

ANALISIS KEKUATAN RANGKA MESIN *HAMMER MILL* LIMBAH KACA MENGGUNAKAN *SOLIDWORKS 2021*

Muhammad Taufiq^[1], Nur Robbi^[2], Ismi Choirotin^[3]

^{[1], [2], [3]} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl. Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144, Indonesia

muhammadtaufiq.105@gmail.com

nurrobbift@gmail.com

ismi.choirotin@unisma.ac.id

ABSTRAK

Mesin *hammer mill* limbah kaca adalah mesin yang digunakan untuk mengurangi resiko kontaminasi limbah kaca. Pada analisis kekuatan rangka mesin *hammer mill* limbah kaca dilakukan analisis terkait pemilihan model rangka guna mengetahui kekuatan material dalam menahan setiap komponen mesin *hammer mill* limbah kaca dan menguji variasi terhadap variabel ukuran profil *hollow* yaitu : 20x20; 40x40; dan 60x60 mm.

Penelitian ini menggunakan *software solidworks 2021* yang dilengkapi dengan *finite element analysis* (FEA), dari hasil analisis simulasi dipilih ketebalan profil *hollow* dengan ukuran 1,4 mm yang kemudian disimulasikan dengan variasi ukuran profil *hollow*.

Hasil analisis simulasi defleksi maksimum pada rangka mesin *hammer mill* 20x20x1,4 mm = 0,338 mm; 40x40x1,4 mm = 0,041 mm; dan 60x60x1,4 mm = 0,013 mm, sedangkan hasil analisis tegangan maksimum mendapatkan nilai 20x20x1,4 mm = 15,550 N/mm²; 40x40x1,4 mm = 3,690 N/mm²; dan 60x60x1,4 mm = 1,658 N/mm². Hasil defleksi dan tegangan maksimum yang paling besar pada ukuran profil *hollow* 20x20x1,4 mm akan tetapi masih berada dibawah nilai batas izin material. Sehingga masih dapat dikatakan dalam batas aman.

Kata Kunci: mesin *hammer mill*, analisis kekuatan rangka, *solidworks 2021*.

ABSTRACT

Glass waste hammer mill machine is a machine used to make it easier to reduce the level of hazard of glass waste pollution. In the analysis of the frame strength of the glass waste hammer mill machine, analysis related to the selection of frame models to determine the strength of the material in withstanding each component of the glass waste hammer mill machine and test variations against hollow profile size variables, namely: 20x20; 40x40; and 60x60 mm.

This study uses solidworks 2021 software equipped with finite element analysis (FEA), from the results of simulation analysis selected hollow profile thickness with a size of 1.4 mm which is then simulated with variations in hollow profile size.

The results of the maximum deflection simulation analysis on the hammer mill engine frame 20x20x1.4 mm = 0.338 mm; 40x40x1.4 mm = 0.041 mm; and 60x60x1.4 mm = 0.013 mm, while the maximum voltage analysis results get a value of 20x20x1.4 mm = 15,550 N / mm²; 40x40x1.4 mm = 3,690 N/mm²; and 60x60x1.4 mm = 1,658 N/mm². The maximum deflection and voltage result is greatest at a hollow profile size of 20x20x1.4 mm but is still below the material clearance limit value. It can still be said to be within safe limits.

Keywords: *hammer mill engine, frame power analysis, solidworks 2021.*

I. PENDAHULUAN

Kehadiran limbah rumah tangga atau industri dimasyarakat menjadi salah satu masalah yang dihadapi dari tahun ke tahun. Banyaknya tumpukan limbah yang mengganggu keindahan lingkungan dan

dapat menimbulkan kerusakan lingkungan. Limbah rumah tangga dan industri menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi terutama masalah pengelolaan dan pembuangan limbah [1].

