

TUGAS AKHIR

**ALTERNATIF PEMAKAIAN RANGKA ATAP BAJA
PADA GEDUNG LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**



Disusun Oleh :

SASANTI DWIYANA

No. Mhs. : 92 310 140

NIRM : 92 0051013114120 140

ETIKA ARDHIYANTI

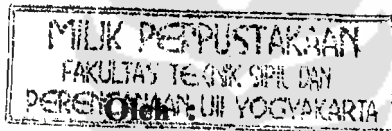
No. Mhs. : 92 310 286

NIRM : 92 0051013114120 286

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1997**

TUGAS AKHIR
ALTERNATIF PEMAKAIAN RANGKA ATAP BAJA
PADA GEDUNG LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

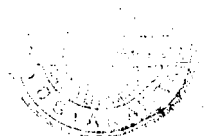


N a m a : Sasanti Dwiwana
No. Mhs. : 92 310 140
Nirm. : 92 0051013114120 140

N a m a : Etika Ardhiyanti
No. Mhs. : 92 310 286
Nirm. : 92 0051013114120 286

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

1997



HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
ALTERNATIF PEMAKAIAN RANGKA ATAP BAJA
PADA GEDUNG LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

N a m a : Sasanti Dwiyana
No. Mhs. : 92 310 140
Nirm. : 92 0051013114120 140

N a m a : Etika Ardhiyanti
No. Mhs. : 92 310 286
Nirm. : 92 0051013114120 286

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Susastrawan, MS.
Dosen Pembimbing I



Tanggal :

Ir. Ilman Noor, MSCE.
Dosen pembimbing II

Tanggal : 20-10-1997

ABSTRAKSI

Nilai suatu disain sangat bergantung pada faktor efisiensi dan efektifitas. Bila suatu disain mempunyai tingkat efisiensi dan efektifitas yang lebih baik dari disain yang sudah ada, maka disain lama akan tergeser atau setidaknya akan dikaji ulang dengan disain baru.

Disain strukturpun selamanya akan mengalami perubahan yang mengarah pada efisiensi dan efektifitas serta faktor aman yang lebih rasional, seperti halnya pada konstruksi rangka atap gedung Laboratorium FTI UII. Dalam hal ini digunakan empat macam disain baru sebagai pembandingan dari disain yang sudah ada.

Perencanaan ini difokuskan pada kehematan volume bahan yang digunakan dengan tetap memperhatikan keamanan konstruksi terhadap kelebihan beban atau kekuatan konstruksi. Disinilah suatu disain ditentukan apakah sebaiknya digunakan atau sebaliknya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan program sarjana jenjang strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama penyelesaian Tugas Akhir ini, tentunya tidak terlepas dari rintangan dan hambatan. Namun demikian dengan bantuan dan bimbingan serta saran dari berbagai pihak akhirnya hambatan yang ada dapat teratasi. Untuk itu pada kesempatan ini tidaklah berlebihan jika penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Susastrawan, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dan Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, selaku Dosen Pembimbing II.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhirnya besar harapan penyusun semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Agustus 1997

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	2
 BAB II. RANGKA ATAP BAJA	
2.1 Tinjauan Umum	7
2.2 Penggunaan Baja Untuk Rangka Atap	10
 BAB III. DASAR - DASAR PERENCANAAN	
3.1 Pembebanan	12
3.2 Batang Tarik Aksial	13
3.2.1 Batang Tarik Tanpa Lubang	14
3.2.2 Batang Tarik Dengan Lubang	14
3.3 Batang Tekan Aksial	15
3.4 Sambungan	18
3.4.1 Sambungan Baut Tipe Tumpu	19
3.4.2 Sambungan Baut Tipe Geser	19
 BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisa Rangka Atap	21

4.1.1 Analisa Rangka Atap FTI UII	23
4.1.2 Analisa Rangka Atap Tipe Howe	25
4.1.3 Analisa Rangka Atap Tipe Pratt	34
4.1.4 Analisa Rangka Atap Tipe Polonceau	42
4.1.5 Analisa Rangka Atap Batang Ganda Tipe Pratt	49
4.2 Perencanaan Gording	57
4.2.1 Perhitungan Beban	57
4.2.2 Kontrol Tegangan Yang Terjadi	58
4.2.3 Kontrol Lendutan	61
4.3 Pembahasan	63
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran-Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Berat Rangka Atap Gedung Laboratorium FTI UII	24
Tabel 4.2 Daftar Jumlah Baut Tiap Batang Pada Rangka Atap Tipe Howe	32
Tabel 4.3 Berat Kuda-Kuda Tipe Howe	33
Tabel 4.4 Daftar Jumlah Baut Tiap Batang Pada Rangka Atap Tipe Pratt	40
Tabel 4.5 Berat Kuda-Kuda Tipe Pratt	41
Tabel 4.6 Daftar Jumlah Baut Tiap Batang Pada Rangka Atap Tipe Polonceau ..	47
Tabel 4.7 Berat Rangka Atap Tipe Polonceau	48
Tabel 4.8 Daftar Jumlah Baut Tiap Batang Pada Rangka Batang Ganda Tipe Pratt	55
Tabel 4.9 Berat Kuda-Kuda Batang Ganda Tipe Pratt	56
Tabel 4.10 Kontrol tegangan pada pemakaian gording	62
Tabel 4.11 Lendutan Pada Penggunaan Gording	62
Tabel 4.12 Berat Kuda-Kuda Dari Masing-Masing Tipe Rangka Atap Baja	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rangka Atap Gedung Laboratorium FTI UII	4
Gambar 1.2 Rangka Atap Tipe Howe	4
Gambar 1.3 Rangka Atap Tipe Pratt	5
Gambar 1.4 Rangka Atap Tipe Polonceau	5
Gambar 1.5 Rangka Atap Batang Ganda Tipe Pratt	6
Gambar 2.1 Diagram Tegangan - Regangan Khas Baja Struktural	8
Gambar 2.2 Diagram Tegangan - Regangan Idealisasi Baja Struktural	10
Gambar 4.1 Penomoran Elemen Rangka Atap Gedung Laboratorium FTI UII	23
Gambar 4.2 Penomoran Elemen Rangka Batang Tipe Howe	25
Gambar 4.3 Penomoran Elemen Rangka Batang Tipe Pratt	34
Gambar 4.4 Penomoran Elemen Rangka Batang Tipe Polonceau	42
Gambar 4.5 Penomoran Elemen Rangka Batang Ganda Tipe Pratt	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kartu peserta tugas akhir

Lampiran 2 Foto kondisi pembangunan rangka atap gedung laboratorium FTI UII

Lampiran 3 Denah dan detail rangka atap gedung laboratorium FTI UII

Lampiran 4 Perhitungan rangka atap gedung laboratorium FTI UII (tipe I) dengan program microfeap

Lampiran 5 Perhitungan Rangka Atap Tipe II dengan Program Microfeap

Lampiran 6 Perhitungan Rangka Atap Tipe III dengan Program Microfeap

Lampiran 7 Perhitungan Rangka Atap Tipe IV dengan Program Microfeap

Lampiran 8 Perhitungan Rangka Atap Tipe V dengan Program Microfeap

Lampiran 9 Perhitungan Rangka Atap Frame

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Atap merupakan suatu konstruksi bangunan yang cukup penting. Selain melindungi penghuni dan konstruksi dibawahnya, atap juga berfungsi sebagai penunjang keindahan bentuk bangunan. Kekuatan rangka sebagai pendukung atap dipengaruhi oleh beban-beban yang bekerja padanya seperti beban mati, beban hidup, dan beban angin.

Rangka atap terbuat dari berbagai bahan seperti kayu, baja maupun beton. Pemilihan bahan yang digunakan sebagai rangka pendukung atap ditinjau oleh beberapa faktor seperti kekuatan bahan, kemudahan pemasangan, dan faktor ekonomisnya. Sampai saat ini baja banyak dipilih sebagai alternatif pemakaian rangka pendukung atap. Hal ini mengingat baja memiliki sifat-sifat yang lebih menguntungkan dari penggunaan bahan lainnya. Sifat penting dalam penggunaan konstruksi ini antara lain kekuatannya yang tinggi, sifat keliatannya ("ductility"), mudah didapatkan di pasaran karena komponen-komponennya mempunyai bentuk yang standar dan sifatnya tertentu, serta kemudahan pemasangan di lapangan, dan daya tahan baja terhadap pengaruh cuaca.

Pemakaian profil baja yang ekonomis dalam suatu perencanaan rangka atap merupakan hal penting disamping tetap memperhatikan faktor keamanannya. Banyaknya macam bentuk rangka atap menuntut kita untuk dapat memilih model rangka yang paling ekonomis. Pemakaian rangka baja ini akan menghemat biaya pengeluaran. Oleh karena itu penyusun mencoba membandingkan bentuk rangka atap baja pada gedung Laboratorium Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dengan beberapa macam bentuk rangka atap lainnya.

1.2 Tujuan

Tujuan dari studi komparasi rangka atap baja ini antara lain :

1. Mendapatkan bentuk atap dengan penggunaan profil baja yang lebih ekonomis tanpa mengabaikan faktor keamanan konstruksi .
2. Hasil dari desain baru diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi perencana sebagai salah satu alternatif pemakaian konstruksi rangka atap baja.

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka permasalahan perlu dibatasi sebagai berikut :

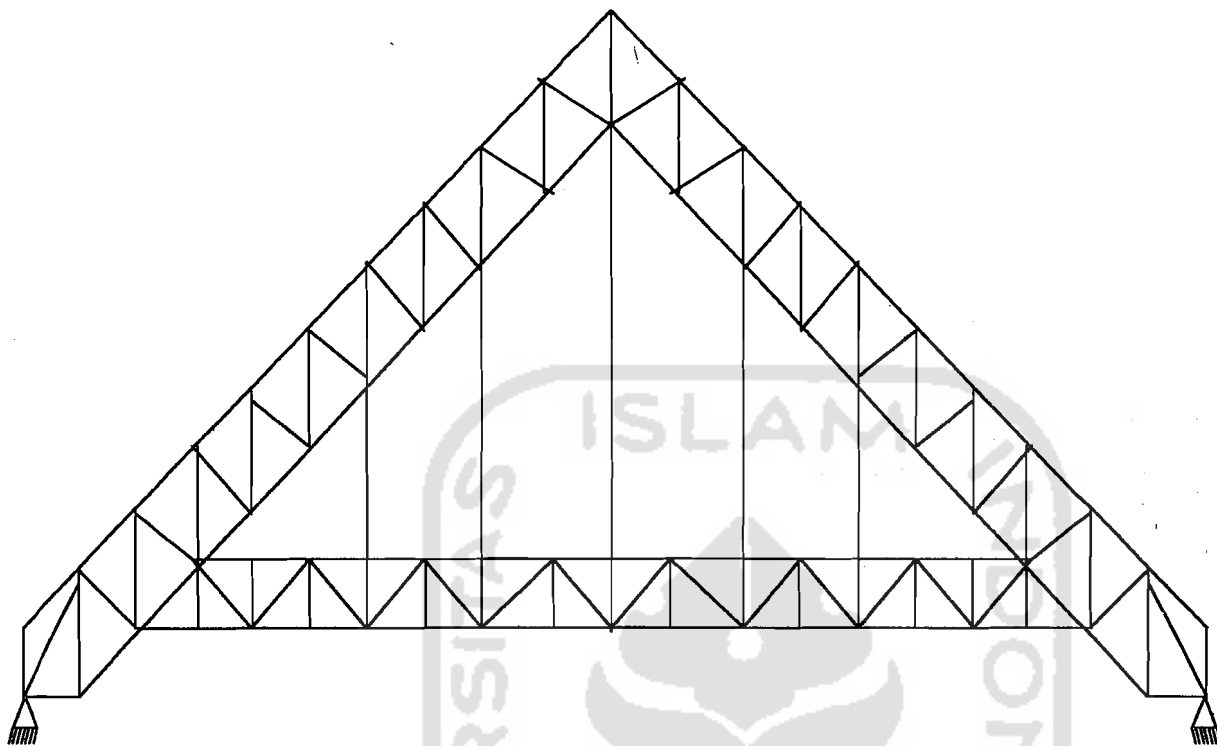
1. Konstruksi yang akan dibahas adalah rangka atap baja dengan panjang bentang 20 meter dan kemiringan atap 40° . Hal ini disesuaikan dengan tipe rangka atap baja yang digunakan pada bangunan gedung Laboratorium Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Rangka inilah yang akan dipakai sebagai pembanding .

2. Pembahasan dibatasi pada 5 tipe konstruksi rangka atap yaitu :

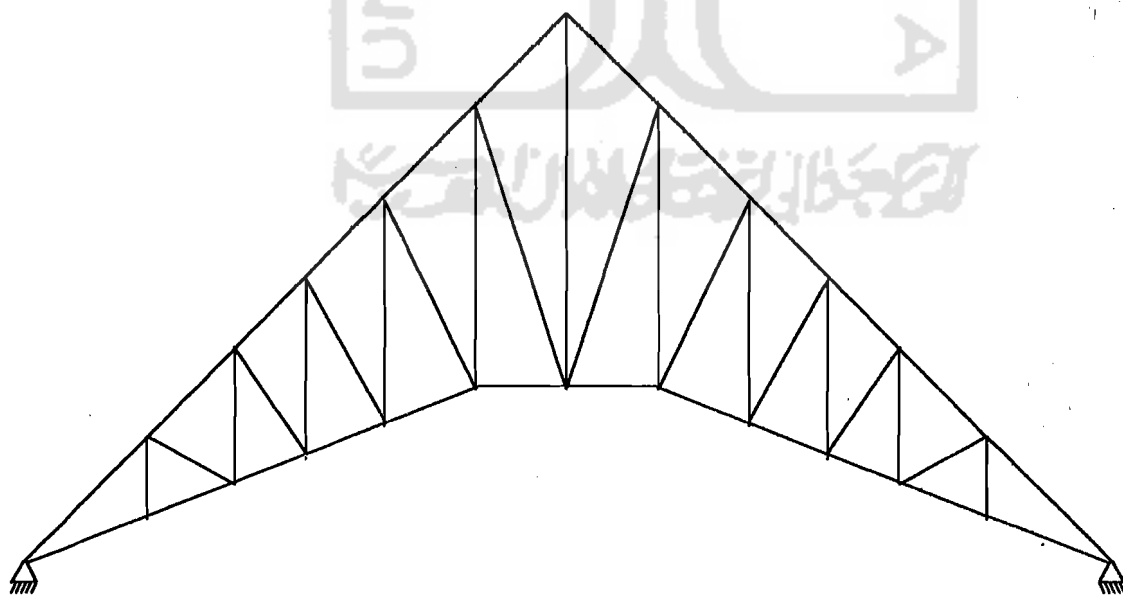
- a. rangka atap gedung laboratorium FTI UII (tipe I),
- b. rangka atap tipe howe (tipe II),
- c. rangka atap tipe polonceau (tipe III) ,
- d. rangka atap tipe fink (tipe IV),
- e. rangka atap batang ganda tipe pratt (tipe V).

Untuk lebih jelasnya, bentuk rangka atap tersebut diatas dapat dilihat pada gambar 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, dan gambar 1.5.

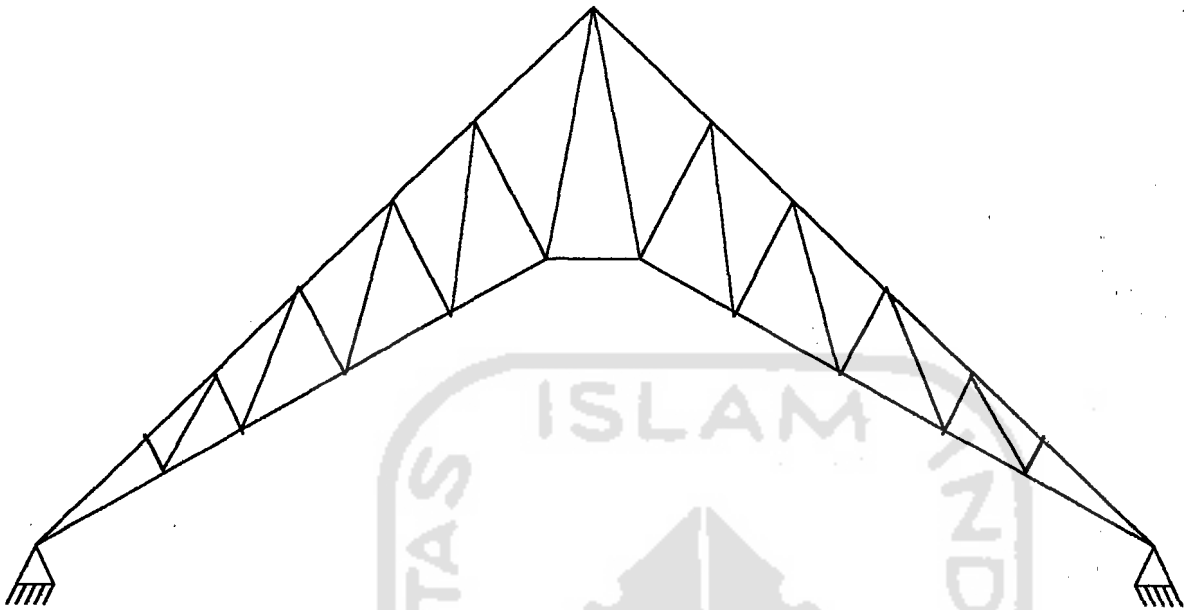
3. Efisiensi penghematan biaya penggunaan rangka baja ditinjau dari berat rangka batang keseluruhan yang terdiri dari profil baja penyusun rangka beserta pelat dan alat sambungnya.
4. Perencanaan dimensi profil menggunakan spesifikasi AISC .
5. Asumsi perletakkan konstruksi rangka atap adalah sendi-sendi.
6. Perhitungan mekanika rekayasa untuk tinjauan besarnya gaya batang yang bekerja pada rangka atap menggunakan program Microfeap.



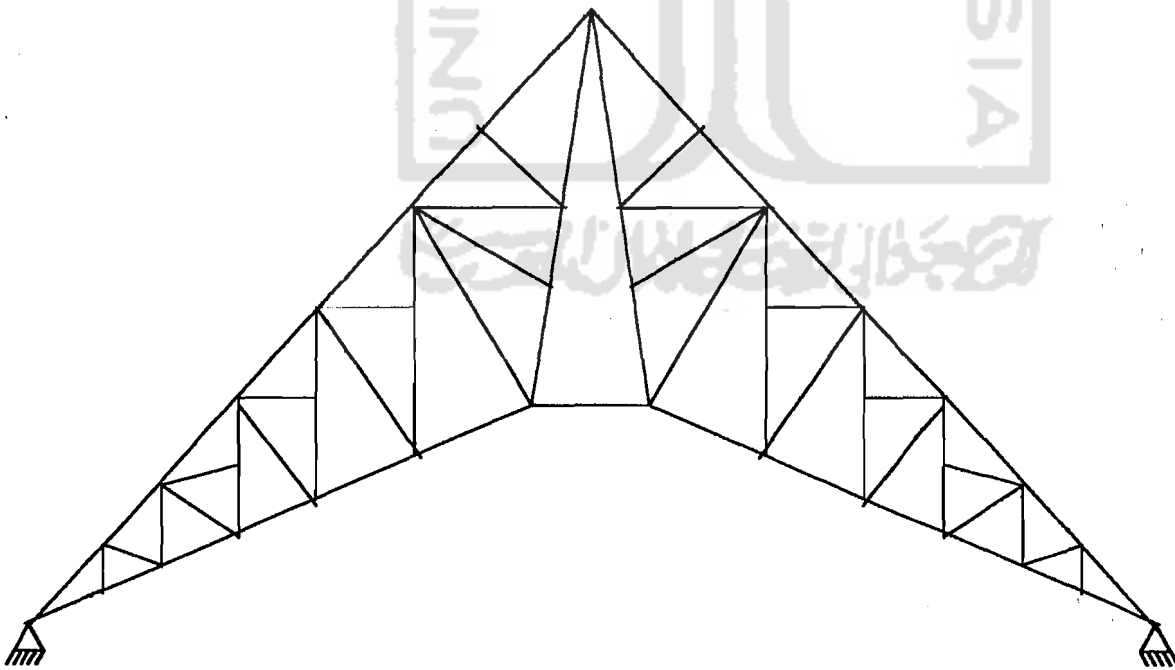
Gambar 1.1 Rangka atap gedung Laboratorium FTI UII



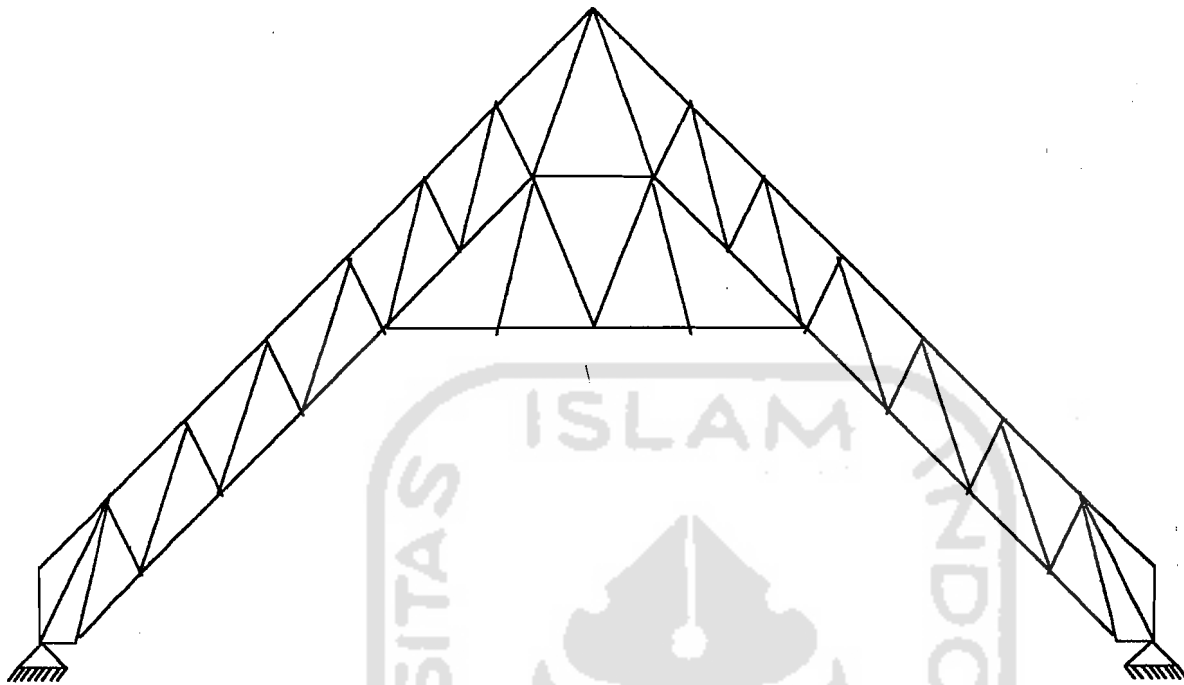
Gambar 1.2 Rangka atap tipe Howe



Gambar 1.3 Rangka atap tipe Pratt



Gambar. 1.4 Rangka atap tipe Polonceanu



Gambar 1.5. Rangka atap batang ganda tipe pratt

BAB II

RANGKA ATAP BAJA

2.1 Tinjauan Umum

Baja struktur adalah jenis baja yang berdasarkan pertimbangan ekonomi, kekuatan, dan sifatnya cocok untuk memikul beban. Baja sering dipakai untuk berbagai macam jenis konstruksi seperti kolom dan balok pada gedung bertingkat banyak, sistem penyangga atap, hanggar, jembatan, menara antena, penahan tanah, tiang pancang dan lain-lain.

Pengetahuan mengenai sifat-sifat baja merupakan suatu keharusan apabila seseorang akan menggunakan baja sebagai pilihan untuk suatu bagian struktur. Jika sifat ini tidak dikuasai, kemungkinan hasil perencanaan tidak hanya boros tetapi juga berbahaya.

Sifat mekanis baja dapat diketahui dengan melakukan uji tarik baja. Uji tarik ini melibatkan pembebanan tarik sampel baja. Bersamaan dengan itu dilakukan pengukuran beban dan perpanjangannya, sehingga akan diperoleh tegangan dan regangan baja yang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f_t = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L_o}{L_o} \quad (2.2)$$

notasi :

f_t = tegangan tarik (ksi)

P = beban tarik (kips)

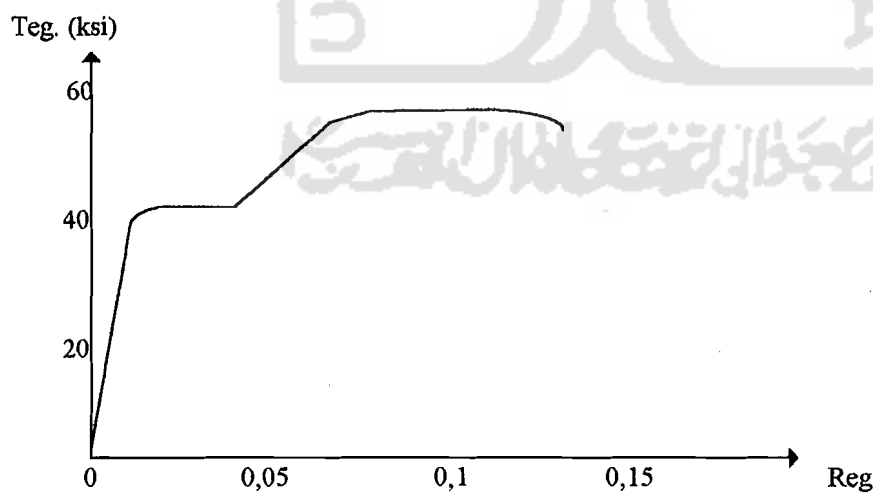
A = luas tampang benda uji (inc²)

ϵ = regangan

ΔL_o = perubahan panjang antara dua titik acuan (inc)

L_o = panjang mula-mula benda uji (inc)

Sampel dibebani sampai hancur. Hasil benda uji ini ditunjukkan dalam diagram tegangan - regangan. Gambar diagram tegangan - regangan baja struktural yang sering digunakan ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram tegangan - regangan khas baja struktural

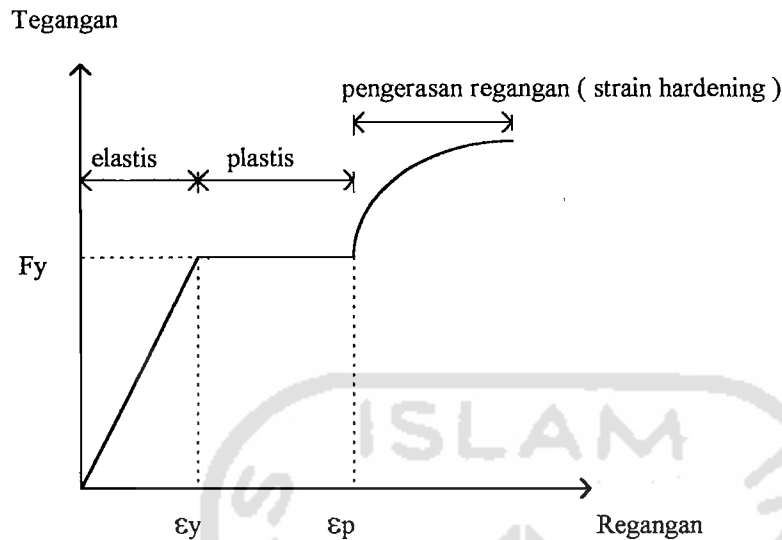
Sifat-sifat baja bergantung sekali kepada kadar zat arang. Semakin besar kadar zat arang, maka tegangan patah akan semakin naik dan regangan patah semakin turun. Kandungan unsur-unsur lain yang ada dalam bajapun sangat mempengaruhi sifat baja meskipun kandungan unsur - unsur tersebut sangat sedikit. Beberapa pengaruh unsur komponen baja terhadap sifat mekanisnya dan kemudahan pengelasan antara lain :

1. mangan (Mn) menaikkan kekuatan dan kekerasan sifat baja dan sedikit menurunkan perpanjangan melawan kekerasan yang ditimbulkan sulfur,
2. silikon (Si) meningkatkan tegangan leleh, tapi mengakibatkan kegetasan jika kadarnya terlalu tinggi (2% atau lebih),
3. pospor (P) dan sulfur (S) meningkatkan kegetasan baja sesuai dengan peningkatan kadarnya, keduanya cenderung memisah keluar (segregate) dari baja.

Selain tegangan dan regangan, untuk dapat menentukan karakteristik baja ada besaran lain yang mempengaruhinya yaitu modulus elastis (E) dan duktilitas. Besarnya modulus elastis ini berupa konstanta proporsional antara tegangan dan regangan di dalam selang elastis. Hal tersebut ditunjukkan pada rumus berikut :

$$E = \frac{f_t}{\epsilon} \quad (2.3)$$

Kemiringan antara tegangan regangan dalam selang elastis dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram tegangan - regangan idealisasi baja struktur

Duktilitas merupakan kemampuan baja untuk mengalami deformasi besar sebelum gagal. Oleh karena itu struktur rangka baja masih dapat berdiri setelah sebagian dari rangka tersebut telah mengalami tegangan jauh diatas tegangan ijin desain. Deformasi suatu struktur akan mentransfer beban ke bagian lain yang memikul beban lebih rendah sehingga akan mencegah struktur dari keruntuhan ("colleps") meskipun semua atau sebagian struktur telah mengalami deformasi berlebihan. Daktilitas merupakan sifat baja yang sangat berguna terutama untuk pembebanan yang sifatnya tak statis seperti beban angin.

2.2 Penggunaan Baja Untuk Rangka Atap

Pemilihan baja sebagai rangka atap karena memiliki beberapa keuntungan. Keuntungan yang diperoleh dari baja sebagai bahan struktur adalah sebagai berikut .

1. Baja mempunyai kekuatan cukup tinggi serta merata.

Kekuatan yang tinggi mengakibatkan struktur yang terbuat dari baja mempunyai tampang relatif kecil dan cukup ringan meskipun memiliki berat jenis besar.

2. Mudah dalam pengangkutan ke lokasi proyek.
3. Struktur baja bisa tahan lebih lama dibanding struktur lain.

Selain mempunyai banyak keuntungan, baja sebagai suatu bahan struktur juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain :

1. struktur dari baja memerlukan pemeliharaan secara teratur dan biaya yang tidak sedikit,
2. mudah terjadi bahaya tekuk ("buckling"),



BAB III

DASAR - DASAR PERENCANAAN

3.1. Pembebanan

Perencanaan struktur baja sangat dipengaruhi oleh fungsi, keindahan, dan pertimbangan ekonomis. Untuk menghasilkan struktur yang memenuhi persyaratan diatas perlu dilakukan suatu perencanaan pendahuluan disertai perkiraan anggaran untuk beberapa alternatif struktur yang akan dipilih.

Dalam tinjauan keamanan, keputusan harus dibuat dengan mengetahui seberapa aman suatu struktur dirancang. Ekspresi keamanan secara normal dinyatakan dalam faktor aman. Faktor aman ini didefinisikan sebagai perbandingan antara beban atau tegangan yang menyebabkan kegagalan terhadap beban atau tegangan maksimum yang secara aktual diijinkan bekerja pada struktur. Meskipun baja secara aktual tidak akan gagal ("fail") pada saat leleh, namun deformasi yang terjadi sudah dianggap berlebihan sehingga pada gilirannya nanti menyebabkan struktur tidak dapat digunakan. Dengan demikian faktor aman ini merupakan faktor aman terhadap leleh. Sebagai contoh suatu penampang baja mempunyai tegangan leleh F_y dan tegangan ijin ditentukan sebesar $0,66 F_y$. Jadi faktor keamanannya terhadap leleh menjadi :

$$FS = \frac{\text{tegangan gagal}}{\text{tegangan maksimum}} = \frac{\text{tegangan leleh}}{\text{tegangan ijin}} = \frac{F_y}{0,66 F_y} = 1,5$$

Perancangan juga harus meninjau beban-beban yang bekerja pada struktur. Semua gaya yang diakibatkan oleh beban-beban tersebut harus ditransfer melalui struktur ke pondasi. Perencana harus dapat menentukan besarnya beban-beban yang pantas diterapkan berdasarkan peraturan atau persyaratan yang berlaku. Peraturan dan spesifikasi perencanaan memberikan garis besar petunjuk mengenai beban minimum yang harus dipakai untuk berbagai penggunaan.

Beban-beban yang bekerja pada suatu konstruksi dapat dikelompokkan kedalam beban mati dan beban hidup. Beban mati merupakan beban statis yang menghasilkan gaya-gaya vertikal akibat gravitasi termasuk juga berat struktur baja dan semua material yang secara permanen terpasang dan bertumpu padanya. Estimasi yang masuk akal mengenai berat struktur biasanya dapat dilakukan berdasarkan disain awal. Beban hidup adalah suatu beban vertikal yang dapat ada atau tidak pada suatu struktur. Pada umumnya beban lateral juga dipandang sebagai beban hidup.

3.2 Batang Tarik Aksial

Batang tarik merupakan batang-batang lurus yang mengalami tarikan akibat bekerjanya gaya aksial tarik. Batang tarik biasanya digunakan untuk konstruksi rangka atap, jembatan, menara transmisi, dan sistem pengaku terhadap angin pada gedung bertingkat banyak. Batang tarik terdiri dari 2 tipe yaitu batang tarik pada kondisi tanpa lubang dan batang tarik dengan lubang.

