



TUGAS AKHIR – AB 1956 409

DESAIN BODI CAN SEAMER SEMI-OTOMATIS

DHIO FAJAR ALIF

33212301036

Dosen Pembimbing I :

Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II :

Misbakhul Fatah, S. T., M. T.

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK MESIN ALAT BERAT

JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI

POLITEKNIK NEGERI MADURA

SAMPANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhio fajar alif
NRP : 33212301036
Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri
Tahun Akademik : 2025/2026

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **Desain Bodi Can Seamer Semi-Otomatis** adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain, dan bebas dari plagiarisme.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarbenarnya.

Sampang, 20 Agustus, 2026

Yang menyatakan,




Dhio Fajar Alif
NRP. 33212301036

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Desain Bodi Can Scamer Semi-Otomatis
Penulis : Dhio Fajar Alif
NRP : 33212301036
Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin dan Industri

Tugas akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan

Ditandatangani di Sampang, 27 Juli 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Misbakhul Fatah, S.T., M.T.
NIPPPK. 197811262021211003

Dosen Pembimbing I



Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T.
NIP. 199212222019032019

Koordinator Program Studi
Teknik Mesin Alat Berat



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T
NIPPPK. 197705222021211005

Koordinator TA
Teknik Mesin Alat Berat



Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si
NIPPPK. 19900606202421205

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN BODI *CAN SEAMER* SEMI-OTOMATIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Ahli Madya Teknik (A. Md. T.)

Pada

Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri
Program Studi Teknik Mesin Alat Berat
Politeknik Negeri Madura

OLEH:

Nama : Dhio Fajar Alif
NRP. 33212301036

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 28 Juli 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui tim penguji Tugas Akhir:

1. Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T. (Pembimbing I)
2. Misbakhul Fatah, S.T., M.T. (Pembimbing II)
3. Amin Jakfar, S.T., M.T. (Penguji I)
4. Abdul Hamid, S.Si., M.Si. (Penguji II)
5. Sutikno Wahyu Hidayat, S.T., M.T., M.Tr. Opsla.
..... (Penguji III)

SAMPANG

Juli 2026

DESAIN BODI ALAT *CAN SEAMER* SEMI-OTOMATIS

Nama : Dhio Fajar Alif
NRP : 33212301036
Dosen Pembimbing 1 : Auliana Diah Wilujeng, S. T., M. T
Dosen Pembimbing 2 : Misbakhul Fatah, S. T., M. T

ABSTRAK

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran penting dalam perekonomian lokal, namun masih menghadapi kendala dalam proses pengemasan, khususnya dari aspek efisiensi, higienitas, dan daya saing produk. UMKM petis goreng di Kabupaten Sampang masih menggunakan metode pengemasan konvensional, sehingga diperlukan alat *can seamer* semi-otomatis yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan UMKM. Penelitian ini bertujuan menentukan dimensi raw material pelat dan memperoleh desain bodi *can seamer* semi-otomatis yang optimal berdasarkan kekuatan struktur dan efisiensi. Metode penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, perancangan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2023, pembuatan model tiga dimensi empat variasi, *assembly*, pembuatan gambar teknik, serta simulasi kekuatan menggunakan variasi desain. Material yang digunakan adalah pelat ASTM A36 dengan ketebalan 2 mm. Dilakukan analisis empat variasi desain berdasarkan tegangan *Von Mises*, *displacement*, kebutuhan material, dan biaya fabrikasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa variasi b berada dalam kategori paling optimal dengan tegangan izin sebesar 201,50 MPa. Variasi b, yaitu bodi berbentuk U dengan tambahan *stiffener*, menghasilkan tegangan *Von Mises* terendah sebesar 12,07 MPa dan *displacement* maksimum 0,12 mm.

Variasi ini juga memiliki kebutuhan material 4,10 m² dengan biaya fabrikasi relatif rendah. Estimasi biaya keseluruhan pembuatan *can seamer* sebesar Rp4.170.700. Dengan demikian, desain bodi U dengan *stiffener* dipilih sebagai variasi paling optimal karena memberikan keseimbangan terbaik antara kekuatan, kekakuan, efisiensi material, dan biaya, serta berpotensi diterapkan pada skala UMKM.

Kata Kunci: UMKM, *can seamer*, desain bodi, ASTM A36, *stiffener*, SolidWorks, sheet metal.



SEMI-AUTOMATIC CAN SEAMER BODI DESIGN

Name : Dhio Fajar Alif
NRP : 33212301036
Supervisor 1 : Auliana Diah Wilujeng, S. T., M. T
Supervisor 2 : Misbakhul Fatah, S. T., M. T

ABSTRACT

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) play a vital role in the local economy, but they still face challenges in the packaging process, particularly in terms of efficiency, hygiene, and product competitiveness. MSMEs producing fried petis in Sampang Regency still use conventional packaging methods, making it necessary to develop a semi-automatic can seamer that better suits their needs and capabilities. This study aims to determine the dimensions of the raw material plates and to develop an optimal design for the body of a semi-automatic can seamer based on structural strength and efficiency. The research methods include problem identification, a literature review, design using SolidWorks 2023 software, the creation of three-dimensional models for four design variations, assembly, the preparation of technical drawings, and strength simulations using the design variations. The material used was 2 mm thick ASTM A36 sheet metal. An analysis of the four design variations was conducted based on von Mises stress, displacement, material requirements, and fabrication costs. The simulation results showed that variation b was the most optimal, with an allowable stress of 201.50 MPa. Variation b—a U-shaped body with an additional stiffener—yielded the lowest von Mises stress of 12.07 MPa and a maximum displacement of 0.12 mm. This variation also requires 4.10 m² of material and has relatively

low fabrication costs. The estimated total cost of manufacturing the can seamer is Rp4,170,700. Therefore, the U-shaped body design with a stiffener was selected as the most optimal variation because it provides the best balance between strength, stiffness, material efficiency, and cost, and has the potential to be implemented on an UMKM scale.

Keywords: UMKM, can seamer, body design, ASTM A36, stiffener, SolidWorks, sheet metal.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan diploma 3 Program Studi Teknik Mesin Alat Berat jurusan Rekayasa Mesin dan Industri di Politeknik Negeri Madura.

Dalam Tugas Akhir ini, penulis melakukan penelitian mengenai kebutuhan desain bodi *can seamer* semi-otomatis yang digunakan dalam proses pengemasan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kebutuhan fungsional dan struktural bodi *can seamer* agar sesuai dengan aspek keamanan, serta efisiensi kerja. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, penulis menyusun laporan Tugas Akhir yang berjudul **“DESAIN BODI ALAT CAN SEAMER SEMI-OTOMATIS”**

Laporan Tugas Akhir ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Laily Ulfyah, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Madura.
2. M. Musta'in, S.T., M.T., selaku Wakil Direktur Bidang Akademik.
3. Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri
4. Amin Jakfar, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri

5. Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si., sebagai Koordinator tugas akhir Program Studi Rekayasa Mesin dan Industri juga sebagai dosen wali kelas AB 12 B.
6. Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T., sebagai Pembimbing I yang membantu dalam proses penyusunan serta konsultasi desain.
7. Misbakhul Fatah, S.T., M.T., sebagai Pembimbing II yang membimbing untuk pengerjaan tugas akhir dan selalu memotivasi agar tetap semangat dan gigih mengerjakan tugas akhir.

Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah melayani mahasiswa selama penulis menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Madura.

Instansi terkait, Keluarga Ibu dan Ayah yang selalu memberi dukungan serta doa terbaik bagi anak semata wayangnya, Teman-teman Teknik Mesin Alat Berat Angkatan XII yang telah berjuang bersama selama 3 tahun bersama.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 27 Juli 2026

Dhio Fajar Alif
NRP. 33212301036

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Mesin <i>Can seamer</i>	10
2.3 Bodi Mesin.....	11
2.4 Sheet Metal Material	11
2.5 Proses Pembentukan Pelat Logam.....	12
2.6 Material ASTM A36.....	13
2.7 <i>Stiffener</i>	13
2.8 SolidWorks.....	14
2.9 Tegangan Von Misses	14
2.10 Displacement.....	15

2.11	<i>Factor of Safety</i>	15
2.12	Analisa Elemen dan Perancangan Bodi	16
2.13	Tegangan Izin	16
2.14	Tegangan Lentur	17
BAB III		18
METODOLOGI PENELITIAN		18
3.1	Diagram Alir Penelitian	18
3.2	Alat dan Bahan	19
3.3	Pembuatan Desain Bodi	19
3.4	Variasi Penelitian	20
3.5	Jadwal Kegiatan Penelitian	20
3.6	Penyusunan Laporan	21
BAB IV		22
4.1	Desain Lebih Lanjut	22
4.2	<i>Export File ke Format Laser cutting</i>	22
4.3	Simulasi dengan Variasi	23
4.3.1	Variasi a	23
4.3.2	Variasi b	25
4.3.3	Variasi c	27
4.3.4	Variasi d	28
4.4	Pendekatan Perhitungan Teoritis	30
4.5	Analisis Kekuatan	35
4.6	Variasi Optimal	36
4.7	Estimasi Biaya	37
BAB V		40
PENUTUP		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN		47
BIODATA PENULIS		51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel variasi penelitian	20
Tabel 3.2 Tabel jadwal penelitian	20
Tabel 4.1 Analisis kekuatan rangka	35
Tabel 4.2 Data setiap variasi.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. 2 Logo software Solidworks	19
Gambar 4. 1 Desain bending line plat	22
Gambar 4. 2 Desain Laser cutting	23
Gambar 4. 3 desain 3d Variasi a	23
Gambar 4. 4 Tegangan Variasi a	24
Gambar 4. 5 Displacement Variasi a.....	24
Gambar 4. 6 Desain 3d variasi b	25
Gambar 4. 7 Tegangan Variasi b.....	26
Gambar 4. 8 Tegangan Variasi c	26
Gambar 4. 9 Desain 3d Variasi c	27
Gambar 4. 10 Tegangan Variasi c	27
Gambar 4. 11 Displacement variasi c	28
Gambar 4. 12 Tegangan Variabel d.....	29
Gambar 4. 13 Desain 3d Variasi d	29
Gambar 4. 14 Displacement Variabel d	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dimensi bodi alat <i>can seamer</i>	47
Lampiran 2. Dimensi raw material alat <i>can seamer</i> semi-otomatis.....	47
Lampiran 3. Spesifikasi dan harga pasar <i>can seamer</i> semi-otomatis.....	48
Lampiran 4. Hasil tensile test material bodi	48
Lampiran 5. Nota pembelian barang	49

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

σ	: Tegangan Normal (N/m^2)
σ_a	: Tegangan Izin (N/mm^2)
σ_w	: Tegangan Kerja (N/mm^2)
σ_y	: Yield Strength (N/mm^2)
M	: Momen gaya (N)
y	: Jarak ke titik tumpuan (mm)
I	: Inersia (mm^4)
A	: Luas penampang (mm^2)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional. Beberapa kajian menunjukkan bahwa UMKM menyerap sebagian besar tenaga kerja nasional dan berkontribusi besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), bahkan pada beberapa laporan disebutkan kontribusi UMKM terhadap PDB mencapai sekitar 61% dengan daya serap tenaga kerja mendekati 97% dari total angkatan kerja Indonesia. Keberadaan UMKM juga dinilai berperan penting dalam menciptakan lapangan kerja baru, mendorong pemerataan pendapatan, serta menjaga ketahanan ekonomi daerah, termasuk di wilayah-wilayah yang bertumpu pada sektor pengolahan pangan skala rumah tangga [1].

