

Analisa Kekuatan Material Bahan dan Rangka Alat Pengguling Sapi Berbobot 1.2 Ton Menggunakan Software Autodesk Inventor

Feryzal Sutra Perdana¹, Ali Akbar², Haris Mahmudi³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *¹feryzalsutraperdana@gmail.com, ²aliakbar@unsida.ac.id, ³harismahmudi@unpkediri.ac.id

Abstrak – Penelitian analisa kekuatan material ini menggunakan Stress Analysis pada rangka body dan pintu. Analisa ini bertujuan sebagai solusi yang dilakukan untuk menganalisa kekuatan rangka body dan pintu agar terhindar dari kegagalan kerja sehingga rangka tetap aman. Dalam penelitian simulasi dilakukan pada rangka body dan pintu pada alat pengguling sapi menggunakan Software Autodesk Inventor untuk mencari nilai Von Mises Stress, Displacement, dan Safety Factor. Penelitian ini menggunakan dua jenis material baja yaitu baja ST 37 berdiameter 33.7 mm, 48.3 mm, 60.1 mm dan baja Galvanized berdiameter 76.1 mm. Pada hasil simulasi rangka body Menggunakan Stress Analysis dengan pembebanan 1200 kg atau 12000 N diperoleh maksimum Von Mises Stress pada baja ST 37 sebesar 60.8331 Mpa, 27.5645 Mpa, 0.433804 Mpa sedangkan baja Galvanized diperoleh nilai 0.433804 Mpa. Pada rangka pintu menghasilkan nilai 231.751 Mpa, 84.9438 Mpa, 80.0075 Mpa dan baja Galvanized diperoleh nilai 69.7214 Mpa. Nilai Displacement pada rangka body pada material baja ST 37 diperoleh nilai 0.220276 mm, 0.0546783 mm, 0.000274408 mm dan baja Galvanized diperoleh 0.000274408 mm. Pada rangka pintu Displacement baja ST 37 diperoleh nilai 2.16627 mm, 0.909759 mm, 0.352747 mm dan untuk baja Galvanized diperoleh 0.252454 mm. Nilai Safety Factor pada rangka body baja ST 37 diperoleh nilai minimum 3.40275, 7.50965, 15 dan baja Galvanized diperoleh 15. Pada rangka pintu diperoleh nilai 2.16627, 0.909759, 0.352747 dan baja Galvanized diperoleh 0.252454. berdasarkan simulasi Stress Analysis tersebut diambil kesimpulan bahwa baja ST 37 berdiameter 60.1 mm dan baja Galvanized berdiameter 76.1 mm lebih aman digunakan.

Kata Kunci : Displacement, Rangka, Stress Analysis, Safety Factor, Von Mises Stress.

1. PENDAHULUAN

Penyembelihan hewan kurban rutin dilaksanakan setiap tahunnya oleh masyarakat Indonesia, hal ini menandakan bahwa kebutuhan pelaksanaan kurban di masyarakat tetap tinggi. Peningkatan jumlah penyembelihan juga terjadi di beberapa kota, khususnya pada masjid-masjid yang mengalami rata-rata peningkatan jumlah penyembelihan setiap tahunnya. Hal ini dikarenakan peningkatan jumlah hewan kurban tidak sejalan dengan peningkatan daya sembelih sehingga pelaksanaan penyembelihan perlu dialihkan ke berbagai kota di dalam negeri serta luar negeri. Pada proses penyembelihan terutama yang menggunakan metode tradisional tentunya membutuhkan waktu yang tidak singkat khususnya pada saat proses penggulingan atau penggulingan hewan kurban itu sendiri. Untuk penggulingan atau penggulingan hewan kurban yang memiliki bobot tidak terlalu besar akan mudah pada saat penggulingan atau penggulingannya

Metode penyembelihan secara tradisional umumnya menggunakan tali sebagai alat bantu untuk membaringkan sapi, hal ini dinilai berbahaya dan tidak sesuai karena sapi sewaktu-waktu dapat mengamuk serta melukai penyembelih dan masyarakat di sekitar area penyembelihan. Kondisi sapi yang mengamuk akan berakibat pada kualitas daging yang menjadi lebih keras. Kerugian-kerugian yang muncul akibat dari proses

penyembelihan secara tradisional ini berakibat juga kepada rendahnya nilai kesejahteraan dan kenyamanan hewan (animal welfare) yang akan disembelih. Kesejahteraan dan kenyamanan hewan (animal welfare) merupakan segala suatu usaha untuk meminimalisir kemungkinan stres pada hewan kurban. Nilai tegangan dan deformasi dapat dilakukan menggunakan metode eksperimen dan simulasi. Metode eksperimen secara nyata untuk mengetahui kekuatan suatu material akan membutuhkan biaya yang tinggi [5].

