

Analisis Kekuatan pada Pengembangan Desain *Shelf* pada *Base Cabinet* dengan Analisis Elemen Hingga menggunakan Perangkat Lunak Solidworks CAE

Bayu Prabandono^{1*}, Rafael Bhima Sena Purnama Putra², Andronikus Cahya Pradana³
Agus Kurniawan⁴, Aditya Nugraha⁵, Mirza Yusuf⁶

^{1,2,3,4} Program Studi Perancangan Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta, Jl. Adisucipto (Mojo)
No. 01 Karangasem Laweyan Surakarta 57145

⁵ Program Studi Rekayasa Teknologi Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta, Jl. Adisucipto
(Mojo) No. 01 Karangasem Laweyan Surakarta 57145

⁶ Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta, Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, D.I. Yogyakarta 55183

*Penulis korespondensi: bayu.prabandono@atmi.ac.id

Histori artikel: diserahkan 20 September 2023, direviu 21 Januari 2024, direvisi 17 Oktober 2024

ABSTRACT

ATMI Duta Engineering company is a manufacturing company engaged in the field of sheet metal with a material cutting process using laser cutting technology. Sheet metal products produced at ATMI Duta Engineering company is very diverse, one of which is the base cabinet. The base cabinet has main components, one of which is the shelf. Based on the data obtained from the interview process, there are problems, namely the shelf has never been analyzed, there are no finished products, and there is a risk of damage due to excessive loading. The solution to the shelf problem is to carry out a shelf design analysis using the finite element analysis method through Solidworks CAE software. The CAE simulation was applied to 27 variations of the shelf design by combining 3 test variables, namely the shelf model, the reinforcement model, and the thickness of the material. The material used in the simulation is SPCC material with a thickness of 1mm, 1.2mm and 1.5mm. The CAE simulation results obtained are then compared with reference to the SEFA 8M-2016 standard. The loading given in the CAE simulation is ± 108 kg (1.2 SEFA standards). The strongest variation obtained from the elimination process is variation 19 with a combination of shelf model 1 design, reinforcement model A, and with a material thickness of 1.5mm. Variation 19 meets the SEFA 8M-2016 standard because the displacement value is 1.065mm and this value is smaller than 6.35mm.

Keywords: *Strength analysis, displacement, shelf, base cabinet, CAE*

DOI : <https://doi.org/10.18196/jqt.v6i1.19979>

WEB : <https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/view/19979>

PENDAHULUAN

Proses manufaktur *sheet metal* merupakan salah satu teknologi manufaktur yang paling awal dilakukan, perkembangan teknologi pemrosesan *sheet metal* mengalami perkembangan yang pesat. Produk *sheet metal* sudah digunakan di hampir seluruh bidang industri. PT. ATMI Duta Engineering merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memiliki spesialisasi pengerjaan produk *sheet metal*. Produk *sheet metal* yang dikerjakan oleh PT. ATMI Duta Engineering antara

lain *interior/exterior, panel box, cabinet, thropy, dan spare part* sesuai dengan permintaan *customer*.

Base cabinet adalah produk yang terdiri dari *shelf* dan *drawer*, berfungsi untuk menyimpan peralatan dan bahan makanan. *Base cabinet* merupakan salah satu produk yang belum pernah dianalisis oleh PT. ATMI Duta Engineering. Produk *base cabinet* yang diproduksi PT. ATMI Duta Engineering membutuhkan sebuah analisis kekuatan melalui sebuah pengujian, tetapi karena produk tersebut sudah dikirimkan kepada *customer*, maka yang dapat dianalisis hanyalah desain dari *base cabinet* saja. Desain *base cabinet* terdiri dari lima sub

assembly, salah satunya adalah *shelf*. *Shelf* perlu dianalisis karena pada bagian tersebut memiliki resiko rusak akibat pembebanan. Beban statis yang diterima *shelf* cukup besar dan tumpuan *shelf* hanya pada *shelf support* saja, oleh sebab itu desain *reinforcement* pada *shelf* sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan kekakuan *shelf*. Semakin kaku material, semakin besar beban dapat ditampung.

Kekakuan dari *shelf* dikarenakan adanya tekukan pada *shelf* maupun *reinforcement shelf* tersebut, sehingga analisis yang dilakukan adalah analisis desain dengan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) pada *software* Solidworks 2020. Metode FEA memiliki kelebihan yaitu menggunakan sumber daya yang minimum, metode FEA bisa digunakan sebelum purwarupa dibuat. Metode FEA sudah didukung oleh *software* yang menggunakan basis *Computer-Aided Engineering* (CAE) contohnya adalah Solidworks (Pris et al., 2019). Metode FEA yang didukung fitur CAE pada *software* Solidworks 2020 digunakan untuk melakukan analisis kekuatan *shelf* pada *base cabinet* dengan variasi tebal dan variasi desain *shelf*.

