

ANALISIS KEKUATAN RANGKA MESIN PENGUPAS KULIT KOPI MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORKS DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

MUHAMMAD FAHMI¹, ARMILA², RUDI KURNIAWAN ARIEF³

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat^{1,2,3}

email: muhammadfahmilancas1@gmail.com¹, kimmylala74@gmail.com², rudi.arief@gmail.com³

Abstract – The design of the wet coffee peeler machine carried out by Fahrul Rozi Seregar requires specific calculations of the lifting strength both against stress, strain and safety of factors. This analysis determines the performance capability of the machine on the ASTM A36 material used in the frame, which is safe for long-term use. Therefore, calculations were carried out on the framework using the finite element method assisted by the 2014 Solidworks software. In order to facilitate this test, model validation was carried out which aims to get the percentage of manual and theoretical calculations. Then the results obtained, the determination of the x,y and z axis points obtained a difference in calculation of 0%, 015,% and 0% and the determination of the safety factor for the U 450mm profile with a load of 80N obtained a difference of 0.018% then the results of the safety of the factor U profile 420mm with a load 58.666N and 21.333N, the difference in calculation is 0.030%, 0.011%, after that bending testing is carried out and BMD (Bending Moment Diagram) is obtained which is the engineering section that handles problems with the ASTM A36 material structure on the frame, the calculation difference is 4.68%. So from The difference between manual and theoretical calculations is the largest 4.68% in bending testing and at least 0% is obtained in determining the midpoint of the U profile with respect to the x and y axes.

Keywords: frame, Stress, safety of factors, ASTM A36, finite element method.

Abstrak – Perancangan mesin pengupas kulit kopi basah yang dilakukan oleh fahrul rozi seregar memerlukan perhitungan secara spesifik dari kekuatan **rangka** baik terhadap **stress**, **strain** dan **safety of faktor**. Analisa ini mengetahui kemampuan prestasi mesin terhadap material **ASTM A36** yang digunakan pada rangka aman digunakan dalam pemakaian jangka lama. Maka dari itu dilakukanlah perhitungan terhadap rangka menggunakan **metode elemen hingga** dibantu oleh **software solidworks** 2014 agar mempermudah pengujian ini dilakukan validasi model yang bertujuan mendapat persentase terhadap perhitungan manual dan teoritis. Maka didapatkan hasil, penentuan titik sumbu x,y dan z didapatkan selisih perhitungan 0%, 015,% dan 0% dan penentuan **safety of faktor** terhadap profil U 450mm dengan beban 80N didapat selisih 0.018% selanjutnya hasil **safety of faktor** profil U 420mm dengan beban 58.666N dan 21.333N didapat selisih perhitungan 0.030%, 0.011%, setelah itu dilakukan pengujian bending dan didapatkan **BMD (Bending Moment Diagram)** yang merupakan bagian **engineering** yang menangani masalah terhadap struktur material **ASTM A36** pada rangka, didapat selisih perhitungan 4.68%.Maka dari itu selisih perhitungan manual dan teoritis terbesar 4.68% dalam pengujian bending dan minimal 0% didapat dalam penentuan titik tengah profil U terhadap sumbu x dan y.

Kata kunci: rangka, Stress, safety of faktor, ASTM A36, metode elemen hingga.

A. Pendahuluan

Teknologi pada saat sekarang ini sangat mengalami pertumbuhan yang sangat pesat, sehingga menimbulkan persaingan semakin ketat baik diperusahaan besar maupun kecil. Dan menimbulkan kesenjangan dalam factor wirausaha, dikarenakan adanya persaingan yang terjadi oleh perusahaan besar yang mana memiliki kualitas produk yang bagus dan daya produksi yang besar dalam memenuhi kebutuhan hidupnya[1].

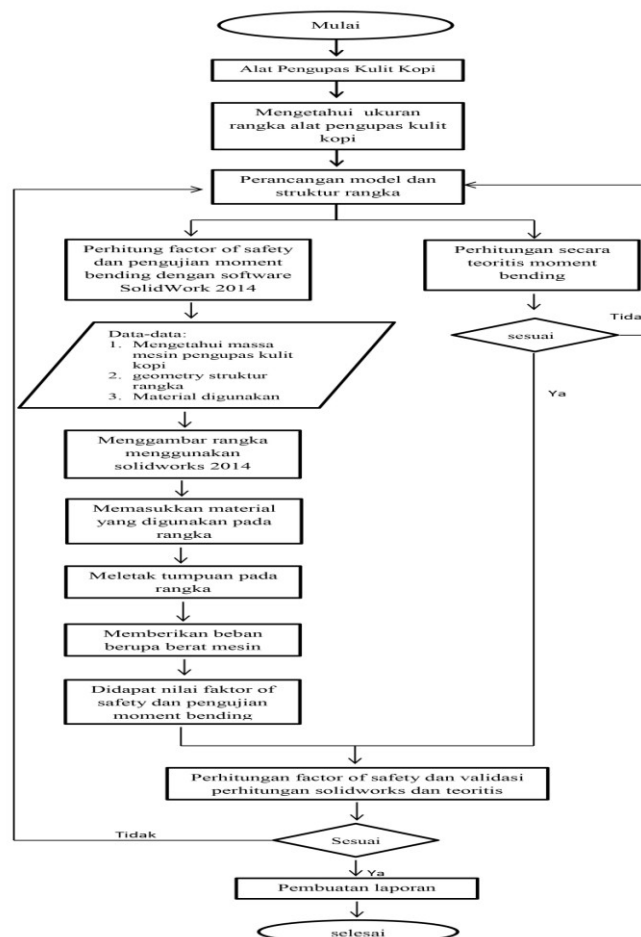
Namun pengolahan biji kopi di Indonesia saat sekarang ini sangat membutuhkan perhatian khusus apalagi di daerah-daerah terpencil, dengan teknologi tradisional yang sifatnya manual dalam pengolahannya dan masih ada terkendal dalam pengolahan kopi, kendala yang dihadapi pada pengupasan kopi adalah waktu dan energi yang dibutuhkan terlalu besar, di karenakan sumber penggerak berupa tenaga manusia, selain itu hasil dari kualitas pengupasan kulit kopi kurang baik karena masih banyak kopi yang pecah setelah proses pengupasan, dan mempengaruhi cita rasa.