Autodesk Inventor adalah program yang digunakan untuk keperluan bidang teknik seperti untuk membuat desain mesin, desain produk, desain konstruksi dan keperluan produk lainnya. Software Autodesk Inventor selain untuk menggambar desain suatu benda juga memiliki fitur Stress Analysis yang berfungsi untuk menganalisa kekuatan rancangan suatu benda yang akan dibuat [3].

Fitur Stress Analysis adalah sebuah fitur yang sudah di sediakan untuk pengguna Software Autodesk Inventor yang berguna untuk menganalisis kekuatan suatu rancangan benda untuk membantu mengurangi kesalahan dalam membuat desain. Oleh karena itu biaya yang dikeluarkan bisa berkurang dan waktu pengerjaan bisa lebih cepat dikarenakan desain rancangan sudah disimulasikan terlebih dahulu menggunakan Software tersebut. Kekuatan hasil analisis bergantung pada material, Constrains (Bagian yang diam), dan loads (beban) yang diberikan. Jadi untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka desain dan material yang dibuat

harus dipastikan mewakili dari benda atau produk yang akan dibuat secara nyata. Demikian dengan Constrain dan Loads harus mewakili kondisi kerja dari produk atau benda yang akan dibuat. [3].

Metode elemen hingga (MEH) telah terbukti keandalannya dalam memecahkan masalah di bidang mekanika kontinum. Dengan menganalisis tegangan dan regangan menggunakan sifat statis, analisis tegangan desain itu sendiri dapat dengan mudah dihitung menggunakan perangkat lunak analisis, termasuk perangkat lunak *Software Autodesk Inventor*.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan alat pengguling sapi dengan kapasitas 1.2 Ton bobot sapi. Rancangan ini digunakan sebagai media untuk meningkatkan daya sembelih untuk masyarakat yang masih menggunakan metode penyembelihan tradisional dan mempersingkat waktu proses penyembelihan khususnya pada proses penggulingan atau penggulingan serta memenuhi kaidah kesejahteraan dan kenyamanan hewan. Salah satu kelebihan pada rancangan alat ini adalah dapat mengefektifkan waktu pada proses penyembelihan yang ada sehingga membuat pendistribusian hasil penyembelihan hewan qurban menjadi lebih cepat dan juga menghindari hewan kurban mengamuk saat proses penyembelihan yang dapat membahayakan masyarakat yang ada disekitar area penyembelihan. Dalam desain dan perancangan alat pengguling sapi qurban ini maka perlu dilakukan analisa kekuatan bahan pada rangka untuk menjamin alat ini aman atau memenuhi syarat sebagai bahan untuk sapi 1.2 Ton.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Identifikasi Variabel

Variable merupakan sesuatu mutu (*qualities*) dimana periset menekuni dan menarik kesimpulan. Pada penelitian ini penulis mendefinisikan 3 variabel yaitu :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini menggunakan variasi baja dalam analisisnya yaitu :