3.2.1 Batang tarik tanpa lubang (sambungan dengan las)

Batang tarik tanpa lubang akan mencapai kekuatan batas bila semua serat penampang lintang batang meleleh, dengan kata lain distribusi tegangan tarik bersifat merata pada kekuatan batas.

$$T_u = F_y \cdot A_g \quad (3.1)$$

notasi :

T_u = kekuatan batas

F_y = tegangan leleh baja

A_g = luas penampang bruto

3.2.2 Batang tarik dengan lubang (sambungan paku atau baut)

Untuk batang tarik dengan lubang, seperti akibat lubang paku keling ,baut atau batang berulir, luas penampang lintang yang digunakan dalam perhitungan adalah luasan netto. Kekuatan batas untuk batang tarik yang berlubang ditunjukkan pada rumus sebagai berikut :

$$T_u = F_y \cdot A_n \quad (3.2)$$

notasi :

T_u = kekuatan batas

F_y = tegangan leleh

A_n = luasan penampang netto

Untuk mendapatkan beban kerja yang aman, bisa dihitung dengan membagi kekuatan batas dengan faktor keamanan (FS) sehingga formula diatas menjadi :

$$T = \frac{F_y \cdot A_n}{F_s} = F_t \cdot A_n \quad (3.3)$$

dengan F_t sebagai tegangan ijin untuk kondisi beban kerja .

Tegangan ijin yang diperbolehkan menurut AISC- 1.5.1.1-1978 adalah sebagai berikut :

a. untuk batang yang tidak bersambungan sendi :

$$F_t = 0,6 F_y \text{ pada luasan brutto}$$

$$F_t = 0,5 F_u \text{ pada luasan netto efektif}$$

b. untuk batang yang bersambungan sendi :

$$F_t = 0,45 F_y \text{ pada luasan netto}$$

Batang tarik yang terlalu panjang bisa melendut secara berlebihan akibat berat sendiri. Untuk mencegah batang terlalu fleksibel (mudah melentur) kita perlu membatasi panjang batang. Kriteria penentuan panjang batang ini didasarkan pada angka kelangsingan batang, L / r dengan L adalah panjang batang dan r merupakan jari-jari inersia terkecil.

Besarnya angka kelangsingan yang berlaku untuk batang tarik menurut AISC - 1.8.4 adalah sebagai berikut :

$$L / r \leq 300 \quad (3.4)$$

3.3 Batang Tekan Aksial

Batang aksial tekan merupakan batang-batang lurus yang mengalami tekanan akibat bekerjanya gaya-gaya aksial. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kuat tekan batang adalah kelangsingannya. Kelangsingan batang merupakan rasio antara

panjang tekuk (KL) dengan jari-jari kelembaman atau girasi (i). Kuat tekan suatu batang akan menurun seiring dengan makin besarnya nilai kelangsingan batang tersebut. Angka kelangsingan untuk batang yang mengalami tekanan aksial sesuai AISI -1.8.4, besarnya tidak lebih dari 200.

$$KL / r \leq 200 \quad (3.5)$$

Kelangsingan batang juga berpengaruh pada kondisi tekuk suatu batang. Besarnya kuat tekan yang diijinkan menurut spesifikasi AISI untuk berbagai kondisi tekuk adalah sebagai berikut :

a. Kondisi tekuk elastis, $(KL / r > C_c)$

$$F_a = \frac{\pi^2 \cdot E}{1,92 \cdot (KL / r)^2} \quad (3.6)$$

b. Kondisi tekuk in-elastik, $(KL / r < C_c)$

$$F_a = \frac{F_y}{FS} \left[1 - \frac{(KL / r)^2}{2 C_c^2} \right] \quad (3.7)$$

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{(KL / r)}{C_c} - \frac{1}{8} \cdot \frac{(KL / r)^3}{C_c^3} \quad (3.8)$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \pi^2 \cdot E}{F_y}} \quad (3.9)$$

notasi :

F_a = tegangan ijin pada luasan bruto dalam kondisi beban kerja

F_y = tegangan leleh baja

E = modulus elastis baja = 29 000 ksi

KL = panjang tekuk batang

r = jari-jari kelembaman

C_c = kelangsingan batas antara tekuk elastis dengan tekuk inelastis

FS = faktor keamanan sebesar 1,67 sampai 1,92

Persaman diatas berlaku untuk semua panjang profil giling seperti profil W, S, dan M standar yang memenuhi rasio lebar - ketebalan sebesar :

$$b/t < 76 / F_y \quad (3.10)$$

Untuk profil yang tidak memenuhi persamaan 3.10 , AISC menetapkan faktor reduksi sebagai pengurangan efisiensi penampang profil sehingga persamaan 3.7 dan 3.9 menjadi :

$$F_a = \frac{Q \cdot F_y}{FS} \left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2 C_c^2} \right] \quad (3.11)$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \pi^2 \cdot E}{Q \cdot F_y}} \quad (3.12)$$

Besarnya nilai Q sebagai faktor reduksi akibat pengaruh tekuk setempat adalah sebagai berikut :

a. untuk kondisi $(76 / \sqrt{F_y}) < (b/t) < (155 / \sqrt{F_y})$,

$$Q = 1,34 - 0,00447 (b/t) \sqrt{F_y} \quad (3.13)$$

b. untuk kondisi $(b/t) < (155/\sqrt{F_y})$,

$$Q = \frac{15\,500}{F_y (b/t)^2} \quad (3.14)$$

3.4 Sambungan

Konstruksi baja terdiri dari sekumpulan bagian konstruksi yang menjadikan bangunan rangka. Sambungan diperlukan untuk ujung bagian konstruksi yang harus dikaitkan dengan bagian lainnya sehingga cukup untuk menahan beban dan akan diteruskan secara teratur pada pondasi bangunan.

Sambungan berperan untuk mengangkut beban dari atau ke tetangga bagian konstruksi, oleh karena itu harus dipasang secara memadai. Jenis-jenis gaya yang dipindahkan melalui sambungan antara lain :

1. Gaya lintang
2. Momen
3. Tegangan dan desakan pada sambungan kolom dan sebagian rangka dan sendi.

Mendesain sambungan akan melibatkan cara yang akan menghasilkan itu aman, hemat bahan, praktis dalam pembuatan atau pemasangannya. Sambungan yang praktis akan lebih ekonomis karena biaya pembuatan akan mempengaruhi hematnya sambungan dan bagian konstruksi itu sendiri. Jenis alat sambung yang banyak kita ketahui antara lain las dan baut.

3.4.1 Sambungan baut tipe tumpu

Pada sambungan tipe ini kriteria yang harus terpenuhi adalah kekuatan sambungan yang memadai. Untuk perencanaan tegangan tumpu nominal diberikan rumus sebagai berikut :

$$P = f_p \cdot D \cdot t \quad (3.15)$$

notasi :

P = beban yang dapat ditahan 1 baut

f_p = tegangan tumpu

t = tebal pelat sambung

D = diameter baut

F_p = tegangan ijin tumpu = 1,5 F_u

F_u = kekuatan tarik

karena $f_p \leq F_p$, maka besarnya kapasitas ijin per baut = $R_b = F_p \cdot D \cdot t$.

3.4.2 Sambungan Tipe Geser

Besarnya tegangan geser diberikan sesuai dengan persamaan berikut :

$$R_{ds} = F_v \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot m \geq f_v \quad (3.16)$$

notasi :

R_{ds} = kapasitas ijin tiap baut

F_v = tegangan geser ijin baut menurut tabel dan mutu baut

D = diameter baut yang digunakan

m = jumlah bidang geser yang berperan

f_v = tegangan geser.

Bila T menunjukkan besarnya gaya batang yang terjadi maka jumlah baut (n) ditentukan berdasarkan besarnya kapasitas ijin baut terkecil antara tipe tumpu dan geser .

$$n = \frac{T}{R_b} \text{ atau } n = \frac{T}{R_{ds}}$$



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Rangka Atap

Ketentuan-ketentuan yang berlaku pada perhitungan rangka atap ini antara lain:

1. sudut kemiringan atap, $\alpha = 40^\circ$,
2. panjang bentang (L) = 20 meter,
3. jarak antar kuda-kuda (b) = 4 meter,
4. perletakan kuda-kuda adalah sendi-sendi,

sedangkan asumsi beban yang bekerja pada atap terdiri dari :

- a. beban genteng = 50 kg/m^2 (PPI 1983 hal 12)
- b. beban gording = 15 kg/m^2
- c. beban air hujan = $40 - 0,8 \cdot \alpha = 40 - 0,8 \cdot 40 = 8 \text{ kg/m}^2$ (PPI 1983 hal 13)

d. berat taksiran kuda-kuda = $\left(10 + \frac{L-12}{3} \cdot 5\right) \cdot b$

$$= \left(10 + \frac{20-12}{3} \cdot 5\right) \cdot 4$$

$$= 93,33 \text{ kg/m}^2 \approx 100 \text{ kg/m}^2$$

husus untuk rangka atap tipe I digunakan berat taksiran sebesar 150 kg/m^2

- e. berat langit-langit dan penggantung = $11 + 7 = 18 \text{ kg/m}^2$ (PPI 1983 hal 12)

5. perencanaan alat sambung baut.

Alat sambung yang dipakai adalah baut mutu tinggi tipe A 325 dengan sambungan irisan tampang dua. Digunakan baut berdiameter 1/2 inchi pada semua tipe rangka atap kecuali rangka atap tipe I. Rangka ini memakai baut diameter 5/8 inchi, sedangkan pelat sambung untuk semua tipe rangka dipakai pelat setebal 9 mm.

Tegangan geser ijin baut :

$$F_v = 17,5 \text{ Ksi} = 1206,625 \text{ kg/cm}^2 ; \text{ kelas A lubang standar}$$

$$F_v = 21 \text{ Ksi} = 1447,95 \text{ kg/cm}^2 ; \text{ ulir baut berada pada bidang geser}$$

$$F_p = 1,5 \cdot F_u = 1,5 \cdot 58 = 87 \text{ Ksi} = 5998,65 \text{ kg/cm}^2$$

Kapasitas geser ijin 1 baut diameter 1/2 inchi :

$$R_{ds} = F_v \cdot A \cdot m$$

$$R_{ds} = 1206,625 \cdot \pi \cdot \frac{1,27^2}{4} \cdot 2 = 3057,03 \text{ kg}$$

Kapasitas geser tumpu ijin 1 baut diameter 1/2 inchi :

$$R_{ds} = F_v \cdot A \cdot m$$

$$R_{ds} = 1447,95 \cdot \pi \cdot \frac{1,27^2}{4} \cdot 2 = 3668,44 \text{ kg}$$

Kapasitas tumpu ijin baut berdiameter 1/2 inchi :

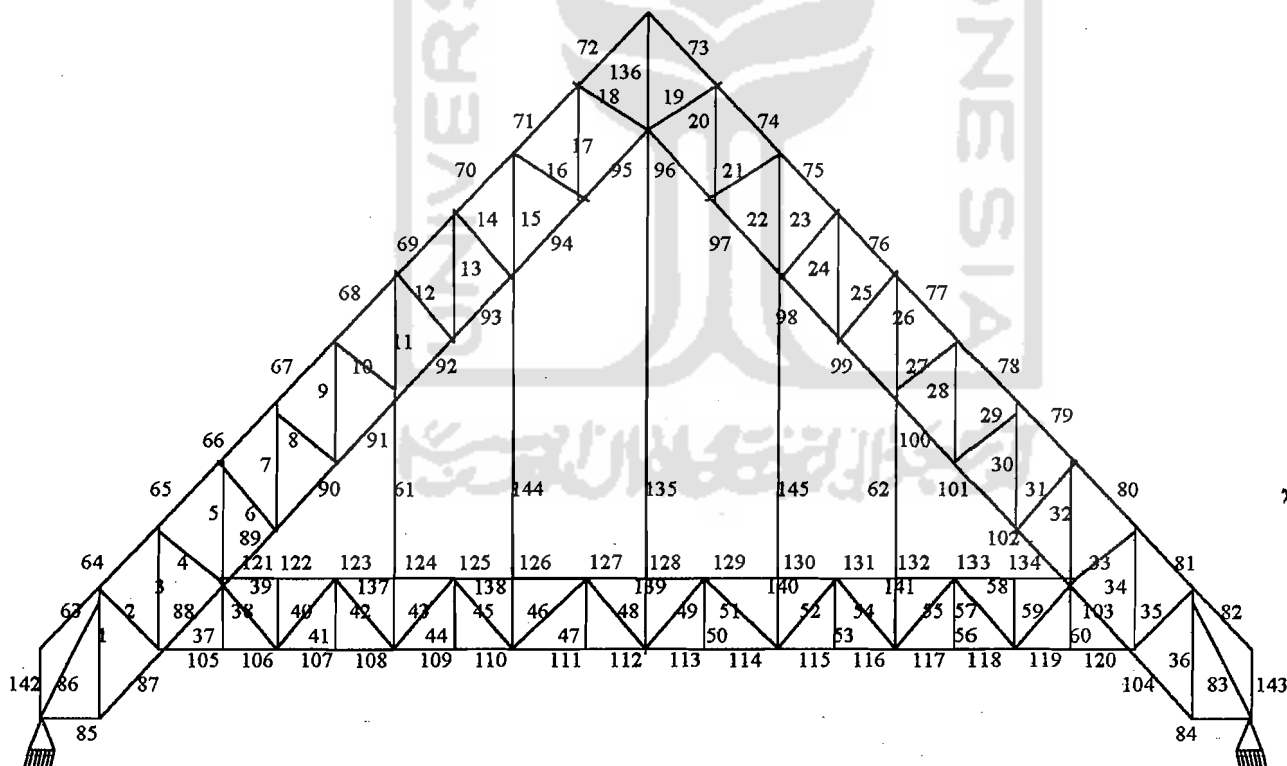
$$R_b = F_p \cdot D \cdot t = 5998,65 \cdot 1,27 \cdot 0,9 = 6856,46 \text{ kg}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dipakai kapasitas terkecil dari perhitungan di atas sebagai kekuatan yang mampu didukung oleh satu baut (P 1baut) berdiameter 1/2 inchi yaitu sebesar 3057,03 kg

4.1.1 Analisa Rangka Atap FTI UII (Rangka Tipe I)

Seperti telah diuraikan pada Bab I bahwa rangka atap yang akan ditinjau dalam Tugas Akhir ini salah satu diantaranya adalah rangka atap yang digunakan pada gedung Laboratorium FTI UII. Gedung ini terletak di jalan Kaliurang km.14,4 Yogyakarta.

Rangka atap yang akan dianalisa diambil dari salah satu bentuk rangka baja pada atap gedung Laboratorium FTI UII dengan panjang bentang 20 m dan jarak antar kuda-kuda selebar 4 m. Bentuk rangka ini dapat dilihat pada gambar 4.1 beserta penomoran batangnya serta profil yang digunakan.



Gambar 4.1 Penomoran elemen rangka atap gedung Laboratorium FTI UII

Keterangan :

a = profil 2L 70.70.7 digunakan pada batang nomor 63 sampai batang 135,

b = profil 2L 60.60.6 digunakan pada batang nomor 144 dan 145,

c = profil 2L 50.50.5 digunakan pada batang nomor 1 sampai 10, 12 s.d 25, dan
batang 27 s.d 62, 138, 140,

d = pipa $\varnothing$ 5 inchi , tebal 6 mm dipakai pada batang nomor 11, 26, 136, 137, 139,
dan batang nomor 141 sampai batang 143.

Sambungan tiap join pada rangka atap ini menggunakan baut tipe ASTM A 325
berdiameter $\frac{5}{8}$ inchi = 1,6 cm dengan pelat penyambung setebal 9 mm.

Kontrol Berat Kuda-Kuda

Tabel 4.1 Berat Rangka Atap Gedung Laboratoium FTI UII

Batang (elemen)	Profil	Berat profil kg/m	Panjang batang (m)	Berat kg
a	2L 70.70.7	14,76	89,09	1447,808
b	2L 60.60.6	10,84	8,39	90,928
c	2L 50.50.5	7,54	76,296	575,271
d	pipa $\varnothing$ 5"	19,8	7,564	149,767
				$\Sigma=2263,774$

$$\text{Berat kuda-kuda} = 2263,774 \text{ kg}$$

$$\text{Berat baut + plat sambung} = 20\% \cdot \text{berat kuda-kuda} = 452,755 \text{ kg} \\ + \\ 2716,529 \text{ kg}$$

$$\text{Berat satuan kuda-kuda} = \frac{2716,529}{20} = 135,826 \text{ kg / m} < 150 \text{ kg/m.}$$

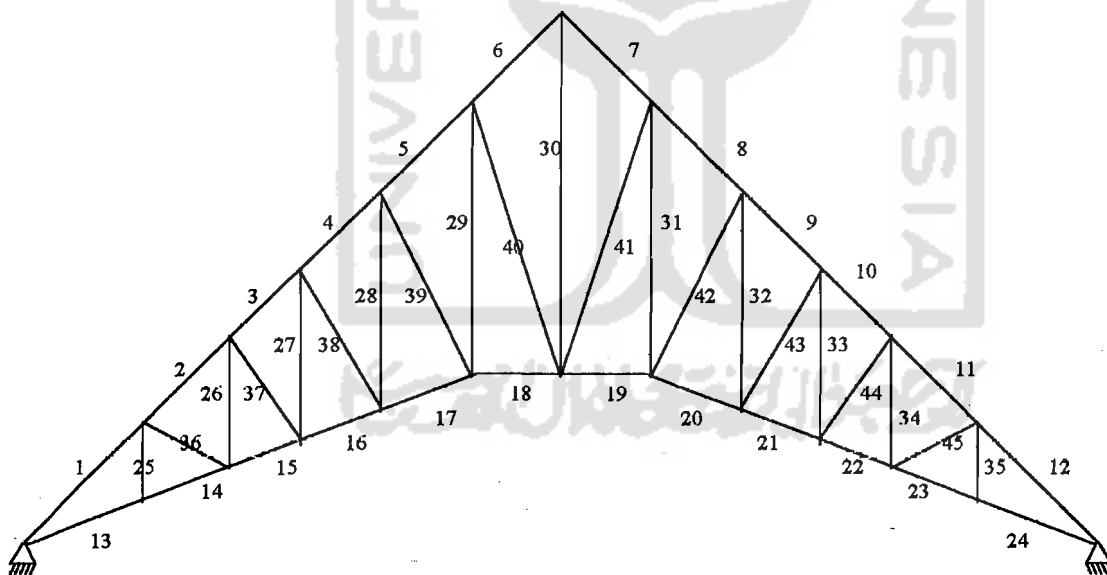
4.1.2 Analisa Rangka Atap Tipe Howe (Tipe II)

Hal yang perlu diperhatikan dalam input data untuk program Microfeap adalah sebagai berikut :

1. jumlah join / node data ; $N = 24$,
2. jumlah elemen ; $E = 45$,
3. koordinat join, pembebanan, dan profil yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 5.

Untuk lebih jelasnya, hasil program Microfeap ini dapat dilihat pada lampiran 5.

Penomoran elemen ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Penomoran elemen rangka batang tipe Howe

1. Kontrol Perencanaan Batang

a. Batang Tekan

1). Profil 2L 60.60.6

Data profil :

$$\text{berat} = 10,84 \text{ kg/m}$$

$$A = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,82 \text{ cm}$$

Profil ini digunakan pada elemen 1 sampai 12, elemen 39, dan elemen 42

dengan data gaya terbesar adalah sebagai berikut : $P = -7548,4 \text{ kg}$

$$L = 217,57 \text{ cm}$$

$$f_a = 546,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{217,57}{1,82} = 119,544 < 200$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099$$

$$\frac{Kl}{r} < C_c, \text{ maka } F_a = \frac{F_y}{FS} \left[1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r} \right)^2}{2 \cdot C_c^2} \right]$$

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

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{119,544}{126,099} - \frac{1}{8} \frac{(119,544)^3}{(126,099)^3} = 1,916$$



$$F_a = \frac{36}{1,916} \cdot \frac{(119,544)}{2 \cdot (126,099)}$$

$$F_a = 10,346 \text{ Ksi}$$

$$F_a = 713,350 \text{ kg / cm}^2 > f_a = 546,20 \text{ kg / cm}^2$$

Kontrol kelangsingan pada batang terpanjang yang menggunakan profil ini yaitu pada elemen nomor 39 dan 42 dengan panjang 305,81 cm.

$$\frac{Kl}{r} = \frac{305,81}{1,82} = 168,027 < 200$$

2). Profil 2L 50.50.5

Data profil :

$$\text{Berat} = 7,54 \text{ kg / m}$$

$$A = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm}$$

Batang yang menggunakan profil ini adalah elemen 13 sampai 24, 36 sampai 38, dan elemen 43 sampai 45. Data batang yang mengalami gaya batang maksimum adalah sebagai berikut :

$$P = -4517,6 \text{ kg}$$

$$L = 167,67 \text{ cm}$$

$$f_a = 470,59 \text{ kg / cm}^2$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{167,67}{1,51} = 110,377 < 200$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099$$

$$\frac{Kl}{r} < Cc, \text{ sehingga } F_a = \frac{F_y}{FS} \left[1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r} \right)^2}{2 \cdot Cc^2} \right]$$

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

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{110,377}{126,099} - \frac{1}{8} \frac{(110,377)^3}{(126,099)^3}$$

$$FS = 1,911$$

$$F_a = \frac{36}{1,911} \left[1 - \frac{(110,377)^2}{2 \cdot (126,099)^2} \right]$$

$$F_a = 11,621 \text{ Ksi}$$

$$F_a = 801,301 \text{ kg / cm}^2 > f_a = 470,59 \text{ Kg / cm}^2$$

Kontrol kelangsingan untuk batang terpanjang yang menggunakan profil ini yaitu elemen nomor 38, dan 43 dengan panjang batang sebesar 243,21 cm.

$$\frac{Kl}{r} = \frac{242,21}{1,51} = 161,066 < 200$$

3). Profil 2L 75.75.7

Data profil :

berat : 15,88 kg / m

$A = 20,2 \text{ cm}^2$

$r = 2,28 \text{ cm}$

Profil ini digunakan pada elemen batang 40 dan 41 dengan data gaya maksimum yang terjadi :

$P = -905,6 \text{ kg}$

$L = 429,87 \text{ cm}$

$f_a = 44,832 \text{ kg / cm}^2$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{429,87}{2,28} = 188,539 < 200$$

$C_c = 126,099$

$$\frac{Kl}{r} > C_c, \text{ maka } F_a = \frac{\pi^2 E}{1,92 \left(\frac{Kl}{r} \right)^2}$$

$$F_a = \frac{\pi^2 \cdot 29000}{1,92 \cdot (188,539)^2}$$

$$F_a = 4,194 \text{ Ksi}$$

$$F_a = 289,153 \text{ kg / cm}^2 > f_a = 44,832 \text{ kg / cm}^2$$

b. Batang Tarik

1). Profil 2L 60.60.6

Data profil :

$$\text{berat} = 10,84 \text{ kg/m}$$

$$A = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,82 \text{ cm}$$

Elemen batang yang menggunakan profil ini adalah elemen 30 dengan data

sebagai berikut : $P = 1813,5 \text{ kg}$

$$L = 536,1 \text{ cm}$$

$$f_a = 131,23 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{536,1}{1,82} = 294,6 < 300$$

$$F_u = 58 \text{ Ksi} = 3999,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0,6 \cdot F_y = 0,6 \cdot 36 = 21,6 \text{ Ksi} = 1489,32 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0,5 \cdot F_u = 0,5 \cdot 58 = 29 \text{ Ksi} = 1999,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_n = A_{br} - n(D + 0,3175) \cdot t$$

$$A_n = 13,82 - 2(1,27 + 0,3175) \cdot 0,6$$

$$A_n = 11,915 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 0,85 \cdot A_n = 10,125 \text{ cm}^2$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e = 1999,55 \cdot 10,125 = 20\,250,942 \text{ kg (menentukan)}$$

$$P_{ijin} = 0,6 \cdot F_y \cdot A_b = 1489,32 \cdot 13,82 = 20\,582,402 \text{ kg}$$

$$\text{Jadi kapasitas ijin} = 20\,250,942 \text{ kg} > 1813,5 \text{ kg}$$

2). Profil 50.50.5

Data profil :

$$\bullet \text{ berat} = 7,54 \text{ kg/m}$$

$$A = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm}$$

Elemen batang yang menggunakan profil ini adalah elemen 25 sampai 29, dan elemen 31 sampai 35 dengan data sebagai berikut : $P = 1529,6 \text{ kg}$

$$L = 316,98 \text{ cm}$$

$$f_a = 159,33 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{316,98}{1,51} = 208,920 < 300$$

$$F_u = 58 \text{ Ksi} = 3999,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0,6 \cdot F_y = 0,6 \cdot 36 = 21,6 \text{ Ksi} = 1489,32 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0,5 \cdot F_u = 0,5 \cdot 58 = 29 \text{ Ksi} = 1999,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_n = A_{br} - n(D + 0,3175) \cdot t$$

$$A_n = 9,6 - 2(1,27 + 0,3175) \cdot 0,5$$

$$A_n = 7,0125 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 0,85 \cdot A_n = 5,961 \text{ cm}^2$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e = 1999,55 \cdot 5,961 = 11\,918,57 \text{ kg}$$

$$P_{ijin} = 0,6 \cdot F_y \cdot A_b = 1489,32 \cdot 9,6 = 14\,297,47 \text{ kg}$$

$$\text{Kapasitas ijin} = 11\,918,57 \text{ kg} > 1529,6 \text{ kg}$$

Kontrol kelangsingan pada batang terpanjang yaitu elemen 29 dan 31.

$$L = 396,25 \text{ cm}$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{396,25}{1,51} = 262,417 < 300$$

2. Penggunaan Alat Sambung Baut

Beban yang dipindahkan antar batang disalurkan melalui sambungan antar batang-batang tersebut. Alat sambung untuk memindahkan beban tersebut direncanakan menggunakan baut tipe A325 berdiameter 1/2 inchi dengan kekuatan yang dapat didukung oleh satu baut ($P_{I \text{ baut}}$) sebesar 3057,03 kg, sedangkan las hanya digunakan sebagai perkuatan saja pada hubungan pelat sambung dengan profil yang disambung. Besarnya baut yang dibutuhkan oleh masing-masing batang ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Jumlah Baut Tiap Batang pada Rangka Atap Tipe Howe

No. Elemen	Jumlah baut $n=P/ P_{I \text{ baut}}$
1,2,11, dan 12	3
3 s.d. 10	2
13 s.d. 45	2
Jumlah total kebutuhan baut	188

3. Kontrol Lendutan

$$\Delta = \sqrt{\Delta H^2 + \Delta V^2}$$

$$\Delta = \sqrt{0,0115 + 0,1397} = 0,3889 \text{ cm}$$

$$\Delta \text{ ijin} = \frac{L}{360} = \frac{2000}{360} = 5,56 \text{ cm} > 0,3889 \text{ cm}$$

4. Kontrol Berat Kuda-Kuda

Tabel 4.3 Berat Kuda-Kuda Tipe Howe

Batang (elemen)	Profil	Berat profil kg/m	Panjang batang (m)	Berat kg
1s.d.12,30	2L 60.60.6	10,84	31,4694	341,128
13 s.d.29	2L 50.50.5	7,54	32,532	248,467
31 s.d. 38	2L 50.5.5	7,54	17,928	135,174
39,42	2L 60.60.6	10,84	6,1162	66,299
40,41	2L 75.75.7	15,88	8,5974	136,527
43 s.d. 45	2L 50.50.5	7,54	6,0418	45,555
				$\Sigma=973,150$

Berat kuda-kuda = 973,150 kg

Berat baut + plat sambung = 20% . berat kuda-kuda = 194,630 kg

1167,780 kg

Berat satuan kuda-kuda = $\frac{1167,780}{20} = 58,389 \text{ kg/m} < 100 \text{ kg/m}$.

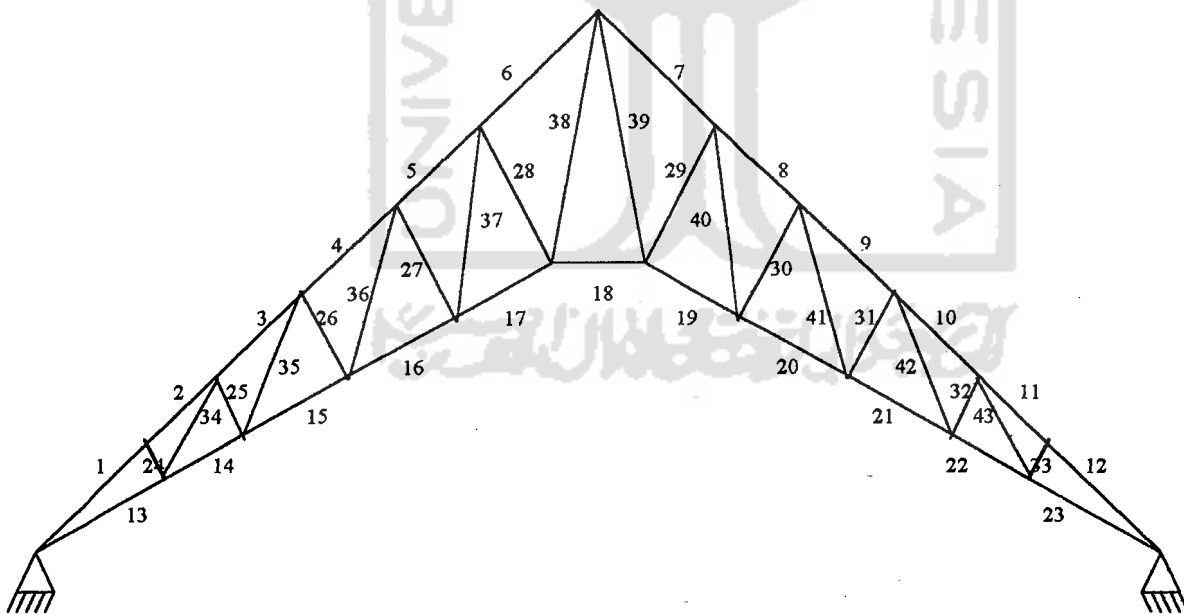
4.1.3 Analisa Rangka Atap Tipe Pratt

Hal yang perlu diperhatikan dalam input data untuk program Microfeap adalah sebagai berikut :

1. jumlah join / node data ; $N = 23$,
2. jumlah elemen ; $E = 43$,
3. koordinat join, pembebanan, dan profil yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 6.

Untuk lebih jelasnya, hasil program Microfeap ini dapat dilihat pada lampiran 6.

