

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK HDPE DAN PET DIJADIKAN SEBAGAI PAVING BLOCK DENGAN MENGGUNAKAN MESIN PELEBUR PLASTIK

Abdurahim Sidiq^{1,a}, Viky Priadi Eko Prabowo^{2,b}

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan (UNISKA) MAB

Jl. Adhiyaksa No. 2 Kayutangi Banjarmasin

Email: rahimsidiqs7q@gmail.com

ABSTRAK

Sampah plastik dapat bertahan hingga bertahun-tahun sehingga dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Maka dengan itu sampah cocok digunakan sebagai bahan pembuat paving block maka diperlukan Mesin Pelebur Plastik ini untuk mempermudah proses peleburan. Proses peleburan menggunakan tipe plastik PET dan HDPE. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk proses peleburan plastik, mengetahui berapa temperatur normal dalam proses peleburan plastik, dan untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis plastik terhadap proses peleburan plastik. Hasil penelitian pengujian dengan menggunakan tipe plastik PET dengan jumlah plastik 1 kg = 30 menit, 1,5 kg = 45 menit, 2 kg = 60 menit, 2,5 kg = 75 menit, dan 3 kg = 80 menit dengan rata-rata waktu peleburan 58 menit, dan tipe plastik HDPE dengan jumlah plastik 1 kg = 50 menit, 1,5 kg = 78 menit, 2 kg = 92 menit, 2,5 kg = 110 menit, 3 kg = 130 menit, pengaruh temperatur terhadap kedua tipe plastik adalah tipe plastik PET dengan jumlah plastik 1 kg = 1700C, 1,5 kg = 1850C, 2 kg = 1970C, 2,5 kg = 2000C, dan 3 kg = 2000C jadi rata-rata temperatur proses peleburan 190,40C, dan tipe plastik HDPE dengan jumlah plastik 1 kg = 2000C, 1,5 kg = 2000C, 2 kg = 2200C, 2,5 kg = 2270C, 3 kg = 2400C jadi rata-rata temperatur proses peleburan 217,40C. Dan pengaruh perbedaan pada plastik tipe PET dengan jumlah plastik 1 kg = 1879,87 joule, 1,5 kg = 3354,92 joule, 2 kg = 5096,81 joule, 2,5 kg = 6575,45 joule, dan 3 kg = 7013,82 joule dengan rata-rata 4784,17 joule, dan tipe plastik HDPE dengan jumlah plastik 1 kg = 4383,63 joule, 1,5 kg = 6838,47 joule, 2 kg = 9863,84 joule, 2,5 kg = 12160,69 joule, 3 kg = 16807,39 joule dengan rata-rata 10100,80 joule.

Kata Kunci : Sampah Plastik, Mesin Pelebur Plastik, Tipe Plastik

ABSTRACT

Plastic waste can last for years so it can cause pollution to the environment. Therefore, garbage is suitable for use as paving block making material, this Plastic Smelting Machine is needed to facilitate the smelting process. The smelting process uses PET and HDPE plastic types. This research aims to find out the time it takes for the plastic smelting process, to know what the normal temperature is in the plastic smelting process, and to find out how different types of plastic are affected by the plastic smelting process. The results of the test study using pet plastic type with the amount of plastic 1 kg = 30 minutes, 1.5 kg = 45 minutes, 2 kg = 60 minutes, 2.5 kg = 75 minutes, and 3 kg = 80 minutes with an average melting time of 58 minutes, and hdpe plastic type with plastic amount 1 kg = 50 minutes, 1.5 kg = 78 minutes, 2 kg = 92 minutes, 2.5 kg = 110 minutes, 3 kg = 130 minutes. , temperature influence on both types of plastic is PET plastic type with plastic amount 1 kg = 1700C, 1.5 kg = 1850C, 2 kg = 1970C, 2.5 kg = 2000C, and 3 kg = 2000C so the average melting process temperature is 190.40C, and HDPE plastic type with plastic amount 1 kg = 2000C, 1.5 kg = 2000C, 2 kg = 2200C, 2.5 kg = 2270C, 3 kg = 2400C so average melting process temperature 217.40C. And the effect of difference on PET type plastic with the amount of plastic 1 kg = 1879.87 joules, 1.5 kg = 3354.92 joules, 2 kg = 5096.81 joules, 2.5 kg = 6575.45 joules, and 3 kg = 7013.82 joules with an average of 4784.17 joules, and HDPE plastic type with

plastic amount of 1 kg = 4383.63 joules, 1.5 kg = 6838.47 joules, 2 kg = 9863.84 joules, 2.5 kg = 12160.69 joules, 3 kg = 16807.39 joules with an average of 10100.80 joules.

