



Analisis Desain Center Wing Cradle Untuk Maintenance Pesawat XYZ Di PT. GMF Aero Asia

Muhammad Nauval Wardhana^{1*}, Pribadi Mumpuni Adhi², dan Noor Hidayati³

¹Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Program Pascasarjana, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Center Wing Cradle digunakan sebagai penopang atau penahan sayap pesawat. Center Wing Cradle di desain sesuai dengan kebutuhan sayap yang akan digunakan. Redesign Center Wing Cradle dilakukan dikarenakan desain Center wing cradle sebelumnya memiliki ukuran yang besar, yang membuat Center wing cradle sulit untuk disimpan saat tidak digunakan. Redesign Center wing cradle dilakukan untuk membuat sistem expander pada Center wing cradle untuk memudahkan penyimpanan Center wing cradle. Analisa desain dilakukan untuk melihat desain Center wing cradle yang baru layak untuk digunakan dan aman untuk digunakan. Baut yang digunakan pada desain Center wing cradle adalah baut dengan ukuran M30, dan roda yang digunakan adalah Swivel Wheel Caster dengan merek Dersheng yang berukuran 10 inci dengan kemampuan menahan beban 1200 kilogram. Analisa baut, analisa roda, dan analisa faktor keamanan dilakukan, untuk memvalidasi bahwa baut yang dan roda yang digunakan sudah aman untuk dipakai.

Kata-kata kunci: Analisa Center Wing Cradle, Baut, Swivel Wheel Caster, Faktor Keamanan.

Abstract

Center Wing Cradle is used for supporting the wing of the aircraft. It is designed according to the specification. Redesigning the Center Wing Cradle is conducted because the previous design has a bigger size, resulting in difficulties storing the wing when not in use. Also, the redesigning is done to make an expander system for the Center Wing Cradle for more accessible storage. Design Analysis is carried out to test the feasibility and safety of the Center Wing Cradle. The size of the bolts used in the Center Wing Cradle Design is M30, and the wheels are Swivel Wheel Caster, Dersheng brand, with a size of 10 inches, with the ability to withstand a load of 1200 kg. Bolt, Wheel, and Safety Factor Analysis is executed to confirm that the bolts and wheels utilized were safe to use.

Keywords: Center Wing Cradle Analysis, Bolt, Swivel Wheel Caster, Safety Factor

* Corresponding author E-mail address: Muhammad.nauvalwardhana.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Transportasi udara di dunia sudah berkembang dengan pesat. Dengan demikian melakukan proses *maintenance* pesawat dibutuhkan, untuk menjamin keamanan pesawat terbang pada saat digunakan. Untuk beberapa pesawat dibutuhkan alat bantu untuk melakukan proses *maintenance*. Salah satu alat yang dibutuhkan adalah *center wing cradle*. *Center wing cradle* memiliki fungsi untuk menopang sayap pesawat, untuk dibawa ke tempat *maintenance* akan berlangsung

Pada pesawat XYZ, telah dilakukan proses redesain pada *center wing cradle* yang akan digunakan, tetapi proses analisis pada redesain *center wing cradle* belum dilakukan. Maka Proses analisis akan dilakukan pada redesain *center wing cradle* dengan tujuan agar dapat memastikan bahwa hasil redesain dari *center wing cradle* aman untuk digunakan dan aman untuk dilakukan proses fabrikasi. Proses analisis meliputi analisis tegangan pada baut, analisis roda, analisis material, dan analisis faktor keamanan.

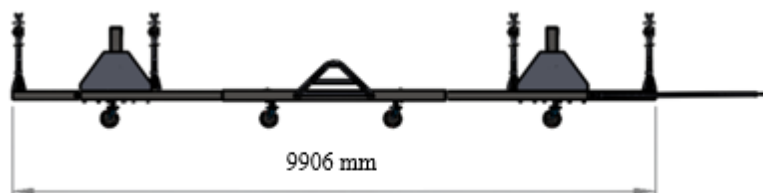
Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan analisis massa, tegangan baut, dan faktor keamanan *Center Wing Cradle* untuk memastikan *Center Wing Cradle* yang di rancangan kuat untuk menahan beban dari sayap pesawat XYZ.
2. Melakukan analisis kekuatan roda dan sambungan baut *Center Wing Cradle* bisa untuk di bawa ke tempat perawatan akan berlangsung.

