

ANALISIS KEKUATAN FRAME HOLLOW PIPE FOR MOTOR AND PRESSING BERDASARKAN HASIL METODE SIMULATION FEA

Kalistus Prayoga Jagad Adjie Jatmiko^{1*}, Dani Ariadipta², Dinda Maharani³, Muklis Tri Haryadi⁴, Bondan Wiratmoko Budi Santoso⁵

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin,

⁵Program Studi Perancangan Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: kalistus.20203017@student.atmi.ac.id

Abstrak

Reverse Vending Machine dikembangkan dan dievaluasi untuk membantu mengatasi permasalahan terkait pengelolaan sampah botol plastik dan kaleng serta mengedukasi masyarakat agar lebih peduli dengan lingkungan. Pada mesin Reverse Vending Machine ini terdapat frame melintang dengan bahan pipa hollow dimensi 20x20 mm yang telah digabungkan dengan las, kegunaannya untuk menyangga motor dan botol/kaleng saat melalui proses pressing. Frame merupakan komponen penting pada mesin karena fungsinya sebagai penyangga motor stepper dan mekanisme penggerak. Metode analisis menggunakan software simulasi, yaitu menggunakan metode pembebanan dengan mengidentifikasi titik kritis dan besarnya stress ketika diberikan pembebanan statis. Frame pipa hollow berbahan mild steel dimensi 20x20 mm ini terdiri dari beberapa ukuran panjang mulai dari 35, 50, 100, 380, sampai 718 mm yang telah dirancang supaya kuat terhadap beban. Hasil dari analisis ini untuk mengetahui kekuatan dan daerah kritis yang menentukan kualitas cover tersebut aman dan dapat digunakan. Setelah melakukan analisis menggunakan metode simulation FEA, maka dapat disimpulkan bahwa desain material dan tebal part dari cover masuk kriteria aman karena nilai stress tidak melebihi dari nilai yield strength material SPCC yaitu 351.571 N/mm². Nilai masing-masing stress pada frame sebagai berikut : Top Frame = 13.175 N/mm², dan Bottom Frame = 32.041 N/mm².

Kata kunci: Analisis Frame, Tegangan Von Mises, Reverse Vending Machine

1. PENDAHULUAN

Reverse Vending Machine (RVM) adalah teknologi inovatif yang dirancang untuk mendorong dan memfasilitasi pengumpulan dan daur ulang kembali botol plastik dan kemasan sekali pakai. Berbeda dengan mesin penjual otomatis biasa, RVM bekerja dengan prinsip penukaran balik, di mana konsumen dapat memasukkan botol atau kemasan bekas ke dalam mesin untuk mendapatkan insentif atau hadiah tertentu.

Pada mesin RVM terdapat 2 *frame* melintang yang terletak pada bagian yang terdapat di dalam mesin. *Frame* melintang ini merupakan komponen yang utama pada mesin RVM karena bertugas sebagai dudukan motor dan sebagai dudukan botol/kaleng saat di-press. *Frame* melintang ini terbuat dari besi *hollow* dengan dimensi 20x20 mm yang sudah dirancang supaya kuat akan beban yang diterima dari luas penampang tekanan yang terkena beban. *Frame* yang sudah dirancang menyesuaikan dengan kebutuhan luas penampang dari beban ini di sambungkan dengan metode las dengan plat yang nantinya akan bertujuan memperbanyak luas penampang dari sisi kanan dan kiri *frame*. Kemudian plat yang sudah tersambung dengan *frame* akan ditempelkan pada sisi dalam *cover* mesin dengan ukuran yang sudah disesuaikan dengan peletakan masing-masing komponen. Oleh karena itu, *frame* perlu dikaji lebih lanjut mengingat pentingnya fungsi penopang beban bagi komponen yang berada di dalam mesin.

1.1 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kekuatan *frame* terhadap gaya *statis* yang terjadi pada saat bagian-bagian tertentu dari *frame* yang terkena beban.