Berdasarkan keputusan Direktorat Jendral Cipta Karya, nomor 07/KPTS/CK/1999: tentang Pembangunan, Perencanaan dan Pengelolaan Bidang PLPP. Limbah sendiri memiliki dua jenis yakni organik dan anorganik, alangkah baiknya limbah tersebut dapat dikelola supaya tidak merusak lingkungan. Karena banyak dari mereka yang kurang memahami kondisi lingkungan, masyarakat sangat mudah membuang sampah yang dapat membahayakan lingkungan sekitar. Seperti aktifitas yang dilakukan masyarakat setiap hari misalnya membuang pecahan botol kaca, pecahan keramik dan berbagai aktifitas lain yang dianggap sepele akan tetapi dapat membahayakan bagi masyarakat sekitar. UU No. 101 Thn. 2014 perihal Pengelolaan Limbah (B3) memberikan sanksi pidana bagi pelanggaran pencemaran lingkungan hidup [2].

Adapun limbah kaca akan menjadi masalah di lingkungan karena perlu waktu yang panjang untuk terurai. Waktu yang dibutuhkan limbah jenis ini hingga 10.000 abad untuk sepenuhnya terurai jika tidak segera di proses lebih lanjut. Berdasarkan data yang diperoleh dari 26 kota-kota besar dihasilkan sampah kaca sebanyak 0,7 juta ton pertahunnya. Oleh karenanya cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi sampah kaca adalah dengan di daur ulang [3], [4].

Perkembangan dunia industri yang semakin marak akan dampak jumlah limbah yang di hasilkan. Dampak buruk terhadap lingkungan dapat dikurangi dengan cara mengolah limbah kaca tersebut untuk menurunkan tingkat bahaya pencemaran, serta menjadikan bahan yang memiliki nilai tambah. Dari permasalahan yang sering dirasakan oleh masyarakat, telah ada rancangan mesin penghancur limbah kaca yang berkapasitas besar. Namun dari segi desain mesin tersebut menunjukkan kurang praktis dan kurang efisien [5], [6].

Sebagai mahasiswa memiliki inovasi untuk menyediakan desain kerangka mesin penghancur limbah kaca pada industri kecil yang lebih baik dalam segi kekuatan maupun ukuran. Sehingga dalam penelitian ini dipilih topik “Analisis Kekuatan Rangka Mesin *Hammer Mill* Limbah Kaca Menggunakan *Solidworks* 2021.

II. METODE PENELITIAN

Metode Simulasi Analisis

Dalam penelitian ini metode yang akan dipakai adalah simulasi metode *finite element analysis* (FEA). Prinsip kerja metode tersebut yaitu menguraikan nodal struktural yang hendak diuji menjadi beberapa elemen berhingga yang terhubung satu sama lain, perangkat lunak dapat digunakan untuk mengontrolnya menggunakan perhitungan khusus untuk mencapai hasil yang lebih akurat. Elemen berbentuk (*triangle*)

dan kuadrilateral (*quadrilateral*) baik linier maupun kuadrat adalah beberapa contoh jenis elemen hingga [7].

Software Solidworks 2021

SolidWorks adalah perangkat lunak mekanis 3D CAD (*Computer Aided Design*) yang berjalan di *microsoft windows*. File *solidworks* menggunakan format file terstruktur *Microsoft*. Artinya setiap *SLDDRW* (*Image File Format*) berisi file yang berbeda seperti *SLDPRT* (*part file*), *SLDASM* (*file assembly*) dan sebagainya. *SolidWorks* atau yang sering disebut sebagai "parametrik" adalah untuk pemodelan 3D. Parametrik dengan sendirinya berarti bahwa dimensi dapat dihubungkan satu sama lain dan dapat berubah selama proses desain, bagian *part solid* dan dokumentasi secara otomatis berubah.

SolidWorks memiliki basis pendekatan fitur-parametrik sebagai sarana pembuatan *model* dan *assembly*. Parameter acuan batas yang memiliki nilai menentukan bentuk maupun geometri dari rancangan. Menu yang sering digunakan dalam penelitian ini adalah menu *mechanical design* dan menu *analysis and simulation* untuk menunjang perancangan konstruksi rangka pada mesin penghancur limbah kaca lampu.

Bahan Penelitian

1. Profil Hollow

Dalam penelitian ini menggunakan tiga variasi ukuran *hollow* yang berbeda yaitu profil *hollow* ukuran 20x20; 40x40; dan 60x60 mm dengan ketebalan 1,4 mm. Hal ini bertujuan untuk mencari ukuran profil *hollow* yang paling kuat dan ringan.

