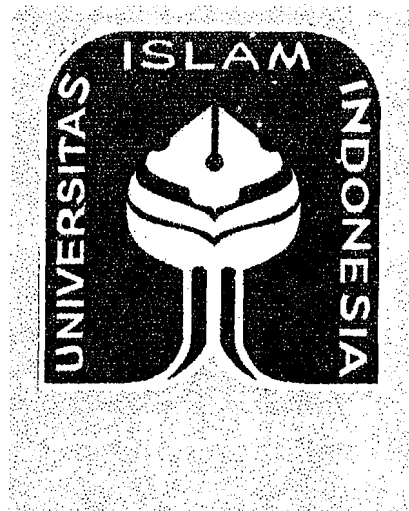


# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI EXPERIMENTAL SAMBUNGAN BAUT DAN SAMBUNGAN LAS PADA RANGKA BATANG**



OLEH :

**M. ANDI KURNIAWAN**  
**No. Mhs. : 91310035**

**FATKHURROHMAN**  
**No. Mhs. : 92310048**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
1999**

# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI EXPERIMENTAL SAMBUNGAN BAUT DAN SAMBUNGAN LAS PADA RANGKA BATANG**

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

OLEH :

**M. ANDI KURNIAWAN**  
**No. Mhs. : 91310035**

**FATKHURROHMAN**  
**No. Mhs. : 92310048**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
1999**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**  
**STUDI EXPERIMENTAL  
SAMBUNGAN BAUT DAN SAMBUNGAN LAS  
PADA RANGKA BATANG**

OLEH :


**M. ANDI KURNIAWAN**  
**No. Mhs. : 91310035**

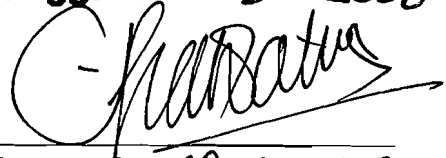
**FATKHURROHMAN**  
**No. Mhs. : 92310048**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Ir. Susastrawan, MS**  
**Dosen Pembimbing I**

**Ir. Suharyatmo, MT**  
**Dosen Pembimbing II**

  
**Tanggal : 10-2-2000**

  
**Tanggal : 10.2.2000**

## INTISARI

*Sambungan pada struktur baja merupakan bagian yang sangat vital, karena kegagalan yang terjadi dalam perencanaan mengakibatkan kerusakan atau sangat membahayakan struktur secara keseluruhan. Dalam merencanakan sambungan perlu memperhatikan faktor keamanan, ekonomis dan keindahan. Pada dekade sekarang ini sambungan pada struktur baja yang paling banyak digunakan adalah sambungan baut (baik baut mutu rendah, sedang maupun mutu tinggi) dan sambungan las. Pada pembuatan benda uji rangka terjadi kesalahan sehingga terjadi perbedaan dengan asumsi ataupun perencanaan awal. Sehingga dalam analisisnya rangka tersebut diasumsikan truss seperti perencanaan awal dan juga frame sesuai kenyataan yang ada. Perbedaan yang terjadi antara kenyataan dengan analitis diakibatkan juga oleh tebal plat yang dipakai tidak memenuhi syarat tebal minimum plat, sehingga dalam pengetesan terjadi tekuk pada plat dan juga adanya keterbatasan alat pengujian yaitu letak dial dan perletakan serta alat perata beban yang kurang sempurna.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan Hidayat-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan rencana.

Adapun judul dari tugas akhir ini adalah "STUDI EXPERIMENTAL SAMBUNGAN BAUT DAN SAMBUNGAN LAS PADA RANGKA BATANG". Penulisannya mencakup berbagai ilmu dalam bidang teknik sipil khususnya ilmu teknik sipil yang berhubungan dengan struktur terutama tentang rangka baja.

Kami menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu segala saran, koreksi dan kritik demi perbaikan dari penyusunan Tugas Akhir ini sangat kami harapkan.

Atas segala bantuan yang telah diberikan sejak awal hingga selesainya Tugas Akhir ini kami menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSC, Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Susastrawan, MA, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Suharyatmo, MT, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
5. Semua pihak yang telah membantu selama penyusunan hingga selesainya proposal Tugas Akhir ini.

Harapan kami semoga dengan selesainya laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wabillahi taufiq walhidayah,

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2000

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Konversi .....	xiv
Daftar Lampiran .....	xv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Metode Penelitian .....	4
1.5. Hipotesis .....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Tinjauan Umum .....	6
2.2. Sambungan Baut .....	7

2.2.	Sambungan Baut .....	7
2.3.	Sambungan Las .....	9
BAB III.	LANDASAN TEORI .....	12
3.1.	Tinjauan Umum .....	12
3.2.	Sambungan Baut .....	13
3.2.1.	Batang tarik .....	14
3.2.2.	Batang desak .....	17
3.3.	Sambungan Las .....	17
3.3.1.	Ukuran sudut las maksimum .....	18
BAB IV.	PELAKSANAAN PENELITIAN .....	21
4.1.	Tinjauan Umum .....	21
4.2.	Persiapan Alat dan Bahan .....	21
4.3.	Pengujian .....	22
4.3.1.	Persiapan pengujian .....	22
4.3.2.	Pra pengujian .....	24
4.3.3.	Hasil pra-pengujian .....	26
4.4.	Pengujian Rangka .....	27
4.4.1.	Pembuatan benda uji rangka .....	27
4.4.2.	Persiapan dan penempatan rangka .....	27
4.4.3.	Sampel pertama, rangka sambungan las .....	29
4.4.4.	Sampel kedua, rangka sambungan las .....	30

4.4.5.	Sampel ketiga, rangka sambungan baut .....	32
4.4.6.	Sampel keempat, rangka sambungan baut .....	32
BAB V.	HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....	36
5.1.	Tinjauan Umum .....	36
5.1.1.	Pengujian bak-bak rangka .....	36
5.1.2.	Pengujian rangka baja .....	36
5.2.	Hasil Pengujian Benda Uji, Profil dan Baut .....	37
5.3.	Persiapan dan Pengujian Rangka .....	38
5.3.1.	Pengujian sampel pertama .....	38
1.	Hasil pengujian .....	38
2.	Analisa rangka sebagai truss .....	39
3.	Analisa rangka sebagai frame .....	42
5.3.2.	Pengujian sampel kedua .....	45
1.	Hasil pengujian .....	45
2.	Analisa rangka sebagai truss .....	45
3.	Analisa rangka sebagai frame .....	48
5.3.3.	Pengujian sampel ketiga .....	51
1.	Hasil pengujian .....	51
2.	Analisa rangka sebagai truss .....	51
3.	Analisa rangka sebagai frame .....	54
5.3.4.	Pengujian sampel keempat .....	57



1. Hasil pengujian .....	57
2. Analisa rangka sebagai truss .....	57
3. Analisa rangka sebagai frame .....	60
5.4. Pembahasan .....	72
5.4.1. Perbandingan kapasitas beban rangka batang berdasarkan hasil analitis dengan hasil pengujian .....	72
5.4.2. Perbandingan lendutan yang terjadi pada rangka batang secara analitis dan hasil pengujian .....	73
5.4.3. Perbandingan lendutan yang terjadi antara sambungan baut dan las .....	74
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....	77
6.1. Kesimpulan .....	77
6.2. Saran saran .....	78

## DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1.	Koefisien tekuk batang desak .....	17
2. Tabel 5.1.	Kekuatan batang tekuk tekan struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90 .....	41
3. Tabel 5.2.	Kekuatan batang tarik struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90 .....	42
4. Tabel 5.3.	Kekuatan batang tekan struktur frame hasil perhitungan program SAP 90 .....	44
5. Tabel 5.4.	Kekuatan batang tarik struktur frame hasil perhitungan program SAP 90 .....	45
6. Tabel 5.5.	Kekuatan batang tekan struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90 .....	
7. Tabel 5.6.	Kekuatan batang tarik struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90 .....	48
8. Tabel 5.7.	Kekuatan batang tekan struktur frame hasil perhitungan program SAP 90 .....	50
9. Tabel 5.8.	Kekuatan batang tarik struktur frame hasil perhitungan program	

$bf$  = lebar flens (mm)

$tf$  = tebal flens (mm)

$tw$  = tebal webb (mm)

$d$  = tinggi badan (mm)

$F_{cr}$  = tegangan kritik Euler ( $kg/mm^2$ )

$P_{cr}$  = beban kritik (kg)

## DAFTAR LAMPIRAN

1.	Perhitungan rangka .....	A
2.	Hasil perhitungan metode cremona .....	B
3.	Hasil program SAP 90 .....	C
4.	Tabel hasil pembacaan dial di laboratorium .....	D

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada dekade sekarang ini pembangunan infrastruktur atau pembangunan fisik terus berkembang. Seiring dengan laju perkembangan teknologi moderen, maka para praktisi pelaksana proyek-proyek tersebut berupaya menggunakan bahan-bahan material yang mempunyai kualitas tinggi dan bersifat ekonomis. Dalam hal ini struktur baja mengakomodir kebutuhan tersebut.

Bahan baja merupakan suatu kreasi manusia moderen. Sebelum baja ditemukan, manusia menggunakan besi cetak dan besi tempa pada struktur bangunan gedung dan jembatan, sejak pertengahan abad kedelapan belas sampai abad kesembilan belas. Di Amerika Serikat baja baru dibuat pada tahun 1856. Seabad setelah ditemukan bahan baja telah banyak dikembangkan, baik dalam sifat materialnya maupun metode penggunaannya.

Baja struktural adalah produk pabrik yang sudah tersedia dalam berbagai mutu, ukuran dan bentuk. Bahan ini mempunyai mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan untuk bahan konstruksi. Adapun keuntungannya antara lain adanya keseragaman bahan, mempunyai kekuatan cukup tinggi dan merata. Selain itu, pada

umumnya struktur baja dapat dibongkar dan kemudian dapat dipasang kembali, sehingga elemen struktur baja dapat dipakai berulang-ulang dalam berbagai bentuk struktur.

Bentuk dari elemen struktur baja disebut profil. Profil baja mempunyai beberapa bentuk diantaranya yang sering digunakan adalah "profil L". Untuk membentuk suatu rangka batang, profil-profil tersebut dirangkai sedemikian rupa sesuai dengan perencanaan.

Pada rangka batang yang menggunakan profil baja diperlukan adanya sambungan antar profil. Sambungan ini mempunyai pengaruh yang sangat besar pada rangka, sehingga tidak dapat diabaikan. Karena kegagalan atau kerusakan pada sambungan akan berpengaruh pada rangka secara keseluruhan.

Adapun alat sambung dewasa ini yang sering digunakan adalah baut dan las. Disamping mudah didapatkan juga relatif ekonomis. Namun berdasar survei di lapangan mutu baut dan elektroda pada las tidak dapat diketahui secara pasti, hal ini dikarenakan banyaknya produk yang beredar dan tidak dicantumkan spesifikasinya.

Untuk itu diperlukan uji laboratorium sebagai tindak lanjut dari perencanaan rangka batang. Hal tersebut dimaksudkan mengetahui secara pasti apabila rangka tersebut akan dipergunakan di lapangan.

## **1.2 Tujuan dan manfaat**

Tujuan dari yang akan dicapai dalam hal ini adalah :

1. Mencari perbandingan hasil perencanaan rangka baja dengan menggunakan

profil 2L 4 X 4 X 0,4 Cm, dengan hasil uji laboratorium.

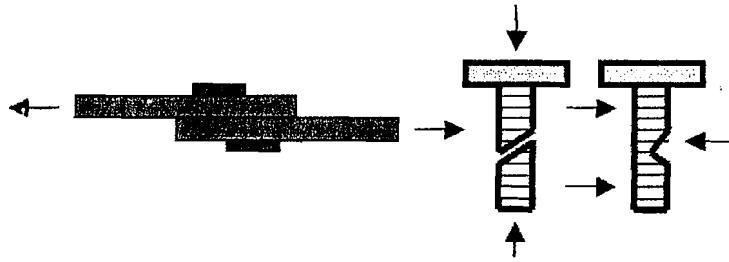
2. Membandingkan kekuatan rangka dengan sambungan baut dan sambungan las hasil perencanaan dengan hasil uji laboratorium.

Adapun manfaat yang diharapkan, mengetahui lebih jauh tentang perencanaan penggunaan sambungan baut dan las pada rangka batang struktur baja, juga mengetahui kualitas baut, las dan profil yang ada di pasaran.

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terarah sesuai dengan maksud penelitian, maka perlu dibatasi permasalahannya sebagai berikut,

- a. baut yang digunakan  $\frac{1}{2}$  ' atau 12,7 mm dan  $\frac{3}{4}$  ' atau 19,05 mm
- b. proses pengelasan menggunakan busur nyala logam terlindung (SMAW)
- c. tegangan leleh ( $F_y$ ) profil, baut dan las diasumsikan sebesar 2400 Kg/Cm<sup>2</sup>
- d. profil yang dipakai 2L 40 X 40 X 4 mm
- e. asumsi perletakan struktur sendi dan rol
- f. dalam perencanaan beban diambil  $P_1=P_2=P_3= 3000$  Kg untuk profil lebih kuat dari sambungan, dan  $P_1=P_2=P_3= 7000$  Kg untuk sambungan lebih kuat dari profil.
- g. pada uji laboratorium pengamatan sambungan dimulai sejak pembebanan 500 Kg
- h. penelitian ini membahas kemampuan sambungan baut, sambungan las dan kondisi profil dalam menerima pembebanan sedangkan pengamatan lendutan pada rangka yang direncanakan sambungan lebih kuat daripada profil



Gambar 2.2 Kerusakan baut akibat geser, tarik, desak

Dipakai untuk menghitung tegangan. Jika sambungan berlaku elastis, kelakuan yang dianggap dalam perhitungan tidak terjadi. Oleh karena itu tegangan yang dihitung bukan tegangan yang sesungguhnya tetapi hanya untuk memenuhi kriteria keamanan. Tegangan yang dipakai dalam perhitungan perencanaan disebut tegangan nominal. Pendekatan tegangan nominal yang digunakan dalam perencanaan meninjau kapasitas alat sambung secara individual. Hal ini berarti bahwa semua alat sambung yang sama ukuran dan bahannya dianggap memiliki kekuatan yang sama dalam pemindahan beban. Misalnya, bila lima alat penyambung bekerja pada satu baris untuk menyalurkan beban pada sambungan lewatan (*lap joint*) tarik, maka setiap alat penyambung akan menyalurkan  $1/5$  bagian dari beban. Pemakaian tegangan nominal identik dengan menganggap plat tegar. Karena jika plat tidak baku deformasi pada setiap alat penyambung tidak sama.

### 2.3 Sambungan Las

Proses pengelasan merupakan proses penyambungan dua potong logam dengan pemanasan sampai keadaan plastis atau cair, dengan atau tanpa tekanan.



Proses pengelasan yang paling umum, terutama untuk mengelas baja struktural adalah memakai energi listrik sebagai sumber panas, yang paling banyak dipakai adalah busur listrik (nyala). (*Charles G. Salmon ; John E. Jhonson , 1990*)

Busur nyala adalah pancaran arus listrik yang relatif besar antara elektroda dan bahan dasar yang dialirkan melalui kolom gas ion hasil pemanasan. Dalam pengerjaan rangka batang digunakan jenis pengelasan busur nyala logam terlindung (SMAW). Pengelasan busur logam terlindung (*shielded metal arc welding*) merupakan jenis yang paling sederhana dan paling canggih untuk pengelasan baja struktural.

Proses SMAW sering disebut proses elektroda tongkat manual. Pemanasan dilakukan dengan busur listrik (nyala) antara elektroda yang dilapis dan bahan yang akan disambung. Rangkaian pengelasan ini dilakukan bisa di tempat-tempat khusus atau di tempat manapun asalkan dapat dengan mudah dikerjakan.

Elektroda yang dilapis akan habis karena logam pada elektroda dipindahkan ke bahan dasar selama proses pengelasan. Kawat elektroda (kawat las) menjadi bahan pengisi dan lapisannya sebagai dikonversi menjadi gas pelindung, sebagian menjadi terak (*slag*), dan sebagian lagi diserap oleh logam las. Bahan pelapis elektroda adalah campuran seperti lempung yang terdiri dari pengikat silikat dan bahan bubuk, seperti senyawa flour, karbonat, oksida, paduan logam, dan selulosa. Campuran ini ditekan dari acuan dan dipanasi hingga diperoleh lapisan konsentris kering yang keras.

Pemindahan logam dari elektroda ke bahan yang dilas terjadi karena penarikan molekul dan tarikan permukaan tanpa pemberian tekanan. Perlindungan

busur nyala mencegah kontaminasi atmosfer pada cairan logam dalam arus busur dan kolam busur, sehingga tidak terjadi penarikan nitrogen dan oksigen, serta pembentukan nitrit dan oksida yang dapat mengakibatkan kegetasan.

Fungsi lapisan elektroda :

1. Menghasilkan gas pelindung untuk mencegah masuknya udara dan membuat busur stabil.
2. Memberikan bahan lain, seperti unsur pengurai oksida, untuk memperhalus struktur butiran pada logam las.
3. Menghasilkan lapisan terak diatas kolam yang mencair dan memadati las untuk melindunginya dari oksigen dan nitrogen dalam udara, serta memperlambat pendinginan.

Bahan elektroda yang dapat digunakan telah ditentukan oleh *American welding society (AWS)*. Sedangkan dalam penelitian ini digunakan elektroda E 60 XX dengan kekuatan tarik 60 Ksi (4150 Mpa).

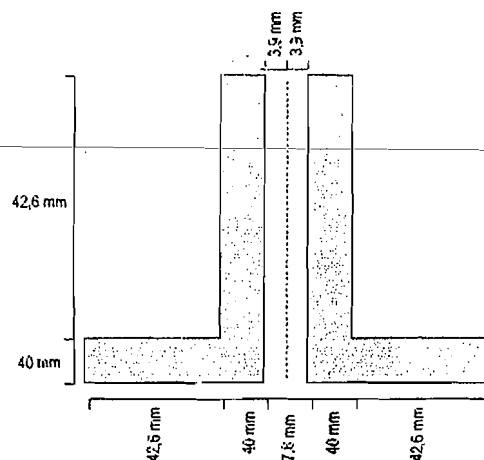
### BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Profil yang digunakan

Profil yang dipakai adalah "*profil I*", dimana profil ini penggunaannya menggunakan dua buah profil terpasang saling membelakangi atau disebut dengan 2L.

Untuk dimensi dan ukurannya digunakan profil dengan ukuran 4,66 cm atau 46,6 mm yang didapatkan di pasaran. Ukuran tersebut sesuai dengan gambar 3.1 berikut ini



Gambar 3.1 Dimensi dan ukuran profil

### 3.2. Sambungan baut

Untuk menghitung kebutuhan baut yang diperlukan dalam menahan beban yang terjadi maka kita terlebih dahulu harus menghitung tegangan geser dan tegangan tumpuan. Di mana dapat dipakai ketentuan tersebut yang hasilnya terkecil.

1. *Tegangan tumpuan pada alat sambung*

$$P1 \text{ baut} = 2 \cdot \emptyset \cdot tp \cdot 1,5 Fu$$

2. *Tegangan geser pada alat sambung*

$$P1 \text{ baut} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \emptyset^2 \cdot 0,4 \cdot Fy$$

*Di mana :*

$\emptyset$  = diameter baut (mm)

$tp$  = tebal plat (mm)

$Fu$  = tegangan ultimit profil ( $Kg/mm^2$ )

$Fy$  = tegangan leleh baut ( $Kg/mm^2$ )

Sehingga jumlah baut yang diperlukan adalah gaya batang yang terjadi dibagi dengan tegangan yang terjadi pada alat sambung. Sedang jarak antar baut terluar sampai dengan tepi plat, berdasar AISC ditetapkan sebagai berikut:

$$1,5 \cdot \emptyset \leq S1 \leq 3 \cdot \emptyset \text{ atau } 6 \cdot tp$$

$$2,5 \cdot \emptyset \leq S1 \leq 7 \cdot \emptyset \text{ atau } 14 \cdot tp \quad , \text{ di mana:}$$

$S1$  = jarak baut terluar ke tepi plat (mm)

$S$  = jarak antar baut (mm)

$tp$  = tebal plat sambung (mm)

Dalam perhitungan atau perencanaan sambungan baut ada dua jenis batang yaitu, batang dasar dan batang tarik. Batang dasar yaitu, batang yang menerima beban dasar atau tekan, sedang batang tarik adalah batang yang menerima beban tarik.

