

PERANCANGAN MESIN MELTER OTOMATIS UNTUK MENGOLAH SAMPAH PLASTIK MENJADI PAVING BLOCK

DESIGN OF AN AUTOMATIC MACHINE TO PROCESS PLASTIC WASTE INTO PAVING BLOCK

Fauzi Syarief¹, Muchlisinalahudin², Rudi Kurniawan Arief³

¹²³ Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat Jl. By Pass, Aur Kuning, Kecamatan Guguk Panjang, Kota Bukittinggi 26181, Indonesia

Email: Fauzisyarief123@gmail.com , rudi.arief@gmail.com

*Muchlisinalahuddin.umsuam@gmail.com

ABSTRACT

The increasing amount of plastic waste is one of the main challenges in current waste management. One solution that can be implemented is processing plastic waste into value-added products, such as paving blocks. This study aims to design and develop an efficient melting machine for processing plastic waste into paving blocks. The methods used in this research include the design phase using Solidworks 2022, prototyping, and testing of the melting machine. During the design phase, an analysis of the melting machine requirements was conducted, including capacity, operating temperature, and safety aspects. The design of the melting machine was carried out by considering ergonomic aspects, energy efficiency, and the ability to produce high-quality paving blocks. This process involved the use of materials resistant to high temperatures and thermal insulation materials to maintain optimal operating temperatures. The melting machine was then tested under various operational conditions to evaluate its performance. The melting machine must reach the required operating temperature of 200°C to melt plastic waste without damage. PET (polyethylene terephthalate) plastic waste processed into paving blocks has a compressive strength of 11.09 MPa and meets Class D quality standards in accordance with SNI 03-0691-1996.

Keywords: *paving blocks, the melter machine, prototype, design, plastic waste*

I. PENDAHULUAN

Setiap tahun, Indonesia memproduksi sekitar 7,8 juta ton sampah plastik[1]. Sebanyak 4,9 juta ton sampah plastik yang tidak dikelola dengan baik, dibuang di tempat pembuangan sampah ilegal atau bocor dari tempat pembuangan sampah yang tidak diatur dengan baik, menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia[2][3].

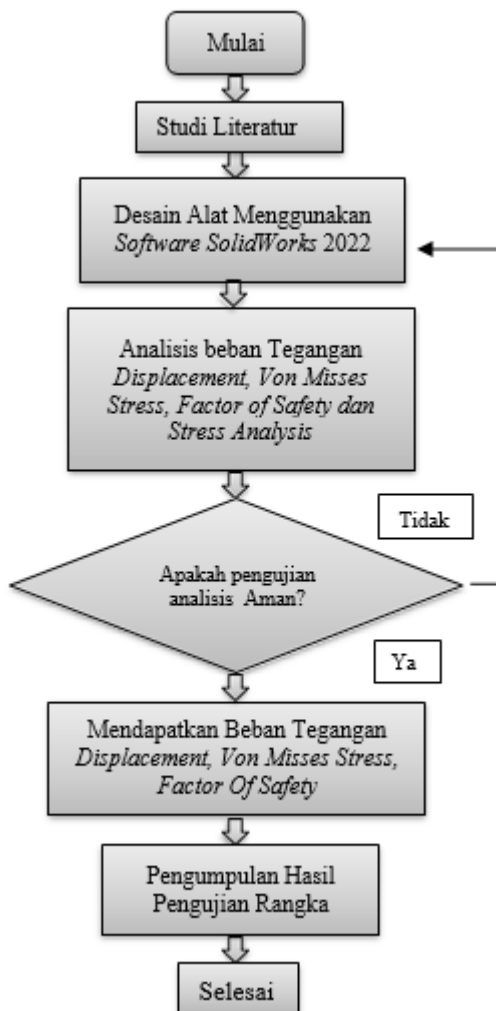
Meningkatnya jumlah sampah plastik di ekosistem kita telah mencapai tingkat kepedulian yang besar terhadap lingkungan yang bersih dan aman[4]. Plastik berbahaya karena tidak dapat terurai sehingga dapat bertahan lama di lingkungan[5]. Oleh karena itu, dari sekian banyak metode, teknologi, dan cara mendaur ulang sampah plastik menjadi sebuah produk baru, penggunaan mesin pengolah sampah plastik, Teknologi ini sangat efektif dan efisien dalam menciptakan produk daur ulang dari limbah plastik[6][7]. Pada tahun 2020, Purwandari dan kawan-kawannya telah berhasil memanfaatkan plastik sebagai eco paving block menggunakan metode design faktorial[8]. Paving block merupakan material konstruksi umum yang dapat

menjadi alternatif aplikasi daur ulang sampah plastik[9]. Paving block yang terbuat dari sampah plastik dapat menjadi pilihan yang berkelanjutan dan hemat biaya untuk berbagai proyek konstruksi, seperti jalan setapak, jalan masuk, dan tempat parkir[10]. Pemanfaatan sampah plastik sebagai bahan baku paving block dapat memberikan nilai tambah terhadap sampah plastik, sekaligus mengurangi penggunaan bahan baku alami, seperti pasir dan batu[11].

