarik beton berkisar antara 9-15% dari kuat desaknya sehingga kuat tarik pada silinder sangat baik (istimawan dipohusodo, 1994).

## 5.4. Uji Keruntuhan Kuat Tekan Kuda-Kuda diLaboratorium Mekanika

### Rekayasa

#### 5.4.1. Hubungan beban dengan lendutan

Pelaksanaan uji kuat tekan dilakukan dilaboratorium Mekanika Rekayasa dan Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Pada pengujian ini, kuda-kuda diberikan pembebanan pada satu titik Secara bertahap kuda-kuda diberi beban dengan kenaikan 300 kg (0,3 ton), kemudian dipasang *dial gauge* sebanyak empat buah yang diletakkan pada kuda-kuda ditengah bentang, sisi kanan dan sisi kiri dan ujung sebelah kanan (uji geser). Lendutan yang terjadi dicatat kemudian hasilnya dicatat pada tabel dan untuk lengkapnya disajikan pada lampiran.



Gambar 5.4.1 Grafik hubungan beban-lendutan (secara teoritis)

#### 5.4.2 Analisa data hubungan beban dengan lendutan

Dari hasil pengamatan grafik hubungan beban dengan lendutan pada gambar 5.4.1 dapat disimpulkan dalam tabel 5.4.2.

Tabel 5.4.2 Analisa Data Beban-Lendutan

Benda uji	Beban P (KN)	Lendutan ( $\Delta$ ) (mm)
S1	90	1.66
S2	108	1.99
S3	87	1.61
S4	78	1.44
S5	96	1.77
S6	84	1.55

Dari perbandingan data antara teoritis dengan hasil uji diatas terlihat bahwa:

Beban yang mampu ditahan oleh benda uji S2 pada saat pengujian dilapangan merupakan beban maksimum dari keseluruhan enam benda uji yaitu sebesar 108 KN sedangkan benda uji S4 hanya mampu menahan beban sebesar 78 KN yang merupakan beban minimum dari keseluruhan enam benda uji pada saat pengujian dilapangan . dan beban rata-rata dari keseluruhan benda uji sebesar 90.5 KN.

#### 5.4.3 Analisa hubungan momen dengan lendutan

Dari Analisis berdasarkan teori, Data Momen dengan Lendutan diperoleh hasil pada tabel 5.4.3 dibawah ini.

Tabel 5.4.3 Analisa Data Momen-Lendutan

Benda uji	Momen (KN-m)	Lendutan ( $\Delta$ ) (mm)
S1	87.759	1.66
S2	105.652	1.99
S3	84.777	1.61
S4	75.831	1.44
S5	93.723	1.77
S6	81.795	1.55

Dari analisis data berdasarkan teori diatas terlihat bahwa:

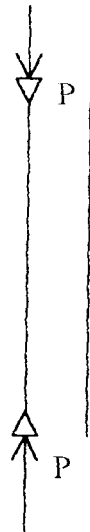
Momen nominal rata-rata yang dapat ditahan oleh keenam benda uji berdasarkan teori adalah sebesar 88.825 KN-m. Dari keenam benda uji di atas dapat dilihat bahwa benda uji S2 memiliki kemampuan menahan momen nominal yang lebih baik sebesar 18.91 % dan mampu menahan momen nominal maksimum sebesar 105.652 KN-m. Sedangkan momen nominal minimum terdapat pada benda uji S4 sebesar 14.63 %, yang hanya mampu menahan momen nominal minimum sebesar 75.831 KN-m.

Lendutan maksimum terjadi pada benda uji S2 sebesar 1.99 mm sedangkan lendutan minimum terjadi pada benda uji S4 sebesar 1.44 mm.

### 5.5. Analisa Gaya Batang Berdasarkan Teori Kapasitas Beton

analisa gaya batang ditinjau dari struktur portal kuda-kuda secara teoritis dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini dan pada tabel 5.5.

## Perhitungan batang tekan

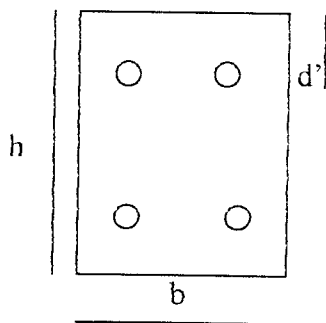


$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{1/12 \cdot b \cdot h^3}{b \cdot h}} = 0.289h$$

$$= 0.289 \cdot 120 = 34.68$$

$$L \frac{k \cdot L \cdot u}{r} = \frac{1.2000}{34.68} = 57.67 > 22 \text{ (portal bergoyang)}$$

$$< 100 \text{ (batasan max kelangsingan)}$$



$$f'_c = 20 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$b = 80 \text{ mm}$$

$$A_s = A_{s'} = 2 \cdot (1/4 \cdot 3.14 \cdot 10^2) = 157 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang dipakai 2D10

$$P_n (M_n = 0)$$

$$A_g = 120 \cdot 80 = 9600 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = A_s + A_{s'} = 314 \text{ mm}^2$$

$$P_{no} = 0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y$$

$$= 252.062 \text{ KN}$$

$$P_n \text{ max} = 0.8 \cdot P_{no} = 201.649 \text{ KN}$$

*Keadaan seimbang*

$$d = h - d' = 120 - 40 = 80 \text{ mm}$$

$$X_b = \frac{600}{600 + f_y} d = 53.33 \text{ mm}$$

$$f_s' = \frac{x - d'}{x} 600 = 149.972 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$f_s' = f_s'$$

$$f_s = \frac{d - x}{x} 600 = 300 \text{ Mpa}$$

$$f_s = f_y$$

$$a = \beta_1 X_b = 45.33 \text{ mm}$$

$$C_c = 0.85 f'_c b a = 61.649 \text{ KN}$$

$$C_s = A_s (f_s' - 0.85 f'_c) = 20.876 \text{ KN}$$

$$T_s = A_s f_y = 47.1 \text{ KN}$$

$$P_{nb} = C_c + C_s - T_s = 35.425 \text{ KN}$$

$$\bar{y} = \frac{h}{2} = 60 \text{ mm}$$

$$M_{nb} = C_c \left( \bar{y} - \frac{a}{2} \right) + C_s (\bar{y} - d') + T_s (d - \bar{y})$$

$$M_{nb} = 2301.665 + 417.52 + 942 = 3.661 \text{ KNm}$$

$$e = \frac{3.661}{35.4248} = 0.103 \text{ m}$$

*Patah Desak  $X > X_b$*

$$\text{misal } X = 70 \text{ mm} > X_b = 53.33 \text{ mm}$$

$$f_s' = 257.14 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$f_s' = f_s'$$

$$f_s = 85.074 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$f_s = f_s$$

$$a = 0.85.70 = 59.5 \text{ mm}$$

$$C_c = 80.920 \text{ KN}$$

$$C_s = 37.702 \text{ KN}$$

$$T_s = 13.461 \text{ KN}$$

$$P_n = 105.161 \text{ KN}$$

$$M_n = 3.471 \text{ KNm}$$

$$e = \frac{3.471}{105.161} = 0.033 \text{ m}$$

*Patah Tarik  $X < X_b$*

$$\text{misal } X = 50 \text{ mm} < X_b = 53.33 \text{ mm}$$

$$f_s' = 120 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$f_s' = f_s'$$

$$f_s = f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$a = 42.5 \text{ mm}$$

$$C_c = 57.8 \text{ KN}$$

$$C_s = 16.171 \text{ KN}$$

$$T_s = 47.1 \text{ KN}$$

$$P_n = 26.871 \text{ KN}$$

$$M_n = 3.505 \text{ KNm}$$

$$e = \frac{3.505}{26.871} = 0.13 \text{ m}$$





Tabel 5.5. Hasil Analisa Gaya Batang Berdasarkan Teori Kapasitas Beton

	Keadaan seimbang	Patah Desak	Patah Tarik
d	80 mm	80 mm	80 mm
Xb	53.33 mm	70 mm	50 mm
fs'	149.97 Mpa	257.14 Mpa	120 Mpa
fs	300 Mpa	85.74 Mpa	300 Mpa
a	45.33 mm	59.5 mm	4205 mm
Cc	61.649 KN	80.92 KN	57.8KN
Cs	20.876 KN	37.702 KN	16.171 KN
Ts	47.1 KN	13.461 KN	47.1 KN
Pnb	35.425 KN	105.161 KN	26.871 KN
$\bar{y}$	60 mm	60 mm	60 mm
Mnb	3.661KNm	3.471 KNm	3.505 KNm
e	0.103 m	0.033 m	0.13 m

Dari analisis gaya batang berdasarkan teori pada tabel 5.5 didapat gaya batang desak sebesar 105.161 KN, dan gaya batang tarik sebesar 26.871 KN.

### 5.6 Analisa kerusakan pada benda uji

Kerusakan yang terjadi pada Struktur kuda-kuda dalam penelitian ini terjadi pada pada batang bawah yang menerima gaya tarik dan yang menerima gaya geser maksimal (join/titik buhul), Retak-retak terletak disekitar daerah momen maksimum. Retak-retak dimulai pada sisi kuda-kuda paling bawah yang berupa retak-retak rambut, retak-retak meningkat dan merambat dengan

pertambahan beban. Saat beban atau luluhnya tulangan, struktur tersebut masih dapat menahan beban, sehingga beban maksimum tercapai kuda-kuda sudah tidak dapat menahan beban. Hal ini teridentifikasi pada saat pengujian lentur dimana jarum penunjuk beban berhenti beberapa saat dan retak-retak terus bertambah kemudian beban naik kembali, sedang beban maksimum dapat diketahui dimana alat yang terdapat jarum penunjuk beban menurun dan selanjutnya tidak menunjukkan kenaikan.

Beban retak pertama masing-masing benda uji berbeda-beda terletak pada beban berkisar antara 3000 kg sampai dengan 8700 kg. Retak-retak ini bukan permasalahan serius, karena retak-retak tersebut adalah retak-retak yang sangat halus, sehingga tidak begitu berpengaruh terhadap penampilan dan kekuatan struktur (terjadi karat yang merugikan tulangan).

Menurut George Winter, Artur H, Nilson dalam bukunya perencanaan Struktur Beton Bertulang, menyebutkan hal utama yang menjadi persoalan bukanlah jumlah retak yang membentuk melainkan lebar retak tersebut.

Retak – retak untuk semua benda uji hampir sama dimana retak-retak terletak pada daerah momen maksimum hampir tegak lurus sisi memanjang struktur tersebut. Terlihat adanya retak bercabang dititik buhul dan terletak pada daerah momen maksimum. Retak bercabang ini dikarenakan retak didaerah tarik mencapai daerah tekan. Karena retak tersebut tidak dapat melewati beton tekan dengan arah vertikal, akhirnya retak tersebut berarah dengan arah miring. Retak pada semua benda uji tersebut dinamakan retak lentur.

### 5.7 Pembahasan Umum

Dari hasil pengujian keenam benda uji, diuji setelah beton berumur 28 hari didapatkan kekuatan lentur maksimal rata-rata Struktur kuda-kuda dalam menahan beban sebesar 90.5 KN, beban maksimum rangkai yang dapat ditahan struktur kuda-kuda tersebut pada penelitian dilapangan sebesar 108 KN, dan beban minimum yang dapat ditahan struktur tersebut sebesar 78 KN.

Momen nominal rata-rata yang dapat ditahan keenam benda uji berdasarkan teori pada tabel 5.4.3 sebesar 88.825%, pada benda uji S2 dapat menahan momen nominal maksimum sebesar 105.625 KNm dan momen nominal minimum terdapat benda uji S4 sebesar 75.831 KNm. Lendutan maksimum terjadi pada benda uji S2 sebesar 1.99 mm, dan lendutan minimum terjadi pada benda uji S4 sebesar 1.44 mm.

Dari analisis gaya batang berdasarkan teori pada tabel 5.5 didapatkan gaya batang desak sebesar 105.161 KN, dan gaya batang tarik sebesar 26.871 KN.

Pengujian yang dilakukan dilapangan memperoleh hasil bahwa pada struktur kuda-kuda tersebut pada batang tarik terjadi kerusakan terlebih atau rusak terlebih dahulu dari pada batang desak.

