

Desain Dan Analisis *Special Tool Power Section PT6-42* Menggunakan Metode Elemen Hingga**Wira Gauthama¹, Ready Kresna Nanda Suprpto²**Teknik Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug¹Teknik Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug²email: wira.gauthama@ppicurug.ac.id¹, kresnaready@gmail.com²DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3176>

Abstract: *The goal of this research is to use the finite element method to develop and analyze a frame for supporting the PT6-42 power section. The software SolidWorks 2020 was used to do the static analysis. ASTM 500 and ASTM A36 were utilized for the frame. The load used is 95 kg, which is the power section's burden. The results of the analysis show the design. The safety factor values obtained by using ASTM A36 and ASTM A500 materials on special tools with a thickness of 10 mm are 2.06 and 2.60, respectively. Frame with a size of 5 mm is not recommended because they are only safe to withstand static loads*

Keywords: *finite element method, static analysis, aircraft maintenance, solidworks*

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya jumlah armada pesawat di Indonesia menjadi pertanda bahwa perkembangan dunia penerbangan di Indonesia sangat pesat (Suprianto, 2011). Keberadaan pesawat terbang di Indonesia sangatlah penting mengingat Indonesia adalah negara yang memiliki gugus kepulauan besar, untuk itu perlu adanya pandangan terhadap keselamatan para pengguna transportasi udara ini. Perawatan dan perbaikan pesawat merupakan suatu hal yang penting bagi keselamatan pengguna pesawat terbang. Salah satu komponen yang berperan penting pada keselamatan pesawat terbang ialah mesin atau *engine* pesawat (Sudri et al., 2012). Untuk itu perlu dilakukan perawatan atau *maintenance* pada *engine* pesawat dalam hal ini yaitu PT6-42.

PT6-42 merupakan salah satu jenis mesin yang digunakan pada pesawat terbang. Mesin ini merupakan jenis mesin turbin yang komponennya dipisahkan menjadi dua bagian yaitu *power section* dan *gas generator section*. *Power section* berfungsi sebagai penghasil tenaga, sehingga bagian ini menjadi komponen penting yang harus di inspeksi secara berkala. perawatan engine PT6-42 salah satu komponen yang perlu diperhatikan yaitu *power section* (WHITLOCK, 1942). Namun pelepasan *power section* ini sangat sulit dilakukan, karena beban dari *power section* itu sendiri sangat berat, sehingga akan membahayakan keselamatan dan keamanan teknisi pesawat udara. Untuk itu dibutuhkan alat khusus berupa sling yang bertujuan untuk menopang dan membuat posisi *power section*

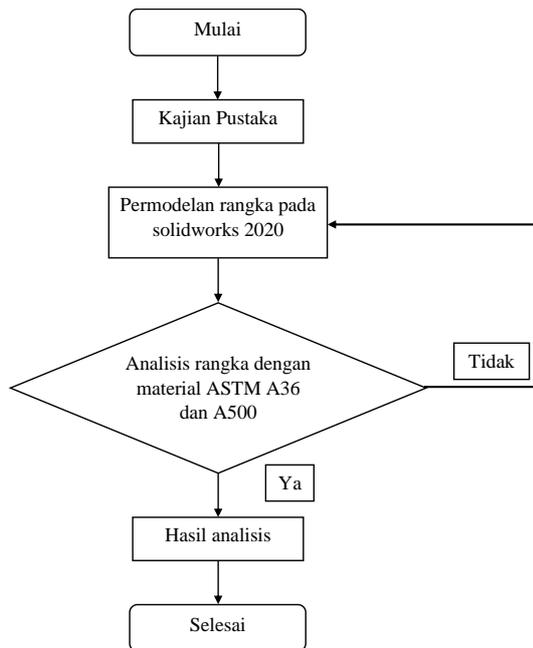
tetap tergantung, sehingga teknisi pesawat dapat melakukan *overhaul* dan menjaga keadaan mesin agar laik terbang.