2. Membuktikan hasil analisis rancangan *frame* tidak melebihi *yield strength*.
3. Membuktikan bahwa konstruksi rancangan *frame* sesuai dengan kebutuhan komponen, dan aman saat direalisasikan.

2. METODOLOGI

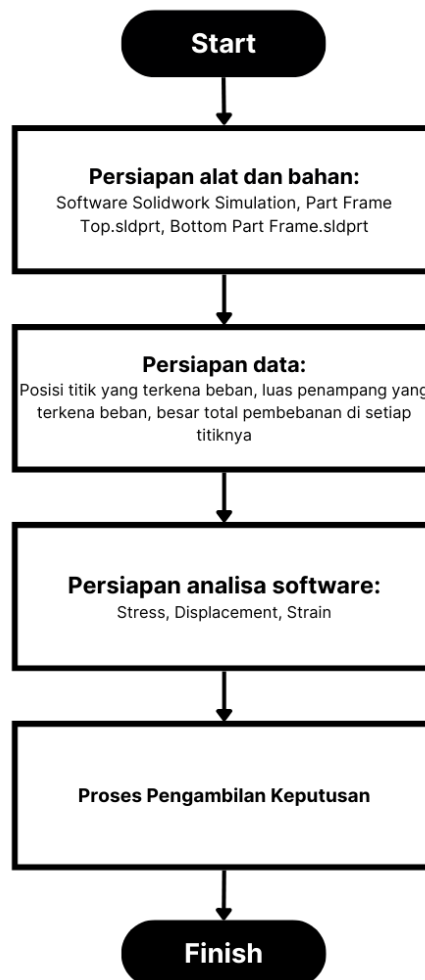
Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis menggunakan *software* simulasi, yaitu berdasarkan hasil analisis *FEA* dengan mengidentifikasi titik kritis dan besarnya *stress* ketika diberikan pembebanan gaya *statis*. Lalu dari hasil analisis *software* tersebut dilakukan proses pengambilan kesimpulan dengan melihat apakah bentuk rancangan yang digunakan aman direalisasikan untuk *frame* pada unit di dalam RVM.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Proses Penelitian

2.2.1. Persiapan Alat dan Bahan

1. *Laptop/PC*

Proses perancangan yang dilakukan membutuhkan *laptop/PC* dengan jenis *processor Inter(R) Core(TM) i5-9300H CPU @2.40GHz (8 CPUs)* dan memori

minimal RAM size 8 GB. Laptop ini digunakan untuk operasi analisis dan pembukaan file seperti yang tertera pada **gambar 1**.