1	Pipa Baja ST 37	33.7 mm
2	Pipa Baja ST 37	48.3 mm
3	Pipa Baja ST 37	60.3 mm
4	Pipa Baja Galvanis	76.1 mm

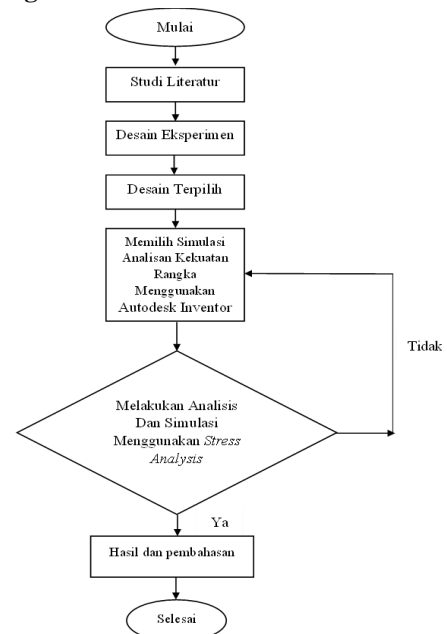
2. Variabel Kontrol

Variabel Kontrol pada penelitian ini adalah beban yang diuji 1,2 ton atau 12000 N, tebal bahan yang digunakan 3 mm, dan analisisnya menggunakan *Software Autodesk Inventor Professional*.

3. Variabel Terikat.

Variabel terikat dalam penelitian ini berupa hasil analisis *Von Mises Stress*, *Displacement* dan *Safety Factor*.

2.2 Diagram Alur Penelitian



Gambar 2.1 Gambar Alur Penelitian

2.3 Teknik Analisis Data

Analisis Menggunakan *Software*

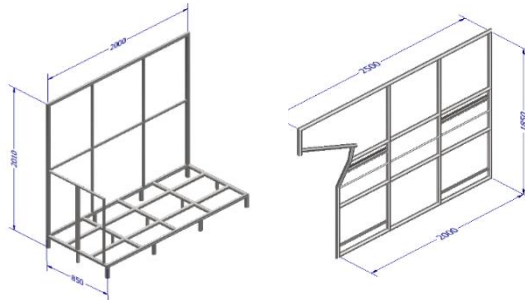
Autodesk Inventor adalah *Software* untuk desain mekanika 3D, simulasi, visualisasi, dan dokumentasi yang dikeluarkan oleh Autodesk [6]. *Inventor* ditunjukkan untuk desain dalam bentuk 3D agar bisa dirakit dan diubah menjadi gambar kerja secara digital.

Autodesk Inventor menggunakan konsep elemen hingga untuk menganalisis kekuatan suatu desain dan materialnya. Metode ini sangat efektif dan efisien untuk menentukan *Von Mises Stress*, *Displacement*, dan *Safety Factor* dikarenakan

Tabel 2.1 Variabel Penelitian

No	Variabel	Diameter
----	----------	----------

gambar dari Software tersebut sudah mewakili dari benda aslinya.



Gambar 2.2 Rangka Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Sifat Fisik Material

Pada hasil *Stress Analysis* didapatkan sifat fisik material seperti berikut.

Tabel 3.1 Sifat Fisik Material

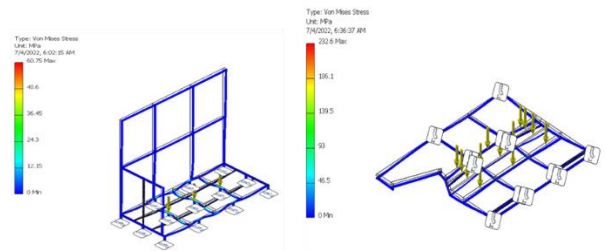
X

Name	Steel, Galvanized	
General	Mass Density	7.85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	200 GPa
	Poisson's Ratio	0.3 ul
	Shear Modulus	76.9231 GPa

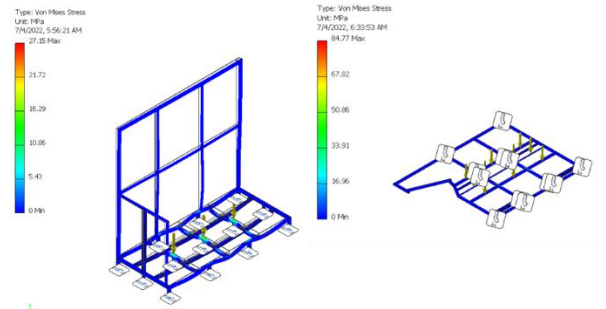
Name	Steel, Carbon	
General	Mass Density	7.85 g/cm ³
	Yield Strength	350 MPa
	Ultimate Tensile Strength	420 MPa
Stress	Young's Modulus	200 GPa
	Poisson's Ratio	0.29 ul
	Shear Modulus	77.5194 GPa

