

# MODIFIKASI *FRAME GUIDE EDGE TAPE* MESIN *STEEL CUTTING* DENGAN DESAIN DAN ANALISIS AS POROS DUDUKAN *EDGE TAPE* MENGGUNAKAN METODE FEA

Dharmanto<sup>1)</sup>

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

[dharmanto@poltek-gt.ac.id](mailto:dharmanto@poltek-gt.ac.id)

Vikri Kurnia Alvandi<sup>2)</sup>

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

[vikrikece23@gmail.com](mailto:vikrikece23@gmail.com)

## Keywords

*Modifikasi rangka  
Edge Tape  
Finite Element Analysis  
SolidWorks  
Factor of Safety*

## Abstract :

*Currently the workbench used by Dept. PRL employees needs repair. The work This study aims to modify the Frame Guide Edge Tape on the DBB3 Steel Cutting machine to reduce scrap caused by edge tape off center issues. The modification process involved designing a new frame and edge tape shaft seat using SolidWorks software, followed by analysis through the Finite Element Analysis (FEA) method. The frame was modeled in 3D to ensure stress distribution and safety factors met the required standards. The total mass of the frame was calculated at 348.27 N. Simulation results showed the maximum stress on the frame was 0.186 MPa with a safety factor of 1.346, while the shaft recorded a maximum stress of 242.764 MPa with a safety factor of 1.0. Weld joints were tested for strength, producing a maximum load of 48,352 N, significantly exceeding the actual working load of 40.912 N, confirming their structural safety. Bolt connections were also evaluated, showing a shear stress of 1.86 N/mm<sup>2</sup>, well below the allowable limit. The analysis results indicate that the modified frame design can improve safety and has the potential to reduce production scrap. The implementation of this design is expected to minimize material loss and enhance the operational efficiency of the DBB3 Steel Cutting machine*

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

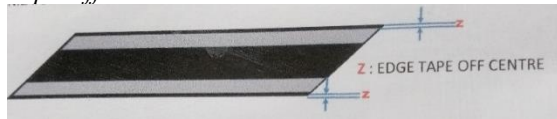
PT ATH adalah perusahaan manufaktur ban memproduksi berbagai jenis ban, salah satunya adalah *plant D* yang memproduksi ban jenis *Passanger Car Radial* atau *tubeless* untuk kendaraan mobil. Proses pembuatan ban memiliki beberapa tahapan, diantaranya *material preparation*, *Assembly process (Building)*, *curing* serta pengecekan kualitas ban terakhir sebelum dipindahkan ke dalam gudang penyimpanan ban (*Final Inspection*). Salah satu tahapan yang memiliki peran penting dalam kekuatan struktur ban adalah *Steel Process* yang dibagi menjadi dua tahapan, yaitu *Steel Calender* dan *Steel Cutting*. *Steel Cutting* merupakan tahap di mana *treatment*

Dalam proses penggunaan *Edge Tape*, diperlukan perhatian khusus terhadap ketersediaan gulungan *Edge Tape* agar proses *assembly* berjalan lancar. Salah satu tantangan yang kerap terjadi di lapangan adalah ketika gulungan *Edge Tape* mulai menipis, maka operator harus bersiap untuk menyambung

*steel* yang telah melalui proses *calender* dipotong menjadi *steel 1* dan *steel 2*. Mesin *Steel Cutting* yang ada di *plant D* berjumlah 8 mesin yang dimana mesin KBB terdiri atas 3 mesin dan mesin DBB dengan jumlah 5 mesin. Salah satu tahapan dalam proses *Steel Cutting* ini adalah *Assembly*, di mana material yang sudah melewati tahapan *cutting* dan *splicing* dipasang material bernama *Edge Tape* pada bagian kiri dan kanan *Steel Belt*. *Edge Tape* adalah material berbahan *Compound* yang memiliki lebar antara 25-50 mm sesuai spek yang ditentukan. Bentuk *Edge Tape* yang digunakan dalam proses *assembly* berupa gulungan yang dilapisi dengan plastik *embos* dengan diameter gulungan. Fungsi *Edge Tape* pada ban sendiri adalah untuk melindungi *Carcass* dari *Steel Belt* terhadap tusukan/gejakan kawat

