

**ANALISA PEMBEBANAN
PADA ALAT PENJEPIT REL KERETA API**

S K R I P S I

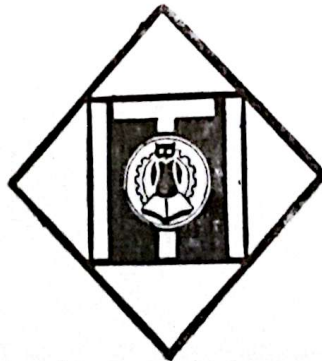
**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menempuh
Ujian Sarjana Lengkap Teknik Mesin**

Oleh :

ADI WIBOWO

No. Pokok : 012840053

N. I. R. M. : 873206710150206



**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
SERPONG
1991**

LEMBAR PENGESAHAN

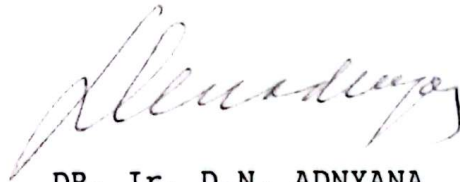
ANALISA PEMBEBANAN PADA ALAT PENJEPIT REL KERETA API

S K R I P S I

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN GUNA MENEMPUH SIDANG

SARJANA TEKNIK MESIN PROGRAM S-1

Disetujui

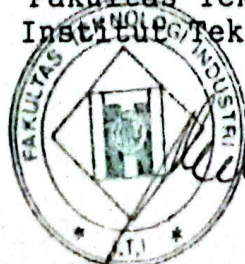


DR. Ir. D.N. ADNYANA

Dosen Pembimbing

Disahkan Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Indonesia




Dipl. Ing. PAUL CARNADIE

Ka. jur. Teknik Mesin

**Kupersembahkan dengan
segala rasa hormat kepada :**

- Bapak, Ibu yang telah mendoakan
serta berupaya untuk Kebahagiaan dan
Keberhasilan Anak-nya.**
- Tunanganku, yang tak henti-hentinya memberikan
dorongan dan dukungannya.**

ABSTRAK

Kebutuhan akan kecepatan kereta api yang lebih tinggi dewasa ini makin diperlukan oleh jaringan kereta api di seluruh dunia. Untuk menuju ke arah tersebut, maka diperlukan usaha-usaha yang mendukung supaya kereta api dapat berjalan dengan cepat dengan persyaratan bahwa kereta api tersebut harus aman untuk rangkaian gerbong dan nyaman bagi para penumpang.

Salah satu pendukung untuk dapat memenuhi kebutuhan akan kecepatan kereta yang tinggi adalah konstruksi dari lintasan kereta api itu sendiri. Jika konstruksi lintasan tersebut dapat menahan gaya yang ditimbulkan oleh gerbong-gerbong kereta api maka konstruksi tersebut dapat dilintasi oleh rangkaian gerbong kereta api dengan kecepatan tinggi.

Konstruksi lintasan kereta api terdiri dari 3 komponen, yaitu: rel, bantalan dan pengikat/penjepit.

Dalam Tugas Akhir ini, penulis menganalisa pembebanan pada penjepit rel kereta api (D.E. SPRINGCLIP) dengan menggunakan program MSC/CASE yang nantinya dibandingkan dengan referensi hasil pengujian yang diperoleh dari PT. PINDAD.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanir rahim,

Dengan memanjatkan puji dan syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul:

"ANALISA PEMBEBANAN PADA ALAT PENJEPIT REL KERETA API"

Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk mencapai gelar sarjana program S1, pada jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Indonesia.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna baik materi, teknik maupun bahasa dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membantu kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini tak lupa penulis berkeinginan mengucapkan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak DR. Ir. D.N. ADNYANA, selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dipl. Ing. Paul Carnadie, selaku ketua jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Indonesia.
3. Bapak Ir. M. Hennky S, selaku Koordinator Tugas Akhir.

4. Bapak Prof. Ir. Handoyo, selaku Wakil Direktur Direktorat Teknologi PT. PINDAD, Bandung.
5. Bapak Ir. Sulistyono Sutopo, beserta seluruh staf dan karyawan Direktorat T & C, PT. PINDAD.
6. Bapak R. Sugandhi BE, beserta seluruh staf dan karyawan Direktorat Q.C, PT. PINDAD.
7. Bapak Brigjen Alif Meilana dan Keluarga.
8. Keluarga Handoyo, yang telah banyak membantu dalam materiil maupun spirituil.
9. Ayah dan Ibu, Tunanganku serta kakak-kakak dan adik ku tercinta.
10. Teman-teman yang tergabung dalam **AMESTI '84**, yang telah banyak memberikan dorongan serta dukungan hingga selesainya Tugas Akhir ini, semoga keberhasilan selalu menyertai kita. Amien.....

Serpong, Oktober 1991

Hormat penulis



(ADI WIBOWO)

3.3	Metoda Kekakuan dan Rangka	
	Batang Bidang	27
3.4	Pengenalan MSC/CASE	29
BAB IV	ANALISA PEMBEBANAN D.E SPRINGCLIP	30
4.1	Material Konstruksi D.E Springclip	30
4.2	Analisa Pembebanan D.E Springclip	
	Dengan Alat Bantu Program MSC/CASE	30
4.2.1	Diagram Alir Analisa Pembebanan ..	30
4.2.2	Gambaran Permodelan Struktur	
	Dalam MSC/CASE	31
4.2.3	Penentuan Data Koordinat	33
4.2.4	Beban Yang Bekerja Pada	
	Springclip	33
4.2.5	Luas Penampang dan Momen Inersia	
	untuk Penampang Bahan	34
4.3	Pembahasan Hasil Analisa Pembebanan Pada	
	Springclip	37
4.3.1	Pergeseran (displacement)	37
4.3.2	Reaksi Gaya-Gaya Yang Terjadi ...	38
4.3.3	Tegangan Yang Diijinkan	39
4.3.4	Tegangan Yang Terjadi	
	Pada Struktur	40
BAB V	KESIMPULAN	42
	DAFTAR PUSTAKA	43

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN A	MESIN-MESIN YANG DIGUNAKAN DALAM	
	PROSES PEMBUATAN	44
LAMPIRAN B	SUSUNAN PENAMBAT SISTIM D.E SPRINGCLIP	48
LAMPIRAN C	PROSEDUR PEMAKAIAN MSC/CASE	51
LAMPIRAN D	DATA MATERIAL DIN 17221/17220 55 Si 7	56
LAMPIRAN E	OUTPUT MSC/CASE	57
LAMPIRAN F	HASIL PENGUJIAN GAYA CEKAM	75
LAMPIRAN G	GAMBAR DETAIL D.E. SPRINGCLIP	77

DAFTAR ISTILAH

Notasi	Keterangan	Satuan
σ	Tegangan Tarik	kg/mm ²
σ_B	Tegangan Maksimum	kg/mm ²
σ_s	Tegangan Yield	kg/mm ²
I	Momen Inersia	mm ⁴
A	Luas Penampang	mm ²
b	lebar	mm
h	tinggi	mm
E	Modulus Elastisitas	kg/mm ²
ϵ	Regangan	
P, F	Gaya	kg
Δ	Perpanjangan	mm
γ	Regangan Geser	
[K]	Matrik Kekakuan	
M	Momen Bending	kg.mm
L	Panjang	mm
i, j	titik simpul	
x, y	Sumbu Koordinat	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pengikat merupakan alat bantu untuk mengikat rel dan bantalan rel, yang dahulu dikenal sebagai penjepit plat baja yang dibaut pada bantalan rel, pengikat jenis ini disebut dengan penjepit kaku seperti terlihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Penjepit kaku

Pada penjepit kaku ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan salah satu diantaranya adalah pengikatan yang kuat antara rel dan bantalan mengakibatkan jarak main antara komponen-komponen dari konstruksi lintasan kereta tersebut, akibatnya membutuhkan perawatan yang mahal.

Berawal dari segala kekurangan-kekurangan dari penjepit kaku inilah yang telah mendorong para ahli untuk menciptakan suatu alat pengikat yang lebih canggih lagi.

Penelitian dan pengembangan yang terus menerus sejak berakhirnya Perang Dunia II, telah mendapatkan kemajuan seperti yang dilakukan oleh Jawatan Kereta Api Belanda bekerja sama dengan Everts en van der Weijden Ltd. yang menghasilkan apa yang dikenal sekarang ini dengan D.E. Springclip (Pegas Clip Baja). Percobaan dalam desain, proses pembuatan dan perlakuan terhadap penjepit rel baja permanen selama bertahun-tahun telah mendukung dengan sukses perkembangan clip pegas untuk memenuhi semua persyaratan pada konstruksi lintasan kereta api modern.

Adapun keuntungan dari pemakaian clip pegas ini adalah:

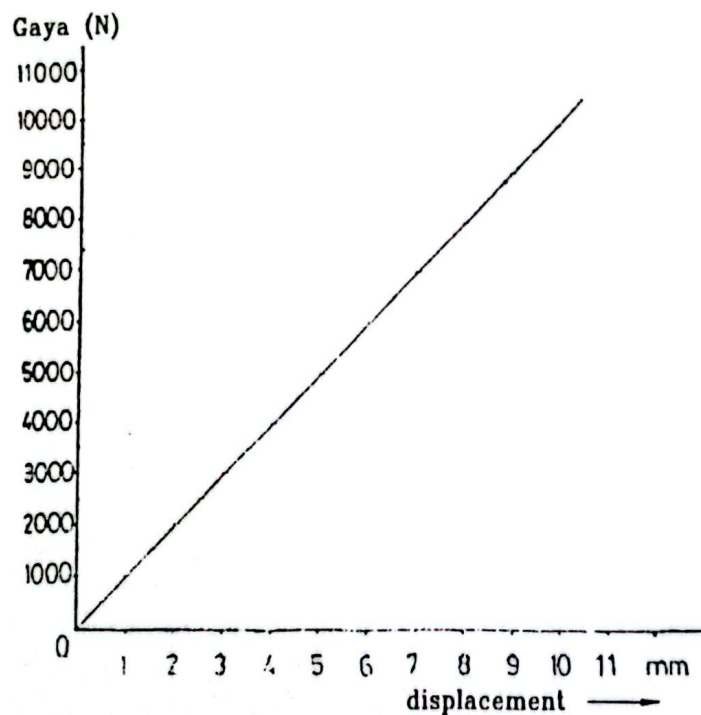
1. Dapat dipakai dengan jenis bantalan yang berbeda
2. Sistem tanpa baut
3. Kapasitas redam yang tinggi
4. Pemakaian dari penjepit dapat berulang kali
5. Pemeriksaan yang cepat dan mudah.
6. Pemasangan dan penggantian yang mudah.

I.2. Masalah Yang Dibahas

Kegunaan dari pegas clip baja adalah sebagai pegas pengikat pada plat dasar yang dipasang pada bantalan. Yang penting pada pegas keadaan terpasang, clip harus memberikan gaya cekam tertentu yang disyaratkan dan yang selalu konstan dalam keadaan terpasang.

Dari grafik pengujian Springclip, setelah pemasangan, clip tersebut idealnya harus menghasilkan gaya cekam sebesar 10000 N dan terlihat pada grafik 1.2, gaya cekam sebesar 10000 N teletak pada displacement 10 mm.

Untuk itu, penulis mengadakan analisa pembebanan pada Springclip untuk mendapatkan pergeseran clip, gaya dan tegangan dengan menggunakan alat bantu program MSC/CASE dan membandingkannya dengan hasil pengujian clamping force (gaya cekam) dari clip.



Gambar 1.2 Grafik gaya cekam dan displacement ... [7].

Penggunaan program MSC/Case, selain mendapatkan pergeseran clip atau displacement tetapi juga mendapatkan distribusi gaya-gaya dan daerah-daerah kritis pada clip.

I.3. Batasan Masalah

Dalam menghitung pergeseran dari clip rel, gaya-gaya yang bekerja atau pembebanannya hanya dibatasi dengan pembebanan statis saja.

I.4. Metoda dan Bahasan

Sebagai metoda dalam pembahasan ini digunakan studi literatur dengan analisa perhitungan menggunakan program komputer.

BAB II

PROSES PEMBUATAN

2.1. Material

Untuk pembuatan Clip pegas ini, material yang dipakai adalah DIN 17220/17221 - 55 Si 7, dengan komposisi :

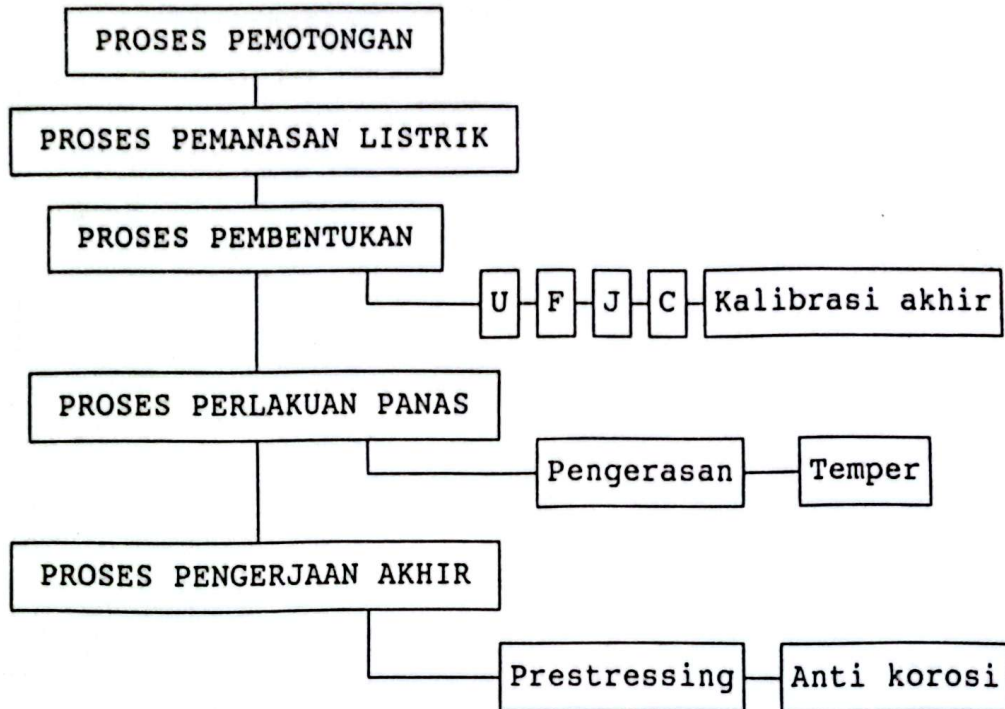
Carbon	(C)	komposisi	: (0,55 - 0,60) %
Mangan	(Mn)	komposisi	: (0,80 - 1,00) %
Silikon	(Si)	komposisi	: (0,50 - 1,80) %
Phospor	(P)	komposisi	: max. 0,035 %
Sulfur	(S)	komposisi	: max. 0,030 %
Aluminum	(Al)	komposisi	: (0.02 - 0,05) %
Chroom	(Cr)	komposisi	: max. 0,20 %

Adapun sifat-sifat mekanis dari material 55 Si7 adalah :

- A. Nilai kekerasan pada permukaan 20 - 30 HRC (kekerasan Rockwell).
- B. Ditekuk pada temperatur 850° - 1000°C tanpa terjadi keretakan.
- C. Dichelup kedalam oli untuk mendapatkan kekerasan 57 - 60 HRC, setelah itu ditemper pada temperatur 465°C dan mendapatkan kekerasan 42 - 46 HRC.

2.2. Proses Pembuatan

Proses pembuatan terbagi dalam beberapa proses pengerjaan seperti yang terlihat pada bagan A.