Keywords : Plastic Waste, Plastic Smelting Machine, Plastic Type

PENDAHULUAN

Sampah plastik di Indonesia mencapai 5,4 juta ton per tahun. Indonesia Solid Waste Association (InSWA) mengajak masyarakat untuk menggunakan plastik ramah lingkungan karena keberadaan plastik saat ini sangat mengkhawatirkan. Saat ini berdasarkan data statistik persampahan domestik Indonesia, jenis sampah plastik menduduki peringkat kedua yaitu sebesar 5,4 juta ton per tahun atau 14% dari total produksi sampah. Dari seluruh sampah yang ada, 57% ditemukan di pantai berupa sampah plastik. Sebanyak 46 ribu ton sampah plastik mengapung disetiap mile persegi samudera, bahkan kedalaman sampah plastik di samudera Pasifik mencapai hampir 100 meter. Saat ini rata-rata orang Indonesia menghasilkan sampah 0,5 kg dan 13% diantaranya adalah plastik. Sampah plastik menduduki peringkat ketiga dengan jumlah 3,6 ton per tahun atau 9% dari total produksi sampah. (H.Hartanto, 2016)

Sampah plastik dapat bertahan hingga bertahun-tahun sehingga dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Maka dengan itu sampah perlu mendapat penanganan dan perhatian serius, dan salah satu penanganannya yaitu dengan cara mendaur ulang sampah plastik tersebut, menjadi suatu kerajinan contohnya vas bunga, tas, tikar untuk di kawasan rumah, di bidang konstruksi limbah plastik dapat diubah menjadi paving block. (Enda, Sastra, Zulkarnain, & Rahman, 2019)

High Density Polyethylene (HDPE) merupakan salah satu bahan plastik yang aman digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan atau minuman yang akan dikemasnya. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Sedangkan plastik Polyethylene Terephthalate (PET) sering digunakan untuk bahan dasar botol kemasan, botol jenis PET/PETE ini direkomendasikan hanya sekali pakai. Terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (Cecep, 2012).

Menurut penelitian (Riyanto & Augrah) tentang Analisa Kinerja Mesin Plastic Melter Dengan Motor Listrik Bervariabel Speed Sebagai Penggerak Adukan. Hasil penelitian ini adalah menganalisa kinerja dari mesin plastic melter, penelitian ini menggunakan 2 variasi pulley bahan uji berupa sampah botol plastik, hasil dari pengujian plastic melter dalam melelehkan 5 kg plastik dengan temperatur 2000C sampai 3300C, dengan kapasitas kerja mesin 14,08 Kg/jam. Kinerja mesin memakai variabel pulley I dengan kecepatan output 278,4 rpm menghasilkan torsi dan daya mekanik sebesar 3,3 Nm dan 96 watt.

Menurut penelitian (Okatama, 2016) tentang Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. Hasil penelitian alat pelebur plastik ini menggunakan alat pemanas Heater Band dan Heater Nozzle dengan suhu mencapai 1000C – 3000C. Kapasitas produksi potongan plastik bisa mencapai 1 kg, bahan plastik Polyethylene Terephthalate (PET) melunak pada suhu 1800C dan mencair secara sempurna pada suhu 2000C. Alat ini menguji dengan berat yang berbeda diantaranya 100 gram, 200 gram, dan 300 gram masing-masing membutuhkan waktu 615 detik, 723 detik, dan 870 detik. Berkurangnya bahan plastik karena terjadi penyusutan selama dilebur yaitu mencapai 35 gram – 80 gram.

Adapun langkah positif yang harus diambil guna mengurangi sampah dengan melakukan 3R yaitu reduce (mengurangi), reuse (menggunakan kembali), dan recycle (mendaur ulang) (H.Hartanto, 2016). Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis akan melakukan penelitian dengan judul Pemanfaatan Limbah Plastik Hdpe Dan Pet Dijadikan Sebagai Paving Block Dengan Menggunakan Mesin Pelebur Plastik

Rumusan Masalah

1. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk proses peleburan plastik ?
2. Apa pengaruh temperatur terhadap proses peleburan plastik ?
3. Apa pengaruh perbedaan jenis plastik HDPE dengan plastik PET terhadap proses peleburan plastik ?