2. METODE

Melakukan proses identifikasi masalah, dengan mengidentifikasi masalah yang ada pada redesain *center wing cradle* yang telah dibuat. Melakukan proses studi literatur, untuk mempelajari dan mendalami perhitungan yang akan digunakan untuk melakukan analisis dari hasil redesain *center wing cradle*. Melakukan proses studi lapangan, untuk mengevaluasi permasalahan pada redesain *center wing cradle*. Dilanjutkan dengan proses mulai dari analisis tegangan baut, analisis roda, analisis statis material aisi 1020, dan faktor keamanan.

Dengan data yang diperoleh. Didapatkan spesifikasi dari *center wing cradle* yang akan di lakukan analisis, mulai dari massa sayap, massa *center wing cradle*, kapasitas roda, dan material *center wing cradle* yang disajikan pada Tabel 1.

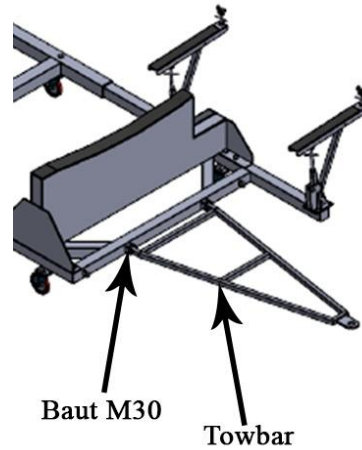


Gambar 1. Dimensi Center Wing Cradle Tampak Depan

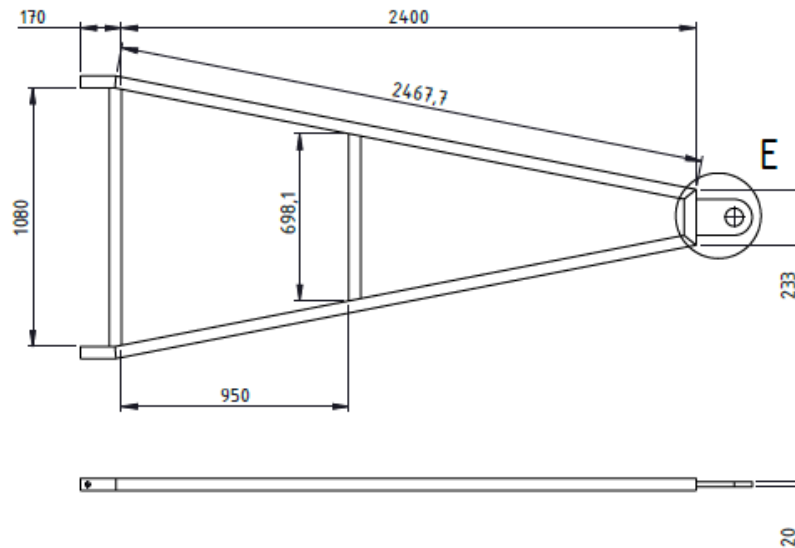
Tabel 1. Tabel Spesifikasi yang Dibutuhkan

Massa Sayap (kg)	5443.1084
Massa Center Wing Cradle (kg)	1359.9171
Kapasitas Roda (kg)	1200
Material Center Wing Cradle	AISI 1020

Pada proses pengolahan data, didapatkan ukuran baut yang di pakai pada *center wing cradle* seperti pada Gambar 2. Bisa dilihat bahwa baut yang digunakan sebanyak 2 buah dengan ukuran baut M 30. Pada Gambar 4. dan Gambar 5. Bisa dilihat jumlah *swivel wheel caster* atau roda yang digunakan pada *center wing cradle* berjumlah 8 buah dengan jumlah 4 roda pada sisi kanan dan 4 roda pada sisi kiri.