## 6.2. Saran

- a. untuk percobaan lebih lanjut pada batang bawah (batang tarik) sebaiknya tulangan yang dipakai ditambah.
- b. Sebaiknya struktur rangkai kuda-kuda diberi kolom yang membentuk portal untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dwi Hartiandy, Marfa E Arinda, 2001, PENGARUH BATANG NOL TERHADAP KEKUATAN RIIL KUDA-KUDA RANGKA BATANG, Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, SK-SNI T-15-1991, 1991, TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG, Departemen Pekerjaan Umum.
- Edward G Nawy, 1990, BETON BERTULANG (Suatu Pendekatan Dasar), PT. Eresco Bandung.
- George Winter dan Arthur H Nilson, PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG, PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1993.
- Istimawan Dipohusodo, 1994, STRUKTUR BETON BERTULANG, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Juda Suwandy, 1999, APLIKASI BAMBU WULUNG PADA STRUKTUR RANGKA ATAP RUANG, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Wang. CK, Salmon, dan Charles G, REINFORCED CONCRETE DESIGN (4<sup>th</sup>ed), New York: Harper dan Row Publisher, Inc., 1985.



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 HALUS

Jenis benda uji : Agregat halus Di periksa oleh :  
 Nama benda uji : Pasir 1. Lisa Mulyatna (96-204)  
 Asal : Kali Krusak 2. \_\_\_\_\_  
 Keperluan : Penelitian Tugas  
Akhir Tanggal : 25-02-02

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 )	...400...	Gram	...400...	Gram
Volume air ( V <sub>1</sub> )	...500...	Cc	...500...	Cc
Volume air + Agregat ( V <sub>2</sub> )	...650...	Cc	...635...	Cc
Berat jenis ( BJ )				
$\frac{W}{V_2 - V_1}$	2,669		2,581	
Berat jenis rata - rata	2,624			

Catatan :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UIN

Laboratorium BKT FTSP UIN,  
*[Signature]*



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 : Agregat Kasar Di periksa oleh :  
 Nama benda uji : Batu Pecah 1. Lisa Marlyatha (96-294)  
 Asal : Kali Kasasak 2. \_\_\_\_\_  
 Keperluan : Penelitian Tugas  
Alasan Tanggal : 25-02-02

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 ( $W_1$ )	6.3 Kg	6.3 Kg
Berat tabung + Agregat ( $W_2$ )	14.3 Kg	14.6 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$	5300.99 $m^3$	5300.99 $m^3$
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1.509 $t/m^3$	1.566 $t/m^3$
Berat volume rata-rata	1.538 $t/m^3$	

Yogyakarta, 25 - 02 - 02

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII

*[Signature]*



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 : Agregat Kasar Di periksa oleh :  
 Nama benda uji : Batu Pecah 1. Lisa Martiyatna (96-294)  
 Asal : Kali Krasak 2. \_\_\_\_\_  
 Keperluan : Penelitian TUGAS Akhir Tanggal : 25-02-02

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 )	..400...	Gram	..400..	Gram
Volume air ( V <sub>1</sub> )	..500....	Cc	..500..	Cc
Volume air + Agregat ( V <sub>2</sub> )	..670....	Cc	..665..	Cc
Berat jenis ( BJ ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	2,353		2,424	
Berat jenis rata – rata	2,389			

Catatan :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Yogyakarta, 25-02-02

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM an  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK danisman  
 FAKULTAS TEKNIK 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  
 MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : Agregat halus Di periksa oleh :  
 Nama benda uji : Pasir 1. Lisa Maniyatun (06-294)  
 Asal : Kar Kwasik 2. \_\_\_\_\_  
 Keperluan : Penelitian Tugas  
Atlet Tanggal : 26-02-02

No	Saringan Ø lubang mm	Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
		I	II	I	II	I	II
1	4.75	13.5	17	0.9	1.13	0.9	1.13
2	2.36	114.5	135.3	7.63	9.02	8.53	10.15
3	1.18	313.5	294.2	20.9	19.61	29.43	29.76
4	0.600	398.5	394.8	26.57	26.19	56	55.95
5	0.300	299	264.5	19.93	17.63	75.93	73.58
6	0.150	221	219.2	14.73	14.61	90.66	88.19
7	Pan	140	177	9.34	11.9	-----	-----
Jumlah						261.45	258.73

Jumlah rata - rata 260,09

MODULUS HALUS BUTIR =  $\frac{260,09}{100} \times 100\% = 26$

Yogyakarta, 26-02-02

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang KM 14,4 telp. 895507, 895042 Fax (0274) 895530 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

No	Kode	Tgl dibuat	Diameter (mm)	Tgl diuji	Umur (hari)	Beban maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	1	5-3-02	14,9	2-4-02	28	485	28,3679
2	3	5-3-02	15,02	2-4-02	28	575	33,0969
3	4	5-3-02	14,68	2-4-02	28	500	30,1285
4	6	5-3-02	15	2-4-02	28	420	24,2396
5	7	5-3-02	14,86	2-4-02	28	460	27,0507
6	15	5-3-02	14,85	2-4-02	28	430	25,3206
7	2	6-3-02	15,01	3-4-02	28	586	33,4290
8	5	6-3-02	15,1	3-4-02	28	600	34,1709
9	8	6-3-02	14,62	3-4-02	28	565	34,3252
10	9	6-3-02	15	3-4-02	28	525	30,2994

LABORATORIUM an  
ESKHM KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII  
10/5/02  
Danwone

No	Kode	Tgl dibuat	Diameter (mm)	Tgl diuji	Umur (hari)	Beban maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
11	10	6-3-02	14,76	3-4-02	28	590	35,1672
12	11	6-3-02	14,91	3-4-02	28	465	27,1616
13	12	6-3-02	15,2	3-4-02	28	535	30,0695
14	13	6-3-02	15,08	3-4-02	28	550	31,4164
15	14	6-3-02	15,3	3-4-02	28	600	33,2832
16	16	6-3-02	14,83	3-4-02	28	570	33,6551
17	17	6-3-02	15,05	3-4-02	28	495	28,3786
18	18	6-3-02	14,9	3-4-02	28	490	28,6603
19	19	6-3-02	15,02	3-4-02	28	585	33,6724
20	20	6-3-02	15,06	3-4-02	28	600	34,3525

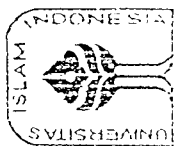
Mengetahui

Laboratorium BKTFF UJI

10/5/02

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK



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

REKORSAKSI PENGUJIAN TARIK BAJA

DASAR PENGUJIAN TARIK BAJA

No	Diameter Pengenal (mm)	Diameter Uji (mm)	Luas mm <sup>2</sup>	Beban Luluh Kgf	Beban Maksimum Kgf	Pegangan Luluh Kg/mm <sup>2</sup>	Kuat Tarik Kg/mm <sup>2</sup>
1	8	7,447	41,793	1040	1670	24,68455004	39,9588
2	8	7,437	41,681	1040	1650	24,95141671	39,5864
3	8	7,417	41,569	1345	1930	32,35584209	46,4288

Mengerjakan

Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII

*Handwritten signature: Darus*

*Handwritten text: Darus*

*Handwritten text: 20/5/02*



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

Jl. Kalirang KM 14,4 telp 895797, 895042 Fax (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN TARIK BAJA

No	Diameter Pengenal (mm)	Diameter Uji (mm)	Luas mm <sup>2</sup>	Beban Luluh Kgf	Beban Maksimum Kgf	Tegangan Luluh Kg/mm <sup>2</sup>	Kuat tarik Kg/mm <sup>2</sup>
1	10	9,133	65,478	2230	3135	34,0572406	47,8787
2	10	9,19	66,298	2950	3400	44,49606323	51,2836
3	10	9,197	66,999	2890	4285	43,13497216	64,6412

Mengertani

LABORATORIUM Laboratorium BKT ETSP UJI

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII

*Handwritten signature*

## PERENCANAAN CAMPURAN BETON

Kuat beton yang disyaratkan  $f_c' = 20$  Mpa

Volume pekerjaan kecil, mutu pekerjaan cukup, diperkirakan  $S_d = 7,5$

Beton didalam ruangan dan terlindung

Jenis struktur adalah kuda-kuda

Ukuran maksimum kerikil 20 mm

Berat satuan kerikil =  $1,538 \text{ T/m}^3$

Berat jenis kerikil =  $2,389 \text{ T/m}^3$

Berat jenis pasir =  $2,624 \text{ T/m}^3$

Modulus halus butir (Mhb) = 2,6

### PERENCANAAN

1. Menghitung mutu beton

$S_d = 7,5$  Mpa

$M = 1,64 \cdot S_d = 1,64 \cdot 7,5 = 12,3$

$F_{cr} = f_c' + m = 20 + 12,3 = 32,3$  Mpa

2. Menghitung nilai faktor air semen

$F_{as} = 0,475$

Fas maksimum = 0,6

Fas terpakai = 0,475

3. Nilai slump

Untuk struktur kuda-kuda nilai slump = 75-150 mm

4. Jumlah Air yang diperlukan per meter kubik beton

Berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimum kerikil 20 mm maka diperoleh kebutuhan air sebesar 195 ltr

5. Jumlah Semen yang diperlukan per meter kubik beton

$$W_s = \frac{W_{air}}{f_{as}} = \frac{195}{0,475} = 410,526 \text{ kg}$$

$$V_{pc} = \frac{W_{pc}}{B_{jpc}} = \frac{410,526}{3,10 \cdot 10^3} = 0,130 \text{ m}^3$$

6. Ukuran Agregat kasar maksimum dan mhb pasir

Dari tabel didapat =  $V_{ssd} = 0,63 \text{ m}^3$

$$W_{kr} = B_{jkr} \cdot V_{ssd} = 1,538 \cdot 10^3 \cdot 0,63 = 968,94 \text{ kg}$$

$$V_{kr} = \frac{W_{kr}}{B_{jkr}} = \frac{968,94}{2,389 \cdot 10^3} = 0,406 \text{ m}^3$$

7. volume pasir

$$1 \text{ m}^3 = V_{air} + V_{ud \text{ terperangkap}} + V_{kr} + V_{pc} + V_{ps}$$

$$V_{pc} = 1 - (0,195 + 0,01 + 0,406 + 0,13) = 0,259 \text{ m}^3$$

$$W_{ps} = B_{jps} \cdot V_{ps} = 2,624 \cdot 10^3 \cdot 0,259 = 679,616 \text{ kg}$$

Kontrol:

$$W_a + W_s + W_{kr} + W_{ps} = 195 + 410,526 + 968,94 + 679,616$$

$$= 2254,082 \text{ kg/m}^3 > 200 \text{ kg/m}^3 \dots\dots\dots \text{Ok}$$

8. digunakan cetakan (benda uji) 20 silinder

Volume silinder  $\phi$  15 cm, t = 30 cm

$$= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,3 \cdot 20 = 0,106 \text{ m}^3$$

9. Kebutuhan material

$$Pc = 410,526 \cdot 0,106 \cdot 1,2 = 52,2189072 \text{ kg}$$

$$Ps = 679,616 \cdot 0,106 \cdot 1,2 = 86,4471552 \text{ kg}$$

$$Kr = 968,940 \cdot 0,106 \cdot 1,2 = 132,249167 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 195 \cdot 0,106 \cdot 102 = 24,804 \text{ ltr}$$



# ***LAMPIRAN 3***

## HASIL HITUNGAN DATA KUAT DESAK SILINDER BETON

$$\text{Kuat Desak Beton 28 hari} = \left( \frac{\text{Bebanmaksimal}}{\text{Luaspenampang}} \right)$$

$$f'c = \frac{P_{\text{mak}}}{1/4 \cdot \pi \cdot d^2}$$

No	φ silinder (cm)	Luas (A) (cm <sup>2</sup> )	P max (kN)	Kuat Desak (P/A) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Desak (Mpa)
1	14,90	174,278	485	283,679	28,3679
2	15,01	176,861	580	334,290	33,4290
3	15,02	177,096	575	330,969	33,0969
4	14,68	169,169	500	301,285	30,1285
5	15,10	178,988	600	341,709	34,1709
6	15	176,625	420	242,396	24,2396
7	14,86	173,343	460	270,507	27,0507
8	14,62	167,789	565	343,252	34,3252
9	15	176,625	525	302,994	30,2994
10	14,76	171,018	590	351,672	35,1672
11	14,91	174,512	465	271,616	27,1616
12	15,20	181,366	535	300,695	30,0695
13	15,08	178,514	550	314,064	31,4064
14	15,30	183,761	600	332,832	33,2832
15	14,85	173,110	430	253,206	25,3206
16	14,83	172,644	570	336,551	33,6551
17	15,05	177,804	495	283,786	28,3786
18	14,90	174,278	490	286,603	28,6603
19	15,02	177,096	585	336,724	33,6724
20	15,06	178,041	600	343,525	34,3525