Penomoran elemen dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Penomoran elemen rangka batang tipe Pratt

1. Kontrol Perencanaan Batang

a. Batang Tekan

1). Profil 2L 60.60.6

Data profil :

$$\text{berat} = 10,84 \text{ kg/m}$$

$$A = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,82 \text{ cm}$$

Profil ini digunakan pada elemen 1 sampai 5, elemen 8 sampai 12, elemen 14 sampai 22, elemen 38 dan 39 dengan data gaya terbesar adalah sebagai berikut: $P = -8540,9 \text{ kg}$

$$L = 217,57 \text{ cm}$$

$$f_a = 618,07 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{f_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{217,57}{1,82} = 119,54 < 200$$

$$\frac{Kl}{r} < C_c, \text{ maka } F_a = \frac{F_y}{FS} \left[1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r} \right)^2}{2 \cdot C_c^2} \right]$$

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

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{119,54}{126,009} - \frac{1}{8} \frac{(119,54)^3}{(126,099)^3} = 1,916$$

$$Fa = \frac{36}{1,916} \left[1 - \frac{(119,54)^2}{2 \cdot (126,099)^2} \right]$$

$$Fa = 10,346 \text{ Ksi}$$

$$Fa = 713,389 \text{ kg/cm}^2 > fa = 618,01 \text{ Kg/cm}^2$$

Kelangsingan pada batang terpanjang yang menggunakan profil ini yaitu elemen nomor 38 dan 39 .

$$L = 314,18 \text{ cm}$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{314,18}{1,82} = 172,626 < 200$$

2). Profil 2L 50.50.5

Data profil :

$$\text{Berat} = 7,54 \text{ kg/m}$$

$$A = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm}$$

Batang yang menggunakan profil ini adalah elemen 24 sampai dengan elemen 33. Data batang terpanjang yang mengalami gaya batang maksimum adalah sebagai berikut :

$$P_{\text{maks}} = -2101,7 \text{ kg}$$

$$L = 188,97 \text{ cm}$$

$$fa = 218,93 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{188,97}{1,51} = 125,15 < 200$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{I_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099$$

$$\frac{Kl}{r} < Cc, \text{ sehingga } F_a = \frac{F_y}{FS} \left[1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r} \right)^2}{2 \cdot Cc^2} \right]$$

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

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{125,15}{126,099} - \frac{1}{8} \frac{(125,15)^3}{(126,099)^3}$$

$$FS = 1,917$$

$$F_a = \frac{36}{1,917} \left[1 - \frac{(125,15)^2}{2 \cdot (126,099)^2} \right]$$

$$F_a = 9,53 \text{ Ksi}$$

$$F_a = 657,1259 \text{ kg/cm}^2 > f_a = 218,93 \text{ Kg/cm}^2$$

b. Batang Tarik

1). Profil 2L 60.60.6

Data profil :

$$\bullet \text{ berat} = 10,84 \text{ kg/m}$$

$$A = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,82 \text{ cm}$$

Elemen batang yang menggunakan profil ini antara lain elemen 6,7,13, dan 23. Pengecekan dilakukan pada batang terpanjang yang mengalami gaya maksimum yaitu :

$$P = 1193,5 \text{ kg}$$

$$L = 217,57 \text{ cm}$$

$$f_a = 114,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_u = 58 \text{ Ksi} = 3999,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0,6 \cdot F_y = 0,6 \cdot 36 = 21,6 \text{ Ksi} = 1489,32 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0,5 \cdot F_u = 0,5 \cdot 58 = 29 \text{ Ksi} = 1999,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{217,57}{1,82} = 119,54 < 300$$

$$A_n = A_{br} - n(D + 0,3175) \cdot t$$

$$A_n = 13,82 - 2(1,27 + 0,3175) \cdot 0,6 = 11,915 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 0,85 \cdot A_n = 10,1278 \text{ cm}^2$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e = 1999,55 \cdot 10,1278 = 20250,942 \text{ kg (menentukan)}$$

$$P_{ijin} = 0,6 \cdot F_y \cdot A_b = 1489,32 \cdot 13,82 = 20582,402 \text{ kg}$$

$$\text{Kapasitas ijin} = 20250,942 \text{ kg} > 1993,5 \text{ kg}$$

2). Profil 2L 50.50.5

Data profil :

$$\text{berat} = 7,54 \text{ kg /m}$$

$$A = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm}$$

Elemen batang yang menggunakan profil ini antara lain elemen 34 sampai

43. Pengecekan dilakukan pada batang terpanjang yang mengalami gaya maksimum yaitu :

$$P = 2840,7 \text{ kg}$$

$$L = 287,57 \text{ cm}$$

$$f_a = 295,91 \text{ kg / cm}^2$$

$$F_u = 58 \text{ Ksi} = 3999,1 \text{ kg / cm}^2$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{287,57}{1,51} = 190,44 < 300$$

$$F_t = 0,6 \cdot F_y = 0,6 \cdot 36 = 21,6 \text{ Ksi} = 1489,32 \text{ kg / cm}^2$$

$$F_u = 0,5 \cdot F_u = 0,5 \cdot 58 = 29 \text{ Ksi} = 1999,55 \text{ kg / cm}^2$$

$$A_n = A_{br} - n(D + 0,3175) \cdot t$$

$$A_n = 9,6 - 2(1,27 + 0,3175) \cdot 0,6 = 8,0125 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 0,85 \cdot A_n = 6,811 \text{ cm}^2$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e = 1999,55 \cdot 6,811 = 13\,618,185 \text{ kg (menentukan)}$$

$$P_{ijin} = 0,6 \cdot F_y \cdot A_b = 1489,32 \cdot 9,6 = 14\,297,472 \text{ kg}$$

$$\text{Kapasitas ijin} = 13\,618,185 \text{ kg} > 2840,7 \text{ kg}$$

2. Penggunaan Alat Sambung Baut

Beban yang dipindahkan antar batang disalurkan melalui sambungan antar batang-batang tersebut. Alat sambung untuk memindahkan beban tersebut direncanakan menggunakan baut tipe A325 berdiameter 1/2 inchi dengan kekuatan yang dapat didukung oleh satu baut ($P_{l \text{ baut}}$) sebesar 3057,03 kg, sedangkan las hanya digunakan sebagai perkuatan saja pada hubungan pelat sambung dengan profil yang disambung. Besarnya baut yang dibutuhkan oleh masing-masing batang ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Daftar Jumlah Baut Tiap Batang pada Rangka Atap Tipe Howe

No. Elemen	Jumlah baut $n = P / P_{l \text{ baut}}$
1,2,11,12,17,18, dan 19	3
3 s.d. 16	2
20 s.d. 43	2
Jumlah total kebutuhan baut	194

3. Kontrol Lendutan

$$\Delta = \sqrt{\Delta H^2 + \Delta V^2}$$

$$\Delta = \sqrt{0,257 + 0,495} = 0,867 \text{ cm}$$

$$\Delta_{\text{ijin}} = \frac{L}{360} = \frac{2000}{360} = 5,56 \text{ cm} > 0,867 \text{ cm}$$

4. Kontrol Berat Kuda-Kuda

Tabel 4.5 Berat kuda-kuda tipe Pratt

Batang (elemen)	Profil	Berat profil kg/m	Panjang batang (m)	Berat kg
1 s.d. 23	2L 60.60.6	10,84	48,9698	530,833
24 s.d.37	2L 50.50.5	7,54	16,2625	122,619
38 s.d.39	2L 60.60.6	10,84	6,2836	68,114
40 s.d. 43	2L 50.50.5	7,54	10,2236	77,086
				$\Sigma=798,652$

$$\text{Berat kuda-kuda} = 798,652 \text{ kg}$$

$$\text{Berat baut + plat sambung} = 20\% \cdot \text{berat kuda-kuda} = 159,73 \text{ kg}$$

$$+ 958,382 \text{ kg}$$

$$\text{Berat satuan kuda-kuda} = \frac{958,382}{20} = 47,919 \text{ kg / m} < 100 \text{ kg/m.}$$

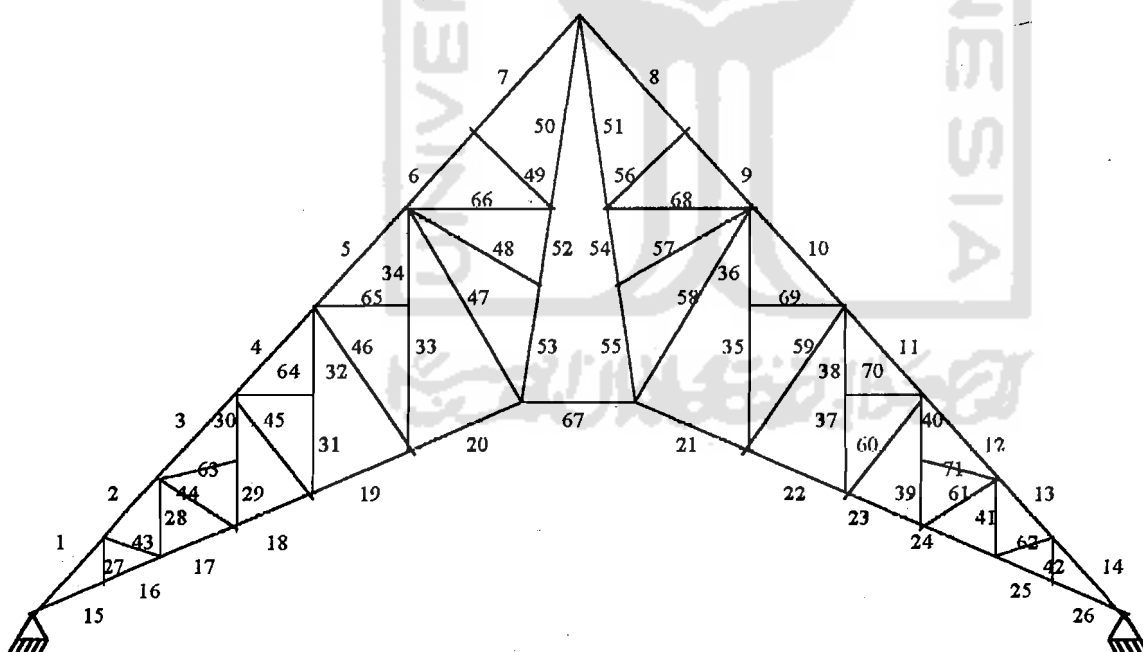
4.1.4 Analisa Rangka Atap Tipe Polonceau

Hal yang perlu diperhatikan dalam input data untuk program Microfeap adalah sebagai berikut :

1. jumlah join / node data ; $N = 37$,
2. jumlah elemen ; $E = 71$,
3. koordinat join, pembebanan, dan profil yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 7.

Untuk lebih jelasnya, hasil program Microfeap ini dapat dilihat pada lampiran 7.

Penomoran elemen dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Penomoran elemen rangka batang tipe Polonceau

1. Kontrol Perencanaan Batang

a. Batang Tekan

1). Profil 2L 60.60.6

Data profil :

$$\text{berat} = 10,84 \text{ kg/m}$$

$$A = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,82 \text{ cm}$$

Profil ini digunakan pada elemen 1 sampai dengan 14, elemen 47, dan elemen

58 dengan data gaya terbesar adalah sebagai berikut : $P = -7711,4 \text{ kg}$

$$L = 195,88 \text{ cm}$$

$$f_a = 557,99 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{195,88}{1,82} = 107,626 < 200$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099$$

$$\frac{Kl}{r} < C_c, \text{ maka } F_a = \frac{F_y}{F_S} \left[1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r} \right)^2}{2 \cdot C_c^2} \right]$$

$$F_S = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{\left(\frac{Kl}{r} \right)}{C_c} - \frac{1}{8} \frac{\left(\frac{Kl}{r} \right)^3}{C_c^3}$$

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{107,626}{126,099} - \frac{1 (107,626)^3}{8 (126,099)^3}$$

$$FS = 1,909$$

$$Fa = \frac{36}{1,909} \left[1 - \frac{(107,626)^2}{2 (126,099)^2} \right]$$

$$Fa = 11,989 \text{ Ksi}$$

$$Fa = 826,662 \text{ kg/cm}^2 > fa = 557,99 \text{ kg/cm}^2$$

Pengecekan angka kelangsingan batang terpanjang yang menggunakan profil ini adalah sebagai berikut :

$$L = 337,06 \text{ cm}$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{337,06}{1,82} = 185,198 < 200$$

2). Profil 2L 50.50.5

Data profil :

$$\text{Berat} = 7,54 \text{ kg / m}$$

$$A = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm}$$

Batang yang menggunakan profil ini adalah elemen 15 sampai 26, elemen 43 sampai 49, elemen 56 sampai 62, 64, 65,67 dan elemen 70. Data batang terpanjang yang mengalami gaya batang maksimum adalah sebagai berikut :

$$P_{\text{maks}} = -5019 \text{ kg}$$

$$L = 200 \text{ cm}$$

$$f_a = -522,81 \text{ kg / cm}^2$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{200}{1,51} = 132,45 < 200$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099$$

$$\frac{Kl}{r} > C_c, \text{ sehingga } F_a = \frac{\pi^2 \cdot E}{1,92 \cdot \left(\frac{Kl}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 29000}{1,92 \cdot \left(\frac{200}{1,51}\right)^2} = 8,498 \text{ Ksi}$$

$$F_a = 585,937 \text{ kg / cm}^2 > f_a = 522,81 \text{ kg / cm}^2$$

b. Batang Tarik

1). Profil 2L 50.50.5

Data profil :

$$w_{\text{berat}} = 7,54 \text{ kg/m}$$

$$A = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm}$$

Elemen batang yang menggunakan profil ini antara lain elemen 27 sampai 42, 50 sampai 55, 63, 66, 68,69 dan elemen 71. Pengecekan dilakukan pada batang yang mengalami gaya maksimum yaitu :

$$P = 1795,8 \text{ kg}$$

$$L = 178,24 \text{ cm}$$

$$f_a = 187,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_u = 58 \text{ Ksi} = 3999,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{178,24}{1,51} = 118,04 < 300$$

$$F_t = 0,6 \cdot F_y = 0,6 \cdot 36 = 21,6 \text{ Ksi} = 1489,32 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0,5 \cdot F_u = 0,5 \cdot 58 = 29 \text{ Ksi} = 1999,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_n = A_{br} - n(D + 0,3175) \cdot t$$

$$A_n = 9,6 - 2(1,27 + 0,3175) \cdot 0,5$$

$$A_n = 8,0125 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 0,85 \cdot A_n = 6,811 \text{ cm}^2$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e = 1999,55 \cdot 6,811 = 13\,618,18 \text{ kg (menentukan)}$$

$$P_{ijin} = 0,6 \cdot F_y \cdot A_b = 1489,32 \cdot 9,6 = 14\,297,472 \text{ kg}$$

$$\text{Kapasitas ijin} = 13\,618,18 \text{ kg} > 1795,8 \text{ kg}$$

Pengecekan angka kelangsingan batang terpanjang yang menggunakan profil ini adalah sebagai berikut :

$$L = 220,07 \text{ cm}$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{220,07}{1,51} = 145,74 < 300$$

2. Penggunaan Alat Sambung Baut

Analog pada perencanaan sebelumnya bahwa alat sambung untuk memindahkan beban antar batang direncanakan menggunakan baut tipe A325 berdiameter 1/2 inchi dengan kekuatan yang dapat didukung oleh satu baut ($P_{l \text{ baut}}$) sebesar 3057,03 kg, sedangkan sambungan las antara pelat sambung dengan profil yang disambung hanya ditujukan sebagai penguat saja. Besarnya baut yang dibutuhkan oleh masing-masing batang ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Daftar Jumlah Baut Tiap Batang pada Rangka Atap Tipe Polonceau

No. Elemen	Jumlah baut $n = P / P_{l \text{ baut}}$
1,2,13, dan 14	3
3,11 s.d. 71	2
Jumlah kebutuhan baut	272

3. Kontrol Lendutan

$$\Delta = \sqrt{\Delta H^2 + \Delta V^2}$$

$$\Delta = \sqrt{0,0228^2 + 0,1595^2} = 0,427 \text{ cm}$$

$$\Delta_{\text{ijin}} = \frac{L}{360} = \frac{2000}{360} = 5,56 \text{ cm} > 0,427 \text{ cm}$$

4. Kontrol Berat Kuda-Kuda

Tabel 4.7 Berat rangka atap tipe Polonceau

Batang (elemen)	Profil	Berat profil kg/m	Panjang batang (m)	Berat kg
1 s.d. 14	2L60.60.6	10,84	26,108	283,011
15 s.d.46	2L 50.50.5	7,54	48,732	367,439
47 dan 58	2L 60.60.6	10,84	6,7412	73,075
48 s.d. 57	2L 50.50.5	7,54	17,1743	129,494
59 s.d. 71	2L 50.50.5	7,54	23,8125	179,546
				$\Sigma=1032,565$

$$\text{Berat kuda-kuda} = 1032,565 \text{ kg}$$

$$\text{Berat baut + plat sambung} = 20\% \cdot \text{berat kuda-kuda} = 206,513 \text{ kg}$$

$$+ 1239,078 \text{ kg}$$

$$\text{Berat satuan kuda-kuda} = \frac{1239,078}{20} = 61,954 \text{ kg/m} < 100 \text{ kg/m.}$$

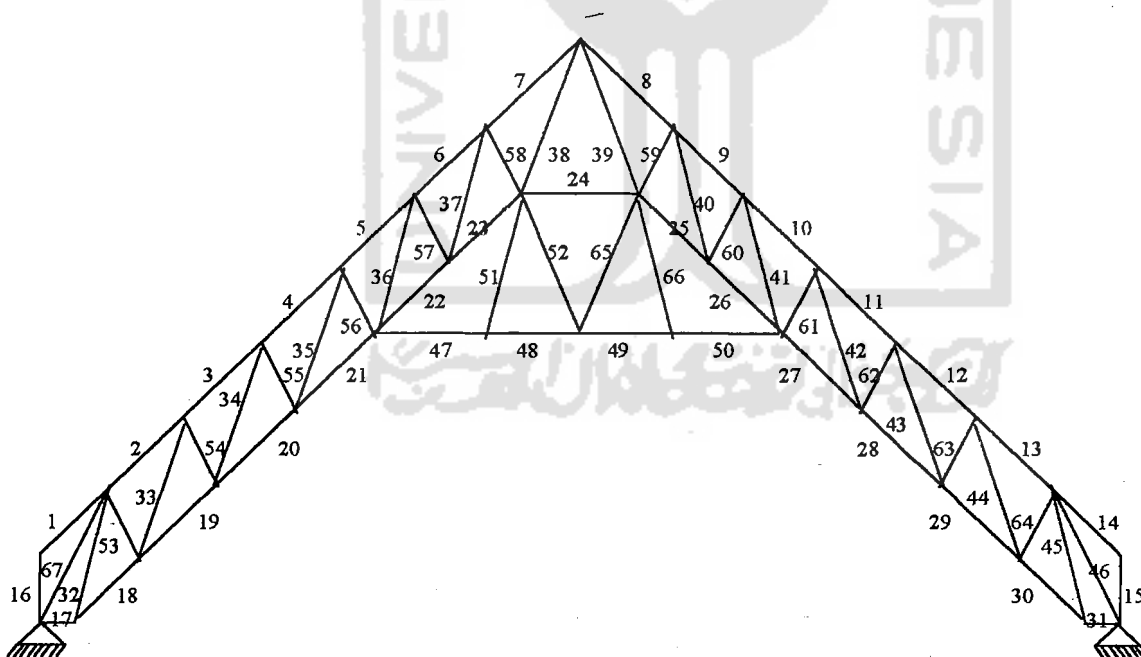
4.1.5 Analisa Rangka Atap Batang Ganda Tipe Pratt

Hal yang perlu diperhatikan dalam input data untuk program Microfeap adalah sebagai berikut :

1. jumlah join / node data ; $N = 34$,
2. jumlah elemen ; $E = 67$,
3. koordinat join, pembebanan, dan profil yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 8.

Untuk lebih jelasnya, hasil program Microfeap ini dapat dilihat pada lampiran 8.

Penomoran elemen dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Penomoran elemen rangka batang ganda tipe Pratt

1. Kontrol Perencanaan Batang

a. Batang Tekan

1). Profil 2L 60.60.6

Data profil :

$$\text{berat} = 10,84 \text{ kg/m}$$

$$A = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,82 \text{ cm}$$

Profil ini digunakan pada elemen 1 sampai 14, 46, dan elemen 67 . Data batang terpanjang yang mengalami gaya maksimum adalah sebagai berikut :

$$P = -6708,9 \text{ kg}$$

$$L = 252,47 \text{ cm}$$

$$f_a = 485,45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{252,47}{1,82} = 138,720 < 200$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099$$

$$\frac{Kl}{r} > C_c, \text{ maka } F_a = \frac{\pi^2 E}{1,92 \left(\frac{Kl}{r} \right)^2}$$

$$F_a = \frac{\pi^2 \cdot 29000}{1,92 \cdot (138,720)^2}$$

$$F_a = 7,747 \text{ Ksi} = 534,173 \text{ kg/cm}^2 > 485,45 \text{ kg/cm}^2$$

2). Profil 2L 50.50.5

Data profil :

$$\text{Berat} = 7,54 \text{ kg / m}$$

$$A = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm}$$

Batang yang menggunakan profil ini adalah elemen 15 sampai 31,33,44, elemen 47 sampai 50, dan elemen 54 sampai 63. Data batang yang mengalami gaya batang maksimum adalah sebagai berikut :

$$P_{\text{maks}} = -2369 \text{ kg}$$

$$L = 173,98 \text{ cm}$$

$$f_a = 246,77 \text{ kg / cm}^2$$

$$\frac{KI}{r} = \frac{173,98}{1,51} = 115,218 < 200$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099$$

$$\frac{KI}{r} < C_c, \text{ sehingga } F_a = \frac{F_y}{FS} \left[1 - \frac{\left(\frac{KI}{r} \right)^2}{2 \cdot C_c^2} \right]$$

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

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{115,218}{126,099} - \frac{1}{8} \frac{(115,218)^3}{(126,099)^3}$$

$$FS = 1,914$$

$$Fa = \frac{36}{1,914} \left[1 - \frac{(115,218)^2}{2 \cdot (126,099)^2} \right]$$

$$Fa = 10,957 \text{ Ksi}$$

$$Fa = 755,510 \text{ kg/cm}^2 > fa = 246,770 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kelangsingan pada batang terpanjang yang menggunakan profil ini yaitu:

$$L \text{ maksimum} = 216,49 \text{ cm}$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{216,49}{1,51} = 143,371 < 200$$

b. Batang Tarik

1). Profil 2L 50.50.5

Data profil :

$$\bullet \text{ berat} = 7,54 \text{ kg /m}$$

$$A = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm}$$

Elemen batang yang menggunakan profil ini antara lain elemen 32,34 sampai 43, 45, elemen 51 sampai 53, elemen 64 sampai 66. Pengecekan dilakukan pada batang yang mengalami gaya maksimum yaitu :

$$P = 1431,5 \text{ kg}$$

$$L = 216,49 \text{ cm}$$

$$f_a = 149,11 \text{ kg / cm}^2$$

$$F_u = 58 \text{ Ksi} = 3999,1 \text{ kg / cm}^2$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{216,63}{1,21} = 179,03 < 300$$

$$F_t = 0,6. F_y = 0,6. 36 = 21,6 \text{ Ksi} = 1489,32 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_t = 0,5. F_u = 0,5. 58 = 29 \text{ Ksi} = 1999,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_n = A_{br} - n(D + 0,3175). t$$

$$A_n = 9,6 - 2 (1,27 + 0,3175). 0,5$$

$$A_n = 8,0125 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 0,85 \cdot A_n = 6,8106 \text{ cm}^2$$

$$P_{ijin} = 0,5 \cdot F_u \cdot A_e = 1999,55 \cdot 6,8106 = 13\,618,1852 \text{ kg}$$

$$P_{ijin} = 0,6 \cdot F_y \cdot A_b = 1489,32 \cdot 9,6 = 14\,297,72 \text{ kg}$$

$$\text{Kapasitas ijin} = 13\,618,1852 \text{ kg} > 1431,5 \text{ kg}$$

Kontrol kelangsingan batang terpanjang yang menggunakan profil ini adalah sebagai berikut :

$$L_{maksimum} = 261,85 \text{ cm}$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{261,85}{1,51} = 173,41 < 300$$

2. Penggunaan Alat Sambung Baut

Beban yang dipindahkan antar batang disalurkan melalui sambungan antar batang-batang tersebut. Alat sambung untuk memindahkan beban tersebut direncanakan menggunakan baut tipe A325 berdiameter 1/2 inchi. Kekuatan yang mampu didukung oleh satu baut ($P_{1 \text{ baut}}$) sebesar 3057,03 kg. Besarnya baut yang dibutuhkan oleh masing-masing batang ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Daftar jumlah baut tiap batang pada rangka batang ganda tipe Pratt

No. Elemen	Jumlah baut $n = P / P_{1 \text{ baut}}$
1 s.d. 45, 47 s.d. 66	2
46 dan 67	3
Jumlah kebutuhan baut	272

3. Kontrol Lendutan

$$\Delta = \sqrt{\Delta H^2 + \Delta V}$$

$$\Delta = \sqrt{0,0061 + 0,0715} = 0,278 \text{ cm}$$

$$\Delta \text{ ijin} = \frac{L}{360} = \frac{2000}{360} = 5,56 \text{ cm} > 0,278 \text{ cm}$$

4. Kontrol Berat Kuda-Kuda

Tabel 4.9 Berat Kuda-Kuda Batang Ganda Tipe Pratt

Batang • (elemen)	Profil	Berat profil kg/m	Panjang batang (m)	Berat kg
1 s.d. 14,	2L 60.60.6	10,84	26,1080	283,008
15 s.d. 45	2L 50.50.5	7,54	57,4716	433,336
47 s.d. 66	2L 50.50.5	7,54	31,9787	241,119
46 , 67	2L 60.60.6	10,84	5,0494	54,735
				$\Sigma = 1012,198$

Berat kuda-kuda = 1012,198 kg

Berat baut + plat sambung = 20% . berat kuda-kuda = $\frac{202,440 \text{ kg}}{1214,638 \text{ kg}}$ +

Berat satuan kuda-kuda = $\frac{1214,638}{20} = 60,732 \text{ kg / m} < 100 \text{ kg/m.}$

4.2 Perencanaan Gording

Pemasangan gording untuk semua tipe rangka atap direncanakan diatas titik buhul pada bidang atas rangka atap. Hal ini dilakukan untuk mempermudah perhitungan.

Gording Rangka Atap Tipe 1

Rangka atap tipe 1 yaitu tipe rangka yang digunakan pada gedung laboratorium Fakultas Teknik Industri UII menggunakan gording tipe C 150.65.20.3,2 dengan jarak antar gording (a) sejauh 1,305 m.

Data profil gording tersebut adalah sebagai berikut :

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{berat} = 7,51 \text{ kg/m}$$

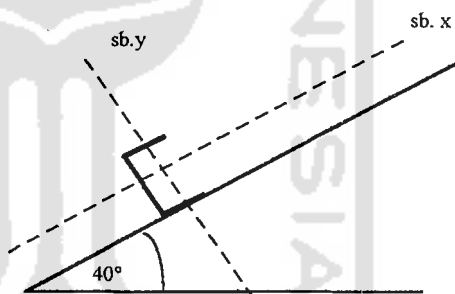
$$\text{luas} = 9,567 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 332 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 53,8 \text{ cm}^4$$

$$S_x = 44,3 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 12,2 \text{ cm}^3$$



4.2.1 Perhitungan beban

1. Beban mati yang bekerja pada gording :

$$\text{berat gording} = 7,51 \text{ kg/m'}$$

$$\text{berat genteng dengan reng dan usuk} = 50 \cdot 1,305 = 65,250 \text{ kg/m'}$$

$$\text{berat beban mati total (q total)} = 7,51 + 65,250 = 72,760 \text{ kg/m'}$$

2. Beban angin yang diperhitungkan

Berdasarkan PPI 1983, untuk gedung tertutup penuh dengan sudut kemiringan lebih kecil dari 65° akan bekerja angin tekan dan angin isap pada arah tegak lurus bidang atas atap bangunan yang ditinjau. Besarnya koefisien angin ditentukan sebagai berikut :

$$c_1 = \text{koefisien angin tekan} = 0,02 \alpha - 0,4 = 0,02 \cdot 40 - 0,4 = 0,4$$

$$c_2 = \text{koefisien angin isap} = -0,4$$

Namun demikian beban angin yang diperhitungkan dalam mendimensi gording hanyalah beban angin tekan saja.

$$Q_x = \text{tidak ada}$$

$$\begin{aligned} Q_y &= \text{beban angin yang bekerja tegak lurus bidang atap} = w.a. c_1 \\ &= 50 \cdot 1,305 \cdot 0,4 \\ &= 26,1 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3. Beban tidak terduga

Beban ini diasumsikan sebagai beban terpusat yang berasal dari seorang pekerja (P) dengan peralatannya guna perbaikan dan pemeliharaan.

$$P = 100 \text{ kg}$$

4.2.2 Kontrol tegangan yang terjadi

Beban - beban di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Beban searah sumbu y

a. Beban mati

$$q_y = 72,760 \cos 40^\circ = 55,737 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 M_x &= 1/8 \cdot q_y \cdot b^2 \\
 &= 1/8 \cdot 55,737 \cdot 4^2 \\
 &= 111,474 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

b. Beban angin

$$\begin{aligned}
 Q_y &= 26,1 \text{ kg/m}^2 \\
 M_x &= 1/8 \cdot Q_y \cdot b^2 \\
 &= 1/8 \cdot 26,1 \cdot 4^2 \\
 &= 52,2 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

c. Beban tak terduga

$$\begin{aligned}
 P_y &= 100 \cos 40^\circ = 76,604 \text{ kg} \\
 M_x &= 1/4 \cdot P \cos 40^\circ \cdot b \\
 &= 1/4 \cdot 100 \cos 40^\circ \cdot 4 \\
 &= 76,604 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$M_x \text{ total} = 111,474 + 52,2 + 76,604 = 240,278 \text{ kg.m}$$

$$f_x = \text{tegangan arah } x = \frac{M_x}{S_x} = \frac{24027,8}{44,3} = 542,388 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_x}{0,66 \cdot F_y} = \frac{542,388}{0,66 \cdot 2482,2} = 0,3311$$

2. Beban searah sumbu x

Dipakai penggantung gording ("sag rods") pada tengah bentang kuda-kuda.

a. Beban mati

$$q_x = 72,760 \sin 40^\circ = 46,769 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 M_y &= 1/8 \cdot q_x \cdot \left(\frac{b}{2}\right)^2 \\
 &= 1/8 \cdot 47,252 \cdot \left(\frac{4}{2}\right)^2 \\
 &= 23,626 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

2. Beban angin

$Q_x = 0$ (tidak ada beban angin yang bekerja)

3. Beban tak terduga :

$$P_x = 100 \sin 40^\circ = 64,278 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 M_y &= \frac{1}{4} \cdot P \sin 40^\circ \cdot \frac{b}{2} \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 100 \sin 40^\circ \cdot \frac{4}{2} \\
 &= 32,139 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$M_y \text{ total} = 23,626 + 32,139 = 55,765 \text{ kg.m}$$

$$f_y = \text{tegangan arah y} = \frac{M_y}{S_y} = \frac{5576,5}{12,2} = 457,090 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_y}{0,75 \cdot F_y} = \frac{457,090}{0,75 \cdot 2482,2} = 0,2455$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan total} &= \frac{f_{bx}}{0,66 \cdot F_y} + \frac{f_{by}}{0,75 \cdot F_y} \\
 &= 0,3326 + 0,2455 \\
 &= 0,5781 < 1
 \end{aligned}$$

4.2.3 Kontrol lendutan

$$\begin{aligned}\text{Lendutan arah sumbu } x = \Delta x &= \frac{5 \cdot q_x \cdot \left(\frac{b}{2}\right)^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot \left(\frac{b}{2}\right)^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \\ &= \frac{5 \times 0,46769 \times 200^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 53,8} + \frac{64,278 \times 200^3}{48 \times 2,1 \times 10^6 \times 53,8} \\ &= 0,18106\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lendutan arah } y = \Delta y &= \frac{5 \cdot q_y \cdot b^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_y \cdot b^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \\ &= \frac{5 \times 0,55737 \times 400^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 332} + \frac{76,604 \times 400^3}{48 \times 2,1 \times 10^6 \times 332} \\ &= 0,41298\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lendutan total} &= \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \\ &= \sqrt{0,18106^2 + 0,41298^2} \\ &= 0,4509 \text{ cm} < \frac{L}{360} = 1,1 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi profil C 150.65.20.3,2 aman digunakan sebagai gording.

Perencanaan dimensi gording untuk rangka atap lainnya analog dengan perhitungan diatas dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.10.



Tabel 4.10 Kontrol Tegangan pada Pemakaian Gording

Tipe rangka atap	Profil gording	Jarak gording (meter)	Mx kg.m	My kg.m	$\frac{f_x}{0,66 \cdot F_y} + \frac{f_y}{0,75 \cdot F_y}$	Keterangan
II	C.150.65.20.3,2	2,176	342,308	69,5845	0,7781	aman digunakan
III	C.150.65.20.3,2	2,176	342,308	69,5845	0,7781	aman digunakan
IV	C.150.50.20.3,2	1,959	315,389	65,7920	0,9463	aman digunakan
V	C.150.50.20.3,2	1,901	308,626	65,8600	0,9294	aman digunakan

Tabel 4.11 Lendutan pada Penggunaan Gording

Tipe rangka atap	Ix cm ⁴	Iy cm ⁴	Δx cm	Δy cm	Δ total cm	Keterangan
II	332	53,8	0,2329	0,5732	0,6187	Δ total < 1,1 cm
III	332	53,8	0,2329	0,5732	0,6187	Δ total < 1,1 cm
IV	280	28,3	0,4162	0,6284	0,7537	Δ total < 1,1 cm
V	280	28,3	0,4097	0,6158	0,7396	Δ total < 1,1 cm

4.3 Pembahasan

Analisa dari kelima macam rangka atap baja seperti yang telah diuraikan pada bab terdahulu membuktikan bahwa rangka atap tipe I memiliki berat yang lebih besar dibandingkan dengan tipe rangka yang lain. Hal ini terlihat pada besarnya volume material rangka yang diperlukan beserta berat alat sambungnya.

Dari tabel 4.12 terlihat bahwa jumlah pemakaian baut pada rangka atap tipe I mencapai 508 buah baut berdiameter 5/8 inci. Berat baut dan pelat sambung ini memberikan kontribusi yang cukup besar (31,91 %) pada berat rangka secara keseluruhan. Kondisi ini terjadi karena dengan bentuk rangka tersebut akan memberikan lebih banyak join sambungan sehingga diperlukan baut dan pelat sambung yang lebih banyak pula.

Penggunaan profil pada rangka atap tipe I sebenarnya dapat digunakan dimensi profil yang lebih kecil dari yang dipakai sekarang. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan program Microfeap, gaya batang yang terjadi pada beberapa bagian rangka sangat aman menggunakan dimensi tersebut. Besarnya dimensi profil yang digunakan akan sangat mempengaruhi berat keseluruhan rangka atap tersebut.

Pada bentuk rangka atap tipe II sampai V, volume material yang digunakan jauh lebih kecil dibanding dengan rangka atap tipe I. Jumlah penggunaan alat sambung juga relatif sedikit, meskipun prosentase berat alat sambung pada rangka atap tipe IV dan V lebih besar dari rangka tipe I, namun berat total kuda-kuda masih dibawah berat taksiran pada perhitungan awal. Berat pemakaian alat sambung pada rangka atap tipe IV mencapai 45,59 % berat kuda-kuda. Hal ini terjadi karena bentuk

rangka tidak sesederhana bentuk lainnya. Distribusi penyaluran gaya yang terjadi juga kurang merata. Terdapat sejumlah batang mengalami gaya yang sangat kecil sehingga penggunaannya kurang ekonomis.

Dilihat secara sepintas bentuk rangka atap tipe II akan memerlukan berat lebih besar dibanding rangka tipe III yang mempunyai bentuk rangka lebih ramping. Namun demikian dalam penggunaan alat sambung, berdasarkan perhitungan terdahulu maka rangka tipe II memerlukan alat sambung sedikit lebih kecil dibanding kebutuhan alat sambung pada rangka tipe III.

Tabel 4.12 Berat Kuda-Kuda dari Masing-Masing Tipe Rangka Atap Baja

Jenis rangka	Tipe I	Tipe II	Tipe III	Tipe IV	Tipe V
Volume material profil rangka atap (cm^3)	279.961	123.956	106.866	131.528	128.933
Prosentase volume material profil rangka atap terhadap rangka tipe I (%)	100	44,28	38,17	46,98	46,05
Jumlah kebutuhan baut	508 Ø 5/8 "	188 Ø 1/2 "	194 Ø 1/2 "	272 Ø 1/2 "	272 Ø 1/2 "
Berat baut (kg)	60,960	13,160	13,580	19,600	19,040
Berat pelat sambung (kg)	662,697	163,55	165,24	421,152	278,670
Berat baut dan pelat sambung (kg)	723,657	176,71	178,82	470,752	297,71
Berat profil rangka atap (kg)	2.263,774	973,150	798,652	1032,565	1012,198
Prosentase berat pelat dan alat sambung terhadap berat profil rangka atap	31,91 %	18,16 %	22,39 %	45,59 %	29,41 %
Berat total rangka atap (kg)	2.987,431	1.149,86	977,472	1.503,317	1.309,908
Prosentase berat total terhadap rangka atap tipe I	100 %	38,49 %	32,72 %	50,32 %	43,85 %

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis perencanaan berberapa macam bentuk rangka atap, dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Pemakaian bentuk rangka atap yang digunakan pada gedung laboratorium FTI UII menggunakan berat profil jauh lebih besar dari empat macam bentuk rangka atap yang lain. Pemakaian profil ini terlihat lebih boros ditinjau dari besarnya gaya yang mampu didukung oleh masing-masing batang penyusun rangka. Selain itu dengan bentuk rangka demikian akan membutuhkan banyak elemen pembentuk rangka. Makin banyak elemen penyusun rangka, akan memerlukan alat sambung (baut dan pelat sambung) yang semakin banyak pula. Hal ini tentunya akan memberikan kontribusi yang cukup besar pada berat keseluruhan rangka.
2. Pemilihan pemakaian bentuk atap yang tepat dengan profil yang sesuai akan menghasilkan berat kuda-kuda yang lebih ringan. Berat rangka akan mempengaruhi efisiensi biaya pengeluaran proyek untuk pekerjaan atap. Semakin besar berat rangka atap yang dipakai, maka biaya pengeluaran juga akan semakin tinggi.