Maka dari itu, mendorong ahli-ahli teknologi berlomba–berlomba untuk untuk menghasilkan suatu produk yang dapat menyetarakan teknologi produk perusahaan besar dan kecil mengalami

kesejajaran dalam hal hasil produksi yang berkualitas[2]. Akan tetapi kontruksi yang dirancang dan dibuat pada alat pengupas kulit kopi ini merupakan produk hasil inovasi dari produk yang sudah pernah ada dan mengalami perubahan-perubahan baik bentuk, ukuran, maupun perubahan dalam fungsinya sebagai hasil inovasi perancang. Hasil rancangan ini diharapkan menjadi produk baru dengan mekanisme yang baru, modifikasi dan inovasi yang dilaksanakan bertujuan untuk memperoleh hasil yang maksimal dengan tidak mengurangi fungsi dan tujuan pembuatan mesin ini.

Permasalahan terbesar terjadi pada rangka yang merupakan bagian terpenting dalam proses perancangan dikarenakan beban pada mesin akan di tahan oleh rangka baik itu getaran maupun beban moment yang terjadi, sehingga penggunaan material sangat mempengaruhi nilai keamanan rangka. Oleh karena itu berdasarkan uraian diatas maka kita harus mengetahui bahwa rangka yang digunakan aman atau tidak maka tugas akhir mengenai “ Analisis kekuatan Rangka Mesin Pengupas Kulit Kopi Menggunakan Software SolidWorks dengan Metode Element Hingga ” sehingga dalam tugas akhir ini saya berfokus pada rangka yang aman untuk digunakan.

B. Metedologi Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Mesin pengupas biji kopi adalah suatu alat yang digunakan untuk membantu manusia di dalam melakukan pekerjaannya. Mesin pengupas kulit kopi ini berkerja ketika mesin atau motor sebagai penggerak di hidupkan, putaran yang dihasilkan oleh motor akan memutar puli yang di hubungkan oleh *V-belt* untuk menggerakkan puli yang terhubung dengan pengupas kulit kopi, maka pengupas akan berputar sehingga biji kopi dapat di masukkan kedalam *hopper*, setelah didalam *hopper*, maka kopi akan menuju kepengupasan dan keluar melalui saluran keluar

Dalam melakukan pengujian menggunakan peralatan sebagai berikut

1. Perangkat komputer / laptop
2. Software solidworks

3. Alat ukur (timbangan)

Metode yang digunakan pada analisa rangka adalah metode elemen hingga dimana (*Finite Element Method*) merupakan metode menyelesaikan persamaan secara numerik dan analisa struktur, metode element hingga seperti saat sekarang ini diperkenalkan oleh Courant (1943)[16]. Dimana metode ini dilakukan dengan 2 tahap yaitu

1. Pengujian dengan software solidworks.

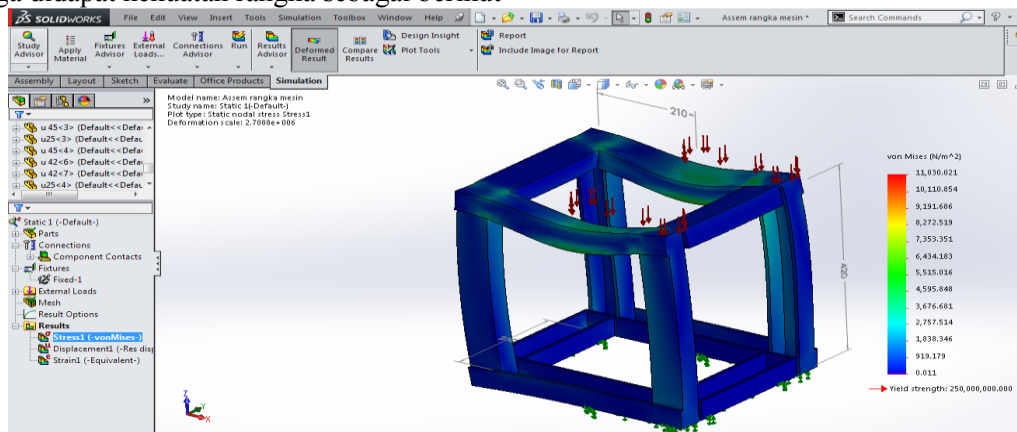
Solidworks simulation adalah salah satu *toolbar solidworks* yang berfungsi meragakan benda kerja yang telah dirancang (digambar) dalam *Solidworks* yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik benda kerja seperti kekuatan benda kerja, tegangan benda kerja, ketangguhan benda kerja, kekuatan luluh benda kerja, kekerasan benda kerja, dan faktor keamanan (*safety factor*) benda kerja.

2. Pengujian dengan teoritis.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan rumus dan dilakukan pencarian manual dan didapat nilai *safety of factor*.

C. Pembahasan dan Analisa

Simulasi dilakukan dengan perangkat lunak solidworks 2014 dimana diperoleh tegangan (von mises), regangan(streain), dan faktor keamanan(factor of safety) dengan beban mesin 16kg yang mana dilakukan penimbangan terlebih dahulu, supaya digunakan data output untuk software solidworks. sehingga didapat kekuatan rangka sebagai berikut

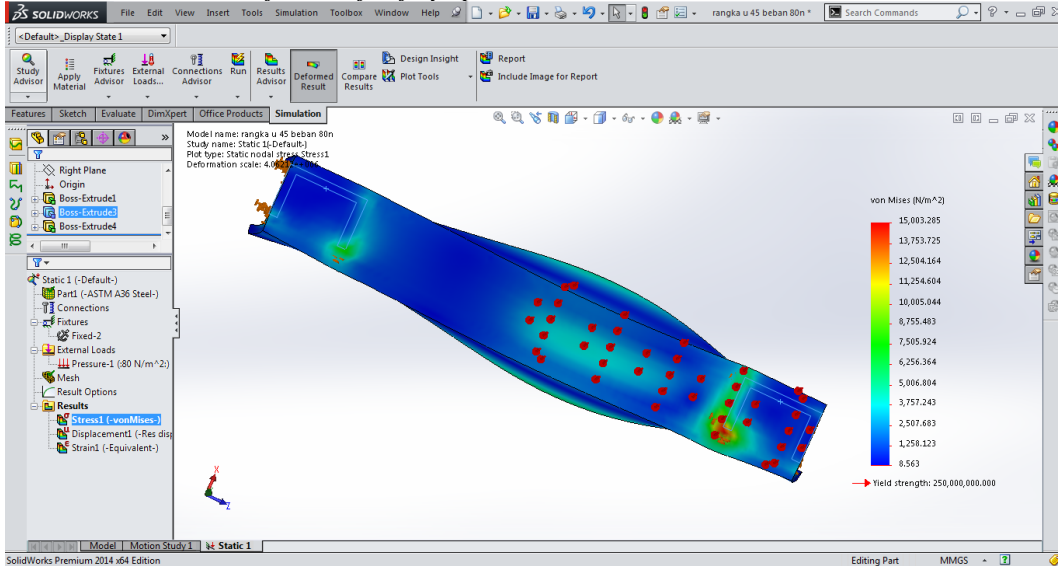


Gambar 2. Hasil struktur rangka menggunakan *software solidwork*.