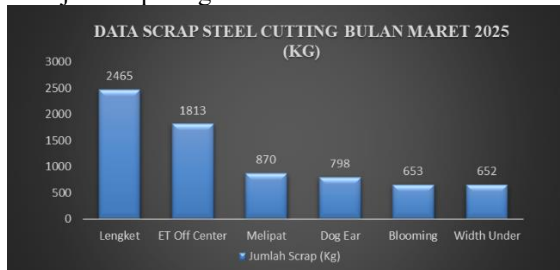
dengan gulungan yang baru. Namun, aktualnya operator kerap kali teralihkan fokusnya untuk menangani proses yang lain sehingga ketersediaan *Edge Tape* seringkali habis tanpa sepengetahuan operator. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya *loss* material dan berdampak pada perubahan ukuran *Edge Tape* yang semakin mengecil akibat adanya tarikan

berlebih saat gulungan mendekati habis. Tarikan ini terjadi disebabkan oleh sifat material *compound* yang lengket ketika sudah menempel pada *applier* Edge Tape, sehingga material sulit terlepas dengan sempurna dan menyebabkan perubahan bentuk serta ukuran *Edge Tape*. Selain itu, faktor dari perubahan bentuk serta ukuran *Edge Tape* juga dipengaruhi oleh adanya sambungan pada akhir gulungan. Perubahan bentuk dan ukuran *Edge Tape* ini berdampak pada *Steel Belt* yang dihasilkan akan menjadi *scrap Edge Tape Off Center*



**Gambar 1.** Ilustrasi *Edge Tape Off Center*  
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2025)

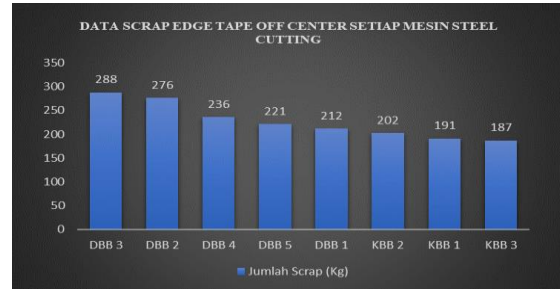
Gambar 1. Diatas merupakan gambaran dari *scrap Edge Tape Off Center*. *Scrap Edge Tape Off Center* adalah kondisi dimana material *Edge Tape* yang menempel pada *Steel Belt* tidak terpasang sempurna pada bagian kiri dan kanan material. Sesuai dengan standar proses, posisi *Edge Tape* tidak boleh keluar dari batas *belt* dan hanya diperbolehkan masuk ke dalam material *belt* dengan toleransi maksimum 1 mm. Ketika posisi *Edge Tape* melampaui batas toleransi ini, maka produk menjadi cacat dan dinyatakan sebagai *scrap*. Perubahan ukuran lebar dan ketebalan *Edge Tape* juga dapat menjadi penyebab timbulnya *scrap*, karena *Edge Tape* sendiri sudah memiliki standar lebar dan ketebalannya. Berikut ini merupakan data *scrap Steel Cutting* yang dihasilkan pada bulan maret tahun 2025 yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2.** Data *Scrap Steel Cutting* Bulan Maret 2025  
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2025)

Dari Gambar 2. diatas dapat dilihat bahwa masalah yang begitu sering terjadi ditemukan pada mesin *Steel Cutting* salah satunya adalah *Edge Off Center* yang menempati urutan kedua setelah *problem* lengket. Walaupun masalah *scrap* lengket tercatat sebagai yang tertinggi pada mesin *Steel Cutting*, kami tidak menjadikannya sebagai tema perbaikan saat ini. Karena masalah tersebut sedang berada dalam proses perbaikan tim sarana prasarana *Steel Cutting*. Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat hasil nilai rata-rata *problem Edge Tape Off Center* yang dihasilkan sebesar 1813 Kg. *Edge Tape Off Center* ini dihasilkan oleh 8 mesin *Steel Cutting* yang aktif

produksi. Berikut ini merupakan data rata-rata *Edge Tape Off Center* yang dihasilkan oleh setiap mesinnya sehingga dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3.** Data *Scrap Edge Tape Off Center* Setiap Mesin Bulan Maret 2025  
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2025)

Pada Gambar 3, terlihat bahwa mesin DBB 3 merupakan mesin yang menghasilkan *scrap edge tape off center* paling banyak dibandingkan mesin lainnya. Mesin ini mencatat jumlah *scrap* sebesar 288 Kg. Untuk menangani masalah tersebut, salah satu solusi yang kami usulkan adalah memodifikasi frame *Edge Tape* dan sistem kontrol dengan menambahkan sensor jarak IFM untuk mendeteksi gulungan *Edge Tape* ketika akan habis. Modifikasi ini diharapkan dapat mengurangi kemungkinan terjadinya *loss* material yang menyebabkan *scrap Edge Tape Off Center*.