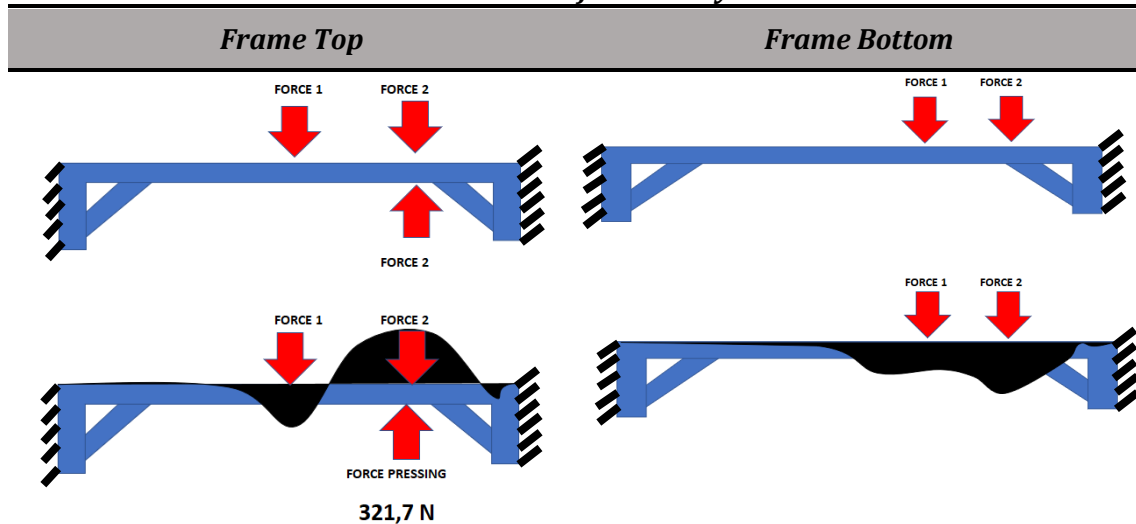
2. *Software*

Proses analisis menggunakan *software metode simulation FEA* versi 2021 yang dalam paket instalasi lengkap atau terdapat *sub-software simulation FEA*.

3. Simulasi grafik detail dari pembebanan tiap part

Proses analisis ini menggunakan *software word/excel* untuk menggambar grafik pembebanan pada titik-titik pembebanan dari komponen maupun gaya yang ditimbulkan dari proses pressing. Detail grafik supaya lebih menjelaskan ditampilkan pada **tabel 1**.

Tabel 1. Simulasi Grafik dari Gaya Pembebanan



Data Force					Data Force				
FORCE 1	FRAME TOP				FORCE 2	FRAME BOTTOM			
	Benda					Benda			
	Frame dudukan presser					Frame dudukan press			
	Beban	gram	kg	N		Beban	gram	kg	N
	Motor	1183	1,18	11,59		Plate 1	582	0,58	5,70
	Reinforcement 1	40	0,04	0,39		Plate 2	2170	2,17	21,27
Gear 1	720	0,72	7,06	Reinforcement for rail plate		1229	1,23	12,04	
Total F				19,04		R/L RAIL	110	0,11	1,08
FRAME TOP				FRAME BOTTOM					
Benda				Benda					
Frame dudukan presser				Frame dudukan press					
Beban	gram	kg	N	Door Rejecting		20	0,02	0,20	
Reinforcement 2	49	0,05	0,48	Bracket motor		35	0,04	0,34	
Reinforcement 3	57	0,06	0,56	Engsel		6	0,01	0,06	
Wheel	645	0,65	6,32	Selecting	39	0,04	0,38		
Housing	520	0,52	5,09	Motor servo	50	0,05	0,49		
Baut	6	0,01	0,06	Baut	3	0,00	0,03		
Crank shaft	1498	1,50	14,68	Load cell	100	0,10	0,98		
Special bolt	206	0,21	2,02	Lengan 1	20	0,02	0,20		
Plate dudukan motor	464	0,46	4,55	Lengan 2	25	0,03	0,25		
Plate dudukan gear	975	0,98	9,56	Lengan 3	50	0,05	0,49		
Gear 1	720	0,72	7,06	Motor servo 2	50	0,05	0,49		
Gear 2	3061	3,06	30,00	Rail Rejecting	20	0,02	0,20		
Gear 3	7042	7,04	69,02	Bracket motor	39	0,04	0,38		
Shaft 2	344	0,34	3,37	FORCE 2	Force Pressing	39	0,04	372,00	
Shaft 3	399	0,40	3,91	Total F				376,48	
Total F				156,66					

2.2.2. Persiapan Data

Persiapan data dilakukan dengan wawancara dan/atau konsultasi dengan *customer* dan pembimbing tugas akhir serta diskusi dengan anggota kelompok tugas akhir, sehingga didapatkan berbagai data yang dapat digunakan dalam penyusunan *input* pada *software*. Selain melalui wawancara dan/atau konsultasi serta diskusi, data penelitian didapatkan dari jurnal penelitian sebelumnya dan data pendukung lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan *Frame* yang sudah dibentuk dan disesuaikan dengan unit didalam mesin kemudian dianalisis bebannya untuk mengetahui apakah *frame* tersebut dapat kuat menanggung mesin saat sedang mesin sedang berproses. Proses yang sedang berlangsung menimbulkan *frame* mengalami aksi dari gaya dari tekanan dan tarikan. Pada penelitian ini fokus utamanya adalah melakukan Analisis kekuatan yang diijinkan pada *frame reverse vending machine* dengan menggunakan *software metode simulation FEA*, dengan menggunakan material *mild steel hollow pipe*. *Frame* pada mesin ini terdiri dari beberapa dimensi part hollow yang disambungkan dengan metode las sehingga dapat menambah kekuatan dari *top frame* dan *bottom frame*. Hasil dari analisis ini untuk mengetahui kekuatan dan daerah kritis yang menentukan kualitas *frame* tersebut aman dan dapat diterapkan pada dudukan motor dan penampang *pressing*.