Pengemasan memiliki fungsi penting sebagai pelindung produk sekaligus sebagai salah satu faktor yang dapat meningkatkan higienitas, estetika, dan daya tarik produk. Penggunaan kemasan yang baik dapat memberikan perlindungan terhadap produk serta meningkatkan kepercayaan konsumen. Salah satu alternatif pengemasan produk pangan adalah menggunakan kaleng yang disegel (*sealed can*). Pengemasan menggunakan kaleng memberikan perlindungan terhadap produk dan menghasilkan tampilan kemasan yang lebih rapi. Proses penyegelan kaleng dapat dilakukan menggunakan mesin *can seamer*, yaitu alat yang berfungsi menyatukan badan kaleng dengan tutup melalui proses penekanan dan pembentukan lipatan (*seaming*). Penggunaan *can seamer* dapat meningkatkan konsistensi hasil penyegelan

serta efisiensi proses pengemasan dibandingkan metode penutupan secara manual[2].

Selain aspek mekanisme kerja, bagian bodi atau rangka merupakan komponen penting dalam perancangan mesin karena berfungsi sebagai penopang komponen mekanis, penjaga kestabilan konstruksi, sekaligus pelindung bagi komponen dan operator [3]. Rangka yang dirancang tidak sesuai dapat menyebabkan deformasi berlebih, menurunkan kekakuan struktur, dan mengganggu kestabilan mesin ketika menerima beban kerja operasional [4]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemilihan material, dimensi, serta metode sambungan pada rangka mesin sangat memengaruhi nilai tegangan, deformasi, dan faktor keamanan struktur, sehingga proses perancangan rangka atau bodi mesin perlu didukung analisis struktural, misalnya melalui simulasi metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*), guna memastikan konstruksi aman dan efisien dari segi material [5]. Oleh karena itu, perancangan bodi can seamer perlu mempertimbangkan bentuk geometri, pemilihan material, ketebalan pelat, kekuatan struktur, kebutuhan material, serta kemudahan proses manufaktur agar dihasilkan konstruksi yang kokoh namun tetap ekonomis.

Salah satu aspek penting dalam perancangan bodi mesin berbahan pelat adalah pemilihan proses pembentukan lembaran logam (*sheet metal forming*), yaitu proses manufaktur yang mendeformasi pelat logam secara plastis untuk menghasilkan berbagai bentuk komponen, mulai dari proses *shearing*, *punching*, *bending*, hingga *deep drawing*[6]. Proses *bending* merupakan salah satu metode pembentukan logam dingin yang paling umum digunakan dalam pembuatan komponen berbahan

pelat, termasuk bodi dan rangka mesin, karena mampu menghasilkan bentuk konstruksi tertentu secara efisien dari segi waktu dan material[7]. Dalam praktiknya, kualitas hasil *bending* sangat dipengaruhi oleh parameter proses seperti radius *die*, sudut tekuk, gaya tekan, serta ketebalan pelat yang digunakan; penggunaan radius atau sudut yang tidak tepat dapat memicu cacat berupa retak pada zona tekukan maupun terjadinya *springback* yang menyimpang dari sudut rancangan[8]. Sebagai gambaran, penelitian pada pelat baja karbon rendah SPCC-SD setebal 1,0 mm menunjukkan bahwa radius tekuk yang terlalu kecil dapat menimbulkan keretakan di sekitar zona *bending*, sementara radius yang lebih besar terbukti lebih aman terhadap kegagalan material[9].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang bodi alat *can seamer* semi-otomatis menggunakan material pelat ASTM A36 dengan ketebalan 2 mm. Perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks dengan empat variasi bentuk dan penguatan struktur. Selanjutnya, dilakukan analisis pada setiap variasi melalui simulasi untuk mengetahui tegangan *Von Mises* dan *displacement* yang terjadi akibat pembebanan. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam menentukan desain bodi yang paling optimal berdasarkan aspek kekuatan, kekakuan, efisiensi material, dan biaya fabrikasi.

Dengan demikian, penelitian mengenai desain bodi alat *can seamer* semi-otomatis diharapkan dapat menghasilkan rancangan yang memiliki kekuatan dan kekakuan struktur yang memadai, efisien dalam penggunaan material, serta memiliki biaya pembuatan yang relatif terjangkau. Hasil rancangan ini juga dapat menjadi dasar pengembangan alat *can seamer* semi-

otomatis yang lebih sesuai dengan kebutuhan UMKM, khususnya UMKM petis goreng di Kabupaten Sampang.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah pada penelitian ini:

- a) Bagaimana menentukan dimensi raw material pelat yang efisien untuk proses fabrikasi?
- b) Bagaimana menentukan variasi desain bodi yang memiliki kekuatan struktur optimal berdasarkan hasil simulasi?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokuskan, maka diberi batasan masalah sebagai berikut :

- a) Perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks.
- b) Ketebalan pelat yang digunakan maksimal 2mm.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan diadakan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Menentukan dimensi dari raw material yang digunakan sebagai bahan pembuatan bodi *can seamer*
- b) Menentukan desain bodi paling optimal berdasarkan hasil simulasi tegangan, dan faktor efisiensi.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a) Mengembangkan keilmuan yang telah didapatkan selama perkuliahan.
- b) Menjadi dasar pengembangan alat *can seamer* semi-otomatis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar dalam menentukan metode, parameter perancangan, serta pendekatan analisis yang digunakan pada penelitian desain bodi alat can seamer semi-otomatis. Beberapa penelitian yang memiliki keterkaitan dengan perancangan mesin pengemasan, perancangan rangka, pemilihan material, dan analisis kekuatan menggunakan perangkat lunak Computer Aided Design (CAD) serta metode elemen hingga (Finite Element Method/FEM) dijelaskan sebagai berikut.

Bisono, Hafidhoh, dan Salim melakukan penelitian mengenai analisis kekuatan struktur rangka mesin pencacah menggunakan SolidWorks. Penelitian tersebut menggunakan material ASTM A36 dan melakukan simulasi pembebanan statis untuk mengetahui tegangan Von Mises dan displacement. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan dan displacement yang diperoleh masih berada pada kondisi aman terhadap kemampuan material yang digunakan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan SolidWorks dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengevaluasi kekuatan suatu struktur sebelum dilakukan proses manufaktur[10].

Furqani, Arief, dan Muchlisinalahuddin melakukan penelitian mengenai analisis kekuatan rangka mesin perontok padi menggunakan SolidWorks 2019. Material yang digunakan adalah ASTM A36 Steel dengan pembebanan yang diberikan pada beberapa bagian rangka. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan Von Mises, displacement, dan safety factor.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi menggunakan SolidWorks dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan rangka dalam menerima beban kerja sebelum rangka diproduksi[11].

Bisono dkk. juga menunjukkan bahwa penggunaan material ASTM A36 pada struktur rangka mesin dapat memberikan hasil yang baik ketika dimensi dan pembebanan dirancang sesuai kebutuhan. Pada penelitian tersebut, simulasi dilakukan menggunakan SolidWorks 2020 dengan dua variasi pembebanan. Hasil simulasi menunjukkan nilai displacement yang relatif kecil sehingga struktur dinyatakan aman untuk dilanjutkan ke tahap manufaktur[10].

Penelitian Feryansyah dan Mahmudi membahas analisis kekuatan rangka mesin pengupas kulit kacang tanah menggunakan metode elemen hingga yang diimplementasikan melalui SolidWorks. Penelitian tersebut membandingkan material Hollow ASTM A500 dan Angle Iron ASTM A36 dengan parameter tegangan, displacement, dan faktor keamanan. Penelitian ini menunjukkan bahwa analisis berbasis simulasi dapat digunakan untuk membandingkan alternatif material dan menentukan rancangan rangka yang sesuai berdasarkan kekuatan dan deformasi[12].

Penelitian mengenai rangka mesin pengupas kulit ari kacang tanah oleh Soolany, Abdillah, dan Suwarto juga menggunakan simulasi statis SolidWorks untuk mengevaluasi kekuatan struktur. Parameter yang digunakan meliputi tegangan maksimum, perpindahan maksimum, dan faktor keamanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis simulasi dapat digunakan untuk memastikan kemampuan rangka dalam

menahan beban operasional serta mengevaluasi kesesuaian material yang digunakan[13].

Pada bidang mesin pengemasan, Ardiansyah, Dewi, dan Saputra melakukan penelitian mengenai perancangan mesin cup sealer semi-otomatis berbasis mikrokontroler. Penelitian tersebut menggunakan SolidWorks dalam proses perancangan dan melakukan simulasi statis pada struktur menggunakan material ASTM A36. Parameter yang dianalisis meliputi Von Mises stress, displacement, dan factor of safety. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan simulasi struktur dapat menjadi bagian penting dalam proses perancangan mesin pengemasan semi-otomatis untuk mendukung kebutuhan UMKM[14].