METODE

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan kaidah penelitian yang baik.

Metode Finite Element Analysis (FEA)

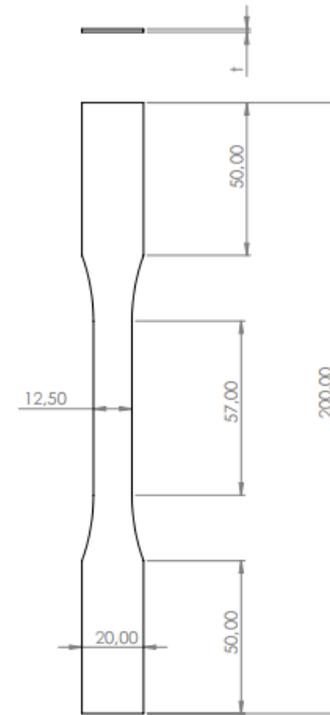
Metode penelitian yang digunakan pada pengujian ini yaitu menggunakan FEA. Metode FEA dapat digunakan untuk pengujian beban yang bersifat kompleks pada mekanika material *solid* untuk mendapatkan analisis tegangan, regangan, *displacement*, hingga umur *fatigue* (Bagaskoro & Ariatedja, 2019; Fadillah et al., 2020).

Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan untuk kebutuhan pengujian kekerasan dan pengujian tarik. Hasil pengujian tarik dimasukkan ke dalam *software* sebagai parameter pada simulasi. Spesimen dibuat berdasarkan standard ukuran ASTM E8/E8M-13a yang ditunjukkan pada Gambar 1 (Abedini et al., 2022). Spesifikasi spesimen uji dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. Spesifikasi Spesimen

Spesimen	Material	Tebal (mm)
1	SPCC	1
2	SPCC	1,2
3	SPCC	1,5



GAMBAR 1. Ukuran Spesimen Uji Tarik

Pengujian Kekerasan

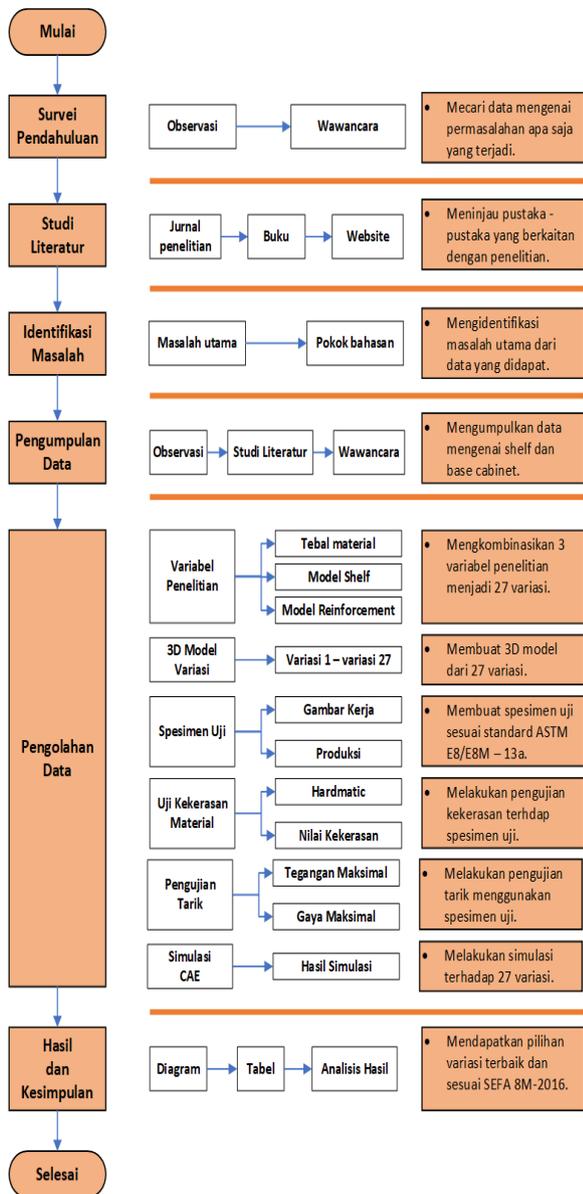
Pengujian kekerasan material dilakukan di Laboratorium *Measuring Tool* Politeknik ATMI Surakarta. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah *hardmatic* mitutoyo. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap spesimen uji.