3.1. Spesifikasi Part *Frame*

Tabel 2. *Properties* dari *Frame*

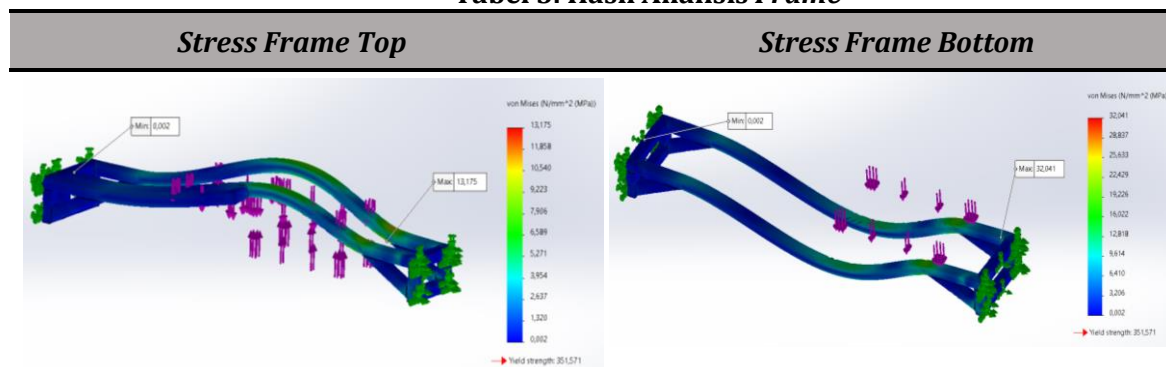
Nama Part	Material	Mass (gram)	Volume (mm ³)
<i>Frame Top</i>	<i>Mild Steel</i>	2896.26	366614.58
<i>Frame Bottom</i>	<i>Mild Steel</i>	2459.97	311388.98

Dari **tabel 2** diketahui material, massa, dan volume dari masing-masing *part* yang akan dianalisis menggunakan *software metode simulation FEA*.