Demi merancang sebuah sling yang mampu menahan beban dari *power section* dibutuhkan analisis statik pada rangka alat penopang *power section* ini. Karena dengan menganalisa tegangan statik yang ada terjadi pada alat, peneliti dapat mengetahui apakah rancangannya dapat dipakai pada kondisi nyata atau tidak. Dengan adanya perkembangan teknologi akan memudahkan perhitungan analisis rangka, sehingga akan didapatkan hasil yang sangat akurat. Salah satu cara untuk menghitung kekuatan rangka adalah dengan menggunakan perangkat lunak berbasis *Computer Aided Engineering* (Sasmito, 2018). Perangkat lunak yang sudah teruji untuk meneliti kekuatan rangka yaitu, Ansys, Catia, Autodesk Inventor, dan SolidWorks (Wibawa, 2019), (Hamzah, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan memilih material yang akan digunakan pada rangka alat penopang *power section* PT6-42 dan menganalisis tegangan statis pada rangka menggunakan 2 variabel bahan dan ketebalan rangka yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Metodologi atau Langkah-langkah sistematis dalam penelitian yang akan dilaksanakan pada pembuatan dan perancangan alat ini dapat dilihat pada diagram alir berikut.



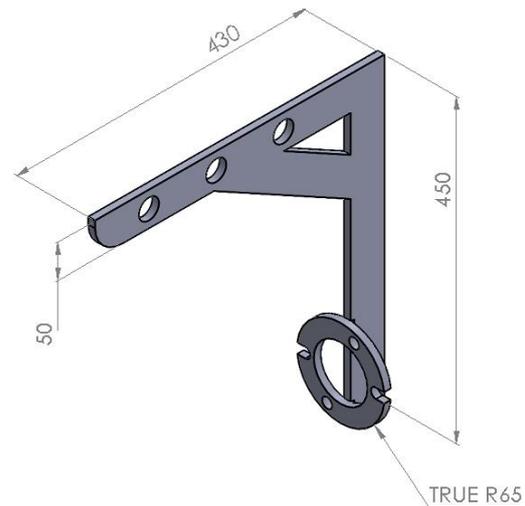
Gambar 1. Diagram alir

Perangkat lunak Solidworks 2020 digunakan dalam penelitian ini. Solidworks adalah salah satu produk dari Dassault Systemes. Simulasi tegangan pada perangkat lunak solidwork 2020 berguna untuk membuktikan validitas dari sebuah rancangan alat. Dengan menggunakan perangkat lunak ini akan jauh lebih hemat waktu dan praktis dalam merancang suatu alat (Suprpto & Wibawa, 2021).

Metode elemen hingga merupakan langkah perhitungan numerik matematis untuk menghitung perilaku dan kekuatan rangka komponen teknik. Inti dari metode ini adalah membagi komponen menjadi beberapa bagian, pada umumnya berbentuk jala (Kasda & Albayan, 2018).

Hasil tegangan von Mises diharapkan diperoleh dengan menggunakan analisis tegangan ini. Tegangan *von mises* juga dapat digunakan sebagai perhitungan faktor keamanan dalam sebuah desain (Hardiputra et al., 2018).

Pemodelan rangka dilakukan menggunakan perangkat lunak CAD. Dimensi rangka disesuaikan dengan kondisi asli mesin PT6-42.



Gambar 2. Dimensi alat penopang power section PT-6

Selanjutnya memilih jenis material yang akan digunakan. Material yang dipilih adalah ASTM A36 dan ASTM A500 yang mudah ditemukan dipasar Indonesia. ASTM A36 dan ASTM A500 yang mempunyai kekuatan luluh secara berturut-turut yaitu 250 MPa (Sajid & Kiran, 2018) dan 315 MPa (Morrison, 2020). Secara detail dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

