



Analisis struktur komputasional pematik sampah plastik menggunakan Autodesk Inventor

Nur Indah^{*}, Illiyas Widantoro Hendrawan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Mesin, Universitas Mercu Buana
Jakarta, 11650, Indonesia

Email: *nur.indah@mercubuana.ac.id, illiyaswhen@gmail.com

Manuscript Received: September 11, 2019; Accepted: February 17, 2020

Abstrak

Persoalan sampah menjadi permasalahan di Indonesia karena berkaitan dengan pola hidup serta budaya masyarakat itu sendiri. Oleh karena itu, penanggulangan sampah tidak hanya menjadi tanggungjawab pemerintah akan tetapi penanganannya juga membutuhkan peran masyarakat secara luas. Dalam hal penanganan sampah dapat diasumsikan bahwa laju produksi sampah tidak sebanding dengan proses penanganan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peningkatan terhadap proses penanggulangan sampah di Perguruan Tinggi Swasta Universitas Mercubuana Jakarta melalui mesin pematik sampah plastik. Penelitian ini bertujuan untuk membuat perancangan mesin pematik sampah plastik dengan sistem kerja otomatis menggunakan PLC. Perancangan mesin pematik sampah plastik ini menggabungkan beberapa cabang ilmu mekanika dan elektronika; mesin pemindah bahan, mekanika struktur, analisis motor, dan teknikal kontrol. Keunggulan mesin pematik sampah plastik dengan sistem kerja otomatis menggunakan PLC ini adalah mengurangi mobilitas kerja manusia dan lebih menitikberatkan kepada kinerja dari rangkaian alat yang ada pada mesin. Berdasarkan nilai tegangan von mises, faktor pergeseran, dan faktor keamanan dari pengujian komputasional, dan analisis momen pada perhitungan analitik dapat disimpulkan bahwa desain yang telah dibuat berada pada kondisi aman. Dengan nilai tegangan von mises memiliki nilai terbesar 30,78 Mpa. Pergeseran memiliki nilai terbesar 0,02311 mm. Faktor keamanan bernilai 15 pada seluruh objek uji.

Kata kunci: Sampah Plastik, Mesin Pematik Sampah Plastik Otomatis, Desain, Pengujian Komputasional

Analysis of computational structure of plastic waste compactors using Autodesk Inventor

Abstract

The waste problem is a problem in Indonesia because it is related to the lifestyle and culture of the community itself. Therefore, waste management is not only a matter of government but its handling requires broad community participation. In the case of handling waste, it can be assumed that the rate of waste production is not proportional to the handling process. This study aims to improve the process of tackling waste at the Private University of Mercubuana University Jakarta through a plastic waste compactor machine. This study aims to make the design of plastic waste compactor machines with automatic work systems using PLC. The design of this plastic waste compacting machine combines several branches of mechanics and electronics; material moving machinery, structural mechanics, motor analysis and technical control. The advantages of plastic garbage compactor machines with automatic work systems using PLC are to reduce the mobility of human work and focus more on the performance of the existing set of tools on the machine. Based on the von mises stress value, the shift factor, and the safety factor from computational testing, and moment analysis in analytical calculations it can be concluded that the design that has been made is in a safe condition. With von mises voltage values the largest value is 30.78 MPa. The shift has the largest value of 0.02311 mm. The safety factor is 15 for all test objects.

