

Analisis Kekuatan Rangka
Mesin Penggiling Limbah Kaca Tipe Roll
Menggunakan Solid Work 2017

**Moch Adji Purwanto ¹, Ir. H. Margianto, MT. ²,
Ismi Choirotin, ST., MT., M Sc. ³**

¹Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
Jl.M.T Haryono 193 Dinoyo – Lowokwaru – Malang
email : 21701052001@unisma.ac.id ¹

²⁻³Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
Jl.M.T Haryono 193 Dinoyo – Lowokwaru – Malang
email : margianto@unisma.ac.id ², ismi.choirotin@unisma.ac.id ³.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaj pengaruh bentuk profil dan pengaruh ketebalan profil terhadap defleksi dan tegangan pada rangka mesin, sehingga desain rangka dapat di antisipasi mesin dengan tegangan dan defleksi seminimal mungkin. Penelitian ini menggunakan pendekatan Elemen Hingga dengan memanfaatkan Software solidwork 2017 menggunakan Material material profil AISI 1020 (American Iron and Steel Institute). Pembebanan pada rangka mesin berupa berat total dari mesin penggiling limbah kaca tipe roll, dimana asumsi pembebanan merupakan part yang terdapat pada mesin tersebut. Variasi bentuk profil pada penelitian ini adalah L-Profil, C-Profil dan HSS-Profil. Variasi ketebalan pada hasil terbaik yaitu profil HSS (tube square) dengan tebal 1 mm, 1,4 mm, dan 1,8 mm. Dari hasil penelitian ini penggunaan bentuk profil HSS (tube square) pada variasi bentuk profil diperoleh bahwa tegangan dan defleksi terkecil terjadi dan pada hasil variasi ketebalan pada profil HSS (tube square) dengan ketebalan terbesar yaitu 1,8 mm memiliki tegangan dan defleksi terendah.

Kata kunci :kekuatan rangka , mesin penggiling kaca, tegangan, defleksi, bentuk profil.

ABSTRACT

The aim of this study is to influence the profile shape and the influence of profile thickness on deflection and stress on the engine frame, so that the frame design can be anticipated by the engine with minimal stress and deflection. This research uses the Element Up approach by utilizing solidwork software 2017 using AISI 1020 profile material material (American Iron and Steel Institute). Loading on the engine frame in the form of the total weight of the roll type glass waste grinder machine, where the assumption of loading is a part contained in the machine. Variations in profile forms in this study are L-Profil, C-Profile and HSS-Profile. The thickness variation at the best results is the HSS profile (tube square) with a thickness of 1 mm, 1.4 mm, and 1.8 mm. From the results of this study the use of HSS profile form (tube square) on the variation of profile form obtained that the smallest stress and deflection occurred and at the result of variations in thickness on the HSS profile (tube square) with the largest thickness of 1.8 mm has the lowest stress and deflection.

Keywords: frame strength, glass grinder machine, stress, deflection, profile shape.

Pendahuluan **Latar belakang**

Salah satu hasil dari kegiatan sehari-hari pada setiap rumah tangga akan adalah sampah. Aturan pemerintah, khususnya yang mengatur pengelolaan sampah atau limbah rumah, pada dasarnya adalah undang-undang lingkungan yang mengatur

pengelolaan limbah domestik dan limbah rumah tangga terkait.[1]

Sampah didefinisikan sebagai residu dan limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga, pabrik, dan kehidupan sehari-hari yang berupa zat padat dan tidak padat.[2]. Limbah kaca merupakan limbah anorganik, alam membutuhkan waktu 1.000.000 tahun untuk dapat terurai [3]. Dampak dari limbah kaca dapat merugikan lingkungan, karena masyarakat belum

paham cara menanggulangi limbah kaca dengan baik [4].

Pada prakteknya masyarakat kurang bisa mengelolah limbah kaca dengan baik. Sehingga kami akan merancang mesin penggiling limbah kaca dengan harapan limbah kaca yang telah hancurkan dapat lebih mudah dimanfaatkan kembali [5]. Salah satu pemanfaatan dari serbuk kaca adalah sebagai bahan alternatif substitusi parsial semen pada beton [6].

