

Investigasi Pengaruh-pengaruh Hasil Produk Pirolisis Plastik Pet Menggunakan Metode Matlab terhadap Kerja Mesin

Tegar Arditama¹, Nuryosuwito², Irwan Setyowidodo³

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: arditamategar@gmail.com

Abstrak – Limbah botol plastik berbahan PET (Polyethylene Terephthalate) merupakan permasalahan global yang sampai saat ini masih dilakukan penyempurnaan dalam pengolahan dan pengelolaannya. Beberapa Negara sudah melakukan penelitian baik dari segi pengelolaan hingga pemanfaatannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk investigasi produk hasil pirolisis jenis plastic PET dengan bahan bakar Peralite dan Premium terhadap kinerja mesin. Selain itu juga menghitung konsumsi bahan bakar, torsi dan daya terhadap mesin yang di ujikan. Metode Penelitian yang digunakan yaitu Program Matlab untuk analisis uji kinematic viscosity, flash point, densitas, dan specific gravity. hasil analisis nanti kita dapat melihat grafik perbandingan hasil pirolisis dengan bahan bahan bakar untuk kinerja mesin. Dengan analisis ini mengetahui perbandingan nilai kandungan hasil pirolisis dengan bahan bakar Peralite dan Premium, memiliki nilai oktan (RON) hasil pirolisis plastic PET sebesar 97,9 sedangkan Peralite 90 dan Premium 88. Bahan bakar yang mempunyai nilai oktan yang tinggi menyebabkan proses pembakaran semakin baik. Nilai oktan suatu bahan bakar yang tinggi menyebabkan proses pembakaran lebih sempurna sehingga energi hasil pembakaran dapat dimanfaatkan secara maksimal. Nilai oktan dan rasio kompresi yang bagus akan menghasilkan pembakaran yang sempurna pada kendaraan dan dengan konsumsi bahan bakar yang efisien, kinerja mesin akan maksimal.

Kata Kunci — Matlab, Plastik PET, Premium, Peralite, Pirolisis

1. PENDAHULUAN

Botol plastic bekas yang terbuat dari PET (Polyethylene Terephthalate) adalah masalah global yang masih diperbaiki dalam pemrosesan dan pengelolaannya. beberapa negara telah melakukan penelitian baik dalam hal manajemen maupun pemanfaatan. Negara-negara Uni Eropa melakukan pengelolaan limbah plastic bekas dengan tiga cara termasuk proses daur ulang 30%, konversi plastik menjadi energi 40% dan sisanya dikubur (landfill) sekitar 30% ramah (lingkungan karena gas buang tidak dirilis secara langsung tetapi terlalu banyak diproses AS mendaur ulang sekitar 0,8 juta ton botol PET pada 2016. Jumlahnya adalah 30% dari total produksi plastik daur ulang di Amerika. Resin PET baru yang diolah menjadi botol minuman pada tahun yang sama berjumlah 2,7 juta ton. Data ini menunjukkan bahwa Amerika Serikat dalam satu tahun memproduksi sekitar 3,5 juta ton botol minuman bekas yang terbuat dari PET. Proses daur ulang telah menurun sebesar 1,7% ini disebabkan oleh pertumbuhan ekonomi yang rendah pada saat itu sehingga ada sedikit peningkatan dalam penggunaan resin PET baru. limbah botol PET dikelola dengan menggunakan nampun yang berbeda dari nampun domestik lainnya sehingga pengumpulannya terdokumentasi dengan baik Pada tahun 2016 1,3 juta ton dikumpulkan, di mana 20% atau sekitar 0,26 juta ton diekspor ke Cina dan Hong Kong untuk didaur ulang menjadi botol. sisa limbah

botol PET yang dikumpulkan diolah menjadi alat dengan fungsi lain seperti lembaran film, peralatan berkebutan, ember dan komponen otomotif. [1]