Keywords: Plastic Waste, Automatic Plastic Waste Compactor, Design, Computational Testing

1. Pendahuluan

Pengelolaan sampah yang tidak mempergunakan metode dan teknik pengelolaan sampah yang ramah lingkungan selain akan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan juga akan mengganggu kelestarian fungsi lingkungan baik lingkungan pemukiman, hutan, persawahan, sungai maupun lautan [1]. Persoalan sampah menjadi suatu permasalahan yang penting di

Indonesia karena berkaitan erat dengan pola hidup serta budaya masyarakat. Oleh karena itu, penanggulangannya bukan hanya tanggungjawab pemerintah, tetapi penanganannya juga membutuhkan partisipasi masyarakat secara luas. Dalam hal penanganan sampah dapat diasumsikan bahwa laju produksi sampah tidak sebanding dengan proses penanganannya. Dalam kapasitas kota sebagai sumber pemenuhan kebutuhan manusia maka sudah seyogyanya untuk menyediakan

berbagai sarana dan prasarana yang memadai dalam menjaga kelestarian lingkungan melalui pengelolaan persampahan yang baik. Seperti dibuatnya sistem perancangan pengolahan alat ataupun mesin untuk penanggulangan sampah yang lebih baik dan berkualitas agar dapat meminimalisasi dampak buruk dari sampah – sampah yang tidak terkelola.

Sampah memiliki potensi yang dapat dikembangkan menjadi produk bernilai ekonomis. Dari setiap meter kubik sampah kota dengan bobot 120-170 kg, sekitar 70% merupakan sampah organik seperti daun-daunan, ranting dan sisa-sisa sayuran yang dapat diproses menjadi kompos. Sisanya 30% berupa sampah anorganik yang meliputi berbagai jenis logam, plastik, kertas, serta barang pecah belah yang dapat didaur ulang menjadi berbagai produk yang berharga [2].

Pada penelitian sebelumnya telah dirancang alat mesin pemadat sampah dengan menggunakan aplikasi pneumatik dengan memanfaatkan tekanan udara yang diberikan. Penggunaan PLC pada sistem kerja konveyor dan pneumatik akan memudahkan proses kerja dan proses produksi pun menjadi lebih cepat. Tentu akan sangat sulit jika pengontrolan mesin masih menggunakan sistem manual dengan sudah terdapatnya konveyor pada mesin tersebut. Oleh karena itu, penulis ingin sistem pengontrolan manual itu menjadi sistem otomatis [3]

Dalam perancangannya, alat yang ada belum dilakukan analisa. Untuk strukturnya digunakan Autodesk Inventor Professional 2017 sebagai salah satu perangkat lunak untuk desain dan manufaktur produk khususnya di bidang teknik. Autodesk inventor merupakan sebuah progaam CAD dalam bidang teknik yang diaplikasikan untuk perancangan mekanik dalam bentuk 3D. Autodesk Inventor 2013 merupakan program yang dirancang khusus untuk keperluan bidang teknik seperti design produk, design mesin, design mold, design konstruksi, atau keperluan produk teknik lainnya. Program ini merupakan rangkaian dari program penyempurnaan dari Autocad dan Autodesk Mechanical Desktop. Lebih lanjut, program ini sangat cocok bagi pengguna Autodesk Autocad yang ingin meningkatkan kemampuannya karena memiliki konsep yang hampir sama dalam menggambar 3D [4]. Perancangan mesin pemadat sampah plastik dengan sistem kerja otomatis ini merupakan rancangan lanjutan dari rancangan mesin pemadat sampah yang sudah ada sebelumnya yang masih menggunakan kontrol manual. Perancangan mesin pemadat sampah plastik ini menggabungkan beberapa cabang ilmu mekanika dan elektronika; mesin pemindah bahan, mekanika struktur, analisis motor dan teknikal kontrol. Keunggulan mesin pemadat sampah plastik dengan sistem kerja otomatis ini adalah mengurangi mobilitas kerja manusia dan lebih menitikberatkan kepada kinerja dari rangkaian alat yang ada pada

mesin. Alat ini juga lebih praktis penggunaannya karena dioperasikan secara otomatis menggunakan perintah program pada PLC.

Dari permasalahan yang ada, penelitian serta pengujian laboratorium cukup penting untuk memenuhi hasil pengujian yang memuaskan dan valid. Karena adanya sarana dan prasarana yang cukup menunjang pada peralatan laboratorium, hasil dari percobaan pada mesin yang disajikan dapat mendekati kesesuaian untuk hasil yang di inginkan sehingga penelitian ini nantinya dapat berguna disegala aspek baik untuk kepentingan akademik, media praktikum, ataupun implementasi pada dunia industri dengan sekala yang lebih besar di masa yang akan datang.