Sementara itu, Pradana, Junaidi, dan Kurniawan melakukan penelitian mengenai kerusakan bearing arm pada mesin can seamer. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa can seamer digunakan untuk melakukan proses penyegelan tutup kaleng dengan badan kaleng melalui mekanisme penekanan. Penelitian tersebut juga menunjukkan pentingnya perhatian terhadap komponen mekanis pada mesin can seamer karena intensitas penggunaan dapat memengaruhi keandalan mesin[15].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa penelitian mengenai desain dan analisis kekuatan rangka mesin menggunakan SolidWorks telah banyak dilakukan. Namun, penelitian yang secara khusus membahas desain bodi can seamer semi-otomatis berbahan pelat ASTM A36 dengan ketebalan 2 mm serta membandingkan beberapa variasi geometri dan penguatan stiffener berdasarkan kekuatan, kekakuan, kebutuhan material, dan biaya fabrikasi masih

memiliki ruang untuk dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan empat variasi bodi can seamer dan pemilihan desain yang paling optimal berdasarkan hasil simulasi dan pertimbangan efisiensi.

Tabel 2. 1 Tabel penelitian sebelumnya

No	Peneliti	Objek Penelitian	Metode/Software	Parameter	Hasil/Relevansi
1	Bisono dkk.	Rangka mesin pencacah	SolidWorks 2020	<i>Von Mises, displacement</i>	ASTM A36 dapat dianalisis menggunakan simulasi statis untuk mengetahui kekuatan rangka.
2	Furqani dkk.	Rangka mesin perontok padi	SolidWorks 2019	<i>Von Mises, displacement, safety factor</i>	Simulasi digunakan untuk mengetahui kemampuan rangka menerima beban.
3	Feryansyah & Mahmudi	Rangka mesin pengupas kacang	SolidWorks /FEA	<i>Stress, displacement, safety factor</i>	Simulasi dapat digunakan untuk membandingkan alternatif material rangka.
4	Soolany dkk.	Rangka mesin pengupas kulit ari kacang	SolidWorks	<i>Stress, displacement, safety factor</i>	Analisis statis dapat digunakan untuk mengevaluasi

					keamanan struktur mesin.
5	Ardiansyah dkk.	Mesin <i>cup sealer</i> semi-otomatis	SolidWorks	<i>Von Mises, displacement, factor of safety</i>	Perancangan dan simulasi struktur dapat diterapkan pada mesin pengemasan UMKM.
6	Pradana dkk.	Mesin <i>can seamer</i>	Studi literatur dan analisis kerusakan	Komponen mekanis	Menunjukkan pentingnya keandalan konstruksi dan komponen pada <i>can seamer</i> .
7	Penelitian ini	Bodi <i>can seamer</i> semi-otomatis	SolidWorks 2023/FEA	<i>Von Mises, displacement, material, biaya</i>	Membandingkan empat variasi desain bodi pelat ASTM A36 dan menentukan desain paling optimal.

2.2 Mesin *Can seamer*

Dalam strategi penjualan sebuah produk, salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan sebuah usaha adalah melalui kemasan yang menarik dan higienis. Salah satu pengemasan produk agar terlihat lebih menarik serta higienis dan berdaya saing tinggi di pasaran adalah dengan mengemas produk menggunakan kaleng yang disegel (*seal*). Oleh karena itu Alat

yang digunakan untuk menyegel kaleng adalah mesin *can seamer*.

Can seamer adalah mesin penutup kaleng makanan dan minuman dengan bodi terbuat dari stainless steel. Mesin ini memiliki cara kerja yang simple dan sederhana yaitu operator mengisi kaleng dengan produk kemudian menempatkan tutup kaleng tepat di bracket kaleng kemudian menempatkannya di mesin lalu *can seamer* akan melakukan pengepressan[16].

2.3 Bodi Mesin

Bodi mesin merupakan bagian struktur yang berfungsi sebagai tempat pemasangan dan penopang berbagai komponen mesin. Pada *can seamer*, bodi berfungsi menopang mekanisme penyegelan, sistem penggerak, dudukan komponen, serta bagian pendukung lainnya.

Bodi mesin harus memiliki kekuatan dan kekakuan yang memadai agar mampu mempertahankan posisi komponen ketika menerima beban operasional. Bodi yang terlalu fleksibel dapat menyebabkan perubahan posisi komponen, peningkatan getaran, dan ketidaktepatan proses kerja.

Dalam penelitian ini, bodi dirancang menggunakan material pelat yang dibentuk melalui proses *sheet metal*. Bentuk bodi dibuat dalam beberapa variasi untuk mengetahui pengaruh geometri dan penguatan terhadap kemampuan struktur dalam menerima pembebanan.

2.4 Sheet Metal Material

Sheet metal atau lembaran logam merupakan bahan baku utama dalam pembuatan bodi dan rangka mesin berbasis pelat, dengan karakteristik yang sangat ditentukan oleh jenis material penyusunnya. Material *sheet metal* yang paling umum

digunakan dalam industri manufaktur adalah baja karbon rendah (*mild steel*), yaitu baja dengan kandungan karbon kurang dari 0,30% sehingga memiliki sifat yang tidak terlalu keras, mudah dibentuk, dan cukup ulet untuk menahan deformasi tanpa mudah patah. Sifat inilah yang membuat *mild steel* banyak dipilih sebagai bahan baku komponen pelat, termasuk untuk bodi dan rangka peralatan produksi [18]

Selain kelompok *mild steel*, pelat baja struktural seperti ASTM A36 dan padanannya (SS400, ST37, Q235B) juga banyak digunakan sebagai material rangka maupun bodi mesin karena memiliki sifat mekanis yang stabil dan telah terstandarisasi, dengan nilai tegangan luluh (*yield strength*) minimum sekitar 250 MPa dan kekuatan tarik sekitar 400 MPa [19]. Material ASTM A36 dikenal memiliki keseimbangan sifat mekanis yang baik serta kemudahan dalam proses pengelasan, pemotongan, dan pembentukan, sehingga sering dijadikan acuan dalam perancangan rangka atau bodi mesin produksi [20].

2.5 Proses Pembentukan Pelat Logam

Proses pembentukan pelat logam, seperti pembengkokan (*bending*), merupakan proses penting dalam pembuatan bodi mesin. Pada proses *bending*, pelat mengalami deformasi elastis dan plastis yang dapat menimbulkan fenomena spring-back setelah gaya dilepaskan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *bending* antara lain jari-jari pembengkokan, ketebalan pelat, sudut *bending*, dan sifat material [6].

Pada proses *bending*, pelat mengalami deformasi elastis sekaligus plastis, di mana setelah gaya pembentuk dilepaskan, material cenderung kembali sebagian ke bentuk semula—fenomena yang dikenal sebagai *springback* [21]. Fenomena

springback ini menjadi tantangan utama dalam proses *sheet metal forming* karena dapat menyebabkan penyimpangan dimensi dan sudut hasil bending dari rancangan awal[22].

2.6 Material ASTM A36

ASTM A36 merupakan salah satu jenis baja karbon struktural yang banyak digunakan dalam konstruksi karena memiliki kemampuan mekanis yang sesuai untuk berbagai aplikasi struktur. Material ini dapat digunakan pada komponen mesin dan rangka yang membutuhkan kombinasi antara kekuatan, kemudahan fabrikasi, dan ketersediaan material.

Penggunaan ASTM A36 dalam penelitian ini didasarkan pada kebutuhan konstruksi bodi yang memiliki kekuatan cukup, mudah difabrikasi, dan sesuai dengan proses pembentukan pelat. Material tersebut juga telah digunakan pada berbagai penelitian mengenai rangka mesin yang dianalisis menggunakan SolidWorks[10].

Pada penelitian ini, material ASTM A36 digunakan dalam bentuk pelat dengan ketebalan 2 mm sesuai batasan penelitian. Karakteristik material tersebut kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak SolidWorks sebagai parameter simulasi.

2.7 Stiffener

Stiffener merupakan elemen pengaku yang ditambahkan pada suatu struktur untuk meningkatkan kekakuan dan membantu mengurangi deformasi akibat pembebanan. Penambahan stiffener dapat dilakukan pada bagian tertentu yang memiliki kecenderungan mengalami pembengkokan atau deformasi lebih besar.

Pada konstruksi berbahan pelat, penggunaan stiffener dapat meningkatkan kemampuan struktur dalam mempertahankan bentuk tanpa harus meningkatkan ketebalan

seluruh pelat. Dengan demikian, stiffener dapat menjadi salah satu alternatif untuk memperoleh konstruksi yang lebih kaku dengan penggunaan material yang tetap efisien.

Dalam penelitian ini, stiffener digunakan pada salah satu variasi desain bodi can seamer. Pengaruh penambahan stiffener akan dievaluasi melalui hasil simulasi tegangan dan displacement serta dibandingkan dengan variasi desain lainnya.

2.8 SolidWorks

SolidWorks merupakan perangkat lunak CAD yang dapat digunakan untuk membuat desain dua dimensi maupun model tiga dimensi. Dalam perancangan mesin, SolidWorks dapat digunakan untuk membuat model komponen, assembly, gambar teknik, serta melakukan analisis terhadap rancangan.

Pada penelitian ini, SolidWorks 2023 digunakan untuk membuat model tiga dimensi bodi can seamer. Setiap variasi desain dibuat dengan dimensi yang telah ditentukan, kemudian dilakukan proses assembly untuk melihat kesesuaian konstruksi.

SolidWorks juga memiliki fasilitas simulasi yang dapat digunakan untuk melakukan analisis struktur. Beberapa penelitian mengenai rangka mesin telah menggunakan SolidWorks untuk menganalisis tegangan, displacement, dan faktor keamanan[10].

2.9 Tegangan Von Mises

Tegangan Von Mises merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi tegangan pada material akibat pembebanan. Nilai Von Mises dapat digunakan untuk membandingkan kondisi tegangan yang terjadi pada struktur dengan kemampuan material dalam menerima tegangan.

Secara umum, kriteria Von Mises digunakan dengan membandingkan tegangan ekuivalen hasil simulasi dengan tegangan luluh (yield strength) material. Kondisi struktur dinyatakan memenuhi kriteria kekuatan apabila tegangan yang terjadi tidak melampaui batas tegangan yang digunakan sebagai acuan desain.

Dalam penelitian ini, nilai Von Mises digunakan sebagai salah satu parameter utama untuk menentukan variasi desain yang memiliki kondisi tegangan paling rendah.

2.10 Displacement

Displacement merupakan perpindahan atau perubahan posisi suatu titik pada struktur akibat pembebanan. Nilai displacement digunakan untuk mengetahui tingkat deformasi yang terjadi pada suatu konstruksi.