3.2 Von Mises Stress

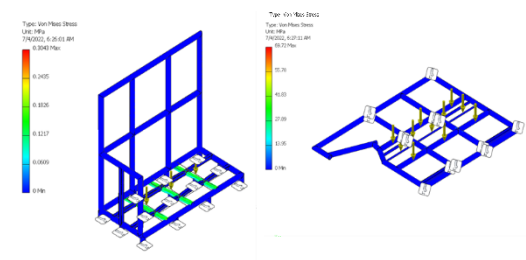
Hasil simulasi menggunakan *Autodesk Inventor* menggunakan analisis statik. Analisis Statik adalah Teknik analisa untuk menentukan tegangan material dan struktur yang mengalami beban atau gaya statis maupun dinamis [1]. Analisis statik menggunakan metode elemen hingga dan bertujuan untuk menentukan apakah desain rangka dan material yang digunakan aman atau tidak. Kondisi ini tercapai jika tegangan yang terjadi tidak melebihi kekuatan luluh (*yield strength*) karena jika melebihi kekuatan luluh maka tidak akan Kembali ke bentuk semula Ketika mendapatkan beban statis. Kriteria *Von Mises* menghitung apakah kombinasi tegangan pada titik tertentu akan menyebabkan kegagalan [6]. Tegangan *Von Mises* juga disebut sebagai tegangan setara atau ekuivalen.



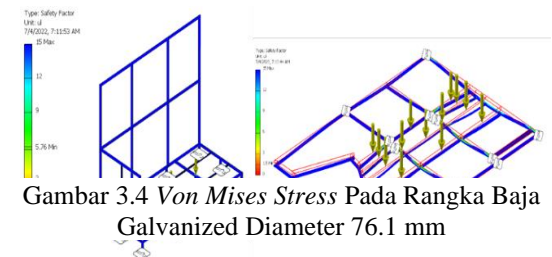
Gambar 3.1 *Von Mises Stress* Pada Rangka Baja ST 37 Diameter 33.7 mm



Gambar 3.2 *Von Mises Stress* Pada Rangka Baja ST 37 Diameter 48.3 mm



Gambar 3.3 *Von Mises Stress* Pada Rangka Baja ST 37 Diameter 60.3 mm

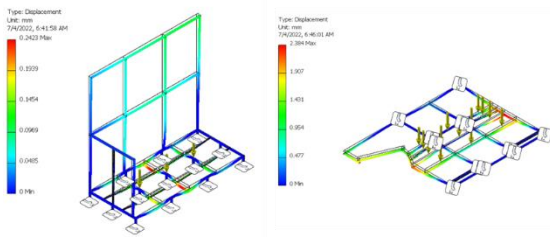


Gambar 3.4 *Von Mises Stress* Pada Rangka Baja Galvanized Diameter 76.1 mm

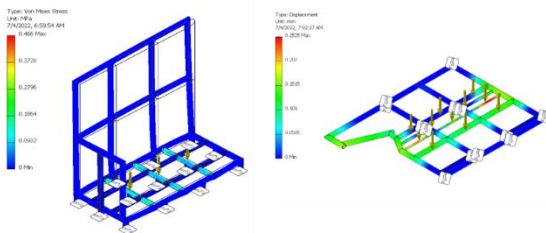
3.3 Displacement

Displacement menunjukkan hasil yang cacat dari representasi skala, yang berdasarkan kondisi tertentu. Kegunaan *Displacement* digunakan untuk menentukan lokasi dan luasnya komponen yang akan diketuk dan berapa gaya yang dibutuhkan untuk menentukan model dengan jarak tertentu

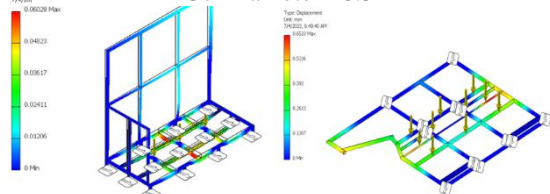
Pada gambar dibawah ini menunjukkan simulasi *Displacement* yang terjadi pada rangka body dan rangka pintu.