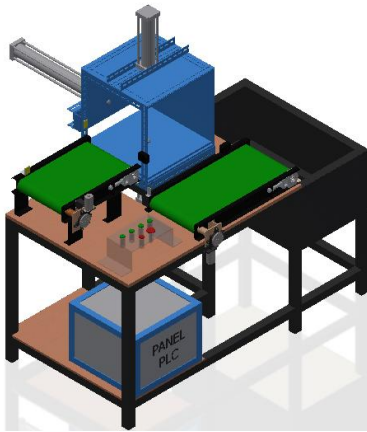
Konstruksi struktur yang dianalisis harus dapat menahan beban yang terjadi pada rangka. Beban-beban tersebut dapat berupa beban gravitasi, beban geser, beban muatan, dan sebagainya. Salah satu sumber informasi mengenai penelitian terdahulu mengenai perancangan pneumatik pemadat sampah plastik karya Hakim Abdau tahun 2016. Dibahas secara lengkap mengenai perancangan mesin pemadat sampah untuk tujuan penanganan limbah plastik di lingkungan masyarakat [5]



Gambar 1. Desain mesin pneumatik pemadat sampah plastik

2. Analisis Desain

Desain 3 dimensi pada gambar 2 dibuat dengan menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Design* yaitu, *Autodesk Inventor* edisi tahun 2017.



Gambar 2. Desain mesin pemadat sampah plastik otomatis.

2.1 Analisis Struktur Komputasi

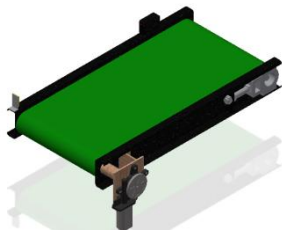
a. Desain 3D

Desain 3 dimensi terdiri dari desain *part* dan *assembly*. Desain *assembly* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

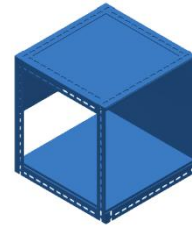
- Pneumatik
- Konveyor
- Ruang *Press*
- Panel PLC
- Meja
- Motor, Sensor, dan komponen pelengkap



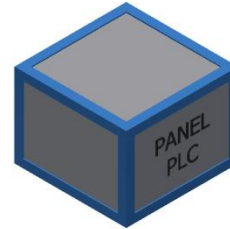
Gambar 3. Desain Pneumatik



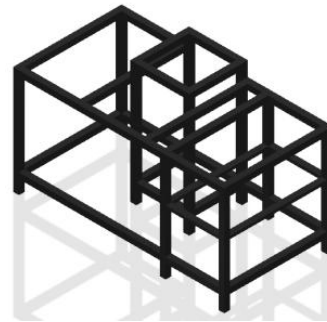
Gambar 4. Desain Konveyor



Gambar 5. Desain ruang press



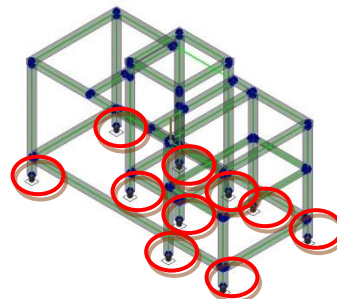
Gambar 6. Desain panel PLC



Gambar 7. Desain meja

b. Menentukan *constraint*

Pada analisis struktur rangka mesin pemadat sampah plastik, *constraint* yang digunakan adalah *fixed constraint*. Dengan *fixed constraint* rangka didesain untuk diam (statis) pada landasan yang telah ditentukan.