Dari permasalahan tersebut pengelolaan limbah kaca secara benar adalah upaya untuk menimalisir limbah berbahan kaca. Serta menganalisis pembebanan pada kerangka mesin penggiling limbah kaca untuk industri kecil dengan menggunakan perangkat lunak *solidworks* 2017 [7]. Membuat desain mesin penggiling limbah kaca yang mampu menahan pembebanan dari berat unit dengan defleksi yang kecil untuk menghindari kegagalan (*failure*) dengan metode simulasi [8].

Sebagai mahasiswa teknik mesin memiliki motivasi untuk mendesain dan menganalisis rangka mesin penggiling limbah kaca untuk industri kecil dengan judul “Analisis Kekuatan Rangka Mesin Penggiling Limbah Kaca Tipe *Roll* Menggunakan *Solidwork* 2017”

Rumusan masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.:

1. Bagaimanakah mendesain dan menganalisis rangka mesin penggiling limbah kaca tipe *roll*.
2. Bagaimana pengaruh bentuk profil rangka terhadap besar tegangan dan defleksi maksimum rangka mesin penggiling limbah kaca tipe *roll*.
3. Bagaimana pengaruh ketebalan rangka terhadap besar tegangan dan defleksi maksimum rangka mesin penggiling limbah kaca tipe *roll*.

Tinjauan pustaka

Penelitian terdahulu

Himarosa et al., 2020 Penelitian ini mengembangkan mesin penghancur sampah kaca dengan kapasitas 112 kg/jam guna membantu pengurangan sampah anorganik khususnya kaca di lingkungan dan rumah.

Hendrawan et al., 2018 telah melakukan studi simulasi pembebanan statis menggunakan *Solidworks* Premium 2016." Desain menggunakan desain rangka tipe *ladder frame* karena sederhana namun cukup kuat untuk menahan beban. *Tube square* 6063-T6 adalah material yang digunakan.

Jamaludin, 2019 dengan judul “Menggunakan *Software SolidWork* 2016 untuk Merencanakan Pembebanan Statis Pada Rangka Sepeda Listrik”

Rencana pembebanan statis dilakukan pada rangka atau rangka sepeda listrik yang dibuat dari bahan Aluminium Alloys 6061 series menggunakan *Software Solidworks* 2016, dengan bobot pengendara dianggap 50kg, 70kg, dan 90kg.

Suarsana et al., 2014 riset ini bertujuan untuk membandingkan *profile shape* dan ukuran Supporting Profile terhadap lendutan dan tegangan pada unit base condenser, sehingga desain Supporting Profile dapat diantisipasi dengan tegangan dan lendutan yang rendah.

Tegangan

Ketika sebuah gaya menarik benda elastis, benda tersebut akan meregang ke ukuran yang sebanding dengan gaya, menyiratkan bahwa sejumlah gaya tertentu diterapkan pada setiap satuan panjang benda. dengan kata lain, tegangan sama dengan jumlah gaya yang bekerja dibagi dengan luas penampang. Tegangan kerja dan tegangan kerja aman memiliki arti yang sama dan digunakan secara bergantian. Untuk mencari tegangan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad 1)$$

Dimana:

σ = Tegangan (N/mm^2)

P = Beban (Newton)

A = Luas Penampang (mm^2)

Defleksi

Defleksi adalah Beban pada batang menyebabkan perubahan bentuk balok atau batang pada arah vertikal dan horizontal. Ketika objek berada di bawah pengaruh gaya yang diterapkan, sumbu batang akan terdeteksi dari lokasi awalnya. Dengan kata lain, sebuah batang akan membelok ketika dikenai gaya transversal, terlepas dari apakah beratnya terkonsentrasi atau didistribusikan secara merata.. Untuk mencari defleksi menggunakan rumus berikut:

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{48EI} \quad 2)$$

Dimana

P = Beban (N)

L = panjang (mm)

E = modulus elastisitas (N/mm^2)

I = inersia (mm^4)

Elemen Hingga

Elemen hingga adalah pendekatan numerik yang Itu dapat dimanfaatkan dengan baik dalam pemecahan masalah dalam mekanika kontinum dengan tingkat presisi yang wajar. Ini bekerja dengan membagi item struktur yang akan diuji menjadi

komponen hingga yang terkait satu sama lain dan ditangani oleh perhitungan unik yang dilakukan oleh perangkat lunak untuk menghasilkan temuan yang lebih akurat. beberapa contoh tipe elemen hingga (*triangle*) dan segiempat (*quadrilateral*) adalah titik-titik hitam yang disebut titik simpul yang bersifat linier dan kuadrat (simpul). Sebuah mesh adalah pola yang terdiri dari titik-titik nodal dan komponen. [10].

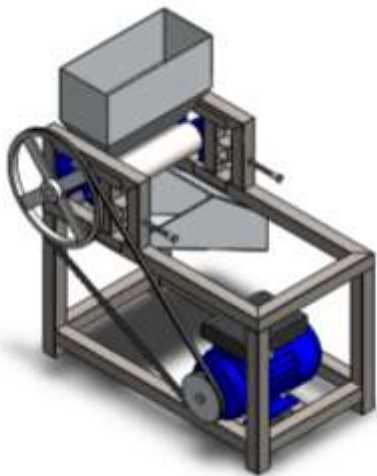
Perangkat lunak Solidwork adalah program CAD yang dikembangkan oleh DASSAULT SYSTEMES yang digunakan untuk membuat komponen pemesinan atau membangun bagian pemesinan menggunakan tampilan 3D untuk menggambarkan bagian sebelum diproduksi dalam kehidupan nyata atau tampilan 2D (gambar) untuk gambar proses pemesinan.

Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi menggunakan metode elemen hingga bantuan *software SolidWorks 2017*.

Serta penggunaan material AISI 1020 dengan

Baja yang digunakan (AISI)	Modulus young (GPa)	Poisson ratio	Density kg/m ³	Thermal expansion x10 ⁻⁵ /K	Tensile strength (N/mm ²)	Yield limit (N/mm ²)
AISI 1020	200	0,29	7900	1,5	420,507	351,571

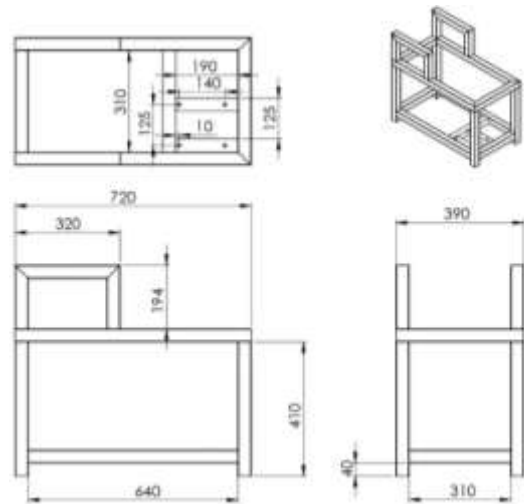


material *properties* sebagai berikut:

Gambar 1 desain mesin penggiling limbah kaca tipe roll

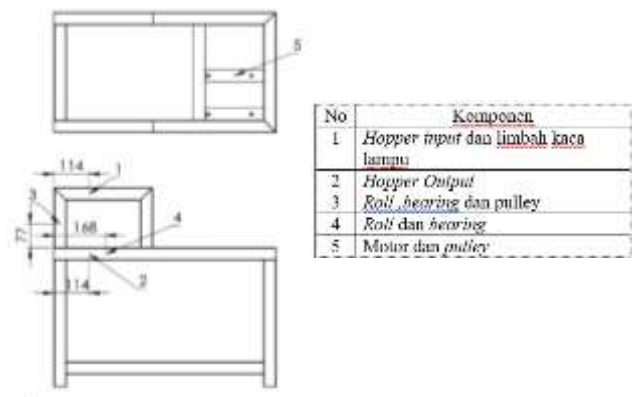
Alat dan bahan

1. komputer / laptop



2. Software Solidwork 2017
3. Dimensi mesin penggiling limbah kaca tipe *roll*

Gambar 2 dimensi mesin penggiling limbah kaca tipe *roll*



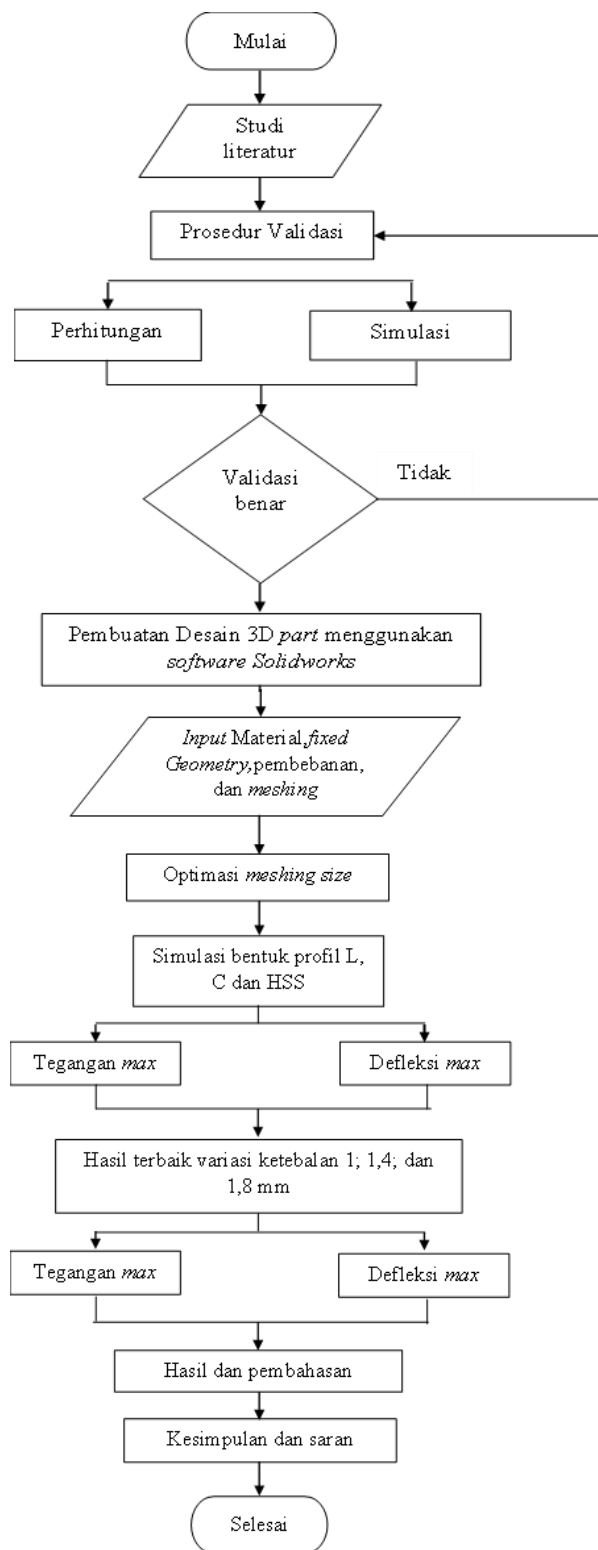
4. Distribusi pembebanan pada rangka mesin.

Gambar 3 Distribusi pembebanan

Variabel penelitian

1. Variabel bebas : bentuk profil L, C dan HSS. Hasil terbaik dari profil tersebut divariasikan dengan ketebalan 1; 1,4; dan 1,8 mm
2. Variabel terkontrol : dimensi (tinggi x lebar) besi yaitu 40x40 mm.
3. Variabel terikat : nilai tegangan maksimum, dan nilai defleksi maksimum pada desain rangka mesin penggiling limbah kaca tipe *roll*.