Contoh perhitungan

$$\text{Kuat desak} = \left( \frac{485 \cdot 101,936}{1/4 \cdot \pi \cdot 14,9^2} \right) = 28,3679 \text{ Mpa}$$

Kuat desak rata-rata silinder beton

$$F_{cr} = \frac{\sum f'c}{20} = \frac{616,2355}{20} = 30,8118 \text{ Mpa}$$

$$S_d = 5,8634 \text{ Mpa}$$

$$f'c = f_{cr} - 1,64 \cdot S_d$$

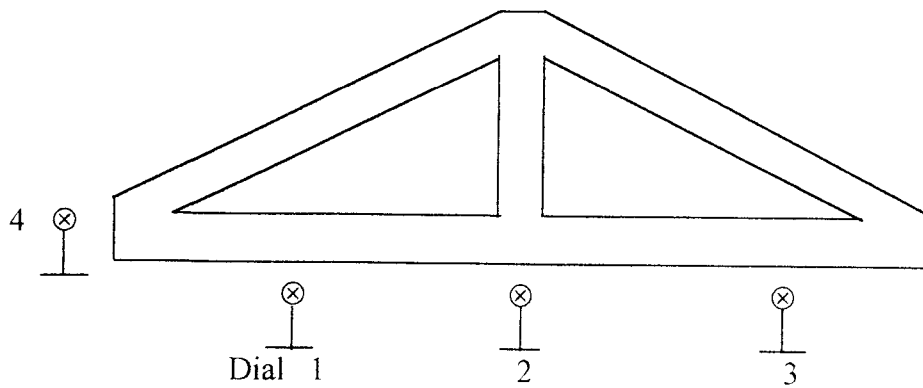
$$f'c = 30,8118 - 1,64 \cdot 5,8634 = 21,1958 \text{ Mpa}$$

jadi kuat beton 21,196

# ***LAMPIRAN 4***

Pengujian lentur kuda-kuda S1

Beban (ton)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
0,3	0,199	0,05	0,078	0,01
0,6	0,365	0,22	0,248	0,073
0,9	0,595	0,45	0,44	0,1
1,2	0,77	0,660	0,57	0,108
1,5	1,02	0,939	0,76	0,108
1,8	1,105	1,102	0,87	0,108
2,1	1,25	1,31	1,01	0,108
2,4	1,40	1,585	1,10	0,111
2,7	1,555	1,75	1,23	0,15
3	1,758	1,909	1,35	0,224
3,3	1,955	2,107	1,47	0,322
3,6	2,104	2,39	1,615	0,402
3,9	2,27	2,506	1,81	0,52
4,2	2,40	2,908	1,99	0,67
4,5	3,02	2,991	2,16	0,81
4,8	3,18	3,19	2,29	0,92
5,1	3,31	3,308	2,46	1,05
5,4	3,42	3,49	2,61	1,18
5,7	3,51	3,651	2,75	1,29
6,0	3,61	4,208	2,90	1,41
6,3	3,63	4,355	3,12	1,412
6,6	3,69	4,804	3,23	1,412
6,9	3,79	5,208	3,42	1,412
7,2	3,83	5,505	3,56	1,413
7,5	4,75	6,302	3,69	1,413
7,8	4,84	6,605	3,93	1,415
8,1	5,00	6,809	4,22	1,605
8,4	5,10	6,99	4,44	1,825
8,7	5,21	7,103	4,63	2,065
9,0	5,27	7,19	4,93	3,365



Pengujian Lentur kuda – kuda S2

Beban (ton)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Momen (ton-m)
0,3	0	0,035	0,09	0,05
0,6	0	0,2	0,25	0,095
0,9	0,12	0,375	0,40	0,125
1,2	0,33	0,53	0,54	0,19
1,5	0,45	0,73	0,650	0,268
1,8	0,60	0,97	0,78	0,344
2,1	0,73	1,12	0,90	0,41
2,4	0,84	1,36	1,04	0,52
2,7	0,909	1,50	1,15	0,59
3,0	1,094	1,675	1,28	0,675
3,3	1,202	1,86	1,43	0,795
3,6	1,404	1,98	1,55	0,88
3,9	1,862	2,15	1,72	1,0
4,2	1,909	2,27	1,87	1,12
4,5	2,204	2,334	2,02	1,22
4,8	2,372	2,40	2,15	1,34
5,1	2,625	2,49	2,28	1,45
5,4	2,77	2,56	2,42	1,55
5,7	2,805	2,685	2,58	1,70
6,0	2,855	2,815	2,73	1,85
6,3	3,10	2,91	2,85	1,96
6,6	3,20	3,03	2,97	2,08
6,9	3,349	3,145	3,08	2,20
7,2	3,532	3,38	3,23	2,33
7,5	3,79	3,49	3,35	2,48
7,8	4,004	3,60	3,50	2,62
8,1	4,08	3,74	3,63	2,78
8,4	4,16	3,87	3,77	2,93
8,7	4,50	4,00	3,91	3,09
9,0	4,61	4,22	4,09	3,30
9,3	4,81	4,41	4,27	3,50
9,6	4,84	4,56	4,41	3,65
9,9	4,903	5,00	4,54	3,81
10,2	5,29	5,20	4,73	4,20
10,5	5,62	5,61	5,06	4,41
10,8	5,90	5,93	5,45	5,00

Pengujian lentur kuda-kuda S3

Beban (ton)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
0,3	0	0,021	0,11	0,04
0,6	0	0,35	0,2	0,12
0,9	0,17	0,49	0,3	0,15
1,2	0,32	0,67	0,417	0,195
1,5	0,50	0,82	0,545	0,22
1,8	0,66	1,0	0,66	0,28
2,1	0,78	1,12	0,76	0,33
2,4	0,929	1,29	0,87	0,42
2,7	1,07	1,43	0,96	0,52
3,0	1,182	1,58	1,051	0,61
3,3	1,40	1,70	1,14	0,69
3,6	1,43	1,88	1,27	0,76
3,9	1,91	2,10	1,481	0,82
4,2	2,0	2,20	1,552	0,90
4,5	2,128	2,38	1,65	0,99
4,8	2,352	2,49	1,73	1,08
5,1	2,358	2,61	1,823	1,16
5,4	2,59	2,76	1,935	1,27
5,7	2,632	2,89	2,03	1,35
6,0	2,98	3,05	2,153	1,475
6,3	3,197	3,19	2,26	1,60
6,6	3,245	3,26	2,35	1,69
6,9	3,403	3,33	2,452	1,82
7,2	3,505	3,49	2,563	1,94
7,5	3,907	3,67	2,71	2,065
7,8	4,17	3,88	2,862	2,21
8,1	4,30	4,09	3,032	2,43
8,4	4,906	4,30	3,22	2,70
8,7	5,10	4,90	3,50	3,12

Pengujian lentur kuda-kuda S4

Beban (ton)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
0,3	0	0,01	0,033	0
0,6	0	0,02	0,208	0
0,9	0	0,44	0,438	0
1,2	0,22	0,65	0,65	0
1,5	0,43	0,97	0,89	0
1,8	0,57	1,06	1,06	0
2,1	0,77	1,45	1,31	0
2,4	1,0	1,72	1,59	0
2,7	1,17	2,03	1,81	0
3	1,32	2,33	2,052	0
3,3	1,51	2,63	2,29	0,08
3,6	1,68	3,0	2,55	0,19
3,9	2,1	3,30	2,79	0,29
4,2	2,23	3,52	2,96	0,39
4,5	2,405	3,75	3,13	0,5
4,8	2,71	4,02	3,3	0,6
5,1	2,82	4,20	3,482	0,69
5,4	2,92	4,39	3,582	0,77
5,7	2,989	4,58	3,703	0,86
6	3,05	4,78	3,85	0,95
6,3	3,17	5,03	4,05	1,10
6,6	3,30	5,20	4,16	1,20
6,9	3,52	5,42	4,316	1,31
7,2	3,845	5,66	4,51	1,46
7,5	4,709	5,95	4,76	1,66
7,8	4,90	6,78	5,70	2,85



Pengujian lentur kuda-kuda S5

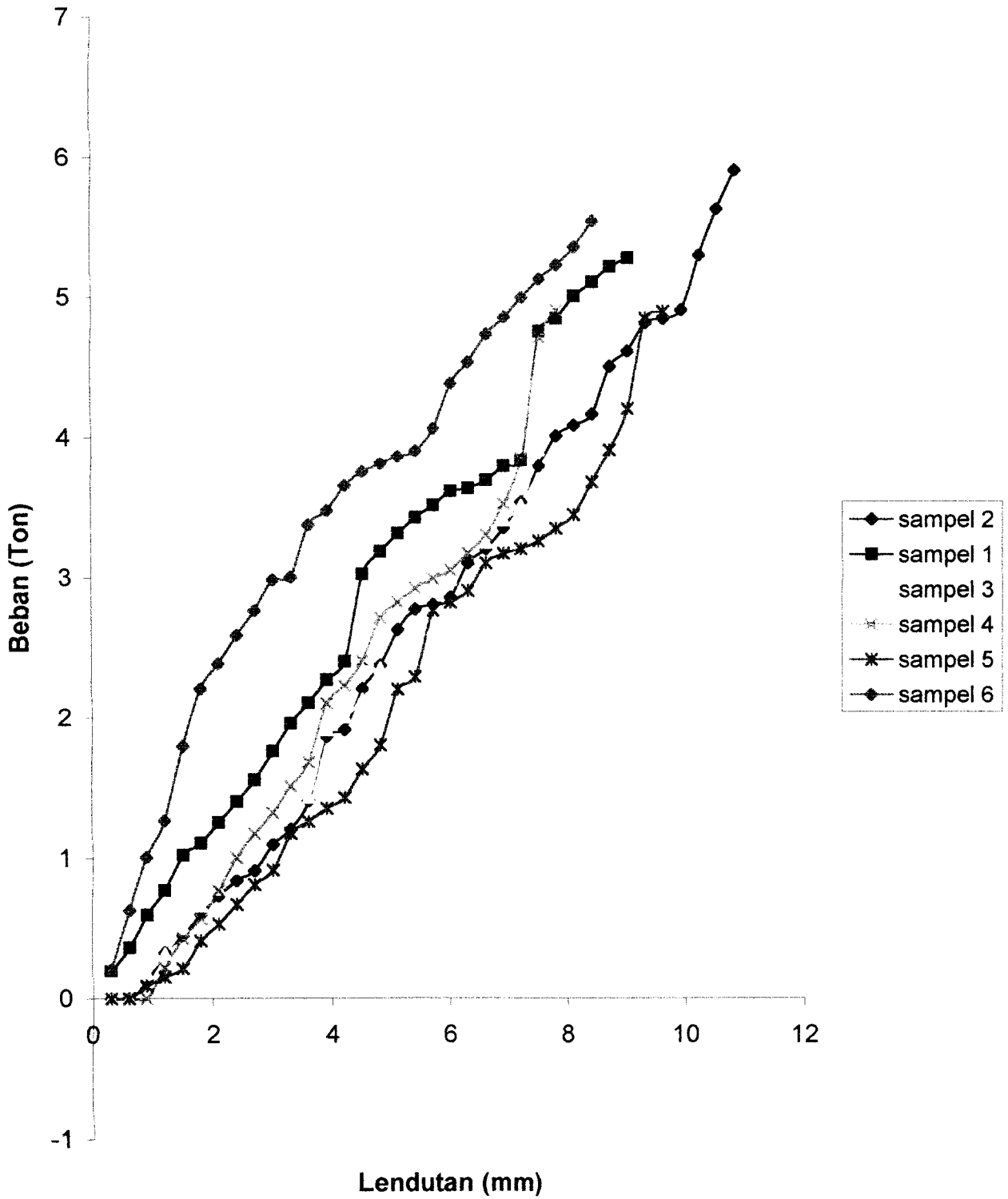
Beban (ton)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
0,3	0	0,05	0,008	0,18
0,6	0	0,2	0,121	0,29
0,9	0,089	0,45	0,311	0,45
1,2	0,15	0,59	0,419	0,52
1,5	0,212	0,9	0,628	0,67
1,8	0,41	1,05	0,74	0,74
2,1	0,53	1,30	0,91	0,79
2,4	0,67	1,59	1,15	0,85
2,7	0,81	1,80	1,34	0,95
3	0,912	2,00	1,48	1,02
3,3	1,17	2,3	1,65	1,1
3,6	1,255	2,5	1,39	1,19
3,9	1,349	2,8	1,96	1,30
4,2	1,425	3,0	2,19	1,51
4,5	1,63	3,4	2,40	1,65
4,8	1,8	3,8	2,55	1,75
5,1	2,202	4,1	2,72	1,85
5,4	2,29	4,45	2,86	1,94
5,7	2,76	4,6	2,99	2,07
6	2,82	4,7	3,218	2,20
6,3	2,90	4,98	3,41	2,37
6,6	3,10	5,2	3,56	2,47
6,9	3,165	5,42	3,71	2,60
7,2	3,20	5,62	3,85	2,72
7,5	3,255	5,95	4,09	3,04
7,8	3,342	6,3	4,29	3,23
8,1	3,44	6,55	4,49	3,43
8,4	3,675	6,9	4,70	3,67
8,7	3,906	7,2	4,90	3,89
9	4,20	7,5	5,13	4,10
9,3	4,84	7,85	5,33	4,38
9,6	4,89	9,00	5,60	4,65