Gambar 8 *Fixed constraint* rangka

c. Menentukan *load*

Load pada desain terdiri dari 2 macam, yaitu:

1. *Load* pada rangka

Penentuan *load* pada rangka mesin pemadat sampah, kemudian *load* yang digunakan di sini terdiri dari *Force* dan *Gravity*.

2. Force

Untuk menghitung besar *force* yang digunakan, dapat digunakan perhitungan hukum kedua newton yang menggambarkan hubungan gaya dengan massa dan percepatan. *Force* diberikan pada sambungan rangka dengan konveyor, seperti pada Gambar 3.18 Asumsi nilai *force* yang digunakan adalah 392 N

Gravity diletakkan pada center of gravity dari konveyor. Gravity pada konveyor tidak perlu dihitung karena telah secara otomatis bernilai 9810 mm/s².

Tabel 1. Force pada meja kerja

No	Komponen	Force (N)
1.	Konveyor 1	13,5
2.	Konveyor 2	18,5
3.	Ruang Press	39,2
4.	Panel PLC	5,3
5.	Komponen Pelengkap	2,7
	Total	79,2

Variasi berat yang akan digunakan pada pengujian komputasional adalah 0,2 kg, dan 0,5 kg.

- Untuk mencari *Force* pada benda kerja dengan berat 0,2 kg dapat menggunakan persamaan berikut:

$$F = m \cdot g$$

$$F = 0,2 \cdot 9,81$$

$$F = 1,96 \text{ N}$$

- Untuk mencari *Force* pada benda kerja dengan berat 0,5 kg dapat menggunakan persamaan berikut:

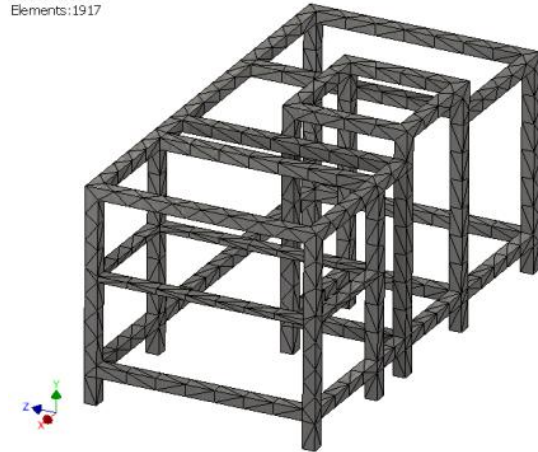
$$F = m \cdot g$$

$$F = 0,5 \cdot 9,81$$

$$F = 4,91 \text{ N}$$

Proses *meshing* akan dilakukan setelah melakukan verifikasi material, pemberian constraint, dan pemberian load. *Meshing* akan menggunakan nilai standar yang ada pada Autodesk Inventor. *Meshing* diberikan pada seluruh permukaan objek uji

Nodes:4963
Elements:1917



Gambar 9. Proses *meshing*

Simulasi program dapat dilakukan apabila langkah-langkah sebelumnya telah dipenuhi.

2.2 Analisis Struktur Analitik

Pengujian struktur secara analitik dalam hal ini adalah pengujian terhadap desain yang telah dibuat agar memenuhi konsep keseimbangan benda tegar. Syarat suatu benda tegar dikatakan dalam kondisi seimbang adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah gaya arah } x = 0 \quad (\Sigma F_x = 0)$$

$$\text{Jumlah gaya arah } y = 0 \quad (\Sigma F_y = 0)$$

$$\text{Jumlah momen } M = 0 \quad (\Sigma M = 0)$$

Proses perhitungan analitik dengan menggunakan konsep kesetimbangan, adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan beban
- b. Membuat diagram benda: Diagram ruang dan Diagram benda bebas
- c. Membuat diagram gaya geser dan diagram momen
- d. Menginterpretasikan hasil analisis