Untuk mengoptimalkan proses pengolahan sampah plastik menjadi paving block diperlukan suatu alat atau mesin yang dapat melakukan proses peleburan dan pencetakan secara otomatis otomatis yang mampu mengolah sampah plastik menjadi paving block secara efisien [12][13]. Mesin tersebut akan dirancang untuk melelehkan sampah plastik, mencetaknya menjadi bentuk yang diinginkan, dan menghasilkan paving block berkualitas tinggi[14]. pada penelitian ini membuat permodelan mesin melter pembuat paving block dengan kapasitas 50 kg sampah plastik dan otomatis menggunakan mesin pompa air sanyo tipe PS-135E dengan daya motor 125 w dalam penambahan oli bekas, mesin melter ini menjadikannya solusi sempurna untuk

pengolahan sampah plastik skala besar menjadi paving block [15].

II. METODE



Gambar 1. Diagram Alir

Metode penyusunan artikel ini meliputi tahapan metodologi perancangan artikel dan perolehan referensi. Langkah-langkah dalam metodologi ini melibatkan serangkaian proses sistematis dalam pengolahan data untuk mencapai hasil dan kesimpulan yang valid. Memiliki rencana yang terstruktur menjadi landasan dalam menyusun tugas akhir, sedangkan pengumpulan referensi merupakan langkah krusial untuk menjamin keberlangsungan dan keakuratan informasi yang digunakan dalam penelitian. Melalui rangkaian proses yang detail dalam metodologinya, diharapkan tercipta karya akhir yang ilmiah dan orisinal, juga berperan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan di area penelitian tersebut. Pentingnya langkah-langkah tersebut juga dapat membantu menghindari praktik plagiarisme dengan menekankan pada pengembangan pengetahuan dan analisis berdasarkan referensi yang relevan.

Bahan yang dipakai dalam produksi paving block merupakan plastik PET (*polyethylene terephthalate*) yang telah dihancurkan dan disucikan sampai kering.

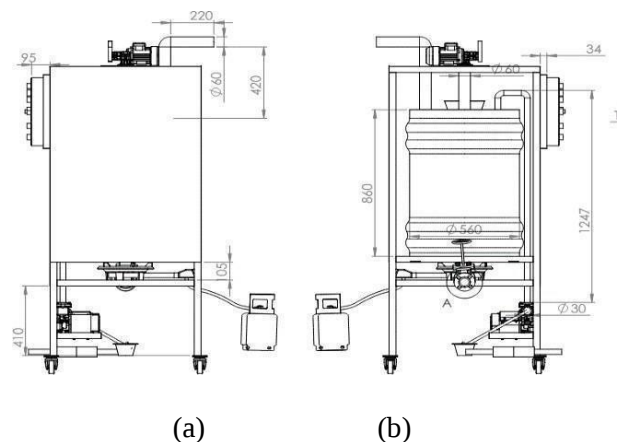
Kemudian untuk adonan selain plastik cincang perlu tambahan oli bekas agar adonan tidak menempel pada tabung pemanas dan diaduk menggunakan mixer.

A. Desain

Desain adalah strategi atau spesifikasi perencanaan yang digunakan untuk merancang dan mengembangkan suatu objek, sistem, implementasi aktivitas atau proses tertentu.



Gambar 2. Mesin Melter (Tampak Depan)



Gambar 3. Mesin Melter Desain 2D (a) Desain Tampak Samping (b) Desain Tampak Depan

B. Tools dan Materials

Perlengkapan yang dipakai dalam riset inidapat diuraikan sebagai berikut :

- Laptop HP 245 G7 Notebook

Laptop ini digunakan sebagai alat untuk mengoperasikan software analisis 3D.

- Perangkat Lunak Solid

Works 2022 SolidWorks adalah perangkat lunak 3D Computer Aided Desain (CAD) yang menyederhanakan proses desain. Dikembangkan oleh SolidWorks Corporation dan saat ini diakui

oleh CAD Dassault Systems, perangkat lunak ini menonjol karena kemudahan operasionalnya. SolidWorks tidak hanya digunakan untuk menggambarkan komponen 3D, tetapi juga menjadi salah satu *software* penting dalam teknologi saat ini.

