

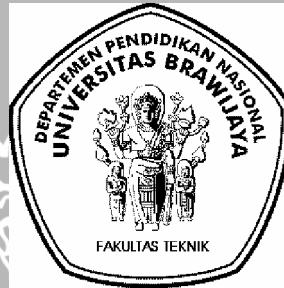
**MODEL STRUKTUR RANGKA ATAP BAJA RINGAN DAN BAJA  
KONVENSIONAL AKIBAT BEBAN GRAVITASI**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



Disusun Oleh :

**Tantri Kusumawati**

**0210610071**

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN SIPIL

MALANG

2009

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Model Struktur Rangka Baja Ringan dan Baja Konvensional akibat Beban Gravitasi*”, sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Baja ringan merupakan material yang termasuk baru yang banyak digunakan sebagai rangka atap sebagai pengganti kayu dan baja konvensional. Diperlukan banyak sekali pengujian-pengujian untuk mengetahui bagaimana perilaku baja ringan sebagai salah satu elemen konstruksi. Dalam skripsi ini, baja ringan dibandingkan dengan baja konvensional yang dalam pembahasannya lebih ditekankan pada perbandingan regangan dan lendutan akibat pembebanan serta berat dan biaya yang diperlukan dalam model struktur rangka atap yang sama.

Skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. As'ad Munawir, MT selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
2. Hendi Bowoputro, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
3. Ir. Sugeng P. Budio, MS selaku dosen pembimbing dalam skripsi ini
4. Ir. Siti Nurlina, MT selaku dosen pembimbing dalam skripsi ini
5. Sahabat dan seluruh rekan-rekan Mahasiswa Sipil Angkatan 2002, atas bantuan dan dukungannya
6. Serta pihak-pihak lain yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.

Akhirnya penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini sehingga skripsi ini dapat bermanfaat.

Malang, Desember 2008

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Batasan masalah.....	2
1.3. Rumusan masalah.....	2
1.4. Tujuan penelitian.....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Struktur rangka batang.....	3
2.2. Baja.....	6
2.2.1. Kandungan baja.....	6
2.2.2. Baja ringan.....	7
2.2.3. Bahan penyusun lapisan baja ringan.....	7
2.2.4. Sifat mekanik baja.....	8
2.3. Hipotesis penelitian.....	10
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>11</b>
3.1. Tempat dan waktu penelitian.....	11
3.2. Peralatan dan bahan penelitian.....	11
3.3. Rencana penelitian.....	12
3.3.1. Diagram alir penelitian.....	12
3.3.2. Rancangan model rangka.....	13
3.3.3. Simulasi pembebanan.....	14
3.3.4. Rancangan pembebanan.....	14
3.3.5. Prosedur pemodelan.....	14
3.3.6. Langkah-langkah penelitian.....	15
3.3.7. Metode pengumpulan data.....	16
3.4. Prosedur penelitian.....	16
3.5. Variabel penelitian.....	16
<b>IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
4.1. Pelaksanaan penelitian di laboratorium.....	17
4.1.1. Analisis bahan yang digunakan.....	17
4.1.2. Pelaksanaan pengujian pembebanan.....	17
4.2. Pembebanan model rangka baja ringan.....	17

4.2.1. Simulasi pembebanan dengan bantuan STAAD Pro 2004.....	17
4.2.1.1. Asumsi-asumsi yang digunakan.....	17
4.2.1.2. Simulasi pembebanan.....	18
4.2.2. Pengolahan data hasil pengujian di laboratorium.....	19
4.2.2.1. Regangan.....	19
4.2.2.2. Lendutan.....	20
4.2.3. Analisa hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004.....	20
4.2.3.1. Perbandingan regangan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004.....	20
4.2.3.2. Perbandingan lendutan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004.....	22
4.3. Perbandingan baja ringan dengan baja konvensional.....	22
4.3.1. Desain baja konvensional.....	22
4.3.1.1. Desain batang tekan.....	22
4.3.1.2. Desain batang tarik.....	23
4.3.1.3. Kontrol tegangan.....	24
4.3.1.4. Perencanaan sambungan.....	25
4.4. Perbandingan regangan antara baja ringan dengan baja konvensional.....	28
4.4.1.1. Regangan pada baja konvensional.....	28
4.4.1.2. Perbandingan regangan antara baja ringan dengan baja konvensional.....	28
4.4.2. Perbandingan lendutan antara baja ringan dengan baja konvensional.....	31
4.4.2.1. Lendutan pada baja konvensional.....	31
4.4.2.2. Perbandingan lendutan antara baja ringan dengan baja konvensional.....	31
4.4.3. Perbandingan berat dan biaya antara baja ringan dengan baja konvensional.....	32
4.5. Pembahasan.....	33
<b>V. PENUTUP.....</b>	<b>36</b>
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran.....	36

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN DAN GAMBAR**





DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai kc untuk kolom dengan ujung-ujung ideal .....	5
Tabel 4.1.	Hasil pembacaan <i>straingauge</i> pada baja ringan .....	19
Tabel 4.2.	Hasil pembacaan <i>dial gauge</i> pada baja ringan .....	20
Tabel 4.3.	Perbandingan regangan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004 .....	20
Tabel 4.4.	Perbandingan lendutan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004 .....	22
Tabel 4.5	Hasil regangan pada baja konvensional .....	28
Tabel 4.6.	Perbandingan regangan antara baja konvensional dengan regangan pada baja ringan hasil pengujian dan regangan pada baja ringan hasil analisa dengan STAAD Pro 2004 pada batang 11 .....	28
Tabel 4.7.	Perbandingan regangan antara baja konvensional dengan regangan pada baja ringan hasil pengujian dan regangan pada baja ringan hasil analisa dengan STAAD Pro 2004 pada batang 19 .....	29
Tabel 4.8.	Perbandingan regangan antara baja konvensional dengan regangan pada baja ringan hasil pengujian dan regangan pada baja ringan hasil analisa dengan STAAD Pro 2004 pada batang 6 .....	30
Tabel 4.9.	Perbandingan regangan antara baja konvensional dengan regangan pada baja ringan hasil pengujian dan regangan pada baja ringan hasil analisa dengan STAAD Pro 2004 pada batang 2 .....	30
Tabel 4.10.	Hasil lendutan pada baja konvensional .....	31
Tabel 4.11.	Perbandingan lendutan antara baja konvensional dengan lendutan pada baja ringan hasil pengujian dan lendutan pada baja ringan hasil analisa dengan STAAD Pro 2004 pada batang 11 .....	32
Tabel 4.12.	Perbandingan berat dan biaya antara baja ringan dengan baja konvensional .....	33



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1.	Bentuk-bentuk rangka batang bidang .....	3
Gambar 2.2.	Lapisan bahan dalam baja ringan .....	7
Gambar 2.3.	Diagram tegangan-regangan baja struktural .....	9
Gambar 3.1.	Diagram alir penelitian .....	12
Gambar 3.2.	Rancangan model rangka .....	13
Gambar 3.3.	Pencegahan terjadinya goyangan .....	13
Gambar 3.4.	Rancangan pembebanan .....	14
Grafik 4.1.	Perbandingan regangan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004 pada batang 11 .....	20.
Grafik 4.2.	Perbandingan regangan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004 pada batang 19 .....	21
Grafik 4.3.	Perbandingan regangan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004 pada batang 6 .....	21
Grafik 4.4.	Perbandingan regangan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004 pada batang 2 .....	21
Grafik 4.5.	Perbandingan lendutan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004 .....	22
Grafik 4.6.	Perbedaan regangan antara baja konvensional dengan regangan pada baja ringan hasil laboratorium dan regangan pada baja ringan hasil STAAD Pro 2004 pada batang 11 .....	29
Grafik 4.7.	Perbedaan regangan antara baja konvensional dengan regangan pada baja ringan hasil laboratorium dan regangan pada baja ringan hasil STAAD Pro 2004 pada batang 19 .....	29
Grafik 4.8.	Perbedaan regangan antara baja konvensional dengan regangan pada baja ringan hasil laboratorium dan regangan pada baja ringan hasil STAAD Pro 2004 pada batang 6 .....	30





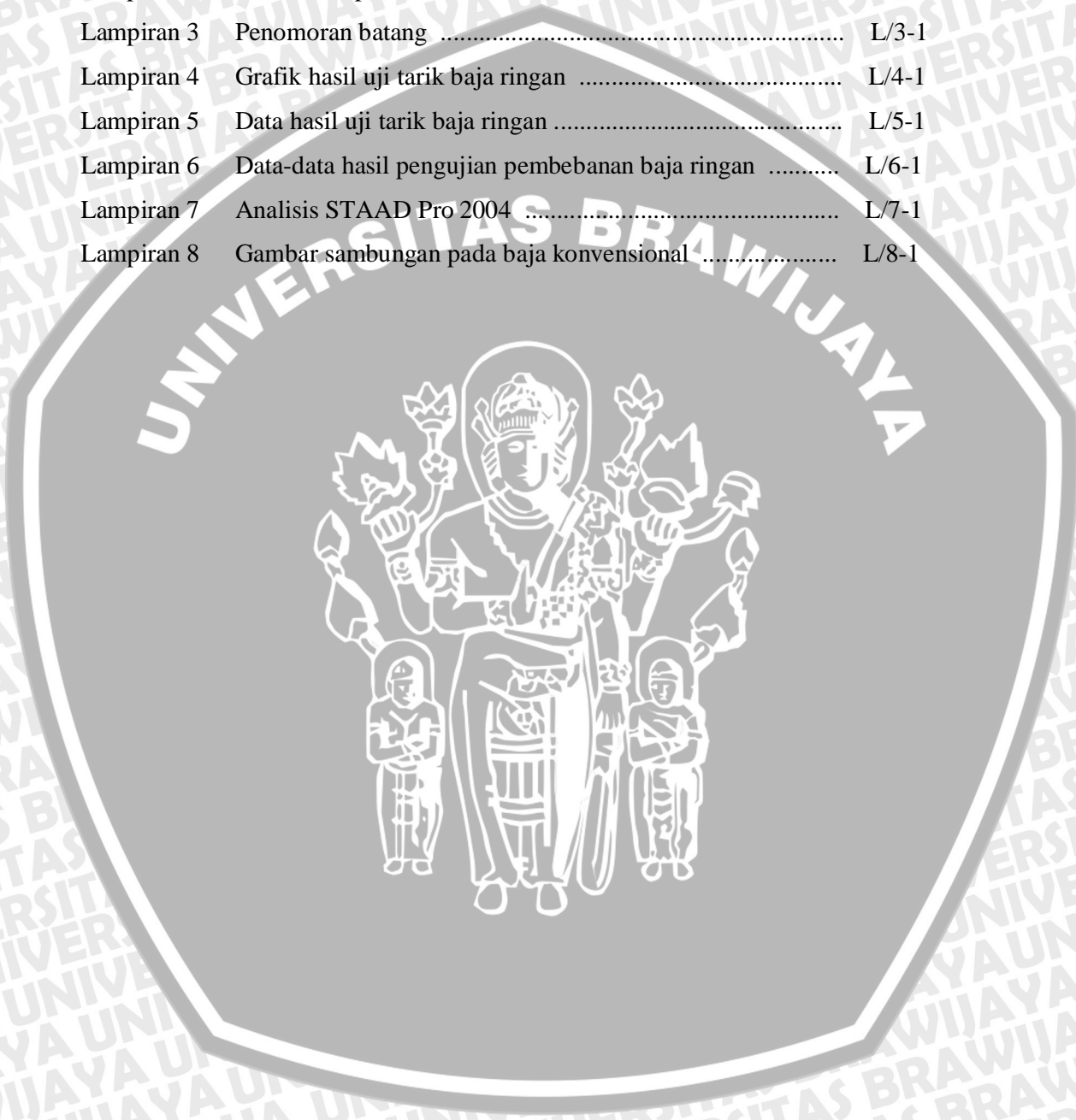
Grafik 4.9. Perbedaan regangan antara baja konvensional dengan regangan pada baja ringan hasil laboratorium dan regangan pada baja ringan hasil STAAD Pro 2004 pada batang 2 ..... 31

Grafik 4.10. Perbedaan lendutan antara baja konvensional dengan regangan pada baja ringan hasil laboratorium dan regangan pada baja ringan hasil STAAD Pro 2004 ..... 32



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Skema model rangka atap .....	L/1-1
Lampiran 2	Skema alat pendistribusian beban .....	L/2-1
Lampiran 3	Penomoran batang .....	L/3-1
Lampiran 4	Grafik hasil uji tarik baja ringan .....	L/4-1
Lampiran 5	Data hasil uji tarik baja ringan .....	L/5-1
Lampiran 6	Data-data hasil pengujian pembebanan baja ringan .....	L/6-1
Lampiran 7	Analisis STAAD Pro 2004 .....	L/7-1
Lampiran 8	Gambar sambungan pada baja konvensional .....	L/8-1





**ABSTRAK**

TANTRI KUSUMAWATI, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2008, *Model Struktur Rangka Atap Baja Ringan dan Baja Konvensional akibat Beban Gravitasi*.

Dosen Pembimbing : Ir. Sugeng P Budio,MS dan Ir. Siti Nurlina, MT

---

Seiring dengan perkembangan jaman, semakin pesat perkembangan ilmu pengetahuan, semakin cepat pula perkembangan dalam dunia konstruksi. Banyak bahan-bahan baru diciptakan untuk menggantikan bahan-bahan yang sudah ada dengan berbagai macam kelebihanannya. Salah satunya adalah baja ringan. Baja ringan banyak digunakan sebagai bahan untuk rangka atap sebagai pengganti kayu dan baja konvensional. Akan tetapi belum ada standar nasional yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan konstruksi baja ringan. Oleh karena itu banyak dibutuhkan pengujian-pengujian untuk mengetahui bagaimana kelebihan dan kekurangan dari baja ringan dibandingkan dengan kayu ataupun baja konvensional.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui regangan dan lendutan yang terjadi pada baja ringan bila dibandingkan dengan baja konvensional. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban pada model struktur rangka atap baja ringan dengan bentang 365 cm dalam 2 dimensi, dimana beban akan diberikan pada tiap titik buhul. Beban diberikan secara bertahap dengan peningkatan beban sebesar 115 kg. Hasil regangan dan lendutan yang diperoleh dalam pengujian, dianalisis dengan bantuan STAAD Pro 2004 dan selanjutnya dibandingkan dengan baja konvensional. Dalam penelitian dibandingkan pula berat dan biaya yang diperlukan dalam model struktur rangka atap yang sama.