Pada gambar diatas perlakuan beban pada rangka sebesar 16Kg sehingga diketahui bahwa hasil stress maksimum 11.030,02N/m² dan minimum 0,001 N/m².

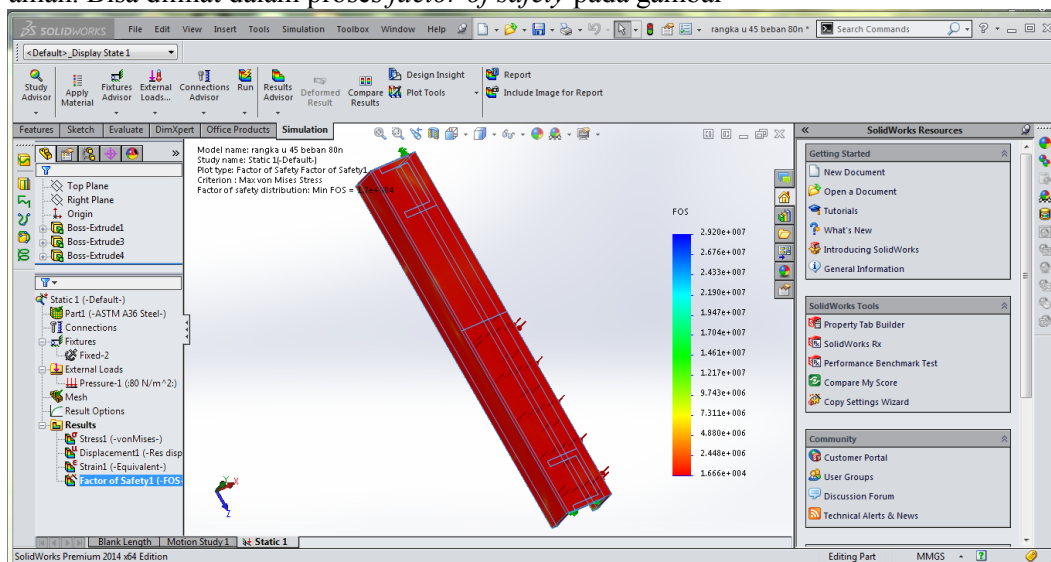
Dan supaya mendapat hasil lebih akurat maka dilakukan pengujian per *part* sehingga bagian - bagian rangka dibagi menjadi dua komponen dikarenakan merupakan *part* yang terkena beban terbesar oleh mesin pengupas kulit kopi. Dua komponen tersebut ialah profil U 420mm dan profil U 450mm, pengujian pun dilakukan di satu sisi pembebanan maka berat mesin pengupas kulit kopi dibagi menjadi dua bagian maka bernilai 80N sehingga dapat dilakukan proses pendataan. Data tersebut ialah:

1. Data *stress* dan *factor of safety* profil U 450mm



Gambar 3. Hasil *stress* terhadap profil U 450 mm

Pada gambar didapatkan hasil dari profil U 450 terhadap pembebanan 80N didapat hasil maksimum sebesar $15,003.285 \text{ N/m}^2$ dan minimum $8,563 \text{ N/m}^2$ sehingga dapat dikatakan aman. Bisa dilihat dalam proses *factor of safety* pada gambar



Gambar 4. Hasil *factor of safety* 80 N pada profil 450mm

Dapat diketahui *factor of safety* terbesar yaitu $1.666\text{e-}004$ dan terkecil $2.920\text{e-}007$ Bisa juga untuk mengetahui pembebanan 80N yang diberikan dapat diketahui juga dengan menggunakan rumus:

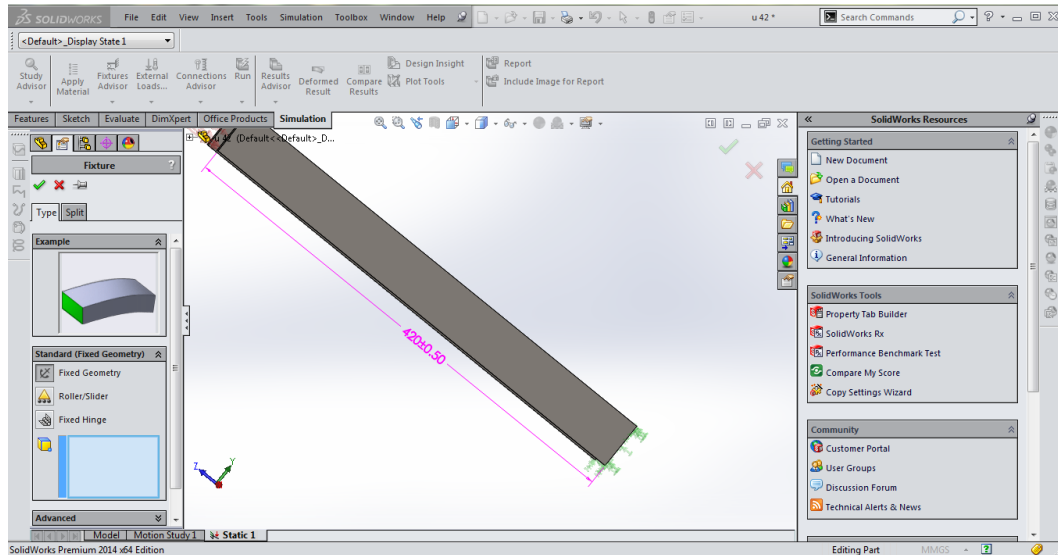
$$Sf = \frac{25 \times 10^7 \text{ N/m}^2}{15,003.285 \text{ N/m}^2}$$

$$Sf = 16,666.63 \text{ N/m}^2$$

Berdasarkan nilai dari *factor of safety* pembebanan rangka pada profil U 450mm dengan perhitungan simulasi $1.666\text{e-}004$ dan teoritis sebesar $16,666.63 \text{ N/m}^2$ tidak melebihi nilai *yield strenght* sehingga rangka aman dan bisa digunakan untuk pembuatan rangka.