Pengujian lentur kuda-kuda S6

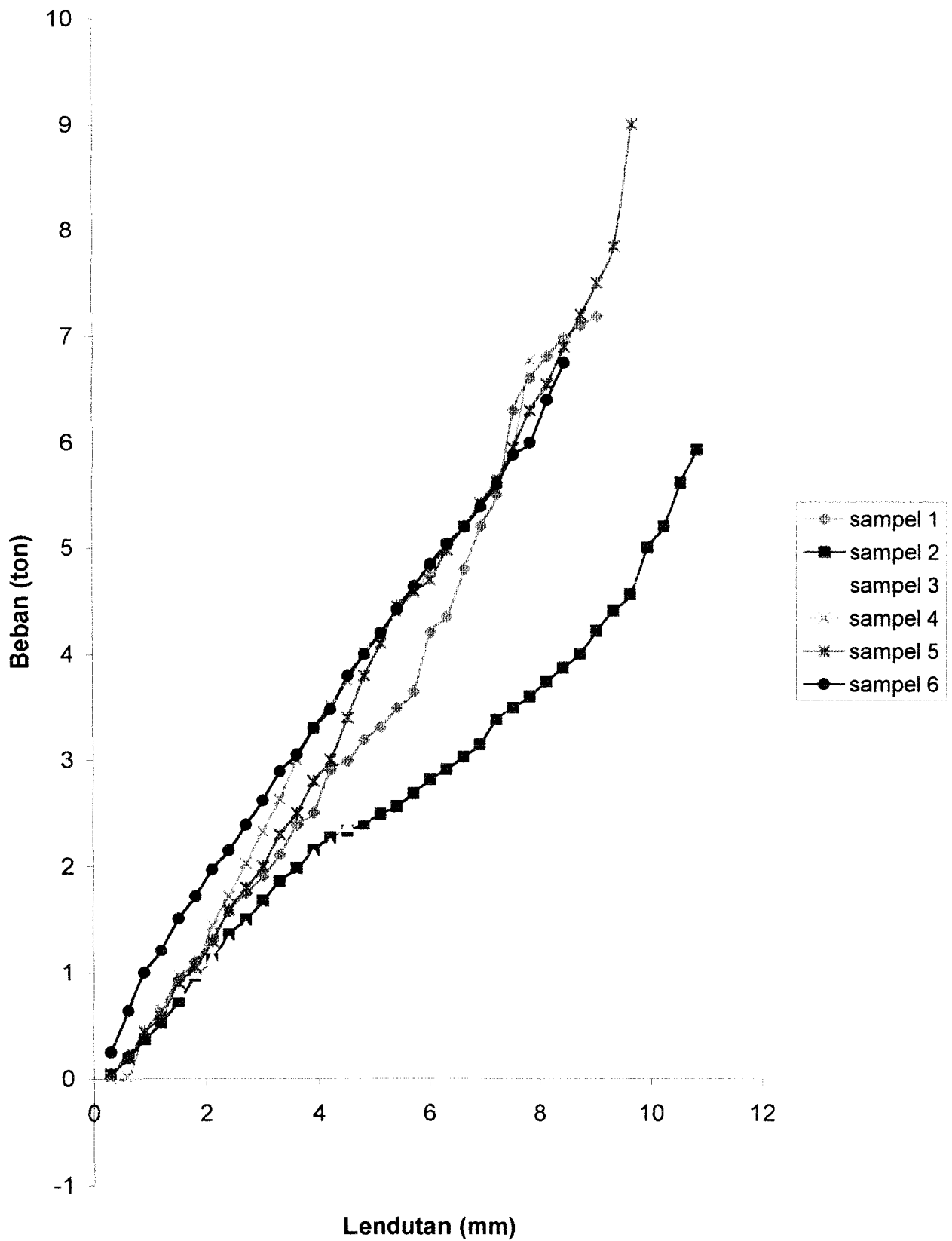
Beban (ton)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 4 (mm)
0,3	0,209	0,25	0,24	0
0,6	0,631	0,64	0,494	0,03
0,9	1,003	1,0	0,75	0,03
1,2	1,265	1,21	0,91	0,03
1,5	1,795	1,51	1,115	0,04
1,8	2,205	1,72	1,25	0,04
2,1	2,385	1,97	1,43	0,04
2,4	2,585	2,15	1,618	0,04
2,7	2,76	2,39	1,775	0,07
3	2,98	2,62	1,94	0,15
3,3	3,0	2,89	2,083	0,22
3,6	3,37	3,05	2,21	0,25
3,9	3,47	3,30	2,358	0,38
4,2	3,65	3,48	2,5	0,46
4,5	3,75	3,8	2,72	0,62
4,8	3,808	4	2,82	0,7
5,1	3,86	4,2	2,94	0,78
5,4	3,90	4,42	3,015	0,86
5,7	4,06	4,64	3,115	0,94
6	4,38	4,85	3,193	1,02
6,3	4,53	5,04	3,34	1,08
6,6	4,73	5,2	3,402	1,15
6,9	4,85	5,39	3,478	1,22
7,2	4,99	5,6	3,61	1,38
7,5	5,12	5,88	3,748	1,50
7,8	5,22	6	3,83	1,65
8,1	5,35	6,4	3,98	1,82
8,4	5,53	6,75	4,3	2,12

# ***LAMPIRAN 5***

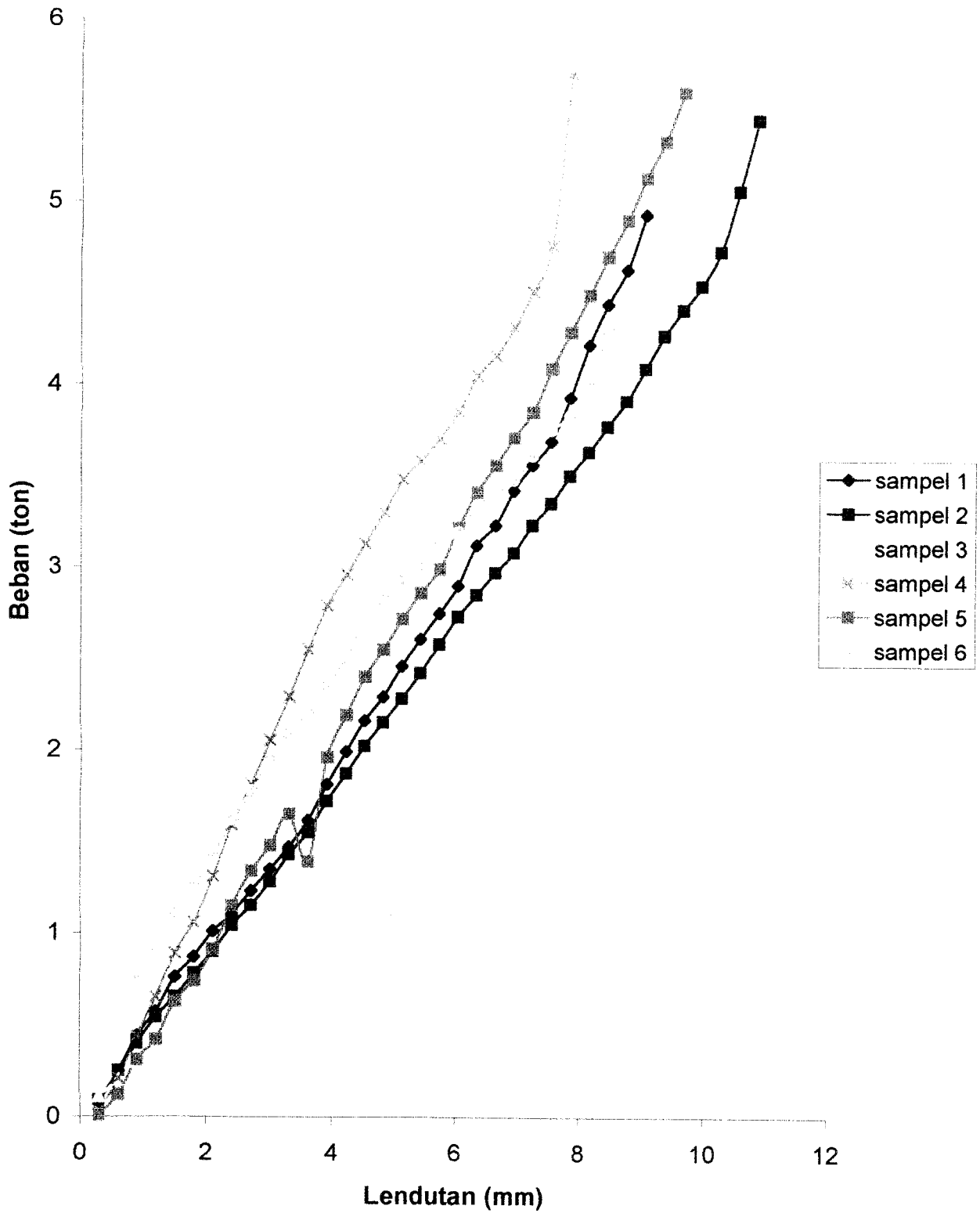
**Grafik Hubungan Beban-Lendutan S 11-S61 (dilapangan)**



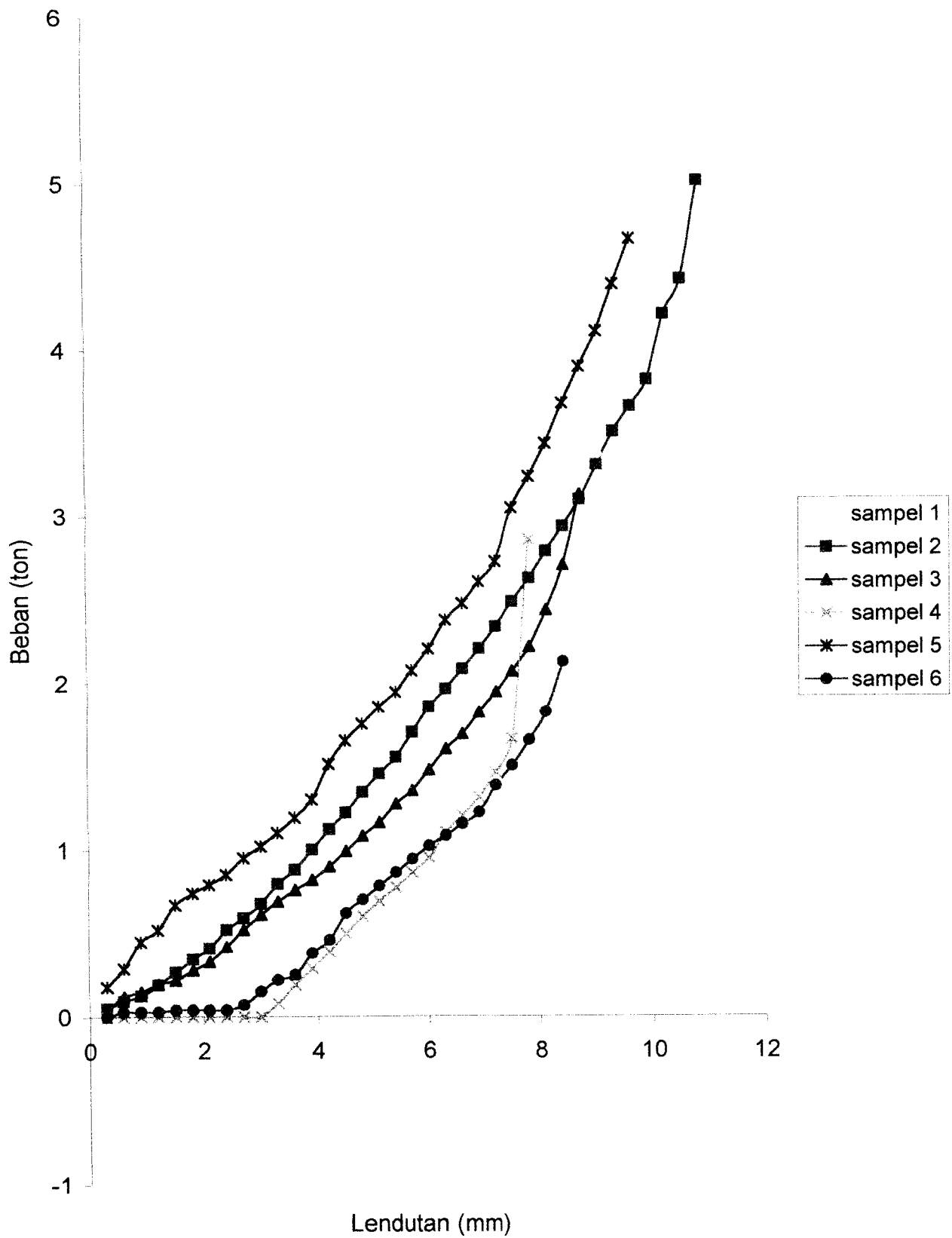
**Grafik Hubungan Beban-Lendutan S12-S62 (dilapangan)**