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk proses peleburan plastik.
2. Mengetahui berapa temperatur normal dalam proses peleburan plastik.
3. Mengetahui pengaruh perbedaan jenis plastik HDPE dengan plastik PET terhadap proses peleburan plastik.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan April 2020 sampai dengan bulan Agustus 2020, yang berlokasi di Jl.Trans Kalimantan Handil Bakti, Komplek Cinta Mulia, RT.19, Blok A1, NO.16, Desa Semangat Dalam, Kecamatan Alalak, Barito Kuala.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah plastik yang nantinya dijadikan sebagai paving block

Teknik Pengumpulan Data

No.	Jenis Plastik	Jumlah Plastik (kg)	Jumlah Oli Bekas (ml)	Waktu (menit)	Temperatur (°C)
1.	PET	1			
2.		2			
3.		3			
4.		4			
5.		5			

No.	Jenis Plastik	Jumlah Plastik (kg)	Jumlah Oli Bekas (ml)	Waktu (menit)	Temperatur (°C)
1.	HDPE	1			
2.		2			
3.		3			
4.		4			
5.		5			

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Pertama Dengan Tipe Plastik PET



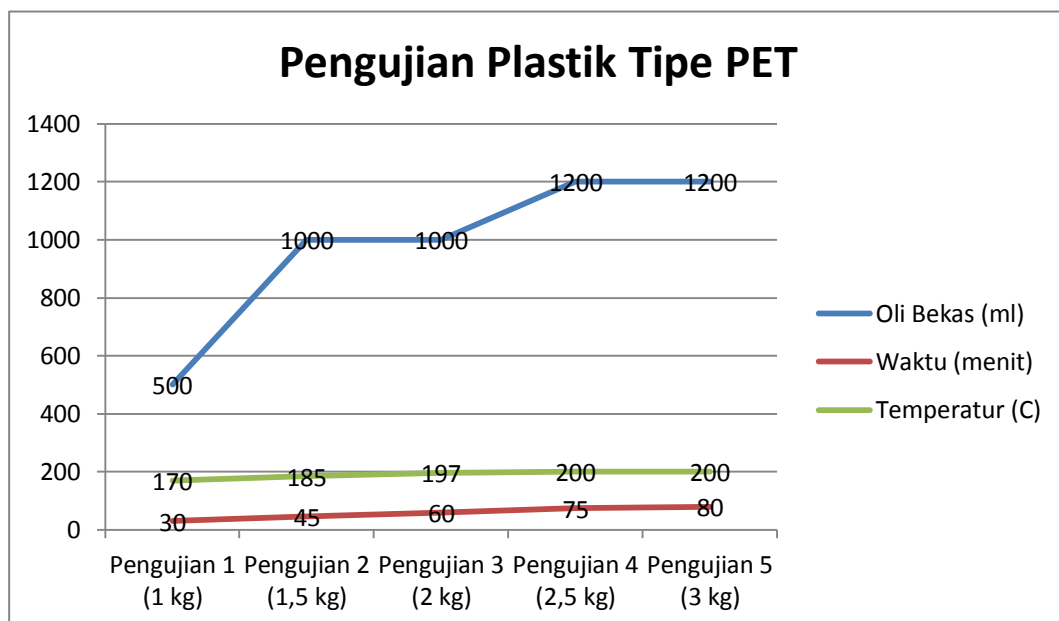
Gambar Pengujian Pertama

Dari hasil pengujian mesin pelebur plastik dengan tipe plastik PET, dengan pengujian sebanyak 5 kali dan disetiap pengujian jumlah plastik PET berbagai macam 1 kg, 2 kg, 3 kg, 4 kg, dan 5 kg. Adapun data pengujian yang sudah dilakukan ditunjukkan oleh tabel dibawah ini :

Tabel Pengujian Pertama Dengan Tipe Plastik PET

No.	Jenis Plastik	Jumlah Plastik (kg)	Jumlah Oli Bekas (ml)	Waktu (menit)	Temperatur (°C)
1.	PET	1	500	30	170
2.		2	1000	55	185
3.		3	1200	60	197
4.		4	1300	60	200
5.		5	1800	65	200