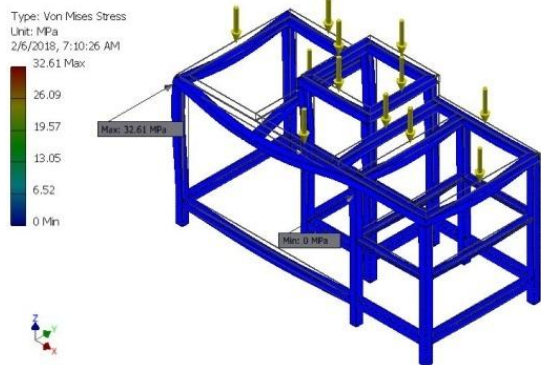
3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Pengujian komputasional

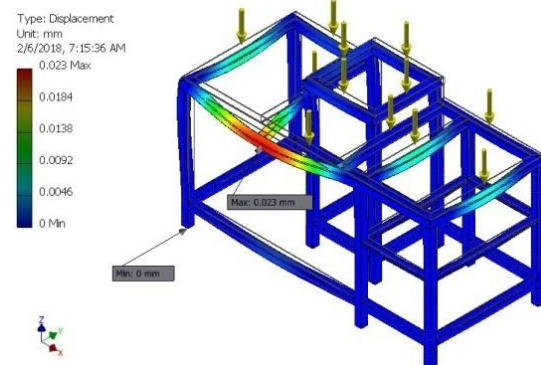
Hasil pengujian komputasional terdiri dari 3 parameter, yaitu; tegangan von mises, pergeseran, dan faktor keamanan.

Ada 3 beban yang diberikan pada rangka yaitu; beban yang diakibatkan oleh komponen yang ditopang, gaya gravitasi, dan momen yang diakibatkan perputaran *roller konveyor*. Hasil pengujian von mises bernilai maksimal 32,61 MPa. *Displacement* terbesar terjadi yaitu bernilai 0,023

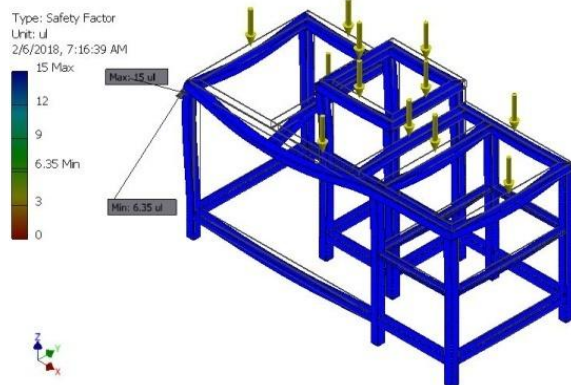
mm. Lalu *safety factor* bernilai 15 pada semua bagian objek.



Gambar 10. Hasil pengujian *von misses* pada rangka tanpa ada beban benda kerja



Gambar 11 Hasil pengujian *displacement* pada rangka tanpa ada beban benda kerja



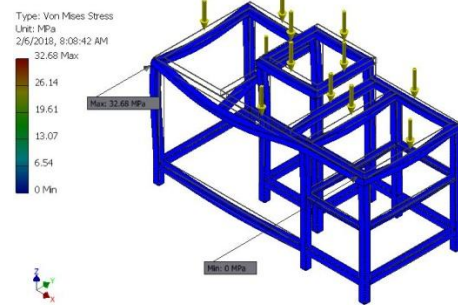
Gambar 12. Hasil pengujian *safety factor* pada rangka tanpa ada beban benda kerja

3.2 Pengujian Rangka dengan Komponen Disertai Beban Benda Kerja

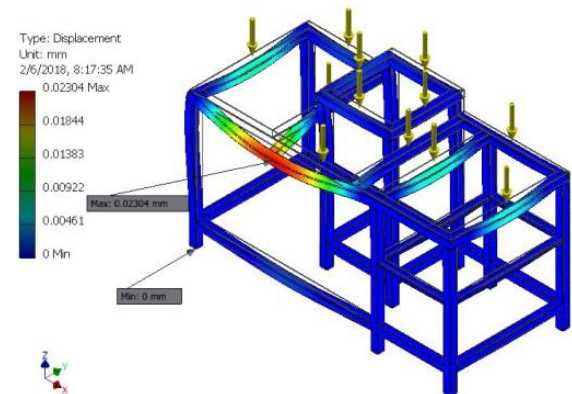
a. Simulasi rangka disertai benda kerja dengan beban 0.2 kg