Pengujian Tarik

Pengujian Tarik material dilaksanakan di Lab Material Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah mesin uji tarik. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan 3 spesimen.

Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan sesuai diagram alir pada Gambar 2.



GAMBAR 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pembuatan Spesimen

Spesimen dibuat di PT ATMI Duta Engineering, proses yang dilakukan meliputi persiapan alat dan bahan, proses pengelasan material, dan pemotongan dengan laser. Spesimen uji tarik berupa plat dengan dimensi 1 mm, 1,2 mm, dan 1,5 mm (Gambar 3).



GAMBAR 3. Spesimen Uji

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan material menggunakan *hardmatic* di Lab. Measuring Tool Politeknik ATMI Surakarta. Hasil pengujian kekerasan ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2. Nilai Kekerasan

Spesimen	Nilai Kekerasan (HB)		
	1	2	3
1	468	506	441
2	484	568	452
3	481	583	399

Pengujian Tarik

Pengujian tarik menggunakan *Universal Testing Machine* di Lab. Material Universitas Sebelas Maret. Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL 3. Nilai tegangan tarik

Spesimen	Tegangan Tarik (MPa)
1	355
2	315
3	335

Hasil Simulasi CAE

Proses pengujian dilakukan dengan menguji sebanyak 27 variabel yang telah ditentukan dan berlokasi di PT.ATMI Duta Engineering. Pengujian CAE dilakukan sebanyak 1x pada 27 model variasi pengujian. Variasi model dapat dilihat pada Tabel 4.

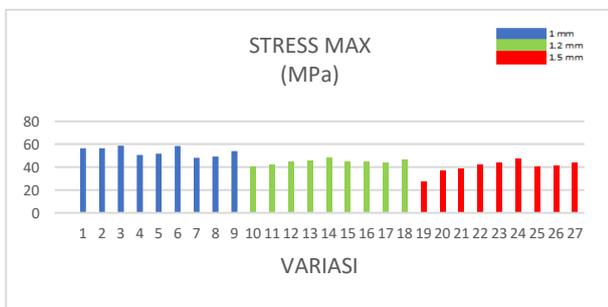
TABEL 4. Variasi Penelitian

Tebal	Model Shelf	Model Reinforcement
1 mm	1 	A 
1,2 mm	2 	B 
1,5 mm	3 	C 

TABEL 5. Hasil Simulasi CAE

VAR	MASSA (Kg)	TEBAL (mm)	S	R	STRESS (Mpa)		DISPLACEMENT (mm)	
					Max	Min	Max	Min
1	11.496	1	1	A	56,596	0,009	1,225	0,99
2	11.325	1	1	B	56,563	0,014	1,242	0,99
3	11.062	1	1	C	58,666	0,015	1,361	0,991
4	11.488	1	2	A	50,763	0,001	1,206	0,991
5	11.317	1	2	B	51,789	0,001	1,221	0,991
6	11.054	1	2	C	58,531	0,003	1,325	0,992
7	11.564	1	3	A	48,203	0,001	1,2	0,991
8	11.393	1	3	B	49,292	0,003	1,216	0,991
9	11.131	1	3	C	53,85	0,004	1,305	0,992
10	13.754	1,2	1	A	40,446	0,008	1,153	0,992
11	13.544	1,2	1	B	42,124	0,011	1,167	0,992
12	13.238	1,2	1	C	45,265	0,007	1,221	0,992
13	13.744	1,2	2	A	46,151	0,002	1,134	0,993
14	13.535	1,2	2	B	48,499	0,002	1,146	0,993
15	13.238	1,2	2	C	45,258	0,025	1,166	0,995
16	13.806	1,2	3	A	44,863	0,001	1,16	0,991
17	13.621	1,2	3	B	43,793	0,002	1,142	0,993
18	13.316	1,2	3	C	46,873	0,007	1,193	0,993
19	17.102	1,5	1	A	27,604	0,004	1,065	0,996
20	16.844	1,5	1	B	37,019	0,004	1,104	0,994
21	16.481	1,5	1	C	39,189	0,01	1,134	0,994
22	17.094	1,5	2	A	42,556	0,002	1,081	0,995
23	16.833	1,5	2	B	44,198	0,001	1,09	0,995
24	16.470	1,5	2	C	47,408	0,004	1,119	0,995
25	17.194	1,5	3	A	40,635	0,003	1,079	0,995
26	16.933	1,5	3	B	41,619	0,002	1,088	0,995
27	16.570	1,5	3	C	43,602	0,005	1,113	0,995

