



Analisis Statis Struktur Rangka Untuk *Carrier Positioning Unit* Pada *Handling System Training Unit*

Cornelius Hendriarto^{1*}, Agustinus Jati Deka Misesha², Bernovia Kika Permata³, Vincensio Leswimas Risma⁴

Abstrak - Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, khususnya yang berkaitan dengan material / bahan. Disamping itu, berbagai macam pemanfaatan dalam material khususnya aluminium profile banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari seperti konstruksi bangunan, beberapa bagian mobil, alat transportasi dan lain-lain. Aplikasi dari aluminium profile adalah rangka pada salah satu unit Perancangan dan Realisasi *Handling System Training Unit* Bagian *Carrier Positioning Unit*, *Bottle Positioning Unit*, *Stamping Unit*, dan *Inclination Unit* yaitu *Carrier Positioning Unit*, dimana rangka yang digunakan adalah Aluminium Profile dengan dimensi total 500 x 500 x 700 mm yang digunakan sebagai penopang dari *Carrier Positioning Unit* menggunakan sambungan baut. Berdasarkan acuan tersebut, maka digunakan rangka Aluminium Profile sebagai komponen utama dalam analisis statis pada pembebanan rangka dengan menggunakan simulasi CAE dari SolidWorks.

digunakan sebagai penopang dari *Carrier Positioning Unit* menggunakan sambungan baut.

Berdasarkan acuan tersebut, maka digunakan rangka aluminium profile sebagai komponen utama dalam analisis statis pada pembebanan rangka dengan menggunakan simulasi CAE dari SolidWorks.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan tegangan maksimum dan faktor keamanan dengan cara dilakukan pendekatan secara analisis dan simulasi serta menghitung momen dan tegangan yang bekerja pada komponen rangka *Carrier Positioning Unit*, dilakukan simulasi dengan menggunakan SolidWorks 2015. Kemudian melakukan perbandingan antara hasil perhitungan teoritis dengan hasil simulasi.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui hasil simulasi dengan membandingkan perhitungan secara teoritis.
2. Untuk mendapatkan acuan faktor keamanan (*safety factor*).

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, khususnya yang berkaitan dengan material / bahan. Disamping itu, berbagai macam pemanfaatan dalam material khususnya aluminium profile banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari seperti konstruksi bangunan, beberapa bagian mobil, alat transportasi dan lain-lain.

Aluminium profile banyak dipakai sebagai bahan industri yang merupakan sumber yang sangat besar, dimana sebagian ditentukan oleh nilai ekonominya, tetapi yang paling penting adalah sifat-sifatnya yang bervariasi yaitu material tersebut mempunyai berbagai sifat dari yang paling lunak sampai yang paling keras.

Aplikasi dari aluminium profile adalah rangka pada salah satu unit Perancangan dan Realisasi *Handling System Training Unit* Bagian *Carrier Positioning Unit*, *Bottle Positioning Unit*, *Stamping Unit*, dan *Inclination Unit* yaitu *Carrier Positioning Unit*, dimana rangka yang digunakan adalah Aluminium Profile dengan dimensi total 500 x 500 x 700 mm yang

II. DASAR TEORI

A. Struktur Aluminium

Aluminium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak yang paling banyak terdapat dikerak bumi dan unsure ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium disimbolkan dengan AL dengan no atom 13 dari table priodik unsur. *Bauksit* adalah bahan baku aluminium memiliki kandungan aluminium dalam jumlah yang bervariasi, namun pada umumnya diatas 40% dalam berat.

B. Sifat Mekanis

Sifat-sifat bahan teknik perlu diketahui secara baik, karena bahan tersebut diperlukan untuk berbagai macam keperluan dalam berbagai keadaan. Menurut (Saito, dan Surdia, 2005), Sifat mekanis aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam

Perancangan dan Realisasi *Handling System Training Unit* bagian *Carrier Positioning Unit*, *Bottle Positioning Unit*, *Stamping Unit* dan *Inclination Unit*

aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan *aluminium oksida* ini mencegah terjadinya *oksidasi* lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat katodik karena dapat mencegah *oksidasi aluminium*.

C. Faktor keamanan (*Factor of Safety*)

Faktor keamanan (*n*) adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu elemen mesin (Achmad, 1999). Analisis faktor keamanan banyak digunakan pada proses membandingkan antara tegangan dengan kekuatan untuk menaksir angka keamanannya.

Faktor keamanan dipilih untuk memastikan tegangan yang diijinkan tidak melebihi ukuran batas tegangan untuk material, tetapi pertimbangan secara umum dapat mempengaruhi nilai faktor keamanan tersebut. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi nilai faktor keamanan yaitu :

1. Sifat dari material dan spesifikasi keandalannya.
2. Sifat pembebanan.
3. Kemungkinan dampak dari permesinan.
4. Akibat kegagalan material pada proses pembentukan.