3. Faktor kelangsingan pada penggunaan profil penyusun rangka atap perlu diperhatikan. Suatu profil tidak dapat digunakan apabila tidak memenuhi syarat kelangsingan meskipun profil tersebut dapat menahan tegangan yang terjadi. Oleh karena itu akan menjadi tidak ekonomis apabila kedudukan batang seperti pada rangka atap tipe II yaitu batang vertikal yang berada di tengah-tengah bentang. Meskipun batang ini hanya mengalami gaya tarik yang relatif kecil, namun karena batang tersebut panjang, maka tetap digunakan profil yang lebih besar untuk mengatasi kelangsingan batang.
4. Dari hasil perhitungan diperoleh bentuk rangka atap yang menghasilkan berat paling ringan yaitu rangka atap tipe III ("Pratt"). Selain memberikan berat lebih ringan dari bentuk rangka atap lainnya, rangka inipun mempunyai bentuk yang sederhana sehingga memudahkan dalam perakitan.

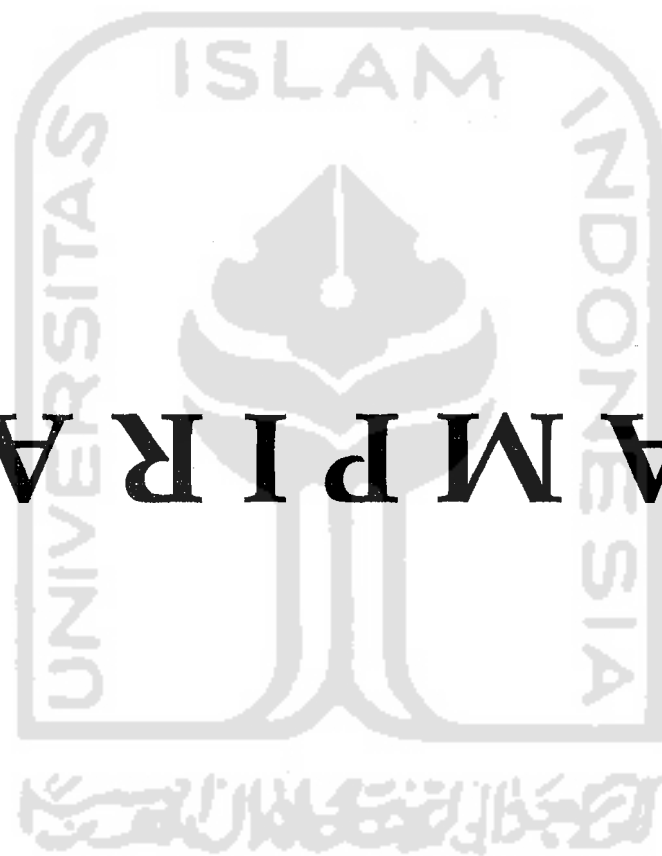
5.2 Saran - Saran

1. Beban hidup untuk atap miring hendaknya direncanakan tidak seperti pada atap datar. Hal ini akan memberikan perencanaan yang tidak ekonomis pada struktur rangka atap.
2. Analisa perencanaan struktur rangka atap perlu dikembangkan lagi agar didapat bentuk rangka atap ("truss") pada panjang bentang tertentu yang akan memberikan bentuk rangka atap yang lebih sederhana dengan profil yang lebih ringan.
3. Alternatif lain pemakaian rangka atap baja selain 4 tipe rangka yang telah diuraikan diatas dapat digunakan portal ("frame") dengan profil WF300x150 dan berat rangka total mencapai 1150 kg . Perhitungan rangka dapat dilihat pada lampiran 9.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, J.E., 1985, **DISAIN BAJA KONSTRUKSI**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
2. McCormac, J., 1992, **STRUCTURAL STEEL DESIGN (ASD METHOD)**, Edisi keempat, Harper Collins Publishers
3. Salmon, C.G. dan Jonson, J.E, 1990, **DISAIN DAN PERILAKU STRUKTUR BAJA**, Edisi kedua, Jilid I , Biro Penerbit Erlanga, Jakarta.
4. Suwarno Wiryomartono, 1977, **MEKANIKA TEKNIK KONSTRUKSI STATIS TERTENTU**, Bagian I, Jilid II, Cetakan ke IV, Yogyakarta.
5. Sutojo Tjokrodihardjo, 1984, **ANALISA STRUKTUR II**, Edisi kedua, Biro Penerbit KMTS UGM, Yogyakarta.
6. -----, 1989, **MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION ALLOWABLE STRESS DESIGN**, Penerbit Bustamante, Manila.
7. -----, 1983, **PERATURAN PEMBEBANAN INDONESIA UNTUK GEDUNG**, Cetakan kedua, Penerbit Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
8. Rudy Gunawan, 1988, **TABEL PROFIL KONSTRUKSI BAJA**, Cetakan kesembilan, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

LAMPIRAN





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

Lampiran 1

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	SASANTI DWIYANA	92310140		Struktur
2.	ETIKA ARDHIYANTI	92310286		Struktur

Dosen Pembimbing I :: Ir. H. Susastrawan, MS

Dosen Pembimbing II :: Ir. Ilman Hoor, MSCE

1

2

Yogyakarta,

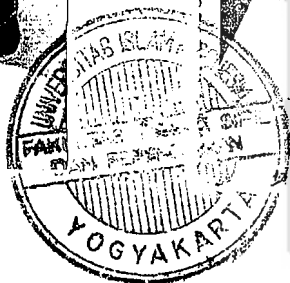
Dekan, 05 Juni 1997

An.

Ketua Jurusan Teknik Sipil.

87

IR. BAMEANG SULISTIONO, MSCE



LAMPIRAN 2





Foto kondisi pelaksanaan pembangunan Gedung Lab. FTI UII



Foto rangka atap Gedung Lab. FTI UII

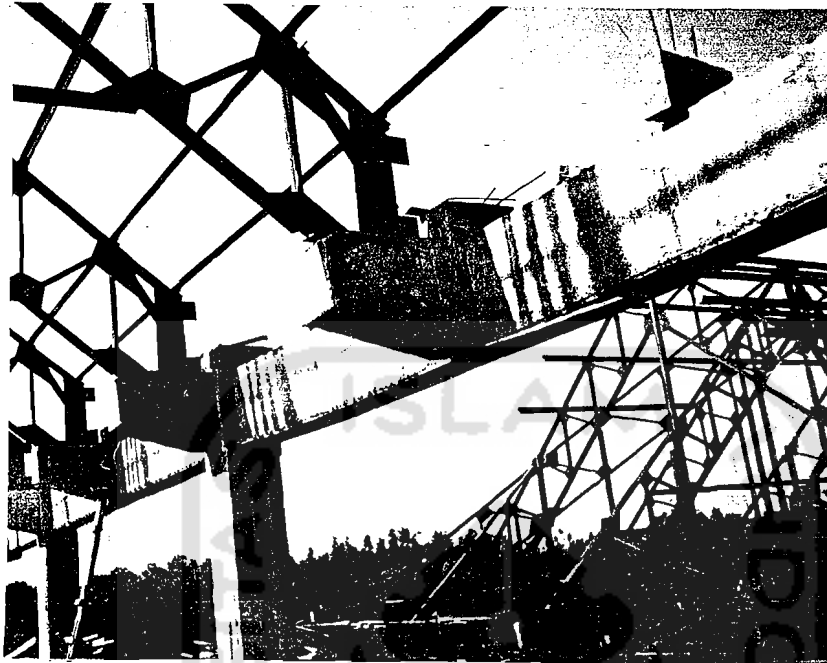


Foto perletakan rangka atap pada konsol bangunan



Foto perletakan gording



Foto pekerjaan penyambungan

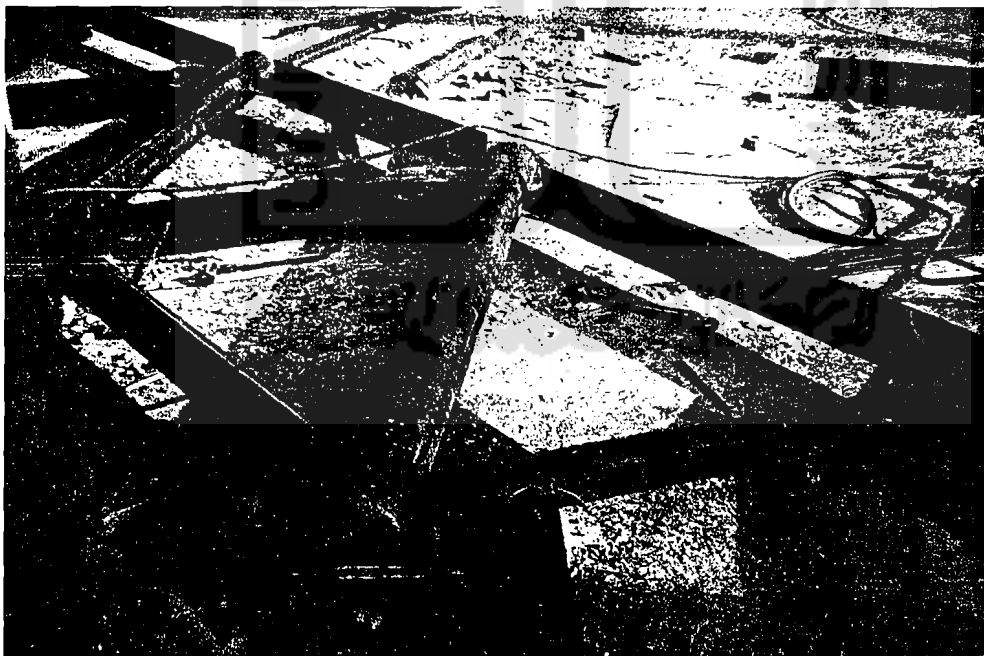


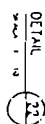
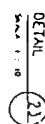
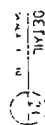
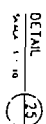
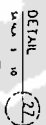
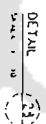
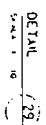
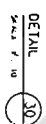
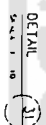
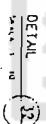
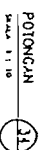
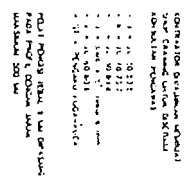
Foto detail sambungan pada profil pipa



Foto tampak atas perletakan rangka pada konsol bangunan

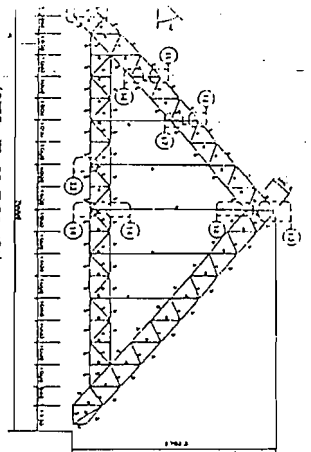
LAMPIRAN 3



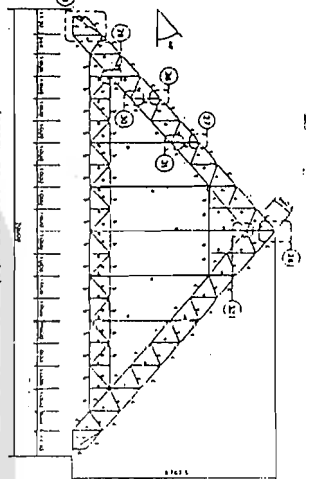
[illegible]

	
BLOOM WALKER UNIVERSITY OF MISSOURI MOOREHART	
	
THE ENGINEERING DEPARTMENT	
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING	
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING	
DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING	
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METALLURGICAL ENGINEERING	
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING	
DEPARTMENT OF AERONAUTICAL ENGINEERING	
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND MARINE ENGINEERING	
DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF PETROLEUM ENGINEERING	
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING	
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING	
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING	
DEPARTMENT OF LEATHER ENGINEERING	
DEPARTMENT OF FIBRE ENGINEERING	
DEPARTMENT OF POLYMER ENGINEERING	
DEPARTMENT OF CERAMIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF GLASS ENGINEERING	
DEPARTMENT OF PAPER ENGINEERING	
DEPARTMENT OF RUBBER ENGINEERING	
DEPARTMENT OF PLASTIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF COATING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF ADHESIVE ENGINEERING	
DEPARTMENT OF WELDING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL FINISHING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL CASTING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL FORMING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL JOINING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL TREATING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL TESTING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL DESIGN ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL MANUFACTURING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL PROCESSING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL REFINING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RECOVERY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL REUSE ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RECYCLING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL REPAIR ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RESTORATION ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL PRESERVATION ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL PROTECTION ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL CORROSION ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL FATIGUE ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL CRACKING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL DEFORMATION ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL FLOW ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL SPREADING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL DRAWING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL EXTRUSION ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ROLLING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL FORGING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL SMITHING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL BLACKSMITHING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL WELDING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL SOLDERING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL BRAZING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RIVETING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL BOLTING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL NUTTING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL SCREWING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL DRILLING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL TAPPING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL REAMING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL BORE POLISHING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL SURFACE FINISHING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL POLISHING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL BUFFING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL TUMBLING ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL VIBRATION ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL ULTRASONIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL X-RAY ENGINEERING	
DEPARTMENT OF METAL RADIOGRAPHIC ENGINEERING	
DEPARTMENT OF MET	

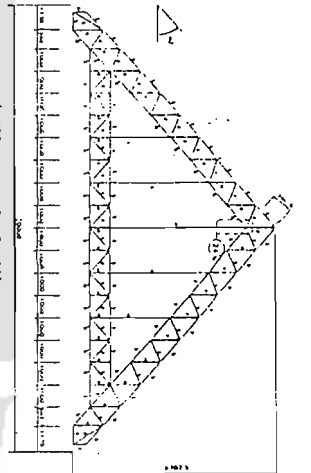
[illegible]



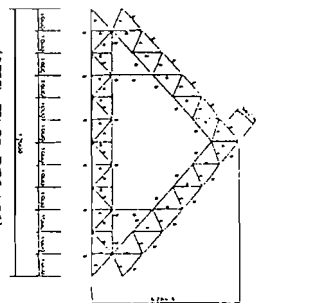
(STEEL TRUSS TYPE K01)
KUDA-KUDA TYPE K01
Scale: 1:100



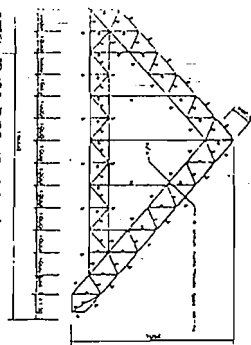
(STEEL TRUSS TYPE K02)
KUDA-KUDA TYPE K02
Scale: 1:100



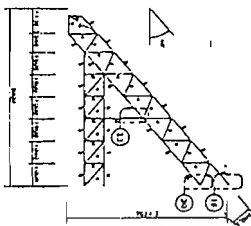
(STEEL TRUSS TYPE K03)
KUDA-KUDA TYPE K03
Scale: 1:100



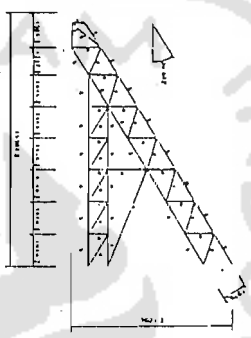
(STEEL TRUSS TYPE K05)
KUDA-KUDA TYPE K05
Scale: 1:100



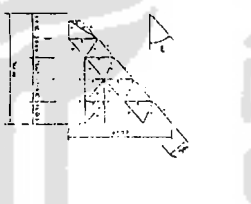
(STEEL TRUSS TYPE K04)
KUDA-KUDA TYPE K04
Scale: 1:100



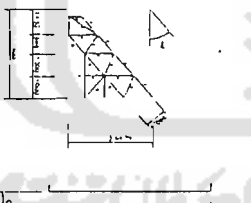
(STEEL TRUSS TYPE J1)
JUALA TYPE J1
Scale: 1:100



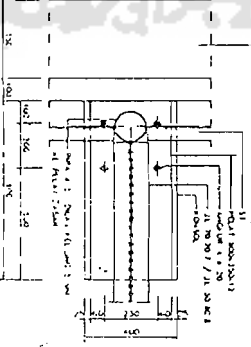
(STEEL TRUSS TYPE J2)
JUALA TYPE J2
Scale: 1:100



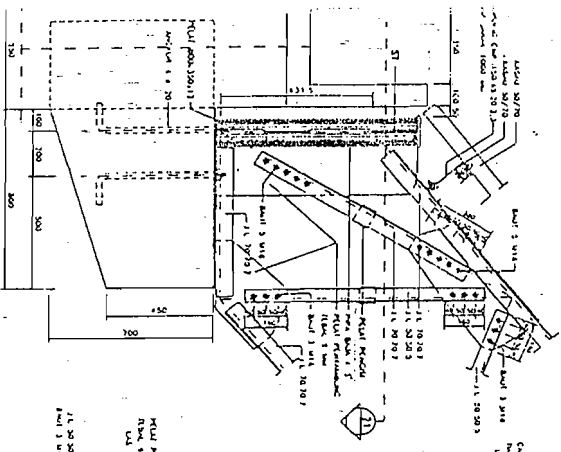
(STEEL TRUSS TYPE J3)
JUALA TYPE J3
Scale: 1:100



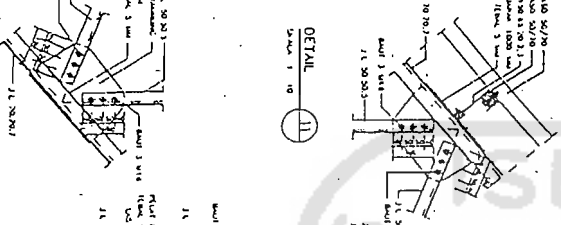
(STEEL TRUSS TYPE J4)
JUALA TYPE J4
Scale: 1:100



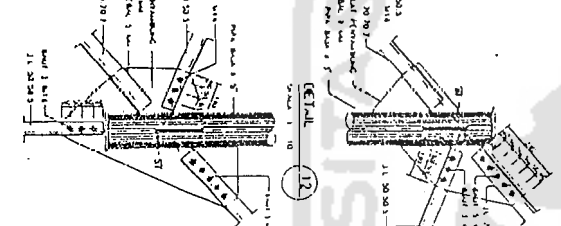
(SECTION)
POICIGAN
Scale: 1:100



DETAIL
Scale: 1:10



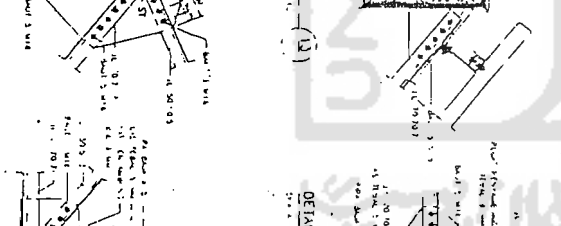
DETAIL
Scale: 1:10



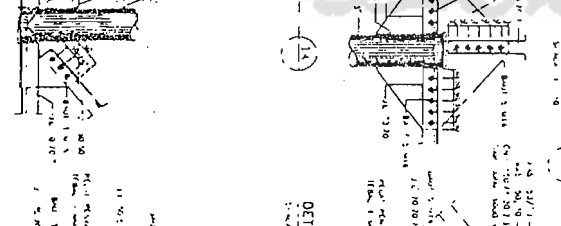
DETAIL
Scale: 1:10



DETAIL
Scale: 1:10



DETAIL
Scale: 1:10



DETAIL
Scale: 1:10

KONTAK: 081 234 234 234
KONTAK: 081 234 234 234
KONTAK: 081 234 234 234
KONTAK: 081 234 234 234
KONTAK: 081 234 234 234
KONTAK: 081 234 234 234
KONTAK: 081 234 234 234
KONTAK: 081 234 234 234
KONTAK: 081 234 234 234
KONTAK: 081 234 234 234

BAGIAN KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

REKAYASA KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

REKAYASA KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

REKAYASA KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

REKAYASA KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

REKAYASA KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

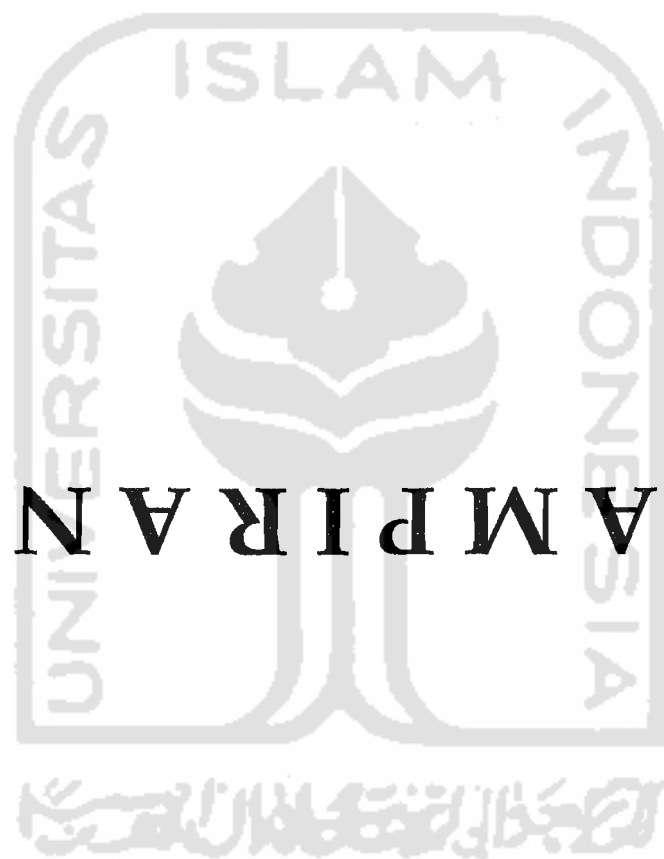
REKAYASA KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

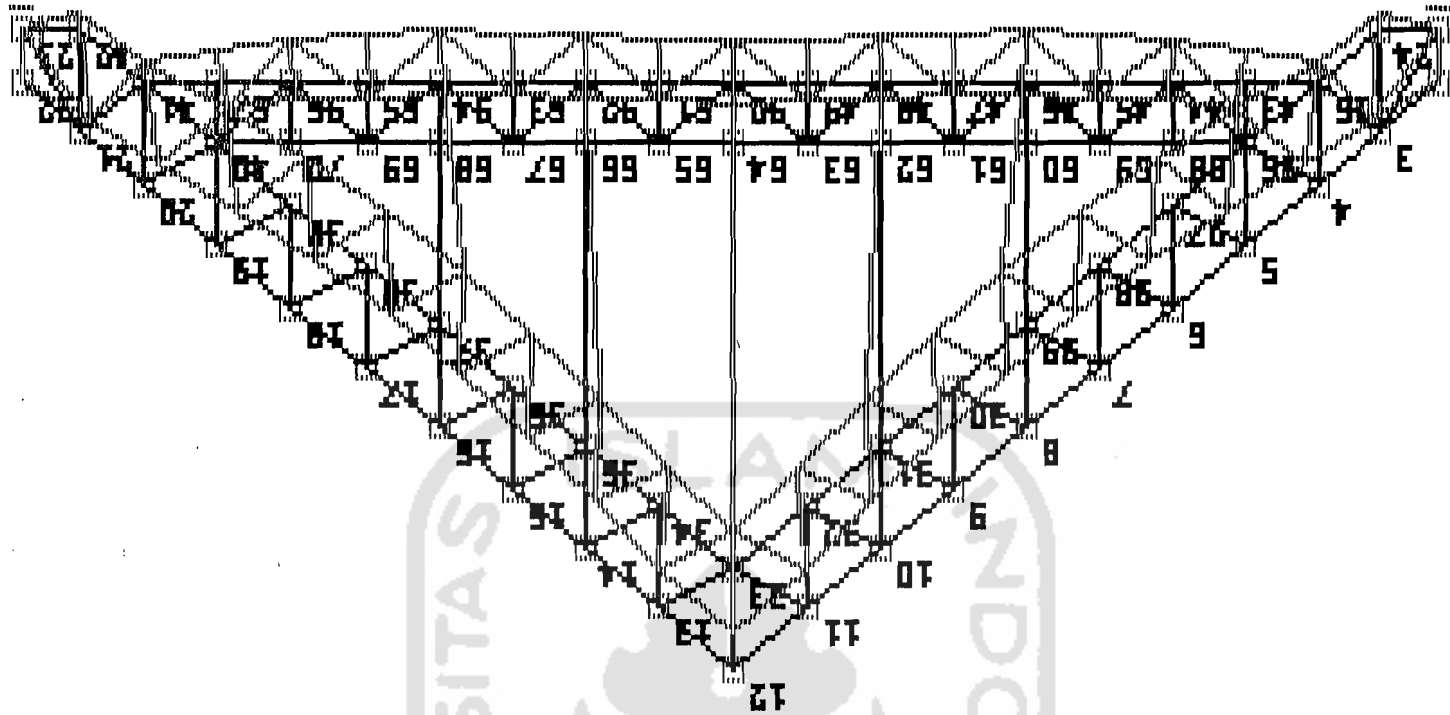
REKAYASA KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

REKAYASA KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

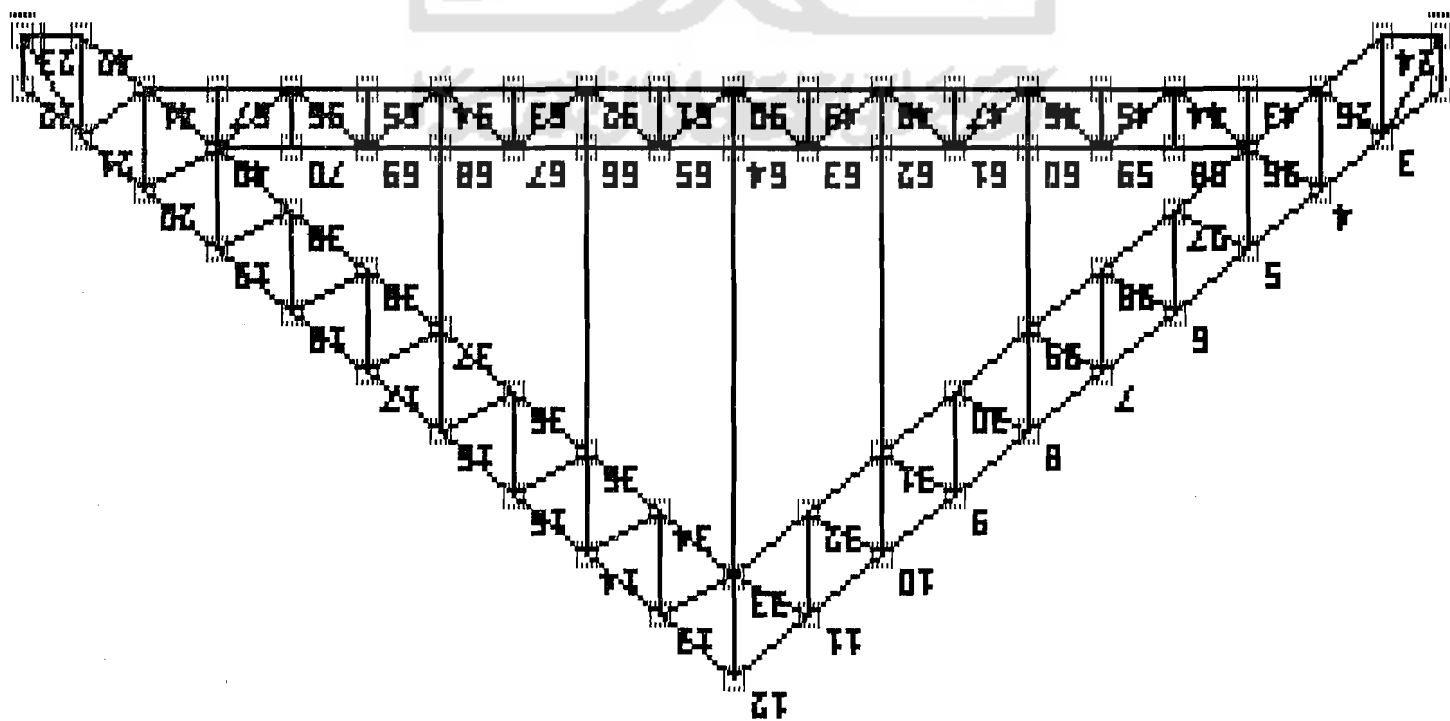
REKAYASA KUDA-KUDA
UNIVERSITAS BAHU KUDA-KUDA
TOKO KUDA-KUDA

LAMPIRAN 4





GEOMETRY (1 = 1.05E+02)



```

=====
MICROFEAP-P1      DATE: 08-12-1997      <DATA> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI      FILENAME: FTI
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986      ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*                                     *
*   STRUCTURE DATA   *
*                                     *
*****

```

COORDINATE DATA (cm)		**BOUNDARY DATA**	
NODE	1-COOR	2-COOR	
1	33.00	0.00	L
2	33.00	72.90	L
3	113.03	140.00	
4	200.00	212.80	
5	300.00	296.70	
6	400.00	380.60	
7	500.00	465.50	
8	600.00	548.40	
9	700.00	632.30	
10	800.00	716.20	
11	900.00	800.00	
12	1000.00	884.00	
13	1100.00	800.00	
14	1200.00	716.20	
15	1300.00	632.20	
16	1400.00	548.40	
17	1500.00	464.50	
18	1600.00	380.60	
19	1700.00	296.70	
20	1800.00	212.80	
21	1886.90	140.00	
22	1966.90	72.90	
23	1966.90	0.00	L
24	113.03	0.00	L
25	200.00	72.40	
26	300.00	156.80	
27	400.00	240.70	
28	500.00	324.60	
29	600.00	408.50	
30	700.00	492.40	
31	800.00	576.30	
32	900.00	660.20	
33	1000.00	744.10	
34	1100.00	660.20	
35	1200.00	576.30	
36	1300.00	492.40	
37	1400.00	408.50	
38	1500.00	324.60	



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 08-12-1997          <DATA> P.2
PROJECT  : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI          FILENAME: FTI
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

COORDINATE DATA (cm) **BOUNDARY DATA**

NODE	1-COOR	2-COOR	1-B	2-B
39	1600.00	240.70		
40	1700.00	156.80		
41	1800.00	72.90		
42	1886.90	0.00		
43	300.00	72.90		
44	400.00	72.90		
45	500.00	72.90		
46	600.00	72.90		
47	700.00	72.90		
48	800.00	72.90		
49	900.00	72.90		
50	1000.00	72.90		
51	1100.00	72.90		
52	1200.00	72.90		
53	1300.00	72.90		
54	1400.00	72.90		
55	1500.00	72.90		
56	1600.00	72.90		
57	1700.00	72.90		
58	400.00	156.80		
59	500.00	156.80		
60	600.00	156.90		
61	700.00	156.80		
62	800.00	156.80		
63	900.00	156.80		
64	1000.00	156.80		
65	1100.00	156.80		
66	1200.00	156.80		
67	1300.00	156.80		
68	1400.00	156.80		
69	1500.00	156.80		
70	1600.00	156.80		

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE	MATERIAL
1	3	24		1
2	3	25		1
3	4	25		1
4	4	26		1
5	5	26		1
6	5	27		1
7	6	27		1
8	6	28		1
9	7	28		1
10	7	29		1
11	8	29		3

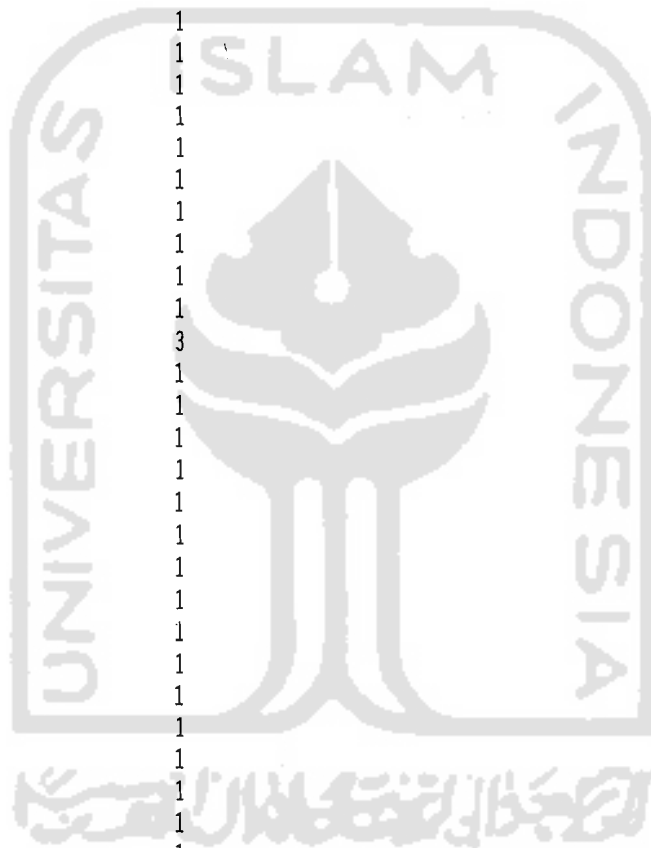
```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 08-12-1997          <DATA> P.3
PROJECT  : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI          FILENAME: FTI
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE MATERIAL
12	8	30	1
13	9	30	1
14	9	31	1
15	10	31	1
16	10	32	1
17	11	32	1
18	11	33	1
19	13	33	1
20	13	34	1
21	14	34	1
22	14	35	1
23	15	35	1
24	15	36	1
25	16	36	1
26	16	37	3
27	17	37	1
28	17	38	1
29	18	38	1
30	18	39	1
31	19	39	1
32	19	40	1
33	20	40	1
34	20	41	1
35	21	41	1
36	21	42	1
37	26	43	1
38	26	44	1
39	58	44	1
40	59	44	1
41	59	45	1
42	59	46	1
43	61	46	1
44	61	47	1
45	61	48	1
46	63	48	1
47	63	49	1
48	63	50	1
49	65	50	1
50	65	51	1
51	65	52	1
52	67	52	1
53	67	53	1
54	67	54	1
55	69	54	1
56	69	55	1
57	69	56	1
58	70	56	1
59	40	56	1