Grafik Hubungan Beban-Lendutan S13-S63 (dilapangan)



**Grafik Hubungan Beban-Lendutan S1A-S6A (dilapangan)**



Jogja

STATIC LOAD CASES

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
LOAD	DEAD	1.0000

Jogja

JOINT DATA

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS
ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C		
1	-1.00000	0.00000	0.00000	1 1 1 0 0 0 0.000 0.000 0.000
2	0.00000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0 0.000 0.000 0.000
3	1.00000	0.00000	0.00000	0 0 1 0 0 0 0.000 0.000 0.000
4	0.00000	0.00000	0.60000	0 0 0 0 0 0 0.000 0.000 0.000

Jogja

FRAME ELEMENT DATA

FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1
R2	FACTOR	LENGTH					
A1	4	1	812	0.000	000000	2	0.000 0.000 1.000 1.166
A2	3	4	812	0.000	000000	2	0.000 0.000 1.000 1.166
B1	1	2	810	0.000	000000	4	0.000 0.000 1.000 1.000
B2	2	3	810	0.000	000000	4	0.000 0.000 1.000 1.000
VI	4	2	810	0.000	000000	2	0.000 0.000 1.000 0.600



5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD1

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-300.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 5  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD2

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-600.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 6  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD3

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-900.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 7  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD4

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -1200.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 8  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD5

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -1500.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 9  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD6

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -1800.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 10  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD7

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -2100.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 11

5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD8

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-2400.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 12  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD9

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-2700.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 13  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD10

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-3000.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 14  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD11

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-3300.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 15  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD12

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-3600.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 16  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD13

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-3900.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 17  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD14

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-4200.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 18  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD15

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-4500.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 19  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD16

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-4800.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 20  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD17

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-5100.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 21  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD18

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -5400.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 22  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD19

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -5700.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 23  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD20

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -6000.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 24  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD21

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -6300.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 25  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD22

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-6600.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 26  
5/14/02 9:42:04

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD23

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-6900.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 27  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD24

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-7200.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 28  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD25

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -7500.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 29  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD26

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -7800.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 30  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD27

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -8100.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 31  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD28

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -8400.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 32  
5/14/02 9:42:05



Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD29

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-8700.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 33  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD30

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-9000.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 34  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD31

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-9300.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	-----------	-------	-------	-------

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 35  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD32

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -9600.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 36  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD33

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -9900.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 37  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD34

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -10200.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 38  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD35

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4 0.000 0.000 -10500.000 0.000 0.000 0.000

SAP2000 v7.42 File: FRAME Kgf-m Units PAGE 39  
5/14/02 9:42:05

Jogja

JOINT FORCES Load Case LOAD36

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY  
GLOBAL-ZZ

4	0.000	0.000	-10800.000	0.000	0.000	0.000
---	-------	-------	------------	-------	-------	-------

GAYA BATANG DAN MOMEN (FRAME) P(KG) DAN M(KG.M)

FRAME	STATION	300			600			900			1200			1500			1800		
		P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	
A1	0	-332,6934	0,234677	-614,8883	2,55349	-897,0833	4,872303	-1179,278	7,191116	-1461,473	9,50993	-1743,668							
A1	0,583095	-337,883	2,966716	-620,0779	4,361812	-902,2729	5,756909	-1184,468	7,152005	-1466,663	8,547102	-1748,858							
A1	1,16619	-343,0726	0,655324	-625,2676	1,126703	-907,4626	1,598083	-1189,658	2,069463	-1471,853	2,540843	-1754,047							
A2	0	-343,0726	0,655324	-625,2676	1,126703	-907,4626	1,598083	-1189,658	2,069463	-1471,853	2,540843	-1754,047							
A2	0,583095	-337,883	2,966716	-620,0779	4,361812	-902,2729	5,756909	-1184,468	7,152005	-1466,663	8,547102	-1748,858							
A2	1,16619	-332,6934	0,234677	-614,8883	2,55349	-897,0833	4,872303	-1179,278	7,191116	-1461,473	9,50993	-1743,668							
B1	0	289,9178	-0,655324	531,083	-1,126703	772,2482	-1,598083	1013,413	-2,069463	1254,578	-2,540843	1495,744							
B1	0,25	289,9178	1,630021	531,083	2,022012	772,2482	2,414002	1013,413	2,805993	1254,578	3,197984	1495,744							
B1	0,5	289,9178	2,714057	531,083	3,969419	772,2482	5,22478	1013,413	6,480141	1254,578	7,735502	1495,744							
B1	0,75	289,9178	2,596786	531,083	4,715518	772,2482	6,83425	1013,413	8,952982	1254,578	11,07171	1495,744							
B1	1	289,9178	1,278208	531,083	4,260311	772,2482	7,242413	1013,413	10,22451	1254,578	13,20662	1495,744							
B2	0	289,9178	1,278208	531,083	4,260311	772,2482	7,242413	1013,413	10,22451	1254,578	13,20662	1495,744							
B2	0,25	289,9178	2,596786	531,083	4,715518	772,2482	6,83425	1013,413	8,952982	1254,578	11,07171	1495,744							
B2	0,5	289,9178	2,714057	531,083	3,969419	772,2482	5,22478	1013,413	6,480141	1254,578	7,735502	1495,744							
B2	0,75	289,9178	1,630021	531,083	2,022012	772,2482	2,414002	1013,413	2,805993	1254,578	3,197984	1495,744							
B2	1	289,9178	-0,655324	531,083	-1,126703	772,2482	-1,598083	1013,413	-2,069463	1254,578	-2,540843	1495,744							
V1	0	26,88641	0	19,97944	8,88E-16	13,07248	0	6,165515	-1,78E-15	-0,741449	0	-7,648414							
V1	0,3	21,12013	-1,6E-15	14,21317	-1,24E-15	7,306204	0	0,399239	-1,78E-15	-6,507725	-2,13163E-15	-13,41469							
V1	0,6	15,35386	-3,2E-15	8,446892	-3,38E-15	1,539928	0	-5,367037	-1,78E-15	-12,274	-4,26326E-15	-19,18097							

LENDUTAN (M)

JOINT	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-6,65E-05	-0,000121	-0,000176	-0,000231	-0,000286	-0,00034	-0,000395	-0,00045	-0,000504	-0,000559	-0,000613984	-0,000669
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-6,59E-05	-0,000121	-0,000176	-0,000231	-0,000286	-0,000341	-0,000396	-0,000451	-0,000506	-0,00056	-0,000615405	-0,00067

M3	2100			2400			2700			3000			3300			3600			3900																																																																																																																																																																																																																																																						
	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P	M3	P																																																																																																																																																																																																																																																						
11,82874	-2025,863	14,14756	-2308,058	16,46637	-2590,253	18,78518	-2872,448	21,10399	-3154,643	23,42281	-3436,838	25,74162	-3719,033	9,942199	-2031,053	11,33729	-2313,248	12,73239	-2595,443	14,12749	-2877,638	15,52258	-3159,833	16,91768	-3442,028	18,31278	-3724,223	3,012223	-2036,242	3,483603	-2318,438	3,954982	-2600,632	4,426362	-2882,827	4,897742	-3165,022	5,369122	-3447,217	5,840502	-3729,412	3,012223	-2036,242	3,483603	-2318,438	3,954982	-2600,632	4,426362	-2882,827	4,897742	-3165,022	5,369122	-3447,217	5,840502	-3729,412	9,942199	-2031,053	11,33729	-2313,248	12,73239	-2595,443	14,12749	-2877,638	15,52258	-3159,833	16,91768	-3442,028	18,31278	-3724,223	11,82874	-2025,863	14,14756	-2308,058	16,46637	-2590,253	18,78518	-2872,448	21,10399	-3154,643	23,42281	-3436,838	25,74162	-3719,033	-3,012223	1736,909	-3,483603	1978,074	-3,954982	2219,239	-4,426362	2460,404	-4,897742	2701,569	-5,369122	2942,734	-5,840502	3183,9	3,589974	1736,909	3,981965	1978,074	4,373956	2219,239	4,765946	2460,404	5,157937	2701,569	5,549928	2942,734	5,941919	3183,9	8,990864	1736,909	10,24623	1978,074	11,50159	2219,239	12,75695	2460,404	14,01231	2701,569	15,26767	2942,734	16,52303	3183,9	13,19045	1736,909	15,30918	1978,074	17,42791	2219,239	19,54664	2460,404	21,66537	2701,569	23,78411	2942,734	25,90284	3183,9	16,18872	1736,909	19,17082	1978,074	22,15293	2219,239	25,13503	2460,404	28,11713	2701,569	31,09923	2942,734	34,08133	3183,9	16,18872	1736,909	19,17082	1978,074	22,15293	2219,239	25,13503	2460,404	28,11713	2701,569	31,09923	2942,734	34,08133	3183,9	13,19045	1736,909	15,30918	1978,074	17,42791	2219,239	19,54664	2460,404	21,66537	2701,569	23,78411	2942,734	25,90284	3183,9	8,990864	1736,909	10,24623	1978,074	11,50159	2219,239	12,75695	2460,404	14,01231	2701,569	15,26767	2942,734	16,52303	3183,9	3,589974	1736,909	3,981965	1978,074	4,373956	2219,239	4,765946	2460,404	5,157937	2701,569	5,549928	2942,734	5,941919	3183,9	-3,012223	1736,909	-3,483603	1978,074	-3,954982	2219,239	-4,426362	2460,404	-4,897742	2701,569	-5,369122	2942,734	-5,840502	3183,9	-3,55E-15	-14,55538	-3,55E-15	-21,46234	-3,55E-15	-28,36931	-3,55E-15	-35,27627	-3,55E-15	-42,18324	-7,11E-15	-49,0902	0	-55,99717	-3,55E-15	-20,32165	-3,55E-15	-27,22862	-3,55E-15	-34,13558	-3,55E-15	-41,04255	-3,55E-15	-47,94951	-2,84E-15	-54,85648	-4,26E-15	-61,76344	-3,55E-15	-26,08793	-3,55E-15	-32,9949	-3,55E-15	-39,90186	-3,55E-15	-46,80882	-3,55E-15	-53,71579	1,42E-15	-60,62275	-8,53E-15	-67,52972

3900	4200	4500	4800	5100	5400	5700	6000	6300	6600	6900	7200	7500	7800
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0,000723	-0,000778	-0,000833	-0,000888	-0,000942	-0,000997	-0,001052	-0,001107	-0,001161	-0,001216	-0,001271	-0,001326	-0,00138	-0,001435
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0,000725	-0,00078	-0,000835	-0,00089	-0,000945	-0,001	-0,001055	-0,00111	-0,001165	-0,00122	-0,001275	-0,00133	-0,001385	-0,00144