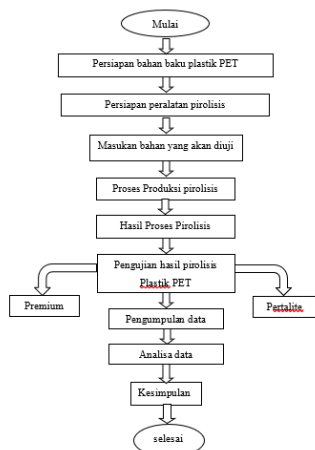
Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) merupakan salah satu jenis plastic yang paling cepat pertumbuhan pemakaiannya di bandingkan plastic yang lain. [2]kecepatan pertumbuhan PET disebabkan oleh kebaikan fungsi plastik ini sebagai pengemas bahan yang paling baik untuk air dan botol minuman ringan. selain itu karena peran fungsinya yang dapat digunakan untuk berbagai jenis aplikasi misalnya untuk industri video dan audio lapisan tipis sinar X,botol-botol kemasan sirup saus selai ataupun minyak makan Secara umum keunggulan PET adalah pada sifat-sifat yang baik pada kuat Tarik ketahanan kimia, kejernihan dan stabilitas-termal. meningkatnya penggunaan PET menyebabkan jumlah limbah PET meningkat dengan cepat pula. untuk menangani masalah sampah plastic adalah dengan mendaur ulang sampah plastik menjadi barang yang lebih berguna, salah satu alternatif penanganan sampah plastic yang saat ini banyak diteliti dan dikembangkan adalah dengan mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan metode pirolisis, dengan cara ini dua permasalahan penting bisa diatasi, yaitu bahaya penumpukan sampah plastik dan diperoleh kembali bahan bakar minyak yang merupakan salah satu bahan baku plastik.[3]

Pengelolaan sampah di daerah Indonesia masih merupakan permasalahan yang belum dapat ditangani dengan baik kegiatan pengurangan sampah baik di masyarakat sebagai penghasil sampah maupun ditingkat kawasan masih sekitar 5% sehingga sampah tersebut dibuang ke tempat pemrosesan akhir (TPA) sementara lahan TPA tersebut sangat terbatas. komposisi sampah terbesar di TPA selain sampah organik (70%) terdapat sampah non organik yaitu sampah plastik (14%) berdasarkan data dari kementerian lingkungan hidup dan kehutanan bahwa total jumlah sampah Indonesia di 2019 akan mencapai 68 juta ton, dan sampah plastic diperkirakan akan mencapai 9,52 juta ton. [4].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang digunakan berupa analisis eksperiment yang dimana untuk mencari perbedaan konsumsi pemakaian bahan bakar dari hasil pirolisis plastik PET terhadap kinerja mesin sepeda motor.

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan pengambilan pada data perbandingan hasil pirolisis. Proses pengujian dipersiapkan supaya hasil yang didapatkan lebih optimal yang akan dilakukan dicantumkan dalam diagram alir dibawah ini. Sebelum dipergunakan, sampah plastik dikeringkan dengan cara di jemur di bawah sinar matahari. Selanjutnya dipilah dari pengotor tanah dan di bersihkan lalu dipotong-potong dalam ukuran tertentu dan ditimbang Tahap pengujian dilakukan setelah proses pembuatan alat pengolah sampah. Tahap ini untuk menentukan apakah pembuatan alat pengolah sampah sudah sesuai apa belum dengan hasil yang direncanakan. Jika hasil belum sesuai rencana maka perlu diadakan pengecekan ulang komponen. Proses pengambilan data merupakan tahap yang sangat penting dalam penelitian ini. Kesesuaian kinerja alat dengan data hasil penelitian merupakan kriteria utama dalam penelitian ini. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan beberapa kali variasi pengujian.