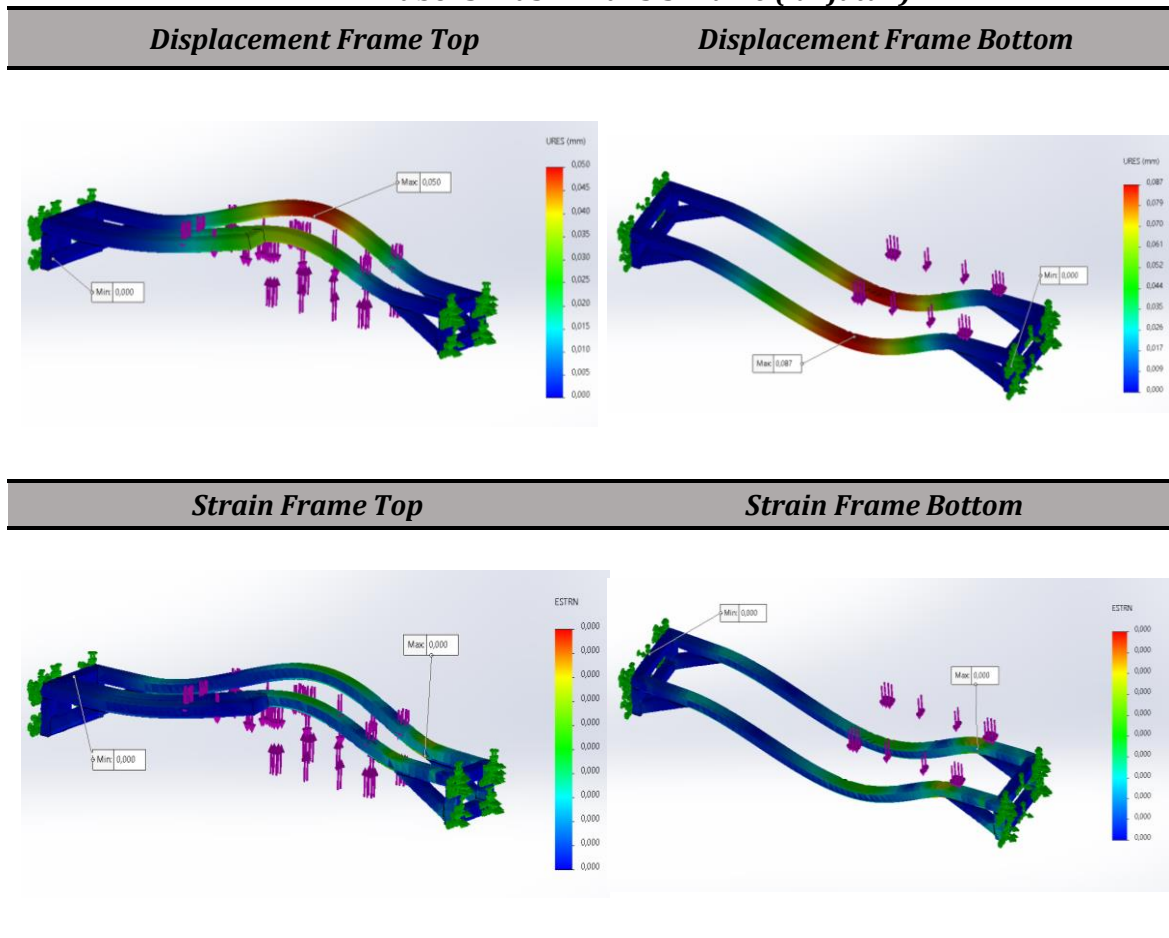
3.2. Hasil Analisis *Software*

Desain *frame* pada mesin akan mengalami masa kelelahan (*fatigue*) akibat pergerakan dan pembebanan yang ditimbulkan dari proses *pressing* dan komponen yang menduduki *frame*. Dalam mengatasi kegagalan desain, diperlukan kajian dalam pembebanan maksimal yang diberikan pada mesin. Pada *frame* telah dilakukan analisis dengan pembebanan *statis* yang telah ditentukan titik pembebanan yang disesuaikan dengan posisi *part*, tebal *part* dan material *part*. Bagian *fix* adalah bagian yang dalam perakitanya terdapat sambungan las pada bagian kiri dan kanan yang sambungkan dengan *cover* mesin. Pada **tabel 2** akan dipaparkan hasil dari analisis yang sudah dilakukan.

Tabel 3. Hasil Analisis *Frame*



Tabel 3. Hasil Analisis *Frame* (lanjutan)



3.3. *Stress, Yield Strength, Displacement, dan Strain*

Tabel 4. Perbandingan Hasil Analisis *Stress* dengan *Yield Strength*

Nama Part	Stress (N/mm ²)	Yield Strength (N/mm ²)	Displacement (mm)	Strain
Frame Top	13,175	351,571	0,050	0
Frame Bottom	32,040	351,571	0,087	0

Dari **tabel 4** disimpulkan bahwa dari ke-2 Part *Frame* yang telah di uji menggunakan *software metode simulation FEA* dan mendapatkan hasil dari *stress frame top* 13,175 dan *frame bottom* 32,040 N/mm² dibandingkan dengan *yield strength* materialnya yaitu 351,571 dapat disimpulkan bahwa konstruksi rancangan aman digunakan karena masih jauh dari batas titik lelehnya.

KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis menggunakan bantuan *software metode simulation FEA* maka dapat disimpulkan bahwa konstruksi rancangan *frame top* dan *frame bottom* memiliki hasil analisis sebagai berikut : *Stress frame top* = 13,175 N/mm² dan *Stress frame bottom* = 32,040 N/mm². Dari hasil simulasi tersebut, nilai yang didapatkan tidak melebihi nilai *yield strength* atau batas patah dari material *mild steel*. Serta dapat disimpulkan juga bahwa *frame yang sudah dirancang telah diuji kelayakan dari software metode simulation FEA* hasilnya adalah aman untuk konstruksi dan dapat digunakan untuk menjadi dudukan part komponen utama yang berada didalam mesin. Setelah proses analisis kekuatan desain, selanjutnya perlu dilakukan analisis secara fisik pada *frame*.



DAFTAR PUSTAKA

- Edward M. Vavrek, Robert L. Mott, Jyhwen Wang. Mei 2004. *Machine Elements in Mechanical Design*. Sixth Edition. New York: Hudson Street. Diakses dari <https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/DESIGN%20SISTEM%20DAYA%20GERAK/Machine%20Elements%20in%20Mechanical%20Design.pdf>. Diakses tanggal 27 Juli 2023.
- Ekhsan Hadi, Nathan Ardian dan Ranggasana Cakrawala. September 2022. "*HASIL PENGUJIAN TEKANAN PADA BOTOL GUNA MENGANALISIS WAKTU YANG DIBUTUHKAN MENGGUNAKAN SINGLE ACTING SILINDER.*". Laporan tugas akhir, Surakarta : Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI. Diakses dari <https://publikasi.atmi.ac.id/index.php/imdecatmi/article/view/193>.
- Ekhsan Hadi, Nathan Ardian dan Ranggasana Cakrawala. September 2022. "*PENGARUH KEMIRINGAN TERHADAP KECEPATAN INPUT KALENG PADA AUTOMATIC REVERSE VENDING MACHINE*". Laporan tugas akhir, Surakarta : Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI. Diakses dari <https://publikasi.atmi.ac.id/index.php/imdecatmi/article/view/190>.
- Ekhsan Hadi, Nathan Ardian dan Ranggasana Cakrawala. September 2022. "*PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP INPUT BOTOL PADA RANCANGAN AUTOMATIC REVERSE VENDING MACHINE*". Laporan tugas akhir, Surakarta : Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI. Diakses dari <https://publikasi.atmi.ac.id/index.php/imdecatmi/article/view/191>.
- Ekhsan Hadi, Nathan Ardian dan Ranggasana Cakrawala. September 2022. "*PERANCANGAN AUTOMATIC REVERSE VENDING MACHINE*". Buku laporan tugas akhir No: 308200/TPM/2022, Surakarta : Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI.
- Handoko (2018). *REVERSE VENDING MACHINE PENUKARAN LIMBAH BOTOL KEMASAN PLASTIK DENGAN TIKET SEBAGAI ALAT TUKAR MATA UANG*. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3408>. Diakses tanggal 27 Juli 2023.
- MonsterMac (2021) *Pengertian Vending Machine, Jenis dan Cara Kerjanya*. <https://id.linkedin.com/pulse/pengertian-vending-machine-jenis-dan-cara-kerjanya-monstermac-id>. Diakses tanggal 27 Juli 2023.
- Prasetyo, E., Hermawan, R., Ridho, M. N. I., Hajar, I. I., Hariri, H., & Pane, E. A. (2020). *Analisis Kekuatan Rangka Pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan software metode simulation FEA*. *Rekayasa*, 13(3), 299-306. Diakses tanggal 27 Juli 2023.
- Prasetyo, G., Riyanto, F. S. A., & Kurnia, Y. A. C. (2021). *Hasil Analisis Cae Kekuatan Frame Untuk Menahan Unit Powdering Pada Perancangan Mesin Ekstrusi Pengolah Plastik Bio-Organik Berbahan Dasar Singkong Dan Gliserol*. *IMDeC*, 358-358. Diakses tanggal 27 Juli 2023.