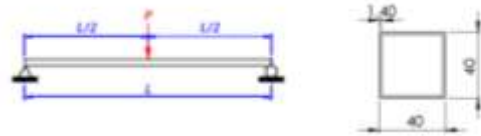
Diagram alir penelitian



Gambar 4 Diagram alir penelitian

Validasi

1. Perhitungan teoritis



Gambar 5 dimensi profil HSS

$$L = 1100 \text{ mm}$$

$$P = 1000 \text{ N/mm}$$

$$E = 200.000 \text{ N/mm}^2 / \text{AISI 1020}$$

Mencari momen inersia

$$I = \frac{b^4 - (b - 2t)^4}{12}$$

$$I = \frac{40^4 - (40 - 2 \cdot 2.1)^4}{12}$$

$$I = 53.748,9045333 \text{ mm}^4$$

Mencari defleksi maksimal

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{48EI}$$

$$\delta_{\max} = \frac{1000 \text{ N/mm} \times (1100 \text{ mm})^3}{48 \times 200.000 \text{ N/mm}^2 \times 53.748,9045333 \text{ mm}^4}$$

$$\delta_{\max} = \frac{1.331 \times 10^{12}}{5,15989 \times 10^{11}}$$

$$\delta_{\max} = 2,579509937 \text{ mm}$$

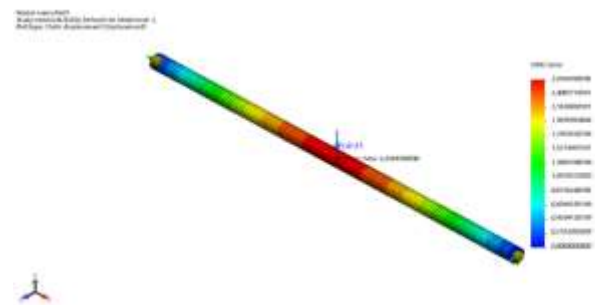
Jadi defleksi maksimal yang dihasilkan sebesar 2,579509937 mm.

2. Simulasi

$$L = 1100 \text{ mm}$$

$$P = 1000 \text{ N/mm}$$

$$E = 200.000 \text{ N/mm}^2 / \text{AISI 1020}$$

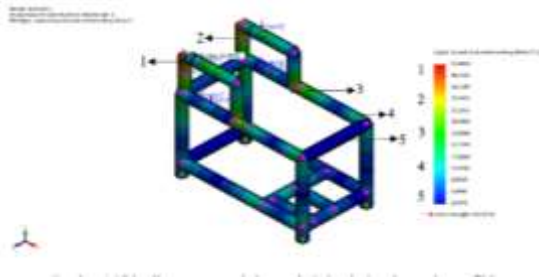


Gambar 6 Hasil simulasi untuk validasi

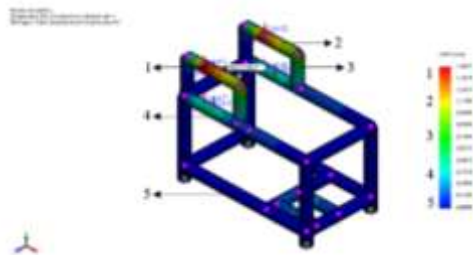
Dari simulasi didapatkan defleksi maksimum sebesar 2,6184780598 mm dan memiliki error sebesar 1,51% sehingga aplikasi software solidwork 2017 dapat dinyatakan valid dan data dari software tersebut dapat dapat digunakan.