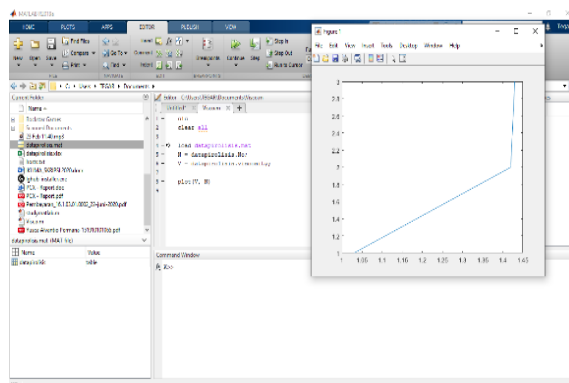


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Pengertian Matlab

Matlab merupakan sebuah singkatan dari Matrix Laboratory/MATLAB (*Matrix.Laboratory*) adalah suatu program untuk analisis dan komputasi numerik dan merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. dikenalkan oleh University of New Mexico dan University of Stanford pada tahun 1970 software ini pertama kali memang digunakan untuk keperluan analisis numerik, aljabar linier dan teori tentang matriks. Saat ini kemampuan dan fitur yang dimiliki oleh Matlab sudah jauh lebih lengkap dengan ditambahkannya toolbox toolbox yang sangat luar biasa.[5]

Dengan demikian jika di dalam perhitungan kita dapat menformulasikan masalah ke dalam format matriks maka MATLAB merupakan software terbaik untuk penyelesaian numeriknya. MATLAB yang merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis pada matriks sering digunakan untuk Teknik komputasi numerik untuk menyelesaikan masalah-masalah yang melibatkan operasi matematika elemen, matrik, optimasi, aproksimasi dan lain-lain. Sehingga Matlab banyak digunakan pada : (1) Matematika dan Komputansi (2) Pengembangan dan Algoritma, (3) Pemrograman modeling simulasi dan pembuatan prototype ,(4) Analisa Data eksplorasi dan visualisasi, (5) Analisis numerik dan statistic, dan (6) Pengembangan aplikasi teknik.

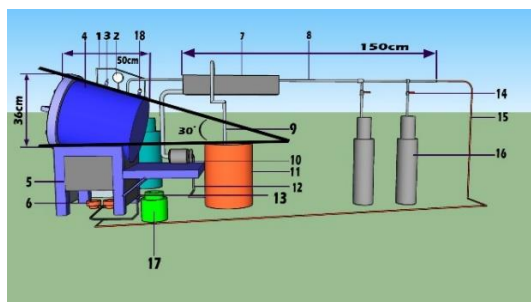


Gambar 2. Metode Matlab

2.2 Alat Penelitian

Berupa rangkaian instalasi peralatan pengujian pirolisis yang nantinya menghasilkan perubahan dari padat menjadi cairan. Alat ini yang nantinya merubah plastic PET murni menjadi cairan yang sama seperti bahan bakar.

Berikut merupakan gambar instalasi peralatan pirolisis :



Gambar 3. Peralatan Penguji Pirolisis

Komponen peralatan penguji pirolisis

1. Nitrogen
2. Manometer
3. Otomatis tekanan tinggi
4. Reaktor
5. Pondasi
6. Kompor
7. Kondensor
8. Pipa logam
9. Selang keluaran air kondensor
10. Pompa
11. Wadah air kondensor / bak
12. Selang masukan air kondensor
13. Regulator
14. Valve
15. Selang LPG
16. Penampung hasil pirolisis
17. Gas LPG
18. Termokopel

2.3 Bahan Penelitian

1) Plastik PET

PET (*polyethylene terephthalate*). Merupakan bahan utama yang digunakan dipakai untuk botol plastic yang jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya.[2]



Gambar 4. Plastik PET

2) Peralite

Peralite adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna hijau yang jernih. Peralite merupakan BBM untuk kendaraan bermotor. Peralite merupakan BBM dengan oktan atau *Research Octane Number (RON)* diatas Premium di antara BBM untuk kendaraan bermotor lainnya, yakni hanya 90.



Gambar 5. Peralite

3) Premium

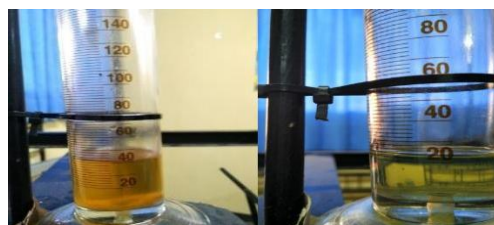
Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Premium merupakan BBM untuk kendaraan bermotor. Premium merupakan BBM dengan oktan atau *Research Octane Number (RON)* terendah di antara BBM untuk



kendaraan bermotor lainnya, yakni hanya 88.