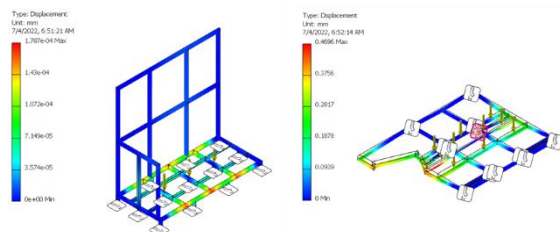
Gambar 3.5 Displacement Pada Rangka Baja ST 37 Diameter 33.7 mm



Gambar 3.6 Displacement Pada Rangka Baja ST 37 Diameter 48.3 mm



Gambar 3.7 Displacement Pada Rangka Baja ST 37 Diameter 60.1 mm



Gambar 3.8 Displacement Pada Rangka Baja ST 37 Diameter 76.1 mm

3.4 Safety Factor

Safety Factor adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari desain rangka dimana kisaran nilainya 1–15 ul. keamanan harus lebih dari 1 agar suatu desain dapat dinyatakan aman.

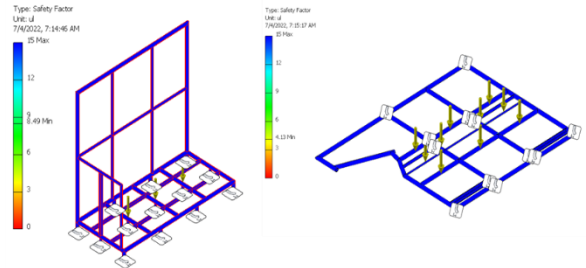
3.5 Pembahasan

Tabel 2.2 Hasil Analisa Rangka Body

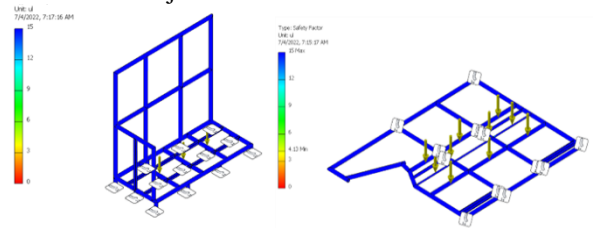
No	Variabel	Diameter (mm)	Data Hasil Pengujian Rangka					
			Von Mises Stress (Mpa)		Displacement (mm)		Safety Factor (ul)	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	Baja ST 37	33.7	0.00171779	60.8331	0	0.220276	3.40275	15
2	Baja ST 37	48.3	0.000447173	27.5645	0	0.0546783	7.50965	15
3	Baja ST 37	60.3	4.91585E-08	0.433804	0	0.000274408	15	15
4	Baja Galvanis	76.1	8.24582E-08	0.433804	0	0.000274408	15	15

Tabel 3.3 Hasil Analisa Rangka Pintu

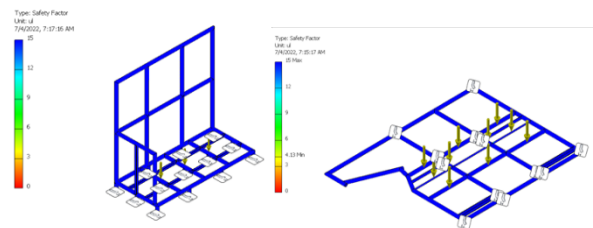
No	Variabel	Diameter (mm)	Data Hasil Pengujian Rangka					
			Von Mises Stress (Mpa)		Displacement (mm)		Safety Factor (ul)	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	Baja ST 37	33.7	0.00290122	231.751	0	2.16627	0.893201	15
2	Baja ST 37	48.3	0.00296643	84.9438	0	0.909759	2.43691	15
3	Baja ST 37	60.3	0.0027932	80.0075	0	0.352747	2.58726	15
4	Baja Galvanis	76.1	0.00216029	69.7214	0	0.252454	2.96896	15