M3	4200			4500			4800			5100			5400			5700			6000																																																																																																																																																																																																																																																						
	P	M3	P	P	M3	P	P	M3	P	M3	P	P	M3	P	M3	P	P	M3	P	P																																																																																																																																																																																																																																																					
28,06043	-4001,228	30,37925	-4283,423	32,69806	-4565,618	35,01688	-4847,813	37,33569	-5130,008	39,6545	-5412,203	41,97331	-5694,397	19,70787	-4006,417	21,10297	-4288,612	22,49807	-4570,808	23,89316	-4853,002	25,28826	-5135,197	26,68336	-5417,393	28,07845	-5699,587	6,311882	-4011,607	6,783261	-4293,802	7,254641	-4575,997	7,726021	-4858,192	8,197401	-5140,387	8,66878	-5422,582	9,140161	-5704,777	6,311882	-4011,607	6,783261	-4293,802	7,254641	-4575,997	7,726021	-4858,192	8,197401	-5140,387	8,66878	-5422,582	9,140161	-5704,777	19,70787	-4006,417	21,10297	-4288,612	22,49807	-4570,808	23,89316	-4853,002	25,28826	-5135,197	26,68336	-5417,393	28,07845	-5699,587	28,06043	-4001,228	30,37925	-4283,423	32,69806	-4565,618	35,01688	-4847,813	37,33569	-5130,008	39,6545	-5412,203	41,97331	-5694,397	-6,311882	3425,065	-6,783261	3666,23	-7,254641	3907,395	-7,726021	4148,56	-8,197401	4389,725	-8,66878	4630,891	-9,140161	4872,056	6,33391	3425,065	6,7259	3666,23	7,117891	3907,395	7,509881	4148,56	7,901872	4389,725	8,293863	4630,891	8,685854	4872,056	17,77839	3425,065	19,03375	3666,23	20,28912	3907,395	21,54448	4148,56	22,79984	4389,725	24,0552	4630,891	25,31056	4872,056	28,02157	3425,065	30,1403	3666,23	32,25903	3907,395	34,37777	4148,56	36,49649	4389,725	38,61523	4630,891	40,73396	4872,056	37,06344	3425,065	40,04554	3666,23	43,02764	3907,395	46,00974	4148,56	48,99185	4389,725	51,97395	4630,891	54,95605	4872,056	37,06344	3425,065	40,04554	3666,23	43,02764	3907,395	46,00974	4148,56	48,99185	4389,725	51,97395	4630,891	54,95605	4872,056	28,02157	3425,065	30,1403	3666,23	32,25903	3907,395	34,37777	4148,56	36,49649	4389,725	38,61523	4630,891	40,73396	4872,056	17,77839	3425,065	19,03375	3666,23	20,28912	3907,395	21,54448	4148,56	22,79984	4389,725	24,0552	4630,891	25,31056	4872,056	6,33391	3425,065	6,7259	3666,23	7,117891	3907,395	7,509881	4148,56	7,901872	4389,725	8,293863	4630,891	8,685854	4872,056	-6,311882	3425,065	-6,783261	3666,23	-7,254641	3907,395	-7,726021	4148,56	-8,197401	4389,725	-8,66878	4630,891	-9,140161	4872,056	-7,11E-15	-62,90413	7,11E-15	-69,8111	0	-76,71806	0	-83,62502	7,11E-15	-90,53199	7,11E-15	-97,43895	7,11E-15	-104,3459	1,42E-15	-68,6704	-1,42E-15	-75,57737	0	-82,48434	-8,53E-15	-89,3913	-1,42E-15	-96,29826	-1,42E-15	-103,2052	-1,42E-15	-110,1122	9,95E-15	-74,43668	-9,95E-15	-81,34364	0	-88,25061	-1,71E-14	-95,15758	-9,95E-15	-102,0645	-9,95E-15	-108,9715	-9,95E-15	-115,8785

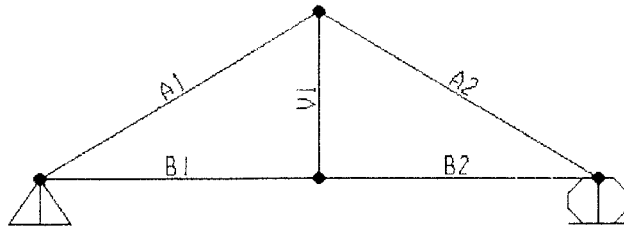
8100	8400	8700	9000	9300	9600	9900	10200	10500	10800
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0,00149	-0,001545	-0,001599	-0,001654	-0,001709	-0,001764	-0,001818	-0,001873	-0,001928	-0,001983
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0,001495	-0,00155	-0,001605	-0,001659	-0,001714	-0,001769	-0,001824	-0,001879	-0,001934	-0,001989

6300			6600			6900			7200			7500			7800			8100		
M3	P		M3	P		M3	P		M3	P		M3	P		M3	P		M3	P	
44,29213	-5976,593		46,61094	-6258,788		48,92975	-6540,982		51,24857	-6823,178		53,56738	-7105,373		55,88619	-7387,567		58,20501	-7669,762	
29,47355	-5981,782		30,86865	-6263,977		32,26374	-6546,172		33,65884	-6828,367		35,05394	-7110,562		36,44903	-7392,757		37,84413	-7674,952	
9,611541	-5986,972		10,08292	-6269,167		10,5543	-6551,362		11,02568	-6833,557		11,49706	-7115,752		11,96844	-7397,947		12,43982	-7680,142	
9,611541	-5986,972		10,08292	-6269,167		10,5543	-6551,362		11,02568	-6833,557		11,49706	-7115,752		11,96844	-7397,947		12,43982	-7680,142	
29,47355	-5981,782		30,86865	-6263,977		32,26374	-6546,172		33,65884	-6828,367		35,05394	-7110,562		36,44903	-7392,757		37,84413	-7674,952	
44,29213	-5976,593		46,61094	-6258,788		48,92975	-6540,982		51,24857	-6823,178		53,56738	-7105,373		55,88619	-7387,567		58,20501	-7669,762	
-9,611541	5113,221		-10,08292	5354,386		-10,5543	5595,551		-11,02568	5836,716		-11,49706	6077,881		-11,96844	6319,046		-12,43982	6560,211	
9,077845	5113,221		9,469835	5354,386		9,861826	5595,551		10,25382	5836,716		10,64581	6077,881		11,0378	6319,046		11,42979	6560,211	
26,56592	5113,221		27,82128	5354,386		29,07664	5595,551		30,332	5836,716		31,58737	6077,881		32,84273	6319,046		34,09809	6560,211	
42,85269	5113,221		44,97142	5354,386		47,09016	5595,551		49,20889	5836,716		51,32762	6077,881		53,44635	6319,046		55,56508	6560,211	
57,93815	5113,221		60,92026	5354,386		63,90236	5595,551		66,88446	5836,716		69,86656	6077,881		72,84866	6319,046		75,83076	6560,211	
57,93815	5113,221		60,92026	5354,386		63,90236	5595,551		66,88446	5836,716		69,86656	6077,881		72,84866	6319,046		75,83076	6560,211	
42,85269	5113,221		44,97142	5354,386		47,09016	5595,551		49,20889	5836,716		51,32762	6077,881		53,44635	6319,046		55,56508	6560,211	
26,56592	5113,221		27,82128	5354,386		29,07664	5595,551		30,332	5836,716		31,58737	6077,881		32,84273	6319,046		34,09809	6560,211	
9,077845	5113,221		9,469835	5354,386		9,861826	5595,551		10,25382	5836,716		10,64581	6077,881		11,0378	6319,046		11,42979	6560,211	
-9,611541	5113,221		-10,08292	5354,386		-10,5543	5595,551		-11,02568	5836,716		-11,49706	6077,881		-11,96844	6319,046		-12,43982	6560,211	
0	-111,2529		0	-118,1598		0	-125,0668		1,42E-14	-131,9738		0	-138,8807		0	-145,7877		0	-152,6947	
-8,53E-15	-117,0192		0	-123,9261		0	-130,8331		5,68E-15	-137,7401		-1,71E-14	-144,647		-1,71E-14	-151,554		0	-158,4609	
-1,71E-14	-122,7854		0	-129,6924		0	-136,5994		-2,84E-15	-143,5063		-3,41E-14	-150,4133		-3,41E-14	-157,3203		0	-164,2272	

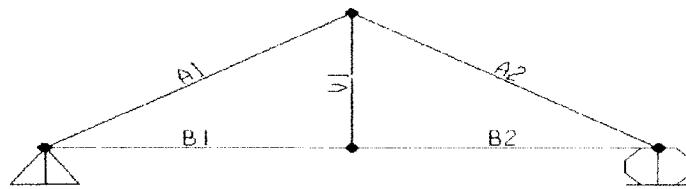
8400			8700			9000			9300			9600			9900			10200		
M3	P		M3	P		M3	P		M3	P		M3	P		M3	P		M3	P	
60,52382	-7951,958		62,84263	-8234,152		65,16145	-8516,348		67,48026	-8798,542		69,79907	-9080,737		72,11789	-9362,933		74,4367	-9645,127	
39,23922	-7957,147		40,63432	-8239,342		42,02942	-8521,537		43,42451	-8803,731		44,81961	-9085,927		46,21471	-9368,122		47,60981	-9650,316	
12,9112	-7962,336		13,38258	-8244,531		13,85396	-8526,727		14,32534	-8808,922		14,79672	-9091,116		15,2681	-9373,312		15,73948	-9655,507	
12,9112	-7962,336		13,38258	-8244,531		13,85396	-8526,727		14,32534	-8808,922		14,79672	-9091,116		15,2681	-9373,312		15,73948	-9655,507	
39,23922	-7957,147		40,63432	-8239,342		42,02942	-8521,537		43,42451	-8803,731		44,81961	-9085,927		46,21471	-9368,122		47,60981	-9650,316	
60,52382	-7951,958		62,84263	-8234,152		65,16145	-8516,348		67,48026	-8798,542		69,79907	-9080,737		72,11789	-9362,933		74,4367	-9645,127	
-12,9112	6801,376		-13,38258	7042,542		-13,85396	7283,707		-14,32534	7524,872		-14,79672	7766,037		-15,2681	8007,202		-15,73948	8248,367	
11,82178	6801,376		12,21377	7042,542		12,60576	7283,707		12,99775	7524,872		13,38974	7766,037		13,78173	8007,202		14,17372	8248,367	
35,35345	6801,376		36,60881	7042,542		37,86417	7283,707		39,11953	7524,872		40,3749	7766,037		41,63026	8007,202		42,88562	8248,367	
57,68382	6801,376		59,80255	7042,542		61,92128	7283,707		64,04001	7524,872		66,15874	7766,037		68,27747	8007,202		70,3962	8248,367	
78,81287	6801,376		81,79498	7042,542		84,77708	7283,707		87,75918	7524,872		90,74128	7766,037		93,72338	8007,202		96,70548	8248,367	
78,81287	6801,376		81,79498	7042,542		84,77708	7283,707		87,75918	7524,872		90,74128	7766,037		93,72338	8007,202		96,70548	8248,367	
57,68382	6801,376		59,80255	7042,542		61,92128	7283,707		64,04001	7524,872		66,15874	7766,037		68,27747	8007,202		70,3962	8248,367	
35,35345	6801,376		36,60881	7042,542		37,86417	7283,707		39,11953	7524,872		40,3749	7766,037		41,63026	8007,202		42,88562	8248,367	
11,82178	6801,376		12,21377	7042,542		12,60576	7283,707		12,99775	7524,872		13,38974	7766,037		13,78173	8007,202		14,17372	8248,367	
-12,9112	6801,376		-13,38258	7042,542		-13,85396	7283,707		-14,32534	7524,872		-14,79672	7766,037		-15,2681	8007,202		-15,73948	8248,367	
0	-159,6016		0	-166,5086		1,42E-14	-173,4156		-1,42E-14	-180,3225		1,42E-14	-187,2295		-1,42E-14	-194,1365		0	-201,0434	
-1,71E-14	-165,3679		0	-172,2749		-2,84E-15	-179,1818		-1,42E-14	-186,0888		-2,84E-15	-192,9958		2,84E-15	-199,9027		1,71E-14	-206,8097	
-3,41E-14	-171,1342		0	-178,0412		-1,99E-14	-184,9481		-1,42E-14	-191,8551		-1,99E-14	-198,762		1,99E-14	-205,669		3,41E-14	-212,576	



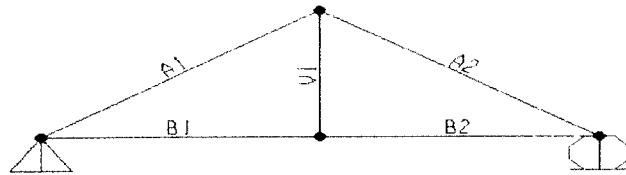
10500		10800		
M3	P	M3	P	M3
76,75551	-9927,322	79,07433	-10209,52	81,39314
49,0049	-9932,512	50,4	-10214,71	51,79509
16,21086	-9937,701	16,68224	-10219,9	17,15362
16,21086	-9937,701	16,68224	-10219,9	17,15362
49,0049	-9932,512	50,4	-10214,71	51,79509
76,75551	-9927,322	79,07433	-10209,52	81,39314
-16,21086	8489,532	-16,68224	8730,698	-17,15362
14,56571	8489,532	14,95771	8730,698	15,3497
44,14098	8489,532	45,39634	8730,698	46,6517
72,51494	8489,532	74,63367	8730,698	76,7524
99,68758	8489,532	102,6697	8730,698	105,6518
99,68758	8489,532	102,6697	8730,698	105,6518
72,51494	8489,532	74,63367	8730,698	76,7524
44,14098	8489,532	45,39634	8730,698	46,6517
14,56571	8489,532	14,95771	8730,698	15,3497
-16,21086	8489,532	-16,68224	8730,698	-17,15362
0	-207,9504	0	-214,8573	0
0	-213,7167	0	-220,6236	0
0	-219,4829	0	-226,3899	0