Dari pengujian diperoleh bahwa regangan dan lendutan yang terjadi pada baja konvensional lebih besar daripada regangan dan lendutan yang terjadi pada baja ringan hasil pengujian di laboratorium dan lebih kecil daripada regangan dan lendutan yang terjadi pada baja ringan hasil analisis dengan STAAD Pro 2004. Sedangkan untuk perbandingan berat dan biaya, baja ringan lebih ringan dan lebih murah dibandingkan dengan baja konvensional dalam model struktur rangka atap yang sama.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah air kita memiliki sumber daya alam yang jenisnya bermacam – macam, bahkan kualitas dan kuantitasnya cukup menjanjikan. Diantaranya adalah kandungan kekayaan alam yang merupakan bahan mentah bahan bangunan. Dan salah satu dimensi yang harus diperhatikan dalam dunia konstruksi adalah dimensi harmonisasi antara alam dan lingkungan. Artinya bahan bangunan yang dipilih hendaknya tersedia disekitar kita, sehingga jika terjadi kerusakan dan diperlukan pergantian bahan bangunan baru, tidak sulit karena tersedia disekitar kita. Tetapi dalam perkembangannya, hal tersebut sangat terkait dengan kebutuhan manusia untuk melakukan pengelolaan atas sumber daya alam itu sendiri. Sehingga semakin besar jumlah manusia dengan segala minat dan keinginannya, semakin besar pula kemungkinan eksploitasi atas sumber daya alam.

Dulu kita mengenal produk rangka atap baja sebagai pengganti rangka atap kayu yang merupakan kompromi dari penggunaan sumber daya kayu yang semakin besar. Selain dapat menanggung beban yang lebih besar, baja juga banyak dipakai karena menyediakan berbagai macam profil yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan masing – masing pengguna.

Saat ini, seiring dengan perkembangan teknologi, semakin banyak diciptakan bahan – bahan yang dapat menggantikan bahan yang sudah ada dengan berbagai macam kelebihanannya. Salah satu hasil dari perkembangan teknologi adalah baja ringan. Berbeda dengan baja konvensional, baja ringan merupakan baja mutu tinggi yang memiliki sifat ringan dan tipis, namun memiliki fungsi setara baja konvensional. Rangka atap baja ringan diciptakan untuk memudahkan perakitan dan konstruksi.

Sehubungan dengan uraian diatas, maka peneliti ingin mengetahui perbandingan antara baja dan baja ringan dalam model struktur rangka sederhana yang sama.



### 1.2 Batasan Masalah

Agar tercapai tujuan dan maksud yang diinginkan, maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah yang akan dibahas, meliputi :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
2. Sambungan diasumsikan sebagai sambungan sendi.
3. Tumpuan diasumsikan sebagai sendi rol.
4. Beban yang digunakan adalah beban gravitasi.
5. Biaya yang dihitung hanya biaya yang dipergunakan untuk bahan dan pembuatan rangka.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti sebagai berikut :

1. Bagaimana regangan dan lendutan model struktur rangka atap baja ringan dan baja konvensional akibat beban gravitasi ?
2. Berapa perbandingan berat dan biaya antara baja konvensional dan baja ringan dalam model struktur rangka atap yang sama ?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana regangan dan lendutan model struktur rangka atap baja ringan dan baja konvensional akibat beban gravitasi serta perbandingan berat dan biaya antara baja konvensional dan baja ringan dalam model struktur rangka atap yang sama.

## BAB II

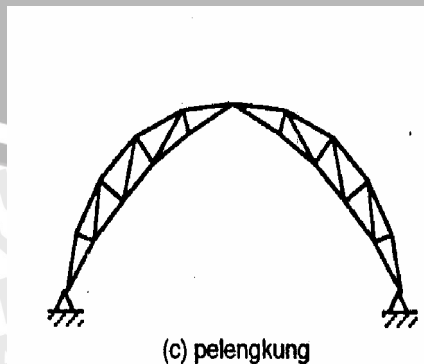
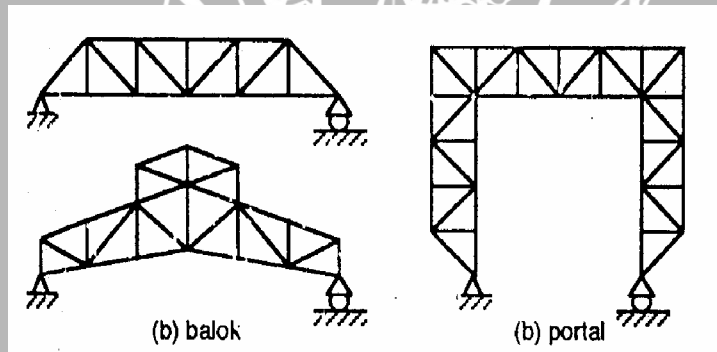
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Struktur rangka batang

Struktur rangka batang merupakan konfigurasi batang-batang lurus individual yang satu sama lain dihubungkan melalui sendi di setiap ujungnya sehingga keseluruhannya menyusun kesatuan struktural. Struktur rangka batang bidang disusun berdasarkan anggapan bahwa :

- kesemua gaya-gaya eksternal hanya bekerja terpusat di titik-titik buhul.
  - sambungan antar ujung batang dihubungkan melalui sendi-sendi tanpa terjadi perlawanan terhadap geser.
  - masing-masing batang hanya menopang aksi tegangan-tegangan aksial yang nilainya dianggap konstan sepanjang bentangnya.
- (Istimawan,2001)

Seiring dengan pengembangan bentuk-bentuknya, sejauh ini rangka batang bidang dapat dikelompokkan sebagai balok, portal, serta pelengkung.





Gambar 2.1 Bentuk-bentuk rangka batang bidang

Pada struktur rangka batang; batang memikul gaya aksial yang bekerja pada batang yang disebut sebagai gaya batang. Gaya batang merupakan gaya di dalam batang yang ditimbulkan oleh adanya gaya luar dengan garis kerja berhimpit dengan sumbu batangnya. Dengan demikian gaya batang adalah merupakan gaya normal terpusat yang dapat berupa gaya tarik atau gaya tekan dan tidak disertai oleh momen dan gaya lintang.

Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial harus memenuhi ( SNI 03-4729-2002 ) :

$$N_u \leq \phi N_n \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana  $\phi N_n$  adalah kuat tarik rencana yang besarnya diambil sebagai nilai terendah diantara dua perhitungan menggunakan harga  $\phi$  dan  $N_n$  di bawah ini :

$$\phi = 0,9$$

$$N_n = A_g \cdot f_y \dots \dots \dots (2.2)$$

dan  $\phi = 0,75$

$$N_n = A_e \cdot f_u \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana  $A_e = A \cdot U \dots \dots \dots (2.4)$

- Keterangan :
- $A_g$  = luas penampang bruto,  $mm^2$
  - $A_e$  = luas penampang efektif,  $mm^2$
  - $f_y$  = tegangan leleh, Mpa
  - $f_u$  = tegangan tarik putus, Mpa
  - $A$  = luas penampang
  - $U$  = faktor reduksi =  $1 - (x/L) \leq 0,9 \dots \dots \dots (2.5)$
  - $x$  = eksentrisitas sambungan, jarak tegak lurus arah gaya tarik, antara titik berat penampang komponen yang disambung dengan bidang sambungan, mm

Untuk batang-batang yang direncanakan menahan tarik, angka perbandingan kelangsingan  $L/r$  dibatasi sebesar 300.

Berbeda dengan batang tarik, keruntuhan pada batang tekan dipengaruhi oleh kelangsingan batangnya, sehingga bahaya tekuk dapat terjadi pada batang-batang tekan. Hubungan antara beban dan kekuatan adalah ( SNI 03-4729-2002 ) :

$$N_u \leq \phi N_n$$



dimana  $N_n$  = kuat tekan nominal =  $A_g \cdot f_{cr}$ .....(2.6)

$N_u$  = beban terfaktor

$\phi_n$  = faktor reduksi kekuatan

$$f_{cr} = \text{tegangan kritis penampang} = \frac{f_y}{\omega} \dots\dots\dots(2.7)$$

untuk  $\lambda_c \leq 0,25$  maka  $\omega = 1$ .....(2.8)

untuk  $0,25 \leq \lambda_c \leq 1,2$  maka  $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 1,25\lambda_c}$ .....(2.9)

untuk  $\lambda_c \geq 1,2$  maka  $\omega = 1,25$   
 $\lambda_c^2$ .....(2.10)

dimana parameter kelangsingan kolom ( $\lambda_c$ ) ditetapkan sebagai berikut :

$$\lambda_c = \frac{L_k}{\pi r} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :  $L_k = k_c \cdot L$ .....(2.12)

$k_c$  = faktor panjang tekuk

$L$  = panjang teoritis kolom

Nilai  $k_c$  untuk kolom dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Nilai  $k_c$  untuk kolom dengan ujung-ujung ideal

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Garis terputus menunjukkan diagram kolom tertekuk						
Nilai $k_c$ teoritis	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Nilai $k_c$ yang dianjurkan untuk kolom yang mendekati kondisi ideal	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Kode ujung						
				Jepit		
				Sendi		
				Roll tanpa putaran sudut		
				Ujung bebas		

Untuk batang-batang yang direncanakan menahan tekan, angka perbandingan kelangsingan  $L_k/r$  dibatasi sebesar 200.



## 2.2 Baja

### 2.2.1 Kandungan baja

Baja dapat didefinisikan sebagai suatu campuran dari besi dan karbon, di mana unsur karbon (C) menjadi dasar campurannya. Di samping itu, mengandung unsur campuran lainnya seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), dan mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi. (Hari Amanto dan Daryanto,2003)

Kandungan karbon di dalam baja sekitar 0,1 – 1,7 %, sedangkan unsur lainnya dibatasi persentasenya. Unsur paduan yang bercampur di dalam lapisan baja, untuk membuat baja bereaksi terhadap pengerjaan panas atau menghasilkan sifat-sifat baja yang khusus.

Unsur karbon adalah unsur campuran yang amat penting dalam pembentukan baja, jumlah persentase dan bentuknya membawa pengaruh yang amat besar terhadap sifatnya. Tujuan utama penambahan unsur campuran lain ke dalam baja adalah untuk mengubah pengaruh dari unsur karbon. Apabila dibandingkan dengan kandungan karbonnya maka dibutuhkan sejumlah besar unsur campuran lain untuk menghasilkan sifat yang dikehendaki pada baja.

Baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah kandungan karbonnya. Baja karbon terdiri dari tiga macam yaitu baja karbon rendah, sedang, dan tinggi.

- Baja karbon rendah

Baja ini disebut baja ringan (*mild steel*), baja karbon rendah bukan baja yang keras, karena kandungan karbonnya rendah kurang dari 0.3 %. Penggilingan dan penyesuaian ukuran baja dapat dilakukan dalam keadaan panas. Hal ini dapat ditandai dengan melihat lapisan oksida besinya di bagian permukaan yang berwarna hitam. Baja juga dapat diselesaikan dengan pengerjaan dingin dengan cara merendam atau mencelupkan baja ke dalam larutan asam yang berguna untuk mengeluarkan lapisan oksidanya. Setelah itu, baja diangkat dan digiling untuk mengeluarkan lapisan oksidanya. Setelah itu, baja diangkat dan digiling sampai ukuran yang dikehendaki, selanjutnya didinginkan.

- Baja karbon sedang

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3 – 0,6 % dan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Proses pengerjaan panas menaikkan kekuatan baja dengan cara digiling.

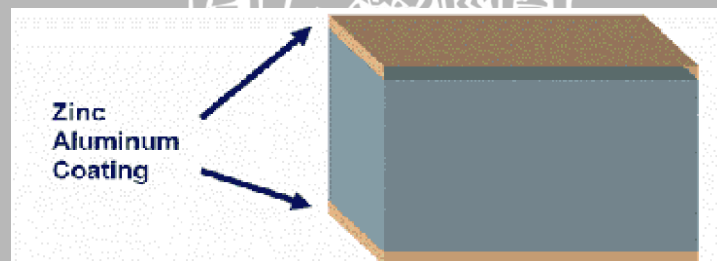
- Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi yang mengandung karbon 0,6 – 1,5 %, dibuat dengan cara digiling panas. Pembentukan baja ini dilakukan dengan cara menggerinda permukaannya, misalnya batang bor dan batang datar.

Yang biasa digunakan untuk konstruksi adalah baja karbon rendah (*mild steel*)

### 2.2.2 Baja Ringan

Baja ringan adalah baja dengan ketebalan 0,75 – 1 mm yang dilapisi dengan bahan anti korosi. Meskipun tipis, tapi kemampuan dibentuk maupun dkemampuan untuk dilas lebih ditentukan oleh sifat baja dasarnya dibandingkan dengan lapisannya. Ketebalan lapisan hampir tidak ada pengaruhnya terhadap sifat mekanis baja dasarnya.



Gambar 2.2 Lapisan bahan dalam baja ringan

### 2.2.3 Bahan penyusun lapisan baja ringan

Bahan yang sering digunakan sebagai lapisan anti korosi antara lain adalah aluminium dan seng

#### Aluminium

Aluminium adalah salah satu dari logam ringan yang mempunyai daya gabung yang tinggi terhadap oksigen. Oleh karena itu dikatakan bahwa mudah sekali mengoksidasi (berkarat), dalam kenyataannya aluminium mempunyai daya



tahan karat yang sangat baik. Hal itu disebabkan oleh lapisan tipis akan tetapi jenuh oksigen yang terbentuk pada permukaan dan melindunginya dari serangan atmosfer berikutnya. (Hari Amanto dan Daryanto,2003)

Di samping sifat tahan karat yang baik, aluminium mempunyai sifat penghantar panas yang tinggi. Selain itu, sifat aluminium adalah penghantar listrik yang baik dan mudah ditempa (*malleability*) yang memungkinkannya dihasilkan dalam bentuk lembaran yang tipis.

Berat aluminium sangat rendah, sekitar 1/3 dari berat jenis besi atau baja. Aluminium paduan mempunyai tegangan tarik yang tinggi, sebanding dengan paduan bukan besi lainnya dan juga sebanding dengan beberapa baja.