Hasil simulasi pengaruh profil

1. Hasil simulasi pada rangka profil L



(I)

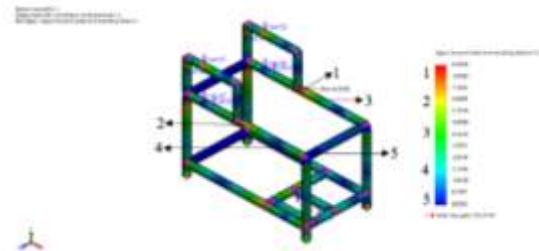


(II)

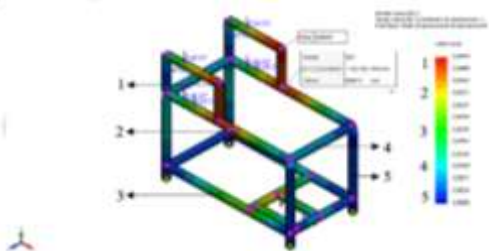
Gambar 7 hasil simulasi profil L

(I)Tegangan *max* (II) Defleksi *max*

2. Hasil simulasi pada rangka profil C



(I)

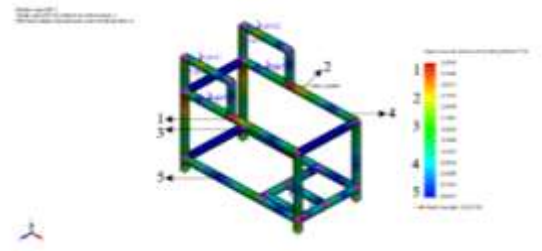


(II)

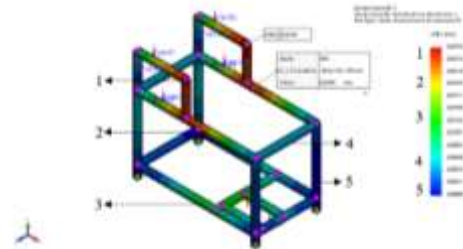
Gambar 8 hasil simulasi profil L

(I)Tegangan *max* (II) Defleksi *max*

3. Hasil simulasi pada rangka profil HSS



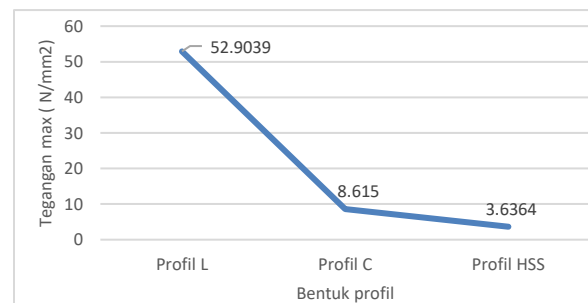
(I)



(II)

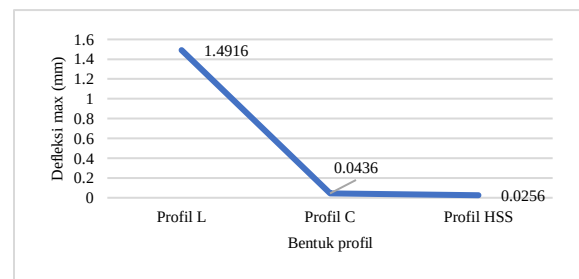
Gambar 8 hasil simulasi profil HSS

(I)Tegangan *max* (II) Defleksi *max*



Gambar 9 Grafik pengaruh bentuk profil terhadap tegangan maksimum

Dari gambar 9 menunjukan bahwa pada bentuk profil L memiliki tegangan maksimum paling tinggi. Karena semakin besar luas penampang akan semakin berbanding terbalik dengan nilai tegangan maksimum.