Beban yang diberikan pada rangka yaitu; beban yang diakibatkan oleh komponen yang ditopang, gaya gravitasi, dan momen yang diakibatkan perputaran *roller konveyor* serta massa benda kerja sebesar 0,2 kg. Hasil pengujian von mises bernilai maksimal 32,68 MPa. Displacement

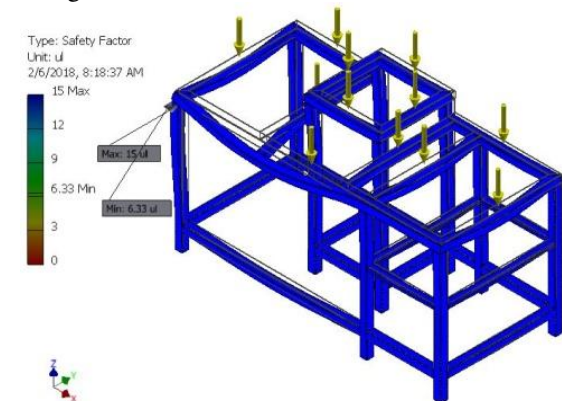
terbesar terjadi yaitu bernilai 0,02304 mm. Lalu *safety factor* bernilai 15 pada semua bagian objek..



Gambar 13. Hasil pengujian *Von Mises Stress* rangka saat komponen disertai benda kerja dengan beban 0.2 kg

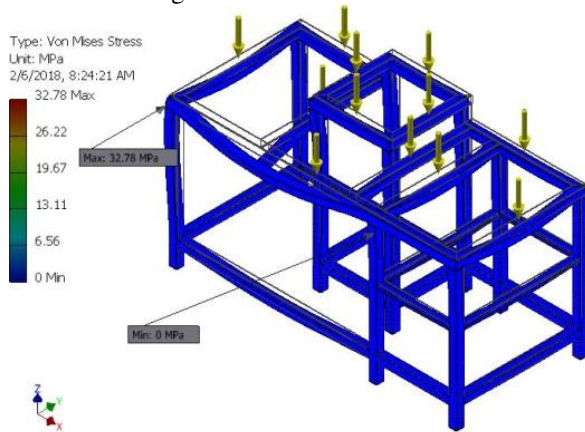


Gambar 14. Hasil pengujian *displacement* rangka saat komponen disertai benda kerja dengan beban 0.2 kg

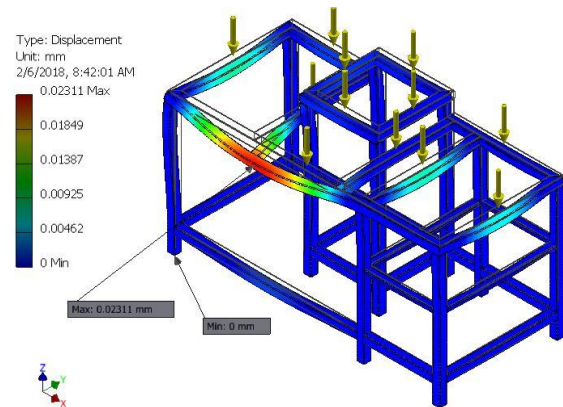


Gambar 15. Hasil pengujian *safety factor* rangka saat komponen disertai benda kerja dengan beban 0.2 kg