**Seng**

Seng adalah logam kedua setelah Cu yang diproduksi secara besar sebagai logam bukan besi. Kekuatannya rendah, tetapi titik cairnya yang rendah yaitu 419 °C dan hampir tidak rusak di udara biasa, yang dipergunakan untuk pelapisan pada besi. (Tata Surdia dan Shinroku Saito, 2005). Bahan seng anti korosi karena pada unsur ini terdapat lapisan kuat oksida seng. (Anwar Fuadi,1998)

Produk baja ringan yang sering dipakai dalam konstruksi adalah

- Plat baja dengan lapisan anti korosi Seng (*galvanis*)
- Plat baja dengan lapisan anti korosi paduan Seng dan 5 % Aluminium (*galvan*)
- Plat baja dengan lapisan anti korosi paduan 55 % Aluminium dan Seng (*zincalume*)
- Plat baja dengan lapisan anti korosi aluminium (*aluminized*)

**2.2.4 Sifat Mekanik Baja**

Sifat mekanik yang sangat penting pada baja dapat diperoleh dari uji tarik. Uji ini melibatkan pembebanan tarik sampel baja dan bersamaan dengan itu dilakukan pengukuran beban dan perpanjangan sehingga akan diperoleh regangan yang dihitung dengan menggunakan :

$$\text{Regangan : } \epsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0} \dots\dots\dots(2.13)$$

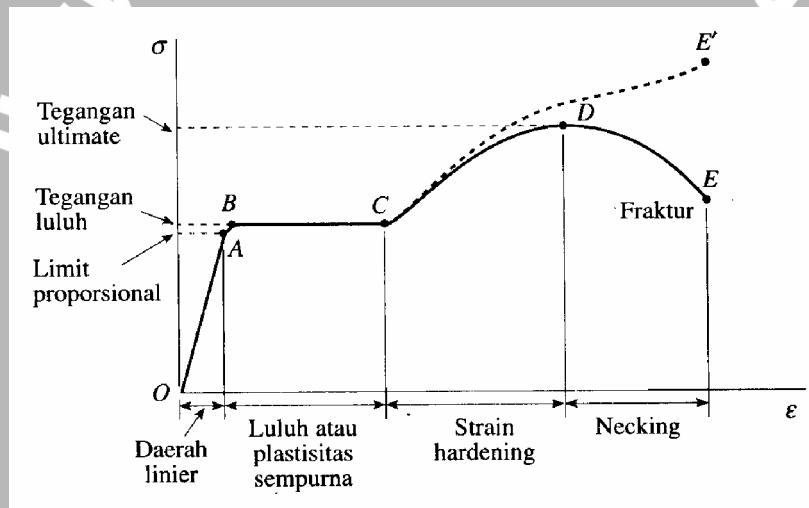
Dimana :  $\epsilon$  = regangan (cm)

$\Delta l_0$  = perpanjangan atau perubahan panjang antara dua titik acuan pada sampel tarik (cm)

$l_0$  = panjang semula diantara 2 titik awal pada sampel sebelum dibebani (cm)

Dari persamaan diatas dapat didefinisikan bahwa regangan adalah perpanjangan persatuan panjang. Jika batang tersebut mengalami tarik, maka regangannya disebut regangan tarik, yang menunjukkan perpanjangan bahan. Jika batang tersebut mengalami tekan, maka regangannya adalah regangan tekan dan batang tersebut memendek. (Timoshenko, 2000)

Pada gambar dibawah diperlihatkan diagram tegangan-regangan khas untuk baja struktural yang umum digunakan.



Gambar 2.3 Diagram tegangan-regangan baja struktural

Diagram tersebut dimulai dengan garis lurus dari pusat sumbu O ke titik A, yang berarti bahwa hubungan antara tegangan dan regangan pada daerah awal ini linier. Melewati titik A, proporsionalitas antara tegangan dan regangan tidak ada lagi, jadi tegangan di A disebut limit proporsional. Dengan meningkatnya tegangan hingga melewati limit proporsional, maka regangan mulai meningkat secara lebih cepat lagi untuk setiap penambahan tegangan. Dengan demikian, kurva tegangan-regangan mempunyai kemiringan yang berangsur-angsur semakin kecil, sampai pada titik B kurva tersebut menjadi horisontal. Mulai dari titik ini, terjadi perpanjangan yang cukup besar tanpa adanya penambahan gaya tarik. Fenomena



ini disebut luluh dari bahan, dan titik B disebut titik luluh. Tegangan yang berkaitan dengan ini disebut tegangan luluh dari baja. Di daerah antara B dan C, bahan ini menjadi plastis sempurna, yang berarti bahan ini berdeformasi tanpa adanya penambahan beban. Setelah itu, baja mulai mengalami pengerasan tegang (*strain hardening*). Perpanjangan benda uji di daerah ini membutuhkan peningkatan beban tarik, sehingga diagram tegangan-regangan mempunyai kemiringan positif dari C ke D. Penarikan batang lebih lanjut akan disertai dengan pengurangan beban dan akhirnya terjadi putus di suatu titik seperti di titik E. Apabila suatu benda uji ditarik, akan terjadi pengurangan luas penampang. Pengurangan luas penampang yang ditimbulkannya cukup kecil terhadap perhitungan tegangan hingga sekitar titik C, tetapi melewati titik tersebut pengurangan luas mulai mengubah bentuk kurva. Di sekitar tegangan ultimate, pengurangan luas menjadi sangat nyata. Jika luas aktual penampang di bagian yang mengecil ini digunakan untuk menghitung tegangan, maka kurva tegangan-regangan sebenarnya (garis putus CE') akan diperoleh. Beban total yang dapat dipikul batang tersebut memang berkurang sesudah tegangan ultimate tercapai, tetapi reduksi kekuatan ini adalah akibat berkurangnya luas batang dan bukan karena berkurangnya kekuatan bahan itu sendiri. Pada kenyataannya, bahan menahan peningkatan tegangan sebenarnya hingga terjadi kegagalan (titik E')

Ada besaran lain yang terlihat dari diagram tegangan dan regangan, yaitu kemiringan garis lurus dari O ke A yang disebut modulus elastisitas E (atau Modulus Young) yang besarnya merupakan konstanta proporsional antar tegangan dengan regangan.

$$E = \frac{\text{tegangan}}{\text{regangan}} = \frac{f_t}{\epsilon} \dots\dots\dots(2.14)$$

### 2.3 Hipotesis penelitian

Dari uraian diatas, maka dalam struktur baja ringan, regangan dan lendutan yang terjadi akan lebih kecil dari struktur baja konvensional. Sedangkan untuk berat dan biaya, struktur baja ringan akan lebih ringan dan lebih murah daripada struktur baja konvensional.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, sedangkan pelaksanaan penelitian dilakukan mulai bulan Mei 2008.

### 3.2 Peralatan dan bahan penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain

- Alat penghasil tekanan ( *hydraulic jack* )
- Alat pengukur peningkatan beban ( *proving ring* )
- Alat pengukur regangan ( *strain gauge* )
- Alat pengukur lendutan ( *dial gauge* )
- Portal uji ( *loading frame* )
- Timbangan
- Meteran
- *Software* STAADPro 2004

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

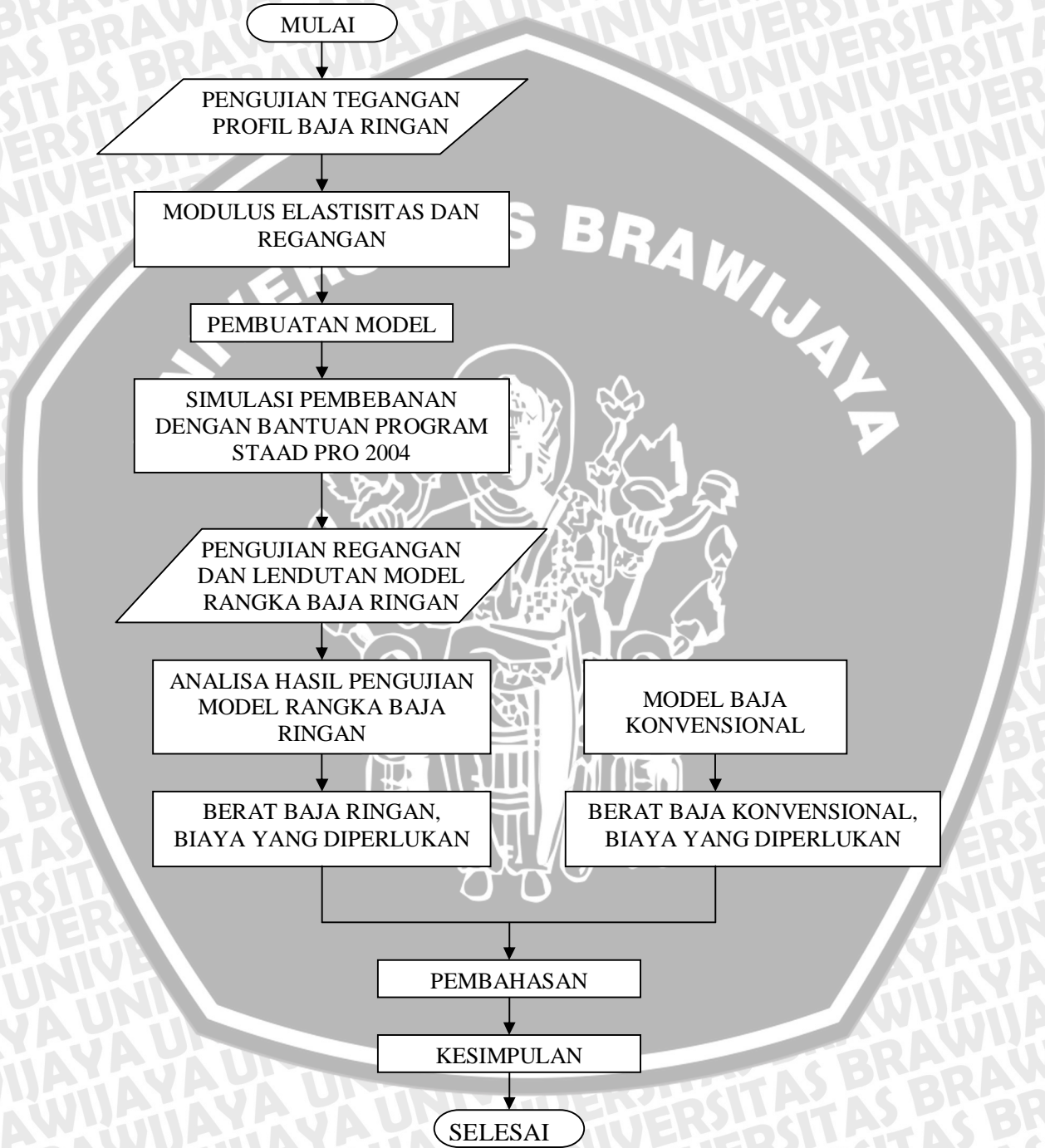
- Baja ringan dengan lapisan anti korosi :
  - o 55 % alumunium
  - o 43 % zinc
  - o 1.6 % silicon

yang biasa disebut zinalum



### 3.3 Rencana penelitian

#### 3.3.1 Diagram alir penelitian

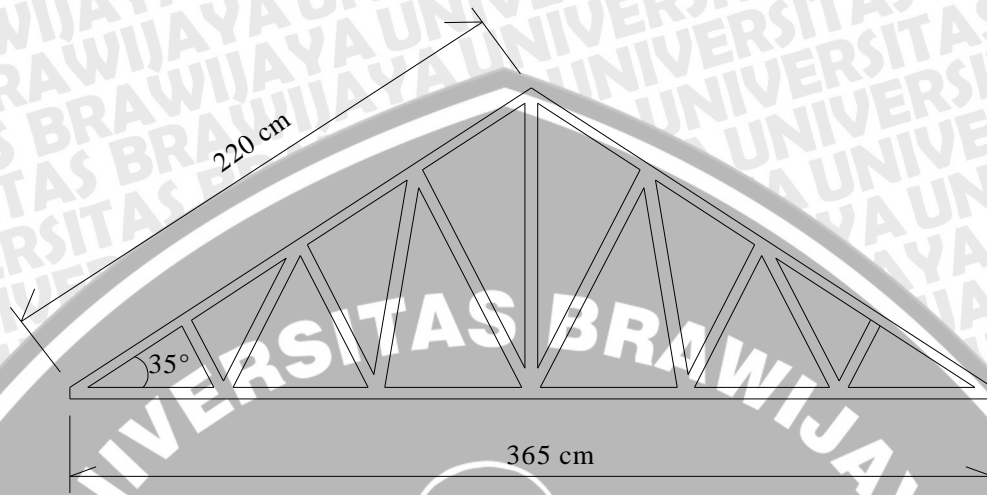


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



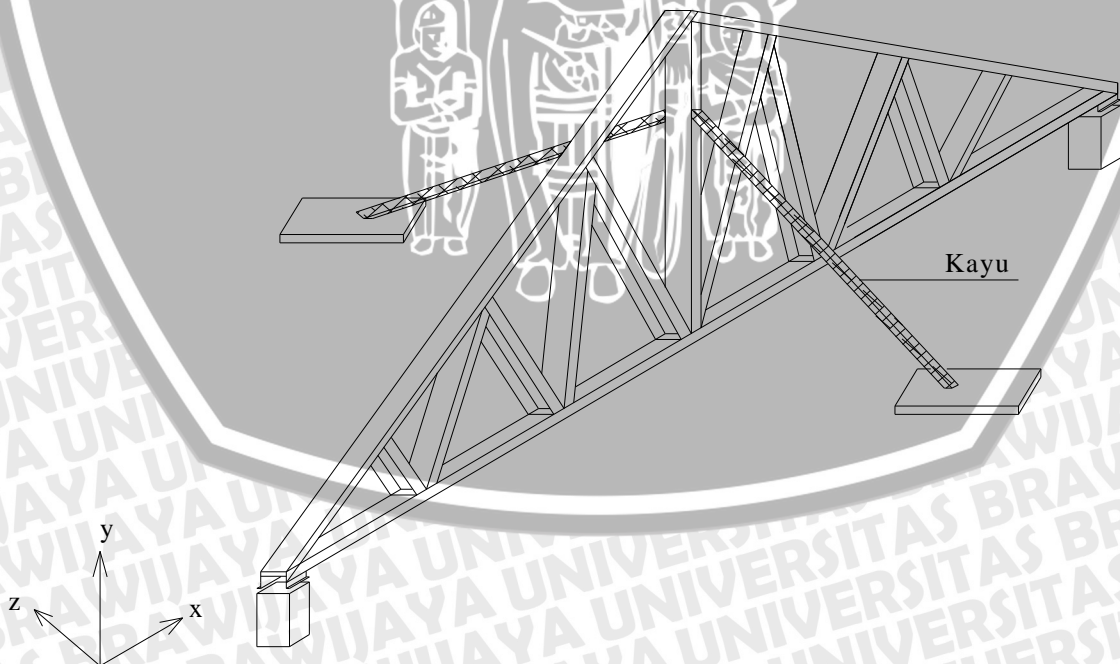
### 3.3.2 Rancangan model rangka

Rancangan model rangka



Gambar 3.2 Rancangan model rangka

Model rangka atap diasumsikan sebagai struktur dua dimensi, oleh karena itu untuk mencegah adanya kemungkinan terjadinya goyangan akibat beban ke arah sumbu z, maka digunakan alat bantu yaitu kayu yang akan membantu menyangga struktur agar tetap tegak, dan tidak terjadi eksentrisitas pembebanan.