1. Pada pengujian pertama dengan jumlah plastik sebanyak 1 kg dan oli bekas sebanyak 500 ml, dengan waktu peleburan 30 menit, dan temperatur 1700C.
2. Pada pengujian kedua dengan jumlah plastik sebanyak 2 kg dan oli bekas sebanyak 1.000 ml, dengan waktu peleburan 55 menit, dan temperatur 1850C.
3. Pada pengujian ketiga dengan jumlah plastik sebanyak 3 kg dan oli bekas sebanyak 1.200 ml, dengan waktu peleburan 60 menit, dan temperatur 1970C.
4. Pada pengujian keempat dengan jumlah plastik sebanyak 4 kg dan oli bekas sebanyak 1.300 ml, dengan waktu peleburan 60 menit, dan temperatur 2000C.
5. Pada pengujian ketiga dengan jumlah plastik sebanyak 5 kg dan oli bekas sebanyak 1.800 ml, dengan waktu peleburan 65 menit, dan temperatur 2000C.



Grafik Pengujian Plastik Tipe PET

Hasil Pengujian Kedua Dengan Tipe Plastik HDPE



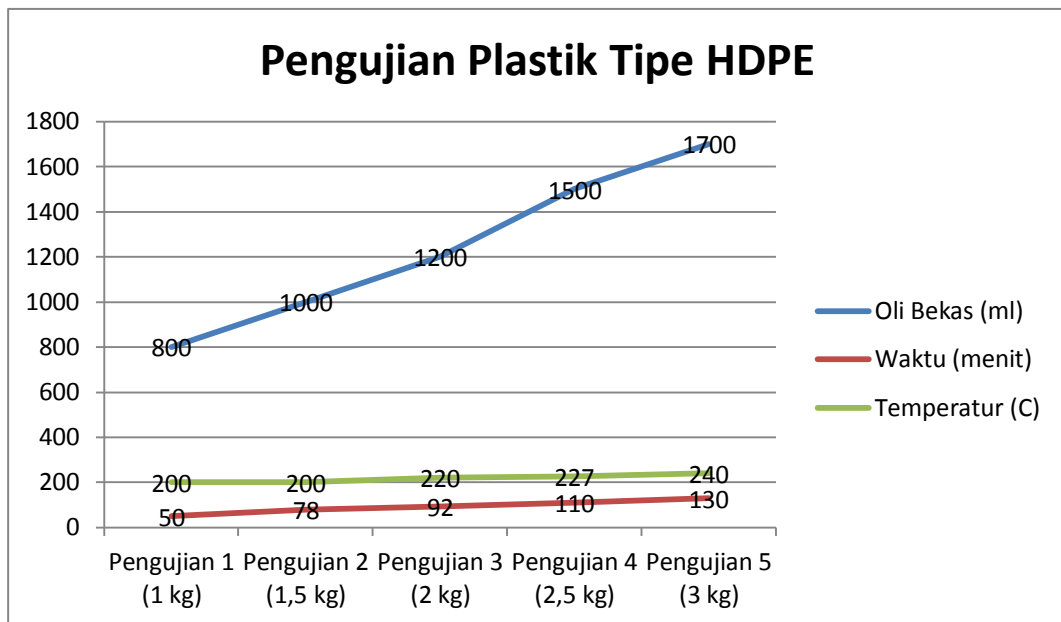
Gambar Pengujian Kedua

Dari hasil pengujian mesin pelebur plastik dengan tipe plastik HDPE, dengan pengujian sebanyak 3 kali dan disetiap pengujian jumlah plastik HDPE berbagai macam 1 kg, 1,5 kg, dan 2 kg, 2,5 kg, dan 3 kg Adapun data pengujian yang sudah dilakukan ditunjukkan oleh tabel dibawah ini :

Tabel Pengujian Kedua Dengan Tipe Plastik HDPE

No.	Jenis Plastik	Jumlah Plastik (kg)	Jumlah Oli Bekas (ml)	Waktu (menit)	Temperatur (°C)
1.	HDPE	1	700	50	200
2.		2	1000	78	200
3.		3	1200	92	240
4.		4	1500	110	227
5.		5	1700	130	260