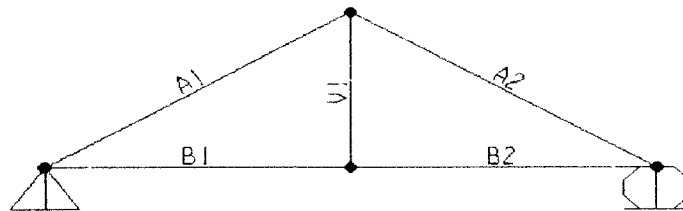
Gambar SFD Dari Analisis Beban Pada Benda uji S1 90 KN



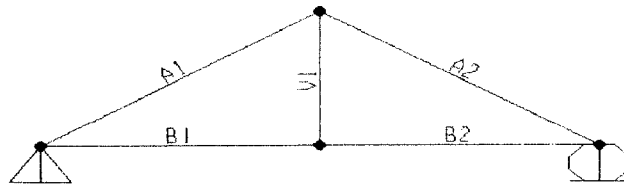
Gambar BMD Dari Analisis Beban Pada Benda Uji S1 87.76 KNm



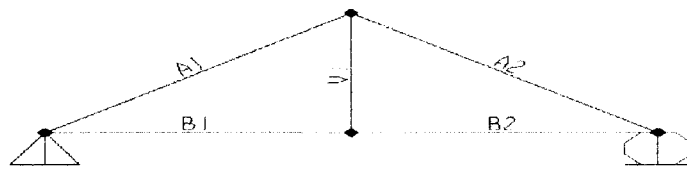
Gambar SFD dari Analisis Beban pada Benda uji S2 108 KN



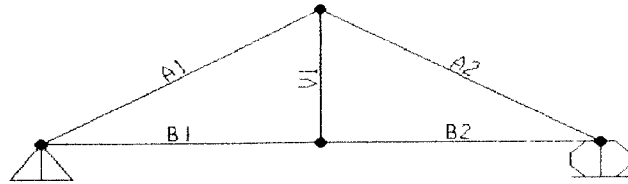
Gambar BMD dari Analisis Beban pada Benda Uji S2 105.65 KNm



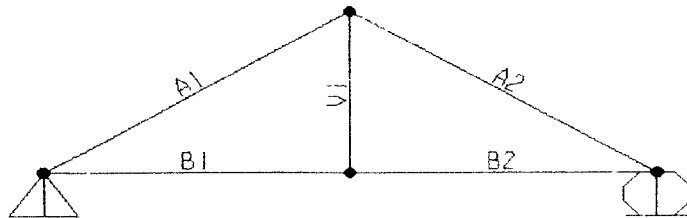
Gambar SFD dari Analisis Beban pada Benda uji S3 87 KN



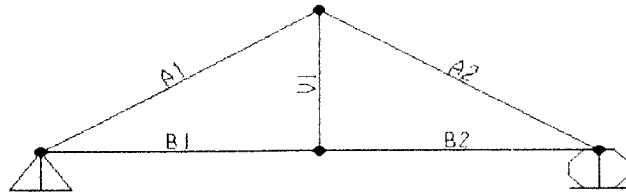
Gambar BMD Dari Analisis Beban Pada Benda Uji S3 84.78 KNm



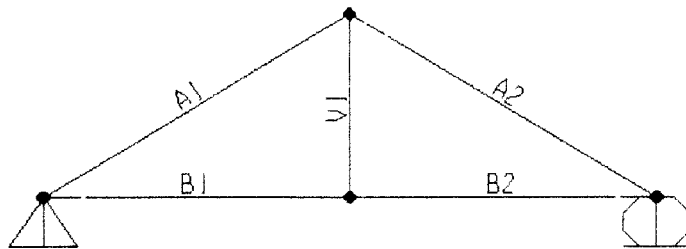
Gambar SFD dari Analisis Beban pada Benda uji S4 78 KN



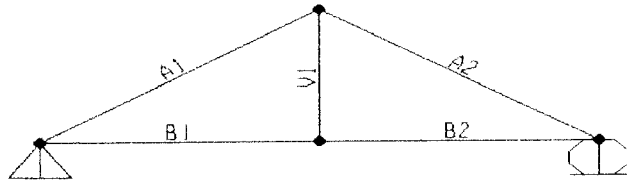
Gambar BMD dari Analisis Beban pada Benda uji S4 75.83 KNm



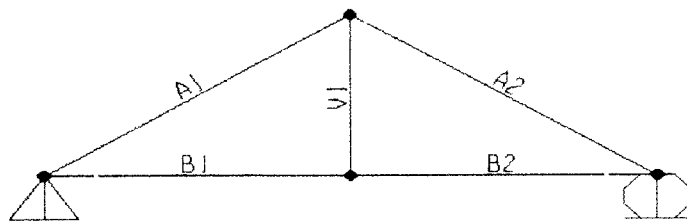
Gambar SFD dari Analisis Beban pada Benda uji S5 96 KN



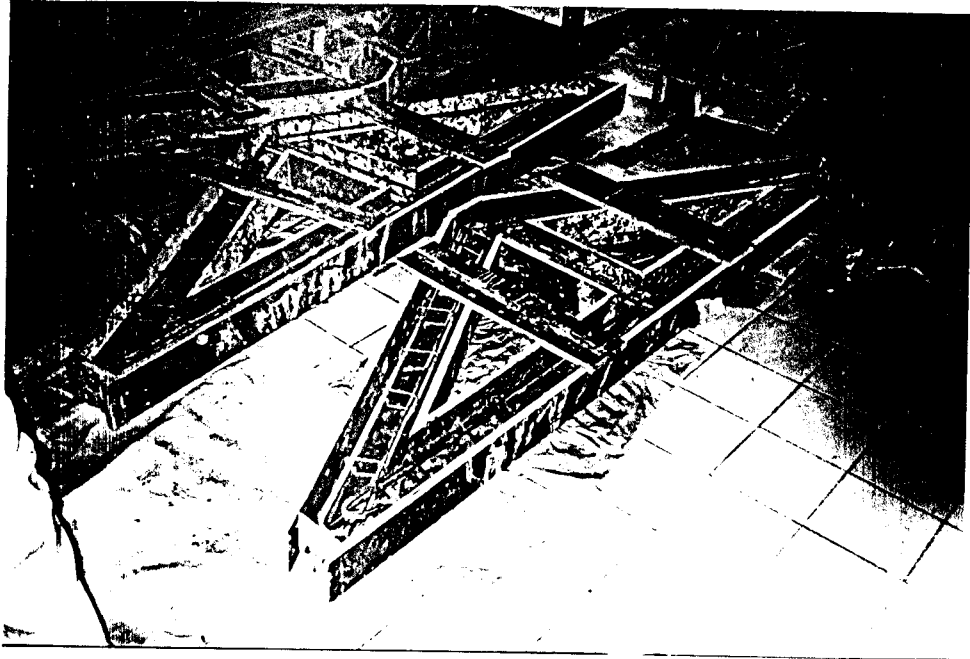
Gambar BMD Dari Analisis Beban Pada Benda Uji S5 93.72 KNm



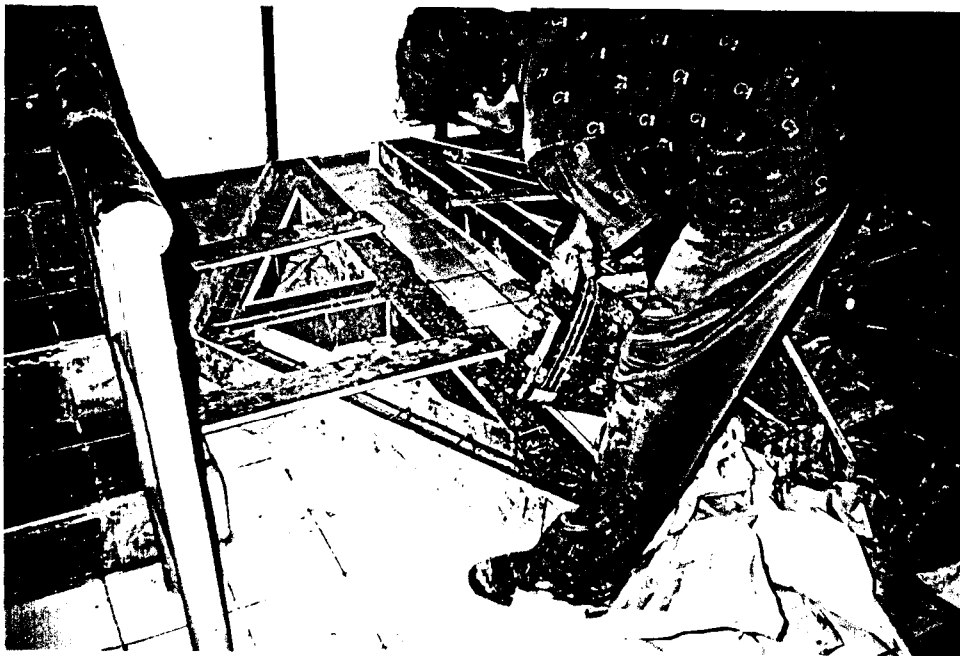
Gambar SFD dari Analisis Beban pada Benda uji S6 84 KN