Semakin besar nilai displacement, semakin besar perubahan bentuk yang dialami struktur. Pada konstruksi mesin, displacement perlu dikendalikan karena deformasi yang terlalu besar dapat memengaruhi posisi dan fungsi komponen yang terpasang pada struktur.

Dalam penelitian ini, nilai displacement maksimum dari setiap variasi desain dibandingkan untuk mengetahui desain yang memiliki kekakuan paling baik. Desain dengan nilai displacement yang lebih kecil menunjukkan kemampuan struktur yang lebih baik dalam mempertahankan bentuk ketika menerima beban.

2.11 Factor of Safety

Faktor keamanan (*factor of safety*) merupakan perbandingan antara kemampuan material terhadap beban atau tegangan yang terjadi pada struktur. Faktor keamanan digunakan untuk memberikan batas keamanan terhadap

ketidakpastian dalam proses perancangan dan kondisi operasional.

Semakin besar nilai faktor keamanan, semakin besar margin keamanan struktur terhadap tegangan yang diberikan. Namun, faktor keamanan yang terlalu besar juga dapat menunjukkan penggunaan material yang berlebihan sehingga kurang efisien dari sisi biaya dan berat konstruksi.

2.12 Analisa Elemen dan Perancangan Bodi

Analisis elemen hingga (FEA) merupakan metode numerik yang digunakan untuk menganalisis respons struktur terhadap beban. Dalam perancangan bodi *can seamer*, FEA dapat digunakan untuk mengevaluasi kekuatan dan kekakuan bodi akibat beban komponen mesin dan beban operasional.

Penerapan FEA pada struktur berbasis sheet metal memungkinkan perancang untuk meminimalkan kesalahan desain, mengurangi biaya trial and error, serta memastikan bahwa bodi mesin aman dan memenuhi kebutuhan fungsional. Oleh karena itu, teori dan hasil penelitian terkait analisis elemen hingga pada pembentukan dan struktur pelat logam menjadi dasar penting dalam perancangan bodi *can seamer* semi-otomatis pada penelitian ini[23].

2.13 Tegangan Izin

Tegangan izin merupakan batas tegangan yang digunakan sebagai acuan agar struktur dapat bekerja dengan aman. Nilai tegangan izin dapat ditentukan berdasarkan karakteristik material dan faktor keamanan yang digunakan dalam perancangan.

Hubungan antara tegangan material dan tegangan izin dapat dinyatakan dengan:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{SF} \quad (2.1)$$

σ_a = Tegangan izin (Mpa)

σ_y = Tegangan material (Mpa)

SF = Safety Factor

Dalam penelitian ini, nilai tegangan izin digunakan sebagai batas pembanding terhadap hasil tegangan Von Mises dari setiap variasi desain.

2.14 Tegangan Lentur

Tegangan lentur merupakan tegangan yang terjadi pada suatu komponen akibat adanya beban atau momen lentur. Ketika suatu komponen menerima pembebanan lentur, bagian penampang akan mengalami tegangan tarik dan tegangan tekan. Besarnya tegangan lentur dipengaruhi oleh besar momen lentur serta karakteristik geometris penampang. Tegangan lentur digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu komponen dalam menerima beban sebelum mengalami deformasi atau kegagalan[24]

Secara umum, tegangan lentur dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\sigma_b = \frac{M_y}{I} \quad (2. 2)$$

σ_b = Tegangan lentur (Mpa atau N.mm²)

M = Momen lentur (N.mm)

y = jarak dari sumbu netral menuju titik tinjau (mm)

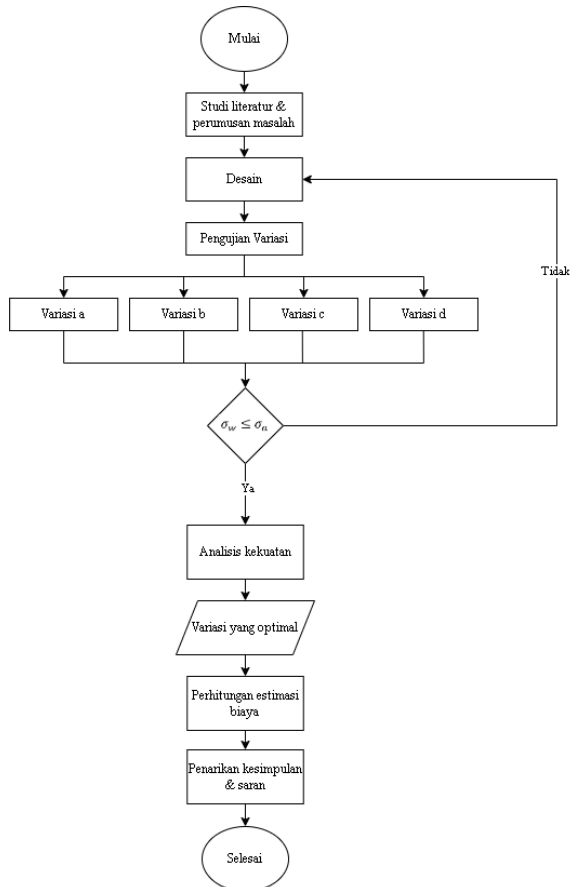
I = momen inersia penampang (mm⁴)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan yang tertera pada diagram alir seperti berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Proses penelitian ini membutuhkan beberapa alat dan bahan yang digunakan seperti:

- Laptop
- Solidworks 2023
- Microsoft excel
- eDrawings 2023
- Plat ASTM A36
- As pulley
- Bearing 6003

3.3 Pembuatan Desain Bodi

Tahap pembuatan desain merupakan tahap perancanganbodi *can seamer* semi-otomatis menggunakan



Gambar 3. 2 Logo software Solidworks

software SolidWorks. Tahapan yang dilakukan meliputi:

1. Menentukan dimensi bodi berdasarkan ukuran komponen *can seamer*
2. Membuat model 3D bodi *can seamer*
3. Menyusun *assembly* bodi dengan komponen utama
4. Membuat gambar teknik sebagai acuan pembuatan bodi

Tahap ini merepresentasikan proses desain sesuai dengan flowchart penelitian.

3.4 Variasi Penelitian

Dalam penelitian kali ini disediakan variasi untuk menentukan manakah variasi yang paling optimal untuk digunakan dalam bodi alat *can seamer* semi-otomatis. Ada dua opsi pemilihan material yang digunakan dengan tiga macam variasi, yaitu tanpa penguat, dengan *stiffener* dan dengan penguat las.

Untuk mengetahui perbedaan dalam penentuan keoptimalan material yang akan digunakan, maka diberikan variasi sebagai berikut :

Tabel 3.1 Tabel variasi penelitian

Material	Tanpa Penguat	Penguat Las
ASTM A36 U	a	b
ASTM a36 Box	c	d

3.5 Jadwal Kegiatan Penelitian

Pengerjaan penelitian dalam proposal ini memiliki jadwal seperti berikut:

Tabel 3.2 Tabel jadwal penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke					
		1	2	3	4	5	6
1	Identifikasi Masalah						
2	Studi Literatur						
3	Proses Desain						
4	Pengujian						

5	Analisa hasil Pengujian						
6	Pembuatan laporan						

3.6 Penyusunan Laporan

Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan tugas akhir yang mencakup seluruh tahapan penelitian, mulai dari identifikasi masalah hingga analisis hasil. Laporan disusun sesuai dengan pedoman penulisan Tugas Akhir Politeknik Negeri Madura.

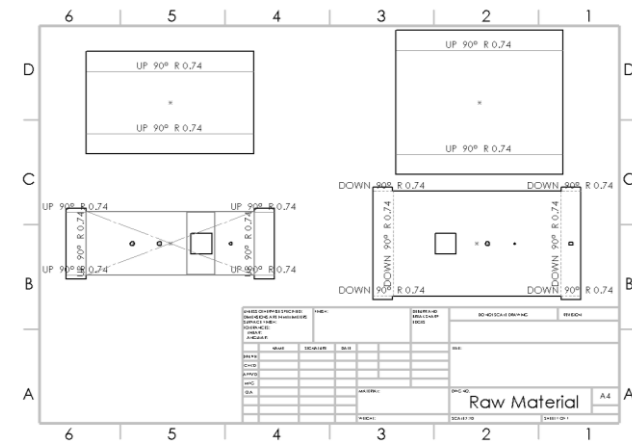
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Desain Lebih Lanjut

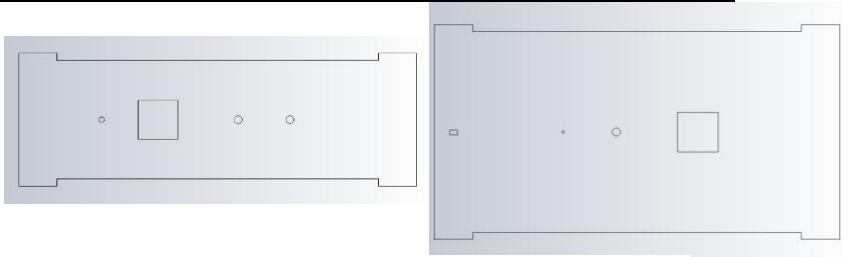
Dalam proses perencanaan *body can seamer* semi-otomatis desain lebih lanjut dilakukan dengan melakukan beberapa proses lanjutan seperti simulasi, *export* format sebagai bahan pemotongan *Laser cutting* serta memastikan hasil raw material sesuai dengan pemotongan *Laser cutting*.

4.2 Export File ke Format *Laser cutting*

Proses *Laser cutting* dilakukan untuk memotong plat mentah yang digunakan untuk bahan bodi *can seamer* agar menjadi plat dengan dimensi yang telah ditentukan sesuai desain sebelum masuk proses penekukan (*bending*) hal ini memerlukan ekspor file dari format *.sldprt* ke *.dxf* agar dapat dijalankan pada *Laser cutting*.