Gambar 3.3 Pencegahan terjadinya goyangan

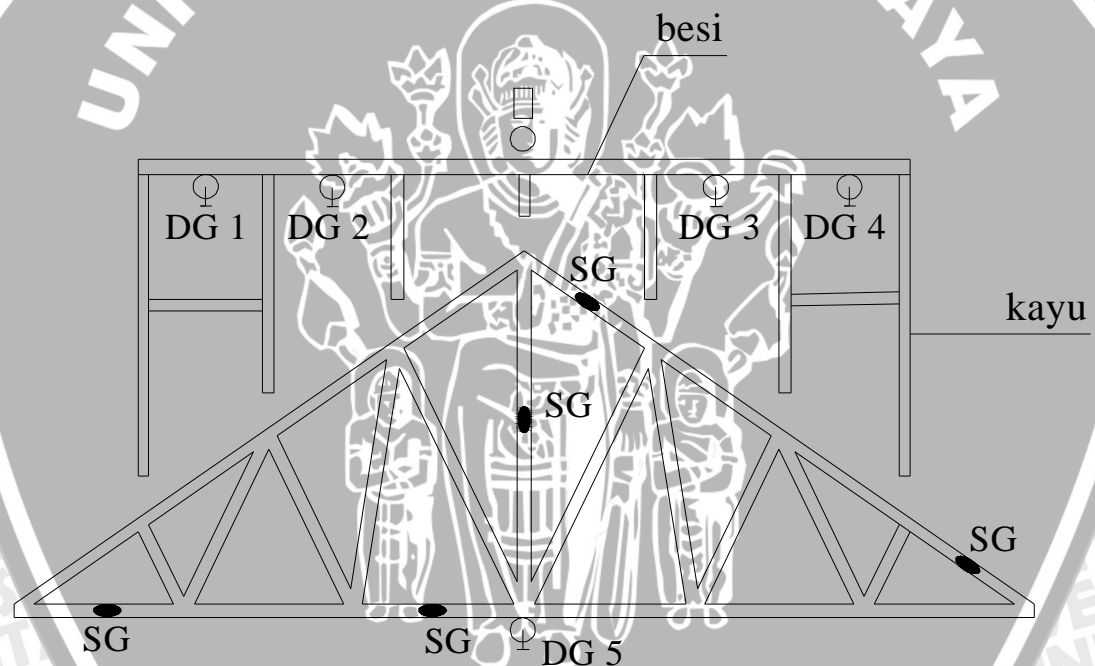


### 3.3.3 Simulasi pembebanan

Simulasi pembebanan dilakukan dengan bantuan program STAAD Pro 2004 dengan cara coba-coba. Besaran beban diberikan pada titik buhul kemudian dianalisa tegangan leleh yang terjadi pada rangka tersebut. Tegangan leleh yang terjadi diusahakan mendekati tegangan leleh yang didapat dari hasil uji tarik. Jika tegangan leleh yang terjadi melebihi tegangan leleh uji tarik, maka rangka tersebut hancur.

### 3.3.4 Rancangan pembebanan

Besarnya beban yang diberikan pada rangka didapat melalui simulasi pembebanan. Dari besaran beban yang diperoleh, diambil 70 % dan akan diaplikasikan di dalam penelitian di laboratorium.



Gambar 3.4 Rancangan pembebanan

Ket : DG = Dial gauge

SG = Strain gauge

### 3.3.5 Prosedur pemodelan

Pemodelan dilakukan dengan membuat model rangka atap kuda-kuda sederhana dengan ukuran 0,5 kali dari ukuran sebenarnya. Model tersebut ditempatkan pada portal pembebanan (*loading frame*) dengan tumpuan sendi rol

pada masing-masing sudut tepi bagian bawah rangka. Beban yang diberikan pada model rangka adalah beban terpusat yang diberikan di tiap-tiap titik buhul kecuali pada titik tumpuan, dengan alat bantu yaitu besi untuk mendistribusikan beban ke tiap titik buhul.

### 3.3.6 Langkah-langkah penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian tarik baja ringan. Dari hasil uji tarik diperoleh tegangan leleh dan modulus elastisitas baja ringan.
2. Pembuatan model struktur rangka atap baja ringan.
3. Simulasi pembebanan menggunakan mekanika teknik dengan bantuan program STAAD PRO 2004. Simulasi dilakukan dengan cara coba-coba. Dalam simulasi tersebut rangka baja ringan dibebani sampai hancur dengan batasan tegangan leleh yang diperoleh dari hasil uji tarik. Dari beban ultimate ( $P_u$ ) yang diperoleh, akan diambil 70 % dari besaran beban, dan akan diaplikasikan di laboratorium.
4. Pengukuran berat model rangka kuda-kuda baja ringan.
5. Pemasangan model rangka kuda-kuda pada portal pembebanan (*loading frame*).
6. Pemasangan alat pembaca regangan (*strain gauge*), pengukur lendutan (*dial gauge*) dan pembaca beban (*proofing ring*).
7. Pemberian beban terpusat.
8. Pembacaan alat.
9. Analisa hasil percobaan baja ringan dengan bantuan STAAD Pro 2004.
10. Menetapkan mutu baja untuk baja konvensional.
11. Analisa baja konvensional dengan menggunakan beban dan model rangka yang sama.
12. Perhitungan sambungan yang digunakan untuk baja konvensional.
13. Membandingkan regangan dan lendutan yang terjadi antara baja ringan dan baja konvensional.
14. Membandingkan berat dan biaya yang digunakan.
15. Pembahasan.



### 3.3.7 Metode pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan membuat model rangka kuda-kuda sederhana. Model akan dikenai beban terpusat di tiap titik buhul dengan besaran yang telah ditentukan. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati dan mencatat regangan yang terjadi akibat pembebanan serta lendutan yang terjadi di tengah bentang bagian bawah. Pencatatan dilakukan di tiap interval beban 115 kg.

### 3.4 Prosedur analisis

Analisis dilakukan dengan bantuan program STAADPro 2004 untuk mendapatkan regangan dan lendutan yang terjadi sebagai kontrol dari hasil yang diperoleh di laboratorium. Langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Struktur rangka diasumsikan sebagai struktur 2 dimensi
2. Memberikan data masukan geometri rangka
3. Struktur didukung oleh tumpuan sendi-rol
4. Input beban diberikan
5. Program dijalankan (*run anaysis*)
6. Analisis data.

### 3.5 Variabel penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas (*independent variable*) yaitu variabel yang perubahannya bebas ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah besarnya beban terpusat yang dibebankan pada model rangka kuda-kuda pada tiap titik buhul kecuali pada tumpuan.
2. Variabel terikat (*dependent variable*) yaitu variabel yang tergantung pada variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah besarnya regangan yang terjadi pada batang yang diperoleh dari pembacaan alat *straingauge* serta lendutan yang terjadi pada tengah bentang bagian bawah yang diperoleh dari pembacaan alat *dialgauge*.

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pelaksanaan penelitian di laboratorium

#### 4.1.1 Analisis bahan yang digunakan

Model struktur rangka baja ringan terbuat dari profil baja ringan UK 75. Dari hasil uji tarik baja ringan diperoleh tegangan leleh sebesar  $2046,67 \text{ kg/cm}^2$  dan modulus elastisitas sebesar  $208328,73 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan sambungan yang digunakan pada titik buhul rangka baja ringan berupa sambungan baut.

#### 4.1.2 Pelaksanaan pengujian pembebanan

Model rangka baja ringan diletakkan di atas tumpuan sendi rol. Percobaan pembebanan pada model rangka baja ringan berupa pemberian beban terpusat yang berupa tekanan yang dihasilkan oleh *hydraulic jack* yang diletakkan pada *loading frame*. Besarnya tekanan yang terjadi diamati dengan menggunakan *proving ring* yang diletakkan tepat di bawah *hydraulic jack*. Untuk menyalurkan tekanan tersebut digunakan baja profil yang diletakkan secara horisontal tepat di bawah *proving ring* yang kemudian disambung dengan kayu secara vertikal untuk menyalurkan beban pada tiap-tiap titik buhul.

Besarnya lendutan yang terjadi pada model rangka baja ringan diamati dengan menggunakan *dial gauge* yang diletakkan di bentang tengah bagian bawah rangka. Sedangkan untuk mengamati lendutan yang terjadi pada besi, diletakkan 4 buah *dial gauge* yang dipasang di bawah baja profil. Sedangkan besarnya regangan yang terjadi diamati dengan menggunakan 4 buah *strain gauge* yang dihubungkan dengan *strainmeter* yang dipasang pada batang-batang tertentu pada rangka.

### 4.2 Pembebanan model rangka baja ringan

#### 4.2.1 Simulasi pembebanan dengan bantuan STAAD Pro 2004

##### 4.2.1.1 Asumsi-asumsi yang digunakan

Dalam proses analisis dengan bantuan program STAAD Pro 2004 perlu adanya asumsi-asumsi terhadap kondisi di laboratorium yang tidak dapat diketahui secara pasti karena untuk mengetahui kondisi tersebut dibutuhkan penelitian-penelitian dengan tingkat ketelitian yang sangat tinggi. Asumsi-asumsi



yang digunakan dalam percobaan pembebanan model rangka baja ringan, adalah sebagai berikut :

1. Model rangka baja ringan merupakan struktur rangka sehingga digunakan analisis 2 dimensi untuk jenis struktur rangka (*truss*).
2. Tumpuan yang digunakan adalah tumpuan sendi-rol.
3. Beban uji yang diberikan adalah beban terpusat dengan besaran yang sama yang diletakkan pada tiap titik buhul kecuali di tumpuan.
4. Berat sendiri model rangka baja ringan diperhitungkan pada analisis.

#### 4.2.1.2 Simulasi pembebanan

Dicoba beban diberikan sebesar 335 kg sebagai beban terpusat di tiap titik buhul dan dari tegangan yang dihasilkan akan dikontrol dengan tegangan leleh yang diperoleh dari hasil uji tarik yaitu sebesar 2046,67 kg/cm<sup>2</sup>.

##### Kontrol tegangan

##### Batang tarik

Batang yang ditinjau adalah batang yang mengalami gaya tarik terbesar yaitu batang 1 dan batang 14

Gaya batang yang diperoleh sebesar 1698,3 kg

→ **Bila keadaan batasnya adalah keruntuhan leleh**

$$N_u = \phi N_n = 0,9 A_g \cdot f_y$$

$$f_y = \frac{N_n}{\phi A_g} = \frac{1698,3}{0,9 \cdot 1,52} = 1241,45 \text{ kg/cm}^2 < 2046,67 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

→ **Bila keadaan batasnya adalah keruntuhan retak**

$$\phi N_n = \phi A_e \cdot f_u$$

##### Luas penampang efektif

$$A_e = U A_n = 0,9 \times 1,52 = 1,368 \text{ cm}^2$$

$$\phi N_n = \phi A_e \cdot f_u = 0,75 \times 1,38 \times 3666,67 = 3795 \text{ kg}$$

$$N_u \leq \phi N_n$$

$$1698,3 \text{ kg} \leq 3795 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

**Batang tekan**

Batang yang ditinjau adalah batang yang mengalami gaya tarik terbesar yaitu batang 2 dan batang 9.

Gaya batang yang diperoleh sebesar 2069 kg

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{4,9880}{1,52}} = 1,812$$

$$\lambda c = \frac{Lk}{\pi \cdot r} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1 \cdot 55,645}{\pi \cdot 1,812} \sqrt{\frac{2046,67}{208328,73}} = 0,9685$$

maka  $\lambda c$  terletak pada  $0,25 < \lambda c < 1,2$

$$\text{sehingga } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,9685} = 1,5035$$

$$\text{beban nominal } N_n = A_g \frac{f_y}{\omega}$$

$$f_y = \frac{N_n \cdot \omega}{A_g} = \frac{2069 \cdot 1,5035}{1,52} = 2046,54 \text{ kg/cm}^2 < 2046,67 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

Jadi beban yang diberikan di tiap titik buhul pada percobaan di laboratorium sebesar 335 kg.

**4.2.2 Pengolahan data hasil percobaan di laboratorium**

Beban diberikan melalui *hydraulic jack*, dengan pengambilan data dilakukan di tiap interval beban 115 kg.

Percobaan pembebanan di laboratorium berhenti pada saat *proving ring* menunjukkan beban 575 kg sehingga beban di tiap titik buhul kurang lebih sebesar 87,1428 kg.

**4.2.2.1 Regangan**

Regangan didapat dari pembacaan *strainmeter* yang dihubungkan dengan *straingauge* yang dilekatkan pada batang model rangka baja ringan

Tabel 4.1 Hasil pembacaan *straingauge* pada baja ringan

No	P ( kg )	Pembacaan <i>Strain gauge</i>			
		Batang 11	Batang 19	Batang 6	Batang 2
1	20,7143	0,000012	0,000047	0,000031	0,000039
2	37,8571	0,000037	0,000053	0,000093	0,000073
3	54,2857	0,000101	0,000058	0,000139	0,000114
4	70,7143	0,000126	0,000067	0,000189	0,000150
5	87,1428	0,000161	0,000078	0,000263	0,000188



#### 4.2.2.2 Lentutan

Lentutan didapat dari pembacaan *dial gauge* yang dilekatkan pada batang yang ditinjau. Satu buah diletakkan di bentang tengah bagian bawah model rangka untuk mengetahui lentutan maksimum, sedangkan empat buah diletakkan dibawah besi yang digunakan sebagai alat bantu pendistribusian beban untuk mengetahui lentutan yang terjadi.