Gambar 6. Premium

2.4 Proses Pengujian



Gambar 7. Proses pengujian

Keterangan :

1. Mesin yang akan di gunakan untuk pengujian yaitu mesin sepeda motor.
2. Mempersiapkan bahan bakar yang di gunakan uji test peralite, premium dan hasil produk pirolisis..
3. Mentakar cairan yang akan di ujikan 200 ml hasil pirolisis plastic PET, peralite dan premium pada tabung bahan bakar.
4. Mennyalakan mesin motor dengan rpm 4000, 5000, 6000 untuk mengetahui torsi dan daya dengan menggunakan bahan bakar yang akan di uji.
5. Siapakan penulisan data hasil dari pengujian torsi dan daya bahan bakar uji.
6. Setelah itu bergantian yang sebelumnya

tabung bahan bakar diisi dengan pertalite dan premium selanjutnya diganti dengan bahan bakar hasil pirolisis dengan volume yang sama.

7. Nyalakan motor dengan rpm 4000, 5000, 6000 untuk mengetahui torsi dan daya dengan menggunakan bahan bakar hasil pirolisis.
8. Catat hasil dari langkah pengujian torsi dan daya bahan bakar pertalite dan premium.
9. Uji hasil tabel dengan Metode Matlab. Simpulkan hasilnya.

2.5 Teknik Pengolahan Data

Metode pengolahan data dalam penelitian ini adalah pemakaian konsumsi bahan bakar dengan di uji menggunakan mesin motor. Dimana mesin ini digunakan untuk mengetahui nilai perbandingan konsumsi bahan bakar PET murni, Pertalite dan Premium setelah itu menghitung daya dan torsi terhadap kinerja mesin. Hasil nilai perbandingan analisa akan di hitung dengan Metode Matlab sehingga akan mengetahui unjuk kerja beberapa bahan bakar yang dibandingkan.

Tahap pengujian bahan bakar hasil proses pirolisis dari plastic PET dengan bahan bakar Pertalite dan Premium di lakukan di lab. Teknik Mesin ITS Surabaya dengan Dynotest dan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Gaya } (f) = m \times g$$

$$\text{Torsi} = f \times L$$

$$\text{Daya } (p) = \frac{r \times \text{Rpm}}{60}$$

Keterangan :

$$f = \text{Gaya } (N)$$

$$m = \text{Massa } (n)$$

$$g = \text{Grafitasi } (m/s^2)$$

$$L = \text{Panjang lengang } (m)$$

$$T = \text{Torsi } N/m$$

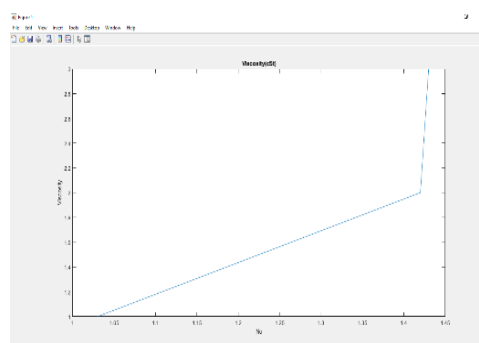
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengujian dan hasil analisa kita dapat pertama kali yaitu viskositas dengan suhu 40°C, mendapat hasil 1,03 cSt untuk hasil dari pirolisis plastic PET. Untuk hasil pertalite mehasilkan 1,42 cSt dan hasil dari premium 1,43 cSt. Viskositas bahan bakar mempunyai pengaruh yang besar terhadap bentuk dari semprotan bahan bakar. Di mana untuk bahan bakar dengan viskositas yang standar akan memberikan atomisasi yang baik untuk mesin dapal proses pembakaran dan gas buang yang baik.

Tabel 1. Pengujian Viskositas.