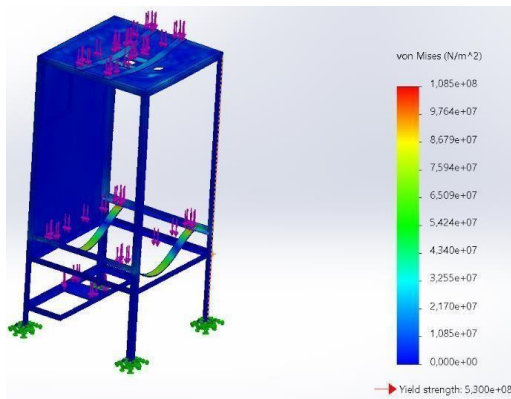
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini terutama berkonsentrasi pada pembuatan konfigurasi blade yang berbeda dan mengujinya menggunakan *Finite Elemen Method* (FEM) dengan perangkat lunak *Solidworks* 2022. Desain paling efektif yang ditemukan melalui penelitian ini kemudian digunakan dalam produksi *paving block* berbahan dasar sampah plastik.

Untuk melaksanakan penelitian ini kami akan memberikan beban masukan yang sesuai dengan kuat tarik dengan beban yang diberikan yaitu 20 kg pada posisi gearbox dan motor, beban 50 kg pada posisi drum, beban sebesar 10 kg pada posisi mesin pompa.

A. UJI FEM PADA RANGKA

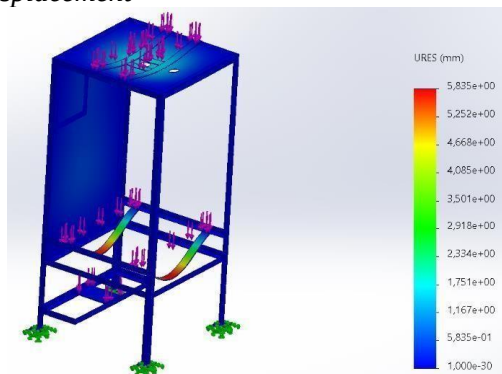
1) Von misses stress



Gambar 4. Von misses stress

Terlihat pada gambar 4, hasil simulasi bahwa rangka masih kuat menahan beban 20 kg, beban 50 kg dan 10 kg pada masing-masing posisi seperti terlihat pada grafik. *Stres* tertinggi adalah $1,085 \times 10^8$ MPa. Sedangkan *Yield Strength* atau titik lelehnya sebesar 530 MPa.

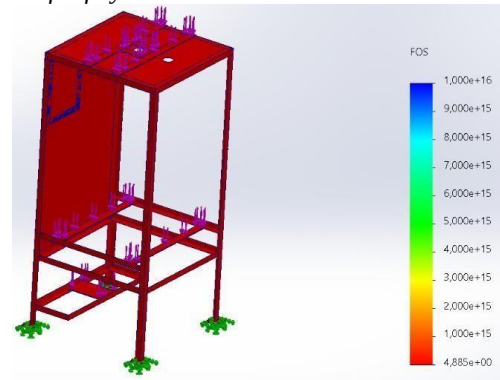
2) Displacement



Gambar 5. Displacement

Gambar 5, menunjukkan nilai *displacement* pada *frame Hamme Hodel*. Perpindahan dengan nilai tertinggi yang diperoleh adalah 5.835×10^0 mm yang ditandai dengan grafik berwarna merah.

3) Factor of safety

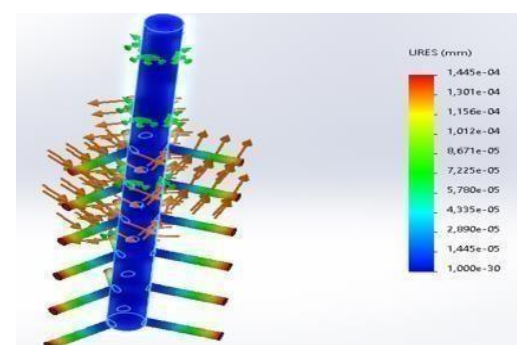


Gambar 6. Factor of safety

Pada gambar 6, menunjukkan hasil *factor of safety* rangka, nilai *factor of safety* yang memiliki nilai maksimal sebesar $4,885 \times 10^0$ dan minimal sebesar 1,000e, dengan *FOS distribution* sebesar 4,9 yang menegaskan bahwa rangka ini dapat digunakan dengan aman.

B. UJI FEM BESI PENGADUK

1) Displacement



Gambar 7. Displacement

Temuan dari simulasi *software Solidworks* pada mesin mixer pengaduk dengan beban 300 Mpa. Dengan menggunakan dimensi poros 30 mm dari hasil perhitungan, maka 1,445 mm merupakan nilai perpindahan akibat perubahan bentuk material. Di sudut-sudut sudu, tegangan mencapai nilai kritisnya. *Stres Von Mises* digunakan dalam analisis kegagalan. Nilai tegangan *von Mises* sebesar 11,14 Mpa ditemukan dari data simulasi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa simulasi pada gambar von Mises menunjukkan bahwa rangka masih cukup kuat untuk menahan beban sebesar 50 kg. Hal ini ditunjukkan oleh tegangan tertinggi yang tercatat pada grafik sebesar $1,085 \times 10^8$ MPa, yang masih berada di bawah nilai *Yield Strength* atau titik leleh material sebesar 530 MPa.