### 3.2.1. Batang tarik

Prosedur perencanaan yang umum menggunakan kekuatan batas atau kekuatan ultimit untuk perencanaan. Kekuatan ultimit disimbulkan dengan  $T_u$  dan dinyatakan sebagai berikut :

$$T_u = F_y \cdot A_g$$

Hal ini untuk batang tarik yang tidak berlubang. Untuk batang tarik yang berlubang dinyatakan sebagai berikut :

$$T_u = F_y \cdot A_n$$

Sedang beban kerja yang aman ( $T$ ) bisa dihitung dengan membagi kekuatan dengan faktor keamanan ( $F_s$ ) yaitu :

$$T = \frac{F_y \cdot A_n}{F_s} = F_t \cdot A_n$$

Menurut spesifikasi AISC  $f_s$  untuk ragam keruntuhan yang daktail ditetapkan sebesar 1,67. Sehingga didapatkan tegangan ijin tarik ( $f_t$ ) sebagai berikut :

$$F_t = \frac{F_y}{1,67} = 0,60$$

Di mana :

$F_y$  = tegangan leleh ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$A_g$  = luas brutto ( $\text{mm}^2$ )

$A_n$  = luas netto ( $\text{mm}^2$ )

$F_t$  = tegangan ijin tarik ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$T$  = beban kerja (kg)

$T_u$  = tegangan ultimit ( $\text{Kg/mm}^2$ )

Walaupun terjadinya leleh pada penampang netto bisa merupakan kekuatan maksimal namun percobaan-percobaan menunjukkan bahwa leleh pada penampang brutto yang jauh dari lubang kadang-kadang terjadi sebelum tegangan tarik yang biasa disebut kekuatan tarik ( $F_u$ ) terjadi pada penampang netto.

### 1. Luas Netto

Bila batang tarik disambung dengan baut, maka harus disediakan lubang-lubang pada profil yang diperuntukkan bagi baut tersebut. Untuk pembuatan lubang tersebut perencana mengambil metoda "*operasi pons*" lubang standart. Hal ini dilihat dari faktor ekonomis dan juga merupakan hal yang paling umum. Yaitu pons lubang standart sebesar 1/16 in (1,6 mm), lebih besar dari diameter baut. Pada saat dispons, luasan profil di tepi lubang rusak. Hal ini menjadi perhatian / acuan dalam perencanaan dengan menganggap bahwa jangkauan kerusakan terbatas pada radius 1/32 in (0,8 mm) di sekeliling lubang. Untuk itu lebar total yang harus dideduksi (AISC-1.14.4) sama dengan dimensi lubang nominal yang tegak lurus arah tegangan

kerja ditambah 1/16 in (1,6 mm). Untuk alat penyambung dalam lubang standart. Deduksi ini sama dengan diameter alat penyambung ditambah 1/8 in (0,3175 Cm) atau dituliskan sebagai berikut,

$$A_n = A_g - A_{\text{lubang}}$$

$$A_{\text{lubang}} = (1/8' + \varnothing \text{ baut}) \cdot t_p$$

Keterangan:

$t_p$  = tebal plat pakai (mm)

$A_g$  = luas brutto ( $\text{mm}^2$ )

## 2. Luas Netto Efektif

Luas netto seperti di atas, menghasilkan penampang yang direduksi untuk menahan tarikan tetapi tidak mencerminkan kekuatan secara tepat. Penampang siku yang hanya disambung pada salah satu kakinya adalah contoh keadaan ini. Untuk itu AISC-1.14.2 menetapkan luas netto efektif ( $A_e$ ), di mana  $A_e = C_t \cdot A_n$  dengan  $C_t$  adalah koefisien reduksi. Jadi bisa disimpulkan bahwa perencanaan rangka dalam tugas akhir ini. Diambil  $C_t = 0,85$  sehingga  $A_e = 0,85 A_n$ . (*Desain dan Perilaku jilid I, Charles G. Salmon dan John E. Johnson*).

### 3.2.2. Batang Desak

Untuk batang desak yang dibebani secara terpusat dengan berbagai kondisi ideal ditentukan harga faktor panjang. Faktor panjang tersebut penggunaan AISC menetapkan hal sebagai berikut ini yang terdapat dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1. Koefisien (K) tekuk batang desak

Bentuk Batang Desak di mana menimbulkan tekuk (ditunjukkan dengan garis putus-putus)						
<b>Harga K Teoritis</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>
<b>Harga perencanaan yang disarankan bila kondisi ideal</b>	<b>0,65</b>	<b>0,80</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>2,10</b>	<b>2,0</b>
<b>Tanda Kondisi Ujung</b>						

Dalam perencanaan pengujian diasumsikan batang mempunyai perletakan sendi-rol.

Sehingga diambil dari tabel tersebut K teoritis adalah 1,0.

### 3.3 Sambungan Las

Dalam merencanakan sambungan las, disesuaikan dengan kondisi di lapangan.

Dimana memungkinkan menggunakan sistem *SMAW*. Dikarenakan mudah

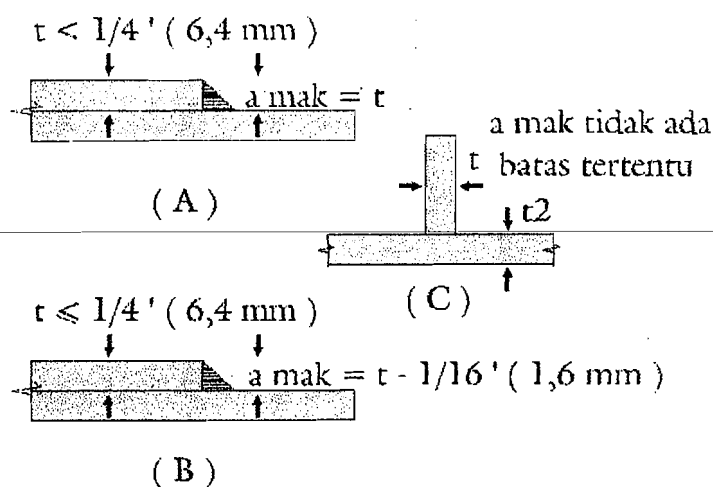


didapatkan bahan baku dan pengerjaannya. Dan secara teoritis juga diperkenankan bagi konstruksi baja.

Perencanaan sambungan las diharuskan mengacu pada ukuran las sudut maksimum. Dimana ukuran tersebut sepanjang tepi potongan yang disambung dengan dibatasi AISC-17.3, tujuannya mencegah peleburan bahan dasar dipertemuan las sudut dengan sudut plat jika las tersebut dibuat sepanjang tebal plat.

Ukuran yang diperkenankan ,:

1. Sepanjang tepi bahan yang lebih tipis dari  $\frac{1}{4}$  in (6,4 mm), ukuran maksimum sama dengan tebal bahan tersebut.
2. Sepanjang tepi bahan yang tebalnya  $\frac{1}{4}$  in ( 6,4 mm) atau lebih, ukuran maksimum harus  $\frac{1}{16}$  in (1,6 mm) lebih kecil dari tebal bahan tersebut, kecuali las tersebut harus dibuat (berdasar gambar kerja) untuk memperoleh tebal efektif penuh.



Gambar 3.3. Ukuran las sudut maksimum

Sehingga untuk mendapatkan beban ultimit ( $P$ ), dapat didapatkan dengan :

$$P = F_a \cdot A_g$$

Keterangan :

$F_{cr}$  = Tegangan kritis ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$E$  = Modulus Elastisitas ( $2,1 \cdot 10^6 \text{ Kg/mm}^2$ )

$K$  = Faktor Kekakuan

$L$  = Panjang Batang (mm)

$r$  = Jari-jari Kelambatan (mm)

$F_a$  = Tegangan ijin pada luas bruto dalam kondisi beban kerja ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$F_y$  = Tegangan leleh ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$A_g$  = Luas Bruto ( $\text{mm}^2$ )

$F_s$  = Angka keamanan

Perencanaan rangka dalam tugas akhir ini mengacu pada kasus (a) gambar 3.3, karena tebal plat sambung sama dengan tebal profil. Di mana ukuran yang digunakan  $4 \text{ mm} = 0,4 \text{ Cm}$ . Kapasitas las ( $RW$ ) dihitung dengan  $RW = t_e \cdot (0,30 \cdot F_u)$  dan  $RW \text{ maks} = 0,4 \cdot F_y \cdot t$ , dari hasil perhitungan tersebut diambil yang terkecil. Hal tersebut terjadi pada teknik pengelasan sehingga ketentuan tegangan kerja dibuat lebih fleksibel, yaitu sebesar 0,3 kali kekuatan tarik elektroda.. Dalam perencanaan elektroda yang digunakan diperkirakan  $E = 60$ . Akan tetapi tegangan bahan dasar las tidak boleh lebih dari  $0,60 \cdot F_y$  untuk tarik, dan  $0,40 \cdot F_y$  untuk geser. Penghitungan panjang las ( $LW$ ) menggunakan rumus  $LW = T / RW$ , di mana,

$T$  = Gaya Batang terjadi ( $\text{Kg}$ ),  $LW$  = Panjang Las (mm),  $t_e$  = tebal efektif las

$RW$  = Kapasitas Las (Kg/mm),       $a$  = Tebal terkecil Plat sambung (mm),

$t_e$  = Tebal Efektif Las (mm)

## BAB IV

### PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 4.1. Tinjauan umum

Pengujian yang dilaksanakan dalam tugas akhir ini secara umum dapat dikategorikan dalam dua macam pengujian. Adapun pengujian yang dimaksud adalah *prapengujian* yang meliputi pengujian benda uji profil dan baut. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai  $f_y$  (*tegangan leleh*) maupun  $f_u$  (*tegangan ultimit*) yang selanjutnya menjadikan dasar analisis pada pengujian rangka. Sedangkan pengujian berikutnya merupakan pengujian model atau benda uji rangka. Pengujian ini yang selanjutnya dijadikan laporan dan analisis pada tugas akhir ini.

Pelaksanaan pengujian dilakukan di laboratorium BKT FTSP, UIL, Yogyakarta. Sedangkan waktu pengujian dimulai dari tanggal 15 Maret 1999 sampai dengan 10 April 1999.

#### 4.2 Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah yang tersedia di laboratorium dengan modifikasi yang disesuaikan dengan kebutuhan.

Peralatan disesuaikan dengan kondisi ruangan laboratorium.

Adapun peralatan tersebut meliputi :

1. Alat uji desak-tarik
2. Perata beban
3. Dial
4. Kaca pembesar (lup)
5. Landasan rangka beserta perletakan sendi-rol
6. Kamera foto
7. Mistar dan alat tulis
8. Stop Watch

Sedangkan untuk bahan yang dipergunakan berdasarkan atas hasil perhitungan perencanaan. Bahan-bahan tersebut adalah :

1. Profil baja L 40 mm X 40 mm X 4 mm
2. Baut hitam  $\varnothing$  0,25 in dan 0,75 in
3. Alat pengelasan beserta elektroda las
4. Plat baja 4 mm
5. Bahan uji tarik profil
6. Bahan uji tarik las

### **4.3 Pengujian**

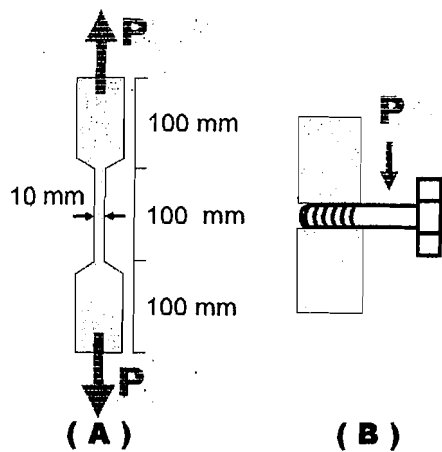
#### **4.3.1 Persiapan Pengujian**

Sebelum melakukan pengujian rangka, terlebih dahulu diuji bahan-bahan yang

Akan dilakukan penelitian. Bahan tersebut meliputi profil dan baut sedangkan las sudah diketahui dari tabel kekuatan las. Hasil pengujian ini sangat berpengaruh pada saat pengujian rangka, di mana  $F_y$  yang didapat merupakan kondisi yang sebenarnya. Oleh sebab itu pengujian ini dilakukan dengan sangat hati-hati.

Adapun benda uji profil tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga dapat diuji tarik pada alat tarik laboratorium. Bentuk benda uji profil dengan menyisakan lebar profil sebesar 10 mm. Untuk uji baut, langsung diadakan pengujian. Masing-masing benda uji baut dengan  $\varnothing \frac{1}{2}$  in dan  $\frac{3}{4}$  in tersebut terdiri tiga buah, untuk pengujian tiga kali, kemudian diambil rata-rata dari hasil pengujian.

Pada saat melakukan pengujian, penempatan benda uji dilakukan dengan seksama dan hati-hati. Sehingga diharapkan terjadinya leleh atau putus akan terjadi di tempat yang diharapkan. Dan hasil pengamatannya dituliskan dalam tabel, agar mudah untuk merata-rata dalam hitungan selanjutnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar berikut ini ( Gambar 4.1 ).



*Keterangan :*

(A) Benda uji profil (tarik)

(B) Baut (geser)

Gambar 4.1 Benda uji tarik profil dan uji geser baut untuk mengetahui  $F_y$

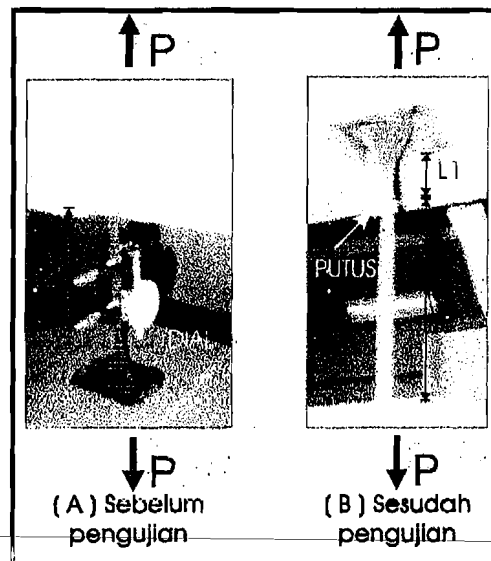
### 4.3.2 Pra pengujian

#### 1. Profil baja

Proses pengujian dengan tiga profil yang telah dibuat sesuai dengan yang direncanakan. Sedangkan peralatan yang digunakan meliputi mesin uji tarik, dial dan mistar. Prosesnya dengan meletakkan “ benda uji profil “ pada alat uji tarik, kemudian diletakkan dial guna mengetahui pertambahan panjang. Kemudian diukur panjang

bagian tengah sebagai *panjang awal* (  $L_0$  ). Apabila sudah siap, kemudian mesin dijalankan sambil mengamati pertambahan panjangnya hingga terjadi  $P$  ( *tarik* ) maksimum, dengan ditandai pada saat tepat sebelum profil mengalami putus.

Kemudian diukur panjang bagian tengah sebagai *panjang akhir* (  $L_t$  ) di mana  $L_t = L_1 + L_2$ . Dari pembacaan mesin uji tarik diketahui  $f_y$ -nya. Untuk data pembacaan dial dan pengukuran  $L_t$  sebagai pelengkap perbandingan pengujian ketiga benda uji profil guna diperhitungkan rata-ratanya sebagai  $f_y$  yang sesungguhnya. Lebih dapat dipahami pada gambar berikut ini ( gambar 4.2 )



Gambar 4.2 Proses pengujian profil

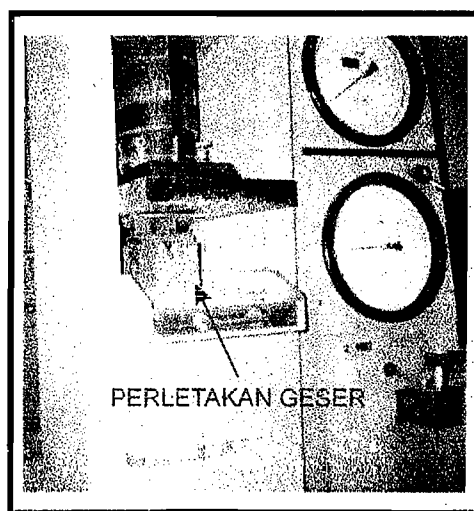
## 2. Pengujian baut

Pengujian baut diawali dengan menempatkan baut yang telah dipotong



bagian kepalanya pada perletakan baut yang kemudian diletakkan pada alat uji desak. Perletakan tersebut mempunyai sistem kerja menggeser baut sehingga pengujian ini disebut juga uji geser baut.

Hasil P maksimum pada alat uji desak merupakan P maksimum geser baut. Pengujian ini untuk baut dengan  $\varnothing \frac{1}{2}$  in dan  $\frac{3}{4}$  in.



Gambar 4.3 Proses pengujian geser pada baut

Pada gambar di atas, baut yang diuji telah diletakkan pada perletakan geser. dimana perletakan tersebut terbuat dari baja mutu tinggi yang tidak mengalami kerusakan apabila ditekan oleh alat uji desak pada P maksimum.

#### 4.3.3 Hasil pra pengujian

Dari hasil pengujian didapatkan sebagai berikut :

1. Baut  $\varnothing \frac{1}{2}$  in

$$P \text{ geser} = 3472,77 \text{ kg}$$

2. Baut  $\varnothing \frac{3}{4}$  in

$$P \text{ geser} = 2807 \text{ kg}$$

3. Profil baja

$$F_y = 3050 \text{ kg/cm}^2 = 30,50 \text{ kg/mm}^2$$

$$F_u = 6440,57 \text{ kg/cm}^2 = 64,4057 \text{ kg/mm}^2$$

Sedang untuk las dipakai elektroda

$$E 60 \text{ Ksi} = 4137 \text{ kg/cm}^2 = 41,37 \text{ kg/mm}^2$$

#### 4.4 Pengujian Rangka

##### 4.4.1 Pembuatan Model ( Benda Uji Rangka )

Adapun tahapan-tahapan pembuatan benda uji tersebut meliputi sebagai berikut :

1. Pengukuran profil sesuai rencana kemudian dilakukan pemotongan guna mendapatkan bentuk yang sesuai dengan rencana
2. Untuk alat uji kekuatan las, diberikan pengelasan pada tempat yang telah ditentukan pada profil yang telah disediakan
3. Untuk baut langsung dapat diuji, dengan memasukkan pada lubang yang tersedia pada profil
4. Diberikan cat *many* untuk menghindari timbulnya karat.

##### 4.4.2 Persiapan dan penempatan rangka

Rangka yang akan diuji diletakkan diatas perletakan sendi-rol dan diusaha

kan letak rangka tidak mengalami perubahan, kemudian diatas rangka diletakkan alat perata beban. Kemudian kita mengukur semua jarak yang diperlukan termasuk eksentrisitas pembebanan dan eksentrisitas perletakan rol, karena rangka mengalami kantilever.

Apabila selesai pengukuran dan juga selesai menggarisi rangka pada titik berat profil kemudian memasang dial pada sisi atas dan sisi bawah rangka (tengah-tengah rangka) untuk mengetahui lendutan yang terjadi, baru setelah dirasa semua sesuai maka bisa dimulai pengujian terhadap rangka dengan menghidupkan mesin uji desak.

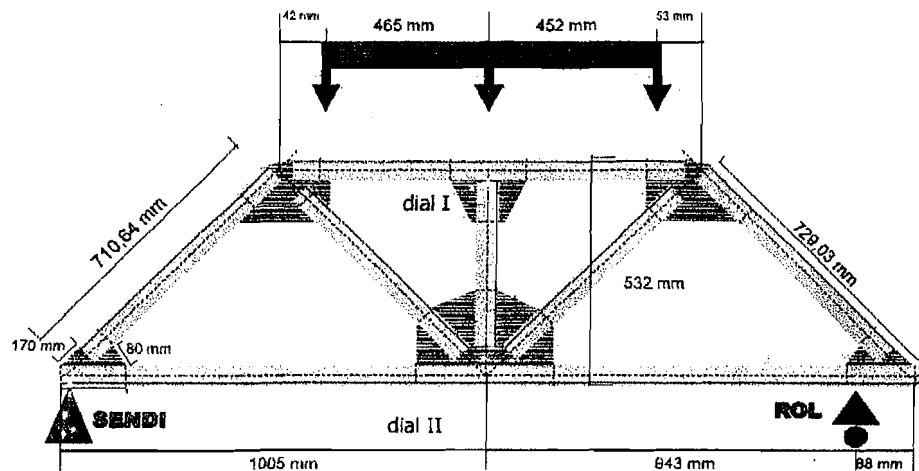
Untuk dial pengukur penurunan terhadap rangka pada awalnya diperlukan dua buah dengan kapasitas pengukuran mencapai 15 mm. Kedua buah dial tersebut diletakkan pada sisi atas dan sisi bawah rangka. Namun sampel berikutnya dibutuhkan satu buah dial lagi yang ditempatkan pada sisi samping dikarenakan terjadinya eksentrisitas pada batang bawah rangka untuk perletakan rol.

Perhitungan P (beban) yang diamati adalah setiap kenaikan 250 kg. Penambahan beban pada alat uji desak besar (*shimatsu*) dilakukan dengan seksama dan hati-hati agar jangan sampai mencapai titik leleh profil atau hanya pada sambungan untuk menghindari "ledakan" yang besar pada model rangka. Sehingga P maks yang terjadi merupakan yang mampu ditahan oleh sambungan pada rangka tersebut.

Untuk mendokumentasikan proses kerusakan maupun pengujian secara umum dipersiapkan kamera foto pada sisi yang strategis agar dapat dimonitor sesuai

dengan apa yang diharapkan. Hal ini akan diterangkan dalam add 4.4.2 dan seterusnya.