D. Jenis Pembebanan.

Dalam *mechanics of materials*, terdapat beberapa jenis beban dimana masing-masing menyebabkan jenis tegangan tertentu:

1. Beban aksial (normal), mengakibatkan adanya tegangan normal.
2. Beban transversal (geser), mengakibatkan adanya tegangan geser.
3. Beban tekuk (bending) murni, mengakibatkan adanya tegangan normal. Perlu dicatat bahwa tegangan normal yang diakibatkan oleh beban tekuk murni seringkali disebut juga sebagai tegangan tekuk (bending stress).
4. Beban tekuk tidak murni (pada kasus Timoshenko beam), mengakibatkan adanya tegangan normal (tegangan tekuk) dan sekaligus tegangan geser.
5. Beban torsi, mengakibatkan adanya tegangan geser. Perlu dicatat bahwa tegangan geser yang diakibatkan oleh beban torsi seringkali disebut juga tegangan torsional.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Perencanaan

Perencanaan pada rangka *Carrier Positioning Unit* meliputi :

1. Rangka

Rangka yang digunakan adalah *aluminium profile* dengan dimensi 60 x 30 mm. Dimensi keseluruhan rangka adalah 500 x 500 x 700 mm.

2. Analisis statis

- a. Jenis pembebanan yang digunakan adalah pembebanan merata pada setiap sambungan yang ada pada rangka.
- b. Gaya luar yang diberikan sebesar 600 N.
- c. Pemberian tumpuan pada rangka adalah pada kaki-kaki rangka.

B. Simulasi

Simulasi merupakan kegiatan untuk memodelkan suatu sistem dengan suatu kondisi yang telah ditentukan dengan menggunakan bantuan komputer.

1. Proses *Pre-Processing*

Proses ini merupakan proses yang dilakukan sebelum pengujian (simulasi *SolidWork*). Proses ini meliputi pemodelan dan pembuatan *mesh (meshing)*. Pemodelan merupakan rangka *square pipe* yang disambung menggunakan sambungan las sudut dengan tebal 2 mm.

2. Pembuatan Model

Pembuatan model rangka *aluminium profile* dalam simulasi ini digambar menggunakan *software SolidWorks 2015* dengan dimensi total keseluruhan rangka utama yaitu 500 x 500 x 700 mm.

3. Menentukan Studi Analisis Pembebanan

Sebelum melakukan simulasi tentukan analisa pembebanan statis dalam simulasi. Dimana menentukan tumpuan pada rangka sebagai acuan utama. Memberikan gaya luar dengan pembebanan merata dan penentuan material yang digunakan.

4. Pembuatan *Mesh*.

Dalam pembuatan *mesh* sangat diperhatikan ukuran *mesh* dan jenis *mesh* yang digunakan, semakin kecil ukuran *mesh* yang digunakan pada model, maka hasil yang didapat akan semakin teliti, tetapi membutuhkan daya dan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan

mesh yang memiliki ukuran lebih besar.

5. Solusi

Dalam simulasi dicantumkan besaran, peletakan dan menjalankan analisis yaitu dengan menggunakan beban terpusat dan terbagi rata.

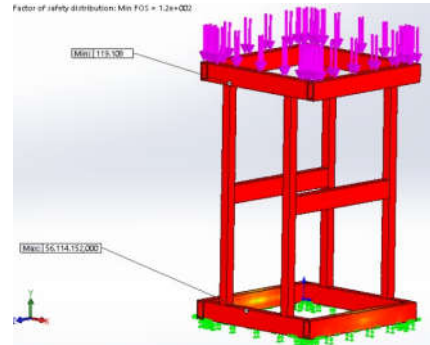
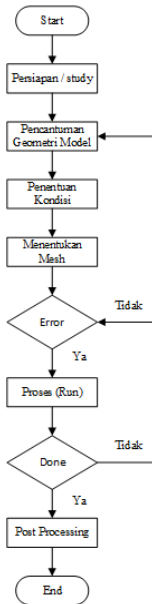
6. Proses *Post-Processing*

Proses lebih lanjut, menampilkan hasil analisis yaitu :

- a. Tegangan dan Momen
- b. Defleksi
- c. Faktor keamanan

C. Diagram Alir Simulasi

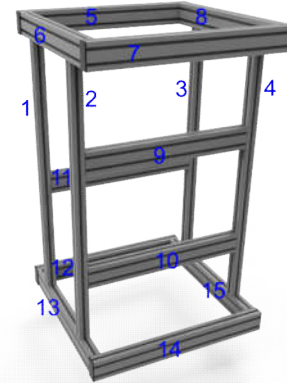
Uraian langkah-langkah penelitian dapat dijabarkan ke dalam diagram alir penelitian di bawah ini :



Berdasarkan simulasi menggunakan CAE di atas, dapat dilihat rangka sudah memenuhi kebutuhan karena nilai *factor of safety* sudah diatas dari yang digunakan, sehingga konstruksi dapat menahan beban yang diterima oleh rangka tersebut.