```

=====
MICROFEAP - P1          DATE: 08-12-1997          <DATA> P.4
PROJECT  : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI          FILENAME: FTI
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE MATERIAL
60	40	57	1
61	29	60	1
62	37	68	1
63	2	3	2
64	3	4	2
65	4	5	2
66	5	6	2
67	6	7	2
68	7	8	2
69	8	9	2
70	9	10	2
71	10	11	2
72	11	12	2
73	12	13	2
74	13	14	2
75	14	15	2
76	15	16	2
77	16	17	2
78	17	18	2
79	18	19	2
80	19	20	2
81	20	21	2
82	21	22	2
83	21	23	2
84	42	23	2
85	1	24	2
86	1	3	2
87	24	25	2
88	25	26	2
89	26	27	2
90	27	28	2
91	28	29	2
92	29	30	2
93	30	31	2
94	32	31	2
95	32	33	2
96	33	34	2
97	34	35	2
98	35	36	2
99	36	37	2
100	37	38	2
101	38	39	2
102	39	40	2
103	40	41	2
104	41	42	2
105	25	43	2
106	43	44	2
107	44	45	2

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE	MATERIAL
1	1			1
2		2		1
3			3	1
4				1
5				1
6				1
7				1
8				1
9				1
10				1
11				1
12				1
13				1
14				1
15				1
16				1
17				1
18				1
19				1
20				1
21				1
22				1
23				1
24				1
25				1
26				1
27				1
28				1
29				1
30				1
31				1
32				1
33				1
34				1
35				1
36				1
37				1
38				1
39				1
40				1
41				1
42				1
43				1
44				1
45				1
46				1
47				1
48				1
49				1
50				1
51				1
52				1
53				1
54				1
55				1
56				1
57				1
58				1
59				1
60				1
61				1
62				1
63				1
64				1
65				1
66				1
67				1
68				1
69				1
70				1
71				1
72				1
73				1
74				1
75				1
76				1
77				1
78				1
79				1
80				1
81				1
82				1
83				1
84				1
85				1
86				1
87				1
88				1
89				1
90				1
91				1
92				1
93				1
94				1
95				1
96				1
97				1
98				1
99				1
100				1

1
3
3

MATE	E-MODULUS	AXIAL-AREA
	(Kg/cm ²)	(cm ²)

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODE	1-FORC (Kg)	2-FORC (Kg)
------	----------------	----------------

=====

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC (Kg)	2-FORC (Kg)
2	0.000D+00	-4.120D+02
3	0.000D+00	-6.560D+02
4	0.000D+00	-4.420D+02
5	0.000D+00	-6.030D+02
6	0.000D+00	-6.030D+02
7	0.000D+00	-6.030D+02
8	0.000D+00	-6.030D+02
9	0.000D+00	-6.030D+02
10	0.000D+00	-6.030D+02
11	0.000D+00	-5.510D+02
12	0.000D+00	-5.980D+02
13	0.000D+00	-5.510D+02
14	0.000D+00	-6.030D+02
15	0.000D+00	-6.030D+02
16	0.000D+00	-6.030D+02
17	0.000D+00	-6.030D+02
18	0.000D+00	-6.030D+02
19	0.000D+00	-6.030D+02
20	0.000D+00	-4.420D+02
21	0.000D+00	-6.560D+02
22	0.000D+00	-4.120D+02
24	0.000D+00	-7.200D+01
25	0.000D+00	-8.100D+01
41	0.000D+00	-8.100D+01
42	0.000D+00	-7.200D+01
43	0.000D+00	-8.600D+01
44	0.000D+00	-8.600D+01
45	0.000D+00	-8.600D+01
46	0.000D+00	-8.600D+01
47	0.000D+00	-8.600D+01
48	0.000D+00	-8.600D+01
49	0.000D+00	-8.600D+01
50	0.000D+00	-8.600D+01
51	0.000D+00	-8.600D+01
52	0.000D+00	-8.600D+01
53	0.000D+00	-8.600D+01
54	0.000D+00	-8.600D+01
55	0.000D+00	-8.600D+01
56	0.000D+00	-8.600D+01
57	0.000D+00	-8.600D+01



```

=====
MICROFEAP - P1          DATE: 08-12-1997          <COMB> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI              FILENAME: FTI
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986            ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*                               *
*  COMBINATION                  *
*                               *
*****

```

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (cm)	1-FORCE (Kg)	2-FORCE (Kg)	1-STRESS (Kg/cm ²)	2-STRESS (Kg/cm ²)
1	1	140.00	2.4751D+03	2.4751D+03	2.5783D+02	2.5783D+02
2	1	110.15	1.4711D+02	1.4711D+02	1.5324D+01	1.5324D+01
3	1	140.40	-1.6960D+02	-1.6960D+02	-1.7667D+01	-1.7667D+01
4	1	114.61	-2.2910D+02	-2.2910D+02	-2.3864D+01	-2.3864D+01
5	1	139.90	-1.2544D+03	-1.2544D+03	-1.3067D+02	-1.3067D+02
6	1	114.61	5.3366D+02	5.3366D+02	5.5589D+01	5.5589D+01
7	1	139.90	-6.5140D+02	-6.5140D+02	-6.7854D+01	-6.7854D+01
8	1	114.61	6.6765D+00	6.6765D+00	6.9547D-01	6.9547D-01
9	1	140.90	-8.1509D+00	-8.1509D+00	-8.4905D-01	-8.4905D-01
10	1	115.10	-4.2318D+02	-4.2318D+02	-4.4081D+01	-4.4081D+01
11	3	139.90	-2.3377D+01	-2.3377D+01	-9.2692D-01	-9.2692D-01
12	1	114.61	-5.0482D+02	-5.0482D+02	-5.2585D+01	-5.2585D+01
13	1	139.90	6.1620D+02	6.1620D+02	6.4187D+01	6.4187D+01
14	1	114.61	-9.9882D+02	-9.9882D+02	-1.0404D+02	-1.0404D+02
15	1	139.90	1.2497D+03	1.2497D+03	1.3018D+02	1.3018D+02
16	1	114.61	-1.5170D+03	-1.5170D+03	-1.5802D+02	-1.5802D+02
17	1	139.80	1.8517D+03	1.8517D+03	1.9289D+02	1.9289D+02
18	1	114.56	-1.9692D+03	-1.9692D+03	-2.0513D+02	-2.0513D+02
19	1	114.56	-1.9678D+03	-1.9678D+03	-2.0498D+02	-2.0498D+02
20	1	139.80	1.8500D+03	1.8500D+03	1.9270D+02	1.9270D+02
21	1	114.61	-1.5156D+03	-1.5156D+03	-1.5787D+02	-1.5787D+02
22	1	139.90	1.2503D+03	1.2503D+03	1.3024D+02	1.3024D+02
23	1	114.56	-9.9895D+02	-9.9895D+02	-1.0406D+02	-1.0406D+02
24	1	139.80	6.1044D+02	6.1044D+02	6.3587D+01	6.3587D+01
25	1	114.61	-5.0010D+02	-5.0010D+02	-5.2094D+01	-5.2094D+01
26	3	139.90	1.0662D+01	1.0662D+01	4.2275D-01	4.2275D-01
27	1	114.61	-4.5487D+02	-4.5487D+02	-4.7382D+01	-4.7382D+01
28	1	139.90	-4.7773D+01	-4.7773D+01	-4.9764D+00	-4.9764D+00
29	1	114.61	3.9139D+01	3.9139D+01	4.0770D+00	4.0770D+00
30	1	139.90	-6.5077D+02	-6.5077D+02	-6.7789D+01	-6.7789D+01
31	1	114.61	5.3314D+02	5.3314D+02	5.5536D+01	5.5536D+01
32	1	139.90	-1.2538D+03	-1.2538D+03	-1.3060D+02	-1.3060D+02
33	1	114.61	-2.1928D+02	-2.1928D+02	-2.2842D+01	-2.2842D+01
34	1	139.90	-1.7903D+02	-1.7903D+02	-1.8649D+01	-1.8649D+01
35	1	109.79	1.3114D+02	1.3114D+02	1.3661D+01	1.3661D+01
36	1	140.00	2.4945D+03	2.4945D+03	2.5985D+02	2.5985D+02

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: SANTIKA

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (cm)	1-FORCE (Kg)	2-FORCE (Kg)	1-STRESS (Kg/cm ²)	2-STRESS (Kg/cm ²)
37	1	83.90	8.5432D+01	8.5432D+01	8.8991D+00	8.8991D+00
38	1	130.53	4.3391D+02	4.3391D+02	4.5199D+01	4.5199D+01
39	1	83.90	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
40	1	130.53	-3.0011D+02	-3.0011D+02	-3.1261D+01	-3.1261D+01
41	1	83.90	8.5997D+01	8.5997D+01	8.9581D+00	8.9581D+00
42	1	130.53	1.6174D+02	1.6174D+02	1.6848D+01	1.6848D+01
43	1	130.53	8.0525D+02	8.0525D+02	8.3880D+01	8.3880D+01
44	1	83.90	8.6001D+01	8.6001D+01	8.9584D+00	8.9584D+00
45	1	130.53	-9.4362D+02	-9.4362D+02	-9.8293D+01	-9.8293D+01
46	1	130.53	1.0299D+03	1.0299D+03	1.0728D+02	1.0728D+02
47	1	83.90	8.5997D+01	8.5997D+01	8.9581D+00	8.9581D+00
48	1	130.53	-1.1637D+03	-1.1637D+03	-1.2122D+02	-1.2122D+02
49	1	130.53	-1.1655D+03	-1.1655D+03	-1.2141D+02	-1.2141D+02
50	1	83.90	8.6001D+01	8.6001D+01	8.9584D+00	8.9584D+00
51	1	130.53	1.0317D+03	1.0317D+03	1.0747D+02	1.0747D+02
52	1	130.53	-9.4663D+02	-9.4663D+02	-9.8608D+01	-9.8608D+01
53	1	83.90	8.6001D+01	8.6001D+01	8.9584D+00	8.9584D+00
54	1	130.53	8.1283D+02	8.1283D+02	8.4670D+01	8.4670D+01
55	1	130.53	1.6823D+02	1.6823D+02	1.7524D+01	1.7524D+01
56	1	83.90	8.6001D+01	8.6001D+01	8.9584D+00	8.9584D+00
57	1	130.53	-3.0203D+02	-3.0203D+02	-3.1461D+01	-3.1461D+01
58	1	83.90	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
59	1	130.53	4.3583D+02	4.3583D+02	4.5399D+01	4.5399D+01
60	1	83.90	8.5997D+01	8.5997D+01	8.9581D+00	8.9581D+00
61	1	251.60	-5.4139D+02	-5.4139D+02	-5.6395D+01	-5.6395D+01
62	1	251.70	-5.4457D+02	-5.4457D+02	-5.6726D+01	-5.6726D+01
63	2	104.44	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
64	2	113.42	-4.8955D+03	-4.8955D+03	-2.6040D+02	-2.6040D+02
65	2	130.53	-4.6392D+03	-4.6392D+03	-2.4677D+02	-2.4677D+02
66	2	130.53	-5.2470D+03	-5.2470D+03	-2.7910D+02	-2.7910D+02
67	2	131.18	-5.2806D+03	-5.2806D+03	-2.8088D+02	-2.8088D+02
68	2	129.89	-4.7513D+03	-4.7513D+03	-2.5273D+02	-2.5273D+02
69	2	130.53	-4.1998D+03	-4.1998D+03	-2.2339D+02	-2.2339D+02
70	2	130.53	-3.0622D+03	-3.0622D+03	-1.6288D+02	-1.6288D+02
71	2	130.47	-1.3338D+03	-1.3338D+03	-7.0946D+01	-7.0946D+01
72	2	130.60	9.0978D+02	9.0978D+02	4.8393D+01	4.8393D+01
73	2	130.60	9.0978D+02	9.0978D+02	4.8393D+01	4.8393D+01
74	2	130.47	-1.3321D+03	-1.3321D+03	-7.0858D+01	-7.0858D+01
75	2	130.60	-3.0604D+03	-3.0604D+03	-1.6279D+02	-1.6279D+02
76	2	130.47	-4.1950D+03	-4.1950D+03	-2.2314D+02	-2.2314D+02
77	2	130.53	-4.7667D+03	-4.7667D+03	-2.5355D+02	-2.5355D+02
78	2	130.53	-5.2847D+03	-5.2847D+03	-2.8116D+02	-2.8116D+02
79	2	130.53	-5.2402D+03	-5.2402D+03	-2.7873D+02	-2.7873D+02
80	2	130.53	-4.6330D+03	-4.6330D+03	-2.4643D+02	-2.4643D+02
81	2	113.36	-4.8797D+03	-4.8797D+03	-2.5956D+02	-2.5956D+02
82	2	104.41	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00

=====

MICROFEAP-P1	DATE: 08-12-1997	<COMB> P.1
JECT : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI		FILENAME: FTI
ORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986	ENGINEER: SANTIKA	

=====

 *
 * COMBINATION *
 *

ESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

0 FACTOR : 1

MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
3	2	140.56	-7.3388D+03	-7.3388D+03	-3.9036D+02
4	2	70.00	-3.0532D+03	-3.0532D+03	-1.6240D+02
5	2	70.00	-3.0532D+03	-3.0532D+03	-1.6240D+02
5	2	140.56	-7.3388D+03	-7.3388D+03	-3.9036D+02
7	2	107.48	-3.7732D+03	-3.7732D+03	-2.0070D+02
8	2	130.54	-3.4340D+03	-3.4340D+03	-1.8266D+02
9	2	130.54	-7.8478D+02	-7.8478D+02	-4.1743D+01
0	2	130.54	-2.4973D+02	-2.4973D+02	-1.3283D+01
1	2	130.54	-2.8987D+02	-2.8987D+02	-1.5418D+01
2	2	130.54	-8.5319D+02	-8.5319D+02	-4.5382D+01
3	2	130.54	-1.4812D+03	-1.4812D+03	-7.8787D+01
4	2	130.54	-2.5692D+03	-2.5692D+03	-1.3666D+02
5	2	130.54	-4.0976D+03	-4.0976D+03	-2.1796D+02
6	2	130.54	-4.0976D+03	-4.0976D+03	-2.1796D+02
7	2	130.54	-2.5692D+03	-2.5692D+03	-1.3666D+02
8	2	130.54	-1.4812D+03	-1.4812D+03	-7.8787D+01
9	2	130.54	-8.5318D+02	-8.5318D+02	-4.5382D+01
0	2	130.54	-2.8987D+02	-2.8987D+02	-1.5418D+01
1	2	130.54	-2.4973D+02	-2.4973D+02	-1.3283D+01
2	2	130.54	-7.8478D+02	-7.8478D+02	-4.1743D+01
3	2	130.54	-3.4340D+03	-3.4340D+03	-1.8266D+02
4	2	107.48	-3.7732D+03	-3.7732D+03	-2.0070D+02
5	2	100.00	-1.8978D+02	-1.8978D+02	-1.0095D+01
6	2	100.00	-1.8978D+02	-1.8978D+02	-1.0095D+01
7	2	100.00	3.0460D+02	3.0460D+02	1.6202D+01
8	2	100.00	3.0460D+02	3.0460D+02	1.6202D+01
9	2	100.00	-1.9205D+02	-1.9205D+02	-1.0216D+01
0	2	100.00	-1.9205D+02	-1.9205D+02	-1.0216D+01
1	2	100.00	-1.6522D+03	-1.6522D+03	-8.7885D+01
2	2	100.00	-1.6522D+03	-1.6522D+03	-8.7885D+01
3	2	100.00	-1.6522D+03	-1.6522D+03	-8.7885D+01
4	2	100.00	-1.6522D+03	-1.6522D+03	-8.7885D+01
5	2	100.00	-1.9205D+02	-1.9205D+02	-1.0216D+01
6	2	100.00	-1.9205D+02	-1.9205D+02	-1.0216D+01
7	2	100.00	3.0460D+02	3.0460D+02	1.6202D+01
8	2	100.00	3.0460D+02	3.0460D+02	1.6202D+01

=====

MICROFEAP-P1 DATE: 08-12-1997 <COMB> P.2

ECT : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI FILENAME: FTI

ORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986 ENGINEER: SANTIKA

=====

SS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

FACTOR : 1

MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM^2)	2-STRESS (KG/CM^2)
2	100.00	-1.8978D+02	-1.8978D+02	-1.0095D+01	-1.0095D+01
2	100.00	-1.8978D+02	-1.8978D+02	-1.0095D+01	-1.0095D+01
2	100.00	-2.7183D+03	-2.7183D+03	-1.4459D+02	-1.4459D+02
2	100.00	-2.7183D+03	-2.7183D+03	-1.4459D+02	-1.4459D+02
2	100.00	-3.0077D+03	-3.0077D+03	-1.5998D+02	-1.5998D+02
2	100.00	-3.0077D+03	-3.0077D+03	-1.5998D+02	-1.5998D+02
2	100.00	-1.7250D+03	-1.7250D+03	-9.1756D+01	-9.1756D+01
2	100.00	-1.7250D+03	-1.7250D+03	-9.1756D+01	-9.1756D+01
2	100.00	-8.7349D+01	-8.7349D+01	-4.6462D+00	-4.6462D+00
2	100.00	-8.7349D+01	-8.7349D+01	-4.6462D+00	-4.6462D+00
2	100.00	-1.7250D+03	-1.7250D+03	-9.1756D+01	-9.1756D+01



130	2	100.00	-1.5960D+03	-1.5960D+03	-8.4895D+01	-8.4895D+01
131	2	100.00	-2.9439D+03	-2.9439D+03	-1.5659D+02	-1.5659D+02
132	2	100.00	-2.9439D+03	-2.9439D+03	-1.5659D+02	-1.5659D+02
133	2	100.00	-2.5837D+03	-2.5837D+03	-1.3743D+02	-1.3743D+02
134	2	100.00	-2.5837D+03	-2.5837D+03	-1.3743D+02	-1.3743D+02
135	2	587.30	1.5831D+03	1.5831D+03	8.4207D+01	8.4207D+01
136	3	139.90	-1.7683D+03	-1.7683D+03	-7.0116D+01	-7.0116D+01
137	3	84.00	-5.3553D+02	-5.3553D+02	-2.1235D+01	-2.1235D+01
138	1	83.90	3.0531D+01	3.0531D+01	3.1803D+00	3.1803D+00
139	3	83.90	1.5831D+03	1.5831D+03	6.2771D+01	6.2771D+01
140	1	83.90	3.1319D+01	3.1319D+01	3.2624D+00	3.2624D+00
141	3	83.90	-5.4457D+02	-5.4457D+02	-2.1593D+01	-2.1593D+01
142	3	72.90	-4.1200D+02	-4.1200D+02	-1.6336D+01	-1.6336D+01
143	3	72.90	-4.1200D+02	-4.1200D+02	-1.6336D+01	-1.6336D+01

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (cm)	1-FORCE (Kg)	2-FORCE (Kg)	1-STRESS (Kg/cm ²)	2-STRESS (Kg/cm ²)
------	----	----------------	-----------------	-----------------	-----------------------------------	-----------------------------------

=====

MICROFEAP - P1	DATE: 08-12-1997	<COMB> P.6
PROJECT : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI	FILENAME: FTI	
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986	ENGINEER: SANTIKA	

=====

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (cm)	1-FORCE (Kg)	2-FORCE (Kg)	1-STRESS (Kg/cm ²)	2-STRESS (Kg/cm ²)
------	----	----------------	-----------------	-----------------	-----------------------------------	-----------------------------------

144	4	419.50	3.0532D+01	3.0532D+01	2.2093D+00	2.2093D+00
145	4	419.50	3.1320D+01	3.1320D+01	2.2663D+00	2.2663D+00

```

=====
MICROFEAP - P1      DATE: 08-12-1997      <COMB> P.1
ECT : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI      FILENAME: FTI
ORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986      ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*
* COMBINATION *
*
*****

```

LACEMENT COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

```

FACTOR : 1
      1-DISP      2-DISP
      (CM)      (CM)
-----
0.0000D+00  0.0000D+00
-3.4556D-03 -4.9125D-04
4.1336D-02 -5.3869D-02
6.5417D-02 -1.0527D-01
9.7298D-02 -1.6516D-01
1.1547D-01 -2.1233D-01
1.1412D-01 -2.3722D-01
9.9877D-02 -2.4458D-01
7.3535D-02 -2.3498D-01
3.9276D-02 -2.1075D-01
4.5446D-03 -1.7800D-01
-1.0313D-08 -1.6962D-01
-4.5446D-03 -1.7800D-01
-3.9276D-02 -2.1075D-01
-7.3535D-02 -2.3498D-01
-9.9877D-02 -2.4457D-01
-1.1412D-01 -2.3722D-01
-1.1547D-01 -2.1233D-01
-9.7298D-02 -1.6516D-01
-6.5417D-02 -1.0527D-01
-4.1336D-02 -5.3869D-02
3.4556D-03 -4.9125D-04
0.0000D+00  0.0000D+00
-5.4135D-03 -6.7709D-02
8.7612D-03 -1.0471D-01
3.7967D-02 -1.5718D-01
7.7581D-02 -2.0843D-01
1.0092D-01 -2.3753D-01
1.0591D-01 -2.4497D-01
9.8471D-02 -2.4049D-01
7.5771D-02 -2.2106D-01
4.1193D-02 -1.9306D-01
-4.5873D-09 -1.6505D-01
-4.1193D-02 -1.9306D-01
-7.5771D-02 -2.2106D-01
-9.8471D-02 -2.4049D-01

```



=====

MICROFEAP-P1	DATE: 08-12-1997	<COMB> P.2
JECT : RANGKA ATAP GEDUNG LAB. FTI	FILENAME: FTI	
ORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986	ENGINEER: SANTIKA	

=====

PLACEMENT COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

FACTOR : 1

1-DISP	2-DISP
(CM)	(CM)

-1.0591D-01	-2.4497D-01
-1.0092D-01	-2.3753D-01
-7.7581D-02	-2.0843D-01
-3.7967D-02	-1.5718D-01
-8.7612D-03	-1.0471D-01
5.4135D-03	-6.7709D-02
8.2805D-03	-1.5754D-01
7.7998D-03	-1.9706D-01
8.5714D-03	-2.1954D-01
9.3429D-03	-2.3811D-01
8.8565D-03	-2.3025D-01
8.3700D-03	-2.2149D-01
4.1850D-03	-2.0204D-01
6.7886D-09	-1.9050D-01
-4.1850D-03	-2.0204D-01
-8.3700D-03	-2.2149D-01
-8.8564D-03	-2.3025D-01
-9.3429D-03	-2.3811D-01
-8.5714D-03	-2.1954D-01
-7.7998D-03	-1.9706D-01
-8.2805D-03	-1.5754D-01
3.1082D-02	-1.9706D-01
2.4197D-02	-2.1918D-01
1.6578D-02	-2.3888D-01
8.9599D-03	-2.2989D-01
4.5906D-03	-2.2139D-01
2.2125D-04	-2.0168D-01
3.8853D-09	-1.8805D-01
-2.2125D-04	-2.0168D-01
-4.5906D-03	-2.2139D-01
-8.9599D-03	-2.2989D-01
-1.6578D-02	-2.3888D-01
-2.4197D-02	-2.1918D-01
-3.1082D-02	-1.9706D-01



SUPPORT REACTIONS <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-REACTION (Kg)	2-REACTION (Kg)
------	--------------------	--------------------

1	6.5088D+03	6.7757D+03
23	-6.5088D+03	6.7763D+03

VOLUME OF MATERIALS <2D-TRUSS SYSTEM>

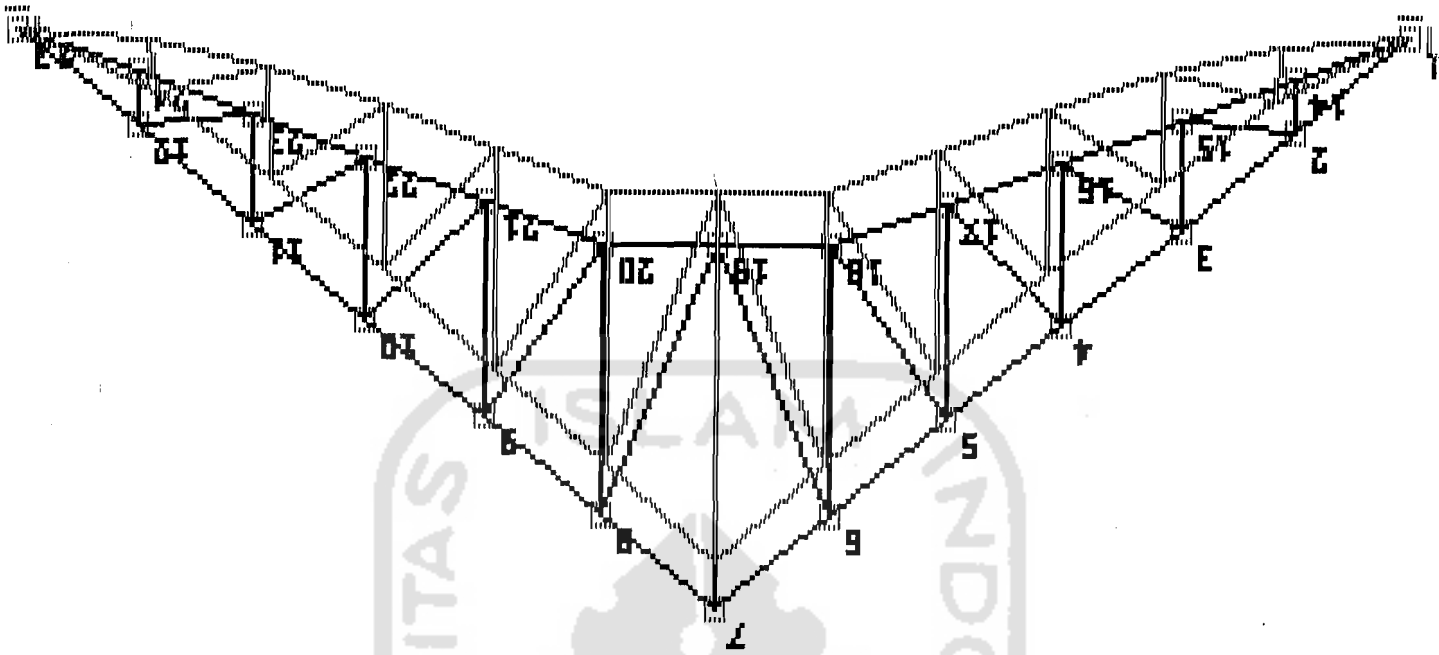
SETS	VOLUME (cm ³)
------	------------------------------

1	6.8965D+04
2	1.6750D+05
3	3.1901D+04
4	1.1595D+04

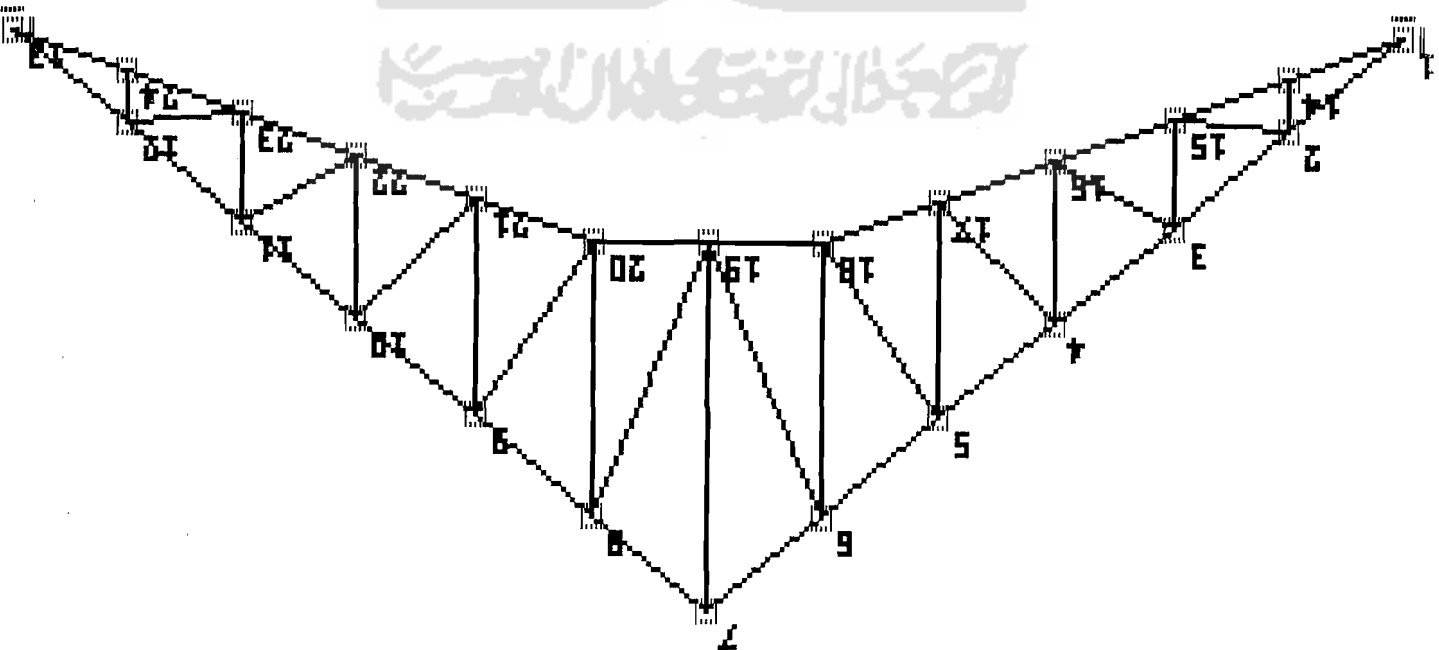


LAMPIRAN 5





GEOMETRY (1 = 1.08E+02)



```

=====
MICROFEAP-P1      DATE: 10-13-1997      <DATA> P.1
PROJECT  : RANGKA ATAP TIPE HOWE      FILENAME: HOWE
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986      ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*                                     *
*  STRUCTURE DATA  *
*                                     *
*****

```

```

**COORDINATE DATA (CM)**      **BOUNDARY DATA**
NODE      1-COOR      2-COOR      1-B      2-B

```

```

-----
1         0.00         0.00      L      L
2        166.67        139.85
3        333.33        279.70
4        500.00        419.55
5        666.67        559.40
6        833.33        699.25
7       1000.00        839.10
8       1166.67        699.25
9       1333.33        559.40
10      1500.00        419.55
11      1666.67        279.70
12      1833.33        139.85
13     2000.00         0.00      L      L
14      166.67         60.67
15      333.34        121.25
16      500.00        181.84
17      666.66        242.42
18      833.33        303.00
19     1000.00        303.00
20     1166.67        303.00
21     1333.34        242.42
22     1500.01        181.84
23     1666.67        121.25
24     1833.34         60.67

```

ELEMENT DATA

```

ELEM      1-NODE      2-NODE      HINGE      MATERIAL

```

```

-----
1         1         2         1
2         2         3         1
3         3         4         1
4         4         5         1
5         5         6         1
6         6         7         1
7         7         8         1
8         8         9         1
9         9        10         1

```



```

=====
MICROFEAP-P1      DATE: 10-13-1997      <DATA> P.2
PROJECT  : RANGKA ATAP TIPE HOWE          FILENAME: HOWE
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986    ENGINEER: SANTIKA
=====

```

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE MATERIAL
10	10	11	1
11	11	12	1
12	12	13	1
13	1	14	2
14	14	15	2
15	15	16	2
16	16	17	2
17	17	18	2
18	18	19	2
19	19	20	2
20	20	21	2
21	21	22	2
22	22	23	2
23	23	24	2
24	24	13	2
25	2	14	2
26	3	15	2
27	4	16	2
28	5	17	2
29	6	18	2
30	7	19	1
31	8	20	2
32	9	21	2
33	10	22	2
34	11	23	2
35	12	24	2
36	2	15	2
37	3	16	2
38	4	17	2
39	5	18	1
40	6	19	3
41	8	19	3
42	9	20	1
43	10	21	2
44	11	22	2
45	12	23	2

MATERIAL DATA

MATE	E-MODULUS	AXIAL-AREA
	(KG/CM ²)	(CM ²)
1	2.100D+06	1.382D+01
2	2.100D+06	9.600D+00
3	2.100D+06	2.029D+01

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC	2-FORC
	(KG)	(KG)

MICROFEAP-P1
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE HOWE
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

DATE: 10-13-1997

<DATA> P.3
FILENAME: HOWE
ENGINEER: SANTIKA

=====

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC (KG)	2-FORC (KG)
------	----------------	----------------

2	0.000D+00	-7.800D+02
3	0.000D+00	-7.800D+02
4	0.000D+00	-7.800D+02
5	0.000D+00	-7.800D+02
6	0.000D+00	-7.800D+02
7	0.000D+00	-7.800D+02
8	0.000D+00	-7.800D+02
9	0.000D+00	-7.800D+02
10	0.000D+00	-7.800D+02
11	0.000D+00	-7.800D+02
12	0.000D+00	-7.800D+02
14	0.000D+00	-1.440D+02
15	0.000D+00	-1.440D+02
16	0.000D+00	-1.440D+02
17	0.000D+00	-1.440D+02
18	0.000D+00	-1.440D+02
19	0.000D+00	-1.440D+02
20	0.000D+00	-1.440D+02
21	0.000D+00	-1.440D+02
22	0.000D+00	-1.440D+02
23	0.000D+00	-1.440D+02
24	0.000D+00	-1.440D+02



```

=====
MICROFEAP-P1      DATE: 10-13-1997      <COMB> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE HOWE      FILENAME: HOWE
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986      ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*                               *
* COMBINATION *
*                               *
*****