Gambar 2. Towbar Dan Baut Pada Desain Center Wing Cradle



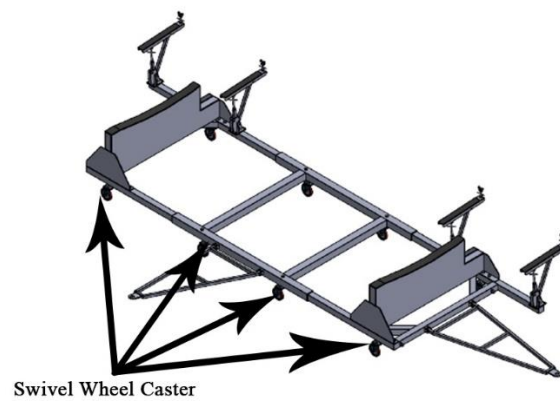
Gambar 3. Dimensi Towbar dari Center Wing Cradle

Analisis Tegangan Baut

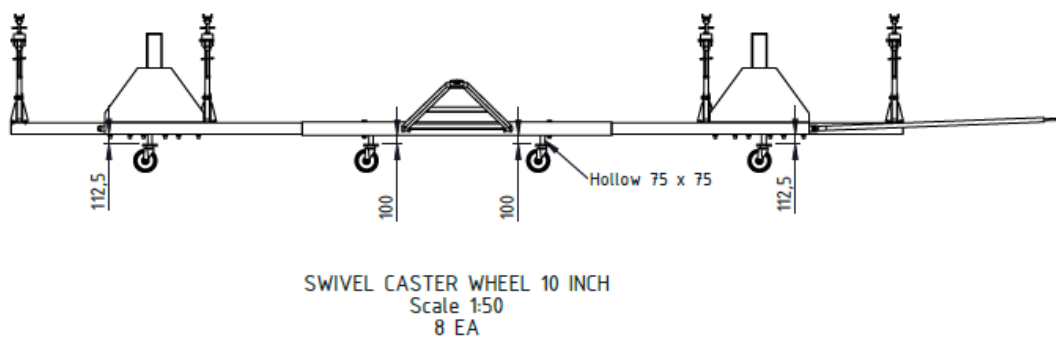
Melakukan analisis tegangan baut dengan menggunakan data yang sudah didapatkan pada Tabel 1. Dengan menggunakan persamaan (1). Dimana F adalah gaya luar yang bekerja pada baut, d_i adalah diameter minor, sedangkan σ_t adalah tegangan tarik ijin baut.

$$F = \frac{\pi}{4} d_i^2 \cdot \sigma_t \quad (1)$$

Untuk melakukan proses analisis tegangan baut, dibutuhkan tabel standar baut serta material baut yang akan digunakan seperti pada tabel di Gambar 6.



Gambar 4. Swivel Wheel Caster Pada Desain Center Wing Cradle



Gambar 5. Swivel Wheel Caster dengan dimensi Center Wing Cradle Tampak Depan

Tabel 2. Tabel Bahan Baut dan Mur

Bahan	Lambang	Kekuatan Tarik σ_t [N/mm ²]
Baja Karbon JIS G 3102	S20C	391-400
	S35C	490-500
	S40C	589-600
	S45C	687-700
Baja konstruksi biasa JIS G 3011	S41B	392-400
	S50B	490-500
Baja batangan <i>cold finished</i> JIS 3123	S20C-D	490-500
	S35C-D	589-600