Gambar 4. 1 Desain bending line plat



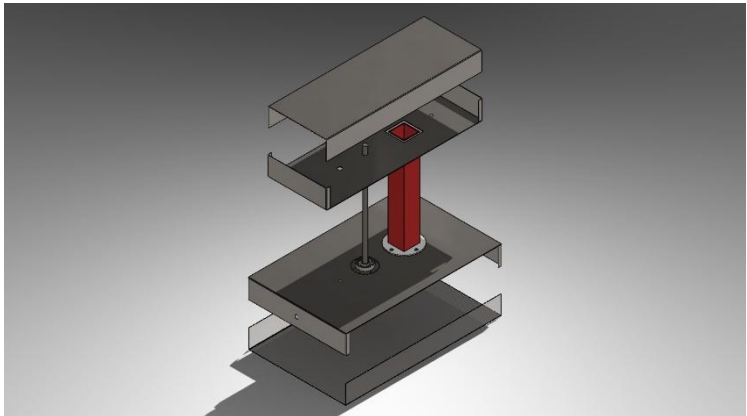
Gambar 4. 2 Desain Laser cutting

4.3 Simulasi dengan Variasi

Simulasi dilakukan untuk mengetahui bagaimana kekuatan pada bodi dan reaksi yang ditimbulkan dengan beban dan gaya yang ditentukan. Variasi yang digunakan ada empat macam, yaitu variable a, b, c dan d.

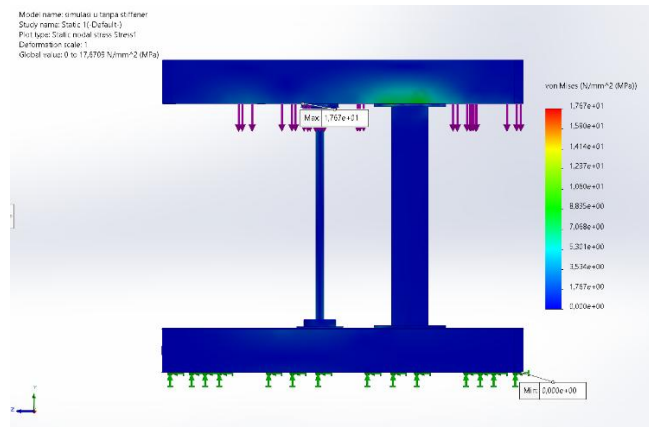
4.3.1 Variasi a

Variasi a menggunakan bodi dengan tipe U tanpa penguat (*stiffener*) ditunjukkan pada gambar 4.3.

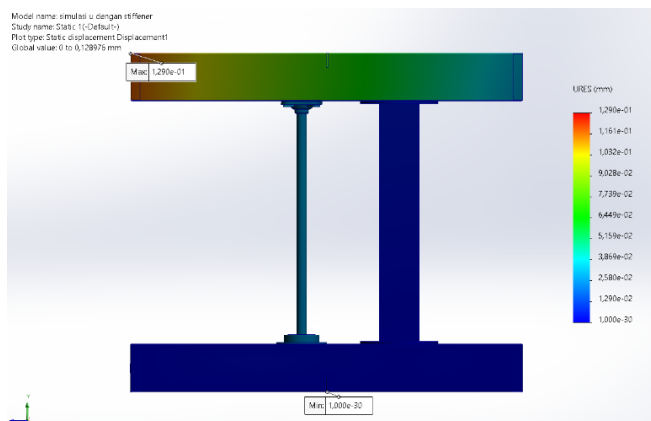


Gambar 4. 3 desain 3d Variasi a

Diperoleh nilai tegangan *Von Mises* maksimum sebesar 17,67 MPa dan tegangan minimum sebesar 0 MPa. Tegangan maksimum terjadi pada daerah sambungan antara pelat atas dengan dukungan poros, yang merupakan lokasi penerimaan beban terbesar.



Gambar 4. 4 Tegangan Variasi a

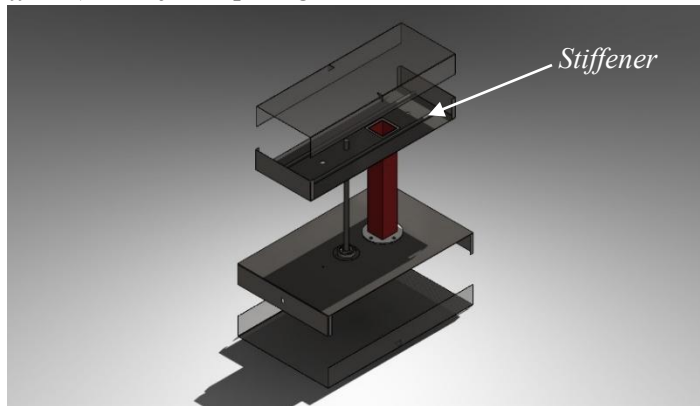


Gambar 4. 5 Displacement Variasi a

Berdasarkan hasil simulasi pada Gambar 4. 5 (Model U tanpa *stiffener*), diperoleh nilai *displacement* maksimum sebesar 0,21 mm. Nilai *displacement* sebesar 0,211515 mm menunjukkan bahwa struktur masih mengalami lendutan yang relatif kecil. Akan tetapi dibandingkan variasi lainnya, model ini memiliki kekakuan paling rendah karena belum dilengkapi dengan elemen pengaku (*stiffener*). Disimpulkan variable a dapat dikategorikan aman

4.3.2 Variasi b

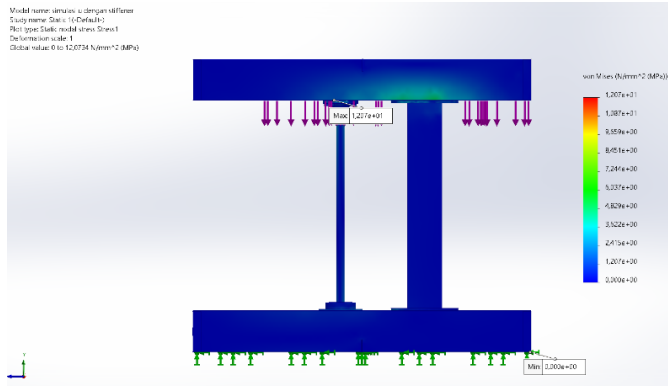
Variasi b menggunakan bodi tipe U dengan penguat (*stiffener*) ditunjukan pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Desain 3d variasi b

Menunjukkan nilai tegangan *Von Mises* maksimum sebesar 12,07 MPa, sedangkan tegangan minimum tetap 0 MPa. Dibandingkan dengan model tanpa *stiffener*, distribusi tegangan terlihat sedikit lebih merata di sekitar sambungan (Gambar 4.7).

Hasil simulasi pada model U dengan diberikan *stiffener* (Gambar 4.8) menunjukkan penurunan *displacement*

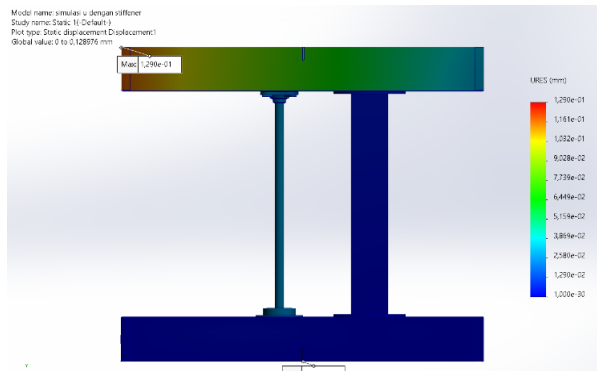


Gambar 4. 7 Tegangan Variasi b

maksimum menjadi 0,12 mm. Artinya pemasangan *stiffener* mampu menurunkan deformasi sebesar sekitar 39,02% . Penurunan *displacement* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\frac{0,21 - 0,12}{0,21} \times 100\% = 39,02\%$$

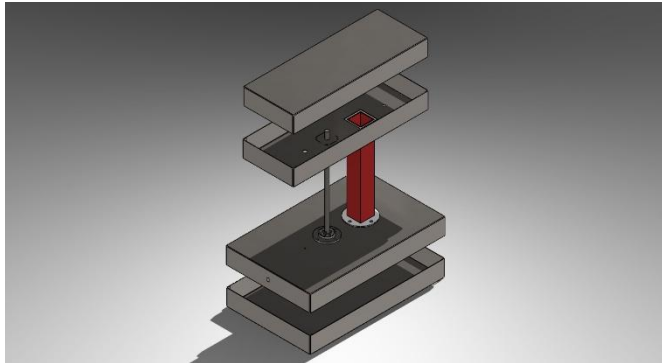
Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan *stiffener* memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kekakuan rangka model U. Disimpulkan variable b dapat dikategorikan aman.



Gambar 4. 8 Tegangan Variasi c

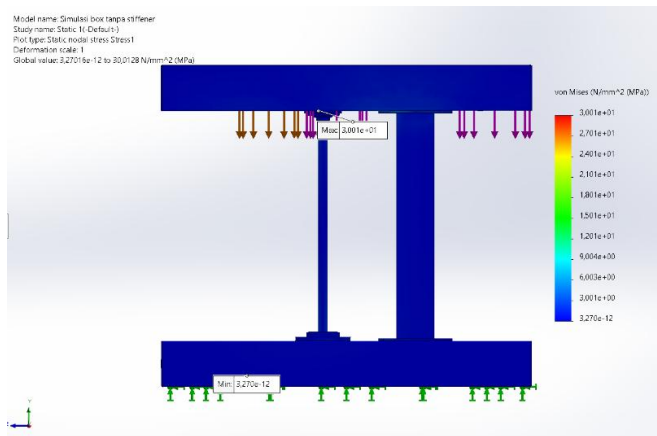
4.3.3 Variasi c

Variasi c menggunakan bodi tipe Box tanpa penguat (*stiffener*) ditunjukkan pada gambar 4.9.



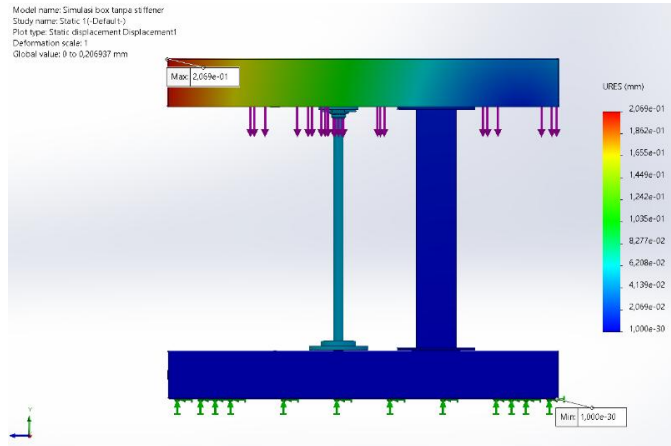
Gambar 4. 9 Desain 3d Variasi c

Diperoleh nilai tegangan *Von Mises* maksimum sebesar 30,01 MPa dan tegangan minimum mendekati 0 MPa. Tegangan maksimum terjadi pada daerah sambungan antara pelat atas box



Gambar 4. 10 Tegangan Variasi c

dengan dudukan poros, yang merupakan titik penerimaan beban terbesar.