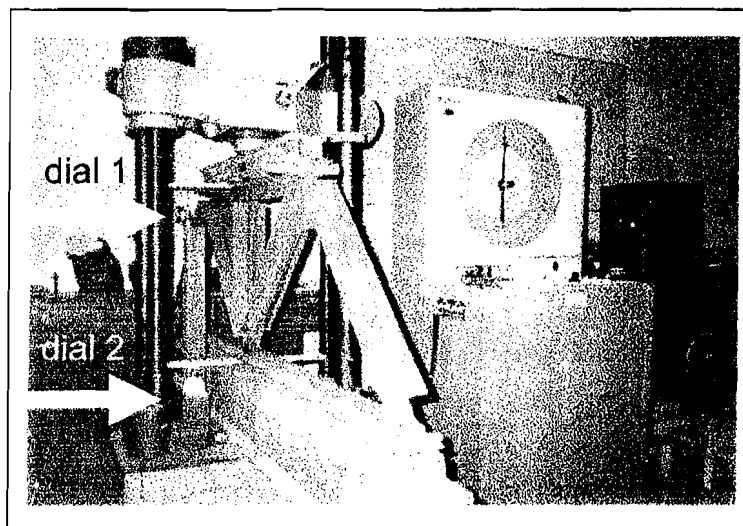
#### 4.4.3 Sampel pertama, rangka sambungan las



Gambar 4.4. Kondisi Sampel I

Pada pengujian ini rangka yang akan diuji merupakan sampel dari sambungan las. Dengan detail gambar adalah gambar diatas ( Gambar 4.4 ), dimana telah diadakan perhitungan terhadap ukuran tiap-tiap titik buhul sesuai dengan kondisi di lapangan, baik beban maupun terhadap sendi-rol. Ukuran-ukuran tersebut nantinya digunakan sebagai acuan pada perhitungan kontrol P maksimal dengan "SAP 90" pada analitis dan pembahasan. Ukuran tersebut hanya meliputi posisi titik bagi P (beban) ukuran rangka dan perletakan sendi-rol terhadap rangka. Sedangkan detail tiap join terdapat pada lampiran. Untuk mengetahui secara nyata kondisi tersebut,

dapat dilihat gambar berikut ini ( Gambar 4.5 ).



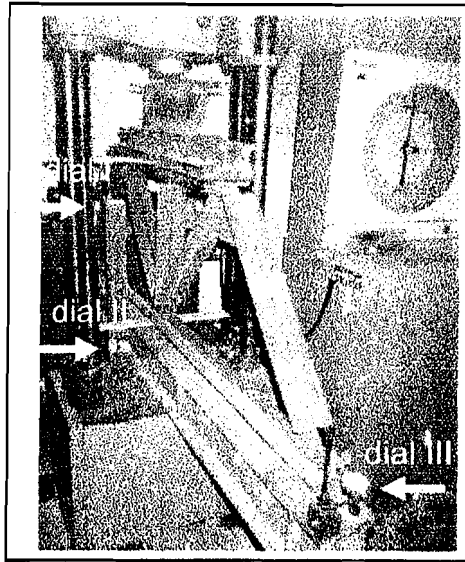
Gambar 4.5 Kondisi sample I saat menjelang pengetesan

Pengujian ini menggunakan dua buah dial masing-masing dipasang pada sisi atas rangka (A1) dan sisi bawah (B1). Dial ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar penurunan yang terjadi sehingga lendutan yang terjadi dapat diketahui, dan beban maksimal yang dapat diterima oleh rangka. Namun, dalam pelaksanaan ternyata penurunan yang terjadi di B1 melebihi kapasitas dial, sehingga sebelum mencapai P maks dial sudah tidak mampu membaca dan harus diambil guna menghindari kerusakan dial.

#### 4.4.4 Sampel kedua, rangka sambungan las

Pada gambar di bawah ini ( gambar 4.6 ), telah dilakukan perhitungan terhadap jarak - jarak yang terjadi di lapangan . Selain itu juga menjelaskan





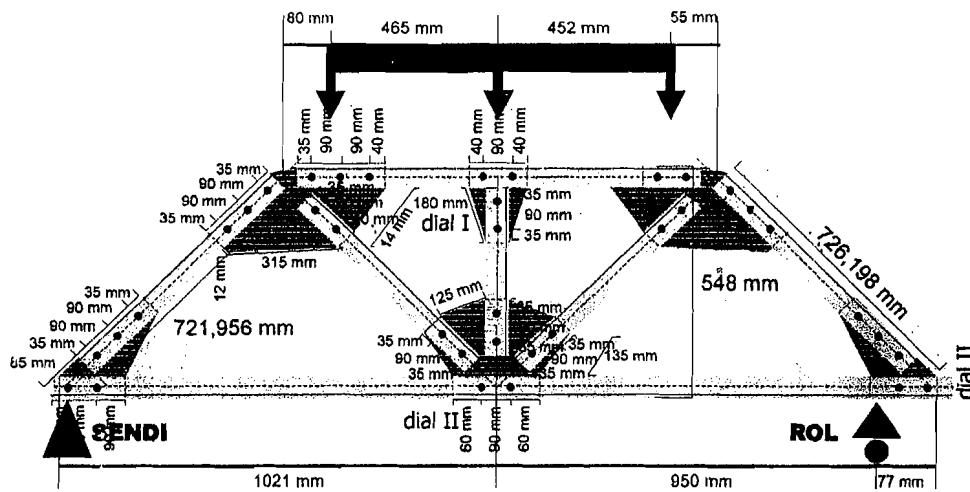
Gambar 4.9 kondisi sampel III saat menjelang pengetesan

Dengan menempatkan ketiga dial pada posisi profil atas (A1), bawah (B1) dan D4, ternyata terjadi perubahan pada dial ke III (D4). Perubahan tersebut ditunjukkan dengan berputarnya arah jarum ke kiri. Sehingga pengamatan terganggu dengan kondisi tersebut. Yang akhirnya pada pengujian ini dial ke III tidak terbaca dikarenakan terjadi kasus yang sebelumnya tidak terjadi. Untuk itu pembacaan dial hanya dilakukan pada dial I (A1) dan dial II (B1), namun tetap dilakukan pengamatan pada batang profil D4.

#### 4.4.6 Sampel empat, rangka sambungan baut

Sampel keempat ini, direncanakan sambungan baut yang lebih kuat dari pada profil. Jarak antar baut sangat diperhatikan guna mengetahui secara pasti peranan baut dengan diameter yang diperbesar ( $\varnothing=3/4'$ ) dari sample ketiga.

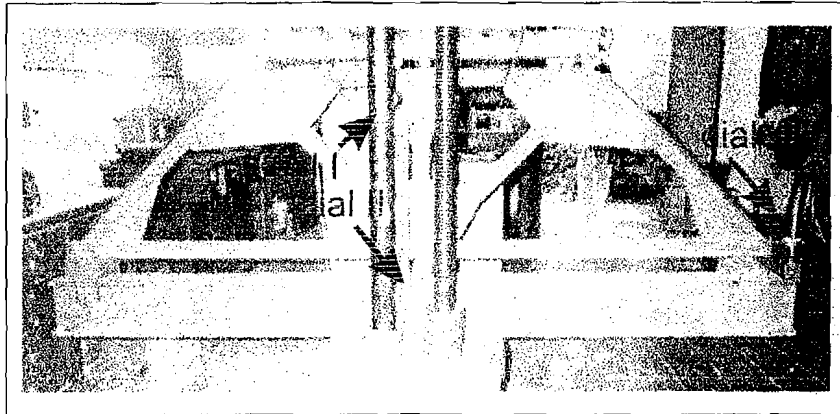
Kondisi tersebut dapat diperlihatkan pada gambar berikut ini (gambar 4.11).



Gambar 4.10 Kondisi sampel IV

Dial pada sampel keempat ini ditempatkan pada posisi seperti sample ketiga. Dimana dimaksudkan untuk mengetahui penurunan pada profil atas (A1), profil bawah (B1), dan ternyata dial III tetap mengalami perputaran ke kiri. Sehingga diambil kesimpulan sementara terjadi pengurangan jarak posisi semula pada titik "E", yang dapat diartikan dengan terjadinya lendutan pada batang bawah ternyata berpengaruh terhadap titik E.





Gambar 4.11 Kondisi sampel IV saat menjelang pengetesan

Dari keempat sampel tersebut hasil penurunan atau lendutannya nantinya akan ditabelkan yang akan dipergunakan sebagai data pada perhitungan analitis.

## BAB V

### HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. TINJAUAN UMUM

Dari pelaksanaan penelitian yang dilaksanakan secara garis besar dapat digolongkan dalam dua hal:

##### 5.1.1 Pengujian Bahan-bahan rangka

Pengujian bahan ini meliputi pengujian profil baja dan pengujian baut. Pengujian bahan-bahan rangka dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan yang sebenarnya dari profil yang dipakai untuk membuat rangka dan juga untuk mengetahui kekuatan yang sebenarnya dari baut yang kita gunakan, yaitu baut dengan diameter 0,75 in dan baut dengan diameter 0,5 in.

##### 5.1.2 Pengujian Rangka Baja

Sedangkan pengujian rangka baja merupakan pengujian yang dimaksudkan dalam tugas akhir ini, yaitu untuk mengetahui  $P$  maksimal yang mampu ditahan oleh rangka tersebut yang nantinya akan kita bandingkan dengan hasil perhitungan secara analisis menggunakan program SAP90.

## 5.2 HASIL PENGUJIAN BENDA UJI PROFIL DAN BAUT

Hasil pengujian meliputi tiga macam sampel yaitu : baut dengan diameter 0,75 in, baut dengan diameter 0,5 in dan hasil uji profil. Hal ini akan kita gunakan untuk menganalisis hasil pengujian rangka batang. Sedangkan untuk las tidak kita lakukan pengujian karena kekuatan las sudah kita ketahui dari pembungkus elektroda yang digunakan. Adapun hasil pengujian benda uji baut dan profil, sebagai berikut:

1. Baut dengan diameter 0,5 in

$$P \text{ geser} = 3472,77 \text{ kg}$$

$$\tau = P/A = 3472,77/1,1786 = 2946,521 \text{ kg/mm}^2$$

Baut dengan diameter 0,75 in

$$P \text{ geser} = 2807 \text{ kg}$$

$$\tau = P/A = 2807/2,652 = 1058,446 \text{ kg/mm}^2$$

2. Profil baja

$$f_y = 3050 \text{ kg/cm}^2 = 30,50 \text{ kg/mm}^2$$

$$F_u = 6440,57 \text{ kg/cm}^2 = 64,4057 \text{ kg/mm}^2$$

Sedangkan untuk las dipakai elektroda E 60 ksi =  $4137 \text{ kg/cm}^2 = 41,37 \text{ kg/mm}^2$ . Data profil yang ada dilampirkan:

$$X = 243,14 \text{ mm}$$

$$Y = 222,86 \text{ mm}$$

$$A_g = 713,6 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 69324 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 177796 \text{ mm}^4$$

$$r_x = 97,15 \text{ mm}$$

$$r_y = 249,15 \text{ mm}$$

$$S_x = 3110,65 \text{ mm}^3$$

$$S_y = 731,249 \text{ mm}^3$$

### 5.3 PERSIAPAN DAN PENGUJIAN RANGKA

Sebelum rangka diletakkan diatas perletakan sendi rol rangka digarisi dulu pada titik berat profil, untuk mengetahui letak titik buhul yang ada. Rangka yang akan diuji diletakkan diatas perletakan sendi rol dan diusahakan letak rangka tidak mengalami perubahan, kemudian diatas rangka diletakkan alat perata beban. Kemudian kita ukur semua jarak yang diperlukan, termasuk eksentrisitas pembebanan dan eksentrisitas perletakan rol. Setelah selesai semuanya kita pasang dial pada sisi bawah dan sisi atas ditengah-tengah rangka untuk mengetahui lendutan yang terjadi, setelah itu kita menghidupkan mesin uji untuk mulai pengujian.

#### 5.3.1. Pengujian Sampel Pertama

##### 1. Hasil Pengujian

Hasil pengujian pada rangka pertama ini menghasilkan:

- a. Kerusakan terjadi pada batang 4, 8 dan 12.
- b. Kerusakan terjadi pada join D, B, F yang diakibatkan oleh rusaknya plat.
- c. Pmaksimal yang terjadi sebesar 14.100 kg.

Untuk hasil pembacaan dial bisa dilihat pada halaman lampiran tugas akhir ini. Pada halaman selanjutnya adalah hasil analisis dari perhitungan memakai program SAP90, dengan menggunakan pembebanan yang terjadi didalam percobaan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UIL.

## 2. Analisa Rangka sebagai Truss

### a. Batang Tekan

Hasil dari aplikasi program SAP 90 didapatkan:

$$P = 977,6 \text{ kg}$$

$$L = 710,64 \text{ mm}$$

$$A_g = 713,6 \text{ mm}^2$$

$$r_x = 97,15 \text{ mm}$$

$$f_a = \frac{P}{A_g}$$

$$= \frac{977,6}{713,6} = 13,699 \text{ kg/mm}^2$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{l^2 y}}$$

$$= \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^4}{30,5}}$$

$$= 116,580$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{1.7104,64}{97,15}$$

$$= 7,315$$

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8.Cc} - \frac{1\left(\frac{KL}{r}\right)^3}{8.Cc^3}$$

$$= \frac{5}{3} + \frac{3(7,315)}{8 \cdot 116,580} - \frac{1(7,315)^3}{8 \cdot 116,580^3}$$

$$= 1,832$$

$$Fa = \frac{Fy}{FS} \left[ 1 - \frac{(KL/r)^2}{(2 \cdot Cc)^2} \right]$$

$$= \frac{30,5}{1,832} \left[ 1 - \frac{(7,315)^2}{2 \cdot 116,580^2} \right]$$

$$= 16,616 \text{ kg/mm}^2$$

Fa > fa jadi batang tekan aman.

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan pada tabel 5.1

**Tabel 5.1. Kekuatan batang tekan struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90**

Batang	P (kg)	L (mm)	$f_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )	KL/r	FS	$F_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )
3	9776	710,84	13,699	7,315	1,832	16,616
5	4700	532	6,586	5,476	1,684	18,111
7	9776	729,03	13,699	7,504	1,691	18,034
8	9024	507	12,656	5,219	1,667	18,278
9	9024	505	12,656	5,198	1,667	18,278

**b. Batang Tarik**

Hasil dari aplikasi program SAP 90 didapatkan sebagai berikut:

$$P = 6674 \text{ kg}$$

$$A_g = 713,6 \text{ mm}^2$$

$$F_y = 30,5 \text{ kg/mm}^2$$

$$A_e = 713,6 \text{ mm}^2$$

$$F_u = 64,407 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e$$

$$= 0,5 \cdot 64,407 \cdot 713,6 = 22979,954 \text{ kg}$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_y \cdot A_g$$

$$= 0,5 \cdot 30,5 \cdot 713,6 = 13058,88 \text{ kg (yang menentukan)}$$

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.2

Tabel 5.2. Kekuatan batang tarik struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90

Batang	P (kg)	Ag (mm <sup>2</sup> )	Ae (mm <sup>2</sup> )	0,5.Fu.Ae (kg)	0,6.Fy.Ag (kg)
1	6674	713,6	713,6	22979,954	13058,88
2	6862	713,6	713,6	22979,954	13058,88
4	3384	713,6	713,6	22979,954	13058,88
6	3102	713,6	713,6	22979,954	13058,88

### 3. Analisis Rangka sebagai Frame

#### a. Batang Tekan

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan sebagai berikut:

$$M_x = 46535,51 \text{ kg}$$

$$S_x = 3110,65 \text{ mm}^3$$

$$E = 2.1.10^4 \text{ kg/mm}^2$$

Dari perhitungan rangka truss didapatkan:

$$F_a = 16,616 \text{ kg/mm}^2$$

$$f_a = \frac{P}{A_g}$$

$$= \frac{9402,44}{713,6} = 13,176 \text{ kg/mm}^2$$

sebagai kolom

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{13,176}{18,09} > 0,15 \quad \text{Aman}$$

sebagai balok



$$\begin{aligned}
 f_{bx} &= \frac{M/x}{S_x} \\
 &= \frac{4635,51}{3110,55} = 14,960 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_b &= 0,66 \cdot F_y \\
 &= 0,66 \cdot 30,5 = 20,13 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Pembesaran momen

$$\begin{aligned}
 F'_{ex} &= \frac{12 \cdot \pi^2 \cdot E}{23(KL/r)^2} \\
 &= \frac{12 \cdot \pi^2 \cdot 2}{23(7,314)^2} = 2020,895 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_m &= 0,6 - 0,4 (M_1 / M_2) \\
 &= 0,6 - 0,4 \left( \frac{19676,06}{46535,51} \right) \\
 &= 0,431
 \end{aligned}$$

Kontrol persamaan interaksi

$$\begin{aligned}
 K_1 &= \frac{f_u}{F_u} + \frac{C_m \cdot f_{bx}}{\left( 1 - \frac{f_u}{F'_{ex} F_b} \right)} \leq 1,00 \\
 &= \frac{13,176}{16,616} + \frac{0,431 \cdot 14,960}{\left( 1 - \frac{13,176}{2020,895} \right)} 20,13 \\
 &= 1,113 \text{ (sarat } K_1 < 1,0 \text{ Aman)}
 \end{aligned}$$

$$K_2 = \frac{fa}{0,6F_y} + \frac{fbx}{F_b} \leq 1,00$$

$$= \frac{13,176}{0,6 \cdot 30,5} + \frac{14,960}{20,13} = 1,463$$

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.3

**Tabel 5.3 Kekuatan batang tekan struktur frame hasil perhitungan Program SAP90**

Batang	P (kg)	Mx (kg mm)	M <sub>y</sub> (kg mm)	fbx (kg/mm <sup>2</sup> )	F <sub>ex</sub> (kg/mm <sup>2</sup> )	C <sub>m</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
4	9402,44	46535,51	19676,06	14,960	2020,895	0,431	1,113	1,463
8	9019,28	291176,05	67567,10	93,606	1920,378	0,507	3,047	5,341
6	5538,84	32960,80	793,81	10,596	3606,185	0,590	0,697	0,951
9	8876,50	97750,79	85276,42	31,242	579435,309	0,251	1,072	2,241
10	8876,50	97750,79	61376,59	31,242	4720,924	0,349	1,233	2,241
11	8816,04	162304,78	62170,40	52,177	4994,685	0,447	1,843	3,267
12	8816,04	162304,78	60474,01	52,177	367733,081	0,451	0,451	3,267

#### b. Batang tarik

Pada batang tarik tegangan ijin yang diperbolehkan adalah:

$$F_t = 0,6 \cdot F_y = 0,6 \cdot 30,5 = 18,3 \text{ kg/mm}^2$$

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan sebagai berikut:

$$F_t = 18,3 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_{ijin} = F_t \cdot A_g = 18,3 \cdot 713,6 = 13058,88 \text{ kg} > 6491,89 \text{ kg Aman}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 5.4.

$$\begin{aligned}
 f_{bx} &= \frac{M_x}{S_x} \\
 &= \frac{58350,33}{3110,65} = 18,758
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_b &= 0,66 \cdot F_y \\
 &= 0,66 \cdot 30,5 \\
 &= 20,13 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Pembesaran momen

$$\begin{aligned}
 F'_{ex} &= \frac{12 \pi^2 E}{23(KL/r)^2} \\
 &= \frac{12 \cdot \pi^2 \cdot 1 \cdot 10^4}{23(7,566)^2} = 1889,034 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_m &= 0,6 - 0,4 (M_1/M_2) \\
 &= 0,6 - 0,4 (21597/58350,33) \\
 &= 0,452
 \end{aligned}$$

Kontrol persamaan interaksi

$$\begin{aligned}
 K_1 &= \frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \cdot f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ex} F_b}\right)} \leq 1,00 \\
 &= \frac{13,581}{18,034} + \frac{0,452 \cdot 18,758}{\left(1 - \frac{13,561}{1889,034}\right)} 20,13 \\
 &= 1,176
 \end{aligned}$$

$$K_2 = \frac{fa}{0,6F_y} + \frac{fbx}{F_b} \leq 1,00$$

$$= \frac{13,561}{0,6 \cdot 30,5} + \frac{18,758}{20,13} = 1,673$$

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.7

**Tabel 5.7 Kekuatan batang tekan struktur frames hasil perhitungan**

**SAP 90**

Batang	P (kg)	Mx (kg mm)	M <sub>1</sub> (kg mm)	fbx (kg/mm <sup>2</sup> )	F'ex (kg/mm <sup>2</sup> )	Cm	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
4	9677,44	58350,33	21597,38	18,758	1889034	0,452	1,176	1,673
8	9484,67	247705,34	64870,77	79,631	1858451	0,495	2,710	1,682
6	5477,08	30210,30	6657,90	9,712	3606185	0,512	0,671	0,902
9	9488,28	120247,06	112663,97	38,675	33755148	0,225	1,159	2,647
10	9488,28	11914,06	65274,09	68,549	4720924	0,382	1,467	2,642
11	9418,98	142566,10	58979,19	45,832	4994665	0,435	1,721	2,998
12	9418,98	142233,10	46189,53	45,724	504441105	0,470	1,793	2,993

**b. Batang tarik**

Pada batang tarik tegangan ijin yang diperbolehkan adalah:

$$F_t = 0,6 F_y$$

$$= 0,6 \cdot 30,5 = 18,3 \text{ kg/mm}^2$$

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan:

$$P = 6616,18 \text{ kg}$$

$$F_t = 18,3 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_{ijin} = F_t \cdot A_g$$

$$= 18,3 \cdot 6616,18 \cdot 713,6$$

$$= 13058,88 \text{ kg} > 6491,89 \text{ kg} \quad \text{Aman}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 5.8.