Designation	Pitch mm	Major or nominal diameter Nut and Bolt ($d = D$) mm	Effective or pitch diameter Nut and Bolt (d_p) mm	Minor or core diameter (d_c) mm		Depth of thread (bolt) mm	Stress area mm ²
				Bolt	Nut		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Coarse series							
M 0.4	0.1	0.400	0.335	0.277	0.292	0.061	0.074
M 0.6	0.15	0.600	0.503	0.416	0.438	0.092	0.166
M 0.8	0.2	0.800	0.670	0.555	0.584	0.123	0.295
M 1	0.25	1.000	0.838	0.693	0.729	0.153	0.460
M 1.2	0.25	1.200	1.038	0.893	0.929	0.158	0.732
M 1.4	0.3	1.400	1.205	1.032	1.075	0.184	0.983
M 1.6	0.35	1.600	1.373	1.171	1.221	0.215	1.27
M 1.8	0.35	1.800	1.573	1.371	1.421	0.215	1.70
M 2	0.4	2.000	1.740	1.509	1.567	0.245	2.07
M 2.2	0.45	2.200	1.908	1.648	1.713	0.276	2.48
M 2.5	0.45	2.500	2.208	1.948	2.013	0.276	3.39
M 3	0.5	3.000	2.675	2.387	2.459	0.307	5.03
M 3.5	0.6	3.500	3.110	2.764	2.850	0.368	6.78
M 4	0.7	4.000	3.545	3.141	3.242	0.429	8.78
M 4.5	0.75	4.500	4.013	3.580	3.688	0.460	11.3
M 5	0.8	5.000	4.480	4.019	4.134	0.491	14.2
M 6	1	6.000	5.350	4.773	4.918	0.613	20.1
M 7	1	7.000	6.350	5.773	5.918	0.613	28.9
M 8	1.25	8.000	7.188	6.466	6.647	0.767	36.6
M 10	1.5	10.000	9.026	8.160	8.876	0.920	58.3
M 12	1.75	12.000	10.863	9.858	10.106	1.074	84.0
M 14	2	14.000	12.701	11.546	11.835	1.227	115
M 16	2	16.000	14.701	13.546	13.835	1.227	157
M 18	2.5	18.000	16.376	14.933	15.294	1.534	192
M 20	2.5	20.000	18.376	16.933	17.294	1.534	245
M 22	2.5	22.000	20.376	18.933	19.294	1.534	303
M 24	3	24.000	22.051	20.320	20.752	1.840	353
M 27	3	27.000	25.051	23.320	23.752	1.840	459
M 30	3.5	30.000	27.727	25.706	26.211	2.147	561
M 33	3.5	33.000	30.727	28.706	29.211	2.147	694
M 36	4	36.000	33.402	31.093	31.670	2.454	817
M 39	4	39.000	36.402	34.093	34.670	2.454	976
M 42	4.5	42.000	39.077	36.416	37.129	2.760	1104
M 45	4.5	45.000	42.077	39.416	40.129	2.760	1300
M 48	5	48.000	44.752	41.795	42.587	3.067	1465
M 52	5	52.000	48.752	45.795	46.587	3.067	1755
M 56	5.5	56.000	52.428	49.177	50.046	3.067	2022
M 60	5.5	60.000	56.428	53.177	54.046	3.374	2360

Gambar 6. Tabel Standar Baut [1]

Analisis Roda

Analisis Roda atau *Swivel Wheel Caster* dilakukan dengan menggunakan data yang sudah didapatkan pada Tabel 1. Data yang dibutuhkan pada proses analisis adalah kapasitas roda atau *swivel wheel caster* yang digunakan, massa sayap, dan massa *center wing cradle*. Dengan melakukan perbandingan antara massa total dari *center wing cradle* dan sayap dengan kapasitas dari roda atau *swivel wheel caster*.

Analisis Statis Material AISI 1020 dan Faktor Keamanan

Analisis statis *center wing cradle* yang menggunakan material AISI 1020 seperti pada Tabel 1. dilakukan dengan *software Solidworks*, untuk mengetahui nilai dari analisis *Strain*, *Displacement*, dan *von Mises*. Dengan data yang di dapat, akan dilakukan analisis faktor keamanan dengan persamaan (2)

$$\text{Safety of factor } (n) = \frac{\sigma \text{ yield strength}}{\sigma \text{ max von mises}} \quad (2)$$

Untuk menentukan faktor keamanan suatu struktur yang akan dirancang dapat menggunakan aturan berikut yang bersumber dari literatur Perancangan Teknik Mesin [2].

a. Bahan-Bahan Ulet

- 1) $\eta = 1,25$ hingga $2,0$ untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan.
- 2) $\eta = 2,0$ hingga $2,5$ untuk perancangan elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan tingkat kepercayaan rata-rata untuk semua data perancangan.
- 3) $\eta = 2,5$ hingga $4,0$ untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beban, sifat-sifat bahan, analisis tegangan, atau lingkungan.
- 4) $\eta = 4,0$ atau lebih untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beberapa kombinasi bahan, sifat-sifat bahan, analisis tegangan, atau lingkungan.