Bagan A. Bagan Proses Pembuatan

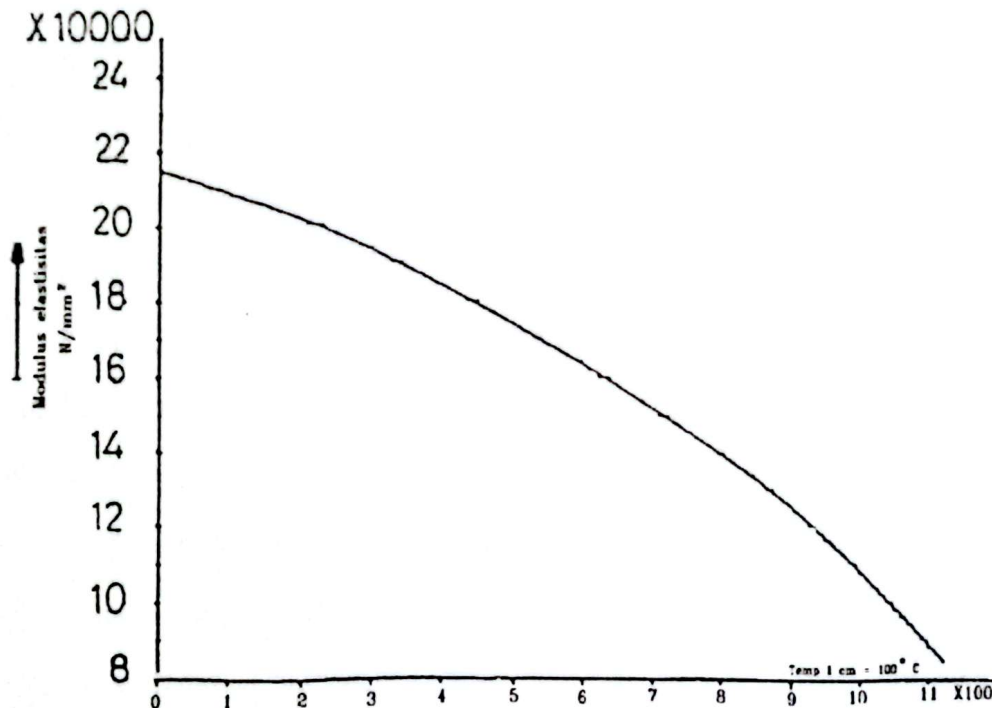
2.2.1. Proses Pemotongan

Ukuran panjang awal batang baja 6490 ± 100 mm, dipotong dengan ukuran $530 \pm 0,5$ mm untuk dijadikan 1 komponen clip rel.

2.2.2. Proses Pemanasan Listrik.

Proses penekukan merupakan proses utama dalam pembentukan awal sampai pada bentuk akhir pegas clip rel. Untuk menghindarkan terjadinya keretakan dan gaya yang besar pada saat penekukan, maka pegas clip rel dipanaskan dengan temperatur sekitar $\pm 950^{\circ}$ C. Pada temperatur tersebut,

modulus elastisitas bahan jauh lebih rendah dibandingkan dalam keadaan dingin dan gaya yang digunakan untuk membentuk clips menjadi lebih rendah. Gambar 2-2 memperlihatkan hubungan antara elastisitas dengan temperatur.



Gambar 2.2 Hubungan antara modulus elastisitas dengan temperatur [7].

Pada dasarnya beberapa sumber panas dapat digunakan untuk memanaskan bahan sampai pada temperatur yang diperkirakan. Karena ada persyaratan yang harus dipenuhi khususnya untuk clips material, tidak semua proses dapat diterima. Beberapa persyaratan yang sangat penting dan harus dipertimbangkan yaitu :

- a. Dekarburasi dengan kedalaman 0,2 mm dari permukaan bahan clips tidak diperbolehkan.

b. Proses yang dipilih harus cepat. Untuk memenuhi persyaratan diatas, maka pemanasan dengan jenis tahanan listrik sangat cocok untuk pemanasan batang baja tersebut.

Batang baja yang telah dipotong diletakan diantara 2 buah elektroda dan arus yang sangat tinggi dikonduksikan ke batang baja tersebut sehingga temperatur batang baja akan naik sampai $\pm 950^{\circ} \text{C}$.

Pada prakteknya, waktu pemanasan dalam 8 detik dapat dicapai, sedangkan waktu siklus pemanasan dapat dihitung berkisar antara 12 - 15 detik.

Waktu pemanasan yang relatif singkat ini merupakan keuntungan yang sangat besar karena tidak akan terjadi dekarburasi pada bahan.

2.2.3. Proses Pembentukan

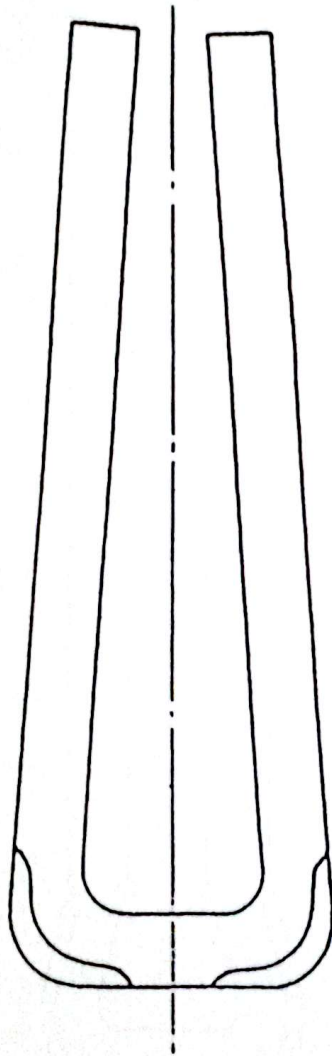
Setelah proses pemanasan dilakukan, maka selanjutnya dilakukan proses pembentukan. Tahapan proses produksi ini dibagi menjadi 5 tahapan yang berbeda. Pembagian tahapan ini disebabkan karena bentuk dari clip yang agak rumit sehingga pembentukan langsung tidak mungkin dilakukan.

Dua buah mesin Single Crank Presses digunakan untuk proses pembentukan ini. Spesifikasi dari mesin tersebut dapat dilihat pada lembaran lampiran A.

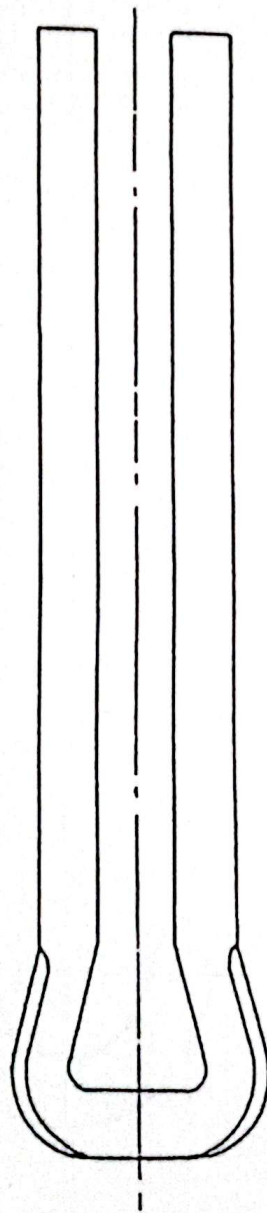
Tahapan-tahapan yang dilakukan pada proses pembentukan adalah :

1. Tahapan pengerjaan menjadi bentuk U
2. Tahapan pengerjaan menjadi bentuk F
3. Tahapan pengerjaan menjadi bentuk J
4. Tahapan pengerjaan menjadi bentuk C
5. Kalibrasi akhir

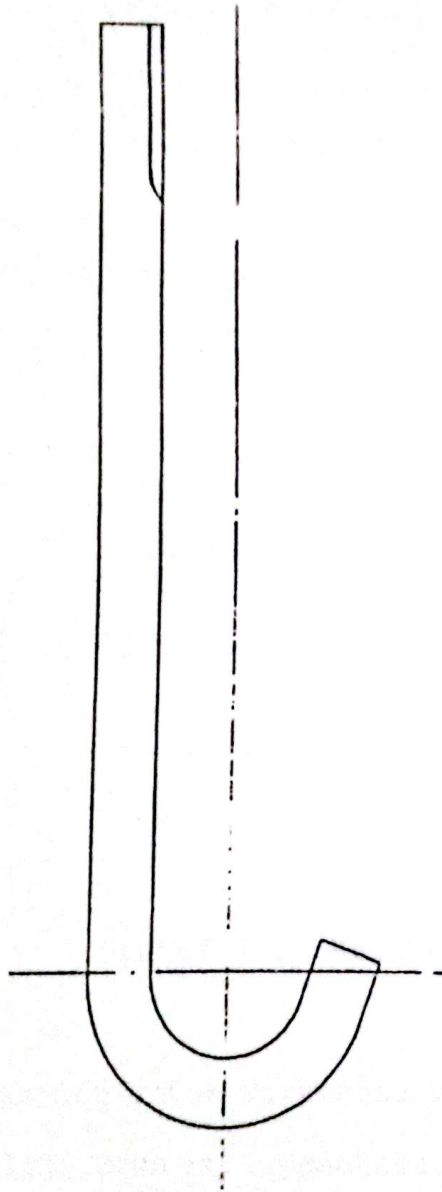
Selama beberapa tingkat pengerjaan produk berikut ini, bentuk produk tersebut akan berubah secara bertahap untuk mencapai bentuk akhir yang diinginkan. Gambar 2.3 sampai dengan gambar 2.7 menunjukkan tahap pembentukan tersebut.



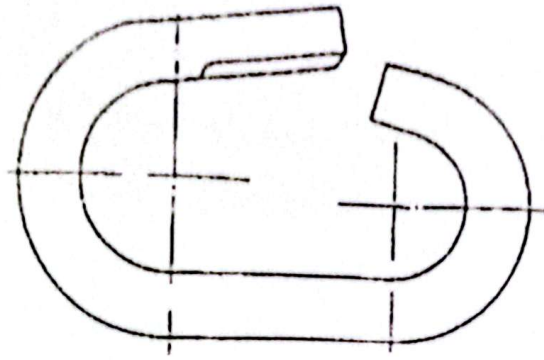
Gambar 2.3 Tahapan pengerjaan menjadi bentuk U



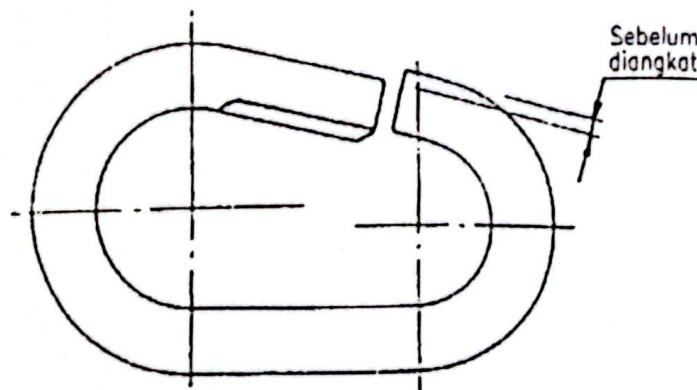
Gambar 2.4 Tahapan pengerjaan menjadi bentuk F



Gambar 2.5 Tahapan pengerjaan menjadi bentuk J



Gambar 2.6 Tahapan pengerjaan menjadi bentuk C



Gambar 2.7 Kalibrasi akhir

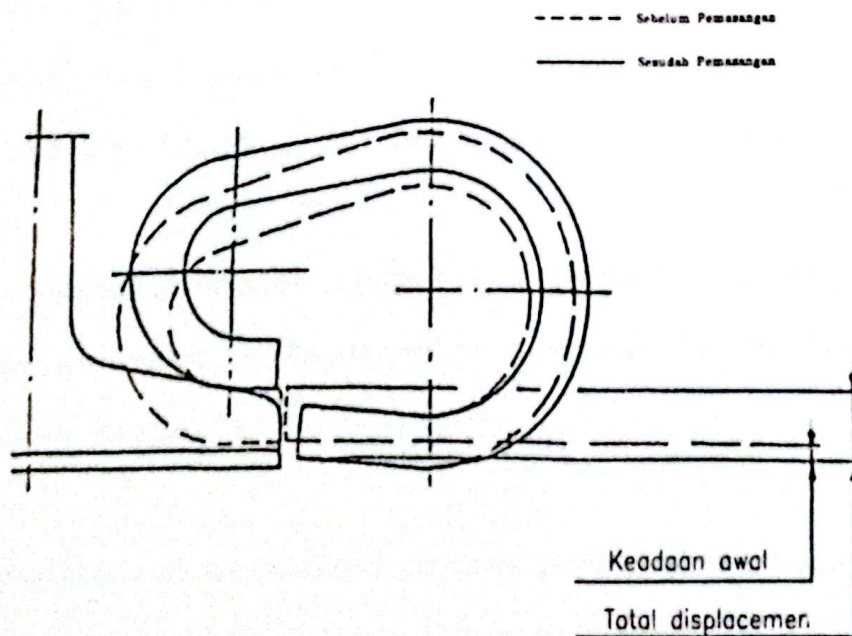
Sangat penting untuk diketahui bahwa bentuk akhir yang didapat setelah operasi penekukan yang kelima bukan merupakan bentuk akhir yang sesungguhnya. Bentuk akhir yang sesungguhnya didapat setelah dilakukan proses Perlakuan Panas dan Prestressing.

Jika terdapat keadaan dimana profil rel berbeda maka pembentukan dari clips harus disesuaikan pada keadaan tersebut. Bentuk yang didapat setelah proses pengerjaan kelima harus disesuaikan pada bentuk produk akhirnya.

2.2.4. Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment)

Tujuan dari proses perlakuan panas adalah untuk merubah sifat mekanis dari pegas clip baja. Dengan sifat mekanis tertentu maka akan dapat menambah gaya jepit per mm displacement.

Displacement adalah gerakan vertikal ujung clips yang ditekek dari keadaan tidak diberi beban sampai keadaan terpasang, hal ini dapat dilihat pada gambar 2-8.



Gambar 2.8 Penjelasan mengenai displacement

Suatu metode untuk merubah elastisitas dapat digunakan proses pengerasan dan temper, dikombinasikan dengan pengerjaan prestressing.

Pada perubahan ini terdiri dari 2 proses perlakuan panas, yaitu proses pengerasan dan proses temper. Setiap proses ini akan diterangkan secara terpisah, yang dimulai dengan proses pengerasan.

2.2.4.1. Pengerasan (Hardening)

Sebagai persiapan untuk proses pengerasan, produk harus dalam keadaan bersih dan kering dan dimasukkan kedalam baki yang terbuat dari baja tahan panas agar tahan terhadap temperatur proses yang tinggi. Dengan demikian baki tersebut dapat digunakan berulang-ulang kali.

Baki yang telah berisi produk ini dibawa ke dapur pengerasan dan dipanaskan hingga mencapai temperatur 850°C. Produk tetap tinggal di dapur pada temperatur tersebut, sampai :

- a. Inti bahan mencapai temperatur yang diinginkan
- b. Struktur bahan mendapat waktu cukup untuk merubah kedalam keadaan austenit.

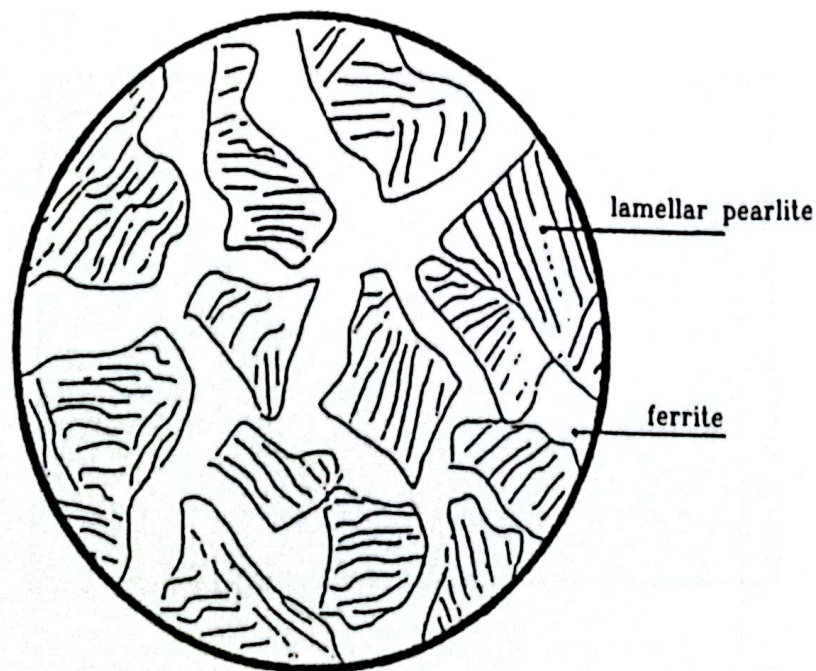
Setelah itu dilakukan proses pendinginan cepat didalam oli khusus. Pengerjaan ini disebut Quench.