1. Pada pengujian pertama dengan jumlah plastik sebanyak 1 kg dan oli bekas sebanyak 800 ml, dengan waktu peleburan 50 menit, dan temperatur 200°C.
2. Pada pengujian kedua dengan jumlah plastik sebanyak 1,5 kg dan oli bekas sebanyak 1.000 ml, dengan waktu peleburan 1 jam 18 menit, dan temperatur 200°C.
3. Pada pengujian ketiga dengan jumlah plastik sebanyak 2 kg dan oli bekas sebanyak 1.200 ml, dengan waktu peleburan 1 jam 32 menit, dan temperatur 220°C.
4. Pada pengujian keempat dengan jumlah plastik sebanyak 2,5 kg dan oli bekas sebanyak 1.500 ml, dengan waktu peleburan 1 jam 50 menit, dan temperatur 227°C.
5. Pada pengujian kelima dengan jumlah plastik sebanyak 3 kg dan oli bekas sebanyak 1.700 ml, dengan waktu peleburan 2 jam 10 menit, dan temperatur 240°C.



Grafik Pengujian Plastik Tipe HDPE.

Analisis Data

Aspek Teknis

Dari hasil pengujian mesin pelebur plastik dengan tipe plastik PET dan HDPE dengan pengujian sebanyak 5 kali dan disetiap pengujian jumlah plastik berbagai macam 1 kg, 1,5 kg, 2 kg, 2,5 kg, dan 3 kg. Adapun perhitungan radiasi plastik seperti dibawah ini :

$$\text{laju kalor} = \frac{Q}{t} = \sigma eAT^4$$

1. Contoh perhitungan radiasi plastik PET.

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis PET dengan jumlah plastik 1 kg
Penyelesaian :

$$\frac{q}{1800} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (443^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (443^4 - 313^4) \times 1800 \\ = 1879,87 \text{ joule}$$

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis PET dengan jumlah plastik 1,5 kg

$$\frac{q}{2700} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (458^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (458^4 - 313^4) \times 2700 \\ = 3354,92 \text{ joule}$$

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis PET dengan jumlah plastik 2 kg

$$\frac{q}{3600} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (470^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (470^4 - 313^4) \times 3600 \\ = 5096,81 \text{ joule}$$

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis PET dengan jumlah plastik 2,5 kg

$$\frac{q}{4500} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (473^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (473^4 - 313^4) \times 4500 \\ = 6575,45 \text{ joule}$$

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis PET dengan jumlah plastik 3 kg

$$\frac{q}{4800} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (473^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (473^4 - 313^4) \times 4800 \\ = 7013,82 \text{ joule}$$

2. Contoh perhitungan radiasi plastik HDPE.

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis HDPE dengan jumlah plastik 1 kg

$$\frac{q}{3000} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (473^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (473^4 - 313^4) \times 3000 \\ = 4383,63 \text{ joule}$$

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis HDPE dengan jumlah plastik 1,5 kg

$$\frac{q}{4680} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (473^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (473^4 - 313^4) \times 4680 \\ = 6838,47 \text{ joule}$$

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis HDPE dengan jumlah plastik 2 kg

$$\frac{q}{5520} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (493^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (493^4 - 313^4) \times 5520 \\ = 9863,84 \text{ joule}$$

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis HDPE dengan jumlah plastik 2,5 kg

$$\frac{q}{6600} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (500^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (500^4 - 313^4) \times 6600$$