Modifikasi pada *Frame Guide Edge Tape* dan AS Poros Dudukan *Edge Tape* ini didesain menggunakan perangkat lunak SolidWorks. SolidWorks adalah perangkat lunak rekayasa desain yang dirancang khusus untuk desain 3D [1]. Software ini sering digunakan dalam pembuatan model 3D dan memiliki tiga tampilan utama. Pertama, tampilan part digunakan untuk membuat bagian-bagian dari mesin. Kedua, tampilan assembly berfungsi untuk menyatukan berbagai part yang telah dibuat agar menjadi kesatuan yang utuh. Terakhir, tampilan drawing digunakan untuk membuat gambar teknik dari model yang telah dibuat, sehingga siap untuk dicetak dan digunakan sebagai panduan dalam produksi. SolidWorks tidak hanya digunakan untuk mendesain model 3D, tetapi juga memiliki kemampuan untuk mensimulasikan gambar yang telah dibuat. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan SolidWorks untuk mengetahui kekuatan dari rangka auto centering dan booking unit yang telah dirancang. Dengan fitur simulasi yang ada di SolidWorks, peneliti dapat menganalisis berbagai aspek mekanis dan struktural dari desain, memastikan bahwa rangka memiliki kekuatan dan daya tahan yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi sebelum diproduksi secara fisik.

## B. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan memahami Tingkat keamanan dari

rangka pada *Frame Guide Edge Tape* dan AS Poros Dudukan *Edge Tape* yang digunakan pada mesin DBB3. Penelitian ini berfokus pada analisis komprehensif terhadap jenis material yang digunakan dalam konstruksi rangka, dengan tujuan untuk memastikan bahwa material tersebut mampu memenuhi standar keamanan yang diperlukan.

### C. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat, yaitu:

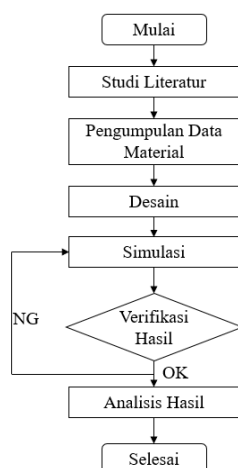
1. Mengevaluasi tingkat keamanan rangka pada *Frame Guide Edge Tape* dan AS Poros Dudukan *Edge Tape*, penelitian ini membantu memastikan bahwa mesin DBB3 dapat beroperasi dengan aman.
2. Memberikan data yang penting tentang kinerja material yang digunakan dalam rangka, memungkinkan desainer untuk melakukan penyesuaian atau perbaikan desain yang diperlukan.
3. Pengembangan mesin yang lebih efisien dengan mengurangi frekuensi perawatan dan downtime akibat kegagalan rangka. Mesin yang lebih handal akan meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya operasional.

### D. Rumusan Masalah

Berdasarkan tujuan penelitian, analisis kekuatan rangka *Frame Guide Edge Tape* dan AS Poros Dudukan *Edge Tape* sangat penting dalam tahap perancangan. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi, terutama terkait dengan kekuatan rangka. Dengan memahami kekuatan dan kelemahan rangka, penelitian ini dapat membantu dalam mengantisipasi potensi kegagalan produksi. Ini memungkinkan perancang untuk melakukan penyesuaian yang diperlukan sebelum produksi, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya masalah yang dapat mempengaruhi kualitas dan efisiensi mesin, serta mengurangi biaya perbaikan dan downtime produksi.

## I. METODE PENELITIAN

### A. Alur Penelitian



### Detail Alur Penelitian

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur adalah tahap awal di mana peneliti mengumpulkan dan menelaah informasi dari sumber-sumber akademis dan teknis terkait untuk memahami teori, metode analisis, dan penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik. Tujuannya adalah untuk memperoleh dasar pengetahuan yang kuat dan menentukan pendekatan yang tepat untuk penelitian.

#### 2. Pengumpulan Data Material

Pada tahap pengumpulan data material, peneliti mengidentifikasi dan mengumpulkan informasi mengenai spesifikasi material yang akan digunakan dalam penelitian, seperti jenis dan sifat material ASTM A36. Data ini penting untuk memastikan bahwa material yang dipilih sesuai dengan kebutuhan eksperimen dan analisis yang akan dilakukan.