Baja yang akan dikeraskan mempunyai kecenderungan kuat untuk mengikat oksigen dari udara sekitarnya pada temperatur yang tinggi.

Sebagai konsekuensinya terjadi dekarburasi yang kuat pada permukaan bahan. Seperti diketahui pada syarat spesifikasi, dekarburasi lebih dari 0,2 mm tidak diperbolehkan. Oleh sebab itu harus dilakukan pengerjaan yang terisolasi dari udara sekelilingnya.

Sebelum dilakukan pengerasan bahan clips mempunyai struktur Ferit yang rendah yang terdiri dari kira-kira 40% Ferrit dan 60% Perlit.

Struktur ini disebut juga struktur hitam/putih sebagai hasil dari warna setelah di etsa, dapat dilihat pada Gambar 2.9. Setelah dilakukan proses pengerasan, struktur ini berubah secara keseluruhan.

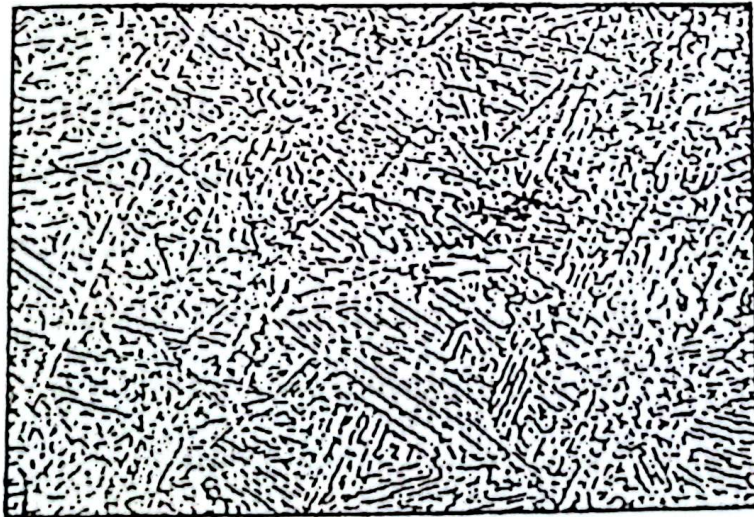


Gambar 2.9 Gambar struktur dari bahan clip sebelum dilakukan proses perlakuan panas. [7]

Pada saat itu terdiri dari kristal yang tumbuh berbentuk seperti goresan-goresan. Kristal-kristal ini menunjukkan struktur berbentuk jarum dan saling berpotongan. Struktur ini disebut Martensit. Martensit bersifat sangat keras, tetapi juga getas, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.10.

Untuk mengembalikan kekakuan bahan ke tingkat yang dapat diterima, dilakukan proses heat treatment yang kedua yang disebut juga proses temper pada temperatur tinggi.

Sebagai hasil dari proses kedua ini akan timbul struktur Bainite bagian atas, Gambar 2.11 memperlihatkan struktur tersebut.



Gambar 2.10 Gambar struktur Martensit. ... [7]



Gambar 2.11 Gambar Struktur Bainite bagian atas... [7]

Gambar 2.9 sampai dengan Gambar 2.11 memperlihatkan struktur dari bahan yang berbeda dalam :

1. Kondisi tidak dilakukan heat treatment.
2. Kondisi dikeraskan.
3. Kondisi dikeraskan dan di temper.

Setelah dilakukan proses pengerasan, maka dilanjutkan secepat mungkin dengan proses temper, tetapi untuk mengurangi kemungkinan terjadinya keretakan akibat proses pengerasan, produk harus dibersihkan terlebih dahulu.

Pengerjaan pembersihan dilakukan untuk membuang sisa-sisa oli setelah dilakukan quenching. Jika sisa-sisa oli ini tidak dibuang, maka akan terbentuk asap yang besar, yang mengotori udara sekitar pabrik.

2.2.4.2. Proses Temper

Proses temper pada temperatur tinggi dilakukan pada temperatur $\pm 465^{\circ}\text{C}$, selama kira-kira 2 jam dan dilanjutkan dengan proses pendinginan.

Walaupun pada prinsipnya, pendinginan dapat dilakukan pada udara sekitarnya, dianjurkan untuk mendinginkan didalam air untuk mencegah timbulnya oksida yang berlebihan pada permukaan bahan.

Seperti diterangkan diatas, struktur martensit bersifat sangat getas yang didapat setelah pengerjaan quench, kemungkinan besar material tersebut akan retak secara spontan.

Jika setelah dilakukan pengerasan tidak dilakukan proses temper sampai esok hari, maka akan timbul keretakan-keretakan yang diperkirakan akibat dari tegangan dalam yang besar.

Oleh karena itu adalah sangat penting bahwa pengerjaan pembersihan dilakukan dengan segera setelah proses quench, yang dilanjutkan dengan proses temper.

Pemilihan temperatur dari proses temper menentukan kekerasan bahan clips pada kondisi akhir. Kekerasan merupakan hal yang sangat penting.

Clips tidak akan memberikan gaya cekam yang diinginkan jika kekerasannya terlalu rendah, sebaliknya kekakuan dari clips akan terlalu rendah jika harga kekerasannya terlalu tinggi. Kekerasan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan harga fatik yang terlalu rendah.

2.2.5. Pengerjaan Akhir

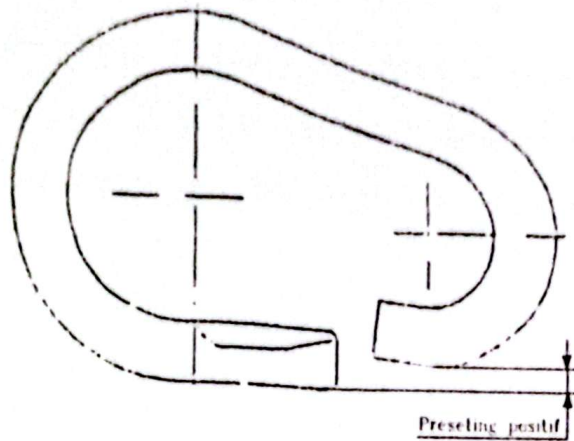
Pengerjaan akhir dibagi menjadi :

1. Prestressing
2. Anti korosi

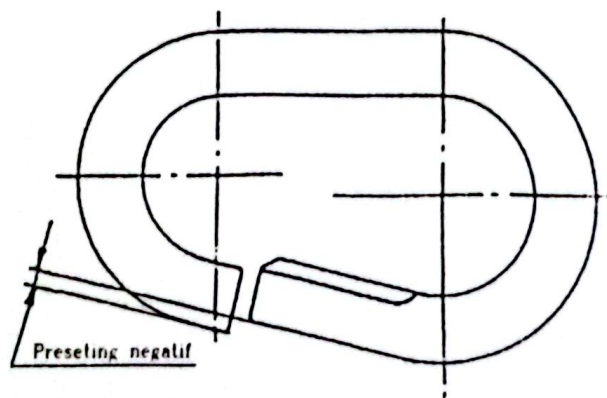
2.2.5.1. Prestressing

Bagian terpenting pada pengerjaan akhir adalah proses prestressing. Karena terdapat bermacam-macam jenis rel, pemegang clip, bantalan dan plat dengan ukuran yang berbeda-beda, maka setiap clip rel harus disiapkan agar sesuai dengan bagian-bagian tersebut. Tujuan ini dapat dicapai dengan memberikan presetting pada clip yang cocok. Presetting ini dapat bersifat positif atau negatif. Penjelasan mengenai presetting positif dan negatif dapat dilihat pada Gambar 2.13 dan 2.14. Perbedaan-perbedaan kecil pada jarak presetting dapat diterima, perbedaan lebih dari 4 mm harus dicegah.

Keuntungan dari proses prestressing adalah bahwa kekuatan fatik akan meningkat tinggi. Ini berarti bahwa clip akan patah jika terjadi siklus beban yang besar.



Gambar 2-12. Prestetting positif



Gambar 2-13. Prestetting negatif

2.2.5.2. Perlakuan Anti Korosi

Setelah proses prestressing, maka dilanjutkan dengan proses perlakuan anti korosi. Perlakuan ini dilakukan dengan mencelup clip ke dalam fluida pencegah karat seperti cat yang cepat kering. Cat yang sesuai adalah cat dengan dasar cellulosa berwarna merah dan mengkilap.

Lapisan cat tidak hanya mencegah pembentukan karat tetapi juga menambah penampilan dari clip rel tersebut.

Pada lampiran B dapat dilihat gambar dari pemasangan Springclip pada beberapa jenis rel kereta api.

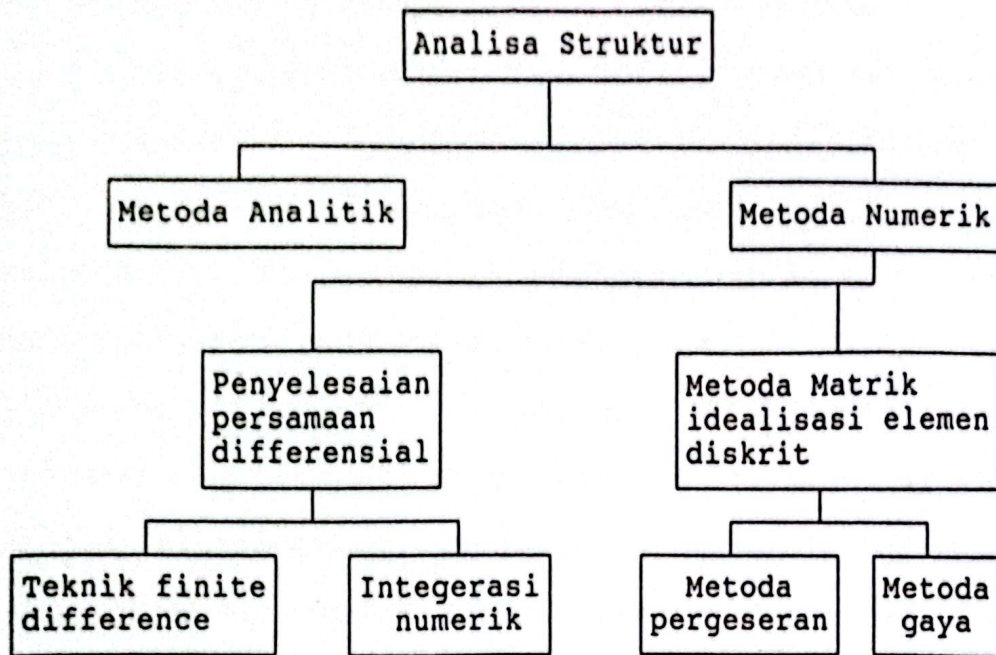
BAB III

LANDASAN TEORI ANALISA PEMBEBANAN

Secara garis besar metoda analisa struktur dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu metoda analitik dan metoda numerik.

Metoda analitik terbatas pada struktur-struktur yang sederhana. Untuk struktur yang besar dan kompleks penggunaan metoda analitik ditinggalkan, karena membutuhkan waktu yang cukup lama dan melibatkan perhitungan yang rumit. Sebagai gantinya digunakan metoda numerik. Perhatikan gambar 3.1, metoda numerik dapat diselesaikan dengan 2 cara, yaitu :

- Solusi numerik dari persamaan-persamaan diferensial untuk perpindahan dan tegangan.
- Metoda Elemen Hingga (Finite Element Method) yang didasari atas idealisasi struktur menjadi elemen-elemen kecil. Untuk struktur batang metoda ini dikenal sebagai metoda matriks.



Gambar 3.1 Metoda analisa struktur

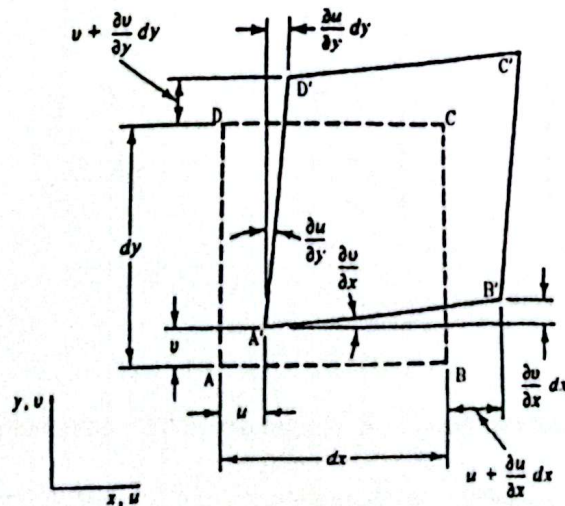
Pada analisa ini dipilih metoda matriks dengan menggunakan metoda pergeseran atau perpindahan. Dasar analisa dengan metoda ini adalah idealisasikan sebagai suatu susunan elemen batang. Beberapa elemen bertemu dititik simpul (joint). Pergeseran titik-titik simpul merupakan besaran yang akan dicari setelah itu dapat dihitung besaran lain seperti tegangan dan gaya-gaya dalam di tiap-tiap elemen.

Untuk mencari pergeseran dititik simpul dibutuhkan tiga prinsip dasar, yaitu kesetimbangan, kesesuaian (compatibility) serta hubungan gaya dengan perubahan panjang. Ketiga hubungan diatas ditambah dengan syarat-syarat batas akan memberikan penyelesaian atas analisa struktur yang direncanakan.

3.1 Metoda Elemen Hingga [Finite Element Method]

Metoda Elemen Hingga atau Finite Element Method (FEM) adalah prosedur numerik untuk memecahkan masalah mekanika kontinum dengan ketelitian yang dapat diterima oleh rekayasawan. FEM merupakan gabungan dari beberapa konsep matematik untuk mendapatkan suatu persamaan baik persamaan linier maupun non linear. Penggunaan FEM dalam menganalisa kekuatan clip tersebut, dengan cara diskritisasi clip dibagi menjadi elemen-elemen, yang disebut elemen hingga. Elemen yang digunakan adalah elemen batang. Elemen ini saling berhubungan pada titik-titik/joint membentuk suatu rangkaian yang secara keseluruhan merupakan model dari Spring clip tersebut.

3.2 Hubungan Regangan dan Pergeseran



Gambar 3.3 Regangan dalam dua dimensi

Pada gambar 3.3 terlihat kepingan persegi kecil ABCD bersisi dx dan dy . Keping ini dibebani dengan suatu cara sehingga tergeser menjadi $A'B'C'D'$, pergeseran A dalam arah x ialah u dan dalam arah y ialah v . Jika kita definisikan regangan normal atau regangan langsung sebagai :

$$\epsilon = \frac{\text{pertambahan panjang}}{\text{panjang mula-mula}} \dots \dots \dots [5].$$

$$\epsilon_x = \frac{\delta u}{\delta x} \quad dx \quad / \quad dx = \delta u / \delta x$$

$$\epsilon_y = \frac{\delta v}{\delta y} \quad dy \quad / \quad dy = \delta v / \delta y$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\delta u}{\delta y} + \frac{\delta v}{\delta x}$$

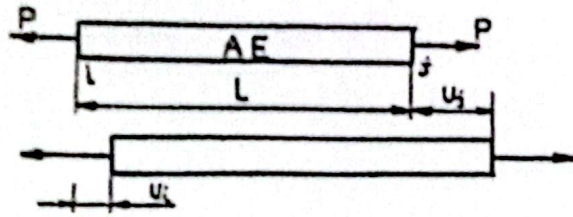
Yang dalam bentuk matriks berbentuk :

$$\begin{bmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta/\delta x & 0 \\ 0 & \delta/\delta y \\ \delta/\delta y & \delta/\delta x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

$$\{\epsilon\} = [B] \{Q\}$$

3.3 Metoda Kekakuan dan Rangka Batang Bidang

Pada struktur ini gaya-gaya yang bekerja, serta pergeseran yang dialaminya hanya sepanjang sumbu aksial batang tersebut. Batang dalam hal ini sering disebut batang anggota dua gaya (two force member).