b. Bahan Getas

$\eta = 3,0$ hingga $4,0$ untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Tegangan Baut

Analisis tegangan baut pada bagian dari *towbar* dari desain *center wing cradle* dilakukan sesuai dengan metode yang telah dijelaskan. *Towbar center wing cradle* menggunakan baut M 30 yang digunakan berjumlah 2 seperti pada Gambar 2. dan Gambar 3. dengan lambang S45C pada tabel Tabel 2. dengan kekuatan tarik ijin baut M30 700 N/mm^2 . Dengan menggunakan percepatan gravitasi yaitu $9,81 \text{ m/s}^2$, dan persamaan (1) maka diperoleh hasil berikut:

Tabel 3. Hasil Analisis Sambungan Baut

Berat Sayap (N)	533786.5938
Berat Center Wing Cradle (N)	13336.2316
Berat Total (N)	547122.8254
Diameter minor (mm)	2230.6604

Dari Tabel 3. didapatkan diameter minor 2230.6604 mm . Pada Gambar 3. dimensi baut didapatkan baut standar M27. Pada redesain *center wing cradle* ditetapkan dari PT.GMF Aero Asia dengan ukuran baut yang digunakan adalah baut M30. Maka baut yang digunakan pada desain *center wing cradle* sudah aman untuk digunakan.

Analisis Roda

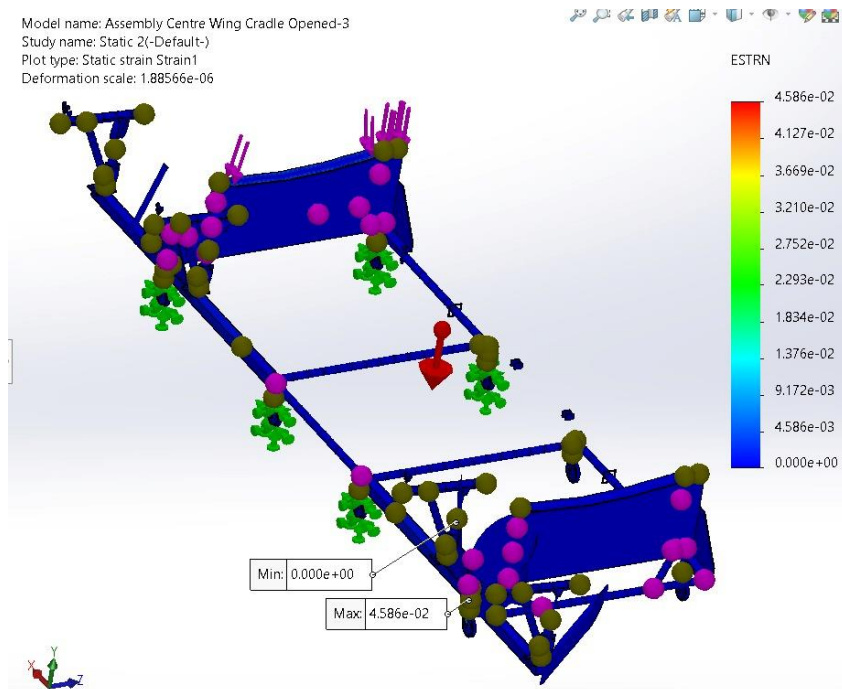
Pada *center wing cradle* digunakan roda *swivel wheel caster*, dari perusahaan Dersheng, dengan ukuran roda 10 inci dengan *load* 1200 kilogram. Pada desain *center wing cradle* terdapat 8 *swivel wheel caster* yang diamana total *max load* dari *swivel wheel caster* adalah 9600 kilogram. dengan membandingkan kekuatan dari *swivel wheel caster* dengan massa total sayap dan *center wing cradle* maka di dapatkan hasil pada Tabel 4. Dari hasil yang didapatkan bisa dilihat bahwa roda yang digunakan pada *center wing cradle* sudah layak untuk dipakai, dikarenakan masih jauh dari *max load* roda yaitu 9600 kilogram.