#### 3. Desain

Tahap desain melibatkan pembuatan rencana eksperimen atau model yang akan digunakan dalam penelitian. Peneliti merancang struktur eksperimen, termasuk pembuatan model CAD, untuk memetakan bagaimana eksperimen akan dilaksanakan dan parameter apa yang akan diuji, memastikan desain yang tepat untuk mencapai tujuan penelitian.

#### 4. Simulasi

Pada tahap Simulasi, peneliti menggunakan perangkat lunak analisis struktural untuk melakukan simulasi pada model yang telah dirancang. Simulasi ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana rangka atau komponen berperilaku di bawah berbagai kondisi beban, memungkinkan peneliti untuk memprediksi performa tanpa harus membuat prototipe fisik terlebih dahulu.

#### 5. Verifikasi Hasil

Verifikasi hasil adalah langkah di mana hasil dari simulasi diperiksa dan dibandingkan dengan data eksperimen atau standar yang ada untuk memastikan akurasi.

#### 6. Analisis Hasil

Dalam tahap analisis hasil, peneliti mengevaluasi data yang diperoleh dari simulasi dan pengujian fisik untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari desain atau material. Analisis ini membantu dalam menarik kesimpulan tentang performa dan keamanan, serta memberikan dasar untuk rekomendasi desain atau perbaikan lebih lanjut.

### B. Perhitungan

#### 1. Perhitungan Massa

Dengan diketahui volume dan *massa* jenis benda dapat diketahui *massa* dari benda dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [2]:

$$m = \rho \times V \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$m$  = *Massa* benda (kg)

$\rho$  = *Massa* jenis benda (kg/m<sup>3</sup>)

$V$  = Volume (m<sup>3</sup>)

#### 2. Perhitungan Beban

Gaya yang bekerja pada suatu benda dapat digunakan untuk menentukan berat dari suatu benda dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [2]:

$$W = m \times g \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

W = Berat (Newton)

m = Massa (kg)

g = Gaya gravitasi ( $m/s^2$ )

### 3. Perhitungan Sambungan Las

Tegangan tarik yang di izinkan untuk proses pengelasan logam, maka kekuatan tarik untuk metode pengelasan *fillet tunggal (single fillet weld)* adalah sebagai berikut [3]:

$$P = 0,707 \times s \times l \times \text{izin} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

P = Beban Maksimum (N)

s = Ukuran sambungan las (mm)

l = Panjang sambungan las (mm)

izin= Tegangan Tarik ( $N/mm^2$ )

### 4. Perhitungan Sambungan Baut

Tegangan geser pada baut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [3]

$$P = 4 \times d^2 \times \tau \times n \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

$\tau$  = Tegangan geser baut  $N/mm^2$

P = Beban yang diterima oleh baut N

d = Diameter baut mm<sup>2</sup>

n = Jumlah baut

### 5. Factor Of Safety

Faktor keamanan (*Factor of Safety*) adalah elemen penting yang perlu dipertimbangkan saat melakukan analisis dan perencanaan struktur secara menyeluruh. Minimal dari *factor of safety* ini adalah 1 [2].

$$F_s = \frac{\sigma_{\text{yield}}}{\sigma_{\text{strength}}} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

$F_s$  = *Factor Of Safety*

$\sigma_{\text{yield strength}}$  = Tegangan Maksimal (Mpa)

$\sigma_{\text{maks}}$  = *Von misses* (Mpa)

## C. Simulasi Finite Element Analysis

Simulasi *finite element analysis* (FEA) dilakukan menggunakan SolidWorks 2019, dimulai dengan pemodelan 3D komponen, penentuan material, dan penerapan beban. *Finite element analysis* (FEA) di SolidWorks adalah metode simulasi komputasi yang memecah model 3D menjadi elemen-elemen kecil untuk menganalisis respons material terhadap berbagai kondisi beban dan tekanan [4]. Tahapan simulasi sebagai berikut:

#### 1. Menentukan Fixtures

*Fixtures* adalah proses identifikasi dan pemilihan bagian yang digunakan untuk menahan dan memposisikan komponen secara tepat selama proses pemrosesan atau perakitan. *Fixtures* memastikan bahwa komponen tetap stabil dan terjaga pada posisi yang benar, meningkatkan akurasi dan efisiensi produksi.