Gambar.3.4 Batang aksial

Maka perpanjangan :

$$\Delta = \frac{P \cdot L}{A \cdot E} \dots\dots\dots 3.1).$$

Anggap simpul i bergeser sejauh u_i dan simpul j bergeser sejauh u_j dan dengan menganggap arah positif ke kanan, maka didapat :

$$\Delta = u_j - u_i = \frac{P_j \cdot L}{A \cdot E} \dots\dots\dots 3.2).$$

Dari persamaan 3.2). didapat :

$$P_j = \frac{A \cdot E}{L} (u_j - u_i) \dots\dots\dots 3.3).$$

Dengan membuat keseimbangan sepanjang batang, maka :

$$P_i = - P_j = - \frac{A \cdot E}{L} (u_j - u_i)$$

$$P_i = \frac{A \cdot E}{L} (u_i - u_j) \dots\dots\dots 3.4).$$

Dengan menggabungkan persamaan 3.3) dan 3.4) maka didapat sistem persamaan linear, dalam bentuk matriks :

$$\begin{bmatrix} P_i \\ P_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{A.E}{L} & -\frac{A.E}{L} \\ -\frac{A.E}{L} & \frac{A.E}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_i \\ u_j \end{bmatrix} \quad \dots 3.5).$$

$$\{P\} = [K] \{U\} \quad \dots\dots\dots 3.6).$$

[K] biasa disebut dengan matriks kekakuan elemen.

Untuk rangka batang aksial, matriks kekakuan elemen adalah matriks 2 x 2, yaitu :

$$[K] = \frac{A \cdot E}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots 3.7).$$

3.4 Pengenalan MSC/CASE

MSC/CASE (Computer Aided Solution for Engineering) yang dikembangkan oleh Mc Neal Schwendler adalah suatu program paket yang digunakan untuk menjawab masalah analisa struktur yang menggunakan analisa matriks atau dapat juga dikatakan sebagai suatu program yang digunakan secara umum untuk menganalisa masalah struktur yang menggunakan metoda elemen hingga (Finite Element Method).

Dalam menyelesaikan perhitungan ini dibantu dengan paket program MSC/CASE dan modul yang digunakan adalah modul C5 yaitu Rangka 2-D Umum. Prosedur dalam menjalankan program MSC/CASE dapat dilihat pada lampiran C.

BAB IV

ANALISA PEMBEBANAN D.E SPRINGCLIP

4.1 Material Konstruksi D.E Springclip

Seperti yang diketahui dalam bab II, material yang digunakan adalah Baja pegas DIN 17220/17221 - 55 Si 7, didapat data dari tabel 1.1-1, Grundlagen des Konstruierens (lampiran D) adalah sebagai berikut :

Tegangan maksimum = $(\sigma_B) = 130 - 150 \text{ kg/mm}^2$

Tegangan yield = $(\sigma_S) = 110 \text{ kg/mm}^2$

Modulus Elastisitas = $(E) = 21000 \text{ kg/mm}^2$

4.2 Analisa Pembebanan D.E. Springclip Dengan Alat Bantu

MSC/CASE

4.2.1 Diagram Alir Analisa Pembebanan

Analisa pembebanan penjepit kereta api dengan metoda elemen hingga dibantu program MSC/CASE ini meliputi beberapa bagian, yaitu :

- a). Idealisasi struktur, yang terdiri dari jenis elemen, jumlah elemen dan titik simpul atau joint, menentukan jenis dan jumlah tumpuan.

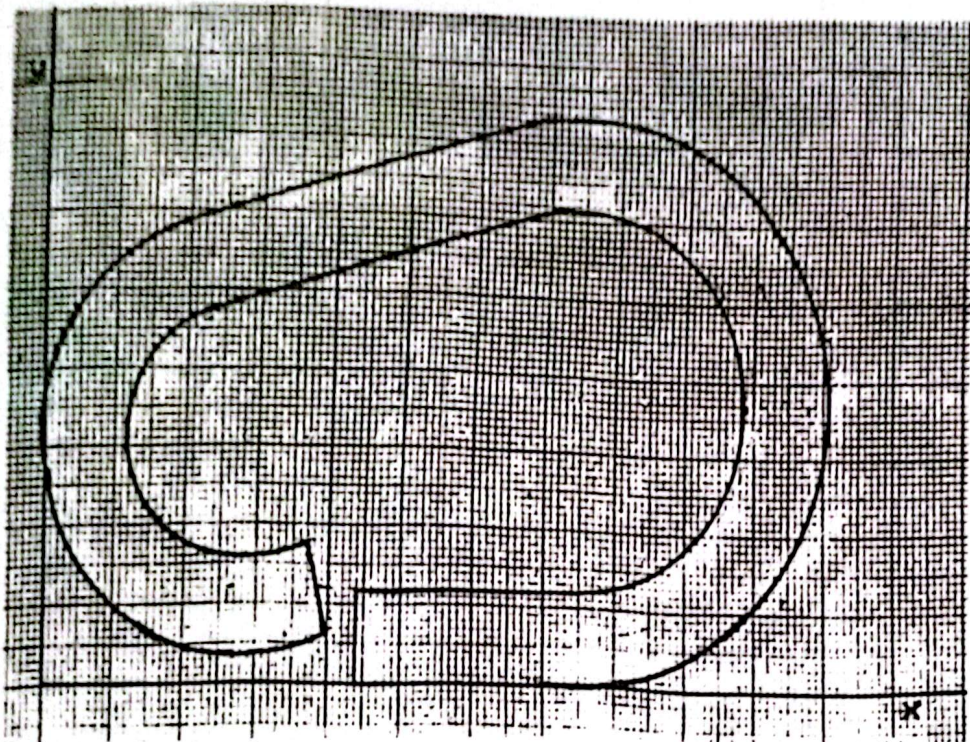
- b). Memasukkan data struktur, yang terdiri dari jumlah batang dan titik simpul, koordinat titik simpul, gaya yang bekerja, luas penampang bahan, momen inersia bahan dan modulus elastisitas serta jumlah dan sifat tumpuan.
- c). Penataan matriks kekakuan.
- d). Penataan data-data beban, meliputi beban dititik simpul.
- e). Hasil-hasil analisa, meliputi perhitungan pergeseran (displacement), dan reaksi gaya-gaya.

Urutan dari bagian c sampai dengan e dilakukan dengan bantuan komputer (dalam hal ini MSC/CASE PROGRAM).

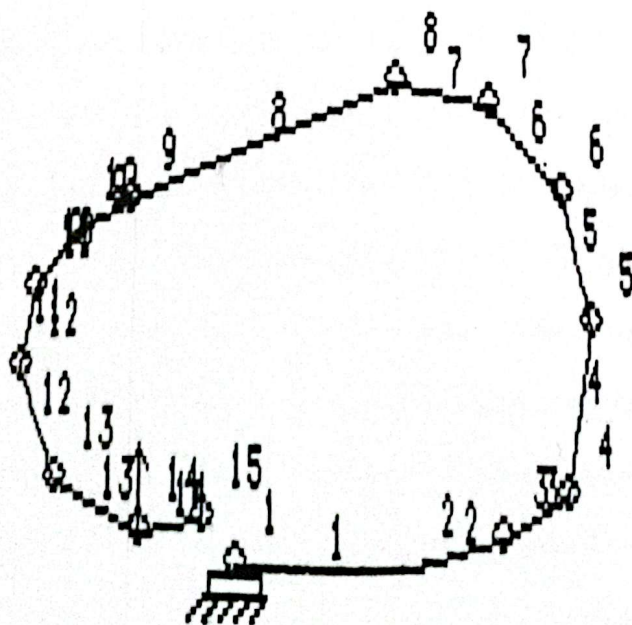
4.2.2 Gambaran Permodelan Struktur Dalam MSC/CASE

Struktur clip diidealisasikan dalam permodelan Case sebagai struktur batang seperti terlihat pada alam gambar 4.1a dan gambar 4.1.b.

Model tersebut tersusun atas 15 titik (joint), 14 batang penghubung (member), 1 pengekangan jepit dan 1 gaya yang bekerja pada joint 14.



Gambar 4.1a Penentuan koordinat pada clip



Gambar 4.1b Permodelan struktur clip pada MSC/CASE

4.2.3 Penentuan Data Koordinat

Dari gambar 4.1a, maka koordinat-koordinat dapat dilihat pada tabel 4-1.

Tabel 4-1 Koordinat titik/joint

Joint	Koordinat X (mm)	Koordinat Y (mm)
1	44	6
2	74	6
3	90	10
4	100	20
5	105	37
6	100	53
7	87	65
8	69	67
9	15	50
10	10	46
11	7	38
12	6	31
13	13	15
14	27	10
15	37	12

4.2.4 Beban Yang Bekerja Pada Springclip

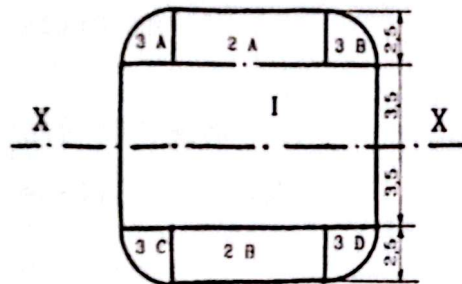
Dalam analisa pembebanan dalam MSC/CASE, bentuk clip yang simetris antara batang kiri dan batang kanan dapat disederhanakan/diambil salah satu bentuk batang saja.

Gaya luar yang bekerja pada joint 14 yang merupakan titik singgung antara clip dengan rel. Dari data percobaan uji cekam clip (Lampiran F), beban yang terjadi merupakan hasil dari sepasang clip, berarti untuk satu clip, beban tersebut dibagi dua. Seperti diterangkan diatas, sebagai konsekuensinya hasil dari beban pada satu clip harus dibagi lagi dengan dua, maka harga tersebut yang dimasukkan kedalam data gaya pada MSC/CASE.

4.2.5 Luas Penampang dan Momen Inersia untuk Penampang Bahan

Perhitungan momen inersia untuk tipe profil dapat dihitung dengan faktor yang diketahui dan sumbu acuan pada bagian atas hingga sumbu titik berat untuk koordinat yang diketahui.

A). Tinjau Penampang A-A (Lampiran G) :



Gambar 4.3a Penampang A-A

$$A_1 = 7 \times 12 = 84 \text{ mm}^2$$

$$I_{11} = \frac{b \times h^3}{12} \dots\dots\dots [8].$$

$$= \frac{12 \times 7^3}{12} = 343 \text{ mm}^4$$

$$A_{2A} = 17,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{x2A} = I_x + A \cdot d^2 \dots\dots\dots [8].$$

$$= \frac{7 \times 2,5^3}{12} + 7 \times 2,5 \left(\frac{2,5}{2} + 3,5 \right)^2 = 403,9583 \text{ mm}^4$$

$$A_{2B} = A_{2A} = 17,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{2B} = I_{2A} = 403,9583 \text{ mm}^4$$

$$A_{1A} = \frac{\pi \times 2,5^2}{4} = 4,90874 \text{ mm}^2$$

$$I_{x1A} = 0,055 \cdot 2,5^4 + \frac{\pi \times 2,5^2}{4} \left(3,5 + \frac{4 \times 2,5}{3 \times \pi} \right)^2$$

$$= 104,26503 \text{ mm}^4$$

$$A_{3B} = A_{3A} = 4,90874 \text{ mm}^2$$

$$I_{x3B} = I_{x3A} = 104,26503 \text{ mm}^4$$

$$A_{3C} = A_{3D} = A_{3A} = 4,90874 \text{ mm}^2$$

$$I_{x3C} = I_{x3D} = I_{x3A} = 104,26503 \text{ mm}^4$$

Luas Total =

$$A = A_1 + A_{2A} + A_{2B} + A_{3A} + A_{3B} + A_{3C} + A_{3D}$$

$$= 84 + (2 \times 17,5) + (4 \times 4,90874) =$$

$$= 138,63496 \text{ mm}^2 = 138,63 \text{ mm}^2$$

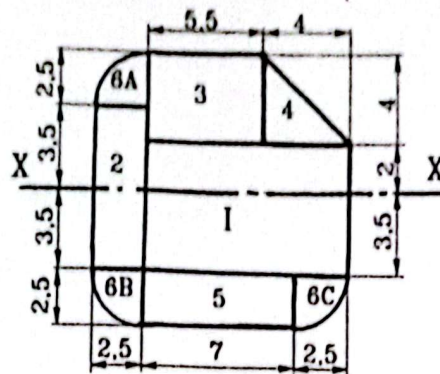
Momen Inersia =

$$I_X = I_{x1} + I_{x2A} + I_{x2B} + I_{x3A} + I_{x3B} + I_{x3C} + I_{x3D}$$

$$= 343 + (2 \times 403,9583) + (4 \times 104,26503)$$

$$= 1567,97672 \text{ mm}^4 = 1568 \text{ mm}^4$$

b). Tinjau Penampang B-B (Lampiran G) :



Gambar 4.3b Penampang B-B

$$A_1 = 5,5 \times 9,5 = 52,25 \text{ mm}^2$$

$$I_{x1} = \frac{9,5 \times 5,5^3}{12} = 131,7135 \text{ mm}^4$$

$$A_2 = 7 \times 2,5 = 17,5 \text{ mm}_2$$

$$I_{x2} = \frac{2,5 \times 7^3}{12} = 71,4583 \text{ mm}^4$$

$$A_3 = 5,5 \times 4 = 22 \text{ mm}^2$$

$$I_{x3} = \frac{5,5 \times 4^3}{12} + (2 + 2)^2 \times 5,5 \times 4 = 381,3333 \text{ mm}^4$$

$$A_4 = \frac{4 \times 4}{2} = 8 \text{ mm}^2$$

$$I_{x4} = \frac{4 \times 4^3}{36} + \left(2 + \frac{4}{3}\right)^2 \times \frac{4 \times 4}{2} = 96 \text{ mm}^4$$

$$A_5 = 7 \times 2,5 = 17,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{x5} = \frac{7 \times 2,5^3}{12} \left(3,5 + \frac{2,5}{2}\right)^2 \times 7 \times 2,5 = 403,9583 \text{ mm}^4$$

$$A_{6A} = \frac{\pi \times 2,5^2}{4} = 4,90874 \text{ mm}^2$$

$$I_{x6A} = 0,055 \times 2,5^4 + \frac{\pi \times 2,5^2}{4} \left(3,5 + \frac{4 \times 2,5}{3 \times \pi} \right)^2 =$$

$$= 104,26503 \text{ mm}^4$$

$$A_{6B} = A_{6A} = A_{6C} = 4,90874 \text{ mm}^2$$

$$I_{x6A} = I_{x6B} = I_{x6C} = 104,26503 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Total} = A &= A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_{6A} + A_{6B} + A_{6C} \\ &= 52,25 + 17,5 + 22 + 8 + 17,5 + 3 \cdot 4,90874 \\ &= 131,97622 \text{ mm}^2 = 131,98 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen Inersia =

$$\begin{aligned} I_X &= I_{x1} + I_{x2} + I_{x3} + I_{x4} + I_{x5} + I_{x6A} + I_{x6B} + I_{x6C} \\ &= 131,7135 + 71,4583 + 381,3333 + 96 + 403,9583 + \\ &\quad (3 \times 104,26503) \\ &= 1397,2585 \text{ mm}^4 = 1397,3 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

4.3 Pembahasan Hasil Analisa Pembebanan Springclip

Dengan penggunaan FEM dengan alat bantu program CASE, maka didapatkan hasil (output CASE dapat dilihat pada lampiran E), sebagai berikut :

4.3.1 Pergeseran (displacement)

Dari data pengujian gaya cekam (lampiran F) yang didapat dari PT.PINDAD, dapat dilihat pada lot 12, beban yang dihasilkan lebih besar dari pada lot 13 dan lot 14, maka perhitungan pergeseran hanya dilakukan pada lot 12.