Gambar BMD Dari Analisis Beban Pada Benda Uji S6 81.79 KNm



Gambar 1 struktur kuda-kuda sebelum dicor

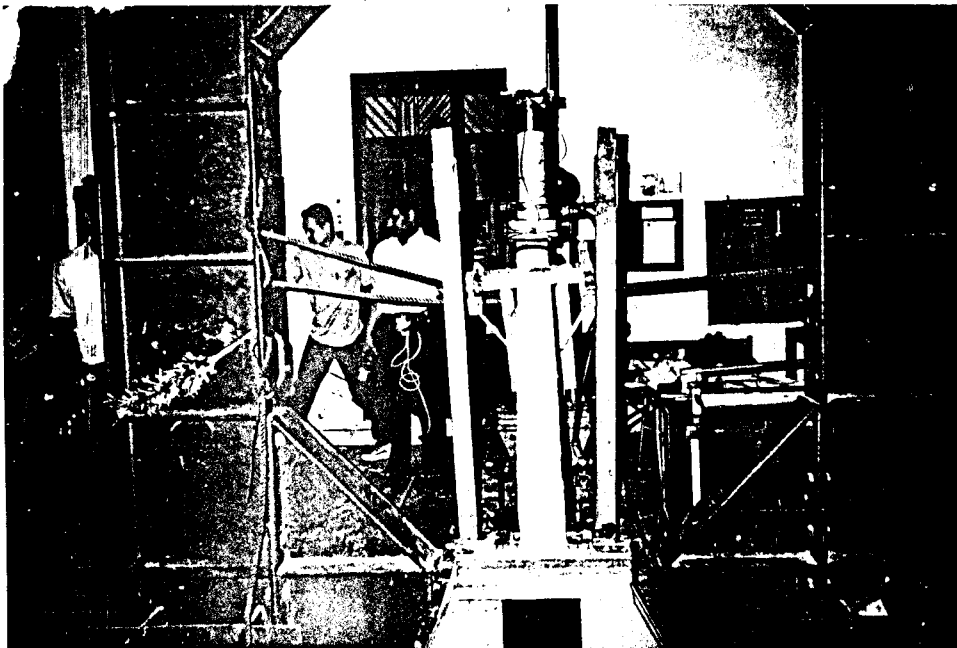


Gambar 2 pencoran struktur kuda-kuda

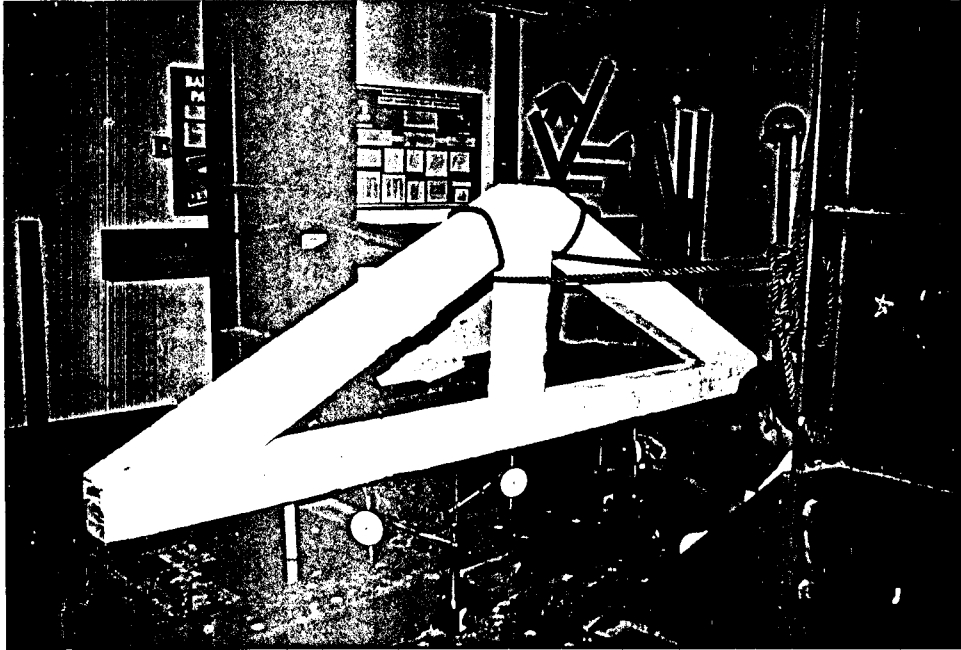




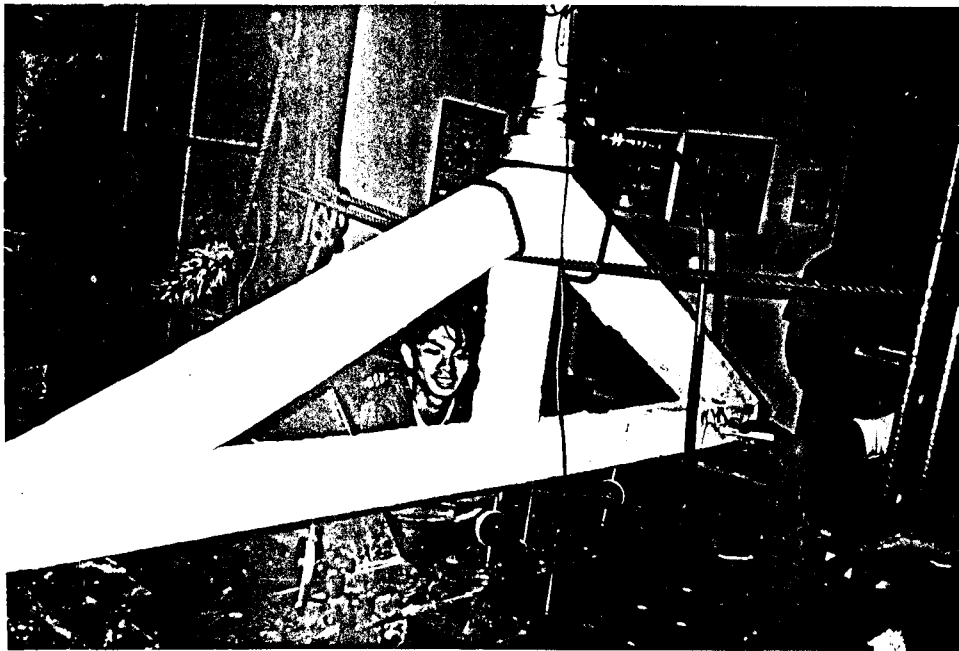
Gambar 3 pemadatan kuda-kuda



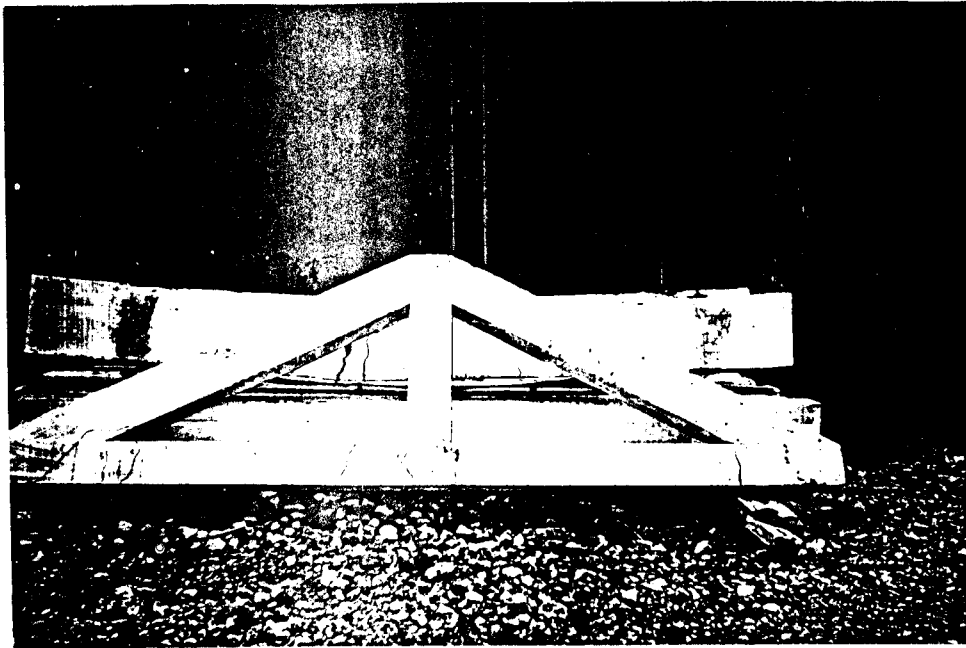
Gambar 4 struktur kuda-kuda diletakan diatas loading frame dan dipasang alat pada sisi kiri dan kanan



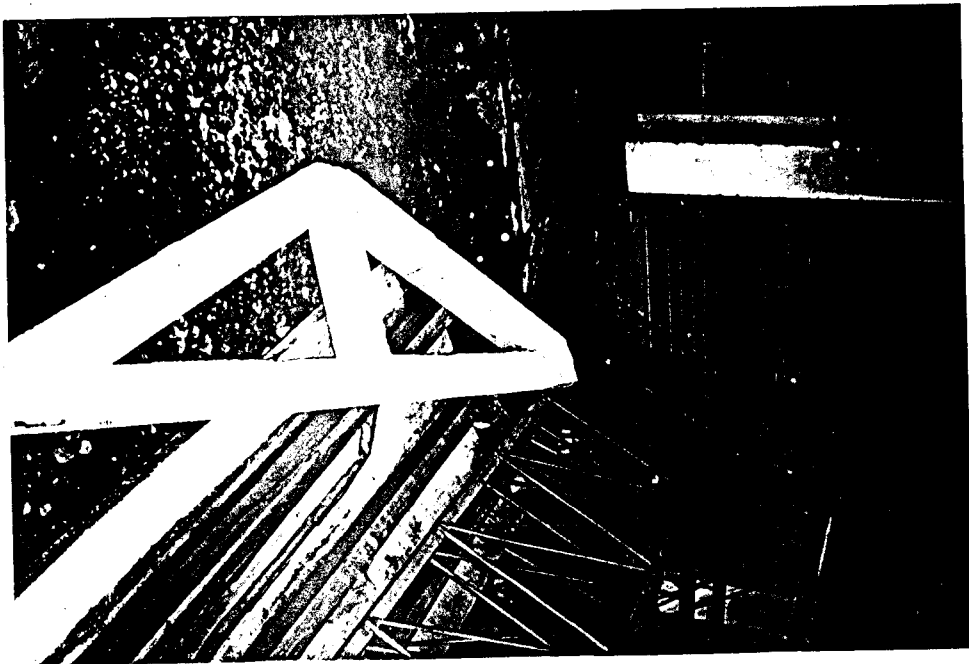
Gambar 5 Pemasangan Alat-alat Dial gauge pada kuda-kuda



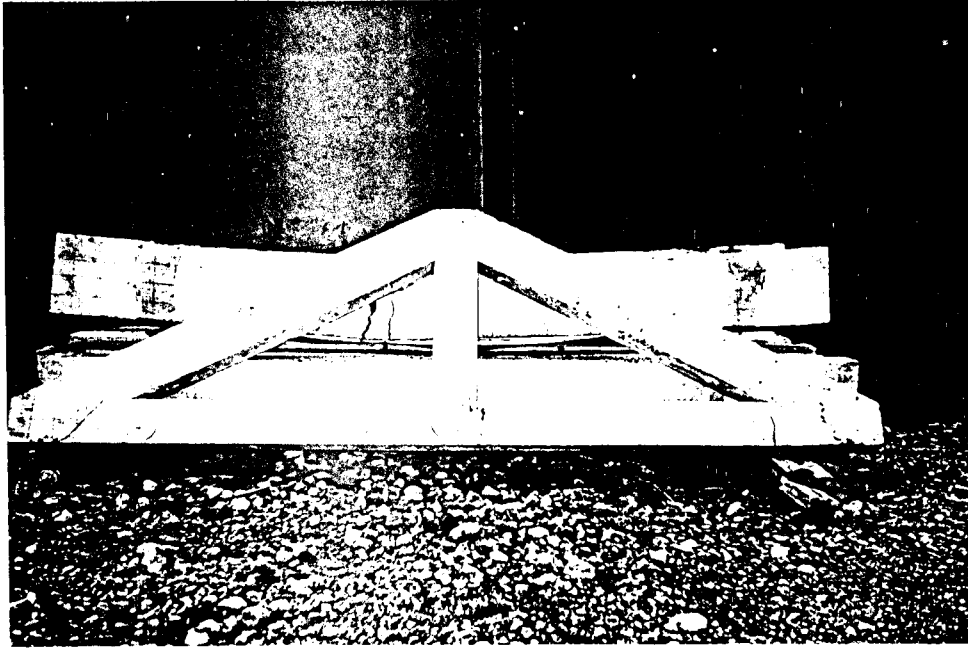
Gambar 6 pembacaan dial gauge pada saat diberi beban



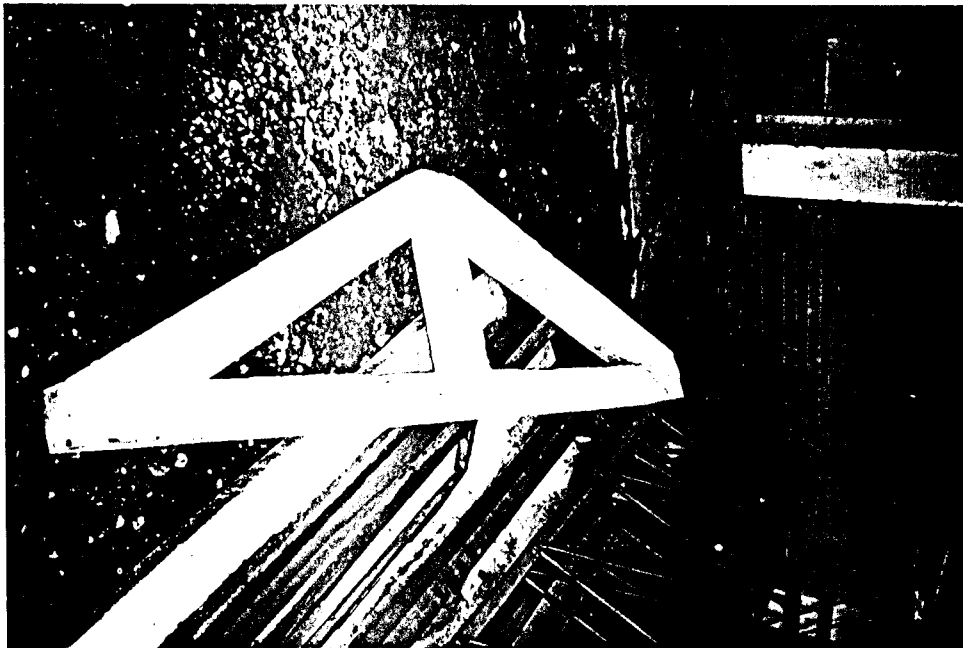
Gambar 9 hasil pengujian lentur sampel kuda-kuda



Gambar 10 hasil pengujian lentur sampel kuda-kuda



Gambar 7 hasil pengujian lentur sampel kuda-kuda



Gambar 8 hasil pengujian lentur sampel kuda-kuda