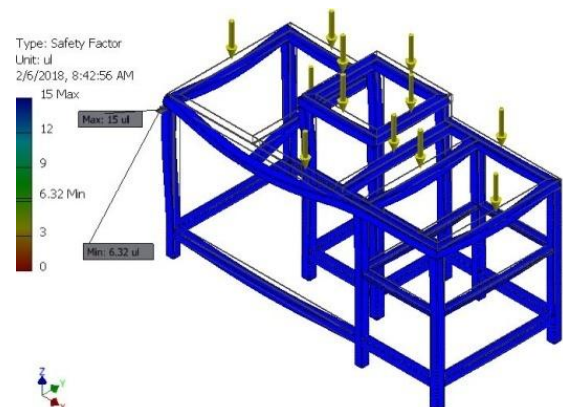
b. Simulasi rangka disertai benda kerja dengan beban 0.5 kg



Gambar 16. Hasil pengujian *Von Mises Stress* rangka saat komponen disertai benda kerja dengan beban 0.5 kg



Gambar 17. Hasil pengujian *Displacement* rangka saat komponen disertai benda kerja dengan beban 0.5 kg



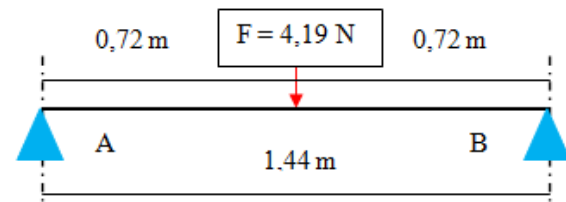
Gambar 18. Hasil pengujian *safety factor* rangka saat komponen disertai benda kerja dengan beban 0.2 kg

3.3 Perhitungan analitik

Pada perhitungan ini, konveyor diberi beban sebesar 0,5 kg. Beban tersebut merupakan beban

berat benda kerja maksimal yang dirancang. Berikut merupakan perhitungan teori kesetimbangan:

Analisa benda bebas

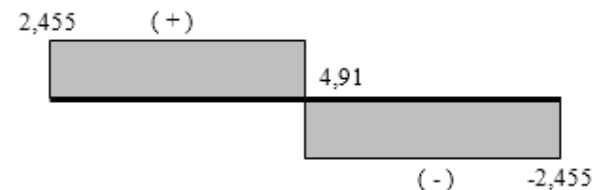


Gambar 19. Diagram benda bebas

$$\begin{aligned} \sum MA &= 0 \\ RB &= \frac{3,53}{1,44} = 2,455 \text{ N} \\ \sum MB &= 0 \\ RA &= \frac{3,53}{1,44} = 2,455 \text{ N} \\ \sum M &= 0 \\ 2,455 - 4,91 + 2,455 &= 0 \end{aligned}$$

Analisa gaya geser

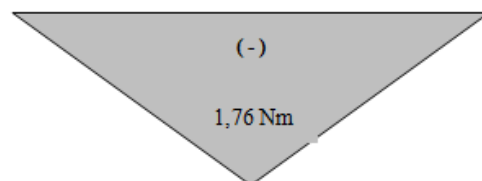
$$\begin{aligned} SA &= RA = 2,455 \text{ N} \\ SF \text{ kiri} &= SA = 2,455 \text{ N} \\ SF \text{ kanan} &= 2,455 - 4,91 = -2,455 \text{ N} \\ SB &= -2,455 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 20. Diagram gaya geser

Diagram moment

$$\begin{aligned} MA &= 0 \text{ Nm} \\ MC &= 2,455 \cdot 0,72 = 1,7676 \text{ Nm} \\ MB &= 0 \text{ Nm} \end{aligned}$$



Gambar 21. Diagram momen meja kerja

Perhitungan diagram benda bebas, diagram gaya geser, dan diagram momen lentur dapat dikatakan bahwa meja kerja pada kondisi setimbang.