Tabel 4.2 Pergeseran terbesar pada titik/joint

Kasus 5 mm	Pergeseran	Joint
T1 (mm)	2,9494	8
T2 (mm)	7,7468	12
T3 (rad)	-0,0967	9

Kasus 10 mm	Pergeseran	Joint
T1 (mm)	4,9707	8
T2 (mm)	13,056	12
T3 (rad)	-0,16313	9

Kasus 12 mm	Pergeseran	Joint
T1 (mm)	6,1876	8
T2 (mm)	16,252	12
T3 (rad)	-0,20306	9

T1 = pergeseran translasi pada sumbu x

T2 = pergeseran translasi pada sumbu y

T3 = pergeseran rotasi pada sumbu z

4.3.2 Reaksi Gaya-Gaya Dalam Yang Terjadi

Reaksi gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur clip, dapat dilihat pada lampiran E

Tabel 4.3 Reaksi gaya dalam terbesar pada batang

Kasus	Member	Momen Bending (kg.mm)		Faksial (kg)
		joint 1	joint 2	
5 mm	5	- 2786,2	2607,7	341,05
	4	- 2607,3	2786,2	342,77
	11	714,68	- 750,48	- 353,25
10 mm	5	- 4695,6	- 4394,8	574,75
	4	- 4394,2	4695,5	577,67
	11	1204,4	- 1264,8	- 595
12 mm	5	- 5845,1	5470,7	715,45
	4	- 5469,9	5845,1	719,06
	11	1499,3	- 1574,4	- 741,5

4.3.3 Tegangan Yang Diijinkan

Dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma S}{S} \dots \dots \dots [2]$$

dimana S = 1,5 - 2

Maka tegangan yang diijinkan :

$$\sigma_{ijin} = \frac{110}{2} = 55 \text{ kg/mm}^2$$

4.3.4 Tegangan Yang Terjadi Pada Struktur

Dari reaksi gaya-gaya yang terjadi, maka tiap penampang elemen dapat dihitung tegangan yang terjadi.

$$\text{Tegangan bending yang terjadi : } \sigma_b = \frac{M \cdot y}{I} \dots\dots\dots [3].$$

Dimana y adalah jarak titik berat penampang terhadap titik orientasi yang dihitung.

Untuk momen bending di joint 1 :

$$\sigma_{b1} = A_1 = \frac{M_b \text{ di joint 1} \cdot y}{I}$$

Untuk momen bending di joint 2 :

$$\sigma_{b2} = A_2 = \frac{M_b \text{ di joint 2} \cdot y}{I}$$

$$\text{Tegangan aksial : } \sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [3]$$

$$\text{Tegangan maksimum} = \sigma_{\max} = \frac{P}{A} + \frac{M \cdot y}{I}$$

$$\text{Tegangan minimum} = \sigma_{\min} = \frac{P}{A} - \frac{M \cdot y}{I}$$

Dengan menggunakan persamaan-persamaan tersebut, distribusi tegangan dapat dihitung.

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat hasil tegangan pada batang yang diambil data dari :

1. Momen bending terbesar pada joint 1
2. Momen bending terbesar pada joint 2
3. Gaya aksial terbesar

Tabel 4.4 Tegangan yang terjadi pada batang

KASUS	MOMEN BENDING (kg.mm)	F_{aksial} (kg)	σ_{max} (kg/mm ²)	σ_{min} (kg/mm ²)
5 mm				
A ₁	-2786,2	341,05	- 8,201	13,00
A ₂	2786,2	342,77	13,134	- 8,188
A ₃	-750,48	-353,25	- 5,419	0,323
10 mm				
A ₁	-4695,6	574,75	-13,821	-22,113
A ₂	4695,5	577,67	22,134	-13,800
A ₃	-1264,8	-595	- 9,131	0,547
12 mm				
A ₁	-5845,1	715,45	-17,205	27,527
A ₂	5845,1	719,06	27,553	-17,179
A ₃	-1574,4	-741,5	-11,373	0,675

Tanda (-) dan (+) pada tegangan menandakan :

(-) = tekan (compression)

(+) = tarik (tension)

A₁ = Momen bending terbesar pada joint 1

A₂ = Momen bending terbesar pada joint 2

A₃ = Gaya aksial terbesar

BAB V

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan displacement dan gaya dalam yang bekerja dengan menggunakan metoda elemen hingga dan alat bantu program MSC/CASE terhadap pembebanan struktur D.E Springclip dan proses pembuatan, didapat beberapa kesimpulan:

1. Tegangan-tegangan yang terjadi pada penampang elemen masih jauh dibawah kekuatan bahan yang dipergunakan.

$$\sigma_{max} < \sigma_{ijin}$$

2. Tegangan terbesar terjadi pada member 4.
3. Kekuatan bahan dapat ditingkatkan dengan dilakukannya proses perlakuan panas (Heat Treatment)
4. Pergeseran/displacement yang terbesar terjadi pada arah sumbu Y (T2), hal ini disebabkan beban yang terjadi pada saat pemasangan atau gaya terhadap sumbu Y.
5. Penggunaan komputer dalam menganalisa suatu struktur, mempermudah penyelesaian dan perbaikan-perbaikan yang hendak dilakukan.
6. Pergeseran (displacement) dari hasil perhitungan program MSC/CASE tidak berbeda jauh dengan hasil pengujian gaya cekam.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ir. Heinz Frick, Mekanika Teknik I & II, Yayasan Kanisius, 1984 edisi ke 4
2. Georg Reitor und Klaus Hohmann, Grunddlagen des Konstruierens, Verlag W. Girardet Essen, Germany, 1977
3. Popov, E.P., Mechanic of Material (Mekanika Teknik), terj. Zainul Astaman, Jakarta : Erlangga, 1986.
4. Cook, RD., Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 2nd Ed., Wiley, New York, 1981.
5. Sriyanto., Gunara, Devi M., Kamil, Sulaiman., Beban Statis dan Berulang Pada Perencanaan Struktur.
6. William, Weaver., R Johston, Paul., Elemen Hingga Untuk Analisa Struktur, PT ERESKO, Bandung 1989.
7. D.E SPRING CLIP Manual, Hollandia Kloos.
8. Singer, Ferdinand., Pytel, Andrew., Strength of Material, Penerbit Erlangga, Jakarta 1985

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

MESIN-MESIN YANG DIGUNAKAN DALAM PROSES PEMBENTUKAN

1. Mesin Potong

Cocok untuk pemotongan dan penekukan awal.

Kapasitas : 2500 KN (250 ton)

Langkah pergerakan : 200 mm

Jumlah langkah : 32/menit

Jarak max dari meja ke slide : 560 mm

penyetelan slide : 140 mm

Jarak sumbu slide kerangka : 400 mm

Kapasitas motor listrik utama : 27 kW - 380 kV - 1400 rpm

Dimensi keseluruhan : (h x w x d) 560 x 2640 x 2700 mm

Berat 26500 kg

2. Pemanas Tahanan Listrik

Cocok untuk pemanasan profil dengan penampang segi empat dengan sisi 12 mm dan panjang 530 mm.

Temperatur pemanasan : 900 - 950 C.

Waktu pemanasan : sekitar 8 detik

Waktu siklus : 12 - 15 detik

Kapasitas max. : 300 lembar/jam

Kapasitas listrik : 100 kVa - 2 fasa - 380 V

Kapasitas konveyor rantai : minimum 50 lembar

Ukuran keseluruhan : (h x w x d) 1300 x 1700 x 1800 mm

3. Crank Press Tunggal

Cocok untuk membuat bentuk U, F, J dan C.

Kapasitas : 1000 KN (100 ton)

Langkah slide : 25 -130 mm

Jumlah langkah : 80/menit

Jarak max dari meja ke slide 400 mm

Penyetelan slide 100 mm

Jarak sumbu slide ke kerangka : 320 mm

Kapasitas motor listrik utama : 14.5 kW - 380 kV

Dimensi keseluruhan : (h x w x d) 2725 x 1430 x 1850 mm

Berat : 6750 kg

4. Dapur Heat Treatment

Cocok untuk pengerasan clip.

Jenis : T7, quench yang diisolasi

Kapasitas : max. 600 kg

Dimensi baki : max. 510 x 760 x 1220 mm (h x w x d)

Energi pemanasan : gas alam (atau listrik)

Input energi max. : 228 kW (atau 119 kW untuk listrik)

Laju pemanasan : 500 kg baja/ jam (dari 20 - 850 C)

Temperatur kerja max. : 1100 C

Kapasitas penampungan oli : kira-kira 3200 l

Dimensi total : 430 x 2500 x 4500 mm (h x w x l)

Berat : 7000 kg

5. Mesin Pembersih

Cocok untuk membersihkan clip yang telah dikeraskan dan membuat clip tersebut bebas dari oli.

Jenis : Ukuran 7

Kapasitas : max. 600 kg

Dimensi baki : max. 510 x 760 x 1220 mm (h x w x d)

Energi pemanasan : gas alam atau listrik

Input energi max. : 75 kW untuk gas atau 36 kW untuk listrik

Kapasitas penampungan : 2900 ltr

Dimensi total : 3000 x 2550 x 2100 mm (h x w x l)

Berat : 2600 kg

6. Crank Press Tunggal

Untuk prestressing clip

Kapasitas : 630 KN (63 ton)

Langkah slide : 10 -100 mm

Jumlah langkah :125/menit

Jarak max dari meja ke slide 340 mm

Penyetelan slide : 80 mm

Jarak sumbu slide ke kerangka : 260 mm

Kapasitas motor listrik utama : 8.3 kW - 380 kV

Dimensi keseluruhan : (h x w x d) 2880 x 1450 x 1730 mm

Berat : 5900 kg

7. Instalasi Perlakuan Anti Korosi Clip

Kapasitas : 420 - 2160 clip/ jam

sistem pengangkutan : konveyor rantai

Panjang rantai : kira-kira 25 m

Waktu siklus : 4 - 20 menit

Ukuran Kotak cat : 400 x 400 x 250 mm

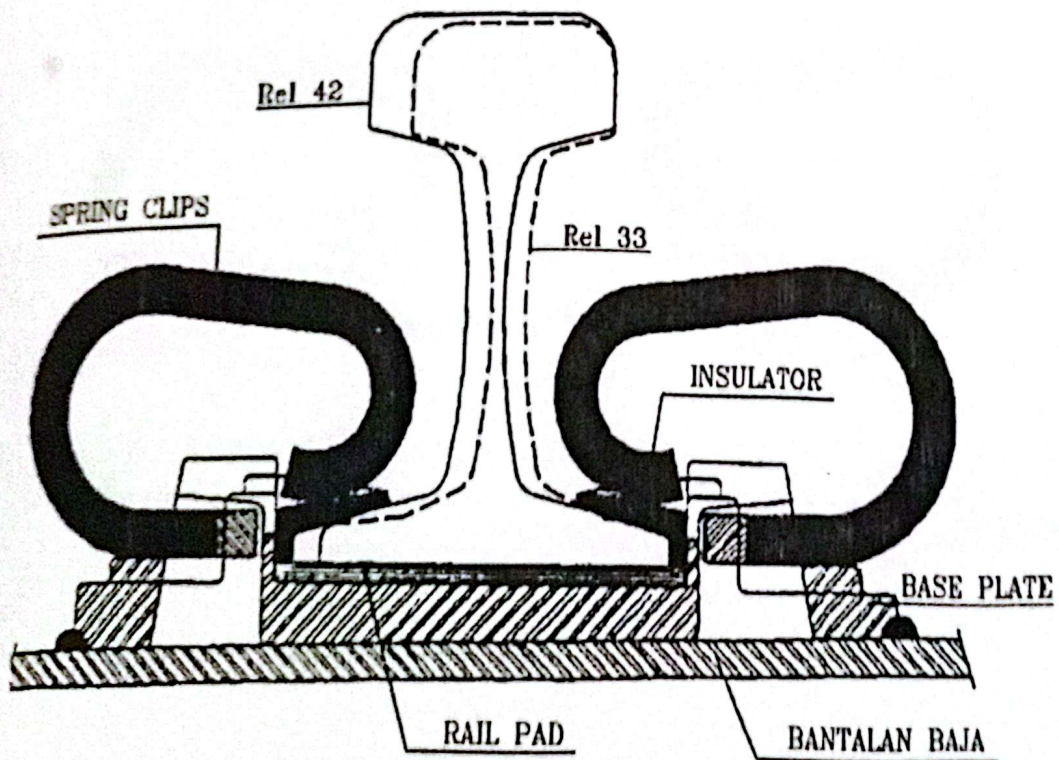
Kapasitas motor listrik : 0.5 kW

Dimensi total : 3000 x 600 x 4000 (h x w x d)

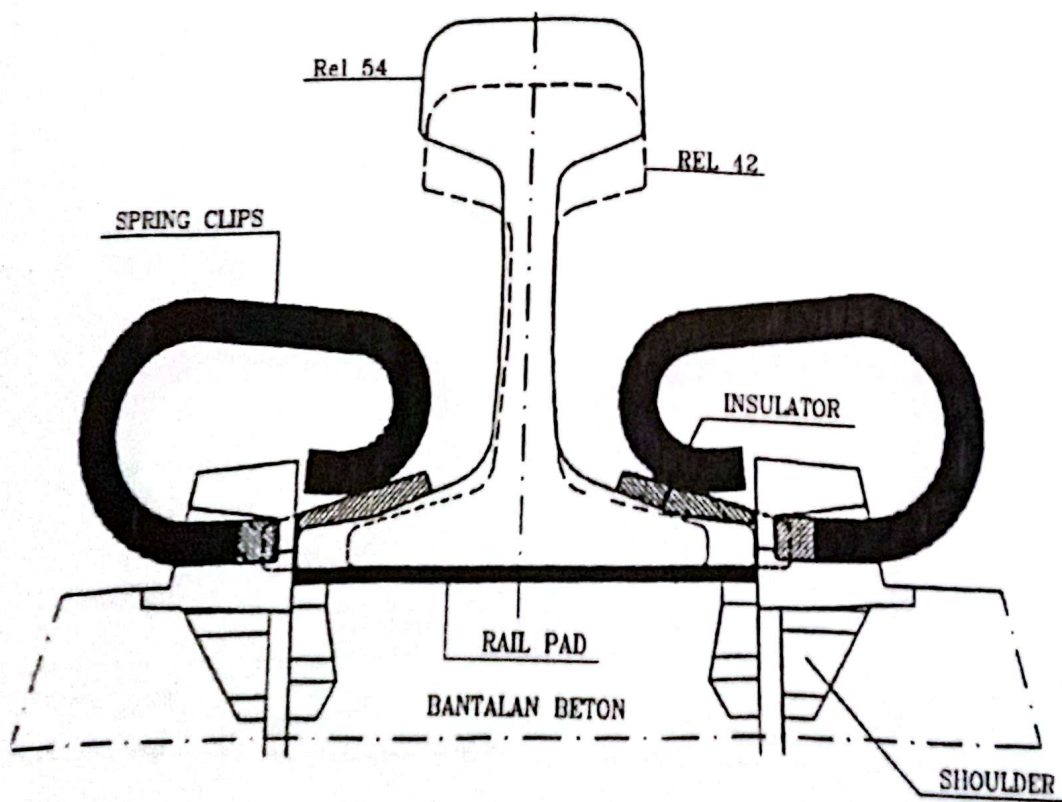
Berat : kira-kira 3800 kg

LAMPIRAN B

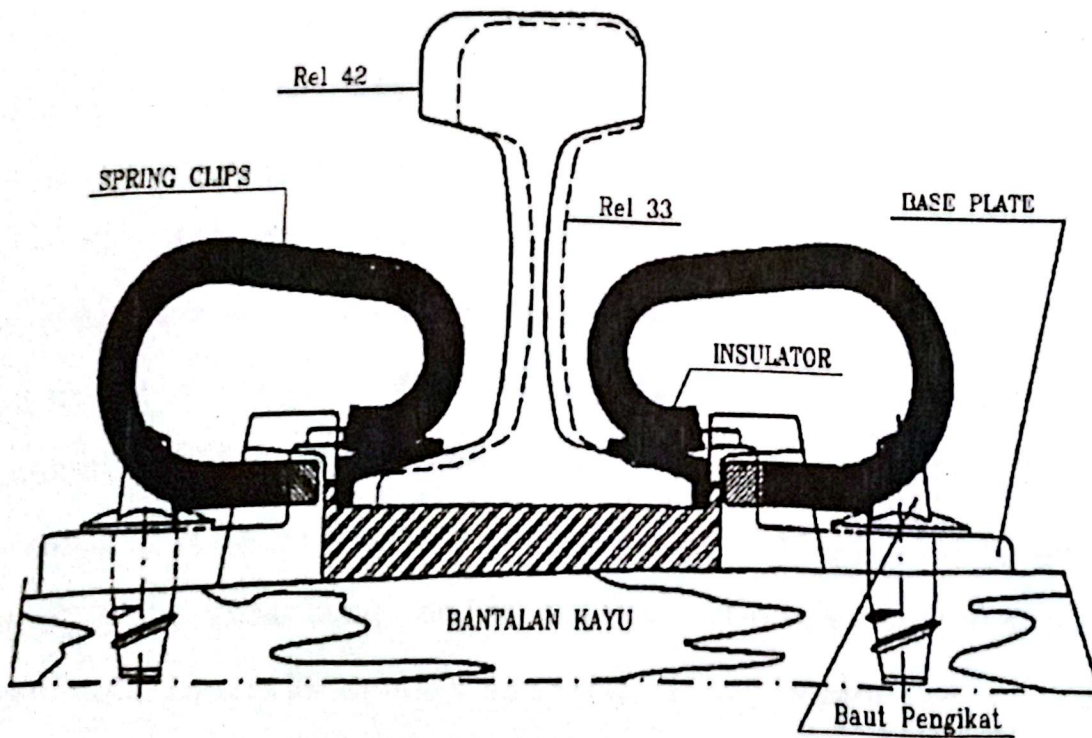
SUSUNAN PENAMBAT SISTIM D.E SPRING CLIP
UNTUK BANTALAN BAJA KOMBINASI REL R.42 DAN R.33