Tabel 4.2 Hasil pembacaan *dialgauge* pada baja ringan

No	P ( kg )	Pembacaan <i>Dial gauge</i> ( mm )				
		DG1	DG2	DG3	DG4	DG5
1	20,7143	0,585	1,285	2,74	1,69	1,87
2	37,8571	2,08	2,13	4,65	2,75	3,83
3	54,2857	2,94	3,17	5,8	3,305	4,795
4	70,7143	3,75	4,165	7,235	3,855	5,775
5	87,1428	4,635	5,76	8,15	4,525	6,98

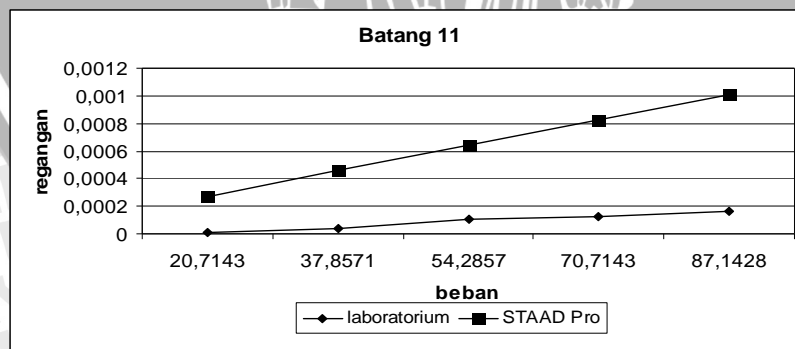
#### 4.2.3 Analisa hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004

##### 4.2.3.1 Perbandingan regangan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004

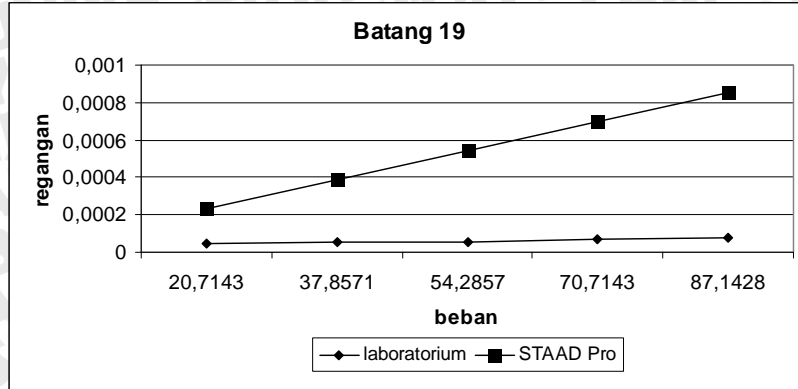
Tabel 4.3 Perbandingan regangan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004

No	P (kg)	Pembacaan Strain gauge				Hasil perhitungan STAAD Pro			
		Batang 11	Batang 19	Batang 6	Batang 2	Batang 11	Batang 19	Batang 6	Batang 2
1	20,7143	0,000012	0,000047	0,000031	0,000039	0,000265158	0,00022945	0,00026	0,000448
2	37,8571	0,000037	0,000053	0,000093	0,000073	0,000457546	0,00039006	0,000447	0,000776
3	54,2857	0,000101	0,000058	0,000139	0,000114	0,00064187	0,000544	0,000627	0,00109
4	70,7143	0,000126	0,000067	0,000189	0,00015	0,000826194	0,00069794	0,000807	0,001405
5	87,1428	0,000161	0,000078	0,000263	0,000188	0,001010518	0,00085187	0,000986	0,001719

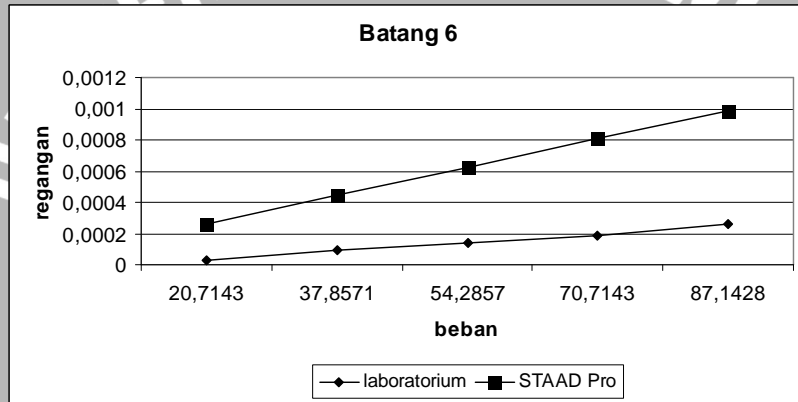
Hasil perbandingan diatas dapat dilihat dengan jelas melalui grafik di bawah ini.



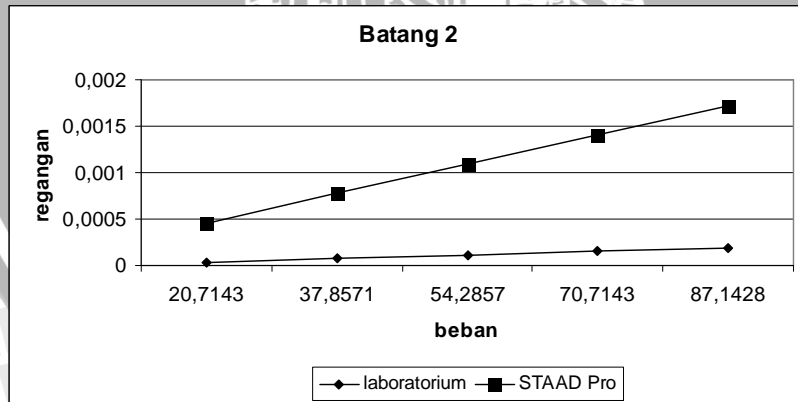
Grafik 4.1 Grafik hubungan antara beban dan regangan pada batang 11



Grafik 4.2 Grafik hubungan antara beban dan regangan pada batang 19



Grafik 4.3 Grafik hubungan antara beban dan regangan pada batang 6



Grafik 4.4 Grafik hubungan antara beban dan regangan pada batang 2

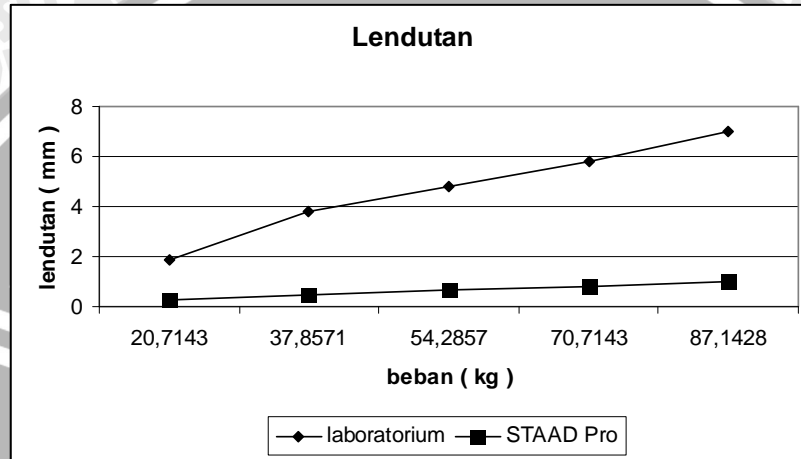
#### 4.2.3.2 Perbandingan lendutan hasil pangujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004

Tabel 4.4 Perbandingan lendutan hasil pengujian dengan hasil analisa STAAD Pro 2004



No	P ( kg )	Lendutan ( mm )	
		Hasil lab	Staad Pro
1	20,7143	1,87	0,266
2	37,8571	3,83	0,459
3	54,2857	4,795	0,644
4	70,7143	5,775	0,829
5	87,1428	6,98	1,014

Hasil perbandingan diatas dapat dilihat dengan jelas melalui grafik di bawah ini.



Grafik 4.5 Grafik hubungan antara beban dan lendutan pada model rangka baja ringan

### 4.3 Perbandingan baja ringan dengan baja konvensional

#### 4.3.1 Desain baja konvensional

Mutu baja yang digunakan diperoleh dari hasil penelitian uji tarik baja yang dilakukan oleh Lulus Prasetyo ( 0210610047 ) pada bulan Desember 2006. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan tegangan leleh sebesar 2604,167 kg/cm<sup>2</sup> dan modulus elastisitas sebesar 1161666,667 kg/cm<sup>2</sup>. Beban diberikan sebesar 87,1428 kg di tiap titik buhul kecuali di tumpuan. Dari perhitungan didapatkan gaya batang dan tegangan, dan dari hasil tegangan tersebut dapat dilakukan kontrol tegangan agar tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan leleh.

##### 4.3.1.1 Desain batang tekan

Dari perhitungan STAAD Pro 2004 didapatkan gaya batang tekan maksimum (batang 9) sebesar 438,287 kg dengan panjang batang = 55,585 cm.

$$N_u \leq \phi N_n \quad \text{dengan } \phi_n = 0,85$$

$$N_n = A_g f_c$$

Dicoba profil siku 20x20x3

$$A_g = 1,12 \text{ cm}^2 \quad b = 20 \text{ mm} \quad t = 3 \text{ mm}$$

$$I_x = I_y = 0,39 \text{ cm}^4$$

#### Kontrol Stabilitas penampang

$$\lambda = \frac{b}{t} = \frac{20}{3} = 6,667$$

$$\lambda_r = \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{200}{\sqrt{260,4167}} = 12,394$$

$$\lambda \leq \lambda_r \rightarrow 6,667 \leq 12,394 \quad (\text{OK})$$

#### Kontrol Kelangsingan

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0,39}{1,12}} = 0,59 \text{ cm}$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{1 \times 55,585}{0,59} = 94,2119 < 200 \quad (\text{OK})$$

$$\lambda_c = \frac{L_k}{\pi \cdot r} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1 \cdot 55,585}{\pi \cdot 0,59} \sqrt{\frac{2604,167}{1161666,667}} = 1,419 > 1,2$$

$$\lambda_c > 1,2 \quad \text{sehingga } \omega = 1,25 \lambda_c^2$$

$$\text{beban nominal } N_n = A_g \frac{f_y}{\omega} = 1,12 \frac{2604,167}{1,25(1,419)^2} = 1158,8095 \text{ kg}$$

$$\phi_n N_n = 0,85 \times 1158,8095 = 984,9881 \text{ kg}$$

$$N_u \leq \phi_n N_n$$

$$438,287 \text{ kg} \leq 984,9884 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

Digunakan profil siku **20x20x3**

#### 4.3.1.2 Desain batang tarik

Dari perhitungan STAAD Pro 2004 didapatkan gaya batang tarik maksimum (batang 1) sebesar 533,967 kg dengan panjang batang = 60,834 cm.

$$N_u \leq \phi N_n$$

dimana  $\phi N_n$  = kuat tarik rencana yang besarnya diambil sebagai nilai terendah

$$\text{diantara : } P_n = A_g f_y \text{ dengan } \phi = 0,9 \text{ dan}$$

$$P_n = A_e f_u \text{ dengan } \phi = 0,75$$



Dicoba profil siku 20x20x3

$$Ag = 1,12 \text{ cm}^2 \quad b = 20 \text{ mm} \quad t = 3 \text{ mm}$$

$$Ix = Iy = 0,39 \text{ cm}^4$$

→ Bila keadaan batasnya adalah keruntuhan leleh

$$\phi N_n = \phi A_g f_y \quad \text{dengan } \phi = 0,9$$

**Kontrol Kelangsingan**

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0,39}{1,12}} = 0,59 \text{ cm}$$

$$\frac{L}{r} = \frac{60,384}{0,59} = 105,3457 < 300 \quad (\text{OK})$$

$$\phi N_n = \phi A_g f_y = 0,9 \times 1,12 \times 2604,167 = 2625 \text{ kg}$$

$$N_u \leq \phi N_n$$

$$533,967 \text{ kg} \leq 2625 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

→ Bila keadaan batasnya adalah keruntuhan retak

$$\phi N_n = \phi A_e f_u$$

**Luas penampang efektif**

$$A_e = U A_n = 0,9 \times 1,12 = 1,008 \text{ cm}^2$$

$$\phi N_n = \phi A_e f_u = 0,75 \times 1,008 \times 3666,667 = 2772 \text{ kg}$$

$$N_u \leq \phi N_n$$

$$533,967 \text{ kg} \leq 2625 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

Digunakan profil siku **20x20x3**

#### 4.3.1.3 Kontrol tegangan

Tegangan yang dihasilkan dari perhitungan akan dikontrol terhadap tegangan leleh baja konvensional yaitu sebesar  $2604,167 \text{ kg/cm}^2$ .

**Batang tarik**

Batang yang ditinjau adalah batang yang mengalami gaya tarik terbesar yaitu batang 1 dan batang 14

Gaya batang yang diperoleh sebesar  $448,248 \text{ kg}$

→ Bila keadaan batasnya adalah keruntuhan leleh

$$N_u = \phi N_n = 0,9 A_g f_y$$

$$f_y = \frac{N_n}{\phi A_g} = \frac{448,248}{0,9 \cdot 1,12} = 444,69 \text{ kg/cm}^2 < 2046,67 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

→ Bila keadaan batasnya adalah keruntuhan retak

$$\phi N_n = \phi A_e f_u$$

**Luas penampang efektif**

$$A_e = U A_n = 0,9 \times 1,12 = 1,008 \text{ cm}^2$$

$$\phi N_n = \phi A_e f_u = 0,75 \times 1,008 \times 3666,667 = 2772 \text{ kg}$$

$$N_u \leq \phi N_n$$

$$533,967 \text{ kg} \leq 2625 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

**Batang tekan**

Batang yang ditinjau adalah batang yang mengalami gaya tarik terbesar yaitu batang 2 dan batang 9.

Gaya batang yang diperoleh sebesar 546,242 kg

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0,39}{1,12}} = 3,4821$$

$$\lambda_c = \frac{L_k}{\pi \cdot r} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1 \cdot 55,645}{\pi \cdot 3,4821} \sqrt{\frac{2604,167}{1161666,667}} = 0,2407$$

maka  $\lambda_c$  terletak pada  $\lambda_c < 0,25$

sehingga  $\omega = 1$

$$\text{beban nominal } N_n = A_g \frac{f_y}{\omega}$$

$$f_y = \frac{N_n \cdot \omega}{A_g} = \frac{546,242 \cdot 1}{1,12} = 487,72 \text{ kg/cm}^2 < 2604,167 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

#### 4.3.1.4 Perencanaan sambungan

**Perhitungan jumlah baut**

Mutu baut yang digunakan diperoleh dari hasil penelitian uji tarik baut yang dilakukan oleh Amaliyah Noor Indahwati ( 9901060009-61 ) pada bulan Februari-April 2004.

Pada pengujian tersebut didapatkan hasil tegangan putus baut rata-rata pada baut biasa (HTW 8.8) dengan diameter 8 mm sebesar 10397,5 kg/cm<sup>2</sup>.



Pelat penyambung yang digunakan adalah pelat setebal 3 mm dengan  $f_u^b = 3700$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### Kuat geser

$$V_d = \phi_f V_n = \phi_f r_1 f_u^b A_b$$

keterangan :

$r_1 = 0.5$  untuk baut tanpa ulir pada bidang geser

$r_1 = 0.4$  untuk baut dengan ulir pada bidang geser

$\phi_f = 0.75$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

$f_u^b$  = adalah tegangan tarik putus baut

$A_b$  = adalah luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

$$V_d = \phi_f V_n = 0,75 \cdot 0,4 \cdot 10397,5 \cdot 0,503 = 1568,983 \text{ kg}$$

#### Kuat tumpu

$$R_d = \phi_f R_n = 2,4 \phi_f d_b t_p f_u$$

keterangan :

$\phi_f = 0.75$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

$d_b$  = adalah diameter baut nominal pada daerah tak berulir

$t_p$  = adalah tebal pelat

$f_u$  = tegangan tarik putus yang terendah dari baut atau pelat

$$R_d = \phi_f R_n = 2,4 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 3700 = 1598,4 \text{ kg}$$

Dari nilai kuat tumpu dan kuat geser, diambil nilai yang terkecil yaitu kuat tumpu sebesar 1004,994 kg.