#### 2. Menentukan External Load

*External load* adalah tahap di mana beban atau gaya

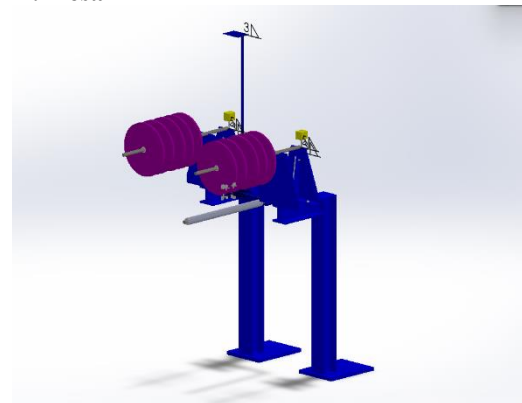
yang diterapkan pada komponen atau struktur diidentifikasi dan didefinisikan. Ini mencakup segala jenis beban yang berasal dari luar, seperti tekanan, gaya tarik, beban geser, atau beban distribusi yang akan mempengaruhi performa dan integritas struktur selama operasi.

### 3. Meshing

*Meshing* adalah proses membagi model 3D menjadi elemen-elemen kecil atau "mesh" untuk analisis dalam simulasi *finite element analysis* (FEA). Dengan mengikuti metodologi ini, diharapkan dapat diperoleh analisis yang komprehensif dan akurat mengenai kekuatan rangka *auto centering* dan *booking unit*, yang pada akhirnya akan membantu dalam meningkatkan desain dan kinerja komponen tersebut

## II. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Desain



Gambar 4. Desain

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2025)

### B. Perhitungan Massa

Perhitungan berat benda atau komponen dapat dihitung berdasarkan volume di kali massa benda. Material yang digunakan memiliki massa jenis  $7.850 \text{ kg/m}^3$  maka hasil perhitungan massa total pada rangka dan komponen adalah 1777,282 N. Berikut adalah penjelasan lengkap mengenai beban yang ada pada setiap komponen.

Tabel 1. Perhitungan Massa

No	Komponen	Qty	Beban Komponen (N)	Jumlah Beban (N)
1.	Bearing 6904	2	0,038	0,076
2.	Baut L M8 X 1,25mm	4	0,018	0,072
3.	Poros Frame Guide	1	15,7	15,7
4.	Besi Pipa Frame Guide	1	1,84	1,84



5.	Stopper	2	0,061	0,122
6.	Besi Hollow Frame Guide	1	15,41	15,41
7.	Material Edge Tape	5	65,474	327,37
8.	Dudukan Material Edge Tape	5	0,676	3,38
TOTAL				348,27

### C. Perhitungan Sambungan Las

Setiap sambungan pada rangka besi disatukan menggunakan las busur listrik, dengan elektroda tipe E6013. Elektroda ini memiliki kekuatan tarik sebesar 62 Ksi, yang jika dikonversi menjadi satuan internasional setara dengan 427,47 N/mm<sup>2</sup>, berdasarkan perhitungan bahwa 1 Ksi sama dengan 6,89 N/mm<sup>2</sup>.

#### 1. Sambungan Las 1

Sambungan Plat besi ini digunakan untuk menyambung rangka *Guide*. Pengelasan ini menggunakan busur listrik atau elektroda sebagai bahan penyambung. Plat besi 75 x 75 mm, dan tebal 10 mm akan disambung dengan besi *hollow* dengan ukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan besi 5 mm. Posisi sambungan las antara plat besi dan besi *hollow*.

#### 2. Panjang Pengelasan

tebal (t) = 10 mm

panjang (p) = 40 mm

lebar (l) = 40 mm

panjang las (l) = 4 x s

panjang las (l) = 4 x 40

l = 160 mm

Panjang pengelasan (l) yang akan dilakukan adalah 160 mm. Tebal las (s) yang direkomendasikan untuk tebal besi (t) 10 mm adalah 4 mm sesuai dengan

Tabel 5.

#### 3. Perhitungan Tegangan Tarik Izin

Pengelasan bagian ini menggunakan elektroda jenis RB-26 E-6013 yang memiliki tegangan tarik sebesar 62 Ksi atau sama dengan 427,47 N/mm<sup>2</sup> sesuai dengan Tabel 3. Dengan ketentuan 1 Ksi bernilai 6,89 N/mm<sup>2</sup>. *Factor of safety* yang digunakan untuk material *steel* pada beban tetap adalah 4 sesuai dengan Tabel 4. Maka untuk menghitung tegangan tarik izin sambungan las dapat menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_t}{F_s}$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{427,47 \text{ N/mm}^2}{4}$$

$$\sigma_{ijin} = 106,86 \text{ N/mm}^2$$

Maka, tegangan tarik yang diizinkan adalah sebesar 106,86 N/mm<sup>2</sup>

#### 4. Menghitung Beban

Beban total yang diterima pada sambungan las 1 adalah:

$$W_{Total} = (W_{\text{Besi Hollow Frame Guide Guide}}) + (W_{\text{Stopper}}) + (W_{\text{Bearing 6904}}) + (W_{\text{Besi Pipa Frame Guide Guide}}) + (W_{\text{poros Frame Guide guide}})$$

$$W_{Total} = (15,41 \text{ N}) + (0,122 \text{ N}) + (7,84 \text{ N}) + (1,84 \text{ N}) + (15,7)$$

$$W_{Total} = 40,912 \text{ N}$$

#### 5. Perhitungan Beban Maksimum Pengelasan

Untuk menghitung beban maksimal dari pengelasan dapat menggunakan persamaan (13):

$$P = 0,707 \text{ mm} \times s \times l \times \sigma_{ijin}$$

$$P = 0,707 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 106,86 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 48.352,01 \text{ N}$$

Dari perhitungan total pembebanan yang terjadi pada alat didapat nilai total adalah 40,912 N. Perhitungan kekuatan las 1 memiliki beban maksimal sebesar 48.352,0128. Dengan nilai kekuatan las yang lebih besar dari pembebanan yang diterima, maka kekuatan struktur dalam menahan beban aman.

### D. Perhitungan Sambungan Baut

#### 1. Sambungan Baut

Baut yang digunakan adalah baut dengan ukuran M8 x 1,25 dengan material ASTM A325 yang mempunyai nilai  $\sigma_t = 550 \text{ Mpa} = 550 \text{ N/mm}^2$ . Nilai *factor of safety* adalah 4 sesuai dengan Tabel 4. karena baut menerima beban statis dan material yang disambung adalah aluminium. Sambungan baut ini adalah sambungan untuk menyambung *pillow block* dan dudukannya. Sambungan seperti pada Gambar.

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_t}{F_s} = \frac{550}{4} = 137,5 \text{ N/mm}^2$$

Dari perhitungan tersebut maka didapatkan tegangan tarik yang diizinkan yaitu sebesar 137,5 N/mm<sup>2</sup>. Jenis material yang digunakan menetapkan bahwa tegangan geser diizinkan ( $\tau$ ) diambil 30% dari batas elastis tarik ( $\sigma_{el}$ ), tetapi jangan sampai melebihi 18% tegangan tarik *ultimate* ( $\sigma_u$ ). Untuk mengetahui tegangan geser pada baut dapat dicari dengan persamaan (2) sebagai berikut:

$$\tau = 0,18 \times \sigma_u$$

$$\tau = 0,18 \times 505 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 90,9 \text{ N/mm}^2$$

Dari perhitungan tersebut maka didapatkan tegangan geser baut yang diizinkan adalah sejumlah 90,9 N/mm<sup>2</sup>.

## 2. Pembebanan Yang diterima

$$W_{Total} = (W_{\text{Besi Hollow Frame Guide Guide}}) + (W_{\text{Stopper}}) + (W_{\text{Bearing 6904}})$$

$$+ (W_{\text{Besi Pipa Frame Guide Guide}}) + (W_{\text{poros Frame Guide guide}})$$

$$W_{Total} = (15,41 \text{ N}) + (0,122 \text{ N}) + (7,84 \text{ N}) + (1,84 \text{ N}) + (15,7)$$

$$W_{Total} = 40,912 \text{ N}$$

Beban yang diterima oleh baut M8 x 1,25 mm adalah sebesar 40,912 N.

## 3. Tegangan Geser Yang Bekerja

Pada satu pelat terdapat 4 buah lubang baut. Dengan menggunakan persamaan (14) berikut besarnya tegangan geser yang bekerja adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \tau \times n$$

$$40,912 = 0,785 \times 8^2 \times \tau \times 4$$

$$\tau = \frac{40,912}{200,96}$$

$$\tau = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Dari perhitungan tersebut didapat nilai tegangan geser pada 4 baut sebesar 1,86 N/mm<sup>2</sup>. Maka besar tegangan geser yang bekerja pada setiap baut adalah:  $\tau_{\text{baut}} = \tau / \text{jumlah baut}$

