

RANCANG BANGUN MESIN PELEBUR DAN PENCETAK PAVING BLOCK BERBAHAN DASAR PLASTIK LDPE

Hendri Sukma^{1,*}, Ardifan Risdamaji², M. Fajri Akbar²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jl.Srengseng Sawah, Jagakarsa Jakarta Selatan, 12640

²Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jl.Srengseng Sawah, Jagakarsa, 12640

*E-mail: hendrisukma@gmail.com

Diterima: 8 November 2020

Direvisi: 11 Februari 2021

Disetujui: 2 Juli 2021

ABSTRAK

Rancang bangun mesin pelebur dan pencetak *paving block* berbahan dasar limbah plastik LDPE bertujuan untuk pendaurulangan limbah plastik dengan cara peleburan dan kemudian dicetak kembali menjadi produk terpakai dan diharapkan dapat menjadi solusi dalam proses daur ulang limbah plastik yang semakin meningkat. Rancang bangun mesin pelebur ini menggunakan sistem pengaduk yang terdiri dari 4 *blade* untuk mempermudah proses peleburan limbah plastik. Perencanaan dari mesin ini yaitu menggunakan motor listrik arus AC 1 HP dengan kecepatan putaran 1330 RPM. Putaran dari motor listrik direduksi hingga putaran *pulley* menjadi 532 RPM pada proses pengadukannya. Komponen pada mesin pelebur limbah plastik ini terdiri dari komponen yang dibeli dan ada pula yang diproduksi. Komponen yang dibuat diantaranya adalah pengaduk atau pengaduk, tabung pelebur, serta rangka penopang mesin. Hasil akhir dari mesin ini yaitu berupa plastik leleh yang telah tercampur oli untuk kemudian dicetak dalam cetakan *paving block*.

Kata kunci : Limbah plastik, *paving block*, peleburan, pengadukan

ABSTRACT

The design of smelting and paving block molding machines made from LDPE plastic waste aims to recycle plastic waste by melting it and then reprinting it into used products and is expected to be a solution in the increasing plastic waste recycling process. The design of this smelter uses a mixer system consisting of 4 blades to facilitate the melting process of plastic waste. The planning of this machine is to use a 1 HP AC electric motor with a rotation speed of 1330 RPM. The rotation of the electric motor is then reduced to 532 RPM during the stirring process. The components in this plastic waste melting machine consist of components that are purchased and some are produced. The components that are made include a mixer or mixer, melting tube, and machine support frame. The final result of this machine is in the form of melted plastic which has been mixed with oil and then printed in a paving block mold.

Keywords: Plastic waste, *paving block*, smelting, stirring.

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi plastik global antara tahun 1950 dan 2015 saja menunjukkan bahwa setiap tahun ada peningkatan sebesar 9% setiap tahun. Berdasarkan data, satu juta botol minum plastik diperdagangkan setiap menit, sementara 500 triliun kantong plastik sekali pakai digunakan oleh publik setiap tahun. Hampir 50% dari total produksi plastik dirancang hanya digunakan sekali dan ini yang merusak lingkungan (Geyer et al., 2017). Setiap tahunnya terdapat 3,22 juta metrik ton limbah plastik yang tidak tertangani dan terdapat 0,48 – 1,29 juta metrik ton limbah plastik yang mengotori ekosistem lautan per tahunnya (Jambeck et al., 2015). Pada umumnya terdapat 3 cara penanggulangan limbah plastik yaitu dengan mengganti kantong plastik dengan kantong berbahan dasar kain, pengolahan limbah plastik dengan metode fabrikasi dan pemakaian plastik yang mudah terurai (Nasution, 2015). Secara global, tingkat komposisi limbah plastik yang paling tinggi yaitu limbah plastik berjenis polyethylene dan diikuti dengan polypropylene (Sellakutty & Professor, 2016). Oleh karena banyaknya pencemaran yang diakibatkan oleh limbah plastik, maka diperlukan upaya untuk mendaur ulang limbah plastik tersebut menjadi produk yang berguna. Salah satu upaya dalam mengurangi limbah plastik diantaranya yaitu dengan mengolah kembali limbah plastik untuk dijadikan *paving block* (Chavan et al., 2019). Adapun cara penanggulangan limbah plastik dapat dilakukan dengan melebur limbah plastik dan mencampurnya dengan bahan perekat untuk kemudian dicetak menjadi *paving block*. Berdasarkan latar belakang di atas, pada perancangan ini dipilih suatu mesin yang digunakan untuk melebur limbah plastik yang didesain dengan aplikasi pengaduk sebagai mekanisme penggerak untuk pengaduk di dalam tabung pelebur. Mesin pelebur limbah plastik ini menggunakan motor listrik sebagai sumber penggerak utamanya dimana motor listrik memiliki keunggulan tidak mencemari udara.