```

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
1	1	217.57	-7.5484D+03	-7.5484D+03	-5.4620D+02	-5.4620D+02
2	1	217.57	-6.2801D+03	-6.2801D+03	-4.5442D+02	-4.5442D+02
3	1	217.57	-5.0120D+03	-5.0120D+03	-3.6266D+02	-3.6266D+02
4	1	217.57	-3.7439D+03	-3.7439D+03	-2.7090D+02	-2.7090D+02
5	1	217.57	-2.4758D+03	-2.4758D+03	-1.7914D+02	-1.7914D+02
6	1	217.57	-2.0174D+03	-2.0174D+03	-1.4598D+02	-1.4598D+02
7	1	217.57	-2.0174D+03	-2.0174D+03	-1.4598D+02	-1.4598D+02
8	1	217.57	-2.4758D+03	-2.4758D+03	-1.7914D+02	-1.7914D+02
9	1	217.57	-3.7438D+03	-3.7438D+03	-2.7090D+02	-2.7090D+02
10	1	217.57	-5.0120D+03	-5.0120D+03	-3.6266D+02	-3.6266D+02
11	1	217.57	-6.2801D+03	-6.2801D+03	-4.5442D+02	-4.5442D+02
12	1	217.57	-7.5484D+03	-7.5484D+03	-5.4619D+02	-5.4619D+02
13	2	177.37	-6.7230D+02	-6.7230D+02	-7.0031D+01	-7.0031D+01
14	2	177.33	-6.7218D+02	-6.7218D+02	-7.0019D+01	-7.0019D+01
15	2	177.33	-1.7060D+03	-1.7060D+03	-1.7770D+02	-1.7770D+02
16	2	177.33	-2.7396D+03	-2.7396D+03	-2.8538D+02	-2.8538D+02
17	2	177.33	-3.7732D+03	-3.7732D+03	-3.9305D+02	-3.9305D+02
18	2	166.67	-4.5176D+03	-4.5176D+03	-4.7059D+02	-4.7059D+02
19	2	166.67	-4.5176D+03	-4.5176D+03	-4.7059D+02	-4.7059D+02
20	2	177.34	-3.7732D+03	-3.7732D+03	-3.9305D+02	-3.9305D+02
21	2	177.34	-2.7396D+03	-2.7396D+03	-2.8538D+02	-2.8538D+02
22	2	177.34	-1.7060D+03	-1.7060D+03	-1.7771D+02	-1.7771D+02
23	2	177.34	-6.7223D+02	-6.7223D+02	-7.0024D+01	-7.0024D+01
24	2	177.36	-6.7233D+02	-6.7233D+02	-7.0034D+01	-7.0034D+01
25	2	79.18	1.4367D+02	1.4367D+02	1.4966D+01	1.4966D+01
26	2	158.45	6.0558D+02	6.0558D+02	6.3082D+01	6.3082D+01
27	2	237.71	1.0676D+03	1.0676D+03	1.1120D+02	1.1120D+02
28	2	316.98	1.5296D+03	1.5296D+03	1.5933D+02	1.5933D+02
29	2	396.25	3.4939D+02	3.4939D+02	3.6395D+01	3.6395D+01
30	1	536.10	1.8135D+03	1.8135D+03	1.3123D+02	1.3123D+02
31	2	396.25	3.4939D+02	3.4939D+02	3.6394D+01	3.6394D+01
32	2	316.98	1.5295D+03	1.5295D+03	1.5933D+02	1.5933D+02
33	2	237.71	1.0675D+03	1.0675D+03	1.1120D+02	1.1120D+02
34	2	158.45	6.0557D+02	6.0557D+02	6.3081D+01	6.3081D+01
35	2	79.18	1.4366D+02	1.4366D+02	1.4965D+01	1.4965D+01
36	2	167.70	-9.7762D+02	-9.7762D+02	-1.0184D+02	-1.0184D+02

```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <COMB> P.2
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE HOWE          FILENAME: HOWE
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
37	2	193.28	-1.1266D+03	-1.1266D+03	-1.1735D+02	-1.1735D+02
38	2	243.21	-1.4176D+03	-1.4176D+03	-1.4767D+02	-1.4767D+02
39	1	305.81	-1.7824D+03	-1.7824D+03	-1.2897D+02	-1.2897D+02
40	3	429.87	-9.0560D+02	-9.0560D+02	-4.4832D+01	-4.4832D+01
41	3	429.87	-9.0560D+02	-9.0560D+02	-4.4832D+01	-4.4832D+01
42	1	305.81	-1.7824D+03	-1.7824D+03	-1.2897D+02	-1.2897D+02
43	2	243.21	-1.4176D+03	-1.4176D+03	-1.4766D+02	-1.4766D+02
44	2	193.27	-1.1265D+03	-1.1265D+03	-1.1735D+02	-1.1735D+02
45	2	167.70	-9.7759D+02	-9.7759D+02	-1.0183D+02	-1.0183D+02

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-DISP (CM)	2-DISP (CM)
1	0.0000D+00	0.0000D+00
2	1.2914D-01	-2.4194D-01
3	1.4400D-01	-3.3289D-01
4	1.1872D-01	-3.6122D-01
5	7.1631D-02	-3.4876D-01
6	4.1544D-02	-3.4178D-01
7	-2.7232D-07	-3.1580D-01
8	-4.1545D-02	-3.4178D-01
9	-7.1633D-02	-3.4876D-01
10	-1.1873D-01	-3.6122D-01
11	-1.4400D-01	-3.3290D-01
12	-1.2914D-01	-2.4194D-01
13	0.0000D+00	0.0000D+00
14	8.1979D-02	-2.4250D-01
15	1.1027D-01	-3.3765D-01
16	1.0745D-01	-3.7381D-01
17	8.1447D-02	-3.7281D-01
18	3.7347D-02	-3.4865D-01
19	-1.4703D-06	-3.4930D-01
20	-3.7350D-02	-3.4865D-01
21	-8.1450D-02	-3.7281D-01
22	-1.0745D-01	-3.7381D-01
23	-1.1028D-01	-3.3765D-01
24	-8.1984D-02	-2.4250D-01

SUPPORT REACTIONS <2D-TRUSS SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1
NODE 1-REACTION 2-REACTION
(KG) (KG)

=====

MICROFEAP-P1	DATE: 10-13-1997	<COMB> P.3
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE HOWE	FILENAME: HOWE	
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986	ENGINEER: SANTIKA	

=====

SUPPORT REACTIONS <2D-TRUSS SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1
NODE 1-REACTION 2-REACTION
(KG) (KG)

1	6.4142D+03	5.0820D+03
13	-6.4142D+03	5.0820D+03

VOLUME OF MATERIALS <2D-TRUSS SYSTEM>
SETS VOLUME
(CM³)

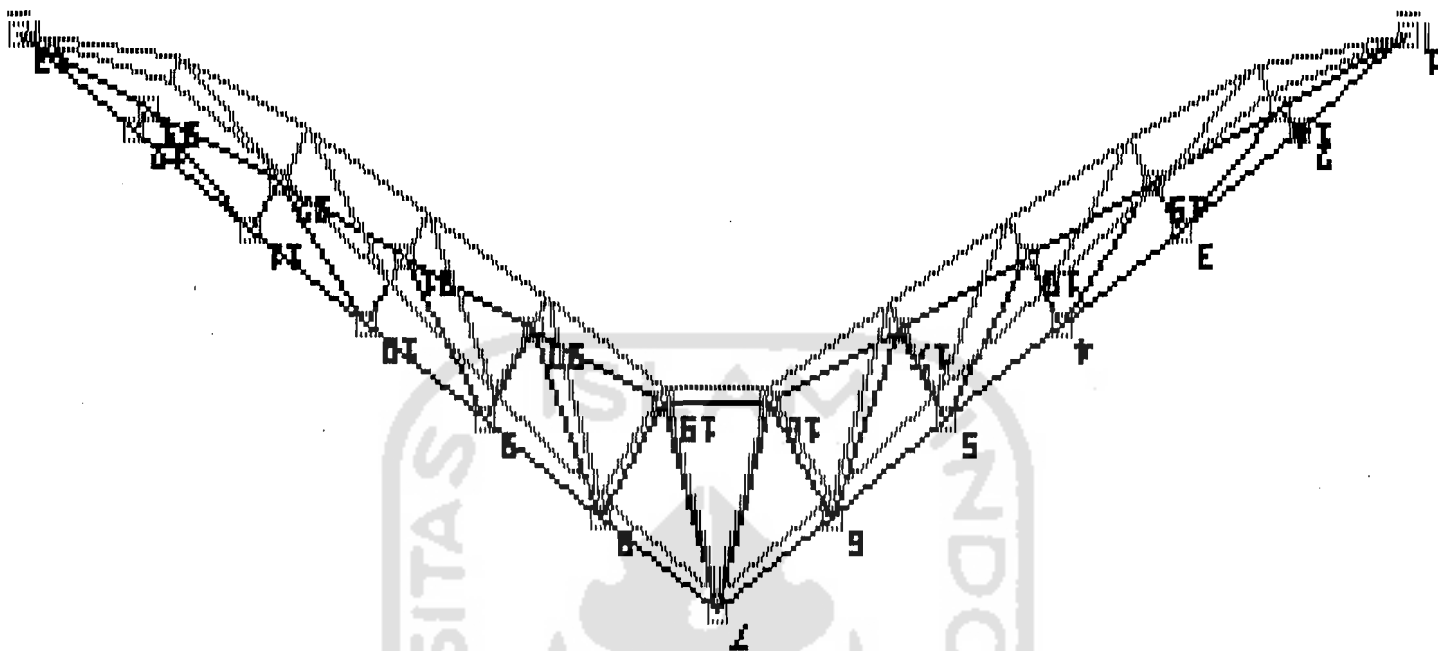
1	5.1943D+04
2	5.4646D+04
3	1.7367D+04



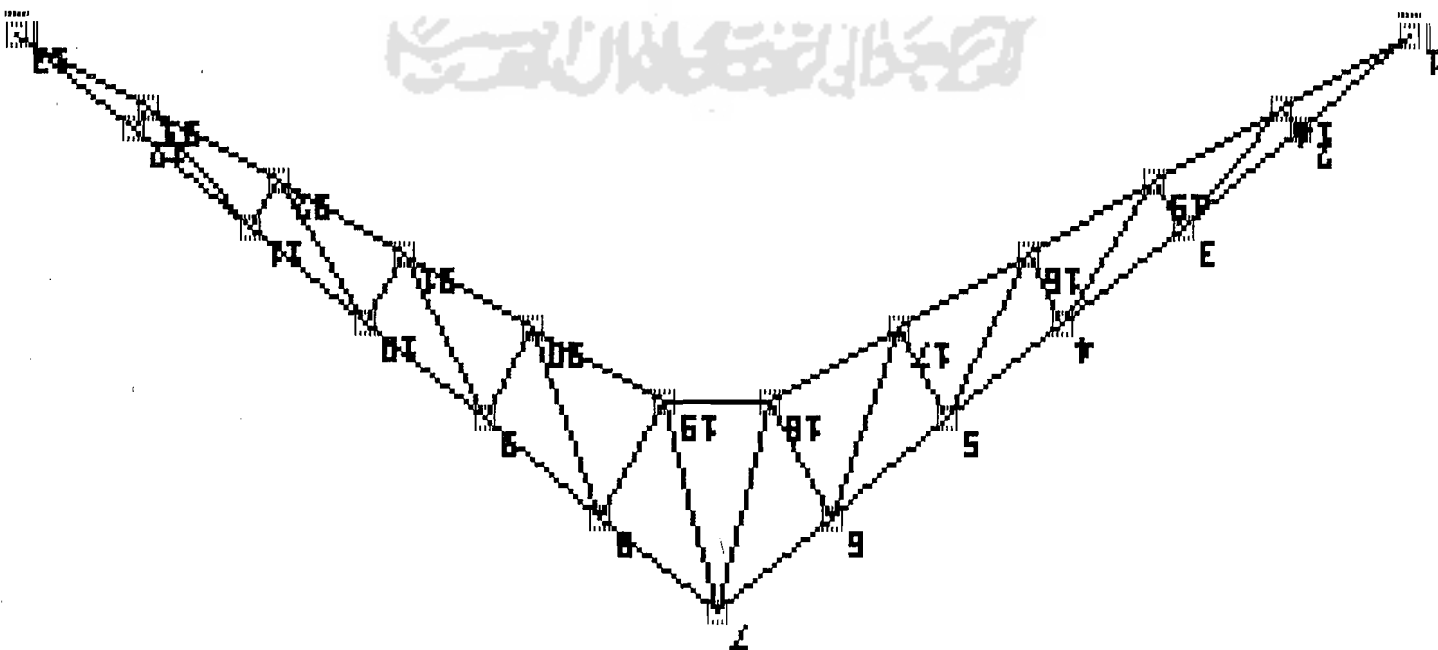
LAMPIRAN 6



DISP. LCI (1 - 1.15E+00)



GEOMETRY (1 = 1.08E+02)



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <DATA> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE PRATT                FILENAME: PRATT
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*                                     *
*   STRUCTURE DATA   *
*                                     *
*****

```

```

**COORDINATE DATA (CM)**      **BOUNDARY DATA**
NODE      1-COOR      2-COOR    1-B    2-B
-----

```

1	0.00	0.00	L	L
2	166.67	139.85		
3	333.33	279.70		
4	500.00	419.55		
5	666.67	559.40		
6	833.33	699.25		
7	1000.00	839.10		
8	1166.67	699.25		
9	1333.33	559.40		
10	1500.00	419.55		
11	1666.67	279.70		
12	1833.33	139.85		
13	2000.00	0.00	L	L
14	185.00	107.00		
15	370.00	213.75		
16	555.00	320.50		
17	740.00	427.25		
18	925.00	534.00		
19	1075.00	534.00		
20	1260.00	427.25		
21	1445.00	320.50		
22	1630.00	213.75		
23	1815.00	107.00		

ELEMENT DATA

```

ELEM      1-NODE      2-NODE      HINGE MATERIAL
-----

```

1	1	2	1
2	2	3	1
3	3	4	1
4	4	5	1
5	5	6	1
6	6	7	1
7	7	8	1
8	8	9	1
9	9	10	1
10	10	11	1

```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <DATA> P.2
PROJECT  : RANGKA ATAP TIPE PRATT                FILENAME: PRATT
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE MATERIAL
11	11	12	1
12	12	13	1
13	1	14	1
14	14	15	1
15	15	16	1
16	16	17	1
17	17	18	1
18	18	19	1
19	19	20	1
20	20	21	1
21	21	22	1
22	22	23	1
23	23	13	1
24	2	14	2
25	3	15	2
26	4	16	2
27	5	17	2
28	6	18	2
29	8	19	2
30	9	20	2
31	10	21	2
32	11	22	2
33	12	23	2
34	3	14	2
35	4	15	2
36	5	16	2
37	6	17	2
38	7	18	1
39	7	19	1
40	8	20	2
41	9	21	2
42	10	22	2
43	11	23	2

MATERIAL DATA

MATE	E-MODULUS	AXIAL-AREA
	(KG/CM ²)	(CM ²)

1	2.100D+06	1.382D+01
2	2.100D+06	9.600D+00

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC	2-FORC
	(KG)	(KG)

```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <DATA> P.3
PROJECT  : RANGKA ATAP TIPE PRATT                FILENAME: PRATT
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC (KG)	2-FORC (KG)
------	----------------	----------------

2	0.000D+00	-7.800D+02
3	0.000D+00	-7.800D+02
4	0.000D+00	-7.800D+02
5	0.000D+00	-7.800D+02
6	0.000D+00	-7.800D+02
7	0.000D+00	-7.800D+02
8	0.000D+00	-7.800D+02
9	0.000D+00	-7.800D+02
10	0.000D+00	-7.800D+02
11	0.000D+00	-7.800D+02
12	0.000D+00	-7.800D+02
14	0.000D+00	-1.600D+02
15	0.000D+00	-1.600D+02
16	0.000D+00	-1.600D+02
17	0.000D+00	-1.600D+02
18	0.000D+00	-1.200D+02
19	0.000D+00	-1.200D+02
20	0.000D+00	-1.600D+02
21	0.000D+00	-1.600D+02
22	0.000D+00	-1.600D+02
23	0.000D+00	-1.600D+02



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <COMB> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE PRATT          FILENAME: PRATT
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986    ENGINEER: SANTIRA
=====

```

```

*****
*
* COMBINATION *
*
*****

```

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
1	1	217.57	-8.5409D+03	-8.5409D+03	-6.1801D+02	-6.1801D+02
2	1	217.57	-8.1539D+03	-8.1539D+03	-5.9001D+02	-5.9001D+02
3	1	217.57	-5.6122D+03	-5.6122D+03	-4.0609D+02	-4.0609D+02
4	1	217.57	-3.0759D+03	-3.0759D+03	-2.2257D+02	-2.2257D+02
5	1	217.57	-5.4092D+02	-5.4092D+02	-3.9140D+01	-3.9140D+01
6	1	217.57	1.9935D+03	1.9935D+03	1.4425D+02	1.4425D+02
7	1	217.57	1.9935D+03	1.9935D+03	1.4425D+02	1.4425D+02
8	1	217.57	-5.4092D+02	-5.4092D+02	-3.9140D+01	-3.9140D+01
9	1	217.57	-3.0759D+03	-3.0759D+03	-2.2257D+02	-2.2257D+02
10	1	217.57	-5.6122D+03	-5.6122D+03	-4.0609D+02	-4.0609D+02
11	1	217.57	-8.1539D+03	-8.1539D+03	-5.9001D+02	-5.9001D+02
12	1	217.57	-8.5409D+03	-8.5409D+03	-6.1801D+02	-6.1801D+02
13	1	213.71	8.7886D+02	8.7886D+02	6.3594D+01	6.3594D+01
14	1	213.59	-1.1613D+03	-1.1613D+03	-8.4028D+01	-8.4028D+01
15	1	213.59	-3.1958D+03	-3.1958D+03	-2.3125D+02	-2.3125D+02
16	1	213.59	-5.2290D+03	-5.2290D+03	-3.7836D+02	-3.7836D+02
17	1	213.59	-7.2616D+03	-7.2616D+03	-5.2544D+02	-5.2544D+02
18	1	150.00	-6.8982D+03	-6.8982D+03	-4.9915D+02	-4.9915D+02
19	1	213.59	-7.2616D+03	-7.2616D+03	-5.2544D+02	-5.2544D+02
20	1	213.59	-5.2290D+03	-5.2290D+03	-3.7836D+02	-3.7836D+02
21	1	213.59	-3.1958D+03	-3.1958D+03	-2.3125D+02	-2.3125D+02
22	1	213.59	-1.1613D+03	-1.1613D+03	-8.4028D+01	-8.4028D+01
23	1	213.71	8.7886D+02	8.7886D+02	6.3593D+01	6.3593D+01
24	2	37.62	-6.0836D+02	-6.0836D+02	-6.3370D+01	-6.3370D+01
25	2	75.46	-9.8151D+02	-9.8151D+02	-1.0224D+02	-1.0224D+02
26	2	113.30	-1.3547D+03	-1.3547D+03	-1.4112D+02	-1.4112D+02
27	2	151.13	-1.7282D+03	-1.7282D+03	-1.8002D+02	-1.8002D+02
28	2	188.97	-2.1017D+03	-2.1017D+03	-2.1893D+02	-2.1893D+02
29	2	188.97	-2.1017D+03	-2.1017D+03	-2.1893D+02	-2.1893D+02
30	2	151.13	-1.7282D+03	-1.7282D+03	-1.8002D+02	-1.8002D+02
31	2	113.30	-1.3547D+03	-1.3547D+03	-1.4112D+02	-1.4112D+02
32	2	75.46	-9.8151D+02	-9.8151D+02	-1.0224D+02	-1.0224D+02
33	2	37.62	-6.0833D+02	-6.0833D+02	-6.3368D+01	-6.3368D+01
34	2	227.66	2.2563D+03	2.2563D+03	2.3503D+02	2.3503D+02
35	2	243.42	2.4066D+03	2.4066D+03	2.5069D+02	2.5069D+02
36	2	263.71	2.6057D+03	2.6057D+03	2.7142D+02	2.7142D+02

=====

MICROFEAP-P1	DATE: 10-13-1997	<COMB> P.2
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE PRATT		FILENAME: PRATT
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986	ENGINEER: SANTIKA	

=====

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
37	2	287.57	2.8407D+03	2.8407D+03	2.9591D+02	2.9591D+02
38	1	314.18	-1.7212D+03	-1.7212D+03	-1.2454D+02	-1.2454D+02
39	1	314.18	-1.7212D+03	-1.7212D+03	-1.2454D+02	-1.2454D+02
40	2	287.57	2.8407D+03	2.8407D+03	2.9591D+02	2.9591D+02
41	2	263.71	2.6057D+03	2.6057D+03	2.7142D+02	2.7142D+02
42	2	243.42	2.4066D+03	2.4066D+03	2.5069D+02	2.5069D+02
43	2	227.66	2.2563D+03	2.2563D+03	2.3503D+02	2.3503D+02

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-DISP (CM)	2-DISP (CM)
1	0.0000D+00	0.0000D+00
2	5.0682D-01	-7.0361D-01
3	4.1605D-01	-6.9054D-01
4	2.6468D-01	-5.7559D-01
5	1.1495D-01	-4.3303D-01
6	-3.2283D-03	-2.9850D-01
7	-2.2811D-07	-2.7909D-01
8	3.2281D-03	-2.9850D-01
9	-1.1495D-01	-4.3302D-01
10	-2.6468D-01	-5.7559D-01
11	-4.1605D-01	-6.9053D-01
12	-5.0682D-01	-7.0361D-01
13	0.0000D+00	0.0000D+00
14	4.3641D-01	-7.4161D-01
15	3.9984D-01	-6.9534D-01
16	2.9034D-01	-5.5263D-01
17	1.5539D-01	-3.9577D-01
18	1.7827D-02	-2.6429D-01
19	-1.7827D-02	-2.6429D-01
20	-1.5539D-01	-3.9576D-01
21	-2.9034D-01	-5.5263D-01
22	-3.9984D-01	-6.9534D-01
23	-4.3641D-01	-7.4161D-01

SUPPORT REACTIONS <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-REACTION (KG)	2-REACTION (KG)
------	--------------------	--------------------

1	5.7820D+03	5.0500D+03
13	-5.7820D+03	5.0500D+03

VOLUME OF MATERIALS <2D-TRUSS SYSTEM>

SETS	VOLUME (CM^3)
------	------------------

=====

MICROFEAP-P1	DATE: 10-13-1997	<COMB> P.3
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE PRATT	FILENAME: PRATT	
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986	ENGINEER: SANTIKA	

=====

VOLUME OF MATERIALS <2D-TRUSS SYSTEM>

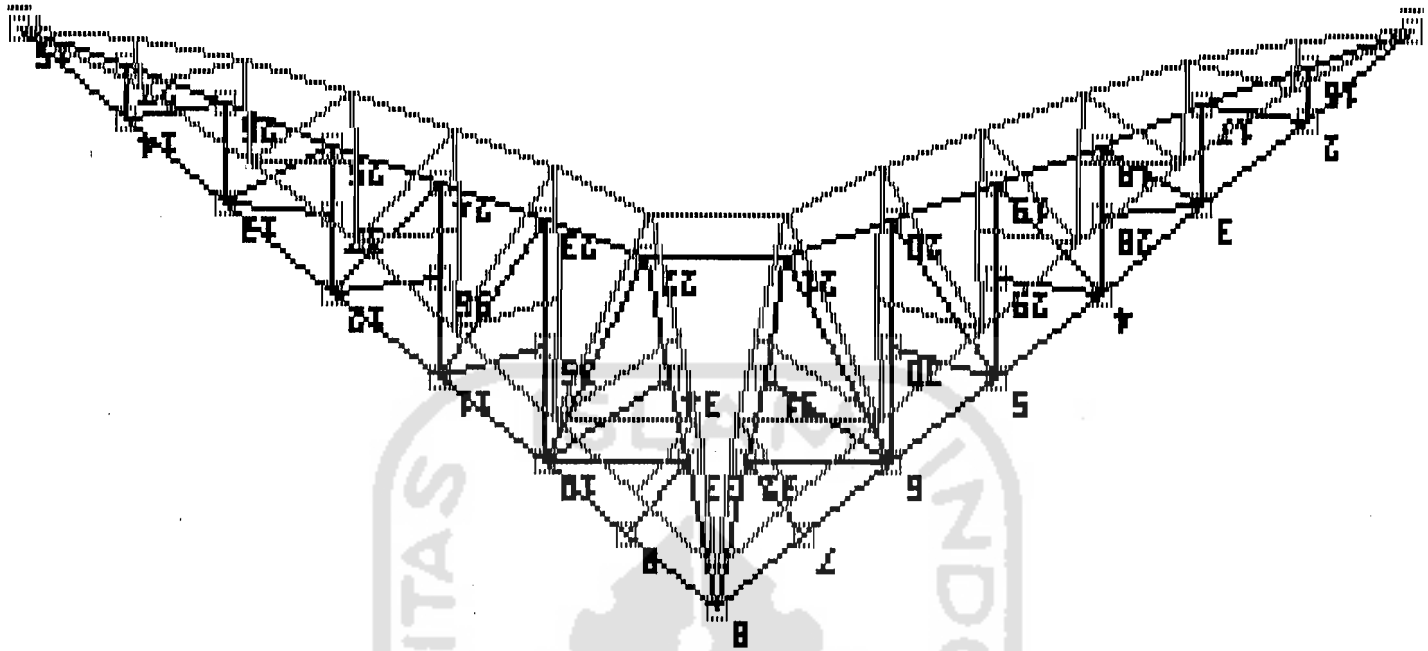
SETS	VOLUME (CM^3)
------	------------------

1	7.6360D+04
2	3.0506D+04

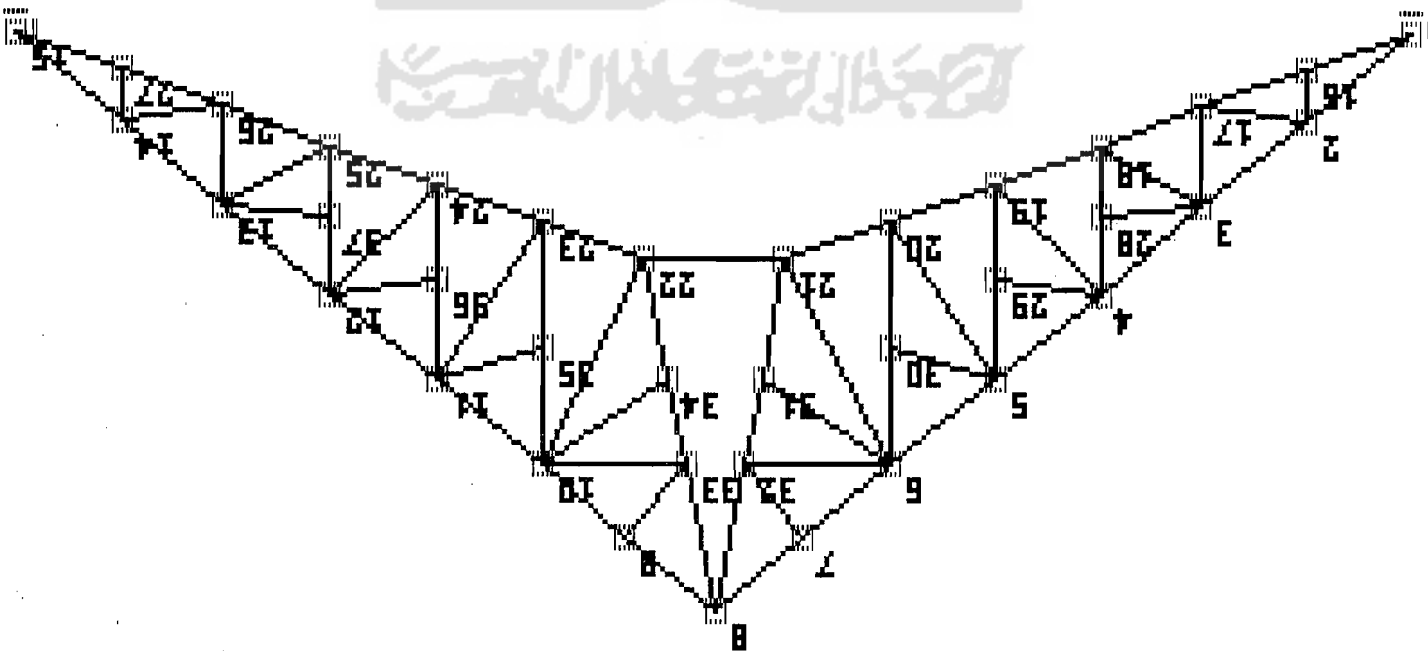


LAMPIRAN 7





GEOMETRY (1) = 1.08E+02



```

=====
MICROFEAP - P1          DATE: 10-13-1997          <DATA> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE POLONCEAU          FILENAME: POLONCEA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: Santika
=====

```

```

*****
*
*  STRUCTURE DATA  *
*
*****

```

```

**COORDINATE DATA (CM)**      **BOUNDARY DATA**
NODE      1-COOR      2-COOR      1-B      2-B

```

1	0.00	0.00	L	L
2	150.05	125.91		
3	300.11	251.82		
4	450.16	377.73		
5	600.22	503.64		
6	750.27	629.55		
7	875.13	734.32		
8	1000.00	839.10		
9	1124.87	734.32		
10	1249.73	629.55		
11	1399.78	503.64		
12	1549.84	377.73		
13	1699.89	251.82		
14	1849.95	125.91		
15	2000.00	0.00	L	L
16	150.05	54.61		
17	300.11	109.23		
18	450.16	163.84		
19	600.22	218.46		
20	750.27	273.08		
21	900.00	327.57		
22	1100.00	327.57		
23	1249.73	273.08		
24	1399.79	218.46		
25	1549.84	163.84		
26	1699.90	109.23		
27	1849.95	54.61		
28	450.16	270.78		
29	600.22	361.05		
30	750.27	451.32		
31	933.34	498.08		
32	966.67	669.59		
33	1033.33	669.59		
34	1066.67	498.08		
35	1249.73	451.32		
36	1399.78	361.05		
37	1549.84	270.78		

ELEMENT DATA

ELEM 1-NODE 2-NODE HINGE MATERIAL

MICROFEAP-P1

DATE: 10-13-1997

<DATA> P.2

PROJECT : RANGKA ATAP TIPE POLONCEAU

FILENAME: POLONCEAU

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: Santika

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE	MATERIAL
------	--------	--------	-------	----------

1	1	2	1
2	2	3	1
3	3	4	1
4	4	5	1
5	5	6	1
6	6	7	1
7	7	8	1
8	8	9	1
9	9	10	1
10	10	11	1
11	11	12	1
12	12	13	1
13	13	14	1
14	14	15	1
15	1	16	2
16	16	17	2
17	17	18	2
18	18	19	2
19	19	20	2
20	20	21	2
21	22	23	2
22	23	24	2
23	24	25	2
24	25	26	2
25	26	27	2
26	27	15	2
27	2	16	2
28	3	17	2
29	18	28	2
30	28	4	2
31	19	29	2
32	29	5	2
33	20	30	2
34	30	6	2
35	23	35	2
36	35	10	2
37	24	36	2
38	36	11	2
39	25	37	2
40	37	12	2
41	26	13	2
42	27	14	2
43	2	17	2
44	3	18	2
45	4	19	2
46	5	20	2
47	6	21	1
48	6	31	2



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <DATA> P.3
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE POLONCEAU          FILENAME: POLONCEA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: Santika
=====

```

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE	MATERIAL
49	7	32		2
50	8	32		2
51	8	33		2
52	32	31		2
53	31	21		2
54	33	34		2
55	34	22		2
56	9	33		2
57	10	34		2
58	10	22		1
59	11	23		2
60	12	24		2
61	13	25		2
62	14	26		2
63	3	28		2
64	4	29		2
65	5	30		2
66	6	32		2
67	21	22		2
68	33	10		2
69	35	11		2
70	36	12		2
71	37	13		2

MATERIAL DATA

MATE	E-MODULUS (KG/CM ²)	AXIAL-AREA (CM ²)
1	2.100D+06	1.382D+01
2	2.100D+06	9.600D+00

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC (KG)	2-FORC (KG)
2	0.000D+00	-7.030D+02
3	0.000D+00	-7.030D+02
4	0.000D+00	-7.030D+02
5	0.000D+00	-7.030D+02
6	0.000D+00	-6.500D+02
7	0.000D+00	-5.960D+02
8	0.000D+00	-5.960D+02
9	0.000D+00	-5.960D+02
10	0.000D+00	-6.500D+02
11	0.000D+00	-7.030D+02



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <DATA> P.4
PROJECT  : RANGKA ATAP TIPE POLONCEAU          FILENAME: POLONCEA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986        ENGINEER: Santika
=====

```

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC (KG)	2-FORC (KG)
------	----------------	----------------

12	0.000D+00	-7.030D+02
13	0.000D+00	-7.030D+02
14	0.000D+00	-7.030D+02
16	0.000D+00	-1.300D+02
17	0.000D+00	-1.300D+02
18	0.000D+00	-1.300D+02
19	0.000D+00	-1.300D+02
20	0.000D+00	-1.300D+02
21	0.000D+00	-1.080D+02
22	0.000D+00	-1.080D+02
23	0.000D+00	-1.300D+02
24	0.000D+00	-1.300D+02
25	0.000D+00	-1.300D+02
26	0.000D+00	-1.300D+02
27	0.000D+00	-1.300D+02



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <COMB> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE POLONCEAU          FILENAME: POLONCEA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: Santika
=====

```

```

*****
*                               *
* COMBINATION                   *
*                               *
*****