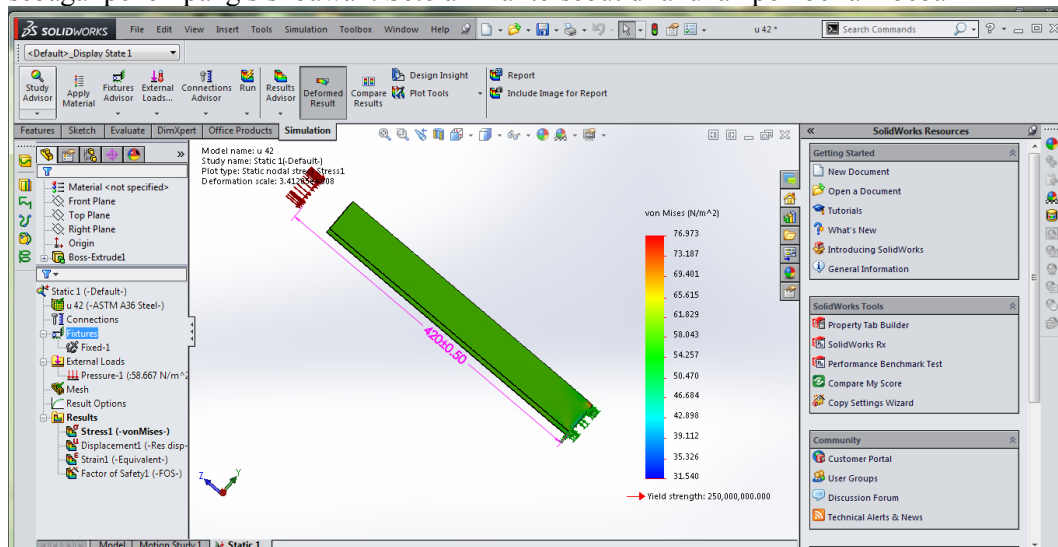
2. Data *stress* dan *factor of safety* profil U 420mm

Dan hal yang sama dilakukan dengan sisi tegak yaitu terhadap profil U420mm dimana pemberian *fixed geometry* dapat dilihat pada gambar



Gambar 5. Proses fixed geometry terhadap profil U 420mm

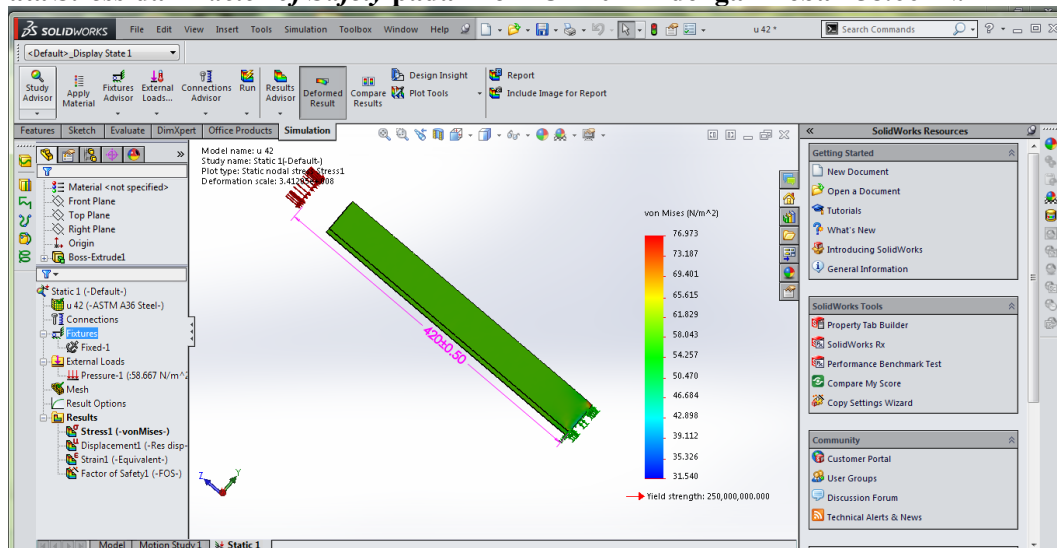
Pemberian *fixed geometry* dapat dilihat diatas dikarenakan sisi bawah profil U 420mm sebagai penompang sisi bawah. Setelah hal tersebut dilakukan pemberian beban



Gambar 6. Pemberian beban terhadap profi U 420 mm.

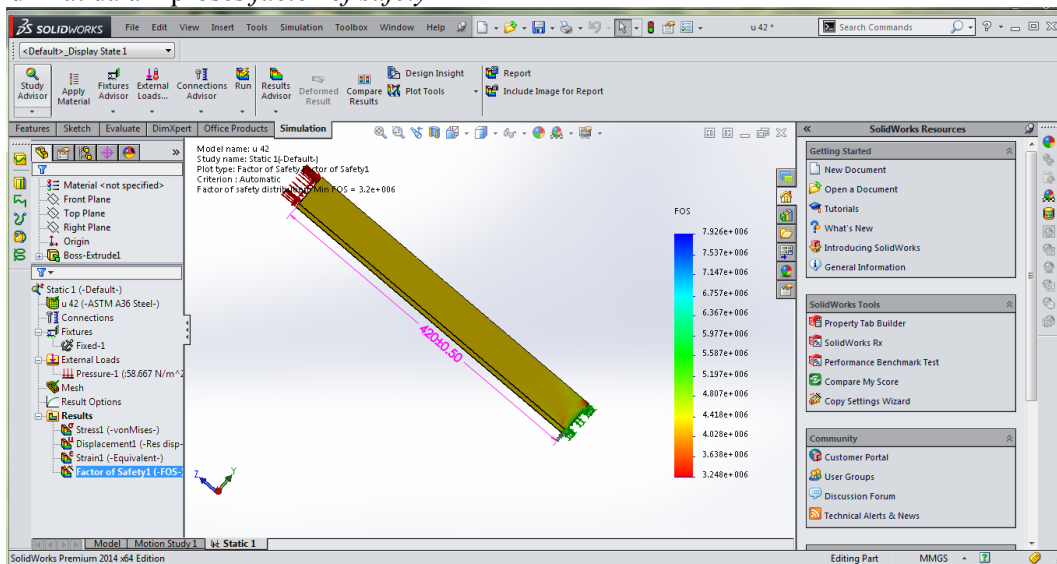
Pada proses pembebanan di bagi menjadi 2 pembebanan pada profil U 420 N, sebesar 58.667N dan 21.333N dikarenakan dibagi terhadap jarak sisi rangka terhadap berat beban merata mesin.

Data Stress dan Factor of Safety pada Profil U 420mm dengan Beban 58.667N.