**Tabel 5.8. Kekuatan batang tarik struktur frame hasil perhitungan program SAP 90**

Batang	P (kg)	Ft (kg/mm <sup>2</sup> )	Ag (mm <sup>2</sup> )	P <sub>ijin</sub> (kg)
1	6616,18	18,3	713,6	13058,88
2	6991,49	18,3	713,6	13058,88
3	6991,49	18,3	713,6	13058,88
7	3289,09	18,3	713,6	13058,88
5	4030,40	18,3	713,6	13058,88

### 5.3.2. Pengujian Sampel Ketiga

#### 1. Hasil Pengujian

- a. Terjadi kerusakan terjadi pada batang 11, 12, 4.
- b. Beban maksimal yang terjadi sebesar 13.200 kg.

Untuk hasil pembacaan dial ada pada halaman lampiran.

#### 2. Analisis Rangka sebagai Truss

##### a. Batang Desak

Dari aplikasi program SAP 90 didapatkan:

$$P = 9372 \text{ kg}$$

$$L = 738,5 \text{ mm}$$

$$r_x = 97,15$$

$$A_g = 713,6 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 f_a &= \frac{P}{Ag} \\
 &= \frac{9372}{713,6} \\
 &= 13,135 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_c &= \sqrt{\frac{2 \pi^2 \cdot E}{F_y}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^4}{30,5}} \\
 &= 116,580
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{KL}{r} &= \frac{1738,5}{97,15} \\
 &= 7,602
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{5}{3} + \frac{3 \left( \frac{KL}{r} \right)}{8 \cdot C_c} - \frac{1 \left( \frac{KL}{r} \right)^3}{8 \cdot C_c^3} \\
 &= \frac{5}{3} + \frac{3(7,602)}{8 \cdot 116,580} - \frac{1(7,602)^3}{8 \cdot 116,580^3} \\
 &= 1,691
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_a &= \frac{F_y}{FS} \left[ 1 - \frac{(KL/r)^2}{(2 \cdot C_c)^2} \right] \\
 &= \frac{30,5}{1,691} \left[ 1 - \frac{(7,566)^2}{2 \cdot 116,580^2} \right] = 18,000 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$f_a < F_a \quad \text{Aman.}$$

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.9.

**Tabel 5.9. Kekuatan batang tekan struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90**

Batang	P (kg)	L (mm)	$f_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )	KL/r	FS	$F_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )
3	9372	738,5	13,135	7,802	1,691	17,998
5	4400	536	6,166	5,517	1,684	18,091
7	9416	745,29	13,195	7,672	1,691	17,998
8	8712	505	12,209	5,198	1,684	18,104
9	8712	480	12,209	4,941	1,683	18,106

**b. Batang tarik**

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan:

$$P = 6460 \text{ kg}$$

$$A_g = 713,6 \text{ mm}^2$$

$$A_e = 518,041 \text{ mm}^2$$

$$F_u = 64,407 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e$$

$$= 0,5 \cdot 64,407 \cdot 518,041 = 16682,397 \text{ kg}$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_y \cdot A_g$$

$$= 0,6 \cdot 30,5 \cdot 713,6 = 13058,88 \text{ kg}$$

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.10

**Tabel 5.10. Kekuatan batang tarik struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90**

Batang	P (kg)	Ag (mm <sup>2</sup> )	Ae (mm <sup>2</sup> )	0,5.Fu.Ae (kg)	0,6.Fy.Ag (kg)
1	6460	713,6	518,041	16682,397	13058,88
2	6900	713,6	518,041	16682,397	13058,88
4	3256	713,6	518,041	16682,397	13058,88
6	2684	713,6	518,041	16682,397	13058,88

### 3. Analisis Rangka sebagai Frame

#### a. Batang tekan

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan:

$$M_x = 4067,29 \text{ kg}$$

$$S_x = 3110,65 \text{ mm}^3$$

dari perhitungan rangka truss didapatkan:

Sebagai kolom

$$F_a = 17,998 \text{ kg/mm}^2$$

$$f_a = \frac{P}{A_g} = \frac{9131,42}{713,6} = 12,798 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{12,798}{17,998} > 0,15$$

Sebagai balok



$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x}$$

$$= \frac{40672,29}{3110,65} = 13,075$$

$$F_b = 0,66 \cdot F_y$$

$$= 0,66 \cdot 30,5 = 20,13 \text{ kg/mm}^2$$

$$F'_{ex} = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2}$$

$$= \frac{12\pi^2 \cdot 1 \cdot 10^4}{23(7,602)^2} = 1871,185 \text{ kg/mm}^2$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 (M_1/M_2)$$

$$= 0,6 - 0,4 (15159,47/40672,29) = 0,451$$

Kontrol persamaan interaksi

$$K_1 = \frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \cdot f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ex} F_b}\right)} \leq 1,00$$

$$= \frac{12,798}{17,993} + \frac{0,451 \cdot 13,057}{\left(1 - \frac{12,798}{1871,185}\right) 20,13} = 0,947$$

$$K_2 = \frac{f_a}{0,6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_b} \leq 0,01$$

$$= \frac{12,798}{0,6 \cdot 30,5} + \frac{13,075}{20,13} = 1,349$$

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.11

**Tabel 5.12. Kekuatan batang tarik struktur frame hasil perhitungan program SAP 90**

Batang	P (kg)	Ft (kg/mm <sup>2</sup> )	Ag (mm <sup>2</sup> )	P ijin (kg)
1	6355,48	18,3	713,6	13058,88
2	6458,87	18,3	713,6	13058,88
3	6458,87	18,3	713,6	13058,88
7	3129,36	18,3	713,6	13058,88
5	3386,03	18,3	713,6	13058,88

### 5.3.4. Pengujian Sampel Keempat

#### 1. Hasil Pengujian

- Terjadi kerusakan terjadi pada batang 4, 8, 11, 12.
- Beban maksimal yang terjadi sebesar 12550 kg.

Untuk hasil pembacaan dial pada halaman lampiran.

#### 2. Analisis Rangka sebagai Truss

##### a. Batang Tekan

Dari aplikasi program SAP 90 didapatkan:

$$P = 8450,227 \text{ kg}$$

$$A_g = 713,6 \text{ mm}^2$$

$$A_e = 518,041 \text{ mm}^2$$

$$F_u = 64,407 \text{ kg/mm}^2$$

$$F_y = 30,5 \text{ kg/mm}^2$$

$$f_a = \frac{P}{A_g}$$

$$= \frac{8450,227}{713,6}$$

$$= 11,842 \text{ kg/mm}^2$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{F_y}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^4}{30,5}} = 116,580$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{1721956}{97,15}$$

$$= 7,431$$

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8 \cdot C_c} - \frac{1\left(\frac{KL}{r}\right)^3}{8 \cdot C_c^3}$$

$$= \frac{5}{3} + \frac{3(7,431)}{8 \cdot 116,580} - \frac{1(7,431)^3}{8 \cdot 116,580^3}$$

$$= 1,691$$

$$F_a = \frac{F_y \left[ 1 - \frac{(KL/r)^2}{(2 \cdot C_c)^2} \right]}{FS}$$

$$= \frac{30,5 \left[ 1 - \frac{(7,431)^2}{2 \cdot 116,580^2} \right]}{1,691} = 18,000 \text{ kg/mm}^2$$

$F_a > f_a$  Aman.

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.13.

**Tabel 5.13. Kekuatan batang tekan struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90**

Batang	P (kg)	L (mm)	$f_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )	KL/r	FS	$F_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )
3	8450,227	721,956	11,842	7,431	1,691	18,000
5	4183,33	548	5,862	5,641	1,685	18,070
7	8533,993	726,198	11,959	7,475	1,691	17,999
8	7697,327	545	10,787	5,610	1,685	18,083
9	7697,327	507	10,787	5,219	1,683	18,104

c. Batang Tarik

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan:

$$P = 5521,996 \text{ kg}$$

$$A_g = 713,6 \text{ mm}^2$$

$$A_e = 518,041 \text{ mm}^2$$

$$F_u = 64,407 \text{ kg/mm}^2$$

$$F_y = 30,5 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e$$

$$= 0,5 \cdot 64,407 \cdot 474,861 = 15291,878 \text{ kg}$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_y \cdot A_g$$

$$= 0,5 \cdot 64,407 \cdot 474,861 = 15291,878 \text{ kg}$$

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.14

**Tabel 5.14. Kekuatan batang tarik struktur truss hasil perhitungan metode SAP 90**

Batang	P (kg)	Ag (mm <sup>2</sup> )	Ae (mm <sup>2</sup> )	0,5.Fu.Ae (kg)	0.6.Fy.Ag (kg)
1	5521,996	713,6	474,861	15291878	13058,88
2	5856,662	713,6	474,861	15291878	13058,88
4	3095,664	713,6	474,861	15291878	13058,88
6	2719,164	713,6	474,861	15291878	13058,88

### 3. Analisis Rangka sebagai Frame

#### a. Batang Tekan

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan:

$$M_x = 72383,94 \text{ kg}$$

$$S_x = 3110,65 \text{ mm}^3$$

dari perhitungan rangka truss didapatkan:

$$F_a = 18,000 \text{ kg/mm}^2$$

Sebagai kolom

$$f_a = \frac{P}{A_g}$$

$$= \frac{8171,36}{713,6} = 11,451 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} > 0,15$$

Sebagai balok

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x}$$

$$= \frac{72383,94}{3110,65} = 23,270 \text{ kg/mm}^2$$

$$\begin{aligned} F_b &= 0,66 F_y \\ &= 0,66 \cdot 30,5 = 20,13 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F'_{ex} &= \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2} \\ &= 1958,294 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_m &= 0,6 - 0,4 (M_1/M_2) \\ &= 0,6 - 0,4 (24410,06/73283,94) = 0,465 \end{aligned}$$

Kontrol persamaan interaksi

$$\begin{aligned} K_1 &= \frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \cdot f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ex}}\right) F_b} \leq 1,00 \\ &= 0,636 + \frac{0,46 \cdot 23,270}{\left(1 - \frac{11,451}{1958,294}\right) 20,13} \\ &= 1,174 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_2 &= \frac{f_a}{0,6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_b} \leq 0,01 \\ &= \frac{11,451}{0,6 \cdot 30,5} + \frac{23,270}{20,13} = 1,792 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.15

**Tabel 5.15 Kekuatan batang tekan struktur struss hasil perhitungan metode SAP 90**

Batang	P (kg)	Mx (kg mm)	M <sub>y</sub> (kg mm)	F <sub>bx</sub> (kg/mm <sup>2</sup> )	F <sub>ex</sub> (kg/mm <sup>2</sup> )	C <sub>ra</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
4	8171,36	72383,94	24410,06	23,270	1958294	0,46	1,174	1,732
8	8120,96	231262,58	49377,93	74,354	1935308	0,515	2,535	4,316
6	5177,14	33900,35	14654,90	10,898	3398289	0,427	0,632	0,938
9	8062,20	154039,89	139485,79	49,520	159651417	0,238	1,204	3,077
10	8062,20	153706,89	85270,10	49,413	4720924	0,378	1,554	3,072
11	7971,61	146105,31	70948,20	46,970	4994665	0,406	1,566	2,944
12	7971,61	145773,31	57880,19	46,863	337551146	0,441	1,638	2,938

**b. Batang Tarik**

Pada batang tarik tegangan ijin yang diperbolehkan adalah:

$$F_t = 0,6 \cdot F_y$$

$$= 0,6 \cdot 30,5 = 18,3 \text{ kg/mm}^2$$

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan:

$$F_t = 18,3 \cdot A_g = 713,6 \text{ mm}^2$$

$$P_{ijin} = F_t \cdot A_g$$

$$= 18,3 \cdot 713,6 = 13058,88 \text{ kg} > 5526,89 \text{ kg}$$

Untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.16.

Tabel 5.16. Kekuatan batang tarik struktur frame hasil perhitungan program SAP 90

Batang	P (kg)	Ft (kg/mm <sup>2</sup> )	Ag (mm <sup>2</sup> )	P ijin (kg)
1	5526,89	18,3	713,6	13058,88
2	5385,01	18,3	713,6	13058,88
3	5385,01	18,3	713,6	13058,88
7	3512,02	18,3	713,6	13058,88
5	3456,20	18,3	713,6	13058,88

Untuk perhitungan beban secara analitis diambil sebagai berikut:

### 1. Rangka Pertama

#### a. Batang Desak

Dari aplikasi program SAP 90 didapatkan batang yang mengalami pembebanan terbesar adalah batang 7 dan batang 3 sebesar 2,08 satu satuan.

Dan dari perhitungan rangka sebagai Truss didapat:

$$F_a = 16,616 \text{ kg/mm}^2 \text{ dan } F_a - 18,034 \text{ kg/mm}^2$$

Batang 7

$$\begin{aligned} P_{ijin} &= F_a \cdot A_g \\ &= 18,034 \cdot 713,6 \\ &= 12869,062 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$P_{analitis} = \frac{P_{ijin}}{P_{batas\ maksimum}}$$



$$= \frac{12869,062}{2,08}$$

$$= 6187,049 \text{ kg}$$

batang 3

$$P_{ijin} = F_a \cdot A_g$$

$$= 16,616 \cdot 713,6$$

$$= 11857,178 \text{ kg}$$

$$P_{analitis} = \frac{P_{ijin}}{P_{satu\ satuan}}$$

$$= \frac{11857,178}{2,08}$$

$$= 5700,566 \text{ kg}$$

untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.17

**Tabel 5.17. Beban desak analitis pada batang**

Batang	$P_{satu\ satuan}$	$F_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$A_g$ (mm <sup>2</sup> )	$P_{ijin}$ (kg)	$P_{analitis}$ (kg)
3	2,08	16,616	713,6	11857,178	5700,566
5	1,00	18,111	713,6	12924,009	12924,009
7	2,08	18,034	713,6	12869,062	6187,049
8	1,92	18,278	713,6	13043,181	6793,323
9	1,92	18,278	713,6	13043,181	6793,323

#### b. Batang Tarik

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan batang yang mengalami pembebanan terbesar adalah batang 2 sebesar 1,46 satu satuan dan dari perhitungan rangka sebagai truss didapatkan:

$$\begin{aligned}
 P_{ijin} &= 0,5 \cdot Fu \cdot Ac \\
 &= 0,5 \cdot 64,407 \cdot 713,6 \\
 &= 22979,954 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{analitis} &= \frac{P_{ijin}}{P_{satu\ satuan}} \\
 &= \frac{22979,954}{1,46} \\
 &= 15739,694 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{ijin} &= 0,6 \cdot Fy \cdot Ag \\
 &= 0,6 \cdot 30,5 \cdot 713,6 \\
 &= 13058,88 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{analitis} &= \frac{P_{ijin}}{P_{satu\ satuan}} \\
 &= \frac{13058,88}{1,46} \\
 &= 8944,438 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.18

**Tabel 5.18 Beban tarik analitis pada batang**

Batang	$P_{satu\ satuan}$	$0,5 \cdot Fu \cdot Ac$ (kg)	$P_{analitis}$ (kg)	$0,6 \cdot Fy \cdot Ag$ (kg)	$P_{analitis}$ (kg)
1	1,42	22979,954	16183,066	13058,88	9196,394
2	1,46	22979,954	15739,694	13058,88	8944,438
4	0,72	22979,954	32366,132	13058,88	18137,333
6	0,72	22979,954	35353,775	13058,88	18137,333

Jadi  $P_{analitis} = 5700,566$

## 2. Rangka Kedua

### a. Batang Desak

Dari perhitungan program SAP 90 didapatkan batang yang mengalami pembebanan terbesar adalah batang 7 sebesar 2,17 satu satuan. Dan dari perhitungan rangka sebagai Truss didapat:

$$F_a = 18,034 \text{ kg/mm}^2$$

$$\begin{aligned} P_{ijin} &= F_a \cdot A_g \\ &= 18,024 \cdot 713,6 \\ &= 12869,062 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{analitis} &= \frac{P_{ijin}}{P_{satu\ satuan}} \\ &= \frac{12869,062}{2,18} \\ &= 5903,239 \text{ kg} \end{aligned}$$

untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.19

**Tabel 5.19 Beban desak analitis pada batang**

Batang	P <sub>satu satuan</sub>	F <sub>a</sub> (kg/mm <sup>2</sup> )	A <sub>g</sub> (mm <sup>2</sup> )	P <sub>ijin</sub> (kg)	P <sub>analitis</sub> (kg)
3	2,16	18,034	713,6	12869,062	5957,899
5	1,00	18,110	713,6	12923,296	12923,296
7	2,18	18,034	713,6	12869,062	5903,339
8	2,04	18,103	713,6	12418,301	6332,500
9	2,04	18,105	713,6	12919,728	6332,500

### b. Batang Tarik

Dari perhitungan program SAP 90 didapatkan batang yang mengalami pembebanan terbesar adalah batang 2 sebesar 1.66 satu satuan dan dari perhitungan rangka sebagai truss didapatkan:

$$\begin{aligned} P_{ijin} &= 0,5 \cdot Fu \cdot Ae \\ &= 0,5 \cdot 64,407 \cdot 713,6 \\ &= 22979,954 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{analitis} &= \frac{P_{ijin}}{P_{satu\ satuan}} \\ &= \frac{22979,954}{1,66} \\ &= 13843,356 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{ijin} &= 0,6 \cdot Fy \cdot Ag \\ &= 0,6 \cdot 30,5 \cdot 713,6 \\ &= 13058,88 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{analitis} &= \frac{P_{ijin}}{P_{satu\ satuan}} \\ &= \frac{13058,88}{1,66} \\ &= 7866,795 \text{ kg} \end{aligned}$$

untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.20

Tabel 5.21 Beban desak analitis pada batang

Batang	$P_{\text{satu satuan}}$	$F_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$A_g$ (mm <sup>2</sup> )	$P_{\text{ijin}}$ (kg)	$P_{\text{analitis}}$ (kg)
3	2,13	17,998	713,6	12843,373	6029,753
5	1,00	18,090	713,6	12909,738	12909,738
7	2,14	17,998	713,6	12843,373	6000,576
8	1,98	18,103	713,6	12919,014	6524,754
9	1,98	18,106	713,6	12920,442	6524,754

## b. Batang Tarik

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan batang yang mengalami pembebanan terbesar adalah batang 2 sebesar 1,57 satu satuan dan dari perhitungan rangka sebagai truss didapatkan:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ijin}} &= 0,5 \cdot F_u \cdot A_e \\
 &= 0,5 \cdot 64,407 \cdot 713,6 \\
 &= 22979,954 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{analitis}} &= \frac{P_{\text{ijin}}}{P_{\text{satu satuan}}} \\
 &= \frac{22979,954}{2} \\
 &= 11489,977 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ijin}} &= 0,6 \cdot F_y \cdot A_g \\
 &= 0,6 \cdot 30,5 \cdot 713,6 \\
 &= 13058,88 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{analitis}} &= \frac{P_{\text{ijin}}}{P_{\text{batas peruntuan}}} \\
 &= \frac{13058,88}{2} \\
 &= 6529,44 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.22

**Tabel 5.22 Beban tarik analitis pada batang**

Batang	$P_{\text{batas satuan}}$	$0,5 \cdot F_u \cdot A_e$ (kg)	$P_{\text{analitis}}$ (kg)	$0,6 \cdot F_y \cdot A_g$ (kg)	$P_{\text{analitis}}$ (kg)
1	1,47	16682,397	11348,569	13058,88	8833,592
2	1,57	16682,397	10625,730	13058,88	8317,758
4	0,74	16682,397	22543,779	13058,88	17647,135
6	0,61	16682,397	27348,191	13058,88	21408

Jadi  $P_{\text{analitis}} = 6000,576 \text{ kg}$

#### 4. Rangka Keempat

##### a. Batang Desak

Dari hasil aplikasi program SAP 90 didapatkan batang yang mengalami pembebanan terbesar adalah batang 7 sebesar 2,03 satu satuan. Dan dari perhitungan rangka sebagai Truss didapat:

$$F_a = 18,000 \text{ kg/mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ijin}} &= F_a \cdot A_g \\
 &= 18,000 \cdot 713,6 \\
 &= 12844,8 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{analitis}} &= \frac{P_{\text{ijin}}}{P_{\text{satu satuan}}} \\
 &= \frac{12844,8}{2,04} \\
 &= 6296,470 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

untuk perhitungan selanjutnya ada pada tabel 5.23

**Tabel 5.23 Beban desak analitis pada batang**

Batang	$P_{\text{satu satuan}}$	$F_a$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$A_g$ (mm <sup>2</sup> )	$P_{\text{ijin}}$ (kg)	$P_{\text{analitis}}$ (kg)
3	2,01	18,000	713,6	12844,8	6538,818
5	1,00	18,000	713,6	12894,752	12894,752
7	2,04	18,000	713,6	12844,8	6296,470
8	1,84	18,083	713,6	12904,029	7013,592
9	1,84	18,014	713,6	12919,014	7013,592

#### b. Batang Tarik

Dari aplikasi program SAP 90 didapatkan batang yang mengalami pembebanan terbesar adalah batang 2 sebesar 1,40 satu satuan dan dari perhitungan rangka sebagai truss didapatkan:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ijin}} &= 0,5 \cdot F_u \cdot A_e \\
 &= 0,5 \cdot 64,407 \cdot 713,6 \\
 &= 22979,954 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{analitis}} &= \frac{P_{\text{ijin}}}{P_{\text{satu satuan}}} \\
 &= \frac{22979,954}{1,40}
 \end{aligned}$$

$$= 16414,253 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} P_{ijin} &= 0,6 \cdot F_y \cdot A_g \\ &= 0,6 \cdot 30,5 \cdot 713,6 \\ &= 13058,88 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{analitis} &= \frac{P_{ijin}}{P_{satu \text{ satuan}}} \\ &= \frac{13058,88}{1,40} \end{aligned}$$

$$= 9327,771 \text{ kg}$$

untuk perhitungan yang lain ada pada tabel 5.24

Tabel 5.24 Beban tarik analitis pada batang

Batang	$P_{satu \text{ satuan}}$	$0,5 \cdot F_u \cdot A_e$ (kg)	$P_{analitis}$ (kg)	$0,6 \cdot F_y \cdot A_g$ (kg)	$P_{analitis}$ (kg)
1	1,32	15291,878	11584,756	13058,88	9893,091
2	1,40	15291,878	10922,77	13058,88	9327,771
4	0,74	15291,878	20664,7	13058,88	17647,135
6	0,65	15291,878	23525,966	13058,88	20090,584

$$\text{Jadi } P_{analitis} = 6296,470 \text{ kg}$$

## 5.4 PEMBAHASAN

### 5.4.1 Perbandingan Kapasitas Beban Rangka Batang Berdasarkan Hasil Analitis dengan Hasil Pengujian

Dengan mengamsumsikan rangka batang sebagai truss dan dengan aplikasi program SAP90 kita mendapatkan beban  $P_{analitis}$  yang mampu ditahan oleh rangka. Jadi hal ini berbeda dengan kondisi sebenarnya dilapangan, yaitu kondisi angka adalah frame dengan adanya eksentrisitas pembebanan dan



eksentrisitas perletakan rol. Juga dengan menganggap plat sambung memenuhi sarat tebal minimal yaitu setebal profil yang disambung.