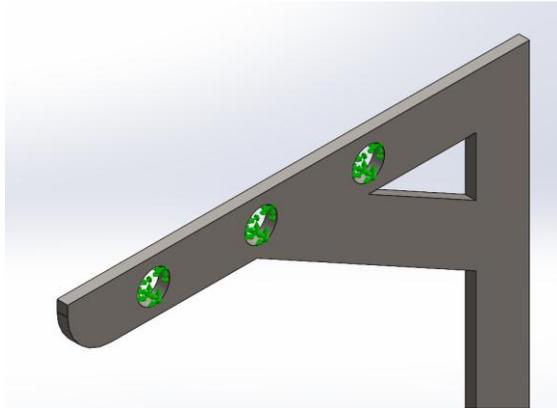
Tabel 1. Sifat fisik material ASTM A36

No	Uraian	Keterangan
1	Massa jenis	75850 Kg/m ³
2	Yield Strength	250 MPa
3	Tensile Strength	310 Mpa
4	Shear Modulus	79300 Mpa

Tabel 2. Sifat fisik material ASTM A500

No	Uraian	Keterangan
1	Massa jenis	75850 Kg/m ³
2	Yield Strength	315 Mpa
3	Tensile Strength	400 Mpa
4	Shear Modulus	80000 Mpa

Langkah selanjutnya dalam metode penelitian ini yaitu menentukan batasan (constraint). Fitur *fixed geometry* pada *software* Solidworks 2020 dapat digunakan untuk menentukan batasan gerak. *Fixed geometry* merupakan sebuah perintah yang membuat suatu objek tidak dapat bertranslasi dan berotasi sepanjang sumbu x, y, dan z (Wahyudi & Fahrudi, 2017). *Fixed geometry* akan diletakan pada bagian yang dianggap diam yaitu pada lubang bagian atas sling. Ditunjukkan pada warna hijau pada.

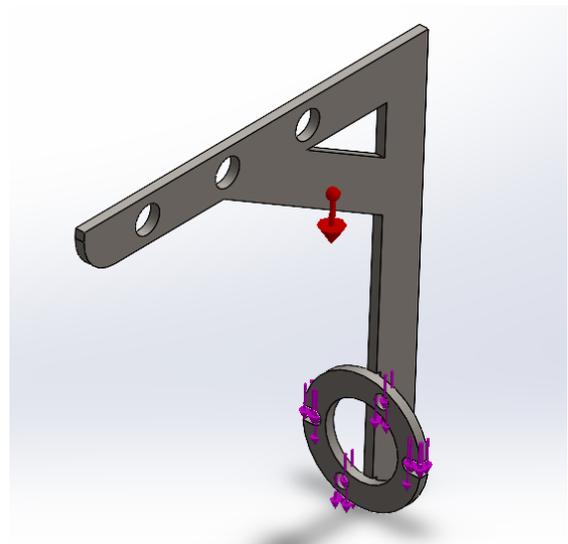


Gambar 3 Kondisi batas

Selanjutnya mencari data beban *power section engine* PT6-42 yang akan digunakan dalam simulasi tegangan statis ini. Data beban didapatkan dengan melakukan penimbangan secara langsung pada *power section engine* PT6-42 seperti pada Gambar 4. Setelah dilakukan penimbangan didapatkan beban sebesar 50 kg Sehingga jika dinyatakan dalam satuan *Newton* menjadi 490,33 N. Hasil penimbangan *engine* dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 4. Proses penimbangan *Engine* PT6-42.Gambar 5. Hasil penimbangan *Engine* PT6-42

Pada simulasi pembebanan diletakkan pada lubang sling sesuai dengan penerapannya. Arah beban ditandai dengan panah berwarna ungu yang arahnya sesuai dengan gravitasi bumi yang ditunjukkan dengan panah berwarna merah yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Asumsi arah pembebanan

Langkah selanjutnya yaitu pembuatan *mesh* pada objek. *Meshing* merupakan hal yang paling penting dalam metode elemen hingga. Tujuan utama dari proses ini adalah membuat objek menjadi bagian-bagian kecil yang berbentuk jala ini yang disebut dengan *mesh*. Sedangkan bagian yang menyambungkan antara elemen dengan elemen disebut dengan nodal (Sasmito, 2018). Ada beberapa jenis elemen 3 Dimensi yang tersedia dalam perangkat lunak Solidworks yaitu *Solid element*, *Shell element*, dan *Beam element* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. (Kurowski, 2018). Pada penelitian ini dipilih jenis *Solid element*.