SUSUNAN PENAMBAT SISTIM D.E SPING CLIP
UNTUK BANTALAN BETON KOMBINASI REL R.54 DAN R.42



SUSUNAN PENAMBAT SISTIM D.E SPRING CLIP
UNTUK BANTALAN KAYU KOMBINASI REL R.42 DAN R.33



LAMPIRAN C

PROSEDUR PEMAKAIAN MSC/CASE

MSC/CASE adalah suatu program paket yang digunakan untuk menjawab masalah analisa struktur yang menggunakan analisa matriks atau dapat juga dikatakan sebagai suatu program yang digunakan secara umum untuk menganalisa masalah struktur yang menggunakan metoda elemen hingga (Finite Element Method).

Dalam menyelesaikan perhitungan ini dibantu dengan paket program MSC/CASE dan modul yang digunakan adalah modul C5 yaitu Rangka 2-D Umum.

MSC/CASE Modul C5 ini adalah program untuk menghitung lendutan sambungan, gaya-gaya batang penghubung dan momen lentur untuk rangka 2-dimensi. Setiap rangka 2-D yang secara kinematis stabil dapat dirangkai dengan menggunakan maksimum 15 sambungan dan 15 batang penghubung. Setiap batang penghubung dapat disambung dalam setiap orientasi sembarang dan dapat didefinisikan dengan panjang, luas, momen inersia, dan modulus elastisitas tertentu.

Beban terkonsentrasi pada sambungan dapat diberikan pada setiap atau semua sambungan.

Beban pada sambungan terdiri dari kombinasi jenis-jenis beban berikut ini :

1. Gaya horisontal
2. Gaya vertikal

Kekangan pada sambungan dapat diterapkan di setiap atau semua sambungan. Jenis-jenis kekangan pada sambungan adalah:

1. Tumpuan roll horisontal
2. Tumpuan roll vertikal
3. Tumpuan sederhana
4. Tumpuan dalam arah horisontal
5. Tumpuan dalam arah vertikal
6. Tumpuan jepit

Menu untuk parameter rangka ditampilkan di menu awal dari program ini. Menu ini terdiri dari 5 parameter dimana pemakai mendefinisikan konfigurasi umum dari rangka 2-D.

Pemakai harus mendefinisikan jumlah sambungan yang dibutuhkan untuk membentuk rangka, jumlah batang penghubung, jumlah kekangan pada sambungan, jumlah beban terkonsentrasi pada sambungan, dan jumlah sifat batang penghubung.

Setelah ditetapkan parameter-parameter yang digunakan untuk rangka, menu parameter rangka digantikan dengan menu koordinat sambungan.

Menu koordinat sambungan menyatakan sejumlah prompt dimana pemakai diminta untuk mengidentifikasi lokasi dari semua sambungan. Dan Dimensi sambungan untuk semua data diberikan dalam 2-D rangka.

Nomor identifikasi sambungan ini disimpan dan digunakan oleh MSC/CASE (digunakan secara konsisten pada masukan data yang lainnya).

Setelah koordinat-koordinat sambungan untuk rangka didefinisikan, menu koordinat sambungan dilanjutkan dengan menu sifat-sifat batang penghubung.

Menu sifat batang penghubung memungkinkan pemakai untuk mendefinisikan sejumlah sifat-sifat batang penghubung sampai maksimum 15 buah.

Setiap sifat batang penghubung ini terdiri dari luas penampang lintang, momen inersia, dan modulus elastisitas dari batang penghubung.

Setelah sifat batang penghubung dari batang penghubung rangka dipilih, menu sifat batang penghubung dilanjutkan dengan menu penyambung batang penghubung.

Menu penyambung batang penghubung menyatakan sejumlah prompt yang memungkinkan pemakai untuk mendefinisikan satu sambungan ke-sambungan lain yang menyambung batang penghubung dan sifat batang penghubung yang berhubungan dengan setiap batang penghubung.

Setelah semua penyambung batang penghubung untuk rangka didefinisikan, menu penyambung batang penghubung dilanjutkan lagi dengan menu kekangan sambungan.

Menu kekangan sambungan ini memungkinkan pemakai untuk mendefinisikan jenis kekangan pada sambungan untuk rangka 2-Dimensi. Tersedia 6 buah pilihan jenis kekangan dan ditampilkan pada layar di menu ini.

Setelah kekangan pada sambungan untuk rangka selesai didefinisikan, menu kekangan sambungan diganti dengan menu beban terkonsentrasi pada sambungan.

Menu beban terkonsentrasi pada sambungan ini menyatakan sejumlah prompt yang memungkinkan pemakai mendefinisikan semua beban terkonsentrasi pada sambungan yang bekerja pada rangka.

Setiap kombinasi dari beban horisontal, beban vertikal, dan momen lentur dapat diberikan pada setiap sambungan.

Jumlah sambungan dengan pembebanan yang diberikan dispesifikasikan di menu parameter rangka.

MSC/CASE melanjutkan dengan memproses persamaan yang sesuai, menghapus menu beban terkonsentrasi pada sambungan, dan kemudian menampilkan (sebagai keluaran pertama pada layar monitor) diagram lendutan rangka.

Lendutan maksimum, gaya-gaya aksial, dan momen lentur pada sambungan diberikan dalam bentuk angka-angka.

L = Satuan Panjang
 F = Satuan Gaya

Masukkan	Satuan	Deskripsi
Koordinat-X(i)		Kedudukan Horisontal
Koordinat-Y(i)	(L)	Kedudukan Vertikal
Luas	(L ²)	Luas penampang lintang dari sifat batang penghubung
Modulus elastisitas	(F/(L ²))	Modulus elastisitas dari sifat batang penghubung
Gaya-X(i)	(F)	Gaya horisontal
Gaya-Y(i)	(F)	Gaya vertikal yang diberikan pada sambungan
Momen-Z(i)	(F*L)	Momen lentur bidang yang diberikan pada sambungan

Keluaran	Satuan	Deskripsi
x _{max} , y _{max}	(L)	Lendutan maksimum rangka dalam arah horisontal dan vertikal
A _{max}	(F)	Gaya aksial maksimum batang penghubung rangka
M _{max}	(F*L)	Momen lentur maksimum sambungan rangka

LAMPIRAN D

DATA MATERIAL DIN 17221/17220 55 Si 7

Tafel 1.1-1 Fortsetzung

Werkstoff Kurz- zeichen	Festigkeitswerte										
	σ_B	σ_S	HB	σ_{10N}	σ_w	σ_{10N}	$\sigma_{0,2}$	τ_{10N}	τ_w	E- Modul	G- Modul
8. Federstahl nach DIN 17221 und DIN 17222 (federhart vergütet)											
55 Si 7	130 bis 150	110	bis 235	70	43	100	56	48	35	21000	8000
50 CrV 4	135 bis 170	120	bis 235	75	47	110	62	53	39	21000	8000
65 SiCr 5	150 bis 170	135	bis 240	80	49	115	64	55	40	21000	8000
9. Kupfer-Gußlegierungen nach DIN 1705, DIN 1709											
G-SnBz 14	20 bis 25	14 bis 17	bis 115							9200	3000
Cr-SnBz 12	24 bis 28	12 bis 16	bis 95							9500	3000
Hg 5	15 bis 24	8 bis 10	bis 70				3,5	2,5		9500	3500
SoMs 60	60 bis 63	30	bis 160				24	14		10000	4000
SoMs 75	50	60	bis 220							10500	4000
10. Aluminium- und Aluminiumgußlegierung nach DIN 1725											
AlMg	22 bis 38	12 bis 27	40 bis 90	11	8	10	11	10	6,5	7000	2800
AlMgSi	26 bis 35	18 bis 25	35 bis 95	13	9	12	13	11	8	7100	2800
AlCuMg	38 bis 44	25 bis 32	60 bis 120	13	9,5	17	11,5	10	7,5	7150	2800

¹⁾ Spannungswerte für 10 mm Durchmesser. Für größere Durchmesser σ_B = nach T. 1.1-5

²⁾ $b_2 = 0,9$ entspricht: mittelfeineschliffen (geschliffen) $R_1 = 6 \dots 10 \mu\text{m}$

LAMPIRAN E

OUTPUT MSC/CASE

KASUS LOT 12 DISPLACEMENT 5 mm

MSC/CASE Version 2.0
 Module C-5 v1.8: General Two-Dimensional Frames
 Developed by DVSE Inc. in cooperation with MSC
 Copyright (C) 1985 (All Rights Reserved)

..... INPUT VARIABLES

JOINT	X-COORD	Y-COORD	FORCE-X	FORCE-Y	MOMENT-Z
1	4.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	7.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	9.0000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	1.0000E+02	2.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	1.0500E+02	3.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	1.0000E+02	5.3000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	8.7000E+01	6.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	6.9000E+01	6.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	1.5000E+01	5.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.0000E+01	4.6000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	7.0000E+00	3.8000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	6.0000E+00	3.1000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	1.3000E+01	1.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	2.7000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	3.5750E+02	0.0000E+00
15	3.7000E+01	1.2000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

MEMBER	JOINT-1	JOINT-2	AREA	MOM OF INER, I	MOD OF ELAS, E
1	1	2	1.3198E+02	1.3970E+03	2.1000E+04
2	2	3	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
3	3	4	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
4	4	5	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
5	5	6	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
6	6	7	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
7	7	8	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
8	8	9	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
9	9	10	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
10	10	11	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
11	11	12	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
12	12	13	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
13	13	14	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
14	14	15	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04

..... RESULTS

MAXIMUM DEFLECTION Xmax = 2.9494E+00 JOINT = 8
 Ymax = 7.7468E+00 JOINT = 12
 MAXIMUM BENDING MOMENT = 2.7862E+03 MEMBER = 4 JOINT = 5
 MAXIMUM AXIAL FORCE = -3.5325E+02 MEMBER = 11

JOINT	X-DEFLECTION	Y-DEFLECTION	Z-ROTATION
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-1.1354E-06	-1.5521E-01	-1.2265E-02
3	6.9216E-02	-4.2995E-01	-2.2595E-02
4	3.4949E-01	-7.0841E-01	-3.3547E-02
5	1.0485E+00	-9.1171E-01	-4.8785E-02
6	1.9450E+00	-6.2938E-01	-6.3201E-02
7	2.7853E+00	2.8323E-01	-7.6602E-02
8	2.9494E+00	1.7624E+00	-8.7124E-02
9	1.3389E+00	6.8855E+00	-9.6793E-02
10	9.5410E-01	7.3673E+00	-9.5735E-02
11	1.9560E-01	7.6528E+00	-9.3933E-02
12	-4.5607E-01	7.7468E+00	-9.2282E-02
13	-1.9037E+00	7.1158E+00	-8.8799E-02
14	-2.3443E+00	5.8839E+00	-8.7612E-02
15	-2.1691E+00	5.0077E+00	-8.7612E-02

MEMBER	AXIAL FORCE	MOMENT JOINT-1	MOMENT JOINT-2
1	-9.9902E-02	-6.0638E+02	1.6782E+03
2	8.6559E+01	-1.6782E+03	2.2499E+03
3	2.5257E+02	-2.2499E+03	2.6073E+03
4	3.4277E+02	-2.6073E+03	2.7862E+03
5	3.4105E+02	-2.7862E+03	2.6077E+03
6	2.4240E+02	-2.6077E+03	2.1434E+03
7	3.9520E+01	-2.1433E+03	1.5003E+03
8	-1.0719E+02	-1.5003E+03	-4.2908E+02
9	-2.2313E+02	4.2886E+02	-6.0769E+02
10	-3.3375E+02	6.0761E+02	-7.1474E+02
11	-3.5325E+02	7.1468E+02	-7.5048E+02
12	-3.2744E+02	7.5049E+02	-5.0039E+02
13	-1.2028E+02	5.0043E+02	-9.3750E-01
14	-9.3750E-02	-3.1250E-01	3.7500E-01

KASUS LOT 12 DISPLACEMENT 10 mm

MSC/CASE Version 2.0
 Module C-5 v1.8: General Two-Dimensional Frames
 Developed by DVSE Inc. in cooperation with MSC
 Copyright (C) 1985 (All Rights Reserved)

..... INPUT VARIABLES

JOINT	X-COORD	Y-COORD	FORCE-X	FORCE-Y	MOMENT-Z
1	4.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	7.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	9.0000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	1.0000E+02	2.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	1.0500E+02	3.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	1.0000E+02	5.3000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	8.7000E+01	6.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	6.9000E+01	6.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	1.5000E+01	5.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.0000E+01	4.6000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	7.0000E+00	3.8000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	6.0000E+00	3.1000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	1.3000E+01	1.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	2.7000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	6.0250E+02	0.0000E+00
15	3.7000E+01	1.2000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

MEMBER	JOINT-1	JOINT-2	AREA	MOM OF INER, I	MOD OF ELAS, E
1	1	2	1.3198E+02	1.3970E+03	2.1000E+04
2	2	3	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
3	3	4	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
4	4	5	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
5	5	6	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
6	6	7	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
7	7	8	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
8	8	9	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
9	9	10	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
10	10	11	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
11	11	12	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
12	12	13	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
13	13	14	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
14	14	15	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04

..... RESULTS

MAXIMUM DEFLECTION Xmax = 4.9707E+00 JOINT = 8
 Ymax = 1.3056E+01 JOINT = 12
 MAXIMUM BENDING MOMENT = -4.6956E+03 MEMBER = 5 JOINT = 5
 MAXIMUM AXIAL FORCE = -5.9500E+02 MEMBER = 11