Agar lebih jelasnya kapasitas beban berdasarkan analitis dengan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.26.

Tabel 5.26. Perbandingan kapasitas beban *P aksial* antara analitis dengan pengujian

Benda Uji	Jenis Sambungan	Berdasarkan Teori (kg)	Berdasarkan Pengujian (kg)	Selisih Pembebanan	
				Kg	%
Rangka I	Las lemah	5700,566	4700	1000,566	21,276
Rangka II	Las kuat	5903,239	4633,33	1270	27,41
Rangka III	Baut ¼ in	6000,576	4400	1600,576	36,376
Rangka IV	Baut ¾ in	6296,470	4183,33	2113	50,51

#### 5.4.2 Perbandingan Lendutan Yang Terjadi Pada Rangka Batang Berdasar Hasil Pengujian dan Analitis

Menurut peraturan AISC kriteria lendutan ijin maksimal yang terjadi sebesar  $L/360$ . Untuk ledutan hasil perhitungan atau analitis semua kurang dari lendutan ijin maksimal. Begitu juga dengan pembebanan hasil pengujian, lendutan masih kurang dari lendutan ijinmaksimal. Namun kondisi pengujian, lendutan justru sangat besar bedanya dengan lendutan analitis. Untuk lebih jelasnya ditabelkan pada tabel 5.27.

Tabel 5.27. Perbandingan lendutan antara analitis dengan pengujian

Benda Uji	Jenis Sambungan	Berdasar analitis beban 10.000 kg (mm)			Berdasar pengujian Beban 10.000 kg (mm)			Beban Puji dengan kondisinya berdasar aplikasi program SAP90		
		Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III	Dial I	Dial II	Dial III
Rangka I	Las (lemah)	0,148	0,136	0,065	5,78	5,73	-	4,092	3,895	0,8129
Rangka II	Las (kuat)	0,167	0,155	0,074	4,96	6,22	0,30	3,840	3,646	0,969
Rangka III	Baut ¼ in	0,156	0,144	0,071	17,64	12,69	-	2,662	2,487	0,886
Rangka IV	Baut ¾ in	0,142	0,136	0,062	14,970	14,320	5,251	3,277	3,091	0,745

Sehingga menurut pembacaan dial pada pengujian, lendutan yang terjadi pada rangka I, II, III, dan IV semua lebih besar dari lendutan ijin maksimal. Dimana,

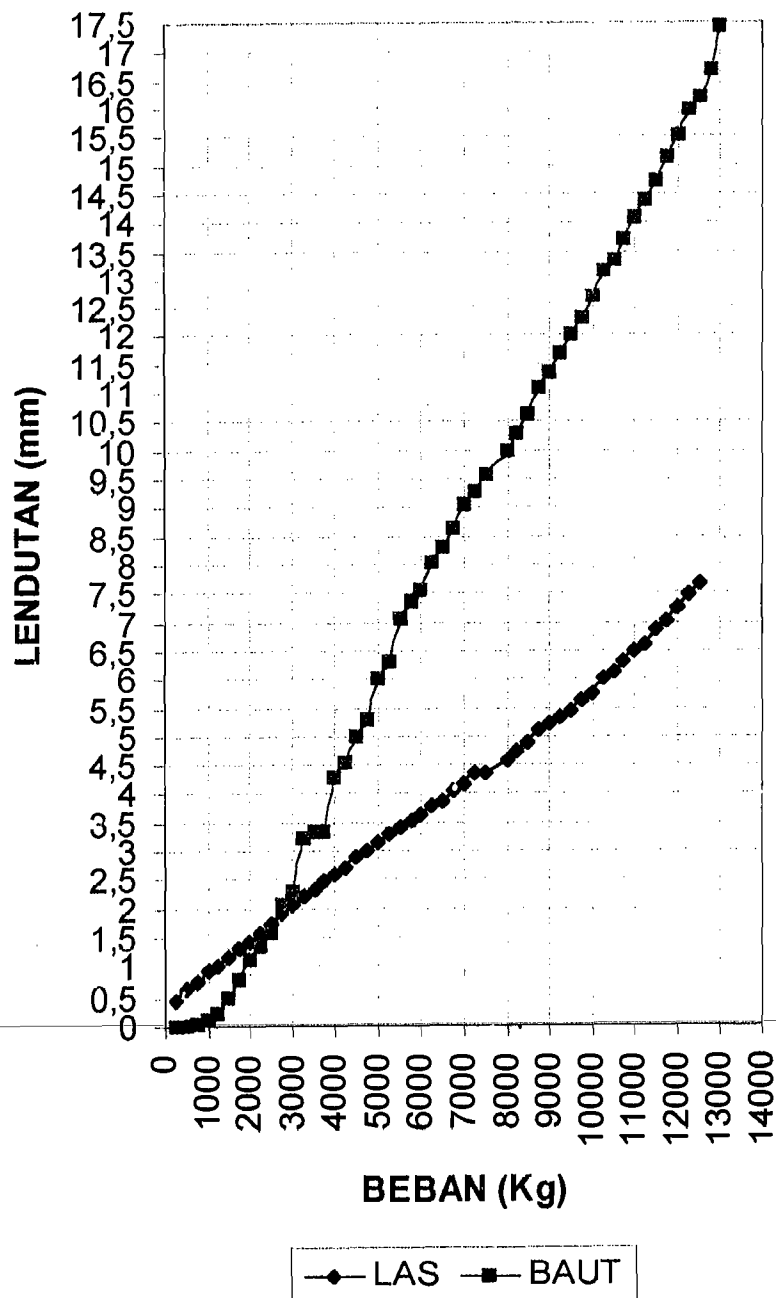
$$\Delta = \frac{L}{360} \quad \text{dengan } L \text{ adalah panjang bentang (mm).}$$

#### 5.4.3 Perbandingan lendutan yang terjadi antara sambungan baut dan las

Dengan melihat tabel 5.27, kita berusaha mencoba akan *membandingkan* kondisi kekuatan rangka dengan sambungan baut dan sambungan las. Perbandingan ini kita hanya mengambil satu sampel untuk las (sampel III), dan satu sampel untuk baut (sampel I). Sedangkan data, diambilkan dari dial II dari kedua sampel tersebut.

Perbandingan dimaksud dapat diperlihatkan dalam gambar berikut ini (gambar 5.1), dimana penggambarannya menggunakan program *MS-Excel*.

## GRAFIK HUBUNGAN LENDUTAN DAN BEBAN PADA Sampel I & III



Gambar 5.1 Grafik Hubungan lendutan dan beban pada sampel I dan III

Dari gambar 5.1. yang digambarkan oleh grafik 5.1 sampai dengan 5.4, maka terjadi perbedaan yang sangat mencolok antara sambungan baut dengan sambungan las hal itu disebabkan oleh :

1. Asumsi rangka sebagai truss pada waktu perhitungan beban  $P$  aksial berdasar teori, sementara yang terjadi sesungguhnya adalah rangka kondisi frame karena adanya eksentrisitas pembebanan dan eksentrisitas perletakan yang menyebabkan terjadinya momen. Sehingga kerusakan rangka diakibatkan oleh beban  $P$  aksial dengan terjadinya momen.
2. Ketebalan plat pada asumsi awal yang mempunyai tebal sesuai dengan perencanaan, tetapi tebal plat kenyataannya tidak memenuhi syarat tebal minimal yang diperbolehkan.
3. Kurang memenuhinya kondisi peralatan di laboratorium yang digunakan dalam pengujian.
4. Kekurangan efektifan dari yang memberikan bantuan pembacaan data atau grafik yang ada pada peralatan pengujian.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Selisih antara kapasitas beban  $P$  aksial rangka batang yang didapat dengan analitis yang mengamsumsikan tidak adanya eksentrisitas atau rangka dianggap sebagai truss dengan kondisi nyata dilapangan justru sangat besar. Hal ini disebabkan asumsi rangka sebagai truss berarti rangka tidak mengalami momen sebaliknya dengan kondisi nyata yang mengalami momen.

---

2. Tebal plat yang dipakai dalam penyambungan harus setebal profil yang disambung sehingga bila dibebani akan mampu menahan beban sampai maksimal, jadi tidak rusak dulu platnya. Lendutan yang terjadi dilapangan, dengan membaca dial yang terpasang ternyata tidak akurat akibat kurang

3. Dalam perhitungan dengan analitis ternyata beban P aksial yang mampu ditahan oleh rangka dengan sambungan baut ternyata lebih besar dibanding oleh rangka dengan sambungan las.

## 6.2. SARAN-SARAN

Dari pengalaman selama melaksanakan penelitian di Laboratorium dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan benda uji perlu diperhatikan antara lain:  
Gunakan tukang las yang mengerti dan paham struktur rangka baja sehingga dalam pengelasan betul-betul sesuai pesanan dan perlu dikontrol hasilnya.
2. Perlu diadakan pengetesan dahulu terhadap bahan pembuat rangka sebelum melakukan perencanaan, karena dilapangan susah mendapatkan mutu profil, mutu baut dan mutu plat yang diketahui. Hal ini untuk mempermudah perencanaan karena kita sudah mengetahui mutu masing-masing bahan.
3. Perlu adanya tempat khusus dial sehingga dalam melakukan percobaan tidak takut akan terjadi kerusakan pada dial.
4. Perlu adanya alat perata beban yang berfungsi meratakan terhadap struktur.
5. Perlu adanya perletakan sendi rol yang baku, dimana perletakaunya berfungsi dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, J.E., 1985, **DESAIN BAJA KONSTRUKSI**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
2. Spiegel Leonard and Limbrunner, George, F, 1991, **DESAIN BAJA STRUKTURAL TERAPAN**, Penerbit PT. Eresco, Bandung.
3. Salmon, C.G and Jhonson, J.E., 1990, **DESAIN DAN PERILAKU STRUKTUR BAJA**, Edisi ke I, Penerbit Erlangga, Jakarta.
4. Salmon, C.G and Jhonson, J.E., 1991, **DESAIN DAN PERILAKU STRUKTUR BAJA**, Edisi ke II, Penerbit Erlangga, Jakarta.
5. Paguyuban Dosen Baja Yogyakarta, 1994, **BAHAN KULIAH PENGETAHUAN DASAR STRUKTUR BAJA**, PT Nafiri, Yogyakarta.

LAN IRAN

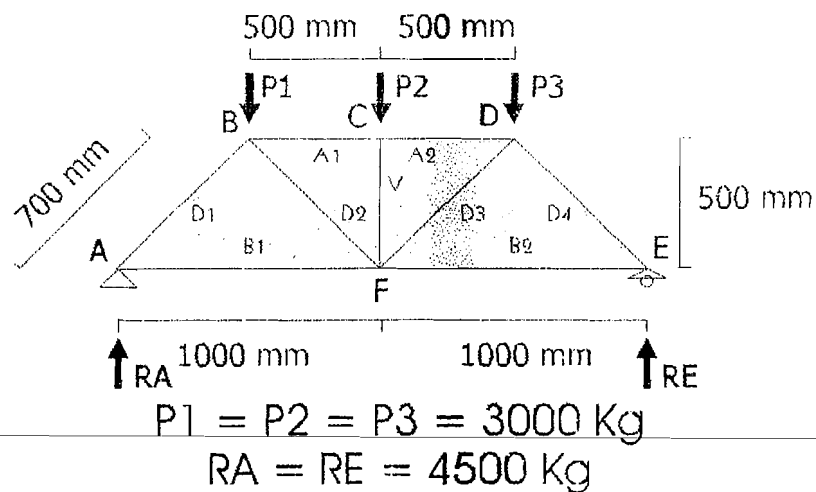


## A. PERENCANAAN BENDA UJI RANGKA

### A.1 Perencanaan rangka dengan sambungan baut

Dalam perhitungan gaya-gaya batang yang bekerja pada rangka, digunakan metode "CREMONA". Beban yang direncanakan akan merusakkan sambungan sebesar  $P_1=P_2=P_3= 3000 \text{ Kg}$ .

Tabel A.1 Tabel hasil cremona dengan pembebanan 3000 Kg



Batang	Gaya Batang ( Kg/mm )	
	Tarik (+)	Tekan (-)
D1 = D4	-	6330
D2 = D3	2130	-
V	-	3000
B1 = B2	4410	-
A1 = A2	-	5970

Tabel by 91-310

**A.1.1. Perencanaan rangka dengan sambungan baut sampel pertama**

Dipakai :

Profil 2L 40 x 40 x 4 (mm)

Profil mempunyai A Bruto = 308 mm<sup>2</sup>

Tebal plat dipakai 0,4 Cm = 4 mm

$r_x = 12,1$  mm

$r_y = 18,2$  mm

diameter ( $\varnothing$ ) baut = 0,5 in = 1,27 Cm = 12,7 mm

A bruto = 2 . A = 2 . 3,08 = 6,16 Cm<sup>2</sup> = 616 mm<sup>2</sup>

A lubang = ( 1/8' +  $\varnothing$  baut ) . tp  
= ( 0,3175 + 1,27 ) . 0,4 = 63,5 mm<sup>2</sup>

A netto = A bruto - A lubang =  
= 6,16 - 0,635 = 5,525 mm<sup>2</sup>

A efektif = 0,85 . An = 0,85 . 5,525 = 469,6 mm<sup>2</sup>

Pada perhitungan ini digunakan r yang terkecil, yaitu  $r_x = 12,1$  mm

*Gaya tumpu pada alat sambung*

P1 baut = 2 .  $\varnothing$  . tp . 1,5 . Fu  
= 2 . 1,27 . 0,4 . 1,5 . 4150 = 6324,6 Kg

*Gaya geser pada baut*

P1 baut =  $\frac{1}{2}$  .  $\pi$  .  $\varnothing^2$  . 0,4 . Fy  
=  $\frac{1}{2}$  .  $\pi$  . 1,27<sup>2</sup> . 0,4 . 2400 = 2432,2 Kg

Digunakan yang terkecil untuk perencanaan, P1 baut = 2432,2 Kg

Perencanaan letak baut,

$$1,5 \cdot \varnothing \leq S1 \leq 3 \cdot \varnothing \text{ atau } 6 \text{ tp}$$

$$S1 = 2 \cdot \varnothing = 2 \cdot 1,27 = 25,4 \text{ mm} \quad \text{diambil } 25 \text{ mm}$$

$$2,5 \cdot \varnothing \leq S \leq 7 \cdot \varnothing \text{ atau } 6 \text{ tp}$$

$$S = 4 \cdot \varnothing = 4 \cdot 1,27 = 50,8 \text{ mm} \quad \text{diambil } 50 \text{ mm}$$

*Analisis Profil / batang*

1. Batang bawah tarik (B1 = B2)

$$L = 1000 \text{ mm} \quad T = 4410 \text{ Kg}$$

$$r \text{ min} = L / 300 = 1000 / 300 = 3,33 \text{ mm}$$

$$r = 12,1 \text{ mm} > 3,33 \text{ mm}$$

kontrol kekuatan profil

$$T = 0,6 \cdot F_y \cdot A_g = 0,6 \cdot 24 \cdot 616 = 8870,4 \text{ Kg} > 4410 \text{ Kg}$$

$$T = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e = 0,5 \cdot 41,50 \cdot 469,6 = 97441,2 \text{ Kg} > 4410 \text{ Kg}$$

2. Batang diagonal desak (D1 = D4)

$$P = 6330 \text{ Kg} \quad L = 700 \text{ mm}$$

$$r \text{ min} L / 200 = 700 / 200 = 3,5 \text{ mm}$$

$$r = 12,1 \text{ mm} > 3,5 \text{ mm}$$

$$\frac{KL}{r} = \left[ \frac{(1 \cdot 700)}{12,1} \right] = 57,8512$$

$$C_c = 6400 / \sqrt{F_y} = 6400 / \sqrt{24,00} = 130,6394$$

$KL / r < C_c$ , maka

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \left( \frac{KL}{r} \right) - \left[ \frac{1}{8} \cdot \left( \frac{KL}{r} \right)^3 \right]$$

$$= \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \left( \frac{57,8512}{13063,94} \right) - \left[ \frac{1}{8} \left( \frac{57,8512}{13063,94} \right)^3 \right] = 1,8176$$

$$F_a = \frac{F_y}{F_s} \left[ 1 - \left( \frac{\left( \frac{KL}{r} \right)^2}{2C_c^2} \right) \right] = \frac{2400}{1,8178} \left( 1 - \frac{(57,8512)^2}{2 \cdot 130,6394^2} \right) = 1189,3924 \text{ kg/mm}^2$$

Kontrol kekuatan profil

$$P = F_a \cdot A_g = 1189,3924 \cdot 6,16$$

$$= 7326,657 \text{ Kg} > 6330 \text{ Kg} \quad \text{Aman.....!}$$

### 3. Batang vertikal desak ( V )

$$T = 3000 \text{ Kg} \quad L = 500 \text{ mm}$$

$$r_{\min} = L / 200 = 500 / 200 = 2,5 \text{ mm}$$

$$r = 12,1 \text{ mm} > 2,5 \text{ mm}$$

$$KL / r = 1 \cdot 50 / 12,1 = 403,226$$

$$C_c = 1306,394$$

$KL / r < C_c$ , maka

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \left( \frac{40,3226}{130,6394} \right) - \frac{1}{8} \cdot \left( \frac{40,3226}{130,6394} \right)^3 = 1,753$$

$$F_a = \frac{240}{1,753} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{40,3226}{2 \cdot 130,6394} \right)^2 \right] = 13625,65 \text{ kg/mm}^2$$

Kontrol kekuatan profil

$$P = F_a \cdot A_g$$

$$P = 13625,65 \cdot 6,16 = 8393,400 \text{ Kg} > 3000 \text{ Kg} \quad \text{Aman.....!}$$

4. Batang diagonal tarik ( D2 = D3 )

$$T = 2130 \text{ Kg} \quad L = 700 \text{ mm}$$

$$r_{\min} = L / 300 = 700 / 300 = 2,333 \text{ mm}$$

$$r = 12,1 \text{ mm} > 2,333 \text{ mm}$$

Kontrol tegangan profil

$$T = 0,6 \cdot F_y \cdot A_g = 0,6 \cdot 2400 \cdot 6,16 = 8870,4 \text{ Kg} > 2130 \text{ Kg}$$

$$T = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e = 0,5 \cdot 4150 \cdot 4,696 = 9744,2 \text{ Kg} > 2130 \text{ Kg}$$

5. Batang atas desak ( A1 = A2 )

$$P = 5970 \text{ Kg} \quad L = 500 \text{ mm}$$

$$r_{\min} = L / 200 = 500 / 200 = 2,5 \text{ mm}$$

$$r = 12,1 \text{ mm} > 2,5 \text{ mm}$$

$$KL / r = 1 \cdot 50 / 12,1 = 403,226$$

$$C_c = 130,6394$$

$$F_s = 1,753 \text{ ( perhitungan ad.3 )}$$

$$F_a = 13625,65 \text{ Kg/mm}^2 \text{ ( perhitungan ad.3 )}$$

Kontrol kekuatan profil

$$P = F_a \cdot A_g$$

$$P = 13625,65 \cdot 61,6 = 8393,400 \text{ Kg} > 5970 \text{ Kg} \quad \text{Aman....!}$$

### A.1.2 Perencanaan rangka dengan sambungan baut sampel kedua

Dengan mengacu pada hasil perhitungan di depan, yaitu kapasitas tarik profil maksimal 8870,4 Kg dan kapasitas desak profil maksimal 8393,400 Kg, maka untuk merusakkan profil sebelum sambungan harus dinaikkan pembebanannya. Pembebanan tersebut dinaikkan menjadi  $P_1 = P_2 = P_3 = 7000 \text{ Kg}$ . Dengan asumsi batang A1, A2 dan D2, D4 rusak oleh gaya batang desak sedangkan batang B1, B2 rusak oleh gaya batang tarik. Untuk itu diperlukan besarnya gaya batang yang terjadi.