```

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
1	1	195.88	-7.7114D+03	-7.7114D+03	-5.5799D+02	-5.5799D+02
2	1	195.88	-6.5670D+03	-6.5670D+03	-4.7518D+02	-4.7518D+02
3	1	195.88	-5.4227D+03	-5.4227D+03	-3.9238D+02	-3.9238D+02
4	1	195.88	-4.2783D+03	-4.2783D+03	-3.0957D+02	-3.0957D+02
5	1	195.88	-3.1340D+03	-3.1340D+03	-2.2677D+02	-2.2677D+02
6	1	163.00	-2.4757D+03	-2.4757D+03	-1.7914D+02	-1.7914D+02
7	1	163.00	-1.9725D+03	-1.9725D+03	-1.4273D+02	-1.4273D+02
8	1	163.00	-1.9725D+03	-1.9725D+03	-1.4273D+02	-1.4273D+02
9	1	163.00	-2.4757D+03	-2.4757D+03	-1.7914D+02	-1.7914D+02
10	1	195.88	-3.1340D+03	-3.1340D+03	-2.2677D+02	-2.2677D+02
11	1	195.88	-4.2783D+03	-4.2783D+03	-3.0957D+02	-3.0957D+02
12	1	195.88	-5.4227D+03	-5.4227D+03	-3.9238D+02	-3.9238D+02
13	1	195.88	-6.5670D+03	-6.5670D+03	-4.7518D+02	-4.7518D+02
14	1	195.88	-7.7114D+03	-7.7114D+03	-5.5799D+02	-5.5799D+02
15	2	159.68	-4.5973D+02	-4.5973D+02	-4.7889D+01	-4.7889D+01
16	2	159.69	-4.5974D+02	-4.5974D+02	-4.7890D+01	-4.7890D+01
17	2	159.69	-1.3926D+03	-1.3926D+03	-1.4506D+02	-1.4506D+02
18	2	159.69	-2.3255D+03	-2.3255D+03	-2.4224D+02	-2.4224D+02
19	2	159.69	-3.2584D+03	-3.2584D+03	-3.3942D+02	-3.3942D+02
20	2	159.34	-4.1912D+03	-4.1912D+03	-4.3658D+02	-4.3658D+02
21	2	159.34	-4.1912D+03	-4.1912D+03	-4.3658D+02	-4.3658D+02
22	2	159.69	-3.2584D+03	-3.2584D+03	-3.3942D+02	-3.3942D+02
23	2	159.69	-2.3255D+03	-2.3255D+03	-2.4224D+02	-2.4224D+02
24	2	159.69	-1.3926D+03	-1.3926D+03	-1.4506D+02	-1.4506D+02
25	2	159.69	-4.5975D+02	-4.5975D+02	-4.7890D+01	-4.7890D+01
26	2	159.68	-4.5973D+02	-4.5973D+02	-4.7889D+01	-4.7889D+01
27	2	71.30	1.3002D+02	1.3002D+02	1.3544D+01	1.3544D+01
28	2	142.59	5.4653D+02	5.4653D+02	5.6930D+01	5.6930D+01
29	2	106.93	9.6304D+02	9.6304D+02	1.0032D+02	1.0032D+02
30	2	106.95	9.6304D+02	9.6304D+02	1.0032D+02	1.0032D+02
31	2	142.59	1.3795D+03	1.3795D+03	1.4370D+02	1.4370D+02
32	2	142.59	1.3795D+03	1.3795D+03	1.4370D+02	1.4370D+02
33	2	178.24	1.7958D+03	1.7958D+03	1.8706D+02	1.8706D+02
34	2	178.23	1.7958D+03	1.7958D+03	1.8706D+02	1.8706D+02
35	2	178.24	1.7958D+03	1.7958D+03	1.8706D+02	1.8706D+02
36	2	178.23	1.7958D+03	1.7958D+03	1.8706D+02	1.8706D+02

=====

MICROFEAP-P1	DATE: 10-13-1997	<COMB> P.2
PROJECT : RANGKA ATAP TIPE POLONCEAU		FILENAME: POLONCEA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986	ENGINEER: Santika	

=====

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
37	2	142.59	1.3795D+03	1.3795D+03	1.4370D+02	1.4370D+02
38	2	142.59	1.3795D+03	1.3795D+03	1.4370D+02	1.4370D+02
39	2	106.93	9.6304D+02	9.6304D+02	1.0032D+02	1.0032D+02
40	2	106.95	9.6304D+02	9.6304D+02	1.0032D+02	1.0032D+02
41	2	142.59	5.4653D+02	5.4653D+02	5.6930D+01	5.6930D+01
42	2	71.30	1.3002D+02	1.3002D+02	1.3543D+01	1.3543D+01
43	2	150.98	-8.8200D+02	-8.8200D+02	-9.1875D+01	-9.1875D+01
44	2	173.94	-1.0162D+03	-1.0162D+03	-1.0585D+02	-1.0585D+02
45	2	218.82	-1.2783D+03	-1.2783D+03	-1.3316D+02	-1.3316D+02
46	2	275.09	-1.6071D+03	-1.6071D+03	-1.6741D+02	-1.6741D+02
47	1	337.06	-2.1627D+03	-2.1627D+03	-1.5649D+02	-1.5649D+02
48	2	225.39	-7.9309D-01	-7.9309D-01	-8.2614D-02	-8.2614D-02
49	2	112.11	-4.7208D+02	-4.7208D+02	-4.9175D+01	-4.9175D+01
50	2	172.76	9.8849D+02	9.8849D+02	1.0297D+02	1.0297D+02
51	2	172.76	9.8849D+02	9.8849D+02	1.0297D+02	1.0297D+02
52	2	174.72	6.2423D+02	6.2423D+02	6.5024D+01	6.5024D+01
53	2	173.74	6.2390D+02	6.2390D+02	6.4989D+01	6.4989D+01
54	2	174.72	6.2424D+02	6.2424D+02	6.5025D+01	6.5025D+01
55	2	173.74	6.2394D+02	6.2394D+02	6.4994D+01	6.4994D+01
56	2	112.11	-4.7208D+02	-4.7208D+02	-4.9175D+01	-4.9175D+01
57	2	225.38	-7.1414D-01	-7.1414D-01	-7.4390D-02	-7.4390D-02
58	1	337.06	-2.1628D+03	-2.1628D+03	-1.5650D+02	-1.5650D+02
59	2	275.09	-1.6071D+03	-1.6071D+03	-1.6741D+02	-1.6741D+02
60	2	218.82	-1.2783D+03	-1.2783D+03	-1.3316D+02	-1.3316D+02
61	2	173.94	-1.0162D+03	-1.0162D+03	-1.0585D+02	-1.0585D+02
62	2	150.98	-8.8200D+02	-8.8200D+02	-9.1875D+01	-9.1875D+01
63	2	151.25	1.7395D-02	1.7395D-02	1.8120D-03	1.8120D-03
64	2	150.98	-8.6441D-02	-8.6441D-02	-9.0043D-03	-9.0043D-03
65	2	158.91	-3.0518D-04	-3.0518D-04	-3.1789D-05	-3.1789D-05
66	2	220.07	4.6482D+02	4.6482D+02	4.8419D+01	4.8419D+01
67	2	200.00	-5.0190D+03	-5.0190D+03	-5.2281D+02	-5.2281D+02
68	2	220.07	4.6478D+02	4.6478D+02	4.8415D+01	4.8415D+01
69	2	158.91	3.0518D-04	3.0518D-04	3.1789D-05	3.1789D-05
70	2	150.98	-8.8211D-02	-8.8211D-02	-9.1887D-03	-9.1887D-03
71	2	151.25	1.8311D-02	1.8311D-02	1.9073D-03	1.9073D-03

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-DISP (CM)	2-DISP (CM)
------	----------------	----------------

1	0.0000D+00	0.0000D+00
2	1.3844D-01	-2.4595D-01
3	1.6568D-01	-3.4738D-01
4	1.5222D-01	-3.8828D-01

MICROFEAP - P1

DATE: 10-13-1997

<COMB> P.3

PROJECT : RANGKA ATAP TIPE POLONCEAU

FILENAME: POLONCEA

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: Santika

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-DISP (CM)	2-DISP (CM)
------	----------------	----------------

5	1.1567D-01	-3.8964D-01
6	6.1510D-02	-3.5800D-01
7	5.1375D-02	-3.6755D-01
8	-2.5935D-08	-3.2356D-01
9	-5.1376D-02	-3.6756D-01
10	-6.1513D-02	-3.5801D-01
11	-1.1567D-01	-3.8965D-01
12	-1.5222D-01	-3.8828D-01
13	-1.6568D-01	-3.4738D-01
14	-1.3844D-01	-2.4596D-01
15	0.0000D+00	0.0000D+00
16	8.5805D-02	-2.4641D-01
17	1.2009D-01	-3.5124D-01
18	1.2555D-01	-3.9849D-01
19	1.0982D-01	-4.0915D-01
20	7.5298D-02	-3.8976D-01
21	2.4895D-02	-3.4812D-01
22	-2.4896D-02	-3.4812D-01
23	-7.5299D-02	-3.8976D-01
24	-1.0983D-01	-4.0916D-01
25	-1.2555D-01	-3.9849D-01
26	-1.2009D-01	-3.5124D-01
27	-8.5806D-02	-2.4641D-01
28	1.7149D-01	-3.9338D-01
29	1.5098D-01	-3.9940D-01
30	1.2117D-01	-3.7388D-01
31	6.6665D-02	-3.5081D-01
32	6.4233D-02	-3.4483D-01
33	-6.4235D-02	-3.4483D-01
34	-6.6670D-02	-3.5081D-01
35	-1.2117D-01	-3.7388D-01
36	-1.5098D-01	-3.9940D-01
37	-1.7149D-01	-3.9339D-01

SUPPORT REACTIONS <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-REACTION (KG)	2-REACTION (KG)
------	--------------------	--------------------

1	6.3393D+03	5.1140D+03
15	-6.3393D+03	5.1140D+03

VOLUME OF MATERIALS <2D-TRUSS SYSTEM>

SETS	VOLUME (CM^3)
------	------------------

=====

MICROFEAP-P1

DATE: 10-13-1997

<COMB> P.4

PROJECT : RANGKA ATAP TIPE POLONCEAU

FILENAME: POLONCEA

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

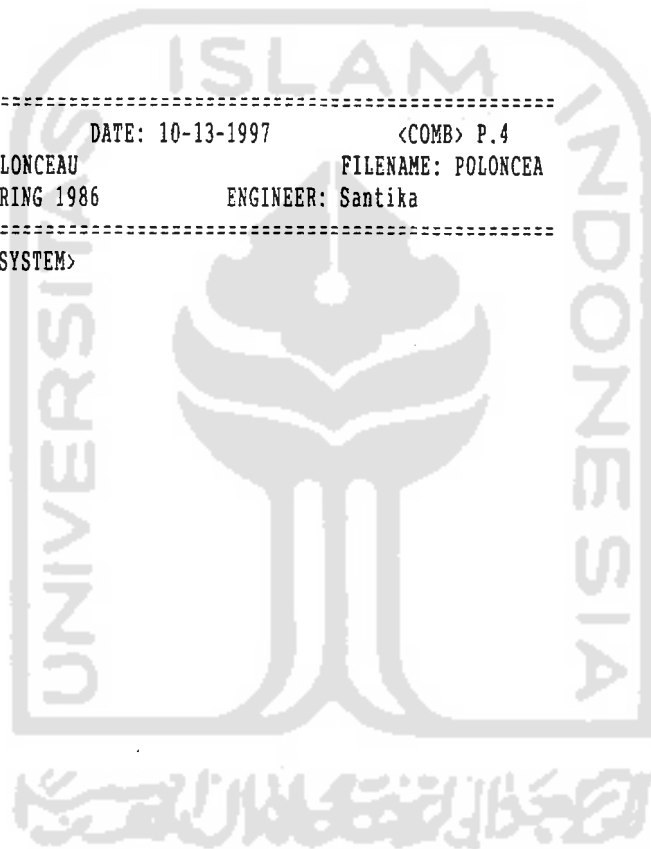
ENGINEER: Santika

=====

VOLUME OF MATERIALS <2D-TRUSS SYSTEM>

SETS	VOLUME (CM^3)
------	------------------

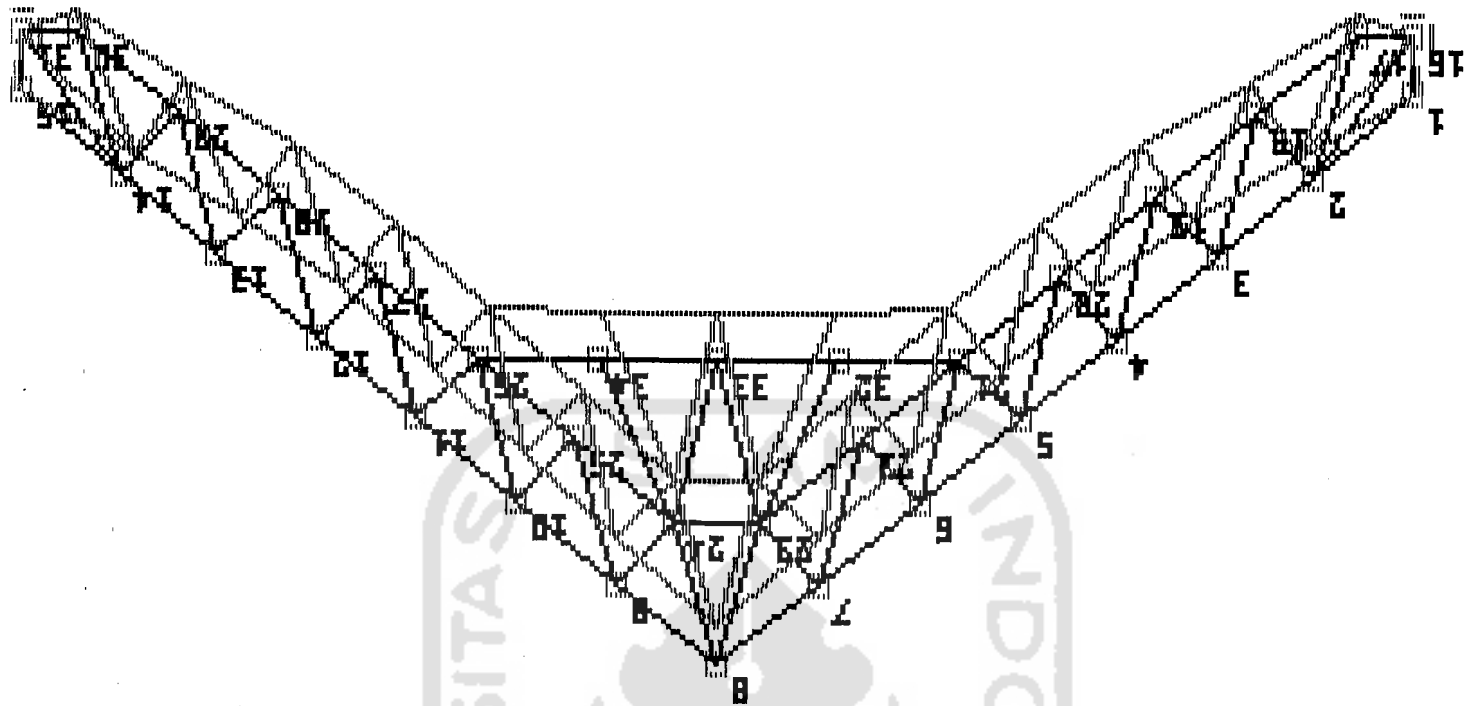
1	4.5398D+04
2	8.6130D+04



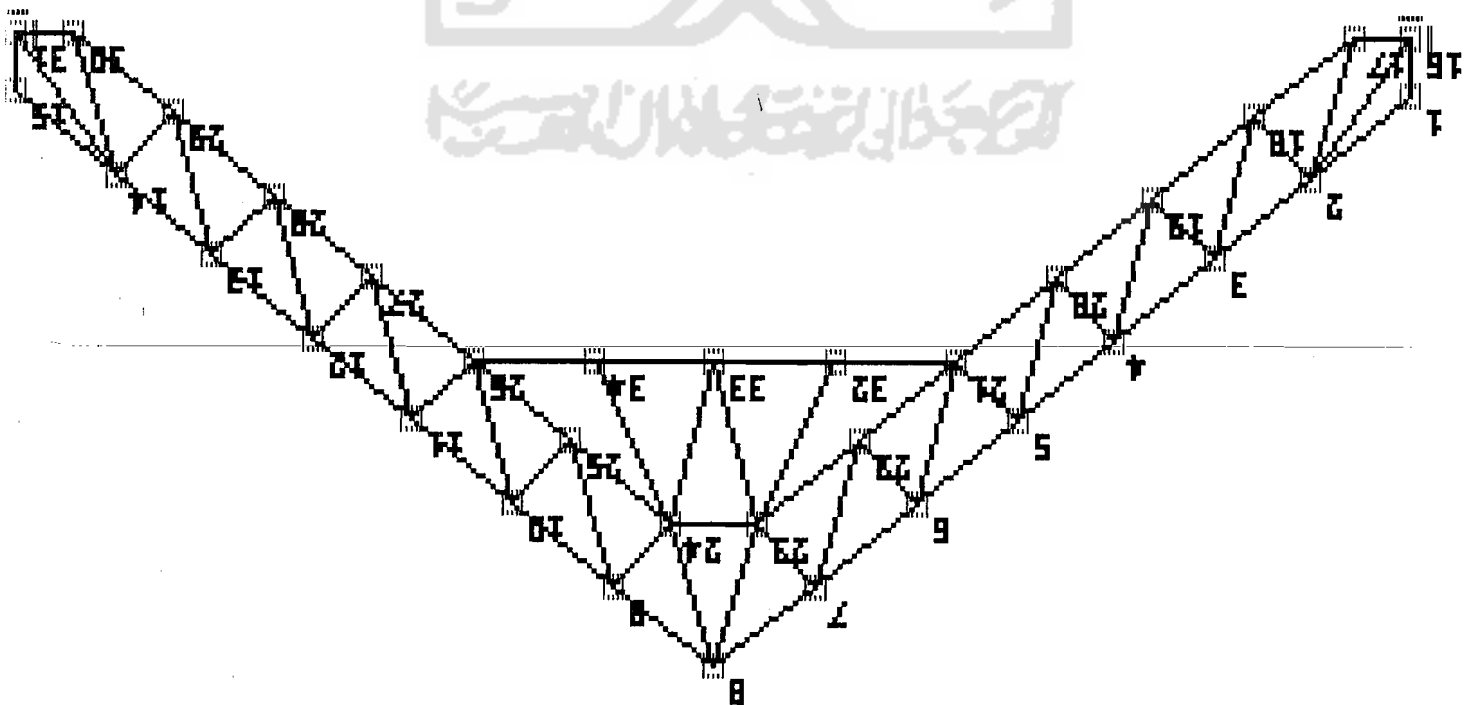
LAMPIRAN 8



DISP.LC1 (1) = 4.49E-01



GEOMETRY (1) = 1.08E+02



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <DATA> P.1
PROJECT  : RANGKA ATAP BATANG GANDA TIPE PRATT    FILENAME: GANDA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*                                     *
*   STRUCTURE DATA   *
*                                     *
*****

```

COORDINATE DATA (CM)			**BOUNDARY DATA**	
NODE	1-COOR	2-COOR	1-B	2-B
1	0.00	90.00		
2	141.76	208.91		
3	283.52	327.83		
4	425.28	446.74		
5	567.05	565.66		
6	708.81	684.57		
7	850.57	803.49		
8	1000.00	929.10		
9	1149.43	803.49		
10	1291.19	684.57		
11	1432.95	565.66		
12	1574.71	446.74		
13	1716.48	327.83		
14	1858.24	208.91		
15	2000.00	90.00		
16	0.00	0.00	L	L
17	85.00	0.00		
18	226.76	118.91		
19	368.52	237.83		
20	510.28	356.74		
21	652.05	475.66		
22	793.81	594.57		
23	935.57	713.49		
24	1064.43	713.49		
25	1206.19	594.57		
26	1347.95	475.66		
27	1489.71	356.74		
28	1631.48	237.83		
29	1773.24	118.91		
30	1915.00	0.00		
31	2000.00	0.00	L	L
32	826.03	475.66		
33	1000.00	475.66		
34	1173.98	475.66		

```

**ELEMENT DATA**
ELEM   1-NODE   2-NODE   HINGE MATERIAL
-----

```

PROJECT : RANGKA ATAP BATANG GANDA TIPE PRATT
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

FILENAME: GANDA
ENGINEER: SANTIKA

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE	MATERIAL
1	1	2		1
2	2	3		1
3	3	4		1
4	4	5		1
5	5	6		1
6	6	7		1
7	7	8		1
8	8	9		1
9	9	10		1
10	10	11		1
11	11	12		1
12	12	13		1
13	13	14		1
14	14	15		1
15	15	31		2
16	1	16		2
17	16	17		2
18	17	18		2
19	18	19		2
20	19	20		2
21	20	21		2
22	21	22		2
23	22	23		2
24	23	24		2
25	24	25		2
26	25	26		2
27	26	27		2
28	27	28		2
29	28	29		2
30	29	30		2
31	30	31		2
32	2	17		2
33	3	18		2
34	4	19		2
35	5	20		2
36	6	21		2
37	7	22		2
38	8	23		2
39	8	24		2
40	9	25		2
41	10	26		2
42	11	27		2
43	12	28		2
44	13	29		2
45	14	30		2
46	14	31		1
47	21	32		2
48	32	33		2



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <DATA> P.3
PROJECT  : RANGKA ATAP BATANG GANDA TIPE PRATT    FILENAME: GANDA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE	MATERIAL
49	33	34		2
50	34	26		2
51	23	32		2
52	23	33		2
53	2	18		2
54	3	19		2
55	4	20		2
56	5	21		2
57	6	22		2
58	7	23		2
59	9	24		2
60	10	25		2
61	11	26		2
62	12	27		2
63	13	28		2
64	14	29		2
65	24	33		2
66	24	34		2
67	2	16		1

MATERIAL DATA

MATE	E-MODULUS (KG/CM ²)	AXIAL-AREA (CM ²)
1	2.100D+06	1.382D+01
2	2.100D+06	9.600D+00

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC (KG)	2-FORC (KG)
1	0.000D+00	-3.750D+02
2	0.000D+00	-7.210D+02
3	0.000D+00	-7.210D+02
4	0.000D+00	-7.210D+02
5	0.000D+00	-7.210D+02
6	0.000D+00	-7.210D+02
7	0.000D+00	-7.400D+02
8	0.000D+00	-7.570D+02
9	0.000D+00	-7.400D+02
10	0.000D+00	-7.210D+02
11	0.000D+00	-7.210D+02
12	0.000D+00	-7.210D+02
13	0.000D+00	-7.210D+02
14	0.000D+00	-7.210D+02



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <DATA> P.4
PROJECT  : RANGKA ATAP BATANG GANDA TIPE PRATT    FILENAME: GANDA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC (KG)	2-FORC (KG)
------	----------------	----------------

15	0.000D+00	-3.750D+02
17	0.000D+00	-9.800D+01
18	0.000D+00	-1.230D+02
19	0.000D+00	-1.230D+02
20	0.000D+00	-1.230D+02
21	0.000D+00	-1.470D+02
26	0.000D+00	-1.470D+02
27	0.000D+00	-1.230D+02
28	0.000D+00	-1.230D+02
29	0.000D+00	-1.230D+02
30	0.000D+00	-9.800D+01
32	0.000D+00	-1.500D+02
33	0.000D+00	-1.280D+02
34	0.000D+00	-1.500D+02