A. *Paving Block*

Paving block adalah suatu bangunan yang dibuat dari campuran semen atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya

tanpa mengurangi mutu paving block itu. *Paving block* biasanya banyak digunakan sebagai batu pijakan di halaman, pelabuhan, tempat parkir ataupun fasilitas pejalan kaki di area publik (SNI 03-0691-1996, 1996). Pada penelitian ini, digunakan beberapa agregat bahan dalam pembuatan *paving block* diantaranya limbah plastik LDPE, oli bekas dan juga pasir. *Paving block* berbahan dasar plastik LDPE membutuhkan waktu 24 jam pengeringan untuk menghasilkan *paving block* yang berstruktur baik (B. Shanmugavalli et al., 2017).

B. Proses Pencampuran (*Mixing*)

Prinsip dalam pencampuran bahan diturunkan dari prinsip mekanika fluida dan perpindahan bahan dimana proses terjadinya pencampuran bahan dipengaruhi oleh gerakan atau perpindahan bahan yang dicampur baik dalam posisi horizontal maupun posisi vertikal. Alat dari proses pencampuran ini terdiri dari wadah sebagai tempat penampung bahan campuran, kemudian poros yang dibuat sedemikian rupa dengan penambahan *blade* sebagai komponen yang berguna untuk memutar campuran bahan. Sistem transmisi juga dibutuhkan untuk mentransmisikan daya putaran yang dihasilkan motor penggerak. Daya pengadukan dari *mixer* dapat dicari dengan mengetahui 3 parameter utama yaitu viskositas bahan yang diaduk, bilangan Reynold, dan koefisien daya pengadukan. Persamaan daya apabila kondisi bilangan Reynold < 10 (aliran laminar) adalah sebagai berikut (Berk, 2018):

$$P = P_0 \cdot \eta \cdot n^2 \cdot D^3 \quad (1)$$

C. Plastik LDPE

Limbah plastik yang digunakan sebagai bahan baku *paving block* yaitu *Low Density Polyethylene* (LDPE). Viskositas dari plastik LDPE dengan kondisi cair dan pada suhu 250°C adalah 3,6 N.s/m² (Iswadi et al., 2017). Plastik jenis ini banyak terdapat pada lingkungan sekitar dan banyak digunakan sebagai wadah pembungkus makanan pada umumnya.



Gambar 1. Plastik LDPE

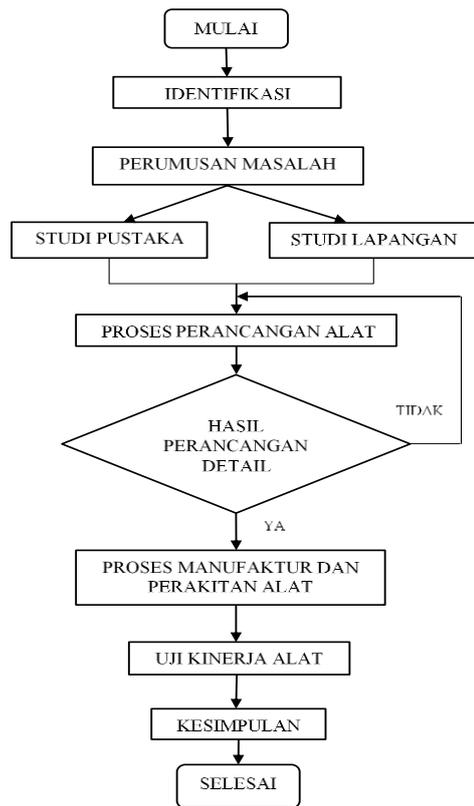
Adapun sifat material dari LDPE adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Sifat Material Plastik *Polyethylene* (Billmeyer, 1963)

No.	Parameter	Nilai
1	Titik Lebur	150° C
2	Koefisien termal	100 – 200 x 10 ⁻⁶
3	Massa jenis	910 – 940 kg/m ³
4	Tensile Strength	0,20 – 0,40 (N/mm ²)
5	Viskositas (suhu 250°C)	3,6 N.s/m ²

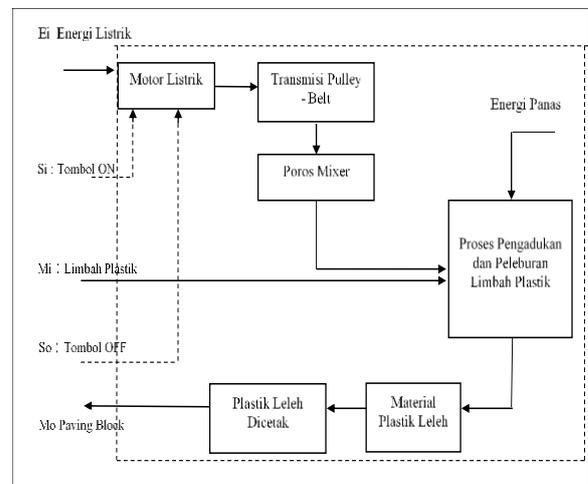
METODE PENELITIAN

Berisi bagaimana data dikumpulkan, sumber data dan cara analisis data, disertai alur penelitian yang dilakukan. Dalam penelitian ini, terdapat metodologi proses perancangan mesin pelebur limbah plastik. yang tersusun diagram alir atau *flowchart*. Rancang bangun mesin pelebur limbah plastik ini dijelaskan dalam diagram alir berikut :