Profil 2L 40 X 40 X 4 (mm)

Tebal plat 4 mm

Diameter ( $\varnothing$ ) baut diambil  $\frac{3}{4}$  in (19,05 mm)

A bruto 30,8 mm

$$2. A \text{ bruto} = 2 \cdot 30,8 \text{ mm}^2 = 61,6 \text{ mm}^2$$

$$A \text{ lubang} = (1/8 + \varnothing \text{ baut}) \cdot t$$

$$= (0,3175 + 1,905) \cdot 4 = 8,89 \text{ mm}^2$$

$$A \text{ netto} = A \text{ bruto} - A \text{ lubang}$$

$$= 61,6 - 8,89 = 52,71 \text{ mm}^2$$

$$A_e = 0,85 \cdot 52,71 = 44,84 \text{ mm}^2$$

$$r_x = 12,1 \text{ mm}$$

$$r_y = 18,2 \text{ mm}$$

diambil yang terkecil untuk perencanaan,  $r_x = 12,1 \text{ mm}$

Gaya tumpu pada alat sambung

$$P1 \text{ baut} = 2 \cdot \phi \cdot t \cdot 1,5 \cdot F_u$$

$$= 2 \cdot 1,905 \cdot 0,4 \cdot 1,5 \cdot 4150 = 9486,9 \text{ Kg}$$

gaya geser pada baut

$$P1 \text{ baut} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \phi^2 \cdot 0,4 \cdot F_y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot 1,905^2 \cdot 0,4 \cdot 2400 = 5472,440 \text{ Kg}$$

Pedoman perletakan baut

$$1,5 \cdot \phi \leq S1 \leq 3 \cdot \phi \text{ atau } 6 \text{ tp}$$

$$S1 = 1,7 \cdot \phi = 1,7 \cdot 1,905 = 32,385 \text{ mm}$$

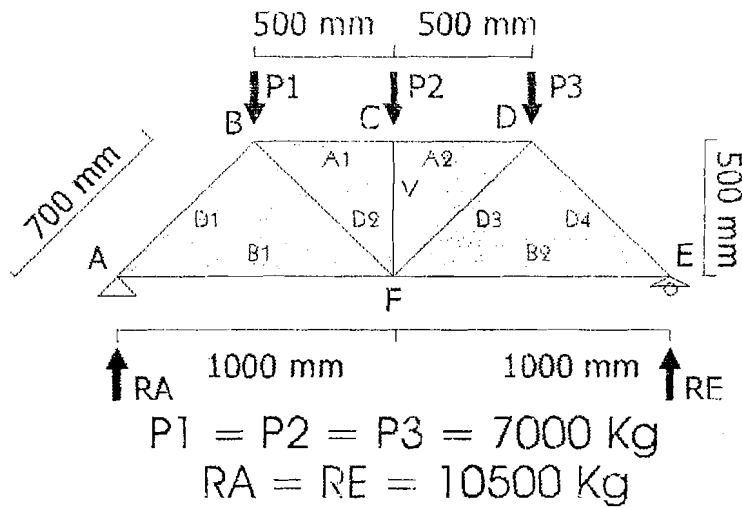
S1 diambil 35 mm

$$2,5 \cdot \phi \leq S \leq 7 \cdot \phi \text{ atau } 14 \text{ tp}$$

$$S = 5 \cdot \phi = 5 \cdot 1,905 = 95,25 \text{ mm}$$

S diambil 95 mm

Tabel A.2 hasil metode cremona pembebanan 7000Kg



Batang	Gaya Batang ( Kg/mm )	
	Tarik ( + )	Tekan ( - )
D1 = D4	-	14770
D2 = D3	4970	-
V	-	7000
B1 = B2	10290	-
A1 = A2	-	13930

Tabel B. 91-310 035

*Analisis kapasitas profil*

1. Batang bawah tarik ( B1 = B2 )

$T = 10290 \text{ Kg}$      $L = 1000 \text{ mm}$

$2A \text{ profil} = 61,6 \text{ mm}$

$A_{\text{netto}} = 52,71 \text{ mm}^2$      $A_e = 44,84 \text{ mm}^2$



$$r_{\min} = L / 300 = 100 / 300 = 0,333 < r_{\min}$$

dipakai  $r = 12,1 \text{ mm}$

Kontrol tegangan profil

$$T = 0,6 \cdot F_y \cdot A_g = 0,6 \cdot 2400 \cdot 61,6 = 8870,4 \text{ Kg} < 10290 \text{ Kg}$$

$$T = 0,5 \cdot F_y \cdot A_e = 0,5 \cdot 4150 \cdot 44,84 = 9304,3 \text{ Kg} < 10290 \text{ Kg} \quad \text{Rusak....!}$$

2. Batang diagonal desak ( D1 = D4 )

$$P = 14770 \text{ Kg} \quad L = 700 \text{ mm}$$

Kontrol tegangan profil

$$P = F_a \cdot A_g = 1189,3924 \cdot 61,6 = 73266,57 \text{ Kg} < 14770 \text{ Kg} \quad \text{Rusak....!}$$

3. Batang vertikal desak ( V )

$$P = 7000 \text{ Kg} \quad L = 500 \text{ mm}$$

Kontrol tegangan profil

$$P = F_a \cdot A_g = 1189,3924 \cdot 61,6 = 73266,57 > 7000 \text{ Kg} \quad \text{Tidak rusak}$$

4. Batang diagonal tarik ( D2 - D3 )

$$T = 4970 \text{ Kg} \quad L = 700 \text{ mm}$$

Kontrol tegangan profil

$$T = 0,6 \cdot F_y \cdot A_g = 0,6 \cdot 2400 \cdot 61,6 = 88704 \text{ Kg} > 4970 \text{ Kg}$$

$$T = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e = 0,5 \cdot 4150 \cdot 44,84 = 93043,19 \text{ Kg} > 4970 \text{ Kg} \quad \text{Tidak rusak}$$

5. Batang atas desak ( A1 = A2 )

$$P = 13930 \text{ Kg} \quad L = 500 \text{ mm}$$

Kontrol tegangan profil

$$P = F_a \cdot A_g = 1189,3924 \cdot 61,6 = 73266,57 \text{ Kg} < 13930 \text{ Kg} \quad \text{rusak....!}$$

## A.2 Perencanaan rangka dengan sambungan las

Dalam hal ini digunakan profil 2L 40 X 40 X 4 (mm). Tebal plat 4 mm, karena tebal plat  $\leq \frac{1}{4}$  maka menurut AISC dipakai tebal efektif las sama dengan tebal plat ( $t_e = a = 4$  mm). Asumsi digunakan las E 60 dengan proses pengelasan SMAW, maka kapasitas las per centimeter (RW) adalah,  $RW = a \cdot 0,30 \cdot F_u = 0,40 \cdot 0,30 \cdot 4150 = 498$  Kg/Cm, dengan tidak melampaui RW maks. Di mana  $RW$  maks  $= 0,40 \cdot F_y \cdot t_e = 0,40 \cdot 2400 \cdot 4 = 3840$  Kg/Cm.

### A.2.1 Perencanaan sambungan las sampel pertama

#### 1. Join A = join E

Beban 6330 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 6330}{384} = 84,2 \text{ mm} \quad , \text{ diambil } 90 \text{ mm}$$

untuk  $LW_2 = 40$  mm (lebar profil)

maka  $LW_1 = LW_3 = 25$  mm

beban 4410 Kg

$$LW = \frac{1}{2} \cdot 4410 = 57 \text{ mm} \text{ diambil } 60 \text{ mm, maka } LW_1 - LW_3 = 30 \text{ mm}$$

#### 2. Join B = join D

Beban 5970 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 5970}{384} = 77 \text{ mm} \quad , \text{ diambil } 80 \text{ mm}$$

ambil  $LW_2 = 40$  mm, maka

$$LW1 = LW3 = 20 \text{ mm}$$

Beban 2130 Kg ✓

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2130}{384} = 27 \text{ mm} \quad , \text{ diambil } 30 \text{ mm}$$

maka LW1 = LW3 = 15 mm

beban 6330 Kg ✓

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 6330}{384} = 82,42 \text{ mm} \quad , \text{ diambil } 90 \text{ mm}$$

LW2 = 40 mm, maka

LW1 = LW3 25 mm

### 3. Join C

Beban 3000 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 3000}{384} = 39 \text{ mm} \quad , \text{ diambil } 40 \text{ mm}$$

Maka LW1 = LW3 = 20 mm

### 4. Join F

Beban 3000 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 3000}{384} = 39 \text{ mm} \quad , \text{ diambil } 40 \text{ mm}$$

maka LW1 = LW3 = 20 mm

Beban 2130 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2130}{384} = 27,7 \text{ mm} \quad , \text{ diambil } 30 \text{ mm}$$

maka,

$$LW1 = LW3 = 15 \text{ mm}$$

### A.2.2 Perencanaan rangka dengan sambungan las sampel kedua

Pada perencanaan ini diambil tebal efektif las, sama dengan tebal plat 4 mm.

Untuk pengelasan digunakan sistem *SMAW*. Asumsi pengelasan menggunakan elektroda *E 60*. Kapasitas las tiap profil dihitung sebagai berikut,

$$RW = a \cdot 0,3 \cdot Fu = 4 \cdot 0,30 \cdot 4150 = 4980 \text{ Kg/mm}$$

$$RW \text{ maks} = 4 \cdot Fy \cdot t = 4 \cdot 2400 \cdot 4 = 38400 \text{ Kg/mm}$$

1. Join A = join E

Beban 14770 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 1470}{384} = 192,3 \text{ mm diambil } 200 \text{ mm}$$

$$LW1 = LW3 = 80 \text{ mm}$$

$$LW2 = 40 \text{ mm}$$

Beban 10290 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 10290}{384} = 133 \text{ mm diambil } 150 \text{ mm}$$

$$LW1 = LW3 = 75 \text{ mm}$$

2. Join B = join D

Beban 13930 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 13930}{384} = 181,38 \text{ mm diambil } 200 \text{ mm}$$

$$LW1 = LW3 = 80 \text{ mm}$$

$$LW2 = 40 \text{ mm}$$

Beban 14770 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 14770}{384} = 192 \text{ mm diambil } 200 \text{ mm}$$

$$LW1 = LW3 = 80 \text{ mm}$$

$$LW2 = 40 \text{ mm}$$

Beban 4970 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 4970}{384} = 64,7 \text{ mm diambil } 80 \text{ mm}$$

$$LW1 = LW3 = 40 \text{ mm}$$

3. Join C

Beban 7000 Kg

$$LW = \frac{\frac{1}{2} \cdot 7000}{384} = 91,1 \text{ mm diambil } 100 \text{ mm}$$

$$LW1 = LW3 = 50 \text{ mm}$$

4. Join F

Beban 7000 Kg

$$LW = \frac{1}{2} \cdot 7000 = 3500$$

*911 mm diambil 100 mm*

LW1 = LW3 = 50 mm

Beban 4970 Kg

$$LW = \frac{1}{2} \cdot 4970 = 2485$$

*63,9 mm diambil 80 mm*

LW1 = LW3 = 40 mm

		X
		$D_2 = D_4$
		$D_1 = D_3$
		$B_1 = B_2$
		$A_1 = A_2$
← GAYA BATANG (kg)	← TEGANG (kg)	TANK (+) (kg)





PENGUJIAN PERTAMA  
 C SATUAN KG-MM  
 SYSTEM  
 L=1

JOINTS

X=0

Y=0

Z=0

Y=1005

Y=1005+1031

Y=498

Y=498+507

Y=498+507+505

RESTRAINTS

R=1,0,0,0,1,1

R=1,1,1,0,1,1

R=1,0,1,0,1,1

: BIDANG 2D Y-Z  
 : TUMPUAN SENDI  
 : TUMPUAN ROL

FRAME

NM=1

C ELEMEN RANGKA

A=713.6  
 E=2.1E4

1,1,2

M=1 LP=3

: BAWAH

2,2,3

: BAWAH

3,1,4

: DIAGONAL KIRI LUAR

4,2,4

: DIAGONAL KIRI DALAM

5,2,5

: VERTIKAL

6,2,6

: DIAGONAL KANAN DALAM

7,3,6

: DIAGONAL KANAN LUAR

8,4,6

: ATAS KANAN

9,5,6

: ATAS KIRI

LOADS

F=0,0,-1

F=0,0,-1

F=0,0,-1

4

5

6

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ID	ELT LOAD	AXIAL DIST	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT	1-2 PLANE	SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE	AXI	TIC
1	1	1.42	1005.0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	1	1.46	1031.0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	1	-2.08	728.7	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	1	.72	734.9	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	1	-1.00	532.0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	1	.66	733.5	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7	1	-2.08	748.1	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	1	-1.92	507.0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	1	-1.92	505.0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

J O I N T   D I S P L A C E M E N T S

LOAD CONDITION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

J O I N T	U (Y)	U (Z)	R (X)
1	.0000E+00	.0000E+00	-.4251E-06
2	.9543E-04	-.4074E-03	.6107E-08
3	.1961E-03	.0000E+00	.4242E-06
4	.1646E-03	-.2928E-03	-.3022E-06
5	.9968E-04	-.4429E-03	.1848E-07
6	.3502E-04	-.3054E-03	.2862E-06



PENGUJIAN KEDUA

C SATUAN KG-MM

SYSTEM

L=1

JOINTS

X=0

Y=0

Z=0

2

Y=1007

3

Y=1007+1125

4

Y=487

Z=532

5

Y=487+520

6

Y=487+520+497

RESTRAINTS

1,6,1

R=1,0,0,0,1,1

: BIDANG ZD Y-Z

1

R=1,1,1,0,1,1

: TUMPUAN SENDI

3

R=1,0,1,0,1,1

: TUMPUAN ROL

FRAME

NM=1

1

A=713,6

E=2,1E4

C ELEMEN RANGKA

1,1,2

M=1

LP=3

: BAWAH

2,2,3

M=1

: BAWAH

3,1,4

M=1

: DIAGONAL KIRI LUAR

4,2,4

M=1

: DIAGONAL KIRI DALAM

5,2,5

M=1

: VERTIKAL

6,2,6

M=1

: DIAGONAL KANAN DALAM

7,3,6

M=1

: DIAGONAL KANAN LUAR

8,4,5

M=1

: ATAS KANAN

9,5,6

M=1

: ATAS KIRI

LOADS

F=0,0,-1

4

F=0,0,-1

5

F=0,0,-1

6

F=0,0,-1

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD	AXIAL DIST	FORCE ENDI	1-2 PLANE	1-3 PLANE	AXI
ID COND			MOMENT	SHEAR	MOMENT TO
1	1	1.46	.00	.00	.00
2	1	1.66	1007.0	.00	.00
3	1	-2.16	1125.0	.00	.00
4	1	.83	721.2	.00	.00
5	1	-1.00	743.9	.00	.00
6	1	.56	532.0	.00	.00
7	1	-2.18	728.0	.00	.00
8	1	-2.04	823.0	.00	.00
9	1	-2.04	520.0	.00	.00
			497.0	.00	.00

J O I N T   D I S P L A C E M E N T S

LOAD CONDITION    1 -   D I S P L A C E M E N T S " U "   A N D   R O T A T I O N S " R "

J O I N T	U (Y)	U (Z)	R (X)
1	.0000E+00	.0000E+00	-.4789E-06
2	.9804E-04	-.4647E-03	-.3196E-07
3	.2227E-03	.0000E+00	.4632E-06
4	.1912E-03	-.3160E-03	-.3584E-06
5	.1204E-03	-.5002E-03	-.2169E-07
6	.5276E-04	-.3854E-03	.2663E-06





PENGUJIAN KETIGA  
 C SATUAN KG-MM

SYSTEM

L=1

JOINTS

X=0

Y=0

Z=0

Y=1018

Y=1018

Y=1018+1054

Y=511

Y=511+505

Y=511+505+480

RESTRAINTS

1,6,1

R=1,0,0,0,1,1

R=1,1,1,0,1,1

R=1,0,1,0,1,1

: BIDANG 2D Y-Z

: TUMPUAN SENDI

: TUMPUAN ROL

FRAME

NM=1

1

A=713,6

E=2,1E4

C ELEMEN RANGKA

1,1,2

M=1 LP=3

: BAWAH

: BAWAH

: DIAGONAL KIRI LUAR

: DIAGONAL KIRI DALAM

: VERTIKAL

: DIAGONAL KANAN DALAM

: DIAGONAL KANAN LUAR

: ATAS KANAN

: ATAS KIRI

LOADS

9,8,6

M=1

8,4,5

M=1

7,3,6

M=1

6,2,6

M=1

5,2,5

M=1

4,2,4

M=1

3,1,4

M=1

2,2,3

M=1

1,1,2

M=1

F=0,0,-1

F=0,0,-1

F=0,0,-1

4

5

6



J O I N T   D I S P L A C E M E N T S

LOAD CONDITION    1 -    DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

J O I N T	U (Y)	U (Z)	R (X)
1	.0000E+00	.0000E+00	-.4455E-06
2	.9980E-04	-.4324E-03	-.1060E-08
3	.2101E-03	.0000E+00	.4441E-06
4	.1743E-03	-.3115E-03	-.3167E-06
5	.1075E-03	-.4682E-03	.1234E-07
6	.4419E-04	-.3433E-03	.2793E-06



FENGLIAN KEEMPAT  
 C SATUAN KG-MM  
 SYSTEM  
 L=1

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0

2 Y=1021

3 Y=1021+1027

4 Y=476

5 Y=476+545

6 Y=476+545+507

RESTRAINTS

1,6,1

R=1,0,0,0,1,1

R=1,1,1,0,1,1

R=1,0,1,0,1,1

: BIDANG 2D Y-Z  
 : TUMPUAN SENDI  
 : TUMPUAN ROL

FRAME

NM=1

A=713.6

E=2.1E4

C ELEMEN RANGKA

1,1,2

M=1 LP=3

2,2,3

M=1

3,1,4

M=1

4,2,4

M=1

5,2,5

M=1

6,2,5

M=1

7,3,6

M=1

8,4,5

M=1

9,5,6

M=1

LOADS

F=0,0,-1

F=0,0,-1

F=0,0,-1

: BAWAH  
 : BAWAH  
 : DIAGONAL KIRI LUAR  
 : DIAGONAL KIRI DALAM  
 : VERTIKAL  
 : DIAGONAL KANAN DALAM  
 : DIAGONAL KANAN LUAR  
 : ATAS KANAN  
 : ATAS KIRI

JOINT	U (Y)	U (Z)	R (X)
1	.0000E+00	.0000E+00	-.3967E-06
2	.4013E-04	-.3899E-03	.9350E-08
3	.1862E-03	.0000E+00	.4020E-06
4	.1591E-03	-.2676E-03	-.2932E-06
5	.9210E-04	-.4265E-03	.2654E-07
6	.2975E-04	-.2899E-03	.2763E-06

LOAD CONDITION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

J O I N T   D I S P L A C E M E N T S

PENGUJIAN KEEMPAT

C SATUAN KG-MM

SYSTEM

L=1

JOINTS

X=0

Y=0

Z=0

Y=1021

Y=1021+1027

Y=476

Y=476+545

Y=476+545+507

RESTRAINTS

1 6,1

R=1,0,0,0,1,1

: BIDANG ZD Y-Z

R=1,1,1,0,1,1

: TUMPUAN SENDI

R=1,0,1,0,1,1

: TUMPUAN ROL

FRAME

NM=1

A=713,6

E=2,1E4

C ELEMEN RANGKA

1 1,2

M=1

LP=3

: BAWAH

2 2,3

M=1

: BAWAH

3 1,4

M=1

: DIAGONAL KIRI LUAR

4 2,4

M=1

: DIAGONAL KIRI DALAM

5 2,5

M=1

: VERTIKAL

6 2,6

M=1

: DIAGONAL KANAN DALAM

7 3,6

M=1

: DIAGONAL KANAN LUAR

8 4,5

M=1

: ATAS KANAN

9 5,6

M=1

: ATAS KIRI

LOADS

F=0,0,0,-1

F=0,0,0,-1

F=0,0,0,-1

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ID	COND	AXIAL DIST	FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXI	TDI
1		1.32							
2		1.40	1021.0						
3		-2.02	1027.0						
4		.74	725.9						
5		-1.00	772.9						
6		.65	548.0						
7		-2.04	746.6						
8		-1.84	755.4						
9		-1.84	545.0						
			507.0						