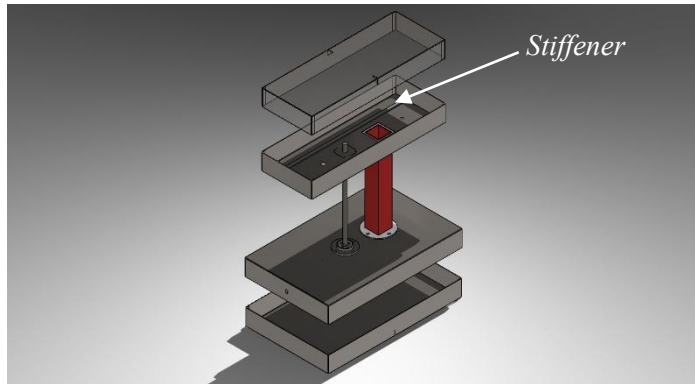


Gambar 4. 11 Displacement variasi c

Pada model box tanpa *stiffener* (Gambar 4.11) diperoleh *displacement* maksimum sebesar 0,20 mm. Nilai ini sedikit lebih kecil dibandingkan model U tanpa *stiffener*. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa bentuk box secara alami memiliki kekakuan yang sedikit lebih baik dibandingkan model U meskipun belum menggunakan *stiffener*. Disimpulkan variable c dapat dikategorikan aman

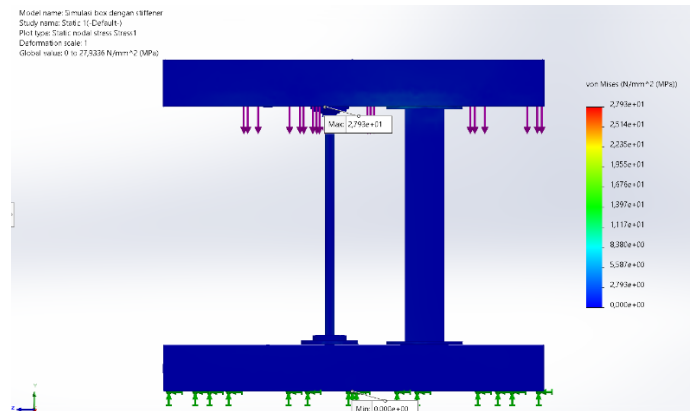
4.3.4 Variasi d

Variasi d menggunakan bodi tipe Box dengan tambahan penguat (*stiffener*) ditunjukan oleh (Gambar 4.12). Menunjukkan nilai tegangan *Von Mises* maksimum sebesar 27,93 MPa, penurunan tersebut menunjukkan bahwa



Gambar 4. 13 Desain 3d Variasi d

penambahan *stiffener* pada konfigurasi yang digunakan mampu mengurangi konsentrasi tegangan pada titik kritis.

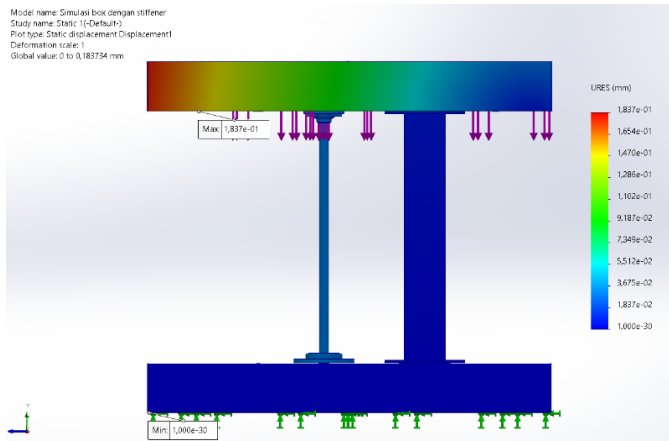


Gambar 4. 12 Tegangan Variabel d

Hasil simulasi pada model box dengan penambahan *stiffener* menunjukkan *displacement* maksimum sebesar 0,18 mm. Apabila dibandingkan dengan model box tanpa *stiffener* maka diperoleh penurunan sebesar:

$$\frac{0,20 - 0,18}{0,20} \times 100\% = 11,21\%$$

Penambahan *stiffener* tetap mampu meningkatkan kekakuan struktur, walaupun penurunannya tidak sebesar pada model U. Hal tersebut menunjukkan bahwa penampang box sejak awal sudah memiliki kekakuan yang cukup tinggi sehingga kontribusi *stiffener* menjadi tidak sebesar pada model U. Disimpulkan variable d dapat dikategorikan aman.



Gambar 4. 14 Displacement Variabel d

4.4 Pendekatan Perhitungan Teoritis

Pendekatan teori dilakukan untuk mencari tegangan secara teori yang terjadi pada desain bodi dengan empat variasi, menggunakan pendekatan perhitungan tegangan lentur.

a. Variasi a

$$\sigma_a = \frac{M_y}{I}$$

$$\sum M_y = (F_1)(y_1) + (F_2)(y_2) + (F_3)(y_3)$$

$$M_y = (100N)(140mm) + (75N)(200mm) + (50N)(330mm) \\ = 45.500N \cdot mm$$

$$I = \frac{L(t)^3}{12}$$

$$I = \frac{800(2)^3}{12}$$

$$I = \frac{6400}{12}$$

$$I = 533,33 \text{ mm}^4$$

$$I_{modulus} = \frac{533,33 \text{ mm}^4}{1 \text{ mm}}$$

$$I_{modulus} = 533,33 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_a = \frac{45.500 \text{ N} \cdot \text{mm}}{533,33 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_a = 85,31 \text{ Mpa}$$

b. Variasi b

$$\sigma_b = \frac{M_y}{I}$$

$$\sum M_y = (F_1)(y_1) + (F_2)(y_2) + (F_3)(y_3)$$

$$M_y = (100N)(140mm) + (75N)(200mm) + (50N)(330mm) \\ = 45.500 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$I_{plat} = \frac{L(t)^3}{12}$$

$$I_{plat} = \frac{800(2)^3}{12}$$

$$I_{plat} = \frac{6400}{12}$$

$$I_{plat} = 533,33 \text{ mm}^4$$

$$A_s = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A_s = \frac{3,14(16)^2}{4}$$

$$A_s = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$I_s = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$I_s = \frac{3,14(16)^4}{64}$$

$$I_s = 3.215,36 \text{ mm}^4$$

$$I_{stiff} = I_s + A_s y^2$$

$$I_{stiff} = 3.215,36 + (200,96)(5,65)^2$$

$$I_{stiff} = 9.630,50 \text{ mm}^4$$

$$I_{2stiff} = 9.630,50(2) \text{ mm}^4$$

$$I_{2stiff} = 19.261,01 \text{ mm}^4$$

$$I_{total} = 19.261,01 \text{ mm}^4 + 533,33 \text{ mm}^4$$

$$I_{total} = 19.794,34 \text{ mm}^4$$

$$I_{modulus} = \frac{I_{total}}{y}$$

$$I_{modulus} = \frac{19.794,34 \text{ mm}^4}{5,65 \text{ mm}}$$

$$I_{modulus} = 3.503,42 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{45.500N}{3.503,34 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_b = 12,98 \text{ Mpa}$$

c. Variasi c

$$\sigma_c = \frac{M_y}{I}$$

$$\sum M_y = (F_1)(y_1) + (F_2)(y_2) + (F_3)(y_3)$$

$$M_y = (100N)(140mm) + (75N)(200mm) + (50N)(330mm) \\ = 45.500 \text{ N} \cdot mm$$

$$I = \frac{990(2)^3}{12}$$

$$I = \frac{7920}{12}$$

$$I = 660 \text{ mm}^4$$

$$I_{modulus} = \frac{660 \text{ mm}^4}{1 \text{ mm}}$$

$$I_{modulus} = 660 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_c = \frac{45.500 \text{ N} \cdot mm}{660 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_c = 68,93 \text{ Mpa}$$

d. Variasi d

$$\sigma_b = \frac{M_y}{I}$$

$$\sum M_y = (F_1)(y_1) + (F_2)(y_2) + (F_3)(y_3)$$

$$M_y = (100N)(140mm) + (75N)(200mm) + (50N)(330mm) \\ = 45.500 \text{ N} \cdot mm$$

$$I_{plat} = \frac{L(t)^3}{12}$$

$$I_{plat} = \frac{990(2)^3}{12}$$

$$I_{plat} = \frac{7920}{12}$$

$$I_{plat} = 660 \text{ mm}^4$$

$$A_s = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A_s = \frac{3,14(16)^2}{4}$$

$$A_s = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$I_s = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$I_s = \frac{3,14(16)^4}{64}$$

$$I_s = 3.215,36 \text{ mm}^4$$

$$I_{stiff} = I_s + A_s y^2$$

$$I_{stiff} = 3.215,36 + (200,96)(6,53)^2$$

$$I_{stiff} = 11.784,47 \text{ mm}^4$$

$$I_{2stiff} = 11.784,47(2) \text{ mm}^4$$

$$I_{2stiff} = 23.568,94 \text{ mm}^4$$

$$I_{total} = 23.568,94 \text{ mm}^4 + 660 \text{ mm}^4$$

$$I_{total} = 24.628,94 \text{ mm}^4$$

$$I_{modulus} = \frac{I_{total}}{y}$$

$$I_{modulus} = \frac{24.628,94 \text{ mm}^4}{3,47 \text{ mm}}$$

$$I_{modulus} = 7.097,67 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{45.500 \text{ N} \cdot \text{mm}(6,53)}{7.097,67 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_b = 41,86 \text{ Mpa}$$

4.5 Analisis Kekuatan

Setelah simulasi dilakukan analisa kekuatan pada setiap variasi untuk mengetahui apakah bodi tersebut masuk kategori aman dengan acuan $\sigma_w \leq \sigma_a$.