Gambar 7. Hasil stress terhadap profil U 420mm dengan beban 58.667N

Pemberian beban terhadap profil U 420mm yang dilakukan disisi atas sebab gaya yang terjadi, setelah pemberian beban sebesar 58.667N diketahui hasil *stress* maksimum 76.973N/m² dan minimum 31.540N/m² agar supaya dapat dikatakan aman dalam proses penggunaan, bisa dilihat dalam proses *factor of safety*



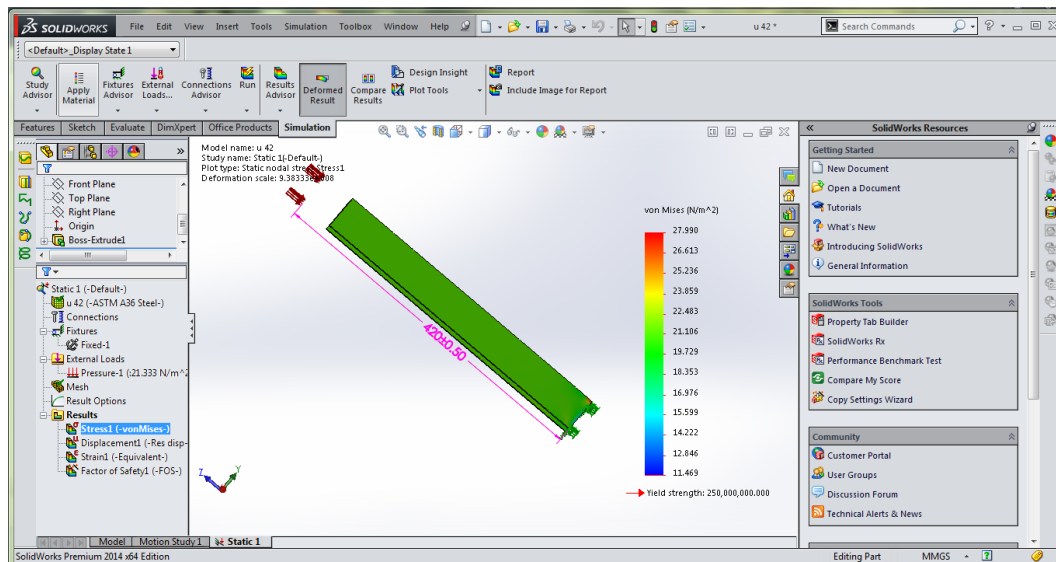
Gambar 8. Hasil *factor of safety* terhadap profil U 420mm dengan beban 58.667N

Dapat diketahui *factor of safety* terbesar yaitu 3.248e-006 dan terkecil 7.926e-006, bisa juga untuk mengetahui pembeban 58.667N yang diberikan dapat diketahui juga dengan menggunakan rumus:

$$Sf = \frac{25 \times 10^7 \text{ N/m}^2}{76.973 \text{ N/m}^2}$$
$$Sf = 3,247,892.11 \text{ N/m}^2$$

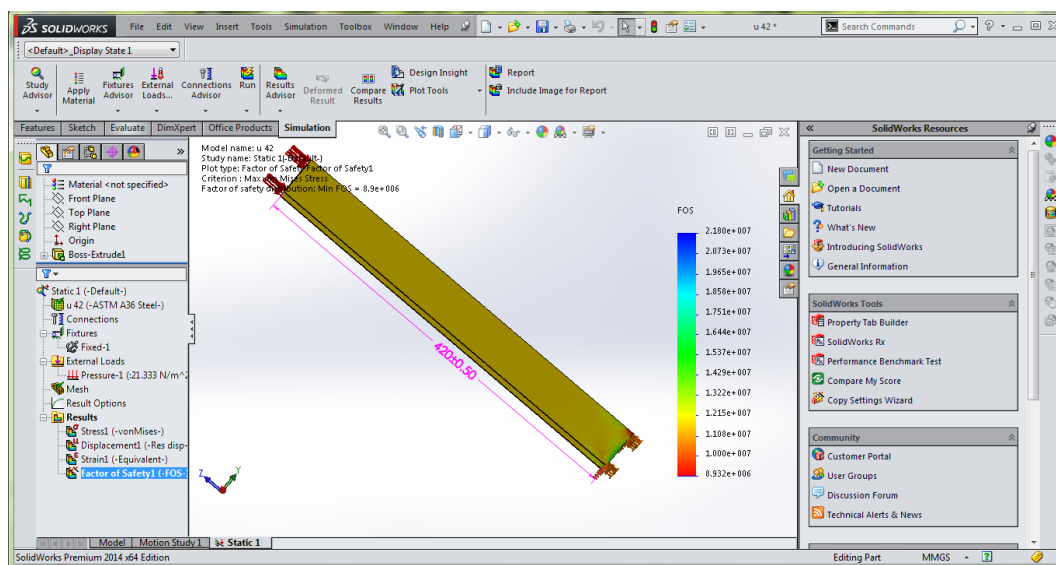
Berdasarkan nilai dari *factor of safety* pembeban rangka pada profil U 420mm dengan perhitungan simulasi 3.248e-006 dan teoritis 3,247,892.11N/m² tidak melebihi nilai *yield strenght* sehingga rangka aman dan bisa digunakan untuk pembuatan rangka. **Data Stress dan Factor of Safety pada Profil U 420mm dengan Beban 21.333N.**

Dan hal yang sama dilakukan terhadap sisi profil U420mm dimana dengan beban yang diberikan 21.333N dapat dilihat pada gambar



Gambar 9. Hasil stress terhadap profil U 420 mm dengan beban 21.333N

Pemberian beban terhadap profil U 420mm yang dilakukan disisi atas sebab gaya yang terjadi, setelah pemberian beban sebesar 21.333N diketahui hasil *stress* maksimum 27.990N/m² dan minimum 11.469N/m² agar supaya dapat dikatakan aman dalam proses penggunaan, bisa dilihat dalam proses *factor of safety*.



Gambar 10. Hasil *factor of safety* terhadap profil U 420mm dengan beban 21.333N

Dapat diketahui *factor of safety* terbesar yaitu 8.923e-006 dan terkecil 2.180e-007, bisa juga untuk mengetahui pembeban 21.333N yang diberikan dapat diketahui juga dengan menggunakan rumus:

$$sf = \frac{25 \times 10^7 \text{ N/m}^2}{27.990 \text{ N/m}^2}$$

$$sf = 8,931,761.34 \text{ N/m}^2$$

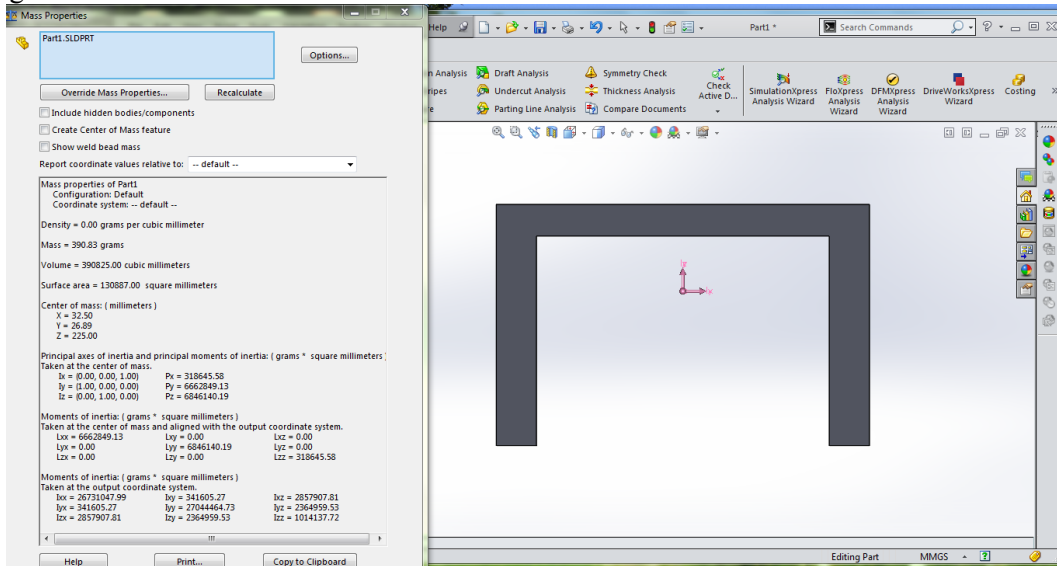
Berdasarkan nilai dari *factor of safety* pembeban rangka pada profi U 420mm dengan perhitungan simulasi 8.923e-006 dan teoritis 8,931,761.34N/m² tidak melebihi nilai *yield strenght* sehingga rangka aman dan bisa digunakan untuk pembuatan rangka.

Pengujian Material dengan BMD Secara Softwaresolidworks dan Teoritis.

Pada analisa struktur hasil dari BMD (*Bending Moment Diagram*) merupakan bagian pada *engineering* salah satu masalah struktur seperti defleksi pada *beam* bisa ditentukan dengan beberapa metode, seperti metode analitik dan nomerik, dengan membandingkan dengan menggunakan *solidwork* dan perhitungan numerik dimana merupakan bagian penelitian yang berkembang pesat pada tahun- tahun terkahir ini [19], benda yang akan di uji yaitu profil U 450mm dimana merupakan bagian terbesar tegangan yang terjadi. Dimana proses sebagai berikut:

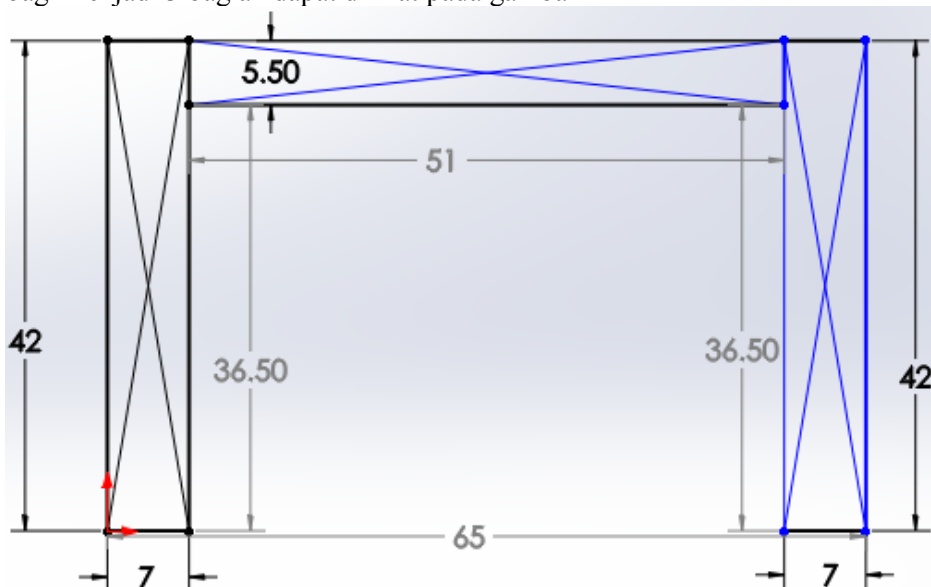
Menentukan titik tengah bagian profil U.

Dalam menentukan titik tengah diperlukan dalam melakukan BMD dapat dilihat pada gambar.



Gambar 11. Titik tengah pada software solidwork.

Nilai titik tengah profil U 450 mm pada *solidwork* didapat nilai sumbu x, y, z adalah 32.50mm, 26.89mm, 225mm. Dalam pencarian secara teori mencari garis tengah didapat engan membagi menjadi 3 bagian dapat dilihat pada gambar



Gambar 12. Proses pencari nilai tengah terhadap profil U.

Dimana didapat nilai:

$$\begin{aligned} A1 &= b1 (7\text{mm}) \cdot h1 (42\text{mm}) = 294 \text{ mm} \\ A2 &= b2 (51\text{mm}) \cdot h2 (5.5\text{mm}) = 280.5\text{mm} \\ A3 &= b3 (7\text{mm}) \cdot h3 (42\text{mm}) = 294 \text{ mm} \\ y1 &= 21\text{mm} \end{aligned}$$

$$y_2 = 2.75\text{mm}$$

$$y_3 = 21\text{mm}$$

$$AC = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$AC = \frac{294\text{ mm} \cdot 21\text{mm} + 280.5\text{mm} \cdot 2.75\text{mm} + 294\text{mm} \cdot 21\text{mm}}{294\text{mm} + 280.5\text{mm} + 294\text{mm}}$$