Joint	U(Y)	U(Z)	R(X)
1	.0000E+00	.0000E+00	-.3967E-06
2	.9013E-04	-.3899E-03	.9350E-08
3	.1862E-03	.0000E+00	.4020E-06
4	.1591E-03	-.2676E-03	-.2932E-06
5	.9210E-04	-.4265E-03	.2654E-07
6	.2975E-04	-.2899E-03	.2763E-06

LOAD CONDITION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

J O I N T D I S P L A C E M E N T S



PENGUJIAN PERTAMA  
C SATUAN KG-MM

EM

system

L=1

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0
2		Y=1005	
3		Y=1005+943	
4		Y=1005+943+88	
5		Y=498	Z=532
6		Y=498+42	
7		Y=498+42+465	
8		Y=498+42+465+452	
9		Y=498+42+465+452+53	

RESTRAINTS

1,9,1	R=1,0,0,0,1,1	:BIDANG 2D Y-Z
1	R=1,1,1,0,1,1	:TUMPUAN SENDI
3	R=1,0,1,0,1,1	:TUMPUAN ROL

FRAME

NM=1

1 A=713.6 I=6.9324E4 E=2.1E4

C ELEMEN RANGKA

1,1,2	G=2,1,1,1	M=1	LP=3	:BAWAH
4,1,5	G=1,3,1,4	M=1		:DIAGONAL KANAN
5,2,5	G=1,3,2,4	M=1		:DIAGONAL KIRI
6,2,7		M=1		:VERTIKAL
9,5,6	G=3,1,1,1	M=1		:ATAS

LOADS

6	F=0,0,-4700
7	F=0,0,-4700
8	F=0,0,-4700

PENGUNJIAN PERIAMA

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST FORCE ENDI SHEAR 1-2 PLANE MOMENT 1-3 PLANE AXIAL SHEAR MOMENT TORQ

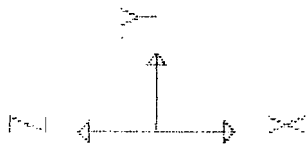
ID	COND	AXIAL	DIST	FORCE ENDI	SHEAR	1-2 PLANE	MOMENT	1-3 PLANE	AXIAL	SHEAR	MOMENT	TORQ
1		1	6491.89	.0	54.82	-19676.06	35419.79					
2		1	6000.34	.0	-492.22	161264.46	-302894.62					
3		1	6000.34	943.0	-492.22	-302894.62						
4		1	6000.34	88.0	6750.80	-302894.62	291176.05					
4		1	-9402.44	.0	-90.86	19676.06						
7		1	3786.09	728.7	-90.86	-46535.51						
7		1	3786.09	.0	288.34	-83461.02	126041.11					
5		1	3414.63	.0	-39.89	-9422.86						
8		1	-9019.28	748.1	-479.52	291176.05	-67567.10					
5		1	5538.84	.0	60.46	-32960.50						
9		1	8876.50	532.0	60.46	-793.81						
10		1	8876.50	.0	4357.79	-85276.42	97750.79					
10		1	8876.50	42.0	4357.79	97750.79						
11		1	8816.04	.0	496.63	-62170.40						
11		1	8816.04	452.0	496.63	162304.78						
12		1	8816.04	.0	-4203.37	162304.78						
12		1	8816.04	53.0	-4203.37	-60474.01						

ENGLISH PARTIAL

JOINT DISPLACEMENTS

LOAD CONDITION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

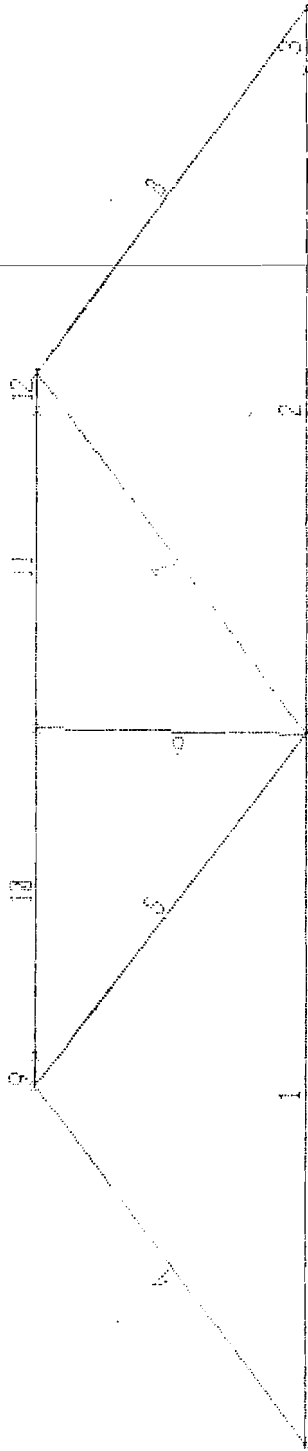
JOINT	U(V)	U(Z)	R(X)
1	.000000	.000000	-.003423
2	.435375	-3.895156	.002011
3	.812958	.000000	-.043860
4	.848194	-4.138579	-.044214
5	1.827580	-2.337065	-.010146
6	1.802702	-2.777888	-.009966
7	1.527266	-4.091799	-.004157
8	1.261354	-5.082630	.011388
9	1.230174	-4.394107	.013242



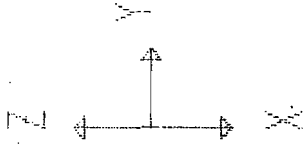
RANGKAI  
UNDEFORMED  
SHAPE

OPTIONS  
ALL JOINTS  
ELEMENT IDS  
WIRE FRAME

SAP90





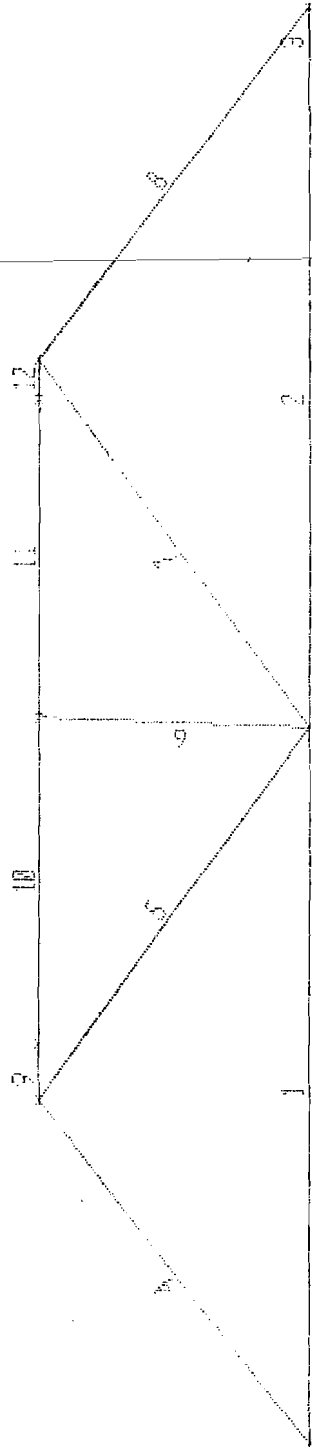


r00gk04  
 UNDEFORMED  
 SHAPE

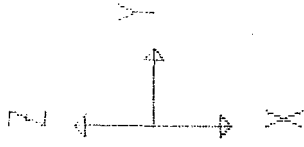
OPTIONS

ALL JOINTS  
 ELEMENT IDS  
 WIRE FRAME

SAP90



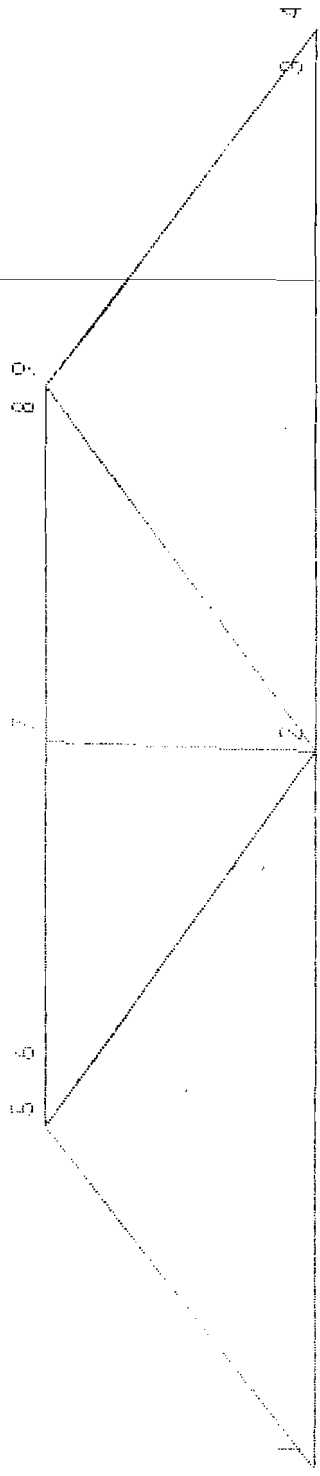




rangka4  
 UNDEFORMED  
 SHAPE

OPTIONS  
 JOINT IDS  
 WIRE FRAME

SAP90





PENGUJIAN KEDUA  
C SATUAN KG-MM

SYSTEM

L=1

JOINTS

1 X=0

Y=0

Z=0

2 Y=1007

Y=1007

3 Y=1007+1048

Y=1007+1048

4 Y=1007+1048+77

Y=1007+1048+77

5 Y=487

Y=487

Z=532

6 Y=487+55

Y=487+55

7 Y=487+55+465

Y=487+55+465

8 Y=487+55+465+452

Y=487+55+465+452

9 Y=487+55+465+452+45

Y=487+55+465+452+45

RESTRAINTS

1,9,1

R=1,0,0,0,1,1

: BIDANG 2D Y-Z

1

R=1,1,1,0,1,1

: TUMPUAN SENDI

3

R=1,0,1,0,1,1

: TUMPUAN ROLL

FRAME

NM=1

A=713.6

I=6.9324E4

E=2.1E4

C ELEMEN RANGKA

G=2,1,1,1

M=1 LF=3

: BAWAH

G=1,3,1,4

M=1

: DIAGONAL KANAN

G=1,3,2,4

M=1

: DIAGONAL KIRI

M=1

: VERTIKAL

G=3,1,1,1

M=1

: ATAS

LOADS

6

F=0,0,-4633,333

7

F=0,0,-4633,333

8

F=0,0,-4633,333

ID	ELT LOAD	AXIAL DIST	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT	1-2 PLANE	SHEAR	MOMENT	AXIAL	1-3 PLANE	SHEAR	MOMENT	TORG
----	----------	------------	------------	-------	--------	-----------	-------	--------	-------	-----------	-------	--------	------

1	1	6616.18	.0	54.58	-21597.38	54.58	54.58	33361.71					
2	1	6991.49	.0	-360.60	131236.17	-360.60	-360.60	-246669.79					
3	1	6991.49	.0	6420.46	-246669.79	6420.46	6420.46	247705.34					
4	1	-9677.44	.0	-110.85	21597.38	-110.85	-110.85	-58350.33					
7	1	3289.09	.0	249.28	-70420.80	249.28	249.28	111060.31					
5	1	4030.40	.0	-76.72	2756.64	-76.72	-76.72	-54313.64					
8	1	-9484.67	.0	-379.78	247705.34	-379.78	-379.78	-64870.77					
6	1	-5477.08	.0	69.30	-30210.30	69.30	69.30	6657.90					
9	1	-9488.28	.0	4234.75	-112663.97	4234.75	4234.75	120247.06					
10	1	-9488.28	.0	-398.25	11914.06	-398.25	-398.25	-65274.09					
11	1	-9418.98	.0	445.83	-58949.19	445.83	445.83	142566.10					
12	1	-9418.98	.0	-4187.17	142233.10	-4187.17	-4187.17	-46189.53					

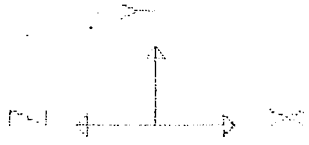
PENGUJIAN KEDUA

JOINT DISPLACEMENTS

LOAD CONDITION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(Y)	U(Z)	R(X)
1	.000000	.000000	-.002485
2	.444602	-3.645660	.001585
3	.933606	.000000	-.039971
4	.969535	-3.244507	-.039943
5	1.674162	-2.164006	-.011599
6	1.639336	-2.838443	-.011460
7	1.344896	-3.840114	-.002726
8	1.060777	-4.492754	.010249
9	1.032490	-3.976213	.011737





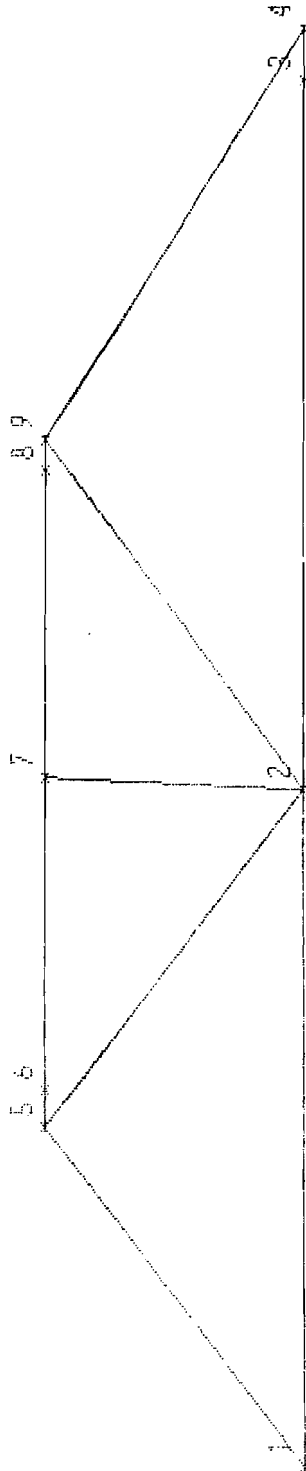
RANGKAS

UNDEFORMED  
SHAPE

OPTIONS

JOINT IDS  
ALL JOINTS  
WIRE FRAME

SAP90







PENGUJIAN KETIGA  
C SATUAN KG-MM  
SYSTEM

L=1

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0
2		Y=1018	
3		Y=1018+1004	
4		Y=1018+1004+50	
5		Y=511	Z=536
6		Y=511+40	
7		Y=511+40+465	
8		Y=511+40+465+452	
9		Y=511+40+465+452+28	

RESTRAINTS

1,9,1	R=1,0,0,0,1,1	:BIDANG 2D Y-Z
1	R=1,1,1,0,1,1	:TUMPUAN SENDI
3	R=1,0,1,0,1,1	:TUMPUAN ROLL

FRAME

NM=1

1 A=713.6 I=6.9324E4 E=2.1E4

C ELEMEN RANGKA

1,1,2	G=2,1,1,1	M=1	LP=3	:BAWAH
4,1,5	G=1,3,1,4	M=1		:DIAGONAL KANAN
5,2,5	G=1,3,2,4	M=1		:DIAGONAL KIRI
6,2,7		M=1		:VERTIKAL
9,5,6	G=3,1,1,1	M=1		:ATAS

LOADS

6	F=0,0,-4400
7	F=0,0,-4400
8	F=0,0,-4400

PENGUJIAN KETIGA  
C SATUAN KG-MM

SYSTEM

L=1

JOINTS

1 X=0

2 Y=1018

3 Y=1018+1004

4 Y=1018+1004+50

5 Y=511

6 Y=511+40

7 Y=511+40+465

8 Y=511+40+465+452

9 Y=511+40+465+452+28

RESTRAINTS

1 1,9,1

R=1,0,0,0,1,1

: BIDANG ZD Y-Z

R=1,1,1,0,1,1

: TUMPUAN SENDI

R=1,0,1,0,1,1

: TUMPUAN ROLL

FRAME

NM=1

A=713,6

I=6,9324E4

E=2,1E4

C ELEMEN RANGKA

G=2,1,1,1

M=1 LP=3

: BAWAH

G=1,3,1,4

M=1

: DIAGONAL KANAN

G=1,3,2,4

M=1

: DIAGONAL KIRI

G=3,1,1,1

M=1

: VERTIKAL

LOADS

F=0,0,-4400

6

F=0,0,-4400

7

F=0,0,-4400

8

PENGUJIAN KETIGA

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ID	1-2 PLANE			1-3 PLANE		
	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT
1	6355.48	38.49	-15159.47	1018.0	38.49	24024.90
2	1	6458.87	1004.0	-238.69	83036.96	
3	1	6458.87	50.0	6365.66	-156606.14	
4	1	-9131.42	740.6	-75.39	15159.47	
7	1	3129.36	718.2	160.35	-43812.16	
5	1	3386.03	737.8	-63.85	4634.79	
8	1	-9064.82	786.8	-260.12	161677.04	
6	1	-4922.24	536.0	48.96	-19834.70	
9	1	-8720.69	40.0	4141.13	-83147.51	
10	1	-8728.69	465.0	-258.87	82497.60	
11	1	-8661.36	452.0	263.15	-31469.42	
12	1	-8661.36	28.0	-4136.85	87476.32	

JOINT	U (Y)	U (Z)	R (X)
1	.000000	.000000	-.001710
2	.431740	-2.487674	.001390
3	.864469	.000000	-.023979
4	.886019	-1.242326	-.023892
5	1.075750	-1.649037	-.008199
6	1.052451	-1.992355	-.008208
7	.781602	-2.662428	-.001082
8	.520356	-2.577628	.007612
9	.504172	-2.351322	.008181



PENGUJIAN KEEMPAT  
C SATUAN KG-MM  
SYSTEM

L=1

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0
2		Y=1021	
3		Y=1021+950	
4		Y=1021+950+77	
5		Y=476	Z=536
6		Y=476+80	
7		Y=476+80+465	
8		Y=476+80+465+452	
9		Y=476+80+465+452+55	

RESTRAINTS

1,9,1	R=1,0,0,0,1,1	:BIDANG 2D Y-Z
1	R=1,1,1,0,1,1	:TUMPUAN SENDI
3	R=1,0,1,0,1,1	:TUMPUAN ROLL

FRAME

NM=1

1	A=713.6	I=6.9324E4	E=2.1E4
---	---------	------------	---------

C ELEMEN RANGKA

1,1,2	G=2,1,1,1	M=1	LP=3	:BAWAH
4,1,5	G=1,3,1,4	M=1		:DIAGONAL KANAN
5,2,5	G=1,3,2,4	M=1		:DIAGONAL KIRI
6,2,7		M=1		:VERTIKAL
9,5,6	G=3,1,1,1	M=1		:ATAS

LOADS

6	F=0,0,-4183,333
7	F=0,0,-4183,333
8	F=0,0,-4183,333

PENGUJIAN KEEMPAT  
C SATUAN KG-MM  
SYSTEM

L=1

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0
2		Y=1021	
3		Y=1021+950	
4		Y=1021+950+77	
5		Y=476	Z=536
6		Y=476+80	
7		Y=476+80+465	
8		Y=476+80+465+452	
9		Y=476+80+465+452+55	

RESTRAINTS

1,9,1	R=1,0,0,0,1,1	: BIDANG 2D Y-Z
1	R=1,1,1,0,1,1	: TUMPUAN SENDI
3	R=1,0,1,0,1,1	: TUMPUAN ROLL

FRAME

NM=1

1	A=713.6	I=6.9324E4	E=2.1E4	
C	ELEMEN RANGKA			
1,1,2	G=2,1,1,1	M=1	LP=3	: BAWAH
4,1,5	G=1,3,1,4	M=1		: DIAGONAL KANAN
5,2,5	G=1,3,2,4	M=1		: DIAGONAL KIRI
6,2,7		M=1		: VERTIKAL
9,5,6	G=3,1,1,1	M=1		: ATAS