JOINT	X-DEFLECTION	Y-DEFLECTION	Z-ROTATION
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-1.9345E-06	-2.6157E-01	-2.0671E-02
3	1.1665E-01	-7.2461E-01	-3.8079E-02
4	5.8900E-01	-1.1939E+00	-5.6537E-02
5	1.7670E+00	-1.5365E+00	-8.2218E-02
6	3.2780E+00	-1.0607E+00	-1.0651E-01
7	4.6942E+00	4.7732E-01	-1.2910E-01
8	4.9707E+00	2.9701E+00	-1.4683E-01
9	2.2564E+00	1.1604E+01	-1.6313E-01
10	1.6080E+00	1.2416E+01	-1.6134E-01
11	3.2964E-01	1.2897E+01	-1.5831E-01
12	-7.6863E-01	1.3056E+01	-1.5552E-01
13	-3.2083E+00	1.1992E+01	-1.4965E-01
14	-3.9509E+00	9.9162E+00	-1.4765E-01
15	-3.6556E+00	8.4396E+00	-1.4765E-01

MEMBER	AXIAL FORCE	MOMENT JOINT-1	MOMENT JOINT-2
1	-1.7021E-01	-1.0219E+03	2.8284E+03
2	1.4588E+02	-2.8284E+03	3.7918E+03
3	4.2567E+02	-3.7918E+03	4.3942E+03
4	5.7767E+02	-4.3942E+03	4.6955E+03
5	5.7475E+02	-4.6956E+03	4.3948E+03
6	4.0848E+02	-4.3948E+03	3.6123E+03
7	6.6637E+01	-3.6122E+03	2.5285E+03
8	-1.8061E+02	-2.5285E+03	-7.2312E+02
9	-3.7625E+02	7.2318E+02	-1.0241E+03
10	-5.6250E+02	1.0241E+03	-1.2046E+03
11	-5.9500E+02	1.2044E+03	-1.2648E+03
12	-5.5163E+02	1.2648E+03	-8.4333E+02
13	-2.0275E+02	8.4330E+02	-2.5000E+00
14	3.1250E-02	-6.8750E-01	1.6250E+00

SASUS LOT 12 DISPLACEMENT 12 mm

MSC/CASE Version 2.0
 Module C-5 v1.8: General Two-Dimensional Frames
 Developed by DVSE Inc. in cooperation with MSC
 Copyright (C) 1985 (All Rights Reserved)

..... INPUT VARIABLES

JOINT	X-COORD	Y-COORD	FORCE-X	FORCE-Y	MOMENT-Z
1	4.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	7.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	9.0000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	1.0000E+02	2.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	1.0500E+02	3.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	1.0000E+02	5.3000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	8.7000E+01	6.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	6.9000E+01	6.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	1.5000E+01	5.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.0000E+01	4.6000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	7.0000E+00	3.8000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	6.0000E+00	3.1000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	1.3000E+01	1.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	2.7000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	7.5000E+02	0.0000E+00
15	3.7000E+01	1.2000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

MEMBER	JOINT-1	JOINT-2	AREA	MOM OF INER, I	MOD OF ELAS, E
1	1	2	1.3198E+02	1.3970E+03	2.1000E+04
2	2	3	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
3	3	4	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
4	4	5	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
5	5	6	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
6	6	7	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
7	7	8	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
8	8	9	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
9	9	10	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
10	10	11	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
11	11	12	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
12	12	13	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
13	13	14	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
14	14	15	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04

..... RESULTS

MAXIMUM DEFLECTION Xmax = 6.1876E+00 JOINT = 8
 Ymax = 1.6252E+01 JOINT = 12
 MAXIMUM BENDING MOMENT = -5.8451E+03 MEMBER = 5 JOINT = 5
 MAXIMUM AXIAL FORCE = -7.4150E+02 MEMBER = 11

JOINT	X-DEFLECTION	Y-DEFLECTION	Z-ROTATION
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-2.3331E-06	-3.2561E-01	-2.5731E-02
3	1.4521E-01	-9.0200E-01	-4.7401E-02
4	7.3320E-01	-1.4862E+00	-7.0378E-02
5	2.1996E+00	-1.9127E+00	-1.0235E-01
6	4.0805E+00	-1.3204E+00	-1.3259E-01
7	5.8434E+00	5.9418E-01	-1.6070E-01
8	6.1876E+00	3.6973E+00	-1.8278E-01
9	2.8088E+00	1.4445E+01	-2.0306E-01
10	2.0016E+00	1.5456E+01	-2.0084E-01
11	4.1034E-01	1.6055E+01	-1.9706E-01
12	-9.5680E-01	1.6252E+01	-1.9360E-01
13	-3.9937E+00	1.4928E+01	-1.8629E-01
14	-4.9182E+00	1.2344E+01	-1.8380E-01
15	-4.5506E+00	1.0506E+01	-1.8380E-01

MEMBER	AXIAL FORCE	MOMENT JOINT-1	MOMENT JOINT-2
1	-2.0528E-01	-1.2721E+03	3.5208E+03
2	1.8160E+02	-3.5208E+03	4.7201E+03
3	5.2986E+02	-4.7201E+03	5.4699E+03
4	7.1906E+02	-5.4699E+03	5.8451E+03
5	7.1545E+02	-5.8451E+03	5.4707E+03
6	5.0850E+02	-5.4707E+03	4.4966E+03
7	8.2918E+01	-4.4965E+03	3.1475E+03
8	-2.2478E+02	-3.1475E+03	-9.0016E+02
9	-4.6825E+02	8.9963E+02	-1.2748E+03
10	-7.0000E+02	1.2748E+03	-1.4993E+03
11	-7.4150E+02	1.4993E+03	-1.5744E+03
12	-6.8675E+02	1.5744E+03	-1.0498E+03
13	-2.5219E+02	1.0499E+03	-1.5000E+00
14	-1.2500E-01	2.5000E-01	5.0000E-01

KASUS LOT 13 DISPLACEMENT 5 mm

MSC/CASE Version 2.0
 Module C-5 v1.8: General Two-Dimensional Frames
 Developed by DVSE Inc. in cooperation with MSC
 Copyright (C) 1985 (All Rights Reserved)

..... INPUT VARIABLES

JOINT	X-COORD	Y-COORD	FORCE-X	FORCE-Y	MOMENT-Z
1	4.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	7.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	9.0000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	1.0000E+02	2.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	1.0500E+02	3.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	1.0000E+02	5.3000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	8.7000E+01	6.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	6.9000E+01	6.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	1.5000E+01	5.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.0000E+01	4.6000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	7.0000E+00	3.8000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	6.0000E+00	3.1000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	1.3000E+01	1.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	2.7000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	2.4500E+02	0.0000E+00
15	3.7000E+01	1.2000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

MEMBER	JOINT-1	JOINT-2	AREA	MOM OF INER, I	MOD OF ELAS, E
1	1	2	1.3198E+02	1.3970E+03	2.1000E+04
2	2	3	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
3	3	4	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
4	4	5	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
5	5	6	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
6	6	7	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
7	7	8	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
8	8	9	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
9	9	10	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
10	10	11	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
11	11	12	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
12	12	13	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
13	13	14	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
14	14	15	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04

..... RESULTS

MAXIMUM DEFLECTION Xmax = 2.0213E+00 JOINT = 8
 Ymax = 5.3090E+00 JOINT = 12
 MAXIMUM BENDING MOMENT = -1.9094E+03 MEMBER = 5 JOINT = 5
 MAXIMUM AXIAL FORCE = -2.4200E+02 MEMBER = 11

JOINT	X-DEFLECTION	Y-DEFLECTION	Z-ROTATION
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-7.7769E-07	-1.0637E-01	-8.4056E-03
3	4.7435E-02	-2.9465E-01	-1.5484E-02
4	2.3951E-01	-4.8548E-01	-2.2990E-02
5	7.1855E-01	-6.2481E-01	-3.3433E-02
6	1.3330E+00	-4.3132E-01	-4.3312E-02
7	1.9088E+00	1.9410E-01	-5.2497E-02
8	2.0213E+00	1.2078E+00	-5.9707E-02
9	9.1755E-01	4.7187E+00	-6.6334E-02
10	6.5386E-01	5.0489E+00	-6.5608E-02
11	1.3405E-01	5.2446E+00	-6.4374E-02
12	-3.1255E-01	5.3090E+00	-6.3242E-02
13	-1.3046E+00	4.8765E+00	-6.0855E-02
14	-1.6066E+00	4.0323E+00	-6.0042E-02
15	-1.4865E+00	3.4319E+00	-6.0042E-02

MEMBER	AXIAL FORCE	MOMENT JOINT-1	MOMENT JOINT-2
1	-6.8426E-02	-4.1556E+02	1.1501E+03
2	5.9321E+01	-1.1501E+03	1.5419E+03
3	1.7310E+02	-1.5419E+03	1.7868E+03
4	2.3490E+02	-1.7868E+03	1.9094E+03
5	2.3371E+02	-1.9094E+03	1.7871E+03
6	1.6612E+02	-1.7871E+03	1.4689E+03
7	2.7098E+01	-1.4689E+03	1.0282E+03
8	-7.3445E+01	-1.0282E+03	-2.9405E+02
9	-1.5275E+02	2.9409E+02	-4.1623E+02
10	-2.2888E+02	4.1640E+02	-4.8981E+02
11	-2.4200E+02	4.8975E+02	-5.1434E+02
12	-2.2431E+02	5.1429E+02	-3.4296E+02
13	-8.2453E+01	3.4299E+02	-1.2500E-02
14	-9.3750E-02	-3.7500E-02	-2.5000E-02

KASUS LOT 13 DISPLACEMENT 10 mm

MSC/CASE Version 2.0
 Module C-5 v1.8: General Two-Dimensional Frames
 Developed by DVSE Inc. in cooperation with MSC
 Copyright (C) 1985 (All Rights Reserved)

..... INPUT VARIABLES

JOINT	X-COORD	Y-COORD	FORCE-X	FORCE-Y	MOMENT-Z
1	4.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	7.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	9.0000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	1.0000E+02	2.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	1.0500E+02	3.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	1.0000E+02	5.3000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	8.7000E+01	6.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	6.9000E+01	6.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	1.5000E+01	5.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.0000E+01	4.6000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	7.0000E+00	3.8000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	6.0000E+00	3.1000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	1.3000E+01	1.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	2.7000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	5.0000E+02	0.0000E+00
15	3.7000E+01	1.2000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

MEMBER	JOINT-1	JOINT-2	AREA	MOM OF INER, I	MOD OF ELAS, E
1	1	2	1.3198E+02	1.3970E+03	2.1000E+04
2	2	3	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
3	3	4	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
4	4	5	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
5	5	6	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
6	6	7	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
7	7	8	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
8	8	9	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
9	9	10	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
10	10	11	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
11	11	12	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
12	12	13	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
13	13	14	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
14	14	15	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04

KASUS LOT 13 DISPLACEMENT 12 mm

MSC/CASE Version 2.0
 Module C-5 v1.8: General Two-Dimensional Frames
 Developed by DVSE Inc. in cooperation with MSC
 Copyright (C) 1985 (All Rights Reserved)

..... INPUT VARIABLES

JOINT	X-COORD	Y-COORD	FORCE-X	FORCE-Y	MOMENT-Z
1	4.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	7.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	9.0000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	1.0000E+02	2.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	1.0500E+02	3.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	1.0000E+02	5.3000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	8.7000E+01	6.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	6.9000E+01	6.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	1.5000E+01	5.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.0000E+01	4.6000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	7.0000E+00	3.8000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	6.0000E+00	3.1000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	1.3000E+01	1.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	2.7000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	5.7500E+02	0.0000E+00
15	3.7000E+01	1.2000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

EMBER	JOINT-1	JOINT-2	AREA	MOM OF INER, I	MOD OF ELAS, E
1	1	2	1.3198E+02	1.3970E+03	2.1000E+04
2	2	3	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
3	3	4	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
4	4	5	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
5	5	6	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
6	6	7	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
7	7	8	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
8	8	9	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
9	9	10	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
10	10	11	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
11	11	12	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
12	12	13	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
13	13	14	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
14	14	15	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04

..... RESULTS

MAXIMUM DEFLECTION Xmax = 4.7438E+00 JOINT = 8
 Ymax = 1.2460E+01 JOINT = 12
 MAXIMUM BENDING MOMENT = -4.4812E+03 MEMBER = 5 JOINT = 5
 MAXIMUM AXIAL FORCE = -5.6850E+02 MEMBER = 11

JOINT	X-DEFLECTION	Y-DEFLECTION	Z-ROTATION
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-1.7692E-06	-2.4963E-01	-1.9727E-02
3	1.1133E-01	-6.9153E-01	-3.6341E-02
4	5.6212E-01	-1.1394E+00	-5.3956E-02
5	1.6864E+00	-1.4664E+00	-7.8465E-02
6	3.1284E+00	-1.0123E+00	-1.0165E-01
7	4.4799E+00	4.5554E-01	-1.2321E-01
8	4.7438E+00	2.8346E+00	-1.4013E-01
9	2.1534E+00	1.1075E+01	-1.5568E-01
10	1.5346E+00	1.1849E+01	-1.5398E-01
11	3.1460E-01	1.2309E+01	-1.5108E-01
12	-7.3355E-01	1.2460E+01	-1.4842E-01
13	-3.0619E+00	1.1445E+01	-1.4282E-01
14	-3.7706E+00	9.4636E+00	-1.4091E-01
15	-3.4888E+00	8.0544E+00	-1.4091E-01

MEMBER	AXIAL FORCE	MOMENT JOINT-1	MOMENT JOINT-2
1	-1.5567E-01	-9.7529E+02	2.6993E+03
2	1.3922E+02	-2.6993E+03	3.6188E+03
3	4.0625E+02	-3.6188E+03	4.1936E+03
4	5.5130E+02	-4.1936E+03	4.4812E+03
5	5.4853E+02	-4.4812E+03	4.1942E+03
6	3.8989E+02	-4.1942E+03	3.4474E+03
7	6.3625E+01	-3.4473E+03	2.4131E+03
8	-1.7234E+02	-2.4131E+03	-6.9012E+02
9	-3.5850E+02	6.9019E+02	-9.7723E+02
10	-5.3675E+02	9.7738E+02	-1.1496E+03
11	-5.6850E+02	1.1495E+03	-1.2070E+03
12	-5.2650E+02	1.2070E+03	-8.0490E+02
13	-1.9338E+02	8.0489E+02	-1.6250E-01
14	-9.3750E-02	-3.4375E-01	-2.8750E-01

KASUS LOT 14 DISPLACEMENT 5 mm

MSC/CASE Version 2.0
 Module C-5 v1.8: General Two-Dimensional Frames
 Developed by DVSE Inc. in cooperation with MSC
 Copyright (C) 1985 (All Rights Reserved)

..... INPUT VARIABLES

JOINT	X-COORD	Y-COORD	FORCE-X	FORCE-Y	MOMENT-Z
1	4.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	7.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	9.0000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	1.0000E+02	2.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	1.0500E+02	3.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	1.0000E+02	5.3000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	8.7000E+01	6.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	6.9000E+01	6.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	1.5000E+01	5.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.0000E+01	4.6000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	7.0000E+00	3.8000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	6.0000E+00	3.1000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	1.3000E+01	1.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	2.7000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	2.1500E+02	0.0000E+00
15	3.7000E+01	1.2000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

MEMBER	JOINT-1	JOINT-2	AREA	MOM OF INER, I	MOD OF ELAS, E
1	1	2	1.3198E+02	1.3970E+03	2.1000E+04
2	2	3	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
3	3	4	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
4	4	5	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
5	5	6	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
6	6	7	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
7	7	8	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
8	8	9	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
9	9	10	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
10	10	11	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
11	11	12	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
12	12	13	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
13	13	14	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
14	14	15	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04

..... RESULTS

MAXIMUM DEFLECTION Xmax = 1.7738E+00 JOINT = 8
 Ymax = 4.6589E+00 JOINT = 12
 MAXIMUM BENDING MOMENT = 1.6756E+03 MEMBER = 4 JOINT = 5
 MAXIMUM AXIAL FORCE = -2.1238E+02 MEMBER = 11