$$\tau_{\text{baut}} = 0,2 \text{ N/mm}^2 / 4$$

$$\tau_{\text{baut}} = 0,05 \text{ N/mm}^2$$

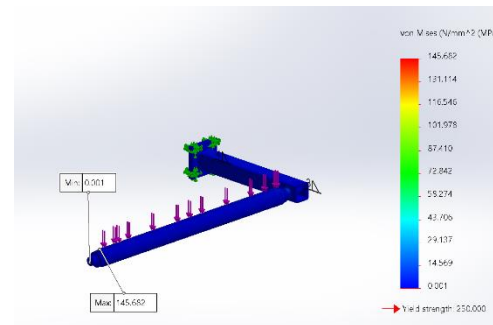
Dari perhitungan yang dilakukan, tegangan geser yang dialami oleh baut adalah sebesar 1,86 N/mm<sup>2</sup>. Namun, tegangan geser yang diizinkan hanya sebesar 90,9 N/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan perbandingan ini, dapat disimpulkan bahwa kekuatan sambungan pada baut pengikat plat memenuhi standar keamanan secara perhitungan, karena nilai tegangan geser yang dialami oleh baut jauh lebih kecil daripada nilai tegangan geser yang diizinkan. Hal ini menunjukkan bahwa sambungan tersebut dapat dipercaya untuk menahan beban yang dihadapinya dengan aman.

## E. Finite Element Analysis

Pada bagian ini disajikan analisis hasil simulasi yang dilakukan menggunakan software Solidworks 2022 untuk mensimulasikan desain yang telah dibuat. Rangka mengalami beban statis yang timbul akibat gaya dari komponen. Berdasarkan pembebanan

tersebut, diperoleh hasil sebagai berikut.

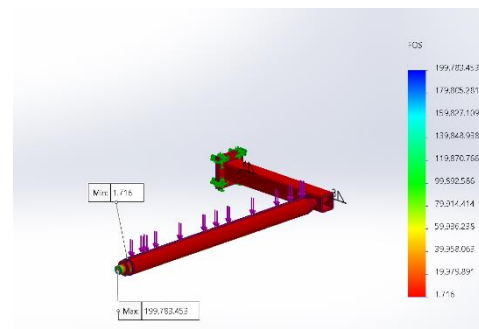
### 1. Tegangan Pada *Frame Guide*



**Gambar 5.** FEA Tegangan *Frame Guide*  
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2025)

Tegangan merupakan besar gaya yang bekerja pada permukaan benda yang dikenakan gaya. Pada Gambar 5 tegangan terbesar tercatat sebesar 142,68 MPa, yang terjadi pada plat bagian bawah. Sedangkan nilai tegangan terkecil adalah 0,001 MPa yang terjadi pada ujung as poros. Informasi ini penting untuk mengevaluasi distribusi tegangan dalam struktur dan memastikan bahwa setiap komponen mampu menanggung beban dengan aman dan sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.

### 2. FoS Pada *Frame Guide*



**Gambar 6.** FEA *Factor of Safety Frame Guide*  
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2025)

*Factor of safety* adalah nilai tolak ukur untuk menentukan suatu struktur aman atau tidak untuk digunakan. Jika nilai *factor of safety* kurang dari 1 maka struktur atau desain tersebut dikatakan kurang aman untuk digunakan, namun sebaliknya jika nilai *factor of safety* lebih dari 1 maka struktur atau desain tersebut dikatakan aman. Dari simulasi yang telah dilakukan didapat nilai minimum sebesar 1,716 dan untuk nilai maksimal sebesar 199,783,45. Sedangkan secara perhitungan nilai *factor of safety* dari rangka dengan cara membandingkan nilai *yield strength* dari material ASTM A36 sebesar 250 MPa dengan nilai tegangan maksimum yang terjadi pada rangka sebesar 142,68 MPa. Rumus mencari *factor of safety* dapat menggunakan persamaan (5) sebagai berikut:

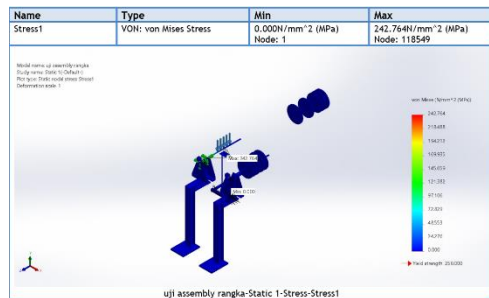
$$F_s = \frac{\sigma_{\text{yield strength}}}{\sigma_{\text{maks}}}$$

$$F_s = \frac{250 \text{ Mpa}}{142,68 \text{ Mpa}}$$

$$F_s = 1,716$$

Dari hasil simulasi dan perhitungan disimpulkan bahwa rangka aman digunakan karena mempunyai nilai minimum *factor of safety* pada rangka > 1.