$$AC = \frac{6174\text{mm} + 771.375\text{mm} + 6174\text{mm}}{868.5\text{mm}}$$

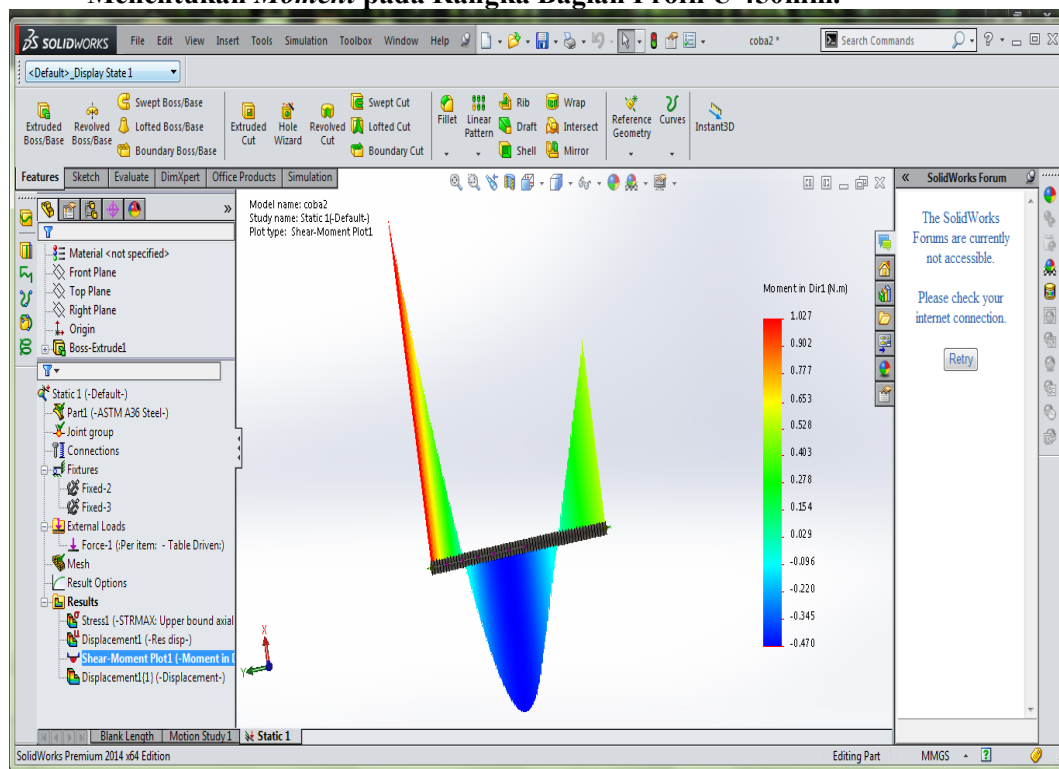
$$AC = \frac{13,119.375\text{mm}}{868.5\text{mm}}$$

$$AC = 15.1058\text{ mm}$$

$$\text{Maka nilai CB} = 42\text{mm} - 15.1058\text{ mm} = 26.8942\text{mm}$$

Nilai dari sumbu y sama dengan 26.8942 mm dan sumbu x = 65mm : 2mm = 32.5mm dan sumbu z = 450mm : 2mm = 225mm

Menentukan *Moment* pada Rangka Bagian Profil U 450mm.



Gambar 13. Hasil BMD pada software solidwork.

Pada gambar diatas didapat hasil maksimum BMD sebesar 1.027 N/m dan minimum - 0.470N/m pada solidwork dan perhitungan secara teoritis dengan menggunakan rumus.

$$\Sigma v = 0$$

$$\Sigma m = 0$$

$$\Sigma h = 0$$

$$\text{Dicari } \Sigma v = 0$$

$$V_a + V_c - 80N = 0$$

Dikarenakan nilai V_a dan V_c tidak diketahui maka dicari dengan menggunakan dengan

$$\Sigma m_a = 0$$

$$-80N \cdot \frac{24}{2}\text{mm} + V_c \cdot 45\text{mm} = 0$$

$$960N/\text{mm} + V_c \cdot 45\text{mm} = 0$$

$$V_c \cdot 45\text{mm} = 960N/\text{mm}$$

$$V_c = \frac{960 \text{ N/mm}}{45 \text{ mm}}$$

$$V_c = 21.333 \text{ N/mm}$$

$$\Sigma mc = 0$$

$$80 \text{ N} \cdot \left(\frac{24}{2} \text{ mm} + 21 \text{ mm} \right) - V_c \cdot 45 \text{ mm} = 0$$

$$80 \text{ N/mm} \cdot 33 \text{ mm} - 45 \text{ mm } V_a = 0$$

$$2,6440 \text{ N/mm} = 45 V_a$$

$$\frac{2,640}{45} \text{ N/mm} = V_a$$

$$58,6667 \text{ N/mm} = V_a$$

Didapat nilai V_c maka bisa dicari rumus

$$V_c + V_a - 80 \text{ N/mm} = 0$$

$$21.333 \text{ N/mm} + V_a - 80 \text{ N/mm} = 0$$

$$V_a = 58,6667 \text{ N/mm}$$

Moment bending

$$\text{BMD} = 58.6667 \text{ N/mm} \cdot 24 \text{ mm} - 80 \text{ N} \cdot 12 \text{ mm}$$

$$= 1,408 \text{ N/mm} - 960 \text{ N/mm}$$

$$= 448 \text{ N/mm}$$

Didapat bahwa hasil dari perhitungan BMD dengan software solidwork didapat hasil 470N/mm dan perhitungan teoritis 448N/mm. Dan setelah melakukan beberapa percobaan baik menggunakan software solidworks dan teoritis di rekam dengan menggunakan validasi model.

Validasi Model

Validasi model dilakukan dengan maksud untuk menentukan apakah sudah sesuai dengan *Software Solidwork* dan perhitungan manual, validasi model digunakan dengan cara membandingkan hasil simulasi pada *Solidwork* dan perhitungan manual, sehingga didapat kesimpulan dari simulasi dan perhitungan manual dapat dinyatakan sesuai atau tidaknya, sehingga dapat menunjukkan hasil yang sebenarnya [20]

Maka dari pengujian tersebut didapat validasi hitungan teoritis dan simulasi *solidwork* dapat dilihat pada tabel

Tabel 1. Validasi perhitungan teoritis dan perhitungan solidwork.

no	Bagian kerangka	Hasil hitungan teoritis	Hasil simulasi solidwork 2014	Selisih perhitungan
1	Menentukan <i>factor of safety</i> pada profil U450mm dengan beban 80N	16,663.63N/m ² atau 1.6663e+004 N/m ²	1.666e+004 N/m ²	0.0003N/m ² atau 0.018%
2	Menentukan <i>factor of safety</i> pada profil U420mm dengan beban 58,666N	3,247,892.11 N/m ² atau 3.247e+006 N/m ²	3.248e+006 N/m ²	0.001 N/m ² atau 0.030%
3	Menentukan <i>factor of safety</i> pada profil U420mm dengan beban 21,333N	8,931,761.34 N/m ² atau 8.931e+006 N/m ²	8.932e+006 N/m ²	0.001 N/m ² atau 0.011%
4	Penentuan titik tengah terhadap sumbu x	32.5 mm	32.5mm	0%
5	Penentuan titik tengah terhadap sumbu z	225mm	225mm	0%
6	Penentuan titik tengah terhadap sumbu y	26.8942mm	26.89mm	0,0042 atau 0.015%
7	BMD profil U 450mm	448 N/mm	0.470N/m atau 22 N/mm	

		470N/mm	atau 4.68%
--	--	---------	------------

D. Penutup

Setelah melakukan perhitungan secara analisa dengan menggunakan *software Solidwork* dan dihitung menggunakan hitungan numerik didapat hasil yang sudah diperoleh yaitu sebagai berikut.