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Proses perancangan alat menggunakan bantuan *software* Solidworks yang akan menghasilkan perancangan detail dari mesin pelebur dan pencetak limbah plastik. Secara keseluruhan, subfungsi keseluruhan dari mesin pelebur dan pencetak *paving block* dapat dilihat dalam gambar berikut :



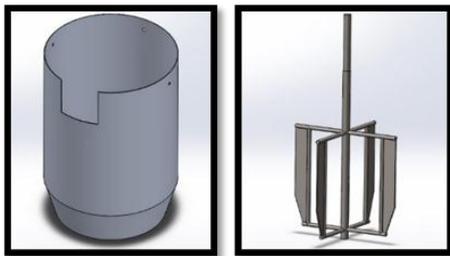
Gambar 3. Subfungsi Keseluruhan Mesin

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin pelebur limbah plastik dirancang dan diproduksi dengan memperhatikan aspek teknis dan ekonomis. Prinsip kerja dari mesin pelebur limbah plastik yaitu motor listrik sebagai sumber daya penggerak akan mentransmisikan putaran melalui transmisi *pulley – v belt*, transmisi *pulley – belt* dipilih karena sesuai dengan beban pengadukan *mixer* pada tabung pelebur. Putaran yang ditransmisikan *pulley - belt* akan memutar poros *mixer* di dalam tabung pelebur untuk proses pengadukan limbah plastik yang telah melebur.

A. Hasil Perangan Detail, Proses Manufaktur dan Perakitan Mesin

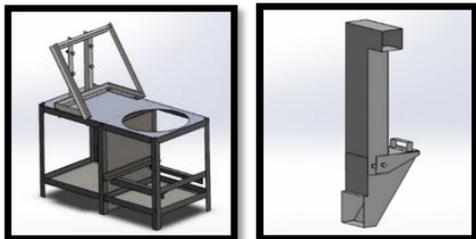
Beberapa komponen utama dari mesin pelebur dan pencetak *paving block* diantaranya :



(A)

(B)

Gambar 4. Gambar Rancangan : (A) Tabung Pelebur (B) Mekanisme Pengaduk



(C)

(D)

Gambar 5. Gambar Rancangan : (C) Rangka Mesin, (D) Corong Masuk dan Pembuangan

1. Tabung Pelebur

Perancangan tabung sebagai wadah atau bejana dalam poses peleburan dan pencampuran dengan diameter 350 mm dan tinggi 500 mm. Material yang dipilih dalam perencanaan dan produksi tabung ini yaitu alumunium 1060.

2. *Mixer* atau Pengaduk

Jumlah *blade* yang terdapat pada poros pengaduk berjumlah 4. Adapun dalam pembuatan blade pengaduk, dipilih besi pejal dengan material S 45 C dengan ukuran diameter 10 mm sepanjang 140 mm dengan jumlah 8 unit. Sebuah plat besi dengan ketebalan 3 mm juga di desain terhadap 4 sisi *blade* tersebut sebagai bagian dari blade pengaduk.

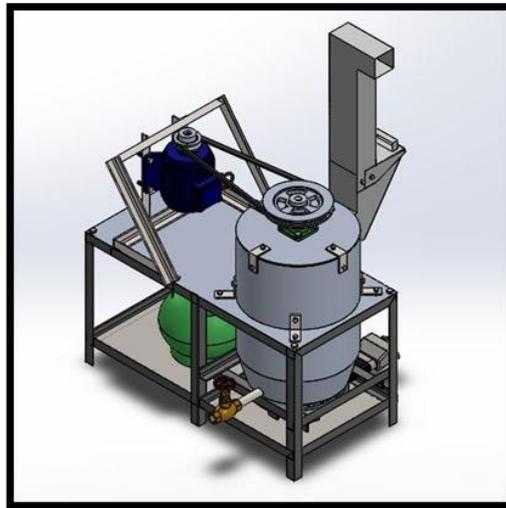
3. Rangka Mesin

Rangka mesin merupakan suatu komponen penting dalam suatu manufaktur suatu alat atau mesin yang berfungsi sebagai penopang dari berbagai komponen suatu alat atau mesin yang dirakit. Material yang digunakan sebagai rangka yaitu besi siku 30x30x3 mm berbahan dasar baja karbon.