JOINT	X-DEFLECTION	Y-DEFLECTION	Z-ROTATION
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-6.5617E-07	-9.3341E-02	-7.3763E-03
3	4.1626E-02	-2.5857E-01	-1.3588E-02
4	2.1018E-01	-4.2603E-01	-2.0175E-02
5	6.3056E-01	-5.4830E-01	-2.9339E-02
6	1.1697E+00	-3.7851E-01	-3.8009E-02
7	1.6751E+00	1.7033E-01	-4.6069E-02
8	1.7738E+00	1.0599E+00	-5.2396E-02
9	8.0520E-01	4.1409E+00	-5.8211E-02
10	5.7380E-01	4.4307E+00	-5.7575E-02
11	1.1763E-01	4.6024E+00	-5.6491E-02
12	-2.7428E-01	4.6589E+00	-5.5498E-02
13	-1.1449E+00	4.2794E+00	-5.3403E-02
14	-1.4099E+00	3.5385E+00	-5.2690E-02
15	-1.3045E+00	3.0116E+00	-5.2690E-02

MEMBER	AXIAL FORCE	MOMENT JOINT-1	MOMENT JOINT-2
1	-5.7734E-02	-3.6468E+02	1.0093E+03
2	5.2059E+01	-1.0093E+03	1.3531E+03
3	1.5189E+02	-1.3531E+03	1.5680E+03
4	2.0613E+02	-1.5680E+03	1.6756E+03
5	2.0511E+02	-1.6756E+03	1.5683E+03
6	1.4579E+02	-1.5683E+03	1.2890E+03
7	2.3762E+01	-1.2890E+03	9.0228E+02
8	-6.4453E+01	-9.0230E+02	-2.5805E+02
9	-1.3438E+02	2.5811E+02	-3.6519E+02
10	-2.0088E+02	3.6545E+02	-4.2981E+02
11	-2.1238E+02	4.2980E+02	-4.5131E+02
12	-1.9681E+02	4.5132E+02	-3.0095E+02
13	-7.2281E+01	3.0097E+02	-3.1250E-02
14	-6.2500E-02	-7.1875E-02	6.2500E-03

MSC/CASE Version 2.0
 Module C-5 v1.8: General Two-Dimensional Frames
 Developed by DVSE Inc. in cooperation with MSC
 Copyright (C) 1985 (All Rights Reserved)

..... INPUT VARIABLES

JOINT	X-COORD	Y-COORD	FORCE-X	FORCE-Y	MOMENT-Z
1	4.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	7.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	9.0000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	1.0000E+02	2.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	1.0500E+02	3.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	1.0000E+02	5.3000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	8.7000E+01	6.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	6.9000E+01	6.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	1.5000E+01	5.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.0000E+01	4.6000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	7.0000E+00	3.8000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	6.0000E+00	3.1000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	1.3000E+01	1.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	2.7000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	4.7000E+02	0.0000E+00
15	3.7000E+01	1.2000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

MEMBER	JOINT-1	JOINT-2	AREA	MOM OF INER, I	MOD OF ELAS, E
1	1	2	1.3198E+02	1.3970E+03	2.1000E+04
2	2	3	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
3	3	4	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
4	4	5	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
5	5	6	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
6	6	7	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
7	7	8	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
8	8	9	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
9	9	10	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
10	10	11	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
11	11	12	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
12	12	13	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
13	13	14	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
14	14	15	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04

..... RESULTS

MAXIMUM DEFLECTION Xmax = 3.8776E+00 JOINT = 8
 Ymax = 1.0185E+01 JOINT = 12
 MAXIMUM BENDING MOMENT = -3.6629E+03 MEMBER = 5 JOINT = 5
 MAXIMUM AXIAL FORCE = -4.6400E+02 MEMBER = 11

JOINT	X-DEFLECTION	Y-DEFLECTION	Z-ROTATION
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-1.4912E-06	-2.0405E-01	-1.6125E-02
3	9.0997E-02	-5.6525E-01	-2.9705E-02
4	4.5947E-01	-9.3133E-01	-4.4103E-02
5	1.3784E+00	-1.1986E+00	-6.4137E-02
6	2.5571E+00	-8.2744E-01	-8.3089E-02
7	3.6618E+00	3.7235E-01	-1.0071E-01
8	3.8776E+00	2.3169E+00	-1.1454E-01
9	1.7602E+00	9.0523E+00	-1.2725E-01
10	1.2543E+00	9.6857E+00	-1.2586E-01
11	2.5715E-01	1.0061E+01	-1.2349E-01
12	-5.9959E-01	1.0185E+01	-1.2132E-01
13	-2.5027E+00	9.3550E+00	-1.1674E-01
14	-3.0821E+00	7.7354E+00	-1.1518E-01
15	-2.8517E+00	6.5836E+00	-1.1518E-01

MEMBER	AXIAL FORCE	MOMENT JOINT-1	MOMENT JOINT-2
1	-1.3121E-01	-7.9720E+02	2.2064E+03
2	1.1380E+02	-2.2064E+03	2.9580E+03
3	3.3206E+02	-2.9580E+03	3.4278E+03
4	4.5063E+02	-3.4278E+03	3.6629E+03
5	4.4835E+02	-3.6629E+03	3.4283E+03
6	3.1868E+02	-3.4283E+03	2.8179E+03
7	5.2008E+01	-2.8178E+03	1.9724E+03
8	-1.4092E+02	-1.9725E+03	-5.6410E+02
9	-2.9325E+02	5.6364E+02	-7.9913E+02
10	-4.3925E+02	7.9881E+02	-9.3968E+02
11	-4.6400E+02	9.3963E+02	-9.8655E+02
12	-4.3025E+02	9.8658E+02	-6.5794E+02
13	-1.5813E+02	6.5793E+02	-8.7500E-02
14	-1.5625E-01	-3.3750E-01	-1.7500E-01

KASUS LOT 14 DISPLACEMENT 12 mm

MSC/CASE Version 2.0
 Module C-5 v1.8: General Two-Dimensional Frames
 Developed by DVSE Inc. in cooperation with MSC
 Copyright (C) 1985 (All Rights Reserved)

..... INPUT VARIABLES

JOINT	X-COORD	Y-COORD	FORCE-X	FORCE-Y	MOMENT-Z
1	4.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	7.4000E+01	6.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	9.0000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	1.0000E+02	2.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	1.0500E+02	3.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	1.0000E+02	5.3000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	8.7000E+01	6.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	6.9000E+01	6.7000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	1.5000E+01	5.0000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.0000E+01	4.6000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	7.0000E+00	3.8000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	6.0000E+00	3.1000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	1.3000E+01	1.5000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	2.7000E+01	1.0000E+01	0.0000E+00	5.6000E+02	0.0000E+00
15	3.7000E+01	1.2000E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

MEMBER	JOINT-1	JOINT-2	AREA	MOM OF INER, I	MOD OF ELAS, E
1	1	2	1.3198E+02	1.3970E+03	2.1000E+04
2	2	3	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
3	3	4	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
4	4	5	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
5	5	6	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
6	6	7	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
7	7	8	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
8	8	9	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
9	9	10	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
10	10	11	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
11	11	12	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
12	12	13	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
13	13	14	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04
14	14	15	1.3863E+02	1.5680E+03	2.1000E+04

..... RESULTS

MAXIMUM DEFLECTION Xmax = 4.6201E+00 JOINT = 8
 Ymax = 1.2135E+01 JOINT = 12
 MAXIMUM BENDING MOMENT = 4.3643E+03 MEMBER = 4 JOINT = 5
 MAXIMUM AXIAL FORCE = -5.5350E+02 MEMBER = 11

JOINT	X-DEFLECTION	Y-DEFLECTION	Z-ROTATION
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-1.7420E-06	-2.4312E-01	-1.9213E-02
3	1.0842E-01	-6.7349E-01	-3.5393E-02
4	5.4745E-01	-1.1097E+00	-5.2549E-02
5	1.6424E+00	-1.4281E+00	-7.6418E-02
6	3.0468E+00	-9.8589E-01	-9.9000E-02
7	4.3630E+00	4.4365E-01	-1.1999E-01
8	4.6201E+00	2.7606E+00	-1.3647E-01
9	2.0973E+00	1.0786E+01	-1.5162E-01
10	1.4945E+00	1.1540E+01	-1.4996E-01
11	3.0639E-01	1.1988E+01	-1.4714E-01
12	-7.1441E-01	1.2135E+01	-1.4455E-01
13	-2.9820E+00	1.1146E+01	-1.3910E-01
14	-3.6722E+00	9.2167E+00	-1.3724E-01
15	-3.3978E+00	7.8443E+00	-1.3724E-01

MEMBER	AXIAL FORCE	MOMENT JOINT-1	MOMENT JOINT-2
1	-1.5327E-01	-9.4985E+02	2.6288E+03
2	1.3559E+02	-2.6289E+03	3.5244E+03
3	3.9564E+02	-3.5244E+03	4.0842E+03
4	5.3691E+02	-4.0842E+03	4.3643E+03
5	5.3422E+02	-4.3643E+03	4.0848E+03
6	3.7973E+02	-4.0848E+03	3.3575E+03
7	6.1973E+01	-3.3574E+03	2.3501E+03
8	-1.6786E+02	-2.3502E+03	-6.7212E+02
9	-3.4975E+02	6.7194E+02	-9.5133E+02
10	-5.2275E+02	9.5183E+02	-1.1196E+03
11	-5.5350E+02	1.1195E+03	-1.1755E+03
12	-5.1275E+02	1.1755E+03	-7.8388E+02
13	-1.8850E+02	7.8396E+02	-2.5000E-02
14	-1.2500E-01	6.2500E-03	1.1250E-01

LAMPIRAN F

HASIL PENGUJIAN GAYA CEKAM

LAMP. HASIL PEMERIKSAAN		Nomor :		
		Tanggal :		
No.	Jenis Pemeriksaan	Standar/Speo.	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
KELAP-PIR				
Dioposis : <input type="checkbox"/> Barang/material sesuai dengan standar/speo. <input type="checkbox"/> Barang/materi tidak sesuai dengan standar/speo.		<input type="checkbox"/> Barang/material rusak tidak dapat dipakai		
Tambahan : ADUMAT KESIH. UJIAN : Contoh Spring Clips No. Lot. 12, 13 dan No. Lot. 14, gaya cekam (Clamping force) memenuhi persyaratan yang telah ditentukan 400kg / buah pada jarak tekuk 10 mm.		Diperiksa Oleh : Mengetahui		
		Jabatan	YA SINDI IAN INT.	YA DEP LABORATORIA
		Nama	IR. NIDI SIRADI	IR. HUG UTARI S.
		Tanggal	10 APRIL 1991	10 APRIL 1991
		Tanda tangan	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

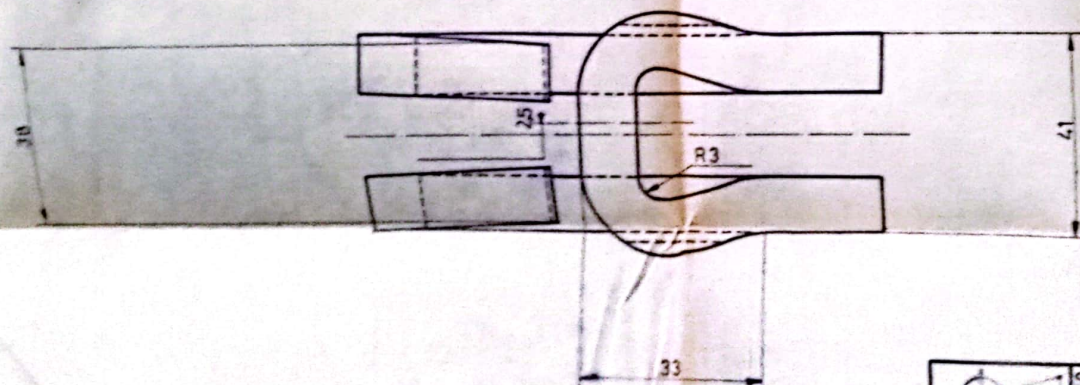
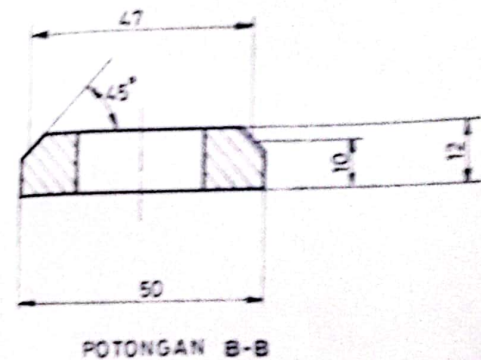
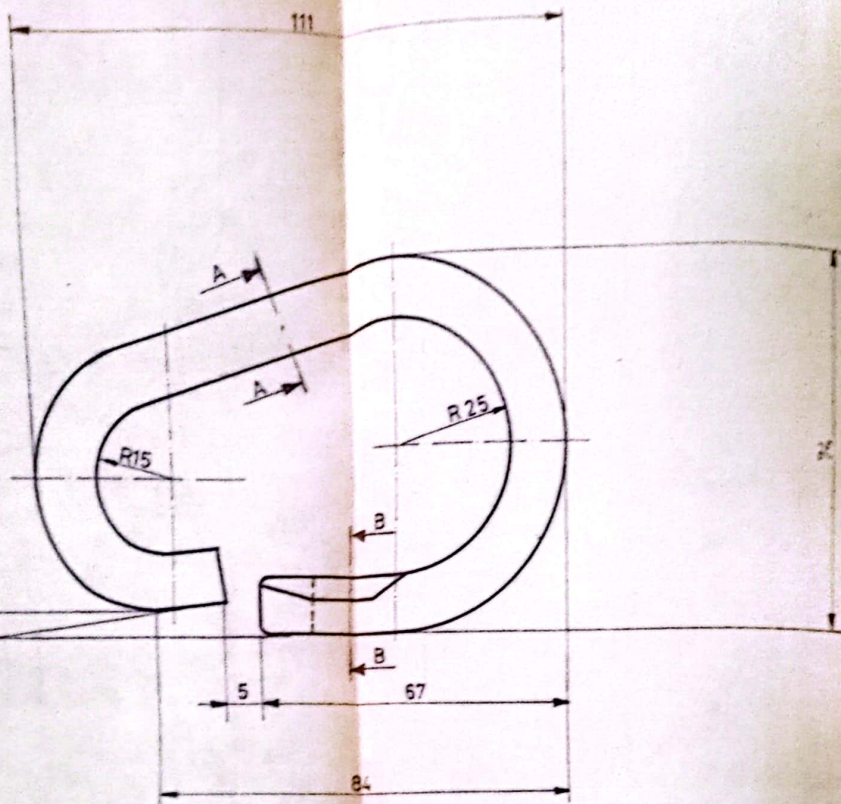
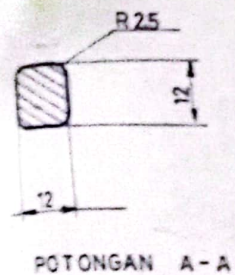
PT. PINDAD (PERSERO)	LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN GAYA CEKAN	DEP LABORATORIA DITTEK SUBDEP LAB METALURGI	
NO. PENERIMAAN 16-468	PERINTAH PERCOBAAN URUTAN :	NO. UKUR. LAB. 124/128	
	NO. GAUNDA :	DASAR :	
	BAHAN :	NO. PEMANASAN :	
	NO. LOT.	M E U A N	DEFORMASI PLASTIC
			5 MM 10 MM 12 MM 10 MM 12 MM
12	1690 2410 3000	0,35 0,00	
13	980 2000 2300	0,05 0,00	
14	860 1886 2240	0,24 0,15	
JUMLAH LOT N = 3 NOMOR SAMPLE n = NOMOR PERCOBAAN : DIPERIKSA 6 (enam) buah GAYA CEKAN, MINIMUM = 900 kg/Buah -- 10 mm			

BERGETAHUI :
KA. DEPARTEMEN LABORATORIA

Ir. NING UTAMI

BANDUNG, 14. MEI 1991.
KA SUBDEP LAB METALURGI

Supri
Ir. DIDI SUPRI



	SKALA : 1:1	NAMA: ADI WIBOWO	
	SATUAN : mm	NRP/RS: 012840053/MESIN	
	TANGGAL: 7-10-21	PERIKSA: DR IrADNYANA	
FTI-ITI	DE. SPRING CLIP	NO:	A3