Tabel 4. Hasil Analisis Roda

Massa Sayap (kg)	5443.1084
Massa Center Wing Cradle (kg)	1359.9171
Massa Total Sayap dan Center Wing Cradle (kg)	6803.0255

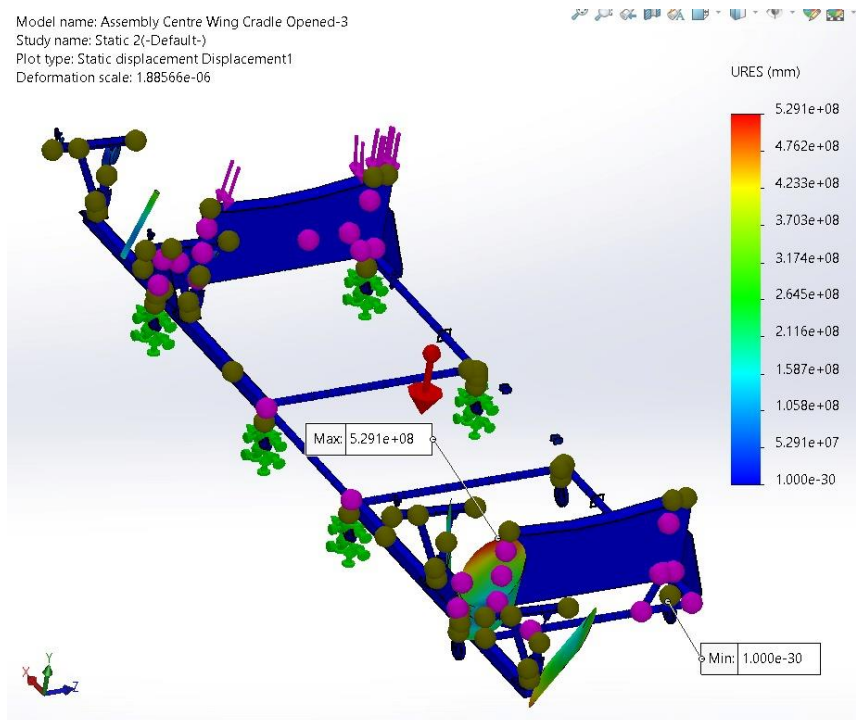
Hasil Analisis Statis Material AISI 1020 dengan Software Solidworks

Analisis pada rangka dengan software Solidworks 2020 dilakukan, menghasilkan nilai *strain*, *von Mises*, *Displacement*, dan *FOS (Factor Of Safety)* pada material AISI 1020. Analisis *strain* dengan besaran yang diberikan 533786.5938 Newton. Besaran regangan maksimal yang terjadi $4,586 \times 10^{-2} \text{ N/m}^2$ dengan ditunjukkan oleh diagram area warna merah pada Gambar 7.