Langkah awal kita harus mengetahui σ_a terlebih dahulu pada material ASTM a36

Diketahui : Yield strength (σ_y) :403 Mpa

Safety factor : 2

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{SF} = \frac{403 \text{ Mpa}}{2} = 201.50 \text{ Mpa}$$

Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan tegangan izin, perbandingan antara tegangan hasil simulasi dengan tegangan izin ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 4. 1 Analisis kekuatan rangka

No	Model	σ_w (Mpa)	σ_a (Mpa)	Deviasi
1	Variasi a	17,67	201.50	8,77%
2	Variasi b	12,07	201.50	5,99%
3	Variasi c	30,01	201.50	14,89%
4	Variasi d	27,93	201.50	13,86%

- variasi *a* dapat dikategorikan aman karena tegangan kerja maksimal pada bodi sebesar 17,67 Mpa jauh dibawah batas tegangan izin sebesar 201,50 Mpa tapi memiliki kelemahan pada saat terjadi beban dinamis dalam pemakaian jangka panjang.
- Variasi *b* memiliki nilai tegangan kerja yang paling rendah dengan adanya tambahan penguat yang menurunkan tegangan menjadi 12,07 Mpa atau sekitar 5,99% dari nilai tegangan izin. Maka dapat dikategorikan paling aman karena mampu menahan

beban dinamis dengan baik dan tidak menghabiskan banyak material untuk fabrikasi.

- Variasi *c* memiliki peningkatan tegangan kerja paling besar, yaitu 30,01 Mpa jika dibandingkan dengan tegangan izin sebesar 201,50 Mpa variasi *c* dapat dikategorikan aman dengan tapi body yang lebih berat dan perakitan yang lebih rumit.
- Variasi *d* dengan tegangan kerja 27,93 Mpa mengalami penurunan setelah diberi penguat, tetapi walau masuk kategori aman nilai tersebut masih belum masuk yang paling optimal karena biaya yang lebih tinggi dan kekuatan yang belum sebanding dengan variasi *b* dengan biaya dan kekuatan yang optimal.

4.6 Variasi Optimal

Pemilihan variasi yang optimal dilakukan dengan cara mengumpulkan dan membandingkan semua hasil analisa dan pengujian simulasi agar ditemukan hasil yang paling optimal.

Tabel 4. 2 Data setiap variasi

Variasi	σ_w Maksimum (Mpa)	Kebutuhan material (m^2)	Biaya fabrikasi	<i>Displacement</i> (mm)
Variasi a	17,67	4,01	Rendah	0,21
Variasi b	12,07	4,10	Rendah	0,12
Variasi c	30,01	4,95	Tinggi	0,20
Variasi d	27,93	5,04	Tinggi	0,18

Penguat meningkatkan kekakuan struktur sehingga deformasi (*displacement*) lebih kecil dengan adanya penurunan

tegangan sebesar 5,59 Mpa (pada variasi b). Pada komponen yang membutuhkan kestabilan posisi, kekakuan lebih penting untuk menahan beban dinamis pada saat mesin beroperasi. pemasangan *stiffener* mampu menurunkan deformasi sebesar sekitar 39,02%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan *stiffener* memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kekakuan struktur yang lebih kaku umumnya lebih tahan terhadap getaran, benturan, atau beban yang berubah-ubah.

Dari segi material yang dibutuhkan variasi b kurang lebih memiliki kebutuhan yang tidak jauh berbeda dengan variasi a tetapi dengan tegangan kerja yang lebih kecil sehingga struktur bodi lebih stabil dengan biaya yang relatif sama dengan bodi tanpa penguat. Dengan demikian, Variasi b direkomendasikan sebagai desain akhir body *Can seamer* Semi-Otomatis karena memberikan keseimbangan terbaik antara kekuatan, efisiensi material, dan biaya fabrikasi.

4.7 Estimasi Biaya

Perhitungan estimasi biaya dilakukan berdasarkan variasi body yang dipilih sebagai variasi paling optimal, yaitu variasi b (Bodi U dengan penguat) untuk mengetahui biaya yang dihabiskan untuk membuat mesin *can seamer* semi-otomatis agar dapat menjadi pertimbangan dengan harga *can seamer* yang ada di pasaran.

Tabel 4. 3 Tabel bahan habis pakai

ESTIMASI BIAYA BAHAN HABIS PAKAI <i>CAN SEAMER</i>						
No	Nama Barang	Volume	Jumlah	Satuan	Harga	Ket
1	Plat ASTM a36	lembar	1	Rp575.000	Rp575.000	
2	Besi round bar SKD11	100 mm	2	Rp272.500	Rp545.000	
3	Bearing duduk 20mm	pcs	3	Rp31.500	Rp94.500	Link
4	AS 22mm	90cm	1	Rp84.500	Rp84.500	
5	Bearing duduk 17mm	pcs	1	Rp40.000	Rp40.000	Link
6	pulley 1,5inci	pcs	1	Rp17.000	Rp17.000	Link
7	pulley susun 2,3,4,5 inci	pcs	1	Rp146.500	Rp146.500	Link
8	belt A17	pcs	1	Rp25.000	Rp25.000	Link
9	pulley 2,5 inci	pcs	1	Rp22.000	Rp22.000	Link
10	caleng	pcs	24	Rp6.300	Rp151.200	Link
11	nylon 80mm	pcs	1	Rp48.000	Rp48.000	Link
12	bearing jungkat jungkit	pcs	2	Rp36.000	Rp72.000	Link
13	baut bering duduk	pcs	8	Rp6.000	Rp48.000	
14	besi loakan	pcs	1	Rp20.000	Rp20.000	
15	beltA37	pcs	1	Rp37.000	Rp37.000	Link
16	belt A23,A24,A25	pcs	3	Rp26.000	Rp78.000	Link
17	timbangan	pcs	1	Rp50.000	Rp50.000	Link
18	kawat las 1mm	kg	1	Rp35.000	Rp35.000	Link
19	belt A-48	pcs	1	Rp47.000	Rp47.000	Link



Tugas Akhir TMAB

20	Motor 0,25 Hp	unit	1	Rp730.000	Rp730.000	Link
21	besi beton 16mm	batang	2	Rp40.000	Rp80.000	
TOTAL					Rp2.945.700	

Tabel 4. 4 Tabel biaya jasa

ESTIMASI BIAYA JASA <i>CAN SEAMER</i>						
No	Jenis Jasa	Volume	Jumlah	Satuan	Harga	Ket
1	Jasa Las	jam	10	Rp80.000	Rp800.000	Link
2	Jasa Machining	paket	5	Rp85.000	Rp425.000	Link
3						
TOTAL					Rp1.225.000	

Tabel 4. 5 Tabel total biaya

ESTIMASI BIAYA <i>CAN SEAMER</i>			
No	Jenis	Total	Ket
1	BHP	Rp2.945.700	
2	Jasa	Rp1.225.000	
Total Akhir		Rp4.170.700	

Berdasarkan hasil estimasi diperoleh biaya pembuatan sebesar **Rp4.170.700** Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan harga mesin *can seamer* komersial sehingga desain yang dikembangkan berpotensi diterapkan pada UMKM.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, analisis kekuatan struktur, dan estimasi biaya pada penelitian Desain Bodi *Can seamer* Semi-Otomatis, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Dimensi raw material pelat yang efisien berhasil ditentukan melalui proses perancangan menggunakan SolidWorks 2023 dengan material ASTM A36 berketebalan maksimum 2 mm. Hasil desain menghasilkan pola sheet metal yang sesuai untuk proses *Laser cutting* dan pembentukan (*bending*), sehingga penggunaan material menjadi lebih efisien serta mudah diaplikasikan pada proses fabrikasi.

Berdasarkan hasil simulasi metode Finite Element Analysis (FEA) terhadap empat variasi desain, seluruh variasi memiliki nilai tegangan *Von Mises* yang masih berada di bawah tegangan izin material sebesar 201,50 MPa, sehingga seluruh desain dinyatakan aman digunakan secara struktural.

- b. Variasi B, yaitu bodi berbentuk U dengan penambahan *stiffener*, merupakan desain yang paling optimal. Variasi ini menghasilkan tegangan *Von Mises* terendah sebesar 12,07 MPa, nilai *displacement* terkecil sebesar 0,12 mm, serta mampu menurunkan deformasi sekitar 39,02% dibandingkan desain bodi U tanpa penguat. Selain memiliki kekakuan struktur yang lebih baik, variasi ini juga tetap mempertahankan kebutuhan material dan biaya fabrikasi yang relatif rendah.

Estimasi biaya pembuatan mesin *can seamer* semi-otomatis sebesar Rp4.170.700, sehingga rancangan yang dihasilkan memiliki potensi untuk diterapkan pada skala Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) sebagai alternatif mesin *can seamer* yang lebih ekonomis tanpa mengurangi aspek kekuatan struktur.

Dengan demikian, tujuan penelitian telah tercapai, yaitu memperoleh dimensi raw material yang efisien serta menentukan desain bodi *can seamer* semi-otomatis yang optimal berdasarkan aspek kekuatan struktur, kekakuan, efisiensi material dan biaya fabrikasi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi rekomendasi pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

- a. Penelitian ini masih terbatas pada tahap perancangan dan simulasi numerik, sehingga pada penelitian berikutnya perlu dilakukan pembuatan prototipe dan pengujian eksperimental untuk memvalidasi hasil simulasi terhadap kondisi operasi sebenarnya.
- b. Penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis dinamis, seperti pengaruh getaran (*vibration analysis*), beban siklik (*fatigue analysis*) dan umur pakai struktur, sehingga keandalan bodi *can seamer* selama penggunaan jangka panjang dapat diketahui secara lebih komprehensif.
- c. Variasi material selain ASTM A36, seperti stainless steel, aluminium atau material high-strength low-alloy (HSLA), dapat dievaluasi untuk memperoleh kombinasi terbaik

- antara kekuatan, ketahanan korosi, massa struktur dan biaya produksi.
- d. Optimasi desain dapat dikembangkan menggunakan metode optimasi berbasis komputer, seperti Topology Optimization, Design of Experiment (DOE), atau Response Surface Methodology (RSM), sehingga diperoleh desain yang lebih ringan namun tetap memenuhi persyaratan kekuatan.
 - e. Penelitian berikutnya juga dapat mengembangkan *can seamer* menjadi sistem yang lebih modern dengan penambahan otomasi, sensor keselamatan, pengaturan kecepatan putar, maupun sistem monitoring digital sehingga mampu meningkatkan produktivitas, keselamatan operator, dan kualitas hasil penyegelan.
 - f. Dari aspek ekonomi, penelitian selanjutnya dapat menambahkan analisis kelayakan investasi, analisis biaya produksi serta analisis nilai ekonomi (economic feasibility) sehingga dapat diketahui tingkat efisiensi dan potensi implementasi alat pada skala industri maupun UMKM secara lebih menyeluruh.