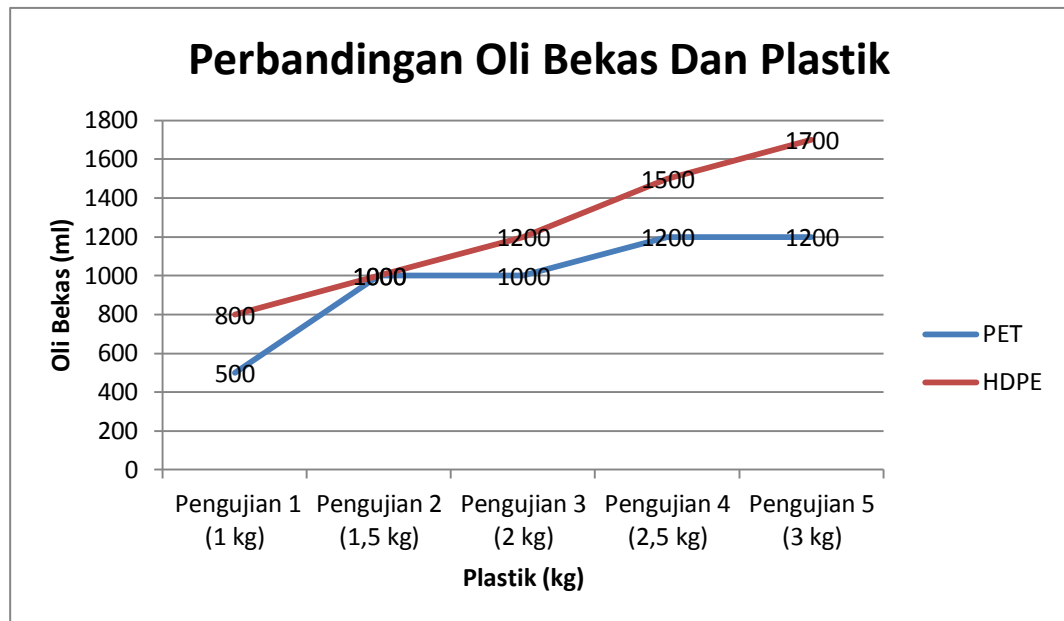
$$= 12610,69 \text{ joule}$$

- Menghitung radiasi dari peleburan plastik jenis HDPE dengan jumlah plastik 3 kg

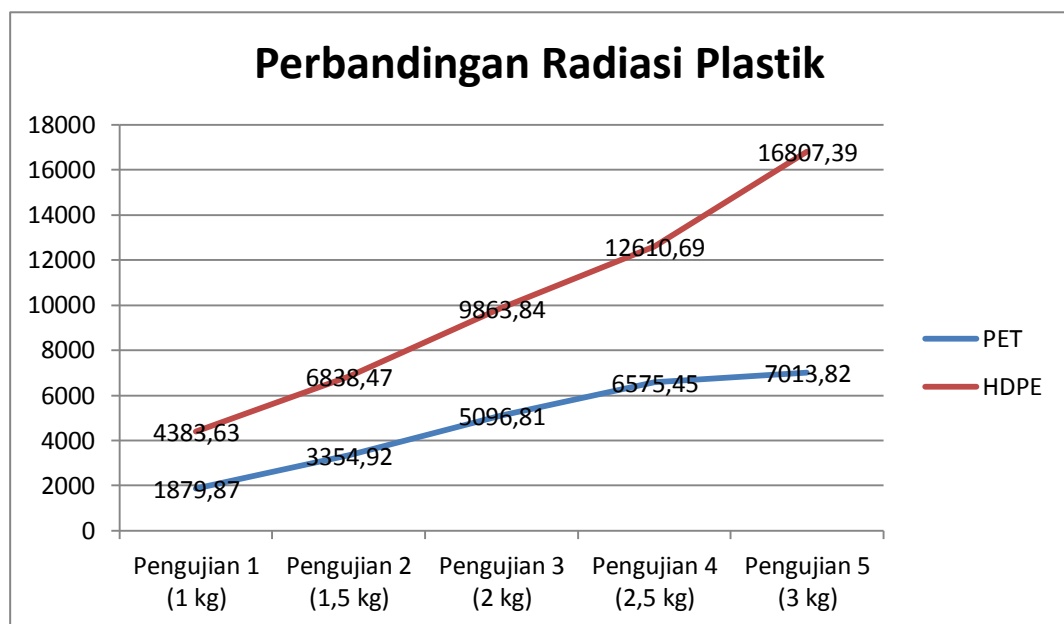
$$\frac{q}{7800} = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (513^4 - 313^4)$$

$$q = 0,91 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,0007 \times (513^4 - 313^4) \times 7800$$

$$= 16807,39 \text{ joule}$$



Grafik Perbandingan Oli Bekas Dan Plastik



Grafik Perbandingan Radiasi Plastik

Aspek Ekonomi

Untuk mengurangi sampah plastik di lingkungan dapat dilakukan dengan cara didaur ulang, cara mendaur ulang nya bermacam-macam bisa dijadikan kerajinan, dan untuk di bidang kontruksi bisa olah menjadi paving block. Untuk membuat paving block limbah plastik harus melalui proses peleburan agar plastik tersebut meleleh dengan itu diperlukanlah Mesin Pelebur Plastik agar mempermudah proses peleburan. Dan biasanya sampah dikumpulkan pemulung kemudian di jual ke tempat penghancuran dan pengolahan, seperti dibengkel kendaraan ada limbah plastik botol oli jika dijual dihargai Rp.5000/kg, dan ada juga plastik gelas-gelas air mineral jika dijual dihargai Rp.3000/kg, oli bekas juga bisa dijual dengan harga Rp.1000/liter. Semua itu bisa dimanfaatkan menjadi paving block dan bisa peluang usaha bagi masyarakat.