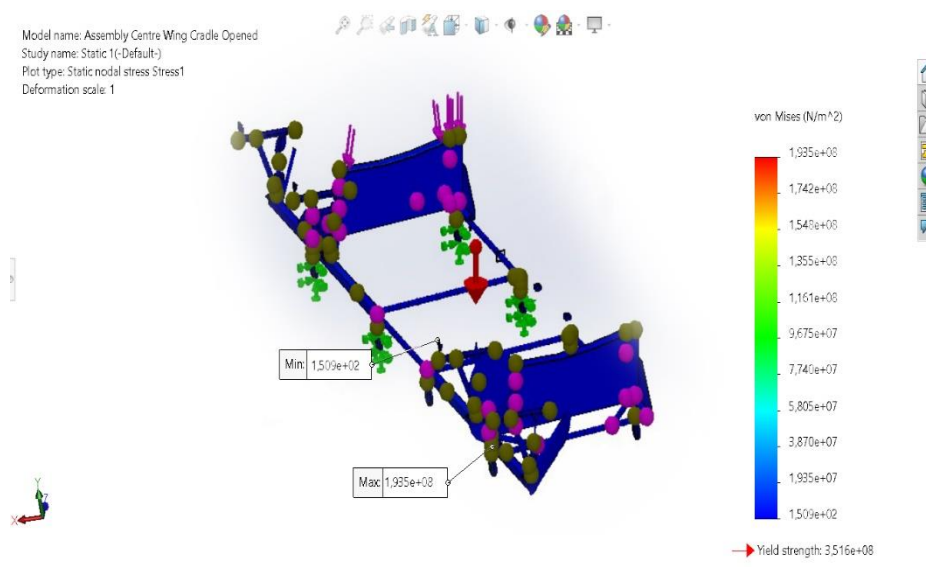


Gambar 7. Hasil Analisis Strain

Analisis *displacement* dilakukan, dengan pembebanan 533786.5938 Newton untuk mendapatkan nilai *displacement* sebesar $5,291 \times 10^{-8} \text{ N/mm}^2$. Nilai *displacement* terbesar ditunjukkan oleh diagram area berwarna merah pada Gambar 8.

Gambar 8. Hasil Analisis *Displacement*

Menurut Hasil simulasi, diketahui bahwa nilai tegangan maksimal sebesar $1,935 \times 10^8$. Bisa dilihat pada Gambar 9. Hasil Analisis Tegangan Maksimal”



Gambar 9. Hasil Analisis Tegangan Maksimal

Hasil Analisa beban Maksimal dan Faktor Keamanan

Dari simulasi dengan berat sayap sebesar 533786.5938 Newton, didapatkan hasil analisis beban maksimum dan tegangan maksimum yang dirumuskan pada persamaan (2) dengan nilai *safety of factor* sebesar 1,808. Seperti yang dijelaskan pada metode, nilai *safety of factor* diketahui $\eta = 1,25$ hingga 2,0 untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan. Hal ini diketahui karena material yang telah ditentukan yaitu AISI 1020 serta beban eksternal dari sayap pesawat xyz terhadap *center wing cradle* yang telah ditentukan yaitu sebesar 533786.5938 Newton. Maka nilai *safety of factor* sebesar 1,808 yang didapat dengan analisis *Solidworks 2020* masih dalam batas aman.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penentuan *rating* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Setelah melakukan analisa, komponen yang digunakan pada redesain *center wing cradle* layak untuk digunakan, dan dengan dilakukan analisis faktor keamanan, bisa diketahui bahwa desain yang telah dibuat ulang atau hasil dari *redesign* sudah kuat untuk digunakan atau dilakukan proses fabrikasi.
2. Sambungan baut yang digunakan pada redesain *center wing cradle* sudah aman, karena baut yang dibutuhkan adalah baut dengan ukuran M 27 dan baut yang digunakan sesuai dengan permintaan perusahaan pada redesain *center wing cradle* berukuran M 30. Setelah dilakukan analisis pada bagian roda, desain *center wing cradle* bisa dimaksimalkan, dikarenakan setelah dilakukan perhitungan, *center wing cradle* hanya membutuhkan 6 *swivel wheel caster* yang memiliki *max load* sebesar 7200 kg. Dengan memaksimalkan desain *center wing cradle* anggaran yang akan dikeluarkan akan lebih sedikit.

REFEREFNSI

1. J. Gupta dan R. Khurmi, A Textbook of Machine Design, Ram Nagar, New Delhi: EURASIA PUBLISHING HOUSE (PVT.) LTD., 2005.
2. J. Shigley, Perencanaan Teknik Mesin, Jakarta: Erlangga, 1991.
3. R. H. N. Muslih Nasution, "ANALISA KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1020 TERHADAP PERLAKUAN CARBURIZING DENGAN," *Buletin Utama Teknik Vol. 15, No. 2*, p. 166, 2020.
4. A. S. Lazuardi, "Perencanaan Sambungan Mur Dan Baut Pada Gerobak Sampah Motor," *Jurnal SPARK 1 no. 01*, pp. 21-26, 2018.
5. D. R. Lippert, "Wheels Really Do Matter to Industrial Workplace Safety," *In ASSE Professional Development Conference and Exposition. OnePetro*, 2016 .
6. V. B. Bhandari, Design of Machine Elements Second Edition, New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2007.