Gambar 3.9 Hasil Safety Factor Pada Rangka Baja ST 37 Diameter 48.3 mm



Gambar 3.10 Hasil Safety Factor Pada Rangka Baja ST 37 Diameter 60.3 mm



Gambar 3.11 Hasil Safety Factor Pada Rangka Baja Galvanized Diameter 76.1 mm

Hasil analisa *Stress Analysis* pada rangka alat pengguling sapi dengan *Software Autodesk Inventor* dengan menerapkan konsep elemen hingga dengan pembebanan yang diberikan pada rangka adalah 1200 kg atau 1.2 ton. Beban ini kemudian dikonversikan menjadi 12000 Newton dan tumpuan pada terletak pada bagian yang digunakan untuk berdirinya sapi dan ketika sapi direbahkan. Peneliti memilih material baja ST 37 dan baja Galvanized dikarenakan baja tersebut banyak digunakan dalam bidang industri. Kedua baja tersebut memiliki kekerasan yang tinggi yang cocok untuk materia rangka alat pengguling sapi yang butuh kekerasan, keuletan, dan ketahanan terhadap gesekan dan beban [7]. Dilihat dari data yang telah diambil dari *Software Autodesk Inventor* bahwa rangka *body* dan pintu yang menggunakan material baja ST 37 dengan diameter 33.7 mm memiliki nilai maksimum *Von Mises Stress* yang paling tinggi dikarenakan diameter material yang digunakan kecil dengan nilai 60.8331 Mpa dan 231.751 Mpa sedangkan Ketika menggunakan material Baja ST 37 dengan diameter 60.1 mm pada rangka *body* dan pintu mendapatkan nilai maksimum *Von Mises Stress* yaitu 0.433804 Mpa dan 80.0075 Mpa dikarenakan material yang digunakan diameternya lebih besar. Pada rangka *body* dan pintu yang menggunakan baja Galvanized dengan diameter 76.1 mm mendapatkan nilai

maksimum *Von Mises Stress* yang rendah yaitu 0.433804 Mpa dan 69.7214 Mpa. Setiap pengujian *Von Mises Stress* bergantung pada luas permukaan yang diuji dan beban yang diberikan serta terbuat dari bahan apa material tersebut. Rangka tersebut dikatakan aman jika nilai *Von Mises Stress* masih dibawah kekuatan luluh (*yield strength*) [2].

Displacement salah satu penentu apakah bahan yang digunakan kuat dalam menahan beban yang sesuai untuk rangka karena terjadinya *Displacement* merupakan akibat dari material yang menerima beban dan gaya. Semakin kecil *Displacement* maka semakin kuat material yang digunakan [2]. Nilai *Displacement* material maksimal yang tertinggi pada rangka *body* dan pintu dimiliki oleh baja ST 37 dengan diameter 33.7 mm yang menghasilkan nilai 0.220276 mm dan 2.16627 mm sedangkan nilai maksimum terendahnya dimiliki oleh baja ST 37 berdiameter 60.1 mm dengan nilai 0.000274408 mm dan 0.352747 mm. Pada material baja Galvanized berdiameter 76.1 mm pada rangka *body* dan pintu menghasilkan nilai maksimum 0.000274408 mm dan 0.252454 mm.

Safety Factor (Faktor Keamanan) digunakan untuk menilai keamanan dari suatu rangka. Faktor keamanan dapat ditentukan baik pada tekanan yang elastis paling ekstrim atau tekanan luluh material [1]. Faktor keamanan digunakan untuk menilai suatu rancangan dengan penilaian yang paling sedikit [1]. Syarat untuk material dan desain rangka ini dikatakan aman yaitu nilai minimum dari yang dihasilkan oleh material dan rangka ini tidak boleh berkisar antara 1 atau dibawahnya. Nilai minimum terendah *Safety Factor* pada rangka *body* dan pintu dimiliki oleh material baja ST 37 berdiameter 33.7 mm dengan nilai 3.40275 dan 0.893201 yang menjadikan rangka ini menjadi tidak aman. Nilai minimum tertinggi pada baja ST 37 berdiameter 60.1 pada rangka *body* dan pintu dengan nilai 15 dan 2.58726 yang menyatakan rangka ini aman digunakan. Pada material baja Galvanized berdiameter 76.1 mm pada rangka *body* dan pintu menghasilkan nilai 15 dan 2.96896 yang menyatakan material dan desain rangka ini aman digunakan.