2. Material AISI 1020

Baja (*American Iron and Steel Institute*) AISI 1020 dengan kadar karbon yang rendah sangat memungkinkan untuk baja jenis ini di keraskan dengan perlakuan panas. Perlakuan panas yang dapat digunakan pada baja jenis ini salah satunya adalah proses *hardening*. Material dimodelkan secara linier elastis dan dianggap bersifat isotropis. Komposisi kimia dari baja AISI 1020 dapat dilihat pada Tabel 1.

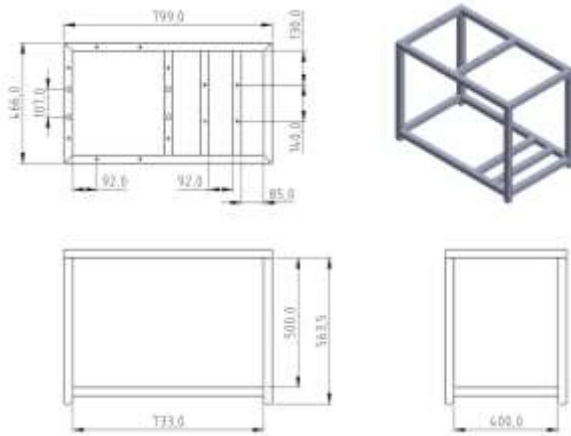
Tabel 1. Komposisi baja AISI 1020

Kode	C %	Si %	Mn %	Mo %	P %	Cr %
AISI	0,20-	0,15-	0,50-	0,20-	0,035	0,90-
1020	0,30	0,35	0,70	0,30	max	1,40

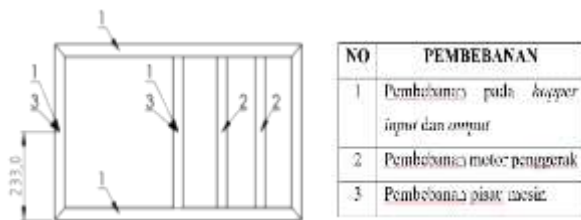
Sumber : (ASM handbook vol.1, 1993)

Desain rangka mesin hammer mill

Dimensi dan distribusi pembebanan rangka pada mesin *hammer mill* limbah kaca.



Gambar 1. Dimensi rangka mesin *hammer mill* limbah kaca



Gambar 2. Distribusi pembebanan rangka mesin *hammer mill* limbah kaca

Alur pada Penelitian

1. Studi literatur

Studi literatur merupakan proses mengumpulkan referensi data yang telah ada seperti hasil rancangan mesin *hammer mill* limbah kaca, data material, dan materi terkait metode elemen hingga.

2. Prosedur Validasi

Tujuan dari proses validasi adalah untuk memperoleh mekanisme yang optimal dengan mengamati data yang telah didapat dari simulasi dan juga perhitungan.

3. Validasi simulasi benar

Validasi simulasi diterapkan dengan cara membandingkan hasil simulasi dengan perhitungan tegangan secara manual dengan tujuan mengetahui hasil dari simulasi dengan perhitungan secara manual memiliki persamaan atau tidak.

4. Perancangan model 3D part komponen dengan bantuan *software solidworks*

Langkah setelah mendapatkan hasil rancangan mesin *hammer mill* limbah kaca dilakukan pemodelan pada setiap komponen (rangka, *pulley*, *Hopper Input*,

Chute Output, poros, rumah pisau dan pisau) dengan ketebalan ukuran bahan yang telah ditentukan.

5. Pengaturan data material

Proses berikutnya adalah pemasukan data material, pada komponen rangka menggunakan data material AISI 1020.

6. Fixed Geometry

Langkah berikutnya yaitu penetapan pada *fixed geometry* pada komponen rangka.

7. Penambahan pembebanan

Langkah berikutnya yaitu pembebanan desain rangka dengan pemberian beban yang terjadi pada material rangka.