	3D elements			2D elements
	Solid elements	Shell elements	Beam elements	Plate elements
First order element Linear (first order) displacement field Constant stress field				
Second order element Parabolic (second order) displacement field Linear stress field				

Gambar 7. Bentuk elemen pada analisis *Finite Element Method* menggunakan *software Solidworks* (Kurowski, 2018)

Tingkat kualitas *mesh* pada *software solidworks* ditentukan dengan besarnya persentase *Aspect Ratio*. *Mesh* yang berkualitas baik memiliki rasio Aspek kurang dari 3 untuk sebagian besar elemennya (90% ke atas). Parameter penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

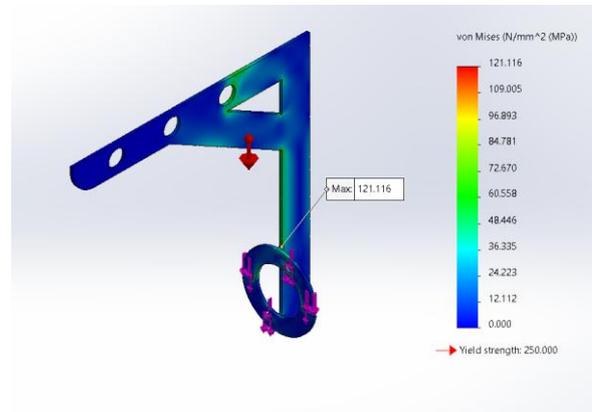
Tabel 3. Parameter analisis tegangan

No	Nama	Keterangan
1	Ketebalan Sling	10 mm dan 5 mm
2	Percepatan gravitasi	9,812 m/s ²
3	Ukuran elemen	8.2 mm
4	Jumlah nodal Sling 10 mm	17.448
5	Jumlah nodal Sling 5 mm	17.761
6	Jumlah elemen Sling ketebalan 10 mm	8.488
7	Jumlah elemen Sling ketebalan 5 mm	8.616
8	Persentase Aspek Rasio ≤ 3 (Sling ketebalan 10 mm)	96,4%
9	Persentase Aspek Rasio ≤ 3 (Sling ketebalan 5 mm)	97%
10	Material	ASTM A36 dan ASTM A500
11	Faktor keamanan	Berdasarkan kekuatan luluh material
12	Berat <i>power section engine</i> PT6-42	50 kg atau 490,33 N

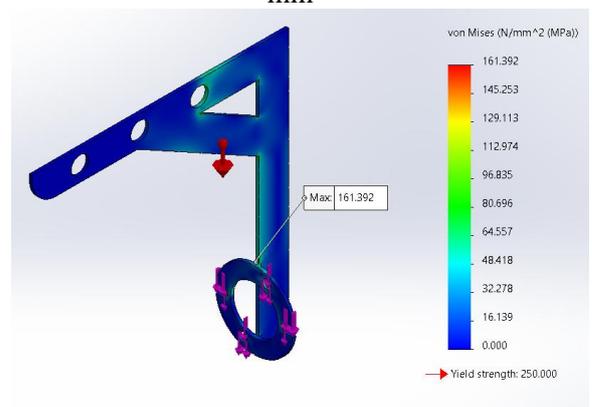
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari simulasi *von Mises stress* yang telah dilakukan alat pelepas *power section engine* PT6-42 terhadap variabel ketebalan baja

ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9. Tegangan maksimal yang diterima oleh alat penopang *power section* PT6-42 dengan ketebalan 10 mm dan 5 mm secara berturut-turut sebesar 121,11 MPa dan 161,39 MPa. Berdasarkan nilai tersebut tegangan maksimal yang diterima objek masih berada dibawah kekuatan luluh material ASTM A500 dan A36 yang bernilai 315 MPa dan 250 Mpa.