4. KESIMPULAN

1. *Von Mises Stress*

- Pada rangka *body* nilai *Von Mises Stress* maksimum tertinggi ditunjukkan oleh baja ST 37 dengan diameter 33.7 mm dengan nilai 60.8331 Mpa sedangkan nilai maksimum terendah ditunjukkan oleh baja Galvanized dengan diameter 76.1 mm dengan nilai maksimum 0.433804 mm.
- Pada rangka pintu nilai *Von Mises Stress* maksimum tertinggi ditunjukkan oleh baja ST 37 dengan diameter 33.7 mm dengan nilai 231.751 Mpa sedangkan nilai maksimum terendah ditunjukkan oleh baja Galvanized dengan diameter 76.1 mm dengan nilai maksimum 69.7214 mm.

2. *Displacement*

- Pada rangka *body* nilai *Displacement* maksimum tertinggi ditunjukkan oleh baja ST 37 dengan diameter 33.7 mm dengan nilai 0.220276 mm sedangkan nilai maksimum terendah ditunjukkan oleh baja Galvanized dengan diameter 76.1 mm dengan nilai maksimum 0.000274408 mm.
- Pada rangka *body* nilai *Displacement* maksimum tertinggi ditunjukkan oleh baja ST 37 dengan diameter 33.7 mm dengan nilai 2.16627 mm sedangkan nilai maksimum terendah ditunjukkan oleh baja Galvanized dengan diameter 76.1 mm dengan nilai maksimum 0.252454 mm.

3. *Safety Factor*

- Pada rangka *body* nilai *Safety Factor* minimum terendah ditunjukkan oleh baja ST 37 dengan diameter 33.7 mm dengan nilai 3.40275 sedangkan nilai maksimum terendah ditunjukkan oleh baja Galvanized dengan diameter 76.1 mm dengan nilai maksimum 15.
- Pada rangka *body* nilai *Safety Factor* minimum terendah ditunjukkan oleh baja ST 37 dengan diameter 33.7 mm dengan nilai 0.893201 sedangkan nilai maksimum terendah ditunjukkan oleh baja Galvanized dengan diameter 76.1 mm dengan nilai maksimum 2.96896.

5. SARAN

- Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan kelima hasil analisa kekuatan rangka yang dihasilkan oleh *Software Autodesk Inventor* yang meliputi *Von Mises Stress*, *Displacement*, *Safety Factor*, *1st Principal Stress*, dan *3rd Principal Stress*.
- Kuantitas Beban muatan dan jenis material bahan lebih bervariasi agar hasil analisa lebih akurat dan reliabel.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ari, L., & Wibawa, N. (2019). Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat UAV. *Jurnal Mesin Nusantara Volume 1 Nomor 1*. V(1), 46–50.
- Attorik, A. A., Ambiyar, Sari, D. Y., dan Rahim, B. 2022. Simulasi Dan Analisis Kekuatan Pembebanan Frame Pada Perancangan Mesin Press Bearing Manual Hydraulic Jack Menggunakan *Autodesk Inventor*. *Jurnal Vokasi Mekanika Volume 4 Nomor 1*. 4(1) 19 – 25.
- Pratama, H.P., Hartono, Priyagung., Robbi, N. (2018) Simulasi Pembuatan Dan Analisis Chasing Powerbank Berbasis *Autodesk Inventor 3D*. *Jurnal Teknik Mutia SI* 4(2): 178-186.
- Sitompul, S. A., dan A. Hanafi. 2018. Analisis Tabrak Burung Pada Leading Edge Dengan

- Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan* 2(2): 24-29.
- [5] Wibawa, L.A.N. 2018. Desain Dan Analisis Kekuatan Rangka Tempat Sampah Di Balai Lapan Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Turbulen: Jurnal Teknik Mesin*, Bol.1 No.2 Hal : 64 – 68
- [6] Wunda, S., Johannes, A. Z., Pingak, R. K., dan Ahab, A. S. 2019. Analisis Tegangan, Regangan Dan Deformasi Crane Hook Dari Material Baja Aisi 1045 Dan Baja St 37 Menggunakan Software Elmer. *Jurnal Fisika Volume 4 Nomor 2. 4(2) 131-138* .