### 3. Tegangan Pada AS Porosudukan *edge tape*

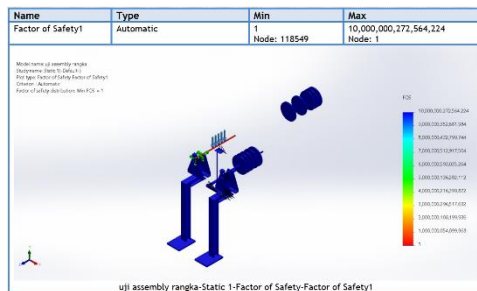


**Gambar 7.** FEA Tegangan AS Porosudukan *edge tape*

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2025)

Tegangan merupakan besar gaya yang bekerja pada permukaan benda yang dikenakan gaya. Pada Gambar 7 tegangan terbesar tercatat sebesar 242,764 MPa, yang terjadi pada ujung as Poros. Sedangkan nilai tegangan terkecil adalah 0,000 MPa yang terjadi pada as poros. Informasi ini penting untuk mengevaluasi distribusi tegangan dalam struktur dan memastikan bahwa setiap komponen mampu menanggung beban dengan aman dan sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.

### 4. FoS Pada AS Porosudukan *edge tape*



**Gambar 8.** FEA *Factor of Safety* AS Porosudukan *edge tape*

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2025)

*Factor of safety* adalah nilai tolak ukur untuk menentukan suatu struktur aman atau tidak untuk digunakan. Jika nilai *factor of safety* kurang dari 1 maka struktur atau desain tersebut dikatakan kurang aman untuk digunakan, namun sebaliknya jika nilai *factor of safety* lebih dari 1 maka struktur atau desain tersebut dikatakan aman. Dari simulasi yang telah dilakukan didapat nilai minimum sebesar 1 dan untuk nilai maksimal sebesar 10.000.000.272.564.224 Sedangkan secara perhitungan nilai *factor of safety* dari rangka dengan cara membandingkan nilai *yield strength* dari material ASTM A36 sebesar 250 MPa

dengan nilai tegangan maksimum yang terjadi pada rangka sebesar 242,764 MPa. Rumus mencari *factor of safety* dapat menggunakan persamaan (5) sebagai berikut:

$$F_s = \frac{\sigma_{\text{yield strength}}}{\sigma_{\text{maks}}}$$

$$F_s = \frac{250 \text{ Mpa}}{242,764 \text{ Mpa}}$$

$$F_s = 1$$

Dari hasil simulasi dan perhitungan disimpulkan bahwa rangka aman digunakan karena mempunyai nilai minimum *factor of safety* pada rangka > 1.

## III. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan dengan software SolidWorks 2022 mendapatkan hasil sebagai berikut :

1. Massa total dari rangka adalah 348,27 N
2. Perhitungan sambungan las menunjukkan hasil aman
3. Perhitungan sambungan baut menunjukkan hasil bahwa baut dapat menerima beban yang diberikan.
4. FOS dari rangka lebih dari 1 menandakan bahwa rangka cukup aman Jadi dapat disimpulkan bahwa *Frame Guide* dan AS Porosudukan *edge tape* cukup aman untuk digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Jamaldi, A. Supriyanto, D. Andriyansyah, M. T. Wicaksono, A. Y. Savidaprima, and T. W. B. Riyadi, "Peningkatan Kompetensi Desain Bagi Guru SMK Menggunakan Software Solidworks," *Abdi Masya*, vol. 1, no. 2, pp. 66–71, 2021, doi: 10.52561/abma.v1i2.131.
- [2] N. Adyono, "ANALISA FAKTOR KEAMANAN PADA DESAIN ALAT DIE CUT MENGGUNAKAN SIMULASI FINITE ELEMENT ANALYSIS," pp. 144–155, 2024.
- [3] D. Jatnika, N. Kesuma, M. Sekolah, T. Teknologi, and M. Bandung, "Analisis kekuatan sambungan las pada komponen lifting lug panser," *Isu Teknol. STT Mandala*, vol. 16, no. 2, pp. 66–77, 2021, [Online]. Available: <https://www.ejournal.sttmandalabdg.ac.id/index.php/JIT/article/view/229>
- [4] S. Shivakumar, V. S. Kudagi, and P. Talwade, "Applications of finite element analysis in dentistry: A review," *J. Int. Oral Heal.*, vol. 13, no. 5, pp. 415–422, 2021, doi: 10.4103/JIOH.JIOH\_11\_21.