4. Kesimpulan

Pada perancangan ini alat sudah berfungsi sesuai dengan deskripsi kerja yang telah ditentukan. Semua komponen dapat beroperasi sesuai fungsi dan kebutuhan kerja setiap komponen. Alat sudah dapat mengurangi mobilitas kerja manusia dan lebih menitik beratkan kepada kinerja dari rangkaian alat yang ada pada mesin. Pada pengujian komputasional yang telah dilaksanakan didapatkan 3 nilai utama yang dijadikan sebagai parameter keamanan desain mini rangka mesin pemadat sampah otomatis yaitu tegangan von mises, pergeseran, dan faktor keamanan. Dengan nilai tegangan von mises memiliki nilai terbesar 30,78 Mpa. Pergeseran memiliki nilai terbesar 0,02311 mm. Faktor keamanan bernilai 15 pada seluruh objek uji.

Pada grafik perbandingan antara pembebanan kosong, dengan 0,2 kg dan 0,5 kg dapat disimpulkan bahwa tegangan von mises yang dihasilkan masih dibawah nilai yang telah disyaratkan. Faktor keamanan bernilai 15 pada seluruh objek uji. Dengan hasil pengujian tersebut, maka beban yang diberikan pada rangka dapat ditambah hingga nilai faktor keamanan bernilai 5. Pada perhitungan analitik yang telah dilaksanakan untuk membuktikan nilai kesetimbangan desain telah terbukti bahwa nilai momen yang dihasilkan adalah nol. Dapat dikatakan bahwa gaya yang terjadi pada rangka mesin pemadat sampah plastik stabil.

Berdasarkan nilai tegangan von mises, faktor pergeseran, dan faktor keamanan dari pengujian komputasional, dan analisis momen pada perhitungan analitik dapat disimpulkan bahwa desain yang telah dibuat berada pada kondisi aman.

Referensi

- [1]. N. Marliani, "Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Organik) Sebagai Bentuk Implementasi Dari Pendidikan Lingkungan Hidup," *J. Formulatif*, vol. 4, no. 2, pp 124-132, 2014
- [2]. Londra, I.M., "Sampah Untuk Pakan Ternak," *Warta penelitian dan pengembangan Pertanian*, vol. 28, no 3, pp. 5-6, 2006
- [3]. N. Indah, S. Bahri, and A. Atthariq, "Analisis Proses Kerja Konveyor Mesin Pemadatsampah Plastik Dengan Pemrograman Plc," *J. Infomedia*, vol. 3, no. 2, pp. 43-48, Dec. 2018.
- [4]. Alchazin, Syaiful A.B., Modul *Autodesk Inventor*. Bogor, 2011
- [5]. Abdau, Hakim, "Perancangan Alat Simulasi Mesin Pneumatik Pemadat Sampah Plastik", *J. Teknik Mesin*, Universitas Mercubuana, 2016
- [6]. Gelbert M, Prihanto D, dan Suorihatn A. (1996). *Konsep Pendidikan LingkunganHidup dan " Wall Chart "*. *Buku Panduan Pendidikan Lingkunagn Hidup*. PPPGT / VEDC, Malang, 1996
- [7]. Jahidin, Saddam., Manfaat, Djauhar, "RancangBangun 3D Konstruksi Kapal Berbasis Autodesk Inventor untuk Menganalisa Berat Konstruksi", *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, no. 1, pp 1-6, 2013
- [8]. Purwaningrum, Parmiami, "Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan," *JTL*. vol 8, no.2, pp 141-147, 2016
- [9]. Setyono, Bambang., Mrihrenaningtyas, & Hamid, Abdul, "Perancangan dan analisis kekuatan frame sepeda Hibrid "Trisona" menggunakan software *autodesk invento*,". *J. IPTEK*, vol. 20, no. 2, pp 37-46, 2016
- [10]. Waguespack, Curtis, *Mastering Autodesk Inventor 2014 and Autodesk Inventor LT 2014*. Indianapolis, Indiana : Autodesk Official Press, 2013
- [11]. Zainuri, Ach. Muhib, *Kekuatan Bahan*, Yogyakarta : Penerbit Andi, 2006