4. Corong Masuk dan Pembuangan

Corong masuk dirancang sebagai jalur masuk bagi limbah plastik ke dalam tabung peleburan. Sementara cerobong asap dirancang dengan fungsi sebagai pembuangan asap hasil pembakaran yang berbahaya bagi kesehatan.

Dari perakitan komponen tersebut, dengan menggunakan fitur *assembly* pada software Solidworks, maka didapatkan hasil perancangan detail sebagai berikut :



Gambar 5. Mesin Pelebur Limbah Plastik

Hasil dari proses manufaktur dan perakitan dari mesin pelebur limbah plastik sebagai berikut:



(A)



(B)

Gambar 6. Proses Pembuatan : A. Rangka Utama, B. Rangka Motor Listrik



(A)



(B)

Gambar 7. Proses Pembuatan : (A) Poros Pengaduk, (B) Perakitan Transmisi Pulley – V Belt



Gambar 8. Mesin Pelebur Limbah Plastik

B. Hasil Pengujian

Pada pengujiannya, ditambahkan oli bekas yang ditujukan untuk mengatasi campuran dari plastik leleh yang bersifat lengket, sehingga oli akan mencegah campuran limbah plastik menempel pada permukaan tabung pelebur. Agregat pasir ditambahkan dengan proporsi 2 kg dan dicampurkan pada saat plastik leleh telah dituangkan ke dalam cetakan dari tabung pelebur. Prospek pengembangan dalam konsep rancang bangun mesin pelebur limbah

plastik ini yaitu dengan dirancang dan di produksinya mekanisme pengaduk pada proses peleburannya. Pada pembuatan *paving block* ditambahkan agregat oli bekas yang akan mempengaruhi tekstur dari plastik menjadi tidak lengket. Adapun suhu yang diatur berada pada suhu 200°C sehingga melebihi batas titik lebur dari plastik LDPE. Adapun agregat material yang digunakan dalam pembuatan *paving block* ditunjukkan tabel berikut :

Tabel 2. Data Hasil Pengujian

No.	Komposisi Material	Kuantitas	Temperatur	Putaran Pengaduk saat Kosong	Putaran Pengaduk saat Beroperasi	Kapasitas Produksi
1	Plastik LDPE	5 kg	200°C	532 Rpm	475 Rpm	8 liter/jam
2	Oli Bekas	3 liter				
3	Pasir	2 kg				

Kemudian hasil akhir dari plastik leleh yang telah dicetak adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Hasil Pencetakan *Paving Block*

KESIMPULAN

Mesin pelebur dan pencetak *paving block* berbahan dasar plastik LDPE dirancang dengan sistem pengaduk untuk memudahkan proses peleburan dan pencampuran. Daya penggerak dari pengaduk sangat bergantung pada viskositas plastik, sehingga didapatkan daya motor sebesar 1 HP berdasarkan perhitungan teknis. Dari hasil uji coba yang dilakukan, dapat diketahui dibutuhkan waktu 1 jam untuk melebur proporsi limbah plastik LDPE sebanyak 3 kg dan oli bekas sebanyak 2 liter dengan temperatur 200°C. Lama waktu peleburan tergantung dari banyaknya massa plastik dilebur, semakin banyak plastik yang dilebur maka semakin lama waktu yang dibutuhkan, begitu juga sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Shanmugavalli, K. Gowtham, P. Jeba Nalwin, & B. Eswara Moorthy. (2017). Reuse of Plastic Waste in Paver Blocks. *International Journal of Engineering Research And*, V6(02), 313–315.
- Berk, Z. (2018). *FOOD PROCESS ENGINEERING AND TECHNOLOGY*. Academic Press.
- Billmeyer, F. W. (1984). *Textbook of polymer science*. John Wiley & Sons.
- Chavan, M., Tamhane, S., Chavan, S., & Phuge, R. (2019). Manufacturing of pavement block by using waste plastic and sea sand. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 8(4), 4354–4359.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 1–5.
- Iswadi, D., Nurisa, F., & Liastuti, E. (2017). Pemanfaatan sampah plastik LDPE dan PET menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 1(2), 1–9.
- Jambeck, J. R., Ji, Q., Zhang, Y.-G., Liu, D., Grossnickle, D. M., & Luo, Z.-X. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. vol. 347, no. 6223, 764–768.
- Nasution, R. S. (2015). Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. *Journal of Islamic Science and Technology*, 1(1), 97–104.
- Sellakutty, D., & Professor, A. (2016). Utilisation of Waste Plastic in Manufacturing of Bricks and Paver Blocks. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(3), 364–368.
- SNI 03-0691-1996. (1996). Bata Beton (Paving Block). *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–9.