KESIMPULAN

1. Pengujian dengan menggunakan tipe plastik PET dengan jumlah plastik 1 kg = 30 menit, 1,5 kg = 45 menit, 2 kg = 60 menit, 2,5 kg = 75 menit, dan 3 kg = 80 menit dengan rata-rata waktu peleburan 58 menit, dan tipe plastik HDPE dengan jumlah plastik 1 kg = 50 menit, 1,5 kg = 78 menit, 2 kg = 92 menit, 2,5 kg = 110 menit, 3 kg = 130 menit.
2. Pengaruh temperatur terhadap kedua tipe plastik adalah tipe plastik PET dengan jumlah plastik 1 kg = 1700C, 1,5 kg = 1850C, 2 kg = 1970C, 2,5 kg = 2000C, dan 3 kg = 2000C jadi rata-rata temperatur proses peleburan 190,40C, dan tipe plastik HDPE dengan jumlah plastik 1 kg = 2000C, 1,5 kg = 2000C, 2 kg = 2200C, 2,5 kg = 2270C, 3 kg = 2400C jadi rata-rata temperatur proses peleburan 217,40C.
3. Dalam proses peleburan plastik menggunakan metode perpindahan panas secara radiasi, dengan ini pengaruh perbedaan pada plastik tipe PET dengan jumlah plastik 1 kg = 1879,87 joule, 1,5 kg = 3354,92 joule, 2 kg = 5096,81 joule, 2,5 kg = 6575,45 joule, dan 3 kg = 7013,82 joule dengan rata-rata 4784,17 joule, dan tipe plastik HDPE dengan jumlah plastik 1 kg = 4383,63 joule, 1,5 kg = 6838,47 joule, 2 kg = 9863,84 joule, 2,5 kg = 12160,69 joule, 3 kg = 16807,39 joule dengan rata-rata 10100,80 joule

Saran

1. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya melakukan uji tekan pada paving block untuk mengetahui seberapa kuat paving block tersebut apabila diberi tekanan atau beban.
2. Untuk penelitian selanjutnya alangkah baiknya pengujiannya menggunakan jenis plastik tipe lainnya dan memperbanyak cetakan.
3. Diperlukan memasang stop kontak agar mempermudah dalam menghidupkan dan mematikan mesin tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Cecep, D. S. (2012). *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah*. Yogyakarta: Gosyen Publising.
- Enda, D., Sastra, M., Zulkarnain, & Rahman, B. (2019). Penggunaan Plastik Tipe Pet Sebagai Pengganti Semen pada Pembuatan Paving Block. *Jurnal Inovtek Polbeng*, Vol. 09, NO.2, Juni 2019, 214.
- Fitriana, R. (2016). Pengaruh Penggantian Sebagian Bahan Pengikat (Fly Ash dan Kapur) Terhadap Kuat Tekan Paving Block. Purwokerto: Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Mauliddin, M. A. (2018). Desain Sistem Pemanas Limbah Botol Plastik Menggunakan Kawat Nikelin Berkapasitas 5 Kg. Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2.
- Okatama, I. (2016). Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphalate (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)* Vol. 05, No.3, 109.

- Rahmah, A. (2019, December 15). Perpindahan Panas (Kalor) – Pengertian, Macam, Rumus, Contoh Soal. Dipetik September 3, 2020, dari rumus.co.id: <https://rumus.co.id/perpindahan-panas-kalor/>
- Riyanto, S., & Augrah, R. A. (t.thn.). Analisa Kinerja Mesin Plastic Melter Dengan Motor Listrik Bervariable Speed Sebagai Penggerak Adukan. Diploma 3 Teknik Mesin, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta , 1.
- Sari, K. I., & Nusa, A. B. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE (High Density Polythylene) Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block . Buletin Utama Teknik Vol. 15, No. 1, September 2019 , 29.
- Siregar, R., Chan, Y., Herdiansyah, Y., & Nurdiansyah, T. (2019). Korelasi Besar Temperatur Pemanasan Cetakan Terhadap Kualitas Hasil Press Paving Block Berbahan Dasar Sampah Plastik. Flywheel Jurnal Teknik Mesin Untirta Vol. V , 41.