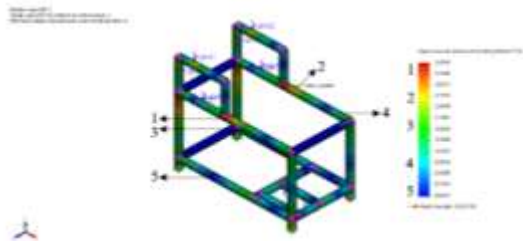


Gambar 10 Grafik pengaruh bentuk profil terhadap defleksi maksimum

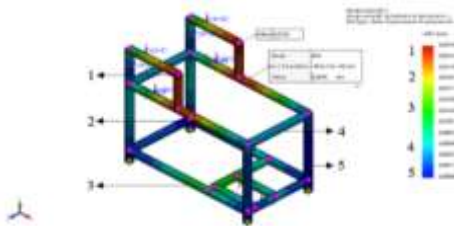
Dari gambar 10 menunjukkan pengaruh bentuk profil terhadap defleksi maksimum. Defleksi tertinggi terjadi pada rangka dengan menggunakan bentuk profil L. Hal tersebut terjadi karena jika nilai dari inersia semakin besar maka defleksi maksimum akan semakin kecil.

Hasil simulasi pengaruh ketebalan pada profil HSS

1. Hasil simulasi pada rangka HSS tebal 1 mm.



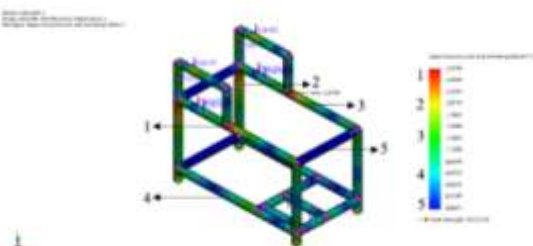
(I)



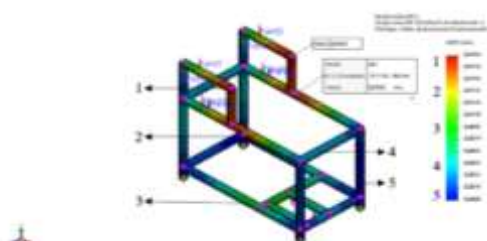
(II)

Gambar 11 hasil simulasi profil L
(I)Tegangan *max* (II) Defleksi *max*

2. Hasil simulasi pada rangka HSS tebal 1,4 mm.



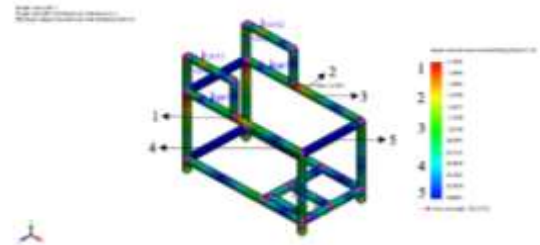
(I)



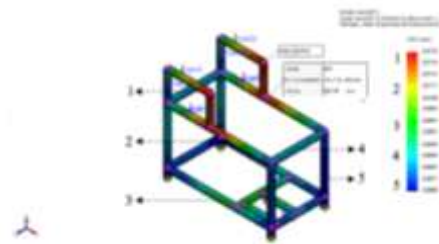
(II)

Gambar 12 hasil simulasi profil L
(I)Tegangan *max* (II) Defleksi *max*

3. Hasil simulasi pada rangka HSS tebal 1,8 mm.

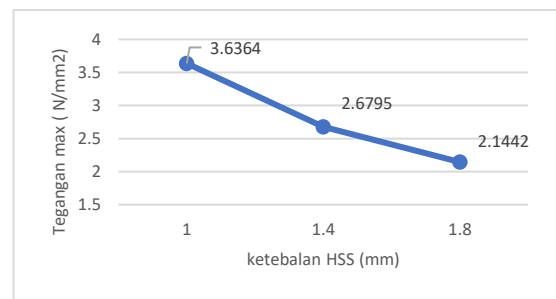


(I)



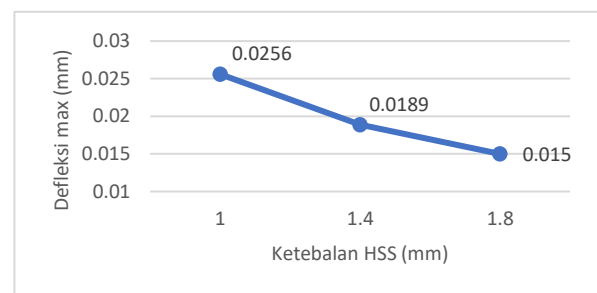
(II)

Gambar 13 hasil simulasi profil L
(I)Tegangan *max* (II) Defleksi *max*



Gambar 14 Grafik pengaruh bentuk profil terhadap defleksi maksimum

Pada HSS ketebalan 1 mm, memiliki tegangan maksimum tertinggi. Hal ini terjadi karena nilai dari luas penampang yang besar akan mengakibatkan nilai tegangan maksimum akan menurun.