Dengan adanya pengembangan tersebut, diharapkan penelitian mengenai desain bodi *can seamer* semi-otomatis tidak hanya menghasilkan rancangan yang kuat secara struktural, tetapi juga memiliki tingkat keandalan, efisiensi dan nilai ekonomis yang lebih tinggi sehingga siap diimplementasikan pada dunia industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suci Ramadani, Dilla Amelia Ramadhani, Muhammad Ikrom, and Lokot Muda Harahap, “Peran Strategis UMKM dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan di Indonesia,” *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Manajemen*, vol. 4, no. 1, pp. 158–166, Mar. 2025, doi: 10.58192/ebismen.v4i1.3183.
- [2] M. Rizki, “Prinsip Penutupan Kemasan Ikan Kaleng,” <https://warstek.com/kemasan/>.
- [3] D. B. Pamungkas, I. Komang, and A. Widi, “Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi Analisis Perancangan Rangka Penyangga Mesin Injeksi Molding Plastik Vertikal Pneumatik dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga”.
- [4] T. M. Laksono and H. Istiqlaliyah, “Perancangan Rangka Pada Mesin Penggoreng Sistem Vacuum Frying Keripik Buah Kapasitas 3 Kg.”
- [5] Y. Alfian Wildiy, Hesti Istiqlaliyah, Nuryo Suwito, Arif Sugianto, and Wibowo Harso Nugroho, “Rancang Bangun Rangka Mesin Chopper Dengan Aplikasi Pisau Bergerigi Kapasitas 60 Kg/Jam,” *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 8, no. 1, pp. 87–96, Jul. 2025, doi: 10.29407/jmn.v8i1.24627.
- [6] Caesar wiratama, “Sheet Metal Forming pada Proses Manufaktur - PT TENSOR,” <https://pttensor.com/id/industri/manufaktur/metal-forming/sheet-metal-forming-pada-proses-manufaktur/>.
- [7] C. Anwar, N. Rahdiana, and A. Ilmar Ramadhan, “Analisis Pengaruh Radius Dies Terhadap Springback

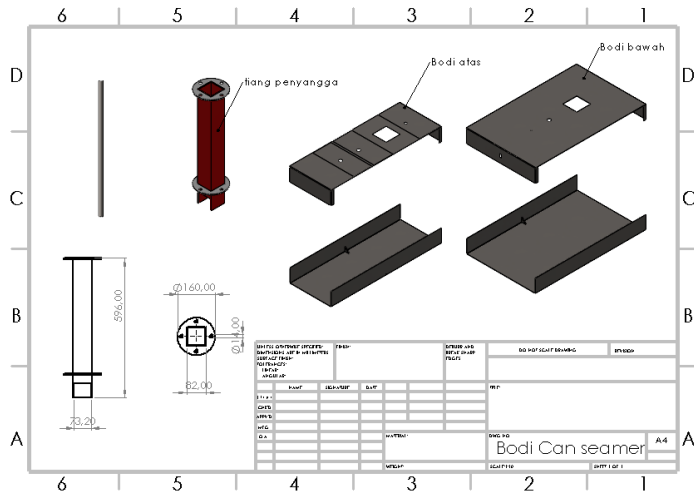
- Logam Lembaran Stainless-Steel Pada Proses Bending Hidrolik V-Die,” vol. 12, no. 2, 2020, doi: 10.24853/jurtek.12.2.123-132.
- [8] C. B. Nugroho, R. Hidayat, and P. N. Batam, “Studi Cacat Permukaan plat Aluminium pada Proses Pembengkokkan Sudut Mesin Bending,” *Jurnal Integrasi* |, vol. 88, no. 2, 2016.
- [9] A. Hanif Muttaqin, M. Miftachul Munir, I. Khoirul Rohmat Program Studi Teknik Pengelasan, J. Teknik Bangunan Kapal, and P. Perkapalan Negeri Surabaya, “Analysis of Bending Methods on BjTP 280 Roundbars on Hardness and Microstructure,” 2023.
- [10] R. M. Bisono, N. Hafidhoh, and A. T. A. Salim, “Strength Analysis of Frame Structure Loading in Planning Using Solidworks Static Simulation Study,” 2021.
- [11] I. Furqani,) Rudi, K. Arief, and) Muchlisinalahuddin, “Analisis Kekuatan Rangka Mesin Perontok Padi Menggunakan Solidworks 2019 (1)*,” *Arief & Muchlisinalahuddin*, vol. 6, no. 2, pp. 42–49, 2022.
- [12] A. Kekuatan *et al.*, “Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) 2025 1350,” Online.
- [13] C. Soolany, Y. I. Abdillah, and S. Suwarto, “Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pengupas Kulit Ari Kacang Tanah Tipe Roller Tunggal dengan Evaluasi Material Berstandar Food Grade Menggunakan Simulasi SolidWorks,” *Jurnal Ilmiah Momentum*, vol. 21, no. 1, pp. 16–20, Apr. 2025, doi: 10.36499/jim.v21i1.12199.

- [14] F. Ardiansyah *et al.*, “AutoMech Jurnal Teknik Mesin Perancangan Mesin Cup Sealer Semi Otomatis Berbasis Mikrokontroler”.
- [15] B. Pradana, Junaidi, and F. Ahmad Kurniawan, “Analisa Kerusakan Bearing Arm Pada Mesin Can Seamer,” *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 4, no. 1, pp. 31–38, 2023, doi: 10.53695/jm.v4i1.865.
- [16] B. Pradana, Junaidi, and F. Ahmad Kurniawan, “Analisa Kerusakan Bearing Arm Pada Mesin Can Seamer,” *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 4, no. 1, pp. 31–38, 2023, doi: 10.53695/jm.v4i1.865.
- [17] PT. Duta Solusi Metalindo, “Tentang SPCC & SPHC,” <https://www.dutasolusimetalindo.com/blog/64/tentang-spcc-sphc>.
- [18] PT. Mita Jaya Mandiri, “Perbedaan Plat ST37, SS400, ASTM A36,” <https://ptmitajayamandiri.com/perbedaan-plat-st37-ss400-astm-a36/>.
- [19] kampushendra@gmail.com, “Perbandingan antara Plat SPHC dan Plat ASTM A36: Analisis Mendalam tentang Karakteristik, Penggunaan, dan Keunggulan Masing-masing | CV Baja Makmur,” <https://bajamakmur.co.id/perbandingan-antara-plat-sphc-dan-plat-astm-a36-analisis-mendalam-tentang-karakteristik-penggunaan-dan-keunggulan-masing-masing/>.
- [20] T. Widodo Besar Riyadi, A. Safaat, B. Waluyo Febriantoko, and J. A. Yani Tromol Pos, “Prediksi Springback Pada Proses Deep Drawing Dengan Pelat Jenis Tailored Blank Menggunakan Perangkat Lunak Berbasis Metode Elemen Hingga”.

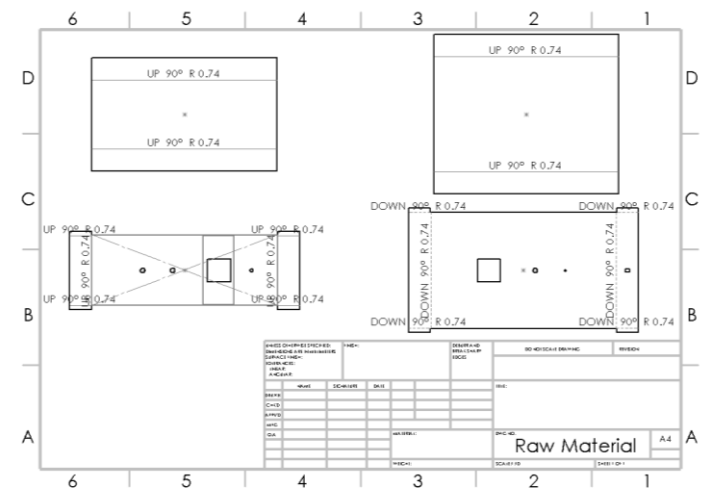
- [21] PT. T. admin, “Analisis Proses Sheet Metal Forming dengan Software Simulasi - PT TENSOR,” <https://pttensor.com/id/industri/manufaktur/analisis-proses-sheet-metal-forming-dengan-software-simulasi/>.
- [22] S. Holmberg, B. Enquist, and P. Thilderkvist, “Evaluation of sheet metal formability by tensile tests,” vol. 145, pp. 72–83, 2004, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2003.07.004.
- [23] A. Syarief, A. F. Hidayat, and A. Nugraha, “Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur Komposit Berpenguat Serbuk Kayu Ulin (Eusideroxylon Zwageri) BERMATRIK POLYESTER,” *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, vol. 8, no. 2, pp. 132–140, Aug. 2022, doi: 10.34128/je.v8i2.168.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dimensi bodi alat *can seamer*



Lampiran 2. Dimensi raw material alat *can seamer* semi-otomatis



Lampiran 3. Spesifikasi dan harga pasar *can seamer* semi-otomatis

Source: <https://tk.tokopedia.com/ZSamEKSfE/>




Spesifikasi :

Voltage : 220 Volt

Frequency : 50 - 60 Hz

Power : 370 Watt

Tinggi Produk : 30 - 350mm dapat menyesuaikan jika ukuran yang lebih besar

Sealing diameter : 40 - 195mm ukuran lainnya perlu cetakan

Kapasitas : 20 - 30 Botol/min

Berat Mesin : 65 Kg

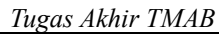
Ukuran Mesin : 60cm x 32cm x 77cm

FULL AUTOMATIC CAN SEALER

Rp 12.610.000 Rp13.000.000 3%

Lampiran 4. Hasil tensile test material bodi



[illegible]49

[illegible]50

BIODATA PENULIS



Dhio Fajar Alif dilahirkan di Blitar, 17 November 2003. Anak dari Bapak Sutrisno dan Ibu Sri Wulandari. Penulis merupakan anak tunggal. Penulis mulai menuntut ilmu di SDN Sokobanah Daya 1 pada tahun (2010-2016), melanjutkan ke SMPN 1 Sokobanah pada tahun (2016-2019), dan melanjutkan ke SMKS Mambaul Ulum Bata-bata pada tahun (2019-2022). Pada tahun 2023 penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Program Studi D3 Teknik Mesin Alat Berat selama 3 tahun (2023-2026). Selama di Politeknik Negeri Madura.