Gaya batang maximum yang terjadi = 546,242 kg

sehingga jumlah baut yang diperlukan adalah:

$$n = \frac{P_{extrim}}{P_{geser}} = \frac{546,242}{1598,4} = 0,342 \rightarrow \text{digunakan 2 baut.}$$

**Perhitungan sambungan****Contoh : perhitungan sambungan pada titik 3****TITIK 3****Batang 3****Kuat geser**

$$V_d = \phi_f V_n = 0,75 \cdot 0,4 \cdot 10397,5 \cdot 0,503 = 1568,983 \text{ kg}$$

$$\frac{V_u}{n} = \frac{312,795}{2} = 156,3975 \text{ kg} < V_d = 1568,983 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

**Kuat tumpu**

$$R_d = \phi_f R_n = 2,4 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 3700 = 1598,4 \text{ kg}$$

$$\frac{V_u}{n} = \frac{312,795}{2} = 156,3975 \text{ kg} < R_d = 1598,4 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

**Batang 20****Kuat geser**

$$V_d = \phi_f V_n = 0,75 \cdot 0,4 \cdot 10397,5 \cdot 0,503 = 1568,983 \text{ kg}$$

$$\frac{V_u}{n} = \frac{269,863}{2} = 134,9315 \text{ kg} < V_d = 1568,983 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

**Kuat tumpu**

$$R_d = \phi_f R_n = 2,4 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 3700 = 1598,4 \text{ kg}$$

$$\frac{V_u}{n} = \frac{269,863}{2} = 134,9315 \text{ kg} < R_d = 1598,4 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

**Batang 6****Kuat geser**

$$V_d = \phi_f V_n = 0,75 \cdot 0,4 \cdot 10397,5 \cdot 0,503 = 1568,983 \text{ kg}$$

$$\frac{V_u}{n} = \frac{312,795}{2} = 156,3975 \text{ kg} < V_d = 1568,983 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

**Kuat tumpu**

$$R_d = \phi_f R_n = 2,4 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 3700 = 1598,4 \text{ kg}$$

$$\frac{V_u}{n} = \frac{312,795}{2} = 156,3975 \text{ kg} < R_d = 1598,4 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$



### 4.3.2 Perbandingan regangan antara baja ringan dan baja konvensional

#### 4.3.2.1 Regangan pada baja konvensional

Regangan yang terjadi pada baja konvensional didapatkan dari hasil tegangan yang didapat dari hasil perhitungan STAAD Pro 2004 dibagi dengan modulus elastisitas.

$$\text{Regangan} : \varepsilon = \frac{f}{E}$$

Contoh : perhitungan regangan baja konvensional pada batang 11 akibat beban 575 kg

$$\varepsilon = \frac{f}{E} = \frac{28,096}{116166,667} = 0,000242$$

Tabel 4.5 Regangan pada baja konvensional

No	P ( kg )	Baja Konvensional			
		Batang 11	Batang 19	Batang 6	Batang 2
1	20,7143	6,20E-05	5,32E-05	6,07E-05	0,000105
2	37,8571	0,000108	9,20E-05	0,000106	0,000184
3	54,2857	0,000153	0,000129	0,000149	0,00026
4	70,7143	0,000197	0,000166	0,000193	0,000336
5	87,1428	0,000242	0,000203	0,000236	0,000412

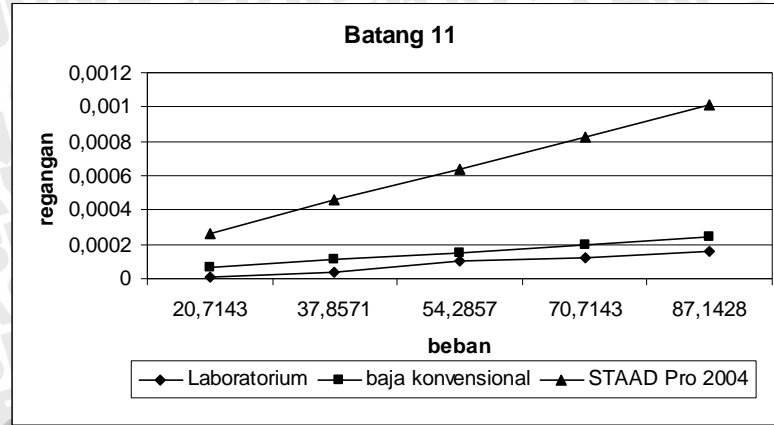
#### 4.3.2.2 Perbandingan regangan antara baja ringan dan baja konvensional

Regangan yang terjadi pada baja konvensional dibandingkan dengan regangan yang terjadi pada baja ringan hasil pembacaan *straingauge* serta dibandingkan pula dengan regangan yang terjadi pada baja ringan hasil analisis menggunakan STAAD Pro 2004.

##### Batang 11

Tabel 4.6 Perbandingan regangan antara baja ringan dengan baja konvensional pada batang 11

No	P ( kg )	Baja ringan		Baja Konvensional
		Laboratorium	STAAD Pro	
1	20,7143	0,000012	0,000265158	6,20E-05
2	37,8571	0,000037	0,000457546	0,000108
3	54,2857	0,000101	0,00064187	0,000153
4	70,7143	0,000126	0,000826194	0,000197
5	87,1428	0,000161	0,001010518	0,000242

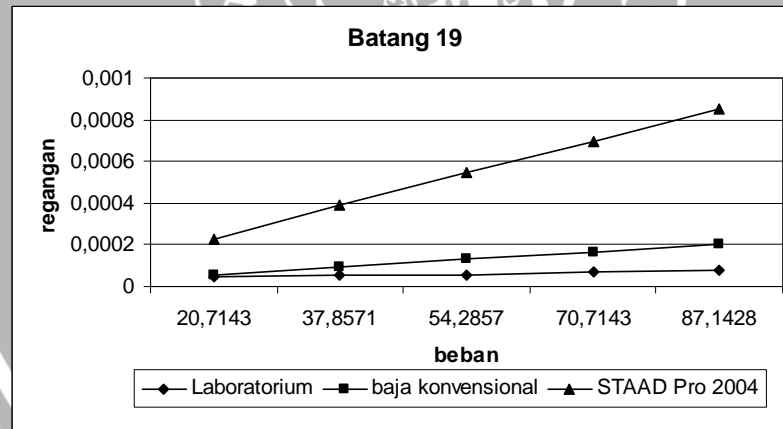


Grafik 4.6 Grafik hubungan antara beban dan regangan pada batang 11

**Batang 19**

Tabel 4.7 Perbandingan regangan antara baja ringan dengan baja konvensional pada batang 19

No	P ( kg )	Baja ringan		Baja Konvensional
		Laboratorium	STAAD Pro	
1	20,7143	0,000047	0,000229445	5,32E-05
2	37,8571	0,000053	0,000390057	9,20E-05
3	54,2857	0,000058	0,000543996	0,000129
4	70,7143	0,000067	0,000697935	0,000166
5	87,1428	0,000078	0,000851875	0,000203



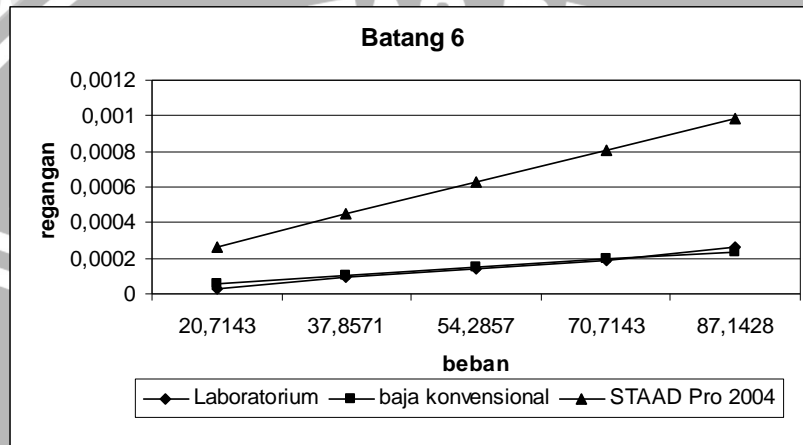
Grafik 4.7 Grafik hubungan antara beban dan regangan pada batang 19



**Batang 6**

Tabel 4.8 Perbandingan regangan antara baja ringan dengan baja konvensional pada batang 6

No	P ( kg )	Baja ringan		Baja Konvensional
		Laboratorium	STAAD Pro	
1	20,7143	0,000031	0,000259878	6,07E-05
2	37,8571	0,000093	0,000447322	0,000106
3	54,2857	0,000139	0,00062699	0,000149
4	70,7143	0,000189	0,000806658	0,000193
5	87,1428	0,000263	0,000986278	0,000236

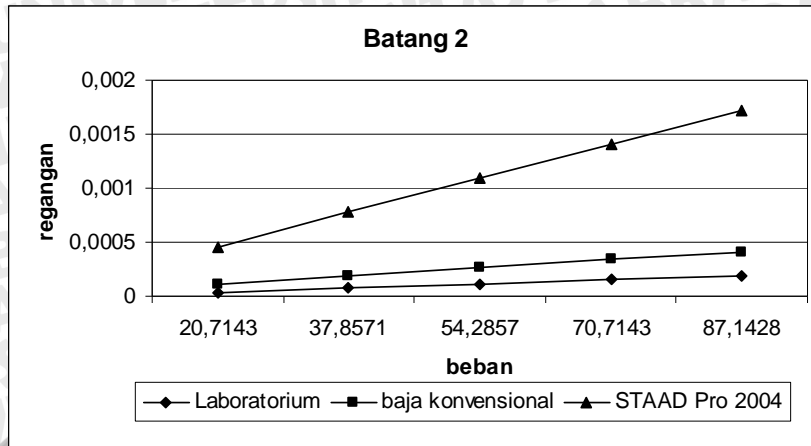


Grafik 4.8 Grafik hubungan antara beban dan regangan pada batang 6

**Batang 2**

Tabel 4.9 Perbandingan regangan antara baja ringan dengan baja konvensional pada batang 2

No	P ( kg )	Baja ringan		Baja Konvensional
		Laboratorium	STAAD Pro	
1	20,7143	0,000039	0,000447898	0,000105
2	37,8571	0,000073	0,000775937	0,000184
3	54,2857	0,000114	0,001090344	0,00026
4	70,7143	0,00015	0,001404751	0,000336
5	87,1428	0,000188	0,001719158	0,000412



Grafik 4.9 Grafik hubungan antara beban dan regangan pada batang 2

### 4.3.3 Perbandingan lendutan antara baja ringan dan baja konvensional

#### 4.3.3.1 Lendutan pada baja konvensional

Lendutan pada baja konvensional dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.10 Lendutan pada baja konvensional

No	P ( kg )	Baja konvensional
1	20,7143	0,622
2	37,8571	1,088
3	54,2857	1,535
4	70,7143	1,981
5	87,1428	2,428

#### 4.3.3.2 Perbandingan lendutan antara baja ringan dengan baja konvensional

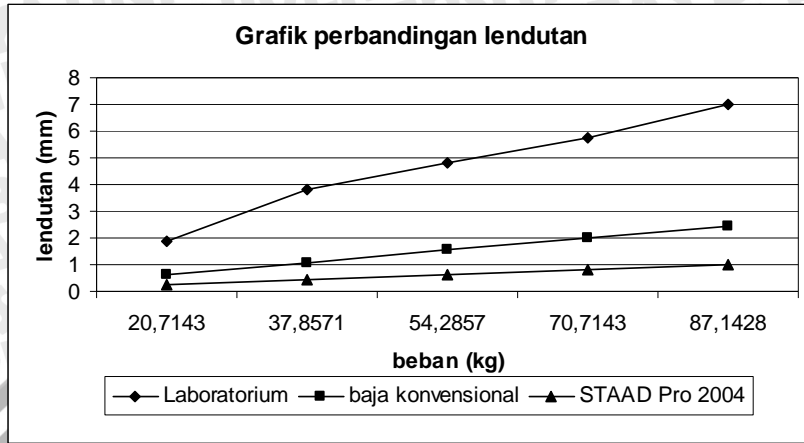
Lendutan yang terjadi pada baja konvensional dibandingkan dengan lendutan yang terjadi pada baja ringan hasil pembacaan *dialgauge* serta dibandingkan pula dengan lendutan yang terjadi pada baja ringan hasil analisis menggunakan STAAD Pro 2004

Tabel 4.11 Perbandingan lendutan antara baja ringan dengan baja konvensional

No	P ( kg )	Baja ringan (mm)		Baja Konvensional (mm)
		Laboratorium	Staad Pro	
1	20,7143	1,87	0,266	0,622
2	37,8571	3,83	0,459	1,088
3	54,2857	4,795	0,644	1,535
4	70,7143	5,775	0,829	1,981
5	87,1428	6,98	1,014	2,428



Hasil perbandingan diatas dapat dilihat dengan jelas melalui grafik di bawah ini.



Grafik 4.10 Grafik hubungan antara beban dan lendutan pada model rangka

#### 4.3.4 Perbandingan berat dan biaya antara baja ringan dan baja konvensional

##### Baja ringan

berat total = 16 kg

harga bahan + pembuatan = Rp 468.000

##### Baja konvensional

###### - rangka baja

Berat total

Panjang total = 16,94 m

Berat = 0.88 kg/m = 14,9 kg

Harga

Harga bahan = Rp 20.000/kg

Biaya pembuatan = Rp 4.500/kg

Harga total = ( Rp 20000 + Rp 4500 ) x 14.9 = Rp 365.050

###### - baut

Berat (102 buah) = 2,22 kg

Harga ( @ Rp 1000 ) = Rp 102.000

###### - plat penyambung

Berat ( 7850 x 0.1320 x 0.003 ) = 3,109 kg

Harga = Rp 20000/kg = Rp 62.180

Tabel 4.12 Perbandingan berat dan biaya antara baja ringan dan baja konvensional

	Perbandingan	
	Berat (kg)	Biaya (Rp)
Baja ringan	16	468000
baja konvensional	22.3	529230

#### 4.4 Pembahasan

Dalam penelitian di laboratorium, *straingauge* dipasang pada batang yang diperkirakan akan mengalami gaya tekan dan gaya tarik terbesar yaitu batang 1 yang diperkirakan akan mengalami gaya tarik terbesar dan batang 2 yang diperkirakan akan mengalami gaya tekan terbesar. Kemudian *straingauge* lainnya dipasang pada batang 19, batang 6, dan batang 11. Tetapi dalam pelaksanaannya, *straingauge* yang terpasang pada batang 1 mengalami kerusakan sehingga yang digunakan hanya 4 *straingauge* yang terpasang pada batang 11, batang 19, batang 6, dan batang 2.