Gambar 14 Grafik pengaruh bentuk profil terhadap defleksi maksimum

Pengaruh bentuk profil terhadap defleksi maksimum ditunjukkan pada gambar grafik 14. Rangka menggunakan HSS ketebalan 1 mm memiliki defleksi maksimum. Kecilnya nilai defleksi maksimum dipengaruhi oleh semakin besar nya nilai inersia pada setiap dimensi dari profil HSS.

Kesimpulan

1. Tegangan dan defleksi maksimum tertinggi pada penelitian variasi bentuk profil adalah pada profil L.
2. Tegangan dan defleksi terendah pada penelitian variasi tebal pada profil HSS (*tube square*) terjadi pada ketebalan 1,8 mm.

Daftar Pustaka

- [1] R. Hasibuan, “Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup,” *Ilmiah*, vol. 04, no. 01, pp. 42–52, 2016.
- [2] E. Damanhuri and T. Padmi, *PENGLOLAHAN SAMPAH*. 2010.
- [3] A. Suharson, “Eksplorasi Limbah Kaca Pada Proses Finishing Gelasir Bodi Keramik,” *Corak*, vol. 6, no. 1, pp. 55–64, 2017, doi: 10.24821/corak.v6i1.2393.
- [4] R. A. Himarosa, A. W. Nugraha, and C. N. Syamsi, “PERANCANGAN MESIN SHREDDER UNTUK,” *Peranc. MESIN Shredd. UNTUK PENGHANCUR KACA*, pp. 1–12, 2020.
- [5] K. N. Agam Ibrahim Dzulhaj, Faktor Rohaman, “Mesin Penghancur Limbah Kaca dengan Kapasitas 30kg/jam,” *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*. pp. 138–143, 2020.
- [6] H. Musthofa and M. juli Purnomo, “NGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KACA SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON,” *NGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KACA SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN Agreg. HALUS TERHADAP KUAT TEKAN Bet.*, vol. 5, no. December, pp. 37–39, 2020.
- [7] T. T. Hartanto, Joko Sedyono, “Desain Dan Analisa Mesin Crushing Botol Plastik Bekas Untuk Industri Kecil Dengan Menggunakan Simulasi,” *Naskah Publ. Tugas Akhir*, vol. 152, no. 3, p. 28, 2016, [Online]. Available: file:///Users/andreataquez/Downloads/guia-plan-de-mejora-institucional.pdf%0Ahttp://salud.tabasco.gob.mx/content/revista%0Ahttp://www.revistaalad.com/pdfs/Guias_ALAD_11_Nov_2013.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v6n3.60060.%0Ahttp://www.cenetec.
- [8] P. A. Suarsana, A. H. Firdaus, I. Choirotin, and M. Agus, “Analisa Bentuk Profil dan Dimensi Supporting Profile terhadap Defleksi dan Tegangan pada Base Kondensor Unit,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 6, no. 2, 2014.
- [9] Robert L Mott, Edward M Vavrek, Jyhwen Wang. (2018) . *Machine Elements In Mechanical Design sixth edition by Pearson Education, Inc.*
- [10] Robert D. Cook, David S. Malkus, Michael E. Plesha.(2002). *Concepts and applications of finite element analysis 4th edition by John Wiley & Sons Inc*
- [11] Fiona Cobb. (2009) *Structural Engineer's Pocket Book, Second Edition by Elsevier Ltd.*