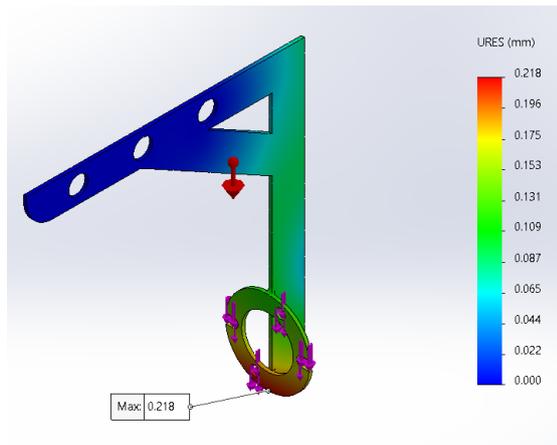


Gambar 8. Tegangan *von mises* alat penopang *power section* PT6-42 dengan ketebalan 10 mm

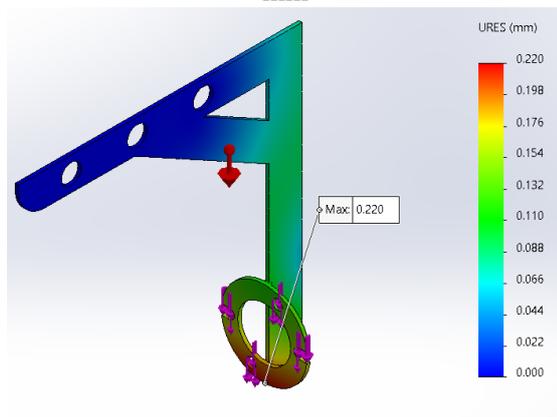


Gambar 9. Tegangan *von mises* alat penopang *power section* PT6-42 dengan ketebalan 5 mm

Hasil deformasi yang didapatkan alat pelepas *power section engine* PT6-42 terhadap variasi ketebalan baja ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9. Deformasi yang diterima oleh alat penopang *power section* PT6-42 dengan ketebalan 10 mm dan 5 mm secara berturut-turut sebesar 0,218 mm dan 0,220 mm. Nilai *displacement* atau deformasi ini dapat dinyatakan kecil (Wibawa, 2020).

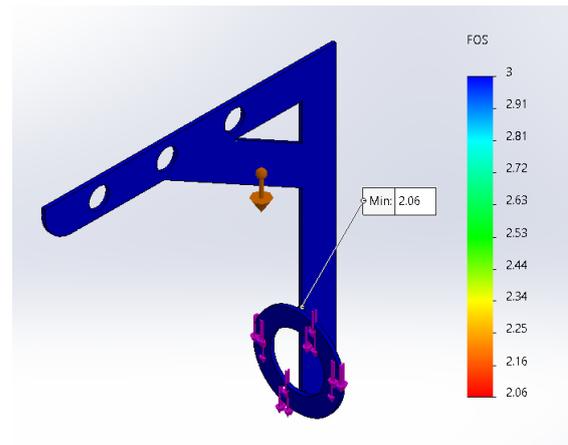


Gambar 10. Displacement alat penopang power section PT6-42 dengan ketebalan 10 mm