B. Perhitungan Teoritis Rangka

Posisi-posisi dari *frame* pada *carrier positioning unit* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Perhitungan teoritis *carrier positioning unit* frame dapat dilihat sebagai berikut :

a. Kekuatan Rangka 1,2,3, dan 4

Aluminium Profile 60x30

Faktor Keamanan Lengkung (ν) = 3

Modus Elastisitas (E) = 69000 N/mm²

Panjang Rangka (L) = 723,5 mm

Massa beban (m) = 30 kg

Faktor kelenturan (f_{max}) = 2

Momen Inersia Aluminium Profile 60x30

$I_y = 3,47 \times 10^4 \text{ mm}^4$

$I_x = 3,47 \times 10^4 \text{ mm}^4$

Sumbu Y

Gaya yang ditopang (F')

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Simulasi CAE

Simulasi CAE *carrier positioning unit frame* bertujuan untuk mengetahui tegangan maksimal pada konstruksi, hasil simulasi dijelaskan sebagai berikut.

Nama Simulasi : *Stress 1*

Jenis Simulasi : *Von Mises Stress*

Min. : 3.685 N/mm² (MPa)

Max. : 1.220.125 N/mm² (MPa)

Hasil analisis *carrier positioning unit frame* dengan CAE dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Perancangan dan Realisasi Handling System Training Unit bagian Carrier Positioning Unit, Bottle Positioning Unit, Stamping Unit dan Inclination Unit

$$\begin{aligned} F' &= m \times g \times v \\ &= 30 \times 9,81 \times 3 \\ &= 88,29 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya per sisi (F)

$$\begin{aligned} F &= F' / 4 \\ &= 88,29 / 4 \\ &= 22,073 \text{ N} \end{aligned}$$

Momen Inersia sumbu x perhitungan (Iy)

$$\begin{aligned} F_{\max} &= \frac{F \times L^3}{48 \times E \times b} \\ 2 &= \frac{22,073 \times 723,5^3}{48 \times 69000 \times 17} \\ I_y &= \frac{22,073 \times 723,5^3}{40 \times 69000 \times 2} \\ &= 1261,964 \text{ mm}^4 \\ &= 0,126 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Iy minimal perhitungan lebih kecil dari Iy Aluminium Profile 60x30 sehingga konstruksi rangka utama carrier positioning unit aman.

b. Kekuatan Rangka 5 dan 7

Aluminium Profile 60x30

Faktor Keamanan Lengkung (v) = 3
 Modus Elastisitas (E) = 69000 N/mm²
 Panjang Rangka (L) = 500 mm
 Massa beban (m) = 28 kg
 Faktor kelenturan (f_{max}) = 2

Momen Inersia Aluminium Profile 60x30

$$\begin{aligned} I_y &= 5,95 \times 10^4 \text{ mm}^4 \\ I_x &= 23,78 \times 10^4 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Sumbu X

Gaya yang ditopang (F')

$$\begin{aligned} F' &= m \times g \times v \\ &= 28 \times 9,81 \times 3 \\ &= 82,404 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya per sisi (F)

$$\begin{aligned} F &= F' / 4 \\ &= 82,404 / 4 \\ &= 20,601 \text{ N} \end{aligned}$$

Momen Inersia sumbu x perhitungan (Iy)

$$\begin{aligned} F_{\max} &= \frac{F \times L^3}{48 \times E \times b} \\ 2 &= \frac{20,601 \times 500^3}{48 \times 69000 \times 17} \\ I_y &= \frac{20,601 \times 500^3}{48 \times 69000 \times 2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 388,757 \text{ mm}^4 \\ &= 0,039 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Iy minimal perhitungan lebih kecil dari Iy Aluminium Profile 60x30 sehingga konstruksi rangka utama carrier positioning unit aman.

c. Kekuatan rangka 6 dan 8

Aluminium Profile 60x30

Faktor Keamanan Lengkung (v) = 3
 Modus Elastisitas (E) = 69000 N/mm²
 Panjang Rangka (L) = 440 mm
 Massa beban (m) = 28 kg
 Faktor kelenturan (f_{max}) = 2

Momen Inersia Aluminium Profile 60x30

$$\begin{aligned} I_y &= 5,95 \times 10^4 \text{ mm}^4 \\ I_x &= 23,78 \times 10^4 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Sumbu X

Gaya yang ditopang (F')

$$\begin{aligned} F' &= m \times g \times v \\ &= 28 \times 9,81 \times 3 \\ &= 82,404 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya per sisi (F)

$$\begin{aligned} F &= F' / 4 \\ &= 82,404 / 4 \\ &= 20,601 \text{ N} \end{aligned}$$