8. Proses Meshing

Langkah setelah pemberian beban, pengaturan *meshing* dengan pemberian *mesh* yang sama pada setiap material rangka yang menerima beban.

9. Optimasi meshing size

Optimasi *meshing size* dilakukan agar mengetahui pemilihan *meshing* paling optimum dalam simulasi agar data semakin akurat.

10. Simulasi ukuran profil hollow

Langkah simulasi ini dilakukan agar mengetahui ukuran profil mana yang paling baik dalam meminimalisir defleksi dan tegangan.

11. Hasil terbaik variasi ukuran 20 x 20; 40 x 40; dan 60 x 60 mm

Dari hasil terbaik akan di variasi ukuran, sehingga kita dapat menentukan ukuran profil yang cocok dan efisien untuk rangka mesin *hammer mill* limbah kaca.

12. Hasil dan pembahasan

Untuk bagian hasil dan pembahasan meliputi memasukkan data hasil simulasi. Hasil dari simulasi metode elemen hingga yang berupa nilai tegangan maksimum, defleksi maksimum dan biaya material pada masing-masing variasi.

13. Kesimpulan dan saran

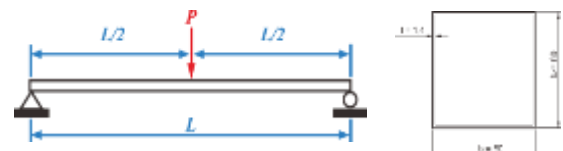
kesimpulan dan saran berisikan penarikan kesimpulan dari penelitian dan juga pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

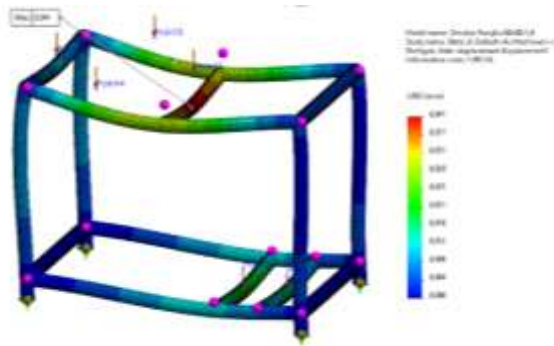
Validasi data *solidworks*

Validasi data *software solidworks* adalah langkah pemeriksaan untuk memastikan bahwa data *output* dari simulasi telah sesuai dengan perhitungan teoritis dengan tujuan apakah *software solidworks* dapat digunakan datanya.

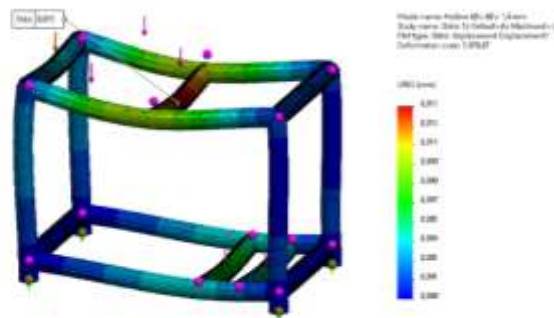
1. Perhitungan teoritis



Gambar 3. Dimensi besi hollow

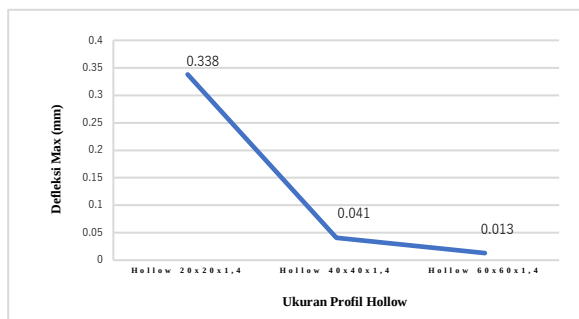


Gambar 7. Hasil defleksi maksimum rangka dengan ukuran besi *hollow* 40x40x1,4 mm



Gambar 8. Hasil defleksi maksimum rangka dengan ukuran besi *hollow* 60x60x1,4 mm

Berdasarkan variasi ukuran profil *hollow* 60x60x1,4 mm mengalami defleksi terkecil dengan perubahan jarak sebesar 0,013 mm, sedangkan pada variasi ukuran profil *hollow* 40x40x1,4 mm mengalami perubahan jarak 0,041 mm, dan variasi ukuran profil *hollow* 20x20x1,4 mm mengalami perubahan jarak yang terbesar dengan jarak 0,338 mm. Untuk melihat perbandingan defleksi maksimum, berikut ilustrasi diagram hasil perbandingan defleksi maksimal yang diterima oleh rangka mesin *hammer mill* terhadap tiga variasi ukuran profil *hollow*.