Perpindahan yang terjadi tercatat sebesar 5,835 mm, dan frame dinyatakan aman karena nilai faktor keamanan (FOS) yang diperoleh adalah 4,885, sedikit di bawah nilai distribusi FOS yang ditetapkan sebesar 4,9.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh tim laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan selama penelitian berlangsung, semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Kamaruddin, Maskun, F. Patittingi, H. Assidiq, S. N. Bachril, and N. H. Al Mukarramah, "Legal Aspect of Plastic Waste Management in Indonesia and Malaysia: Addressing Marine Plastic Debris," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 12, Jun. 2022, doi: 10.3390/su14126985.
- [2] L. Tambunan, C. Mufrida, and D. Larasati, "Study of mechanical properties of multilayer composite plastic blocks with various materials," *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 2023, doi: 10.1080/13467581.2023.2265139.
- [3] O. Adiyanto, E. Mohamad, and J. A. Razak, "Systematic Review of Plastic Waste as Eco-Friendly Aggregate for Sustainable Construction," *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, vol. 13, no. 2, pp. 243–257, 2022, doi: 10.30880/ijscet.2022.13.02.022.
- [4] M. G. Kibria, N. I. Masuk, R. Safayet, H. Q. Nguyen, and M. Mourshed, "Plastic Waste: Challenges and Opportunities to Mitigate Pollution and Effective Management," Feb. 01, 2023, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. doi: 10.1007/s41742-023-00507-z.
- [5] A. F. Ikechukwu and A. Naghizadeh, "Utilization of Plastic Waste Material in Masonry Bricks Production Towards Strength, Durability and Environmental Sustainability," *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, vol. 30, no. 1, pp. 121–141, 2022, doi: 10.5755/j01.sace.30.1.29495.
- [6] N. H. Zulkernain, P. Gani, N. Chuck Chuan, and T. Uvarajan, "Utilisation of plastic waste as aggregate in construction materials: A review," Aug. 16, 2021, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.123669.
- [7] V. Pandey, P. Jash, B. Ruj, and V. K. Srivastava, "Sorting of plastic waste for effective recycling," *Journal of Applied Sciences and Engineering Research*, vol. 4, 2015, doi: 10.6088/ijaser.04058.
- [8] A. T. Purwandari, A. Ratnamirah, N. Parwati, and W. N. Tanjung, "Determining optimum eco paving block compositions by using factorial design method," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, May 2020. doi: 10.1088/1757-899X/847/1/012008.
- [9] J. Nyika and M. Dinka, "Recycling plastic waste materials for building and construction Materials: A minireview," *Mater Today Proc*, vol. 62, pp. 3257–3262, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.04.226.
- [10] K. Nishikant, A. Nachiket, I. Avadhut, and A. Sangar, "Manufacturing of Concrete Paving Block by Using Waste Glass Material," *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 6, no. 6, 2016, [Online]. Available: www.ijsrp.org
- [11] T. Sembiring and C. P. Harahap, "Utilization of polypropylene plastic waste, used rubber tire and fly ash as raw materials of paving block," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Mar. 2020. doi: 10.1063/5.0003789.
- [12] A. Kassab, D. Al Nabhani, P. Mohanty, C. Pannier, and G. Y. Ayoub, "Advancing Plastic Recycling: Challenges and Opportunities in the Integration of 3D Printing and Distributed Recycling for a Circular Economy," Oct. 01, 2023, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). doi: 10.3390/polym15193881.
- [13] M. Hariansyah, A. K. Halim, J. K. Sholeh, I. Km, B. Jawa, and B. Indonesia, "PROCEEDINGS-International Conference Internationalization of Islamic Higher Education Institutions Toward Global Competitiveness Control System Design in Production Machines Paving Block Made from Plastic Waste."
- [14] A. W. Abboud, D. P. Guillen, and B. A. Christensen, "Prediction of melter cold- cap topology from plenum temperatures

- [19] with computational fluid dynamics and machine learning,” *International Journal of Ceramic Engineering & Science*, vol. 4, no. 4, pp. 257–269, Jul. 2022, doi: 10.1002/ces2.10134.
- [20] S. Ghundare, S. Giri, D. Ingale, A. Bolbhat, and Prof. S. Patil, “A Survey on Design of Pavement Blocks Made from Waste of Plastic, Glass & Aluminum Foil,” *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 10, no. 3, pp. 659–661, Mar. 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.40723.