Sedangkan untuk pemasangan *dialgauge*, 1 buah *dialgauge* dipasang pada tengah bentang bagian bawah rangka untuk mengetahui lendutan yang terjadi pada model rangka baja ringan akibat beban, dan 4 buah *dialgauge* lainnya dipasang pada alat bantu pendistribusian beban yaitu besi untuk mengontrol terjadinya lendutan pada saat pendistribusian beban.

Dalam simulasi pembebanan yang dilakukan dengan bantuan program STAAD Pro 2004, diketahui bahwa beban yang akan diberikan pada tiap titik buhul pada saat pembebanan di laboratorium adalah sebesar 335 kg. Tetapi pada saat percobaan dilakukan di laboratorium, pembebanan terhenti pada saat *proving ring* menunjukkan beban 575 kg, sehingga beban di tiap titik buhul kurang lebih sebesar 87,1428 kg. Hal ini terjadi dikarenakan terjadinya kegagalan pada tumpuan.

##### 4.4.1 Hasil penelitian di laboratorium

Hasil pembacaan *strainmeter* di laboratorium menunjukkan bahwa regangan yang terjadi pada model rangka baja ringan pada saat dibebani sebesar 87.1428 kg yaitu pada batang 11 sebesar 0,000161, batang 19 sebesar 0,000078, batang 6 sebesar 0,000263, dan batang 2 sebesar 0,000188. Sedangkan menurut



pembacaan *dialgauge*, lendutan yang terjadi pada rangka baja ringan sebesar 6,98 mm.

#### 4.4.2 Perbandingan antara baja ringan dengan baja konvensional

Profil yang digunakan untuk rangka baja konvensional adalah profil siku 20x20x3. Rangka baja konvensional dibebani dengan beban yang sama dengan beban pada rangka baja ringan dan dianalisis dengan bantuan STAAD Pro 2004. Dalam perhitungan dengan STAAD Pro 2004, nilai regangan tidak dapat ditentukan secara langsung. Untuk memperoleh nilai regangan yang terjadi, digunakan rumus :  $\varepsilon = \frac{f}{E}$ . Berbeda dengan lendutan, yang hasilnya bisa langsung ditentukan. Dari hasil analisis yang diperoleh, nilai regangan dan lendutan yang dihasilkan dari perhitungan akan dibandingkan dengan hasil dari baja ringan. Dalam hal ini akan dibandingkan dengan nilai regangan dan lendutan hasil pembacaan di laboratorium serta dibandingkan pula dengan nilai regangan dan lendutan hasil analisis dengan STAAD Pro 2004. Dari hasil yang diperoleh, nilai regangan pada baja konvensional lebih kecil daripada nilai regangan pada baja ringan hasil analisis dengan STAAD Pro 2004 dan lebih besar daripada nilai regangan pada baja ringan hasil pembacaan di laboratorium. Sedangkan untuk lendutan, nilai lendutan pada baja konvensional lebih kecil daripada nilai lendutan pada baja ringan hasil analisis dengan STAAD Pro 2004 dan lebih besar daripada nilai lendutan pada baja ringan hasil pembacaan di laboratorium. Jika perbandingan tersebut digambarkan dalam bentuk grafik, maka dapat terlihat bahwa grafik baja konvensional akan berada diantara grafik baja ringan hasil pembacaan di laboratorium dan grafik baja ringan hasil analisis dengan STAAD Pro 2004.

Hal ini dapat terjadi karena dalam pengujian tarik plat baja ringan di laboratorium, hasil tegangan leleh dan modulus elastisitas tidak dapat diketahui dengan lebih teliti lagi. Tegangan leleh yang diperoleh dari hasil pengujian adalah sebesar 204,667 Mpa dan modulus elastisitas sebesar 20832,873 Mpa. Sebagai perbandingan, untuk baja konvensional BJ 37, mempunyai tegangan leleh sebesar 240 Mpa dan modulus elastisitas sebesar 200000 Mpa. Modulus elastisitas baja ringan hasil pengujian tarik baja ringan hanya sekitar 10 % dari modulus

elastisitas baja. Sedangkan mutu baja ringan seharusnya setara dengan baja konvensional, bahkan lebih tinggi.

Faktor lain penyebab perbedaan hasil analisis lainnya adalah dalam analisa tersebut, digunakan prinsip perhitungan yang sama antara baja ringan dengan baja konvensional, dimana untuk baja ringan seharusnya digunakan metode *Folded Plate*, dimana metode analisa plat baja tipis tersebut seharusnya dipakai dalam analisa baja ringan. Sehingga dalam prosesnya, banyak hal-hal yang seharusnya diperhitungkan dalam analisa baja ringan diabaikan karena dianggap tidak berpengaruh banyak dalam struktur baja konvensional.

Faktor lainnya adalah perhitungan STAAD Pro 2004, yang dianalisis adalah suatu kondisi ideal dimana dalam perhitungan ini kondisi yang diciptakan adalah beban yang sama besar di tiap titik buhul serta struktur yang merupakan rangka dua dimensi. Tetapi dalam penelitian di laboratorium, pendistribusian beban yang terjadi pada tiap titik buhul tidak merata. Hal ini dapat diketahui dengan adanya lendutan yang terjadi pada besi akibat kurangnya kekakuan pada besi tersebut, serta adanya kemungkinan terjadinya goyangan kearah sumbu z meskipun dalam pelaksanaan di laboratorium sudah diantisipasi dengan menambahkan penyangga dari kayu.

Untuk perbandingan berat dan biaya, dalam hal baja ringan, berat baja ringan langsung ditimbang dilaboratorium sebelum melakukan pengujian dan dapat diketahui berat model rangka baja ringan beserta baut penyambung sebesar 16 kg. Untuk biaya yang diperlukan dalam pembuatan rangka sebesar Rp 468.000,00. Biaya ini termasuk harga bahan dan biaya pembuatan. Sedangkan untuk baja konvensional berat dan biaya dihitung terpisah antara baja profil yang digunakan, baut penyambung, serta plat penyambung yang digunakan. Dalam hal ini analisis sambungan dalam baja konvensional diperhitungkan untuk menghitung jumlah baut dan plat penyambung yang diperlukan. Setelah dihitung, model struktur rangka baja konvensional tersebut membutuhkan 102 buah baut berdiameter 8 mm, serta plat penyambung seluas 0,1320 m<sup>2</sup> dengan pelat ketebalan 3 mm dan  $f_u^b = 3700 \text{ kg/cm}^2$ . Keseluruhan bahan dalam pembuatan model rangka baja konvensional tersebut membutuhkan biaya Rp 529.230,00. Sehingga secara keseluruhan, untuk bentuk model struktur seperti yang diujikan



dilaboratorium, dapat diketahui bahwa baja ringan lebih ringan memiliki berat yang lebih ringan serta lebih murah dari segi biaya.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Regangan dapat didefinisikan sebagai pertambahan panjang persatuan panjang sedangkan lendutan pada struktur rangka batang merupakan deformasi total elemen-elemen batang pada titik-titik pertemuannya akibat adanya gaya-gaya aksial dalam elemen-elemen batang tersebut.. Besarnya regangan dan lendutan yang terjadi pada model rangka baja ringan akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan beban yang diberikan pada model rangka tersebut. Peningkatan beban yang diberikan pada model rangka baja ringan ini adalah sebesar 115 kg. Beban maksimum yang dapat ditahan pada percobaan ini adalah sebesar 87,1428 kg sedangkan beban minimum terjadi ketika kondisi model rangka tidak menerima beban luar sama sekali ( beban = 0 ). Dari pengujian ini diperoleh bahwa regangan dan lendutan yang terjadi pada baja konvensional lebih besar daripada regangan dan lendutan yang terjadi pada baja ringan hasil pengujian di laboratorium dan lebih kecil daripada regangan dan lendutan yang terjadi pada baja ringan hasil analisis dengan STAAD Pro 2004
2. Pengukuran berat untuk baja ringan dilakukan dengan menimbang struktur rangka yang berarti berat tersebut termasuk juga alat penyambung. Sedangkan untuk baja konvensional pengukuran berat dipisahkan antara kebutuhan baja profil, alat penyambung, dan plat penyambung yang dibutuhkan dalam pembuatan model struktur rangka atap. Dari hasil penelitian dan perhitungan dapat diketahui bahwa baja ringan lebih murah dan lebih ringan daripada baja konvensional dalam model struktur rangka atap yang sama

### 5.2 Saran

1. Agar data-data pembebanan dapat diketahui dengan lebih pasti, perlu adanya *loadcell* yang dipasang pada alat bantu pendistribusian beban sehingga dapat



diketahui apakah beban-beban yang dibebankan pada tiap titik buhul sama besar atau tidak. Sedangkan untuk besi yang dipasang pada alat bantu tersebut, perlu kekakuan yang lebih besar sehingga dalam proses pembebanan nantinya tidak akan terjadi lendutan yang mengakibatkan tidak meratanya distribusi beban yang terjadi.

2. Pada alat bantu pendistribusian beban, perlu adanya perhitungan yang lebih mendetail sehingga dapat dipakai sebagai acuan dalam analisis dan perhitungan.
3. Dalam penelitian dilaboratorium, harus benar-benar dijaga agar tidak terjadi goyangan terhadap sumbu z, agar struktur rangka baja ringan benar-benar dalam kondisi 2 dimensi.
4. Untuk tumpuan, di laboratorium harus diperhatikan agar kondisi yang terjadi adalah tumpuan sendi-rol sehingga pada saat dianalisis dengan bantuan suatu program, kondisi yang diperhitungkan sama.
5. Sebaiknya pemeliharaan *straingauge* lebih diperhatikan lagi, agar saat terjadi kerusakan dalam penelitian dapat diantisipasi dengan baik.
6. Sebaiknya digunakan metode *Folded Plate* dalam analisa baja ringan, sehingga perbedaan antara baja ringan dan baja konvensional dapat lebih teliti.
7. Perlu adanya penelitian yang lebih mendalam lagi tentang perilaku baja ringan.



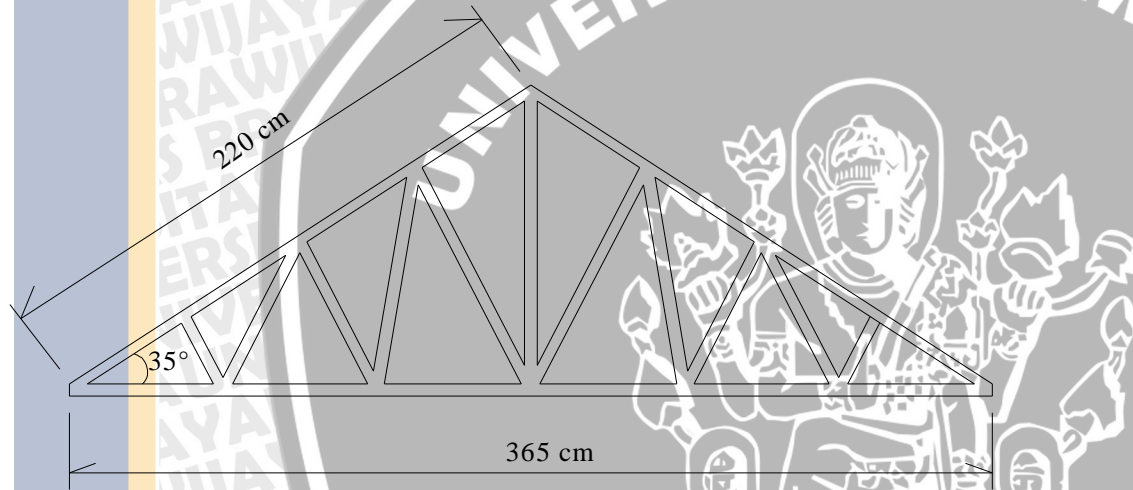
## DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari dan Daryanto. 2003. *Ilmu Bahan*. Jakarta : PT.Bumi Aksara.
- Dipohusodo, Istimawan.2001. *Analisis Struktur*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Fuadi, Anwar. 1998. *Ilmu Bahan*. Bandung : Penerbit Angkasa.
- Gere & Timoshenko. 2000. *Mekanika Bahan*. Jakarta : Erlangga
- Popov,E.P. 1983. *Mekanika Teknik*. Jakarta : Erlangga
- Surdi, Tata dan Shinroku Saito. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta : PT. AKA.
- Salmon, Charles. G. 1997. *Struktur Baja, Desain dan Perilaku, Jilid I*. Jakarta : Erlangga.
- SNI 03-1729-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional



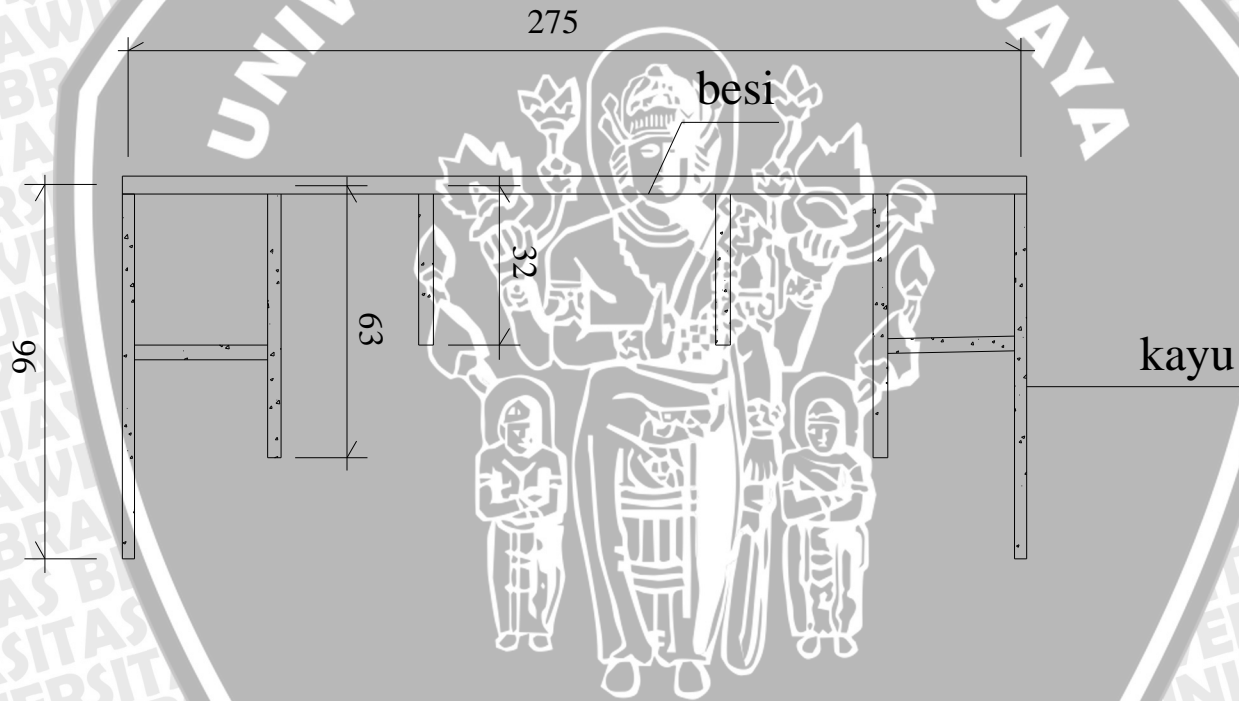


**LAMPIRAN**  
**SKEMA MODEL RANGKA ATAP**



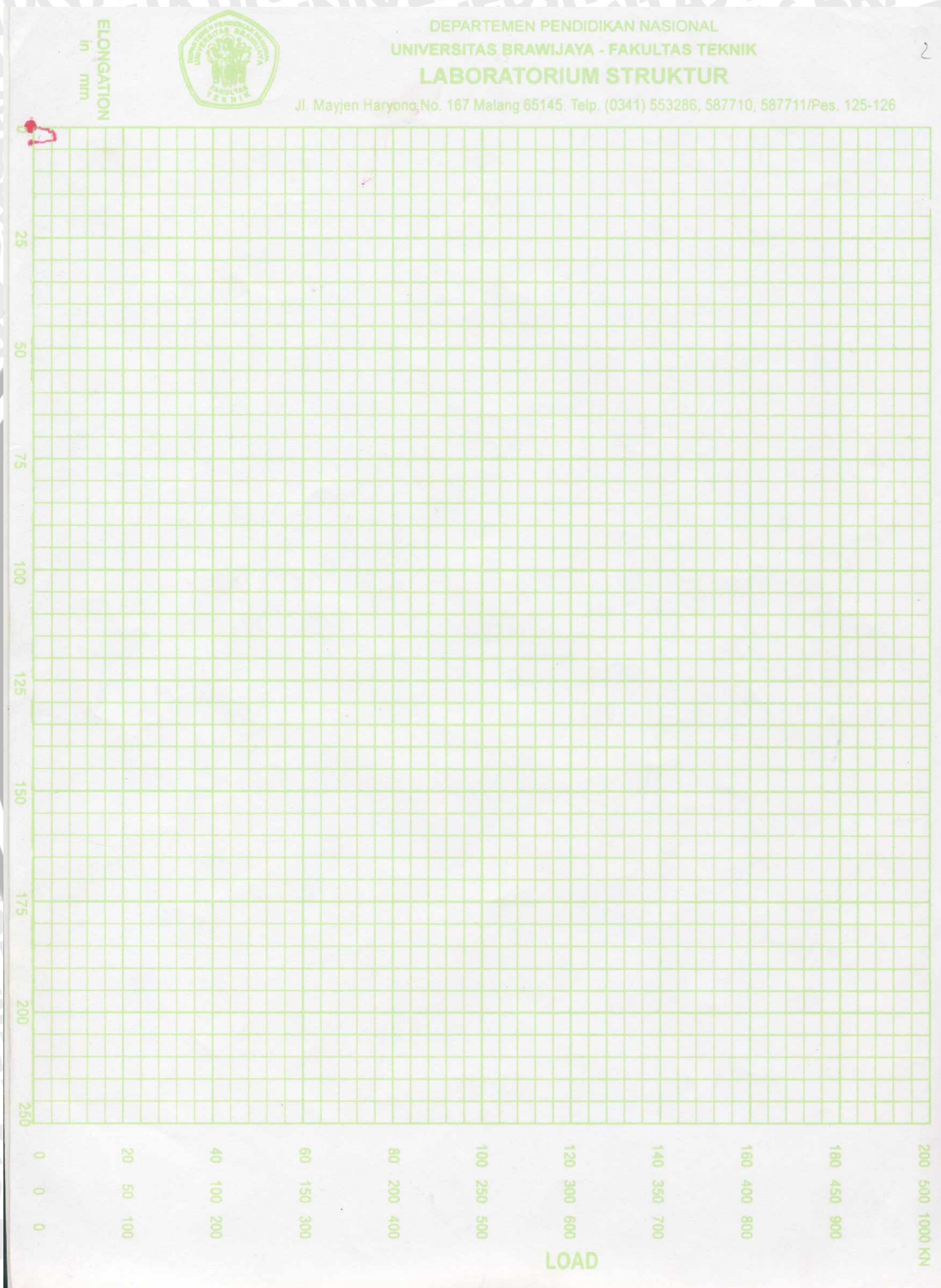
LAMPIRAN 2

SKEMA ALAT PENDISTRIBUSIAN BEBAN





### LAMPIRAN 4 GRAFIK UJI TARIK BAJA RINGAN



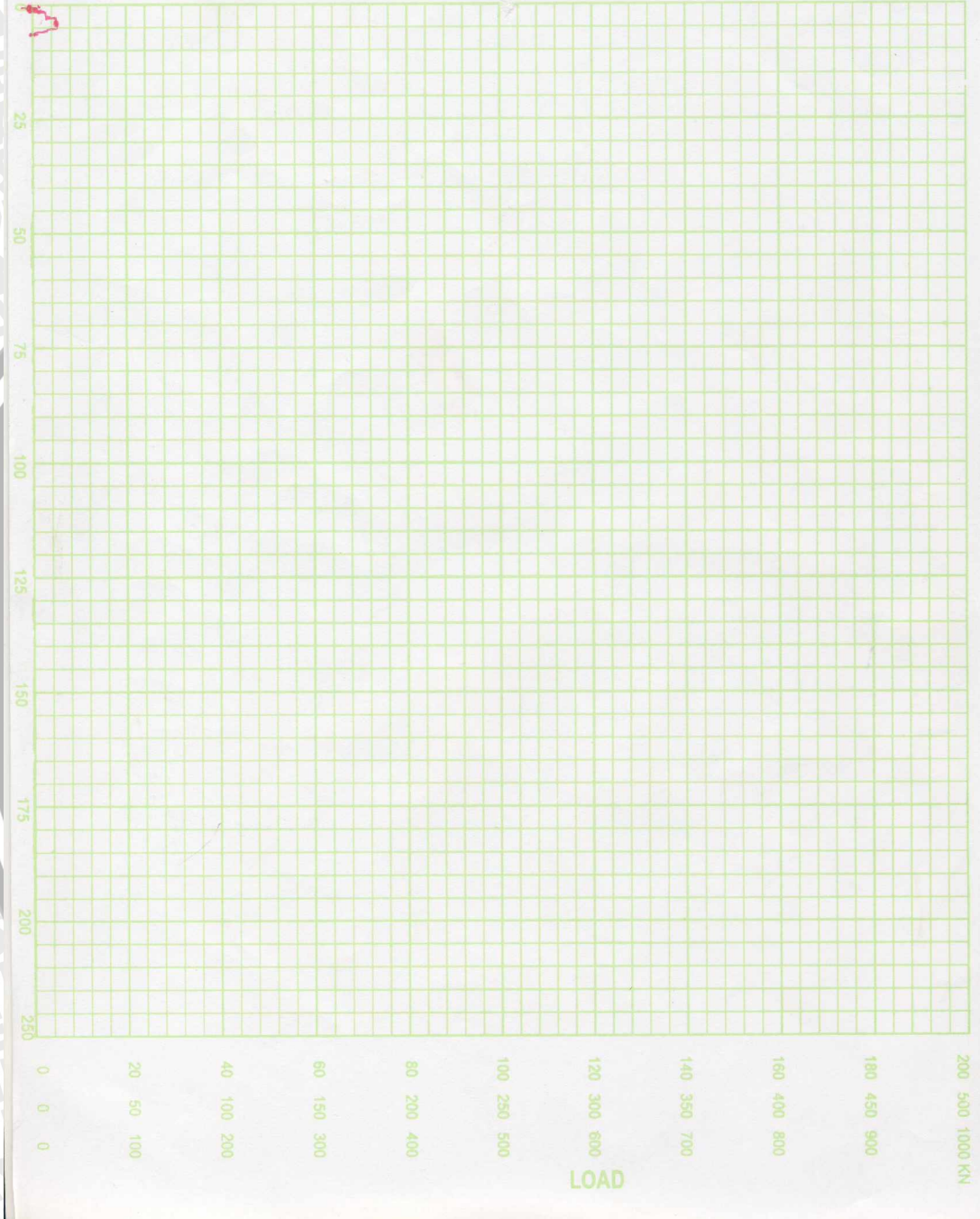
ELONGATION  
in mm



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA - FAKULTAS TEKNIK  
LABORATORIUM STRUKTUR

Jl. Mayjen Haryono No. 167 Malang 65145. Telp. (0341) 553286, 587710, 587711/Pes. 125-126

M1



0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000 KN

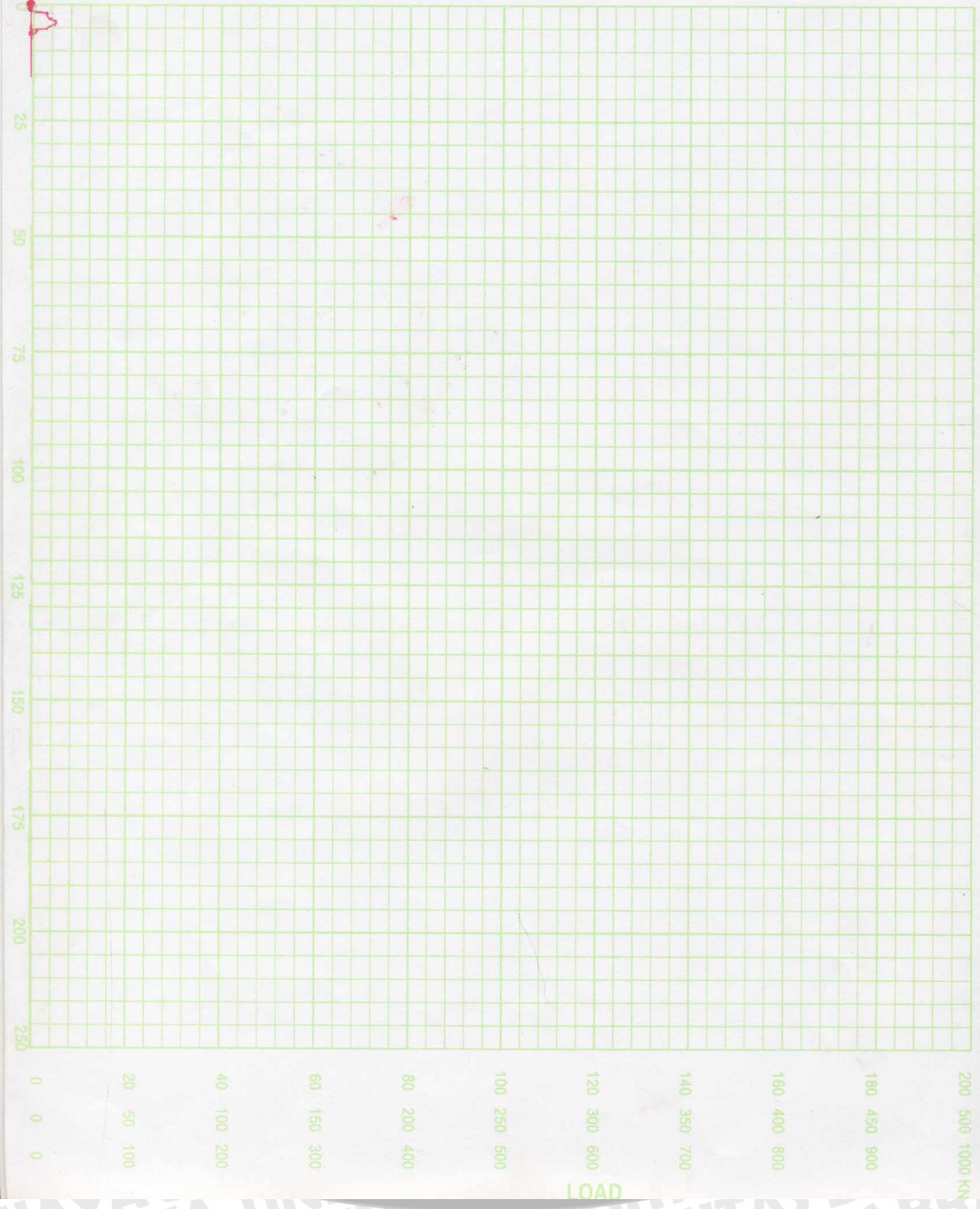


ELONGATION  
in mm



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA - FAKULTAS TEKNIK  
LABORATORIUM STRUKTUR  
Jl. Mayjen Haryono No. 167 | Malang 65145. Telp. (0341) 553286, 587710, 587711/Pes. 125-126

S-SKN



## LAMPIRAN 5

## DATA HASIL UJI TARIK BAJA RINGAN

nomor	A (cm <sup>2</sup> )	Py (kg)	fy (kg/cm <sup>2</sup> )	fy rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	E rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,15	312,5	2080	2046,67	263795,3	208328,73
2	0,15	336	2240		178159,2	
3	0,15	273	1820		183031,9	





**LAMPIRAN 6**

**DATA-DATA HASIL PENGUJIAN PEMBEBANAN BAJA RINGAN**

**A. Data Pembacaan Strain Gauge**

No	P ( kg )	Pembacaan Strain gauge			
		Batang 11	Batang 19	Batang 6	Batang 2
1	115	0,000012	0,000047	0,000031	0,000039
2	230	0,000037	0,000053	0,000093	0,000073
3	345	0,000101	0,000058	0,000139	0,000114
4	460	0,000126	0,000067	0,000189	0,000150
5	575	0,000161	0,000078	0,000263	0,000188

**B. Data Pembacaan Dial Gauge**

No	P ( kg )	Pembacaan Dial gauge ( mm )				
		DG1	DG2	DG3	DG4	DG5
1	115	0,585	1,285	2,74	1,69	1,87
2	230	2,08	2,13	4,65	2,75	3,83
3	345	2,94	3,17	5,8	3,305	4,795
4	460	3,75	4,165	7,235	3,855	5,775
5	575	4,635	5,76	8,15	4,525	6,98