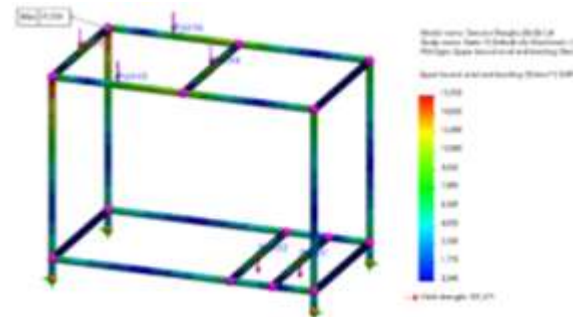


Gambar 9. Grafik defleksi maksimum pada rangka

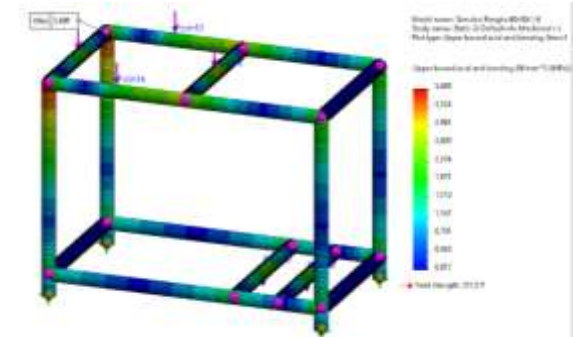
Berdasarkan grafik defleksi maksimum terjadi pada ukuran profil *hollow* 20x20x1,4 mm dengan nilai 0,338 mm. Hal ini disebabkan semakin besar ukuran

hollow maka defleksi yang terjadi semakin kecil, dikarenakan momen inersianya semakin besar.

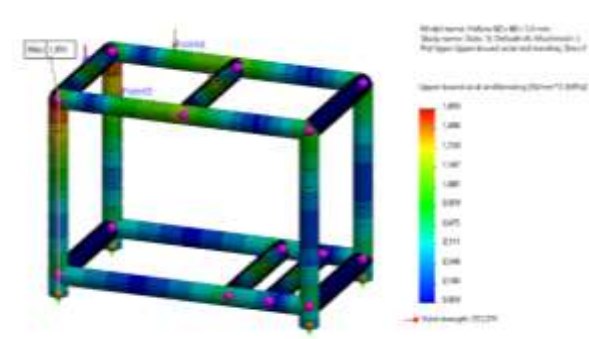
Hasil tegangan maksimum rangka mesin *hammer mill* 20x20x1,4; 40x40x1,4; dan 60x60x1,4 mm



Gambar 10. Hasil Tegangan maksimum rangka dengan ukuran besi *hollow* 20x20x1,4 mm



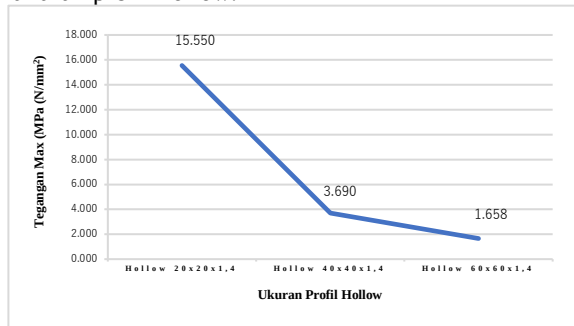
Gambar 11. Hasil Tegangan maksimum rangka dengan ukuran besi *hollow* 40x40x1,4 mm