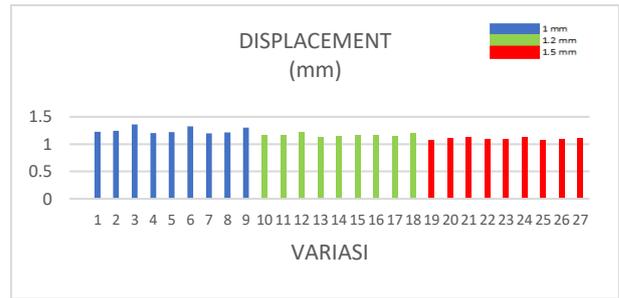
Pada hasil pengujian CAE (Tabel 5) simulasi dilakukan untuk menghasilkan nilai stress, displacement, dan strain. Berdasarkan hasil simulasi CAE, dilakukan pengolahan data berupa grafik dari nilai stress dan nilai displacement yang ditunjukkan pada Gambar 4.



GAMBAR 4. Diagram Nilai Stress

Diagram nilai stress (Gambar 4) menunjukkan bahwa nilai stress yang didapat dari semua variasi dapat dikatakan aman. Aman yang dimaksud adalah nilai stress tidak melebihi yield strength material SPCC,

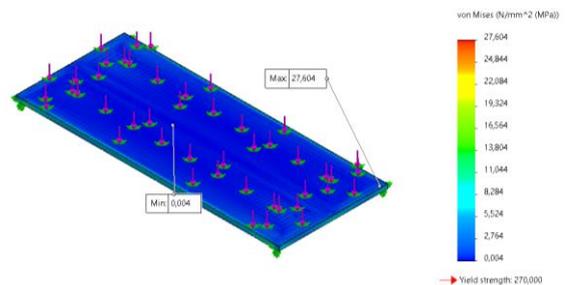
yaitu 270 MPa. Stress yang terjadi pada shelf tidak merubah bentuk shelf secara permanen.



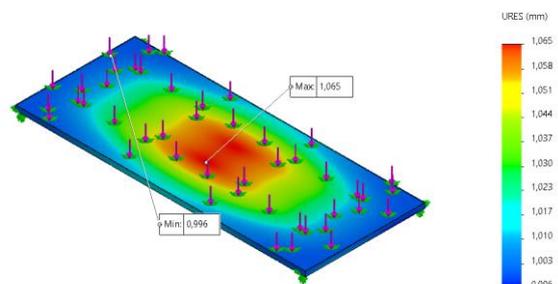
GAMBAR 5. Diagram Nilai Displacement

Diagram nilai displacement pada Gambar 5 menunjukkan perbandingan antara model shelf dan reinforcement pada setiap variasi dengan ketebalan berbeda. Diagram nilai displacement menunjukkan bahwa nilai displacement yang didapat dari semua variasi dapat dikatakan aman. Aman yang dimaksud adalah nilai displacement lebih kecil dari standard SEFA 8M-2016 yaitu sebesar 6,35 mm (Johnson, R. (2016).

Data yang diperoleh dari grafik menunjukkan bahwa semakin tebal material yang digunakan maka shelf akan semakin kuat. Semakin kecil nilai displacement dan stress maka semakin besar nilai kekuatan. Semakin besar nilai displacement dan stress maka semakin kecil nilai kekuatan.



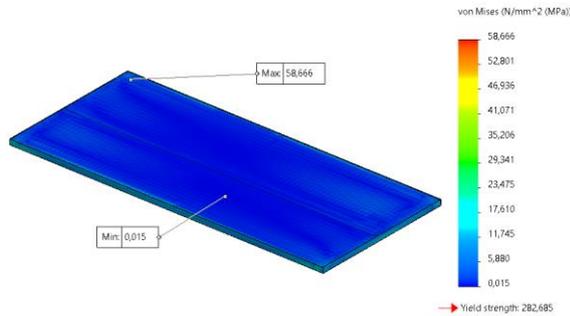
GAMBAR 6. Stress Variasi 19



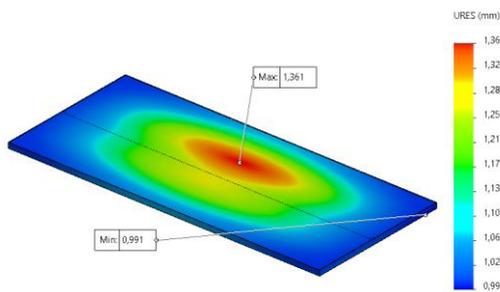
GAMBAR 7. Displacement Variasi 19

Data yang diperoleh dari `Tabel 5 variasi 19 (Gambar 6 dan 7) merupakan variasi desain terkuat karena memiliki nilai stress dan displacement terkecil. Variasi terlemah dari data yang didapatkan

adalah variasi 3 (Gambar 8 dan 9), karena memiliki nilai stress dan displacement terbesar. Variasi 6 merupakan variasi paling efisien, karena memiliki massa yang paling rendah, serta nilai stress dan displacement yang masih memenuhi standar SEFA 8M-2016.