```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 10-13-1997          <COMB> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP BATANG GANDA TIPE PRATT    FILENAME: GANDA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*
* COMBINATION *
*
*****

```

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
1	1	185.03	-9.7656D-04	-9.7656D-04	-7.0663D-05	-7.0663D-05
2	1	185.03	-5.0035D+03	-5.0035D+03	-3.6205D+02	-3.6205D+02
3	1	185.03	-5.2205D+03	-5.2205D+03	-3.7775D+02	-3.7775D+02
4	1	185.03	-4.4693D+03	-4.4693D+03	-3.2339D+02	-3.2339D+02
5	1	185.03	-2.7499D+03	-2.7499D+03	-1.9898D+02	-1.9898D+02
6	1	185.03	-2.2479D+03	-2.2479D+03	-1.6266D+02	-1.6266D+02
7	1	195.21	-9.0568D+02	-9.0568D+02	-6.5534D+01	-6.5534D+01
8	1	195.21	-9.0568D+02	-9.0568D+02	-6.5534D+01	-6.5534D+01
9	1	185.03	-2.2479D+03	-2.2479D+03	-1.6266D+02	-1.6266D+02
10	1	185.03	-2.7499D+03	-2.7499D+03	-1.9898D+02	-1.9898D+02
11	1	185.03	-4.4693D+03	-4.4693D+03	-3.2339D+02	-3.2339D+02
12	1	185.03	-5.2205D+03	-5.2205D+03	-3.7775D+02	-3.7775D+02
13	1	185.03	-5.0035D+03	-5.0035D+03	-3.6205D+02	-3.6205D+02
14	1	185.03	-9.7656D-04	-9.7656D-04	-7.0663D-05	-7.0663D-05
15	2	90.00	-3.7500D+02	-3.7500D+02	-3.9062D+01	-3.9062D+01
16	2	90.00	-3.7500D+02	-3.7500D+02	-3.9063D+01	-3.9063D+01
17	2	85.00	-9.8722D+02	-9.8722D+02	-1.0284D+02	-1.0284D+02
18	2	185.03	-1.7139D+03	-1.7139D+03	-1.7854D+02	-1.7854D+02
19	2	185.03	-9.1646D+02	-9.1646D+02	-9.5464D+01	-9.5464D+01
20	2	185.03	-1.0871D+03	-1.0871D+03	-1.1324D+02	-1.1324D+02
21	2	185.03	-2.2260D+03	-2.2260D+03	-2.3188D+02	-2.3188D+02
22	2	185.03	-4.5607D+02	-4.5607D+02	-4.7507D+01	-4.7507D+01
23	2	185.03	-1.2893D+03	-1.2893D+03	-1.3430D+02	-1.3430D+02
24	2	128.86	-1.7704D+03	-1.7704D+03	-1.8442D+02	-1.8442D+02
25	2	185.03	-1.2893D+03	-1.2893D+03	-1.3430D+02	-1.3430D+02
26	2	185.03	-4.5607D+02	-4.5607D+02	-4.7507D+01	-4.7507D+01
27	2	185.03	-2.2260D+03	-2.2260D+03	-2.3188D+02	-2.3188D+02
28	2	185.03	-1.0871D+03	-1.0871D+03	-1.1324D+02	-1.1324D+02
29	2	185.03	-9.1645D+02	-9.1645D+02	-9.5464D+01	-9.5464D+01
30	2	185.03	-1.7139D+03	-1.7139D+03	-1.7853D+02	-1.7853D+02
31	2	85.00	-9.8722D+02	-9.8722D+02	-1.0284D+02	-1.0284D+02
32	2	216.49	1.2430D+03	1.2430D+03	1.2948D+02	1.2948D+02
33	2	216.49	-8.3407D+02	-8.3407D+02	-8.6883D+01	-8.6883D+01
34	2	216.49	2.9869D+02	2.9869D+02	3.1114D+01	3.1114D+01
35	2	216.49	1.4315D+03	1.4315D+03	1.4911D+02	1.4911D+02
36	2	216.49	7.1488D+00	7.1488D+00	7.4466D-01	7.4466D-01

=====

MICROFEAP-P1	DATE: 10-13-1997	<COMB> P.2
PROJECT : RANGKA ATAP BATANG GANDA TIPE PRATT		FILENAME: GANDA
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986	ENGINEER: SANTIKA	

=====

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
37	2	216.49	9.7483D+02	9.7483D+02	1.0154D+02	1.0154D+02
38	2	225.03	2.1319D+02	2.1319D+02	2.2207D+01	2.2207D+01
39	2	225.03	2.1319D+02	2.1319D+02	2.2208D+01	2.2208D+01
40	2	216.49	9.7483D+02	9.7483D+02	1.0155D+02	1.0155D+02
41	2	216.49	7.1497D+00	7.1497D+00	7.4476D-01	7.4476D-01
42	2	216.49	1.4315D+03	1.4315D+03	1.4911D+02	1.4911D+02
43	2	216.49	2.9869D+02	2.9869D+02	3.1113D+01	3.1113D+01
44	2	216.49	-8.3407D+02	-8.3407D+02	-8.6883D+01	-8.6883D+01
45	2	216.49	1.2430D+03	1.2430D+03	1.2948D+02	1.2948D+02
46	1	252.47	-6.7089D+03	-6.7089D+03	-4.8545D+02	-4.8545D+02
47	2	173.98	-2.2999D+03	-2.2999D+03	-2.3957D+02	-2.3957D+02
48	2	173.97	-2.3690D+03	-2.3690D+03	-2.4677D+02	-2.4677D+02
49	2	173.98	-2.3690D+03	-2.3690D+03	-2.4677D+02	-2.4677D+02
50	2	173.97	-2.2999D+03	-2.2999D+03	-2.3957D+02	-2.3957D+02
51	2	261.84	1.6515D+02	1.6515D+02	1.7203D+01	1.7203D+01
52	2	246.40	6.6306D+01	6.6306D+01	6.9069D+00	6.9069D+00
53	2	123.79	5.7135D+02	5.7135D+02	5.9515D+01	5.9515D+01
54	2	123.79	-7.6401D+01	-7.6401D+01	-7.9584D+00	-7.9584D+00
55	2	123.79	-7.2415D+02	-7.2415D+02	-7.5432D+01	-7.5432D+01
56	2	123.79	-1.3719D+03	-1.3719D+03	-1.4291D+02	-1.4291D+02
57	2	123.79	-5.5743D+02	-5.5743D+02	-5.8066D+01	-5.8066D+01
58	2	123.79	-1.1263D+03	-1.1263D+03	-1.1732D+02	-1.1732D+02
59	2	123.79	-1.1263D+03	-1.1263D+03	-1.1732D+02	-1.1732D+02
60	2	123.79	-5.5744D+02	-5.5744D+02	-5.8066D+01	-5.8066D+01
61	2	123.79	-1.3719D+03	-1.3719D+03	-1.4291D+02	-1.4291D+02
62	2	123.79	-7.2415D+02	-7.2415D+02	-7.5432D+01	-7.5432D+01
63	2	123.79	-7.6400D+01	-7.6400D+01	-7.9584D+00	-7.9584D+00
64	2	123.79	5.7135D+02	5.7135D+02	5.9515D+01	5.9515D+01
65	2	246.40	6.6308D+01	6.6308D+01	6.9071D+00	6.9071D+00
66	2	261.85	1.6515D+02	1.6515D+02	1.7203D+01	1.7203D+01
67	1	252.47	-6.7089D+03	-6.7089D+03	-4.8545D+02	-4.8545D+02

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-DISP (CM)	2-DISP (CM)
------	----------------	----------------

1	-2.2748D-02	-1.6741D-03
2	8.1273D-02	-1.2568D-01
3	1.1201D-01	-2.1196D-01
4	1.0154D-01	-2.5127D-01
5	6.0497D-02	-2.4668D-01
6	4.4881D-02	-2.5534D-01
7	1.3354D-02	-2.4006D-01
8	4.9374D-08	-2.3364D-01

MICROFEAP-P1

DATE: 10-13-1997

<COMB> P.3

PROJECT : RANGKA ATAP BATANG GANDA TIPE PRATT

FILENAME: GANDA

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: SANTIKA

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-DISP (CM)	2-DISP (CM)
------	----------------	----------------

9	-1.3354D-02	-2.4006D-01
10	-4.4882D-02	-2.5534D-01
11	-6.0498D-02	-2.4668D-01
12	-1.0155D-01	-2.5128D-01
13	-1.1201D-01	-2.1196D-01
14	-8.1273D-02	-1.2568D-01
15	2.2748D-02	-1.6741D-03
16	0.0000D+00	0.0000D+00
17	-4.1624D-03	-1.1630D-01
18	2.8796D-02	-1.8007D-01
19	7.4076D-02	-2.4714D-01
20	7.8026D-02	-2.6737D-01
21	4.0291D-02	-2.5417D-01
22	3.7614D-02	-2.5750D-01
23	5.6580D-03	-2.3781D-01
24	-5.6581D-03	-2.3781D-01
25	-3.7615D-02	-2.5750D-01
26	-4.0291D-02	-2.5418D-01
27	-7.8027D-02	-2.6737D-01
28	-7.4077D-02	-2.4714D-01
29	-2.8796D-02	-1.8007D-01
30	4.1624D-03	-1.1630D-01
31	0.0000D+00	0.0000D+00
32	2.0443D-02	-2.4698D-01
33	-3.3026D-07	-2.4019D-01
34	-2.0444D-02	-2.4699D-01

SUPPORT REACTIONS <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-REACTION (KG)	2-REACTION (KG)
------	--------------------	--------------------

16	4.7543D+03	5.9265D+03
31	-4.7543D+03	5.9265D+03

VOLUME OF MATERIALS <2D-TRUSS SYSTEM>

SETS	VOLUME (CM ³)
------	------------------------------

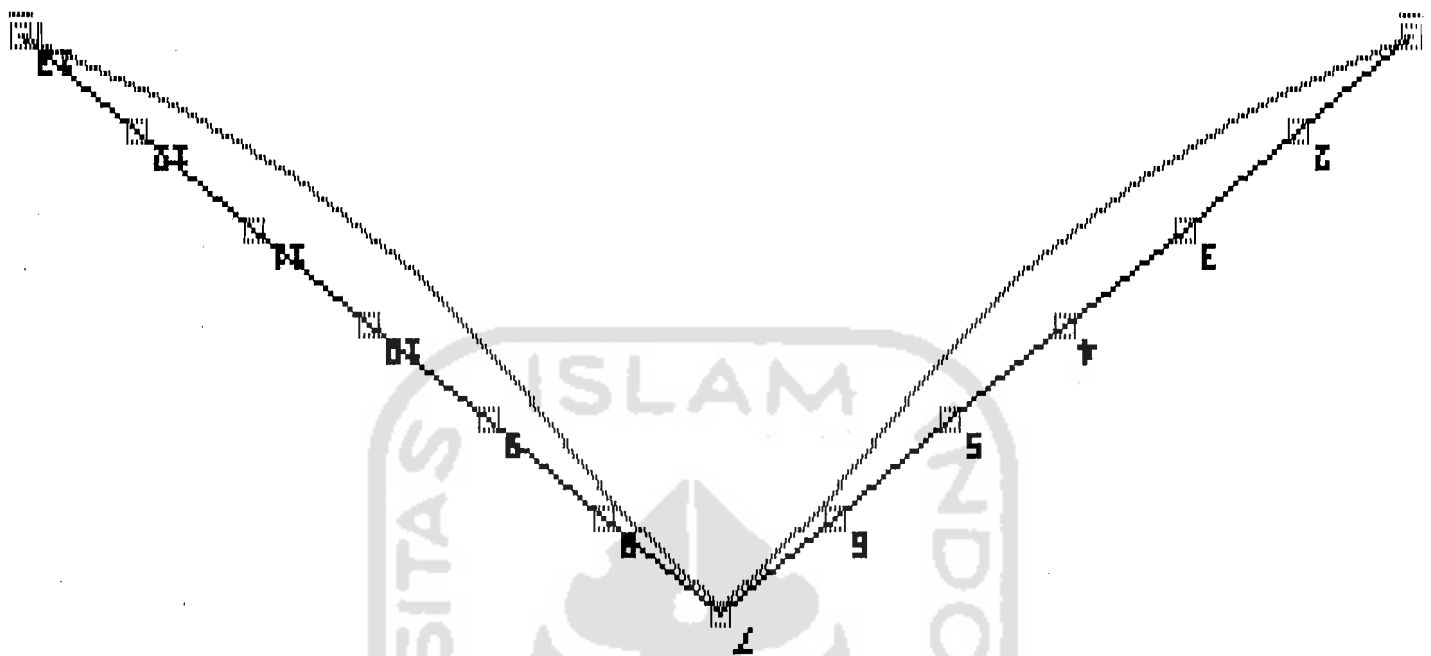
1	4.3060D+04
2	8.5873D+04



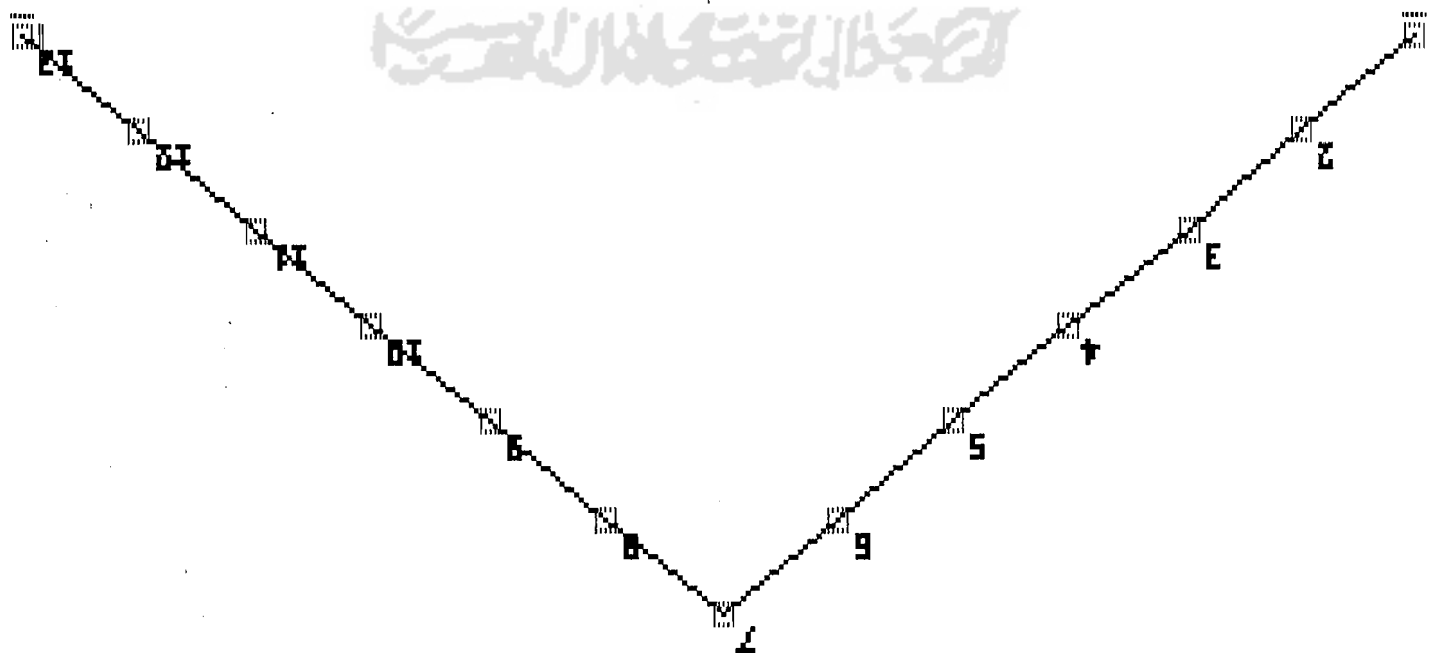
LAMPIRAN 9



DISP.LC1 (1) = 3.57E+00)

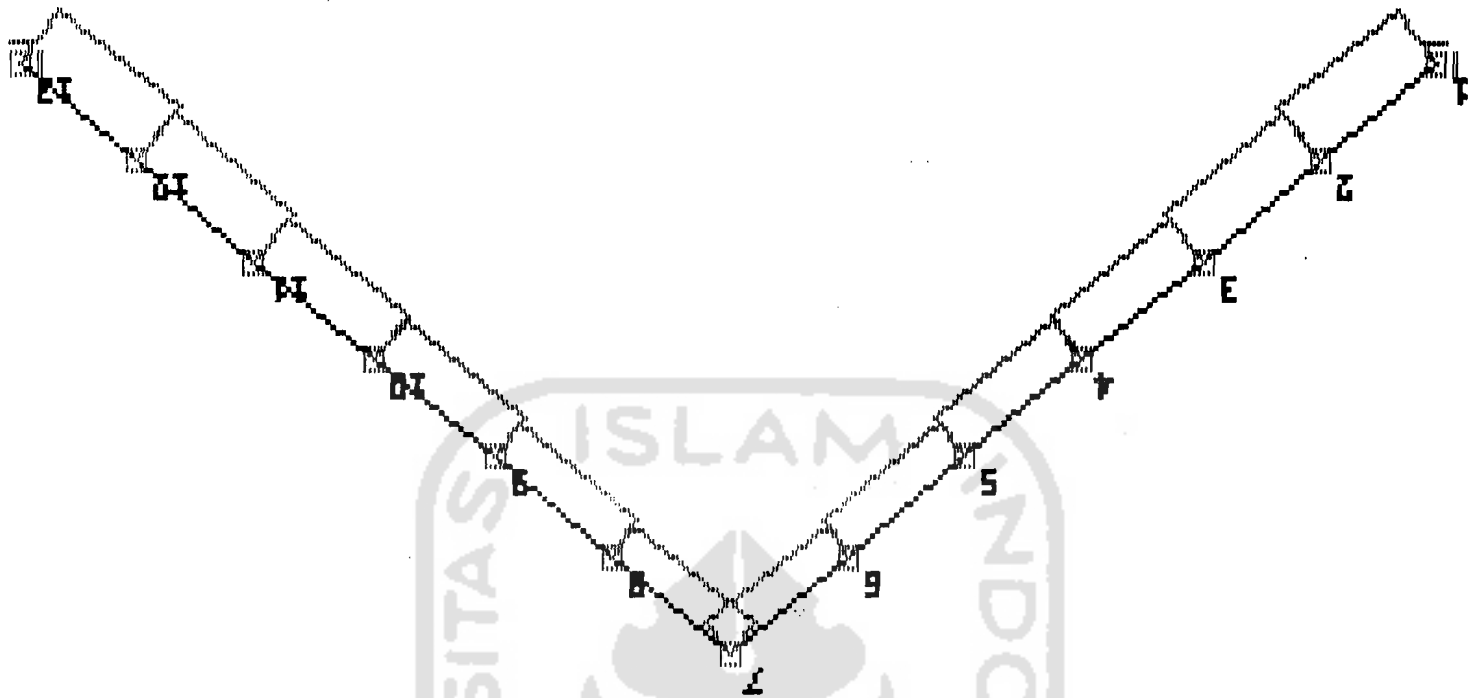


GEOMETRY (1) = 1.08E+02)

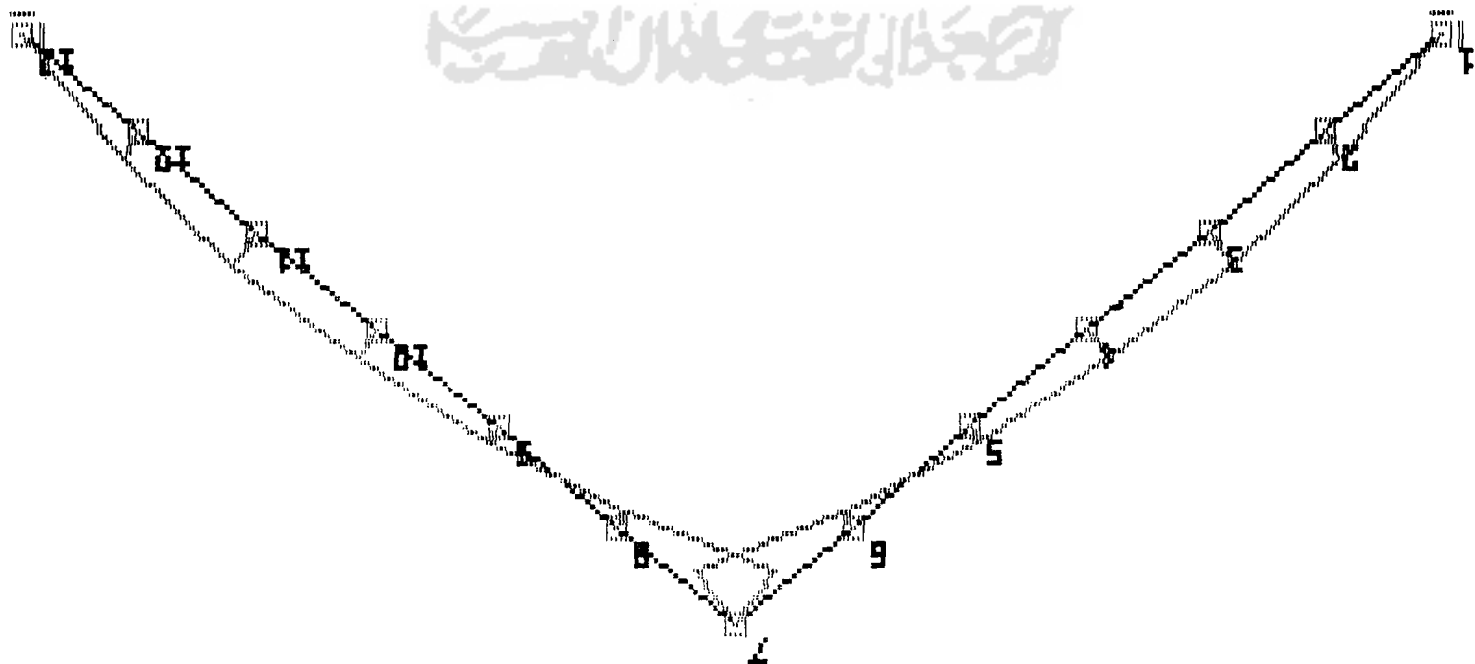




UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



MOMENT (t = 7.59E+05)



```

=====
MICROFEAP - P1          DATE: 09-28-1997          <DATA> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP ALTERNATIF          FILENAME: frm
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*                               *
*  STRUCTURE DATA  *
*                               *
*****

```

```

**COORDINATE DATA (CM)**      **BOUNDARY DATA**
NODE      1-COOR      2-COOR      1-B      2-B      3-B
-----
1          0.00          0.00      L      L      F
2         166.67         139.85
3         333.33         279.70
4         500.00         419.55
5         666.67         559.40
6         833.33         699.25
7        1000.00         839.10
8        1166.67         699.25
9        1333.33         559.40
10       1500.00         419.55
11       1666.67         279.70
12       1833.33         139.85
13       2000.00          0.00      L      L      F

```

```

**ELEMENT DATA**
ELEM      1-NODE      2-NODE      HINGE MATERIAL
-----
1          1          2          1
2          2          3          1
3          3          4          1
4          4          5          1
5          5          6          1
6          6          7          1
7          7          8          1
8          8          9          1
9          9         10          1
10         10         11          1
11         11         12          1
12         12         13          1

```

```

**MATERIAL DATA**
MATE  E-MODULUS AXIAL-AREA  INERTIA
      (KG/CM^2)      (CM^2)      (CM^4)
-----
1  2.100D+06  4.678D+01  7.210D+03

```

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

(KG) (KG) (KG-CM)

=====

MICROFEAP-P1	DATE: 09-28-1997	<DATA> P.2
PROJECT : RANGKA ATAP ALTERNATIF	FILENAME: frm	
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986	ENGINEER: SANTIKA	

=====

LOAD CASE #1 : BEBAN TETAP

NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC (KG)	2-FORC (KG)	3-FORC (KG-CM)
2	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
3	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
4	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
5	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
6	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
7	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
8	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
9	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
10	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
11	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00
12	0.000D+00	-9.240D+02	0.000D+00

```

=====
MICROFEAP - P1          DATE: 09-28-1997          <COMB> P.1
PROJECT : RANGKA ATAP ALTERNATIF          FILENAME: frm
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: SANTIKA
=====

```

```

*****
*                               *
* COMBINATION *
*                               *
*****

```

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	HINGE	SECTION (CM)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-CM)
1	1		0.00	-6.4105D+03	1.2550D+03	1.2500D-01
			217.57	-6.4105D+03	1.2550D+03	2.7306D+05
2	1		0.00	-5.8166D+03	5.4721D+02	2.7306D+05
			217.57	-5.8166D+03	5.4721D+02	3.9211D+05
3	1		0.00	-5.2226D+03	-1.6061D+02	3.9211D+05
			217.57	-5.2226D+03	-1.6061D+02	3.5717D+05
4	1		0.00	-4.6286D+03	-8.6844D+02	3.5717D+05
			217.57	-4.6286D+03	-8.6844D+02	1.6822D+05
5	1		0.00	-4.0347D+03	-1.5763D+03	1.6822D+05
			217.57	-4.0347D+03	-1.5763D+03	-1.7473D+05
6	1		0.00	-3.4408D+03	-2.2841D+03	-1.7473D+05
			217.57	-3.4408D+03	-2.2841D+03	-6.7167D+05
7	1		0.00	-3.4408D+03	2.2841D+03	-6.7167D+05
			217.57	-3.4408D+03	2.2841D+03	-1.7472D+05
8	1		0.00	-4.0348D+03	1.5762D+03	-1.7472D+05
			217.57	-4.0348D+03	1.5762D+03	1.6822D+05
9	1		0.00	-4.6287D+03	8.6844D+02	1.6822D+05
			217.57	-4.6287D+03	8.6844D+02	3.5716D+05
10	1		0.00	-5.2226D+03	1.6062D+02	3.5716D+05
			217.57	-5.2226D+03	1.6062D+02	3.9211D+05
11	1		0.00	-5.8167D+03	-5.4720D+02	3.9211D+05
			217.57	-5.8167D+03	-5.4720D+02	2.7305D+05
12	1		0.00	-6.4105D+03	-1.2550D+03	2.7305D+05
			217.57	-6.4105D+03	-1.2550D+03	0.0000D+00

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-DISP (CM)	2-DISP (CM)	3-DISP (Rad)
------	----------------	----------------	-----------------

MICROFEAP-P1

DATE: 09-28-1997

<COMB> P.2

PROJECT : RANGKA ATAP ALTERNATIF

FILENAME: frm

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: SANTIKA

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-DISP (CM)	2-DISP (CM)	3-DISP (Rad)
------	----------------	----------------	-----------------

1	0.0000D+00	0.0000D+00	-9.7711D-03
2	1.2642D+00	-1.5287D+00	-7.8093D-03
3	2.0322D+00	-2.4640D+00	-3.0302D-03
4	2.0648D+00	-2.5209D+00	2.3531D-03
5	1.4323D+00	-1.7830D+00	6.1279D-03
6	5.1429D-01	-7.0288D-01	6.0812D-03
7	-1.4061D-07	-1.0183D-01	5.0401D-08
8	-5.1427D-01	-7.0286D-01	-6.0811D-03
9	-1.4323D+00	-1.7830D+00	-6.1278D-03
10	-2.0648D+00	-2.5208D+00	-2.3531D-03
11	-2.0322D+00	-2.4640D+00	3.0302D-03
12	-1.2641D+00	-1.5286D+00	7.8092D-03
13	0.0000D+00	0.0000D+00	9.7710D-03

SUPPORT REACTIONS <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-REACTION (KG)	2-REACTION (KG)	3-REACTION (KG-CM)
------	--------------------	--------------------	-----------------------

1	4.1040D+03	5.0820D+03	0.0000D+00
13	-4.1040D+03	5.0820D+03	0.0000D+00

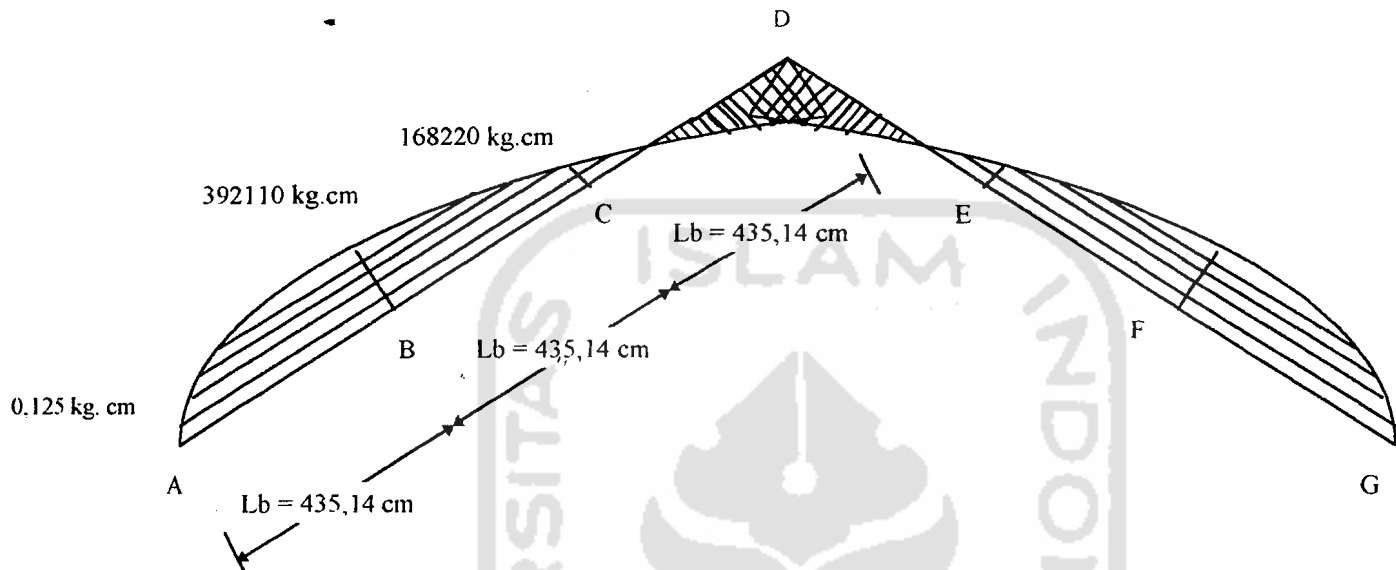
VOLUME OF MATERIALS <2D-FRAME SYSTEM>

SETS	VOLUME (CM^3)
------	------------------

1	1.2213D+05
---	------------

Kontrol Penggunaan Profil WF 300x150 Pada Portal Alternatif

Digunakan pertambahan lateral pada titik A, B, C, D, E, F, G seperti berikut :



Bentang A - B :

$$f_a - \frac{P}{A} = \frac{6410,5}{46,78} = 137,035 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{KL}{r_y} = \frac{435,14}{3,29} = 132,26$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099 < \frac{KL}{r_y},$$

$$\text{maka } F_a = \frac{\pi^2 \cdot E}{1,92 \cdot \left(\frac{KL}{r_y}\right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 29000}{1,92 \cdot (132,26)^2} = 3,7875 \text{ ksi} = 587,589 \text{ kg/cm}^2$$

Lc menggunakan harga terkecil dari perhitungan berikut :

$$L_c = \frac{76.bf}{\sqrt{I_y}} = \frac{76.(150/25,4)}{\sqrt{36}} = 74,8 \text{ inchi} = 190 \text{ cm (menentukan)}$$

$$L_c = \frac{20000}{(d/Af).I_y} = \frac{20000}{(5,64).36} = 97,46 \text{ inchi} = 247,56 \text{ cm}$$

Jadi digunakan $L_c = 190 \text{ cm}$

Lu menggunakan harga terbesar dari perhitungan berikut :

$$L_u = \frac{20000}{(d/Af).I_y} = 247,56 \text{ cm}$$

$$L_u = r_1 \cdot \sqrt{\frac{102000.Cb}{F_y}}$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{(1/12).tf.bf^3}{tf.bf + (1/6).tw.(d - 2.tf)}} = \sqrt{\frac{(1/12).9.150^3}{9.150 + (1/6).6,5(300 - 2.9)}} = 39,102 \text{ mm} = 1,54 \text{ inchi}$$

$$Cb = 1,75 + 1,05 \cdot \left(\frac{M1}{M2}\right) + 0,3 \cdot \left(\frac{M1}{M2}\right)^2 < 2,3$$

$$Cb = 1,75 + 1,05 \cdot \left(-\frac{0,125}{392110}\right) + 0,3 \cdot \left(-\frac{0,125}{392110}\right)^2 = 1,749$$

$$L_u = r_1 \cdot \sqrt{\frac{102000.Cb}{F_y}} = 1,54 \cdot \sqrt{\frac{102000.1,749}{36}} = 108,44 \text{ inchi} = 275,437 \text{ cm}$$

dipakai $L_u = 275,437 \text{ cm}$

$$L_b = 435,14 \text{ cm} > L_u = 275,437 \text{ cm}$$

$$\frac{L}{rt} = \frac{435,14}{3,9102} = 111,28$$

$$\sqrt{\frac{102000.Cb}{I_y}} = \sqrt{\frac{102000.1,749}{36}} = 70,415$$

$$\sqrt{\frac{510000.Cb}{I_y}} = \sqrt{\frac{510000.1,749}{36}} = 157,45$$

karena $\sqrt{\frac{102000.Cb}{I_y}} < \frac{Lb}{r} < \sqrt{\frac{510000.Cb}{36}}$, maka

$$F_b = \frac{12000.Cb}{L.(d / Af)} = \frac{12000.1,749}{(435,14 / 2,54).5,64} = 21,73 \text{ ksi} = 1489,577 \text{ kg/cm}^2 \text{ (menentukan)}$$

$$F_b = \left(\frac{2}{3} - \frac{I_y.(L / rt)^2}{1530000.Cb} \right) . I_y = \left(\frac{2}{3} - \frac{36.(111,28)^2}{1530000.1,749} \right) . 36 = 18,006 \text{ ksi} = 1241,52 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan ijin lentur (F_b) diambil nilai terkecil dari harga berikut :

$$F_b = 1489,577 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 0,6 . F_y = 0,6 . 36 = 21,6 \text{ ksi} = 1489,32 \text{ kg/cm}^2$$

sehingga tegangan lentur ijin yang terjadi (F_b) = 1489,32 kg/cm²

$$f_{bx} = \frac{M}{S_x} = \frac{392110}{481} = 815,197 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{137,035}{587,589} = 0,23 > 0,15$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 . \left(-\frac{M_1}{M_2} \right) = 0,6 - 0,4 . \left(-\frac{0,125}{392110} \right) = 0,6 > 0,4$$

$$F'_{cx} = \frac{12.\pi^2.E}{23.(KL / rx)^2} = \frac{12.\pi . 29000}{23.(35,09)^2} = 121,068 \text{ ksi} = 8347,647 \text{ kg/cm}^2$$

pengecekan :

$$\frac{f_u}{F_u} + \frac{C_{mx} \cdot f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_u}{F_{u_{cx}}}\right) \cdot F_b} = \frac{137,035}{587,589} + \frac{0,6815,197}{\left(1 - \frac{137,035}{8347,647}\right) \cdot 1489,32} = 0,567 < 1$$

$$\frac{f_u}{0,6 \cdot F_y} + \frac{f_{bx}}{F_b} = \frac{137,035}{0,6 \cdot 2482,2} + \frac{815,197}{1489,32} = 0,6394 < 1$$

Bentang B - C :

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{5222,6}{46,78} = 111,67 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{KL}{r_y} = \frac{435,14}{3,29} = 132,26$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099 < \frac{KL}{r_y},$$

$$\text{maka } F_a = \frac{\pi^2 \cdot E}{1,92 \cdot \left(\frac{KL}{r_y}\right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 29000}{1,92 \cdot (132,26)^2} = 3,7875 \text{ ksi} = 587,589 \text{ kg/cm}^2$$

Lc menggunakan harga terkecil dari perhitungan berikut :

$$L_c = \frac{76 \cdot bf}{\sqrt{F_y}} = \frac{76 \cdot (150 / 25,4)}{\sqrt{36}} = 74,8 \text{ inchi} = 190 \text{ cm (menentukan)}$$

$$L_c = \frac{20000}{(d / A_f) \cdot F_y} = \frac{20000}{(5,64) \cdot 36} = 97,46 \text{ inchi} = 247,56 \text{ cm}$$

Jadi digunakan $L_c = 190 \text{ cm}$

Lu menggunakan harga terbesar dari perhitungan berikut :

$$L_u = \frac{20000}{(d / A_f) \cdot F_y} = 247,56 \text{ cm}$$

$$L_u = r_1 \cdot \sqrt{\frac{102000 \cdot C_b}{F_y}}$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{(1/12) \cdot t_f \cdot b_f^3}{t_f \cdot b_f + (1/6) \cdot t_w \cdot (d - 2 \cdot t_f)}} = \sqrt{\frac{(1/12) \cdot 9.150^3}{9.150 + (1/6) \cdot 6,5 \cdot (300 - 2 \cdot 9)}} = 39,102 \text{ mm} = 1,54 \text{ inchi}$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \cdot \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \cdot \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 < 2,3$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \cdot \left(-\frac{168220}{392110} \right) + 0,3 \cdot \left(-\frac{168220}{392110} \right)^2 = 1,355$$

$$L_u = r_1 \cdot \sqrt{\frac{102000 \cdot C_b}{F_y}} = 1,54 \cdot \sqrt{\frac{102000 \cdot 1,355}{36}} = 95,419 \text{ inchi} = 242,367 \text{ cm}$$

dipakai $L_u = 247,56 \text{ cm}$

$$L_b = 435,14 \text{ cm} > L_u = 247,56 \text{ cm}$$

$$\frac{L}{r} = \frac{435,14}{3,9102} = 111,28$$

$$\sqrt{\frac{102000 \cdot C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{102000 \cdot 1,355}{36}} = 61,961$$

$$\sqrt{\frac{510000 \cdot C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{510000 \cdot 1,355}{36}} = 138,549$$

$$\text{karena } \sqrt{\frac{102000 \cdot C_b}{F_y}} < \frac{L_b}{r} < \sqrt{\frac{510000 \cdot C_b}{F_y}}, \text{ maka}$$

$$F_b = \frac{12000.Cb}{L.(d / Af)} = \frac{12000.1,355}{(435,14 / 2,54).5,64} = 16,828 \text{ ksi} = 1160,327 \text{ kg/cm}^2 \text{ (menentukan)}$$

$$F_b = \left(\frac{2}{3} - \frac{F_y.(L / r_t)^2}{1530000.Cb} \right).F_y = \left(\frac{2}{3} - \frac{36.(111,28)^2}{1530000.1,355} \right).36 = 16,259 \text{ ksi} = 1121,044 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan ijin lentur (F_b) diambil nilai terkecil dari harga berikut :

$$F_b = 1160,327 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 0,6 . F_y = 0,6 . 36 = 21,6 \text{ ksi} = 1489,32 \text{ kg/cm}^2$$

sehingga tegangan lentur ijin yang terjadi (F_b) = 1160,327 kg/cm²

$$f_{bx} = \frac{M}{S_x} = \frac{392110}{481} = 815,197 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{111,670}{587,589} = 0,19 > 0,15$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 . \left(-\frac{M_1}{M_2} \right) = 0,6 - 0,4 . \left(-\frac{168220}{392110} \right) = 0,772 > 0,4$$

$$F'_{cx} = \frac{12.\pi^2.E}{23.(KL / r_x)^2} = \frac{12.\pi . 29000}{23.(35,09)^2} = 121,068 \text{ ksi} = 8347,647 \text{ kg/cm}^2$$

pengecekan :

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{mx}.f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_{cx}} \right).F_b} = \frac{111,670}{587,589} + \frac{0,772.815,197}{\left(1 - \frac{111,670}{8347,647} \right).1160,327} = 0,7398 < 1$$

$$\frac{f_a}{0,6.F_y} + \frac{f_{bx}}{F_b} = \frac{111,670}{0,6.2482,2} + \frac{815,197}{1160,327} = 0,795 < 1$$

Bentang C - D :

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{4034,7}{46,78} = 86,248 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{KL}{r_y} = \frac{435,14}{3,29} = 132,26$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 29000}{36}} = 126,099 < \frac{KL}{r_y},$$

$$\text{maka } F_a = \frac{\pi^2 \cdot E}{1,92 \cdot \left(\frac{KL}{r_y} \right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 29000}{1,92 \cdot (132,26)^2} = 3,7875 \text{ ksi} = 587,589 \text{ kg/cm}^2$$

Lc menggunakan harga terkecil dari perhitungan berikut :

$$L_c = \frac{76 \cdot bf}{\sqrt{F_y}} = \frac{76 \cdot (150 / 25,4)}{\sqrt{36}} = 74,8 \text{ inchi} = 190 \text{ cm (menentukan)}$$

$$L_c = \frac{20000}{(d / Af) \cdot F_y} = \frac{20000}{(5,64) \cdot 36} = 97,46 \text{ inchi} = 247,56 \text{ cm}$$

Jadi digunakan $L_c = 190 \text{ cm}$

Lu menggunakan harga terbesar dari perhitungan berikut :

$$L_u = \frac{20000}{(d / Af) \cdot F_y} = 247,56 \text{ cm}$$

$$L_u = r_t \cdot \sqrt{\frac{102000 \cdot C_b}{F_y}}$$

$$r_t = \sqrt{\frac{(1/12) \cdot tf \cdot bf^3}{tf \cdot bf + (1/6) \cdot tw \cdot (d - 2 \cdot tf)}} = \sqrt{\frac{(1/12) \cdot 9,150^3}{9,150 + (1/6) \cdot 6,5 \cdot (300 - 2 \cdot 9)}} = 39,102 \text{ mm} = 1,54 \text{ inchi}$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \cdot \left(\frac{M1}{M2} \right) + 0,3 \cdot \left(\frac{M1}{M2} \right)^2 < 2,3$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \cdot \left(-\frac{168220}{671670} \right) + 0,3 \cdot \left(-\frac{168220}{671670} \right)^2 = 2,032$$

$$L_u = r_t \cdot \sqrt{\frac{102000 \cdot C_b}{F_y}} = 1,54 \cdot \sqrt{\frac{102000 \cdot 2,032}{36}} = 116,845 \text{ inchi} = 296,786 \text{ cm}$$

dipakai $L_u = 296,786 \text{ cm}$

$$L_b = 435,14 \text{ cm} > L_u = 296,786 \text{ cm}$$

$$\frac{L}{r_t} = \frac{435,14}{3,9102} = 111,28$$

$$\sqrt{\frac{102000 \cdot C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{102000 \cdot 2,032}{36}} = 75,877$$

$$\sqrt{\frac{510000 \cdot C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{510000 \cdot 2,032}{36}} = 169,667$$

$$\text{karena } \sqrt{\frac{102000 \cdot C_b}{F_y}} < \frac{L_b}{r} < \sqrt{\frac{510000 \cdot C_b}{36}}, \text{ maka}$$

$$F_b = \frac{12000 \cdot C_b}{L \cdot (d / A_f)} = \frac{12000 \cdot 2,032}{(435,14 / 2,54) \cdot 5,64} = 25,237 \text{ ksi} = 1740,062 \text{ kg/cm}^2 \text{ (menentukan)}$$

$$F_b = \left(\frac{2}{3} - \frac{F_y \cdot (L / r_t)^2}{1530000 \cdot C_b} \right) \cdot F_y = \left(\frac{2}{3} - \frac{36 \cdot (111,28)^2}{1530000 \cdot 2,032} \right) \cdot 36 = 18,838 \text{ ksi} = 1298,875 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan ijin lentur (F_b) diambil nilai terkecil dari harga berikut :

$$F_b = 1740,062 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 0,6 \cdot F_y = 0,6 \cdot 36 = 21,6 \text{ ksi} = 1489,32 \text{ kg/cm}^2$$

sehingga tegangan lentur ijin yang terjadi (F_b) = 1489,32 kg/cm²

$$fb_x = \frac{M}{S_x} = \frac{671670}{481} = 1248,05 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{86,248}{587,589} = 0,146 < 0,15$$

pengecekan :

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{fb_x}{F_b} = \frac{86,248}{587,589} + \frac{1248,05}{1489,32} = 0,984 < 1$$

Kontrol lendutan :

$$\Delta = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(2,0648)^2 + (-2,5209)^2} = 3,258 \text{ cm} < \frac{L}{360} = \frac{2000}{360} = 5,5 \text{ cm}$$