Gambar 12. Hasil Tegangan maksimum rangka dengan ukuran besi *hollow* 60x60x1,4 mm

Berdasarkan hasil simulasi tegangan maksimum pada variasi ukuran profil *hollow* 20x20x1,4 mm merupakan posisi yang paling besar dengan nilai 15,550 N/mm² dibandingkan variasi ukuran profil *hollow* 40x40x1,4 mm 3,690 N/mm² dan pada variasi ukuran profil *hollow* 60x60x1,4 mm yang mendapat nilai tegangan maksimum 1,658 N/mm². Dari hasil

yang didapatkan menunjukkan perbedaan tegangan maksimum yang terjadi pada variasi ukuran profil *hollow*. Untuk melihat perbandingan tegangan maksimum, berikut ilustrasi diagram hasil perbandingan tegangan maksimum yang diterima oleh rangka mesin *hammer mill* terhadap tiga variasi ukuran profil *hollow*.



Gambar 13. Grafik tegangan maksimum pada rangka

Berdasarkan grafik ukuran profil *hollow* 20x20x1,4 mm menunjukkan nilai tegangan maksimum yang paling besar dengan nilai 15.550 N/mm^2 . Hal ini dikarenakan semakin besar ukuran profil *hollow* maka tegangan maksimumnya semakin kecil, meskipun hasil tegangan maksimum yang paling besar pada ukuran profil *hollow* 20x20x1,4 mm akan tetapi masih berada dibawah nilai batas izin kekuatan bahan untuk (*yield strength*) dari sifat material AISI 1020 sebesar 420 MPa, Sehingga masih dapat dikatakan dalam batas aman. Dengan demikian rangka mesin *hammer mill* dapat dinyatakan aman dalam variasi ukuran profil *hollow*.

IV. KESIMPULAN

Hasil defleksi maksimum yang terjadi pada rangka mesin *hammer mill* limbah kaca yaitu bagian tengah profil *hollow* yang menompang poros mesin, berdasarkan hasil simulasi ini menunjukkan bahwa defleksi maksimum dengan variasi ukuran profil *hollow* 20x20x1,4 mm = 0,338 mm; 40x40x1,4 mm = 0,041mm; dan 60x60x1,4 mm = 0,013 mm. Tegangan maksimum yang terjadi pada rangka mesin *hammer mill* limbah kaca terdapat pada bagian ujung rangka penopang *hopper*. Besar tegangan maksimum yang terjadi pada variasi ukuran profil *hollow* 20x20x1,4 mm = 15,550 N/mm^2 ; 40x40x1,4 mm = 3,69 N/mm^2 ; dan 60x60x1,4 mm = 1,658.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Marliani, "Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Anorganik) Sebagai Bentuk Implementasi dari Pendidikan Lingkungan Hidup," *Form. J. Ilm. Pendidik. MIPA*, vol. 4, no. 2, pp. 124–132, 2015, doi: 10.30998/formatif.v4i2.146.

- [2] R. Hasibuan, "Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup," *Ilmiah*, vol. 04, no. 01, pp. 42–52, 2016.
- [3] K. N. A. Ibrahim Dzulhj, Fatkur Rohman, "Mesin Penghancur Limbah Kaca," *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, pp. 138–143, 2020.
- [4] A. Suharson, "Eksplorasi Limbah Kaca Pada Proses Finishing Gelasir Bodi Keramik," *Corak*, vol. 6, no. 1, pp. 55–64, 2017.
- [5] H. Santoso, A. Susanty, and J. Putriasih, "Pembangunan Agro Eco-Industrial Park Skala Pedesaan," *Alam UNDIP*, vol. 9, no. 2, pp. 117–124, 2014.
- [6] T. T. Hartanto, Joko Sedyono, "Desain Dan Analisa Mesin Crushing Botol Plastik," *Analisis*, vol. 152, no. 3, p. 28, 2016.
- [7] B. Setyono, "Perancangan Dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Hibrid 'Trisona' Menggunakan Software Autodesk Inventor," *J. IPTEK*, vol. 20, no. 2, p. 37, 2016, doi: 10.31284/j.iptek.2016.v20i2.43.