Momen Inersia sumbu x perhitungan (Iy)

$$\begin{aligned} F_{\max} &= \frac{F \times L^3}{48 \times E \times b} \\ 2 &= \frac{20,601 \times 440^3}{48 \times 69000 \times 17} \\ I_y &= \frac{20,601 \times 440^3}{48 \times 69000 \times 2} \\ &= 206,01 \text{ mm}^4 \\ &= 0,021 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Iy minimal perhitungan lebih kecil dari Iy Aluminium Profile 60x30 sehingga konstruksi rangka utama carrier positioning unit aman.

d. Kekuatan Rangka 13 dan 15

Aluminium Profile 60x30

Faktor Keamanan Lengkung (v) = 3
 Modus Elastisitas (E) = 69000 N/mm²
 Panjang Rangka (L) = 500 mm
 Massa beban (m) = 35 kg
 Faktor kelenturan (f_{max}) = 2

Momen Inersia Aluminium Profile 60x30

$$\begin{aligned} I_y &= 5,95 \times 10^4 \text{ mm}^4 \\ I_x &= 23,78 \times 10^4 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$



Sumbu X

Gaya yang ditopang (F')

$$\begin{aligned} F' &= m \times g \times v \\ &= 35 \times 9,81 \times 3 \\ &= 103,005 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya per sisi (F)

$$\begin{aligned} F &= F' / 4 \\ &= 103,005 / 4 \\ &= 25,751 \text{ N} \end{aligned}$$

Momen Inersia sumbu x perhitungan (I_y)

$$\begin{aligned} F_{\max} &= \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I_x} \\ 2 &= \frac{25,751 \times 500^3}{48 \times 69000 \times I_y} \\ I_y &= \frac{25,751 \times 500^3}{48 \times 69000 \times 2} \\ &= 485,946 \text{ mm}^4 \\ &= 0,486 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

I_y minimal perhitungan lebih kecil dari I_y *Aluminium Profile* 60x30 sehingga konstruksi rangka utama *carrier positioning unit* aman.

e. Kekuatan Rangka 12 dan 14

Aluminium Profile 60x30

$$\begin{aligned} \text{Faktor Keamanan Lengkung } (v) &= 3 \\ \text{Modulus Elastisitas } (E) &= 69000 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Panjang Rangka } (L) &= 440 \text{ mm} \\ \text{Massa beban } (m) &= 35 \text{ kg} \\ \text{Faktor kelenturan } (f_{\max}) &= 2 \end{aligned}$$

Momen Inersia *Aluminium Profile* 60x30

$$\begin{aligned} I_y &= 5,95 \times 10^4 \text{ mm}^4 \\ I_x &= 23,78 \times 10^4 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Sumbu X

Gaya yang ditopang (F')

$$\begin{aligned} F' &= m \times g \times v \\ &= 35 \times 9,81 \times 3 \\ &= 103,005 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya per sisi (F)

$$\begin{aligned} F &= F' / 4 \\ &= 103,005 / 4 \\ &= 25,751 \text{ N} \end{aligned}$$

Momen Inersia sumbu x perhitungan (I_y)

$$\begin{aligned} F_{\max} &= \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I_x} \\ 2 &= \frac{25,751 \times 440^3}{48 \times 69000 \times I_y} \\ I_y &= \frac{25,751 \times 440^3}{48 \times 69000 \times 2} \\ &= 331,159 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$= 0,331 \text{ cm}^4$$

I_y minimal perhitungan lebih kecil dari I_y *Aluminium Profile* 60x30 sehingga konstruksi rangka utama *carrier positioning unit* aman.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil simulasi tentang analisis pembebanan terhadap rangka pada *carrier positioning unit* maka diambil kesimpulan bahwa :

1. Rangka

- Dimensi total = 500 x 500 x 700 mm.
- Material = *Aluminium profile*
- Dimensi Material = 60 x 30 mm.

2. Hasil simulasi

- Menahan beban hingga 60 kg
- Tegangan maksimum < Tegangan ijin
- Faktor Keamanan = 1

Berdasarkan hasil simulasi yang sudah melewati proses perhitungan dan analisa yang umum digunakan di atas maka, rangka *carrier positioning unit* aman digunakan untuk menerima beban maksimal sebesar 60 kg dengan angka keamanan 1.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- R.E. Smallman. 1991. *Metalurgi Fisik Modern*. Jakarta : PT. Gramedia.
- Saito, S., & Surdia, T. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Bandung : Pradnya Paramita.
- Suroto, A. *Strength of Material*. Surakarta : Atmipress Solo
- Zainun, Achmad, 1999. *Elemen Mesin 1*. Bandung : Refika Aditama.