LOADS

6	F=0,0,-4183,333
7	F=0,0,-4183,333
8	F=0,0,-4183,333

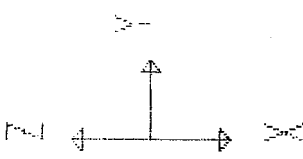
## PENGUJIAN KEEMPAT

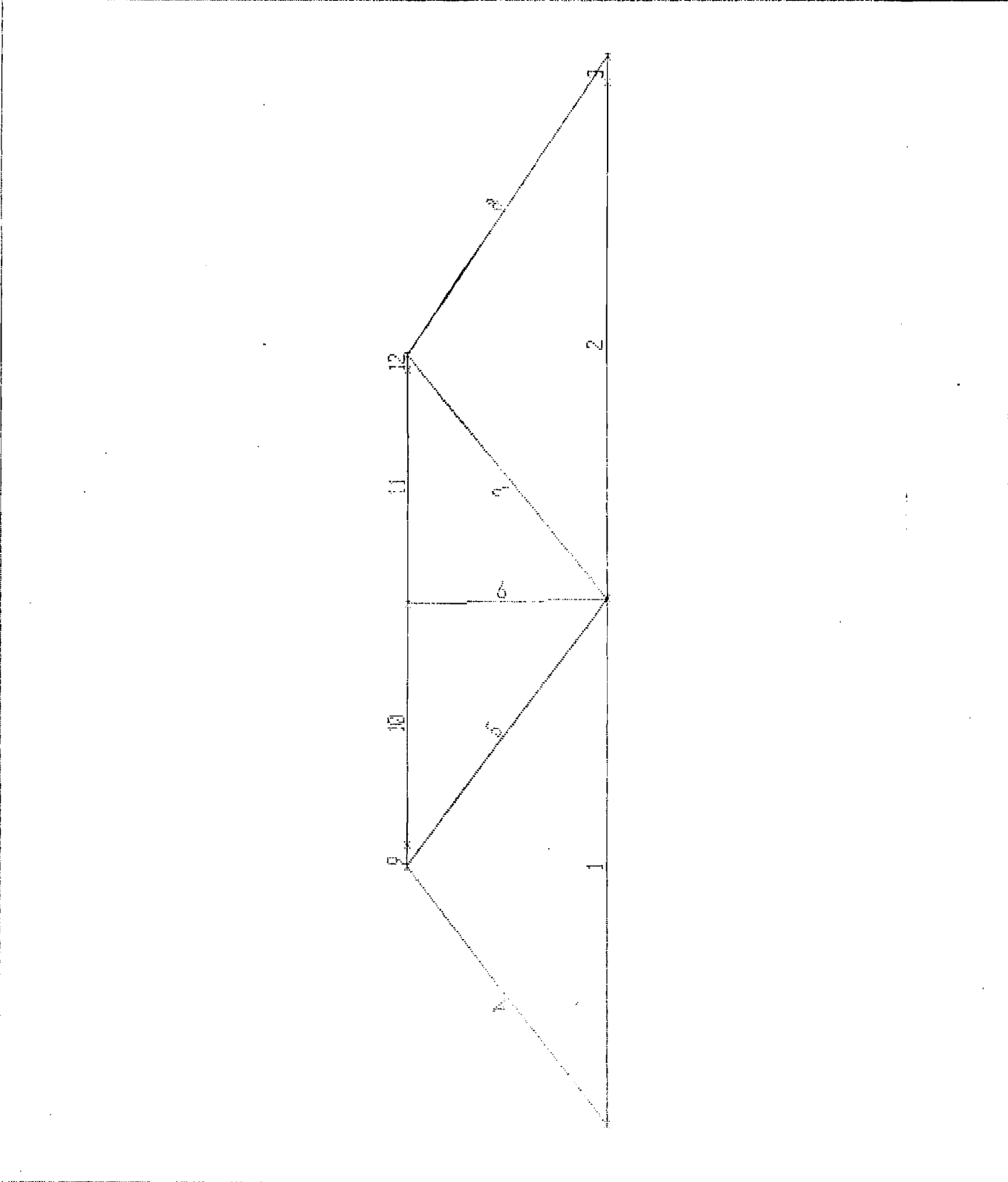
## FRAME ELEMENT FORCES

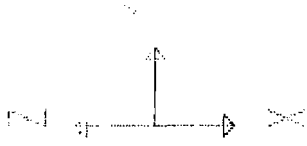
ELT ID	LOAD COND	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1	1	5526.89	.0	56.37	-24410.06			
			1021.0	56.37	33139.72			
2	1	5385.01	.0	-382.03	125230.36			
			950.0	-382.03	-237697.91			
3	1	5385.01	.0	6090.40	-237697.91			
			77.0	6090.40	231262.58			
4	1	-8171.36	.0	-135.03	24410.06			✓
			716.8	-135.03	-72383.94			
7	1	3512.02	.0	238.41	-68643.15			
			737.8	238.41	107258.12			
5	1	3456.20	.0	-101.46	10452.86			
			764.4	-101.46	-67101.85			
8	1	-8120.96	.0	-375.80	231262.58			✓
			746.8	-375.80	-49377.93			
6	1	-5177.14	.0	90.59	-33900.35			✓
			536.0	90.59	14654.90			
9	1	-8062.20	.0	3669.07	-139485.79			✓
			80.0	3669.07	154039.89			
10	1	-8062.20	.0	-513.93	153706.89			✓
			465.0	-513.93	-85270.10			
11	1	-7971.61	.0	480.21	-70948.20			
			452.0	480.21	146106.31			
12	1	-7971.61	.0	-3702.79	145773.31			✓
			55.0	-3702.79	-57880.19			



J O I N T	U (Y)	U (Z)	R (X)
1	.000000	.000000	-.001195
2	.376558	-3.091503	.001866
3	.717937	.000000	-.034830
4	.745606	-2.847607	-.035000
5	1.417532	-1.781623	-.013006
6	1.374493	-2.913673	-.012607
7	1.124324	-3.276677	-.001677
8	.883883	-3.936113	.009991
9	.854625	-3.305696	.011651

	<p>roughed UNDEFORMED SHAPE</p>	<p>OPTIONS ALL JOINTS ELEMENT IDS WIRE FRAME</p>	<p>SAP90</p>
---	---	--	--------------





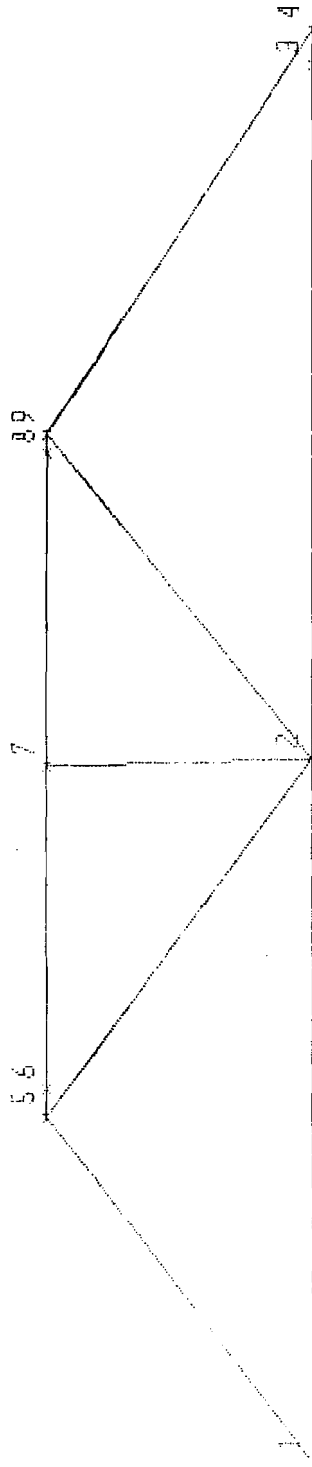
rangka3

UNDEFORMED  
SHAPE

OPTIONS

JOINT IDS  
ALL JOINTS  
WIRE FRAME

SAP90



## D. TABEL HASIL PEMBACAAN DIAL

PEMBACAAN DIAL				TABEL HASIL UJI LABORATORIUM					K E L O M P A N
No.	Beban (kg) (P)	dial 1 A1 - A2 (mm)	dial 2 B1 - B2 (mm)	dial 3 JOIN B (mm)	No.	Beban (kg) (P)	dial 1 A1 - A2 (mm)	dial 2 B1 - B2 (mm)	
1	250	0,38	0,46	BEKUTERPASSING	38	9500	5,73	5,64	BEKUTERPASSING
2	500	0,48	0,62	BEKUTERPASSING	39	10000	5,78	5,73	BEKUTERPASSING
3	750	0,60	0,76	BEKUTERPASSING	40	10250	6,08	6,00	BEKUTERPASSING
4	1000	0,74	0,93	BEKUTERPASSING	41	10500	6,21	6,14	BEKUTERPASSING
5	1250	0,82	1,03	BEKUTERPASSING	42	10750	6,39	6,32	BEKUTERPASSING
6	1500	0,96	1,18	BEKUTERPASSING	43	11000	6,56	6,48	BEKUTERPASSING
7	1750	1,09	1,30	BEKUTERPASSING	44	11250	6,70	6,62	BEKUTERPASSING
8	2000	1,24	1,44	BEKUTERPASSING	45	11500	6,93	6,89	BEKUTERPASSING
9	2250	1,40	1,59	BEKUTERPASSING	46	11750	7,10	7,04	BEKUTERPASSING
10	2500	1,54	1,73	BEKUTERPASSING	47	12000	7,32	7,25	BEKUTERPASSING
11	2750	1,75	1,93	BEKUTERPASSING	48	12250	7,53	7,48	BEKUTERPASSING
12	3000	1,89	2,05	BEKUTERPASSING	49	12500	7,73	7,67	BEKUTERPASSING
13	3250	2,03	2,20	BEKUTERPASSING	50	12750	7,98		
14	3500	2,21	2,33	BEKUTERPASSING	51	13000	8,31		
15	3750	2,33	2,48	BEKUTERPASSING	52	13250	8,54		
16	4000	2,42	2,59	BEKUTERPASSING	53	13500	8,80		
17	4250	2,57	2,72	BEKUTERPASSING	54	13750	9,07		
18	4500	2,78	2,90	BEKUTERPASSING	55	14000	9,61		P RIBX
19	4750	2,89	3,00	BEKUTERPASSING	56	14250	10,10		
20	5000	3,04	3,14	BEKUTERPASSING	57	14500			
21	5250	3,19	3,29	BEKUTERPASSING	58	14750			
22	5500	3,35	3,43	BEKUTERPASSING	59	15000	<b>P maks =14100 Kg</b>		
23	5750	3,46	3,54	BEKUTERPASSING	60	15250			
24	6000	3,58	3,64	BEKUTERPASSING	61	15500			
25	6250	3,75	3,79	BEKUTERPASSING	62	15750			
26	6500	3,85	3,88	BEKUTERPASSING	63	16000			
27	6750	4,04	4,04	BEKUTERPASSING	64	16250			
28	7000	4,19	4,18	BEKUTERPASSING	65	16500			
29	7250	4,35	4,34	BEKUTERPASSING	66	16750			
30	7500	4,48	4,46	BEKUTERPASSING	67	17000			
31	7750	4,63	4,60	BEKUTERPASSING	68	17250			
32	8000	4,78	4,74	BEKUTERPASSING	69	17500			
33	8250	4,94	4,88	BEKUTERPASSING	70	17750			
34	8500	5,12	5,10	BEKUTERPASSING	71	18000			
35	8750	5,30	5,22	BEKUTERPASSING	72	18250			
36	9000	5,38	5,32	BEKUTERPASSING	73	18500			
37	9250	5,54	5,46	BEKUTERPASSING	74	18750			

tabel by 91-035

PEMBACAAN DIAL					TABEL HASIL UJI LABORATORIUM					
					SAMPLE KE...II. SAMBUNGAN : sambungan las					
No.	Beban (kg) (P)	dial 1 A1 - A2 (mm)	dial 2 B1 - B2 (mm)	dial 3 JOIN B (mm)	No.	Beban (kg) (P)	dial 1 A1 - A2 (mm)	dial 2 B1 - B2 (mm)	dial 3 JOIN B (mm)	REKOR SAKSI
1	250	0,06	0,19	0,00	38	9500	4,82	6,09	0,25	
2	500	0,19	0,43	0,00	39	10000	4,96	6,22	0,30	
3	750	0,37	0,68	0,00	40	10250	5,18	6,48	0,45	
4	1000	0,51	0,87	0,00	41	10500	5,35	6,60	0,50	
5	1250	0,66	1,08	0,00	42	10750	5,61		0,80	
6	1500	0,80	1,24	0,00	43	11000	5,85		1,05	
7	1750	0,93	1,45	0,00	44	11250	6,03		1,30	
8	2000	1,09	1,59	0,00	45	11500	6,21		1,60	
9	2250	1,20	1,65	0,00	46	11750	6,45		2,00	
10	2500	1,33	1,73	0,00	47	12000	6,65		2,35	
11	2750	1,52	1,85	0,00	48	12250	6,90		2,80	
12	3000	1,65	1,97	0,00	49	12500	7,16		3,40	
13	3250	1,77	2,37	0,00	50	12750	7,53		4,20	
14	3500	1,90	2,55	0,00	51	13000	7,72		4,65	
15	3750	2,01	2,70	0,00	52	13250	7,91		5,15	
16	4000	2,14	2,86	0,00	53	13500	8,31		6,25	
17	4250	2,43	3,25	0,00	54	13750	8,88		8,50	
18	4500	-	-	0,00	55	14000	9,35		21,0	P max
19	4750	-	-	0,00	56	14250				REKOR
20	5000	2,60	3,55	0,00	57	14500				
21	5250	2,73	3,66	0,00	58	14750	P maks = 13900 Kg			
22	5500	2,87	3,82	0,00	59	15000				
23	5750	3,00	3,97	0,00	60	15250				
24	6000	3,12	4,10	0,00	61	15500				
25	6250	3,18	4,19	0,00	62	15750				
26	6500	3,27	4,35	0,00	63	16000				
27	6750	3,42	4,53	0,00	64	16250				
28	7000	3,56	4,65	0,00	65	16500				
29	7250	3,68	4,79	0,00	66	16750				
30	7500	3,77	4,93	0,00	67	17000				
31	7750	3,90	5,07	0,00	68	17250				
32	8000	4,01	5,20	0,01	69	17500				
33	8250	4,12	5,38	0,09	70	17750				
34	8500	4,31	5,60	0,10	71	18000				
35	8750	4,40	5,66	0,11	72	18250				
36	9000	4,53	5,80	0,15	73	18500				
37	9250	4,56	5,94	0,20	74	18750				

tabel by 91-035

PEMBACAAN DIAL					TABEL HASIL UJI LABORATORIUM					
					SAMPLE KE...III. SAMBUNGAN : sambungan baut					
No.	Beban (kg) (P)	dial 1 A1 - A2 (mm)	dial 2 B1 - B2 (mm)	dial 3 JOIN B (mm)	No.	Beban (kg) (P)	dial 1 A1 - A2 (mm)	dial 2 B1 - B2 (mm)	dial 3 JOIN B (mm)	K E N D U S A K A N
1	250	0,45	0,00	-	38	9500	17,02	12,32	-	
2	500	0,70	0,01	-	39	10000	17,64	12,69	-	
3	750	0,89	0,04	-	40	10250	18,30	13,14	-	
4	1000	1,15	0,12	-	41	10500	18,70	13,33	-	
5	1250	1,33	0,20	-	42	10750	19,38	13,72	-	
6	1500	1,80	0,49	-	43	11000	19,88	14,09	-	
7	1750	2,20	0,78	-	44	11250	20,52	14,40	-	
8	2000	2,60	1,12	-	45	11500	21,08	14,72	-	
9	2250	3,00	1,37	-	46	11750	21,68	15,14	-	
10	2500	3,30	1,56	-	47	12000	22,41	15,51	-	
11	2750	3,87	2,05	-	48	12250	23,06	15,96	-	
12	3000	4,32	2,30	-	49	12500	23,41	16,18	-	
13	3250	5,22	3,22	-	50	12750	24,31	16,66	-	
14	3500	5,64	3,34	-	51	13000	24,44	17,44	-	P max
15	3750	5,82	3,35	-	52	13250				REKOR..
16	4000	5,91	4,29	-	53	13500				
17	4250	6,28	4,55	-	54	13750	P maks = 13000 Kg			
18	4500	6,74	5,00	-	55	14000				
19	4750	7,21	5,31	-	56	14250				
20	5000	7,94	6,01	-	57	14500				
21	5250	8,40	6,31	-	58	14750				
22	5500	9,20	7,05	-	59	15000				
23	5750	9,75	7,37	-	60	15250				
24	6000	10,05	7,55	-	61	15500				
25	6250	10,66	8,04	-	62	15750				
26	6500	11,11	8,29	-	63	16000				
27	6750	11,64	8,63	-	64	16250				
28	7000	12,12	9,04	-	65	16500				
29	7250	12,54	9,28	-	66	16750				
30	7500	12,97	9,58	-	67	17000				
31	7750	13,43	9,98	-	68	17250				
32	8000	13,91	10,30	-	69	17500				
33	8250	14,40	10,63	-	70	17750				
34	8500	14,95	11,08	-	71	18000				
35	8750	15,47	11,34	-	72	18250				
36	9000	16,00	11,67	-	73	18500				
37	9250	16,58	12,01	-	74	18750				

tabel by 91-035

PEMBACAAN DIAL					TABEL HASIL UJI LABORATORIUM					K E R U S A K A N
No.	Beban (kg) (P)	dial 1 A1 - A2 (mm)	dial 2 B1 - B2 (mm)	dial 3 JOIN B (mm)	No.	Beban (kg) (P)	dial 1 A1 - A2 (mm)	dial 2 B1 - B2 (mm)	dial 3 JOIN B (mm)	
1	250	0,43	0,34	-0,03	38	9500	14,74	13,56	-5,25	
2	500	0,75	0,57	-0,04	39	10000	14,97	14,32	-5,25	
3	750	1,04	0,78	-0,49	40	10250	15,03	14,60	-5,25	
4	1000	1,35	0,99	-0,52	41	10500	15,47	15,04	-5,25	
5	1250	1,67	1,16	-1,08	42	10750	15,78	15,26	-5,25	
6	1500	1,93	1,27	-1,13	43	11000	16,20	15,62	-5,25	
7	1750	2,20	1,46	-1,17	44	11250	16,61	16,04	-5,25	
8	2000	2,47	1,64	-1,22	45	11500	17,04	16,36	-6,23	
9	2250	2,78	1,97	-1,27	46	11750	17,44	16,70	-6,23	
10	2500	3,16	2,21	-1,29	47	12000	17,92	17,17	-6,23	
11	2750	3,57	2,49	-1,30	48	12250	18,35	17,49	-6,24	
12	3000	3,82	2,66	-1,32	49	12500	18,90	18,03		P maks
13	3250	4,08	2,98	-2,20	50	12750		18,58		maxim.
14	3500	4,51	3,29	-3,04	51	13000				
15	3750	4,82	3,58	-3,14	52	13250	P maks = 12550 Kg			
16	4000	5,35	4,14	-3,18	53	13500				
17	4250	5,74	4,43	-3,21	54	13750				
18	4500	6,01	4,66	-3,23	55	14000				
19	4750	6,92	5,55	-3,24	56	14250				
20	5000	7,21	5,90	-3,24	57	14500				
21	5250	7,59	6,21	-3,25	58	14750				
22	5500	8,24	6,79	-3,25	59	15000				
23	5750	8,71	7,22	-3,26	60	15250				
24	6000	9,06	7,57	-3,26	61	15500				
25	6250	9,43	7,98	-3,27	62	15750				
26	6500	9,96	8,42	-3,27	63	16000				
27	6750	10,41	8,90	-4,26	64	16250				
28	7000	10,79	9,21	-4,26	65	16500				
29	7250	11,12	9,49	-4,26	66	16750				
30	7500	11,42	9,74	-5,25	67	17000				
31	7750	11,89	10,21	-5,25	68	17250				
32	8000	12,46	10,70	-5,25	69	17500				
33	8250	12,77	11,04	-5,25	70	17750				
34	8500	13,29	11,41	-5,25	71	18000				
35	8750	13,90	12,02	-5,25	72	18250				
36	9000	14,02	13,02	-5,25	73	18500				
37	9250	14,38	13,28	-5,25	74	18750				

tabel by 91-036



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

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

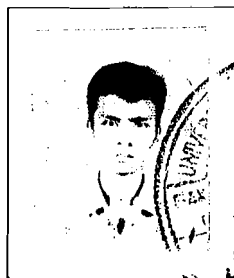
No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	Fathur Rohman	02 310 042		STRUKTUR
2.	H. Anli Kurniasno	01 310 035		STRUKTUR

**JUDUL TUGAS AKHIR :** STUDI EXPERIMENTAL SAMBUNGAN BAUT DAN SAMBUNGAN LAS PADA STRUKTUR RANGKA BATANG.

Dosen Pembimbing I : IR. H. SUBATRAWAN, MT  
Dosen Pembimbing II : IR. SUHARYATMO, MT

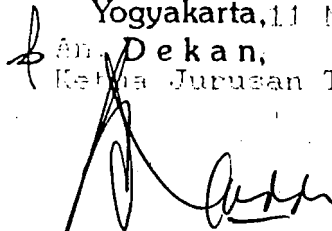
1

2



Yogyakarta, 11 November 1998

An. Dekan,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil.

  
IR. H. TADJUDDIN EMA, MS



## CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
30/11/98	-	Perbaiki bentuk proposal		
7/12/98	-	Siapkan bahan: lab.		
10/3/99	-	Siapkan surat pengarahannya		
11/5/99	-	Perbaiki		
17/5/99	-	Lanjutkan	2/2/00	
17/7/99	-	Perbaiki	Perbaiki realaksi / point	
21/7/99	-	Lanjutkan		
2/8/99	-	Perbaiki		
26/10/99	-	Lanjutkan		

5/2000 Acc Supri untuk Pendataan Sns  
 dan selanjutnya ke DPI