- 1 Dalam melakukan percobaan simulasi dan perhitungan teoritis pada rangka dilakukan pada profil U450 mm dan profil U420 mm yang dimana merupakan bagian pengaruh terbesar terhadap gaya, agar mengetahui aman digunakan maka nilai *safety of faktor* harus diketahui, setelah dilakukan analisis diketahui nilai validasi keamanan rangka terkecil 0.011%, dan maksimal 0.030%.
- 2 Dalam melakukan simulasi struktur rangka dalam proses pembuatan untuk rangka pengupas kulit kopi masih dalam keadaan aman setelah dikenai beban berupa gaya yang terjadi pada mesin tersebut terlihat dari tegangan *von mises* terbesar akibat pembebanan masih dibawah tegangan ijin material kerangka mesin.
- 3 Hasil dari metode elemen hingga di proses dengan mencari validasi, agar mengetahui bahwa hasil selisih persentase, didapat nilai maksimum terjadi pada proses pencarian BMD(*Bending Moment Diagram*) dimana hasilnya 4.6% dan selisih minimum terjadi dalam menentukan titik tengah sumbu x dan z sebesar 0%.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka peneliti menyarankan beberapa hal, yaitu:

1. Untuk hasil lebih maksimal, perlu simulasi pada keadaan yang dinamis pada rangka mesin alat pengupas kulit kopi dengan perhitungan manual yang dinamis juga , sehingga hasil lebih akurat
2. Diharapkan pada tugas akhir selanjutnya dilakukan perhitungan manual dengan menggunakan hasil alat pengupas kulit kopi terhadap daya motor , daya tampung *hopper* , dan hasil efisiensi alat pengupas kuit kopi

Daftar Pustaka

- [1] D. T. Mesin, F. Teknik, U. N. Surabaya, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "ANALISA PEMBUATAN MESIN PENGUPAS KULIT KOPI MENGGUNAKAN METODE QFD Heri Susanto," pp. 23–27.
- [2] V. Kelik, H. Hengky, and D. Kurniawan, "Perancangan Mesin Pengupas Dan Pemisah Kulit Buah Kopi Kering," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, p. 28, 2016, doi: 10.22441/jtm.v5i2.711.
- [3] T. Nasution, *Modul 1 Material Baja Sebagai Bahan Struktur*. 2011.
- [4] H. Isworo, A. Ghofur, G. R. Cahyono, and J. Riadi, "Analisis Displacement Pada Chassis Mobil Listrik Wasaka Analisis Displacement Pada Chassis Mobil Listrik Wasaka," *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, p. 94, 2019, doi: 10.34128/je.v6i2.103.
- [5] A. T. Putri, M. T. Furqon, and R. C. Wihandika, "Klasifikasi Standar Produk Baja PT . Krakatau Steel (Persero) Tbk . Berdasarkan Komposisi Kimia dan Sifat Mekanis Baja Menggunakan Fuzzy K-Nearest Neighbor (Fuzzy K-NN)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 1, pp. 184–189, 2018.
- [6] N. Yulianto and R. Winarso, "Analisa Tegangan Pada Rangka Prototype Kendaraan Buge Menggunakan Elemen Hingga," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [7] M. S. Herdiyarto, "Structure Analysis Frame on the 3 in1 Sermier Crackers Machine By Use of software ansys workbench 14.0," 2015.
- [8] F. A. Budiman, A. Septiyanto, S. Sudiyono, A. D. N. I. Musyono, and R. Setiadi, "Analisis Tegangan von Mises dan Safety Factor pada Chassis Kendaraan Listrik Tipe In-Wheel," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 1, p. 100, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i1.1997.
- [9] E. Prasetyo, R. Hermawan, M. N. I. Ridho, I. I. Hajar, H. Hariri, and E. A. Pane, "Analisis Kekuatan Rangka Pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solidworks," *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, pp. 299–306, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.8872.
- [10] Han, "Bab Ii Landasan Teori Journal of Chemical Information and Modeling," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [11] A. Skripsi, "PERENCANAAN MESIN PENGUPAS KULIT KOPI DENGAN KAPASITAS

- SKRIPSI Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S . T .) Pada Progam Studi Teknik Mesin Disusun Oleh : SEPTIAN AKBAR NUGRAHA UNIVERSITAS NUSANTARA PERSATUAN GURU,” pp. 1–26, 2016.
- [12] A. Y. Nasution and R. Effendi, “Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengupas Kulit Kopi Basah Dengan Kapasitas 120 Kg/Jam,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 140–146, 2018, doi: 10.24127/trb.v7i2.809.
- [13] E. Budiyo, L. D. Yuono, and A. Farindra, “Upaya Peningkatan Kualitas dan Kapasitas Produksi Mesin Pengupas Kulit Kopi Kering,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, 2019, doi: 10.24127/trb.v8i1.926.
- [14] Y. C. Hariati *et al.*, “Rancang Bangun Dan Analisa Alat Pengupas Kopi,” *Lambung*, vol. 19, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.32530/lambung.v19i1.198.
- [15] J. L. Langi, D. P. M. Ludong, and L. C. C. E. Lengkey, “Rekayasa Mesin Pengupas Kulit Buah Kopi Jenis Robusta Model Tep-Jll 2015 Di Kabupaten Tana Toraja,” *J. Teknol. Pertan. (Agricultural Technol. J.)*, vol. 11, no. 1, 2020, doi: 10.35791/jteta.11.1.2020.29983.
- [16] S. Steel *et al.*, “Analisa Kekuatan Konstruksi Internal Ramp Sistem Steel Wire Rope Pada Km. Dharma Kencana Viii Dengan Metode Elemen Hingga,” *Kapal*, vol. 2, no. 3, pp. 85–92, 2014, doi: 10.14710/kpl.v11i2.7267.
- [17] I. Setiawan and Jumari, “Perencanaan kontruksi mesin penggiling dengan sistem roda gigi,” pp. 1–11, 2007.
- [18] A. A. Kharisma and M. E. Marsaoly, “Analisis Kegagalan Pada Rangka Mesin Perontok Padi Kapasitas 1 Ton / Jam Menggunakan Metode Von Misses,” vol. 20, no. 2, pp. 13–18, 2020.
- [19] D. Ngakan Ketut Putra Negara and A. Agung Istri Agung Sri Komaladewi, “Simulasi, Studi Eksperimen dan Analisis Defleksi pada Ujung Bebas Curved Beam Akibat Beban Terkonsentrasi Tunggal,” *J. Ilm. Tek. Mesin CakraM*, vol. 3, no. 1, 2009.
- [20] I. P. Mulyatno, H. Yudho, F. Teknik, U. Diponegoro, M. Winch, and M. E. Hingga, “Analisa Kekuatan Modifikasi Main Deck Akibat Penggantian Mooring Winch Pada Kapal Accomodation Work Barge 5640 Dwt Dengan Metode Elemen Hingga,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 4, no. 1, pp. 74–82, 2016.