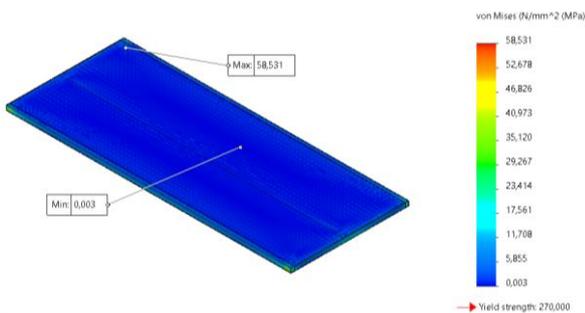


GAMBAR 8. Stress Variasi 3

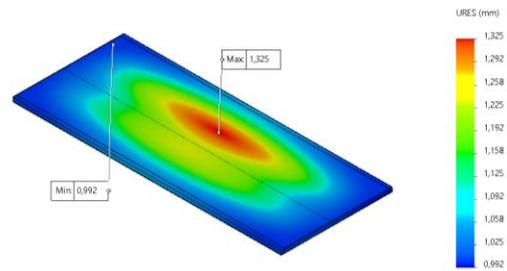


GAMBAR 9. Displacement Variasi 3

Kesimpulan yang dapat diambil adalah dari 27 variasi yang terdiri dari kombinasi tebal material, model *shelf*, dan model *reinforcement*. Desain *shelf* yang terbaik dan sesuai standard pengujian SEFA 8M-2016 adalah desain *shelf* dengan variasi 6 (Gambar 10 dan 11). Desain *shelf* variasi 6 terdiri dari desain *shelf* model 2, desain *reinforcement* model C, dan dengan ketebalan 1 mm.



GAMBAR 10. Stress Variasi 6



GAMBAR 11. Displacement Variasi 6

KESIMPULAN

Kesimpulan dala penelitian “Analisis Kekuatan pada pengembangan Desain *Shelf* pada *Base Cabinet* dengan Analisis elemen Hingga menggunakan perangkat Lunak Solidworks CAE” adalah:

1. Seluruh variasi sudah memenuhi standard displacement dari SEFA 8M-2016 yaitu kurang dari 6,35 mm.
2. Variasi paling efisien dari analisis kekuatan desain *shelf* adalah variasi 6 dengan kombinasi desain *shelf* model 2, reinforcement model C, dan material SPCC tebal 1 mm. Variasi 6 memiliki massa sebesar 11,054 kg; nilai stress sebesar 58,531 MPa; dan nilai displacement sebesar 1,325 mm.
3. Variasi 6 merupakan variasi dengan massa paling ringan yaitu 11 kg, sedangkan variasi 19 merupakan variasi terkuat dengan massa 17 kg. Selisih massa *shelf* antara variasi adalah 6 kg, karena perbedaan ketebalan pada kedua variasi tersebut. Jika melihat harga SPCC per hari ini 14 Juli 2023 yaitu Rp. 20.000/kg, maka penghematan biaya produksi yang dapat dicapai sebesar Rp. 120.000/ *shelf*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedini, A., Narayanan, A., & Butcher, C. (2022). An investigation into the characterization of the hardening response of sheet metals using tensile and shear tests with surface strain measurement. *Forces in Mechanics*, 7, 100090.
- Bagaskoro, B. B., & Ariatedja, J. B. (2019). Analisis Torsional Rigidity dan Uji Tabrak pada Chassis Go-kart Tonykart menggunakan Finite Element Method. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1), E94-E99.
- Fadillah, R., Zakki, A. F., & Kiryanto, K. (2020). Analisa Fatigue Pada Kapal Tanker 6500

DWT Berdasarkan Common Structural Rules (CSR) berbasis Finite Element Analysis (FEA). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(4), 588-599.

Johnson, R. (2016). *Scientific Equipment & Furniture Association Recommended Practices SEFA 8M*. (Ed. 5). SEFA World

Headquarters 65 Hilton Avenue, Garden City, NY.

Pris, F. R., Suyitno, B. M., & Suhadi, A. (2019). Analisis Kekuatan Velg Aluminium Alloy 17 Inc dari Berbagai Desain Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA). *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 9(2), 33-39.