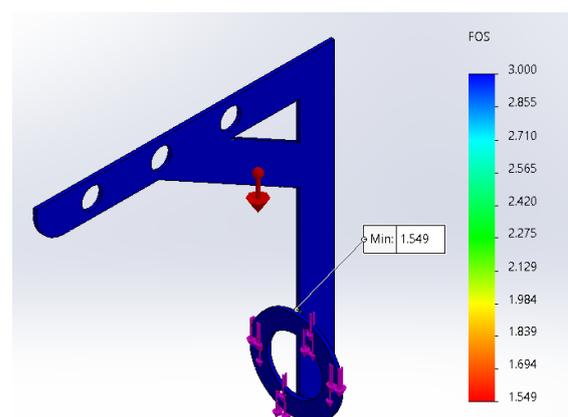


Gambar 11. Displacement alat penopang power section PT6-42 dengan ketebalan 5 mm

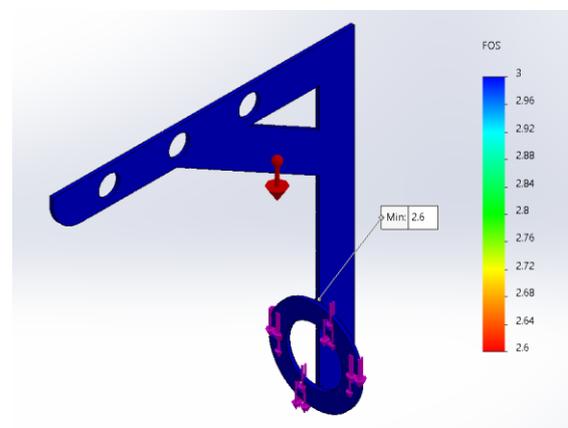
Nilai minimum faktor keamanan rangka sangat diperlukan agar perancang dapat mengetahui seberapa aman alat tersebut (Agus Adi et al., 2018). Dari hasil analisis faktor keamanan rangka didapatkan nilai minimum faktor keamanan dapat dilihat pada Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15. Pada alat pelepas power section engine PT6-42 dengan ketebalan 10 mm memakai bahan ASTM A500 dan A36 yaitu sebesar 2,60 dan 2,06 yang ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 14. Sedangkan pada alat pelepas power section engine PT6-42 dengan ketebalan 10 mm memakai bahan ASTM A500 dan A36 yaitu sebesar 1,952 dan 1,549 yang ditunjukkan pada Gambar 13 dan Gambar 15.



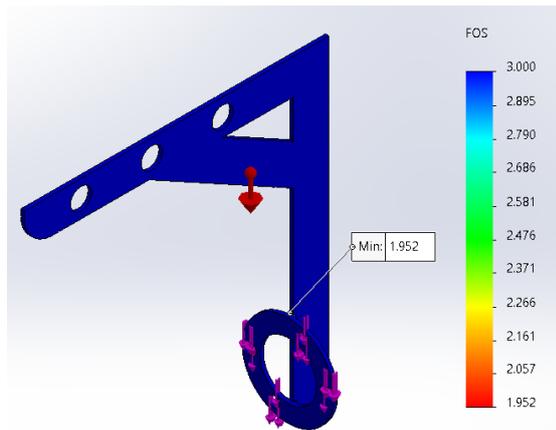
Gambar 12. Faktor keamanan alat penopang power section PT6-42 dengan ketebalan 10 mm dan material ASTM A36



Gambar 13. Faktor keamanan alat penopang power section PT6-42 dengan ketebalan 5 mm dan material ASTM A36



Gambar 14. Faktor keamanan alat penopang power section PT6-42 dengan ketebalan 10 mm dan material ASTM A500



Gambar 15. Faktor keamanan alat penopang *power section* PT6-42 dengan ketebalan 5 mm dan material ASTM A500

Pada alat pelepas *power section engine* PT6-42 dengan ketebalan 5 mm dengan menggunakan material ASTM A36 maupun ASTM A500 berhasil mencapai persyaratan minimal pada komponen yang mampu menahan beban statis, akan tetapi tidak mampu memenuhi persyaratan beban dinamis. Hal ini akan berpengaruh pada pendeknya umur alat atau bisa dikatakan tidak tangguh (Wibawa & Diharjo, 2020). Sedangkan hasil yang memuaskan didapatkan pada alat pelepas *power section engine* PT6-42 dengan ketebalan 10 mm, karena dengan didapatkannya nilai faktor keamanan yang melebihi angka 2, sehingga dapat dinyatakan alat ini aman untuk menahan beban statis maupun dinamis (Dobrovolsky & Zablonsky, 1978).

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020 pada alat pelepas *power section engine* PT6-42 dengan ketebalan 5 mm dan 10 mm dengan tipe bahan ASTM A500 dan ASTM A36 didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai tegangan maksimum rangka (*Von mises stress*) pada alat pelepas *power section engine* PT6-42 dengan ketebalan 10 mm sebesar 121,11 MPa. Sedangkan nilai *safety factor* yang didapatkan dengan memakai bahan ASTM A500 dan ASTM A36 secara berturut-turut sebesar 2,60 dan 2,06. Kedua material ini dapat dipilih

karena aman untuk menahan beban statis maupun dinamis.

2. Nilai tegangan maksimum rangka (*Von mises stress*) pada alat pelepas *power section engine* PT6-42 dengan ketebalan 5 mm sebesar 161.392 MPa. Sedangkan nilai *safety factor* yang didapatkan dengan memakai bahan ASTM A500 dan ASTM A36 secara berturut-turut sebesar 1,952 dan 1,549. Rangka dengan ukuran 5 mm tidak disarankan karena hanya aman untuk menahan beban statis.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Adi, I. N., Dantes, K. R., & Nugraha, I. N. P. (2018). Analisis Tegangan Statik Pada Rancangan Frame Mobil Listrik Ganesha Sakti (Gaski) Menggunakan Software Solidworks 2014. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 6(2), 113.
<https://doi.org/10.23887/jjtm.v6i2.13046>
- Dobrovolsky, V., & Zablonsky, K. (1978). *Machine elements: a textbook*. Peace Publisher.
- Hamzah, A. (2021). Penggunaan Metode Elemen Hingga Pada Struktur Grid Dengan Program FreeMat. *Rang Teknik Journal*, 4(1), 83–88.
- Hardiputra, F., Djafar, A., & Sulistijono. (2018). Perancangan As Roda Troli Pemanjat Tangga Berdasarkan Analisis Tegangan Dan Faktor Keamanan Shaft Design for Stair-Climbing Hand Truck Based on. *SNITT- Politeknik Negeri Balikpapan 2018*, 312–316.
- Kasda, K., & Albayan, B. (2018). Analisis Rangka Penyanggul Gulma Menggunakan Metoda Elemen Hingga. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Teknik Arsitektur)*, 3(1), 17–22.
- Kurowski, P. M. (2018). *Engineering Analysis with SOLIDWORKS Simulation 2018*. Stephen Schroff.
- Morrison, M. L. (2020). A ductile fuse for special concentrically braced frames. *Proceedings of the 9th International Conference on Advances in Steel Structures, ICASS 2018, September*.
<https://doi.org/10.18057/ICASS2018.P.149>
- Sajid, H. U., & Kiran, R. (2018). Influence of High Stress Triaxiality on Mechanical

- Strength of ASTM A36, ASTM A572 and A992 steels. *Construction and Building Materials*.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.018>
- Sasmito, A. (2018). Disain Kekuatan Sambungan Hoop Pillar Dan Floor Bearer Pada Struktur Rangka Bus Menggunakan Solidworks. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(1), 657–670.
<https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.2023>
- Sudri, N. M., Nendissa, B. C., & Herawati, Y. (2012). Analisis Sistem Perawatan Komponen Generator Starter pada Mesin Pesawat di PT XYZ. *Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(3), 287–293.
- Suprpto, R. K. N., & Wibawa, L. A. N. (2021). Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 5(1), 19.
<https://doi.org/10.31543/jtm.v5i1.559>
- Suprianto, G. (2011). Kualitas Keselamatan Penerbangan Indonesia. *Jurnal INDEPT*, 1(1), 4–6.
<http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/61>
- Wahyudi, N., & Fahrudi, Y. A. (2017). Studi Eksperimen Rancang Bangun Rangka Jenis Ladder Frame pada Kendaraan Sport. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)*, 1(1), 71–75.
<https://doi.org/10.32486/jeecae.v1i1.15>
- WHITLOCK, M. (1942). Limiting Factors of Overhaul for Aircraft Engine. *SAE Transactions*, 50, 499–508.
<http://www.jstor.org/stable/44439220>
- Wibawa, L. A. N. (2019). Prediksi Umur Fatik Struktur Crane Kapasitas 10 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 21(1), 18–24.
<https://doi.org/10.23917/mesin.v21i1.942>
- Wibawa, L. A. N. (2020). Desain Dan Analisis Tegangan Struktur Crane Kapasitas 10 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 4(2), 201.
<https://doi.org/10.24912/jmstkik.v4i2.70>