No	Fuel	Viscosity (cSt)
1	PET murni	1,03
2	Pertalite	1,42
3	Premium	1,43

Ini adalah grafik dari viscosity:



Gambar 8. viscosity

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

dengan :

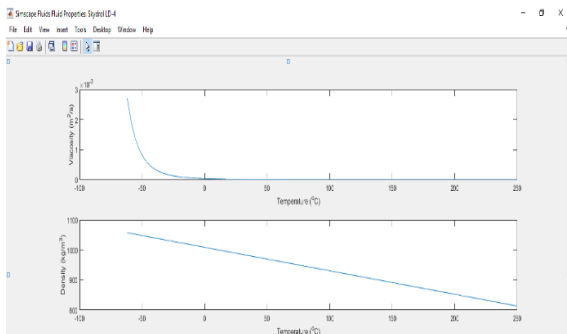
$$\rho = \text{massa jenis}$$

$$m = \text{massa}$$

$$V = \text{volume}$$

Tabel 2. Pengujian Densitas.

No	Fuel	Density (gr/cm ³)
1	PET murni	730 - 772
2	Pertalite	710 - 770
3	Premium	715 - 770



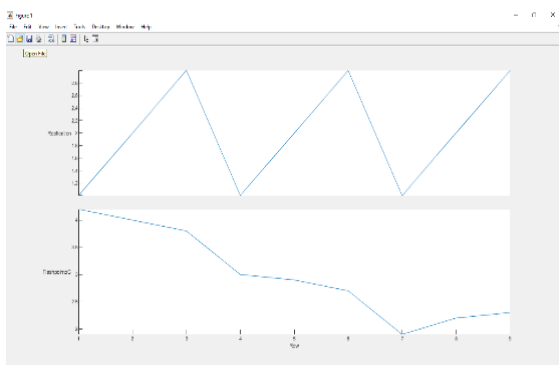
Gambar 9. Densita

flash point atau bisa disebut juga dengan titik nyala. dimana *flash point* suhu terendah saat dia dapat menguap untuk membentuk campuran yang bisa menyulut api di udara. Terlihat nilai rata-rata *flash point* PET murni 4 °C.

Tabel 3. Pengujian *Flash point*.

No	Fuel	Replication	Flash point (°C)	Mean
1	PET murni	1	4,2	4
		2	4,0	
		3	3,8	
2	Pertalite	1	3,0	3
		2	2,9	
		3	2,7	
3	Premium	1	1,9	2
		2	2,2	
		3	2,3	

Dapat dilihat dari grafik flash point dibawah ini :



Gambar 10. Grafik Flash Point

Data Hasil pengujian dari Specific Gravity rasio kerapatan suatu bahan terhadap kerapatan bahan referensi yang diberikan. Gravitasi spesifik untuk cairan hampir selalu diukur sehubungan dengan air pada titik terpadatnya; untuk gas, udara pada suhu kamar adalah referensi.

Tabel 4. Hasil Analisis Specific Gravity

No.	Suhu Pirolisis (°C)	Specific Gravity SG
1.	250	0,756
2.	300	0,772
3.	350	0,777

Pengujian menggunakan *octane meter* diperoleh hasil untuk bahan bakar jenis PET menghasilkan angka oktan yang sama yaitu 97,9. Pertalite nilai oktan 90 dan Premium nilai oktan 88. Hasil ini menunjukkan bahan bakar jenis PET mempunyai angka oktan lebih besar dibanding dengan bahan bakar pertalite dan premium dimana bahan bakar pertalite memiliki angka oktan 90 dan premium memiliki angka oktan 88.

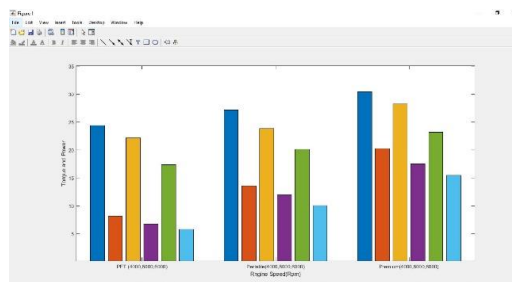
Tabel 5. Pengujian Oktan (RON).

Fuel	RON
PET murni	97,9
Pertalite	90
Premium	88

Jika menggunakan bahan bakar premium proses pembakaran dibawah suhu ruang 20-25 °C, kalau menggunakan pertalite pembakaran dibawah suhu ruang 15-20 °C, sedangkan jika menggunakan bahan bakar jenis plastik PET proses pembakaran harus dilakukan pada suhu ruang yang lebih panas.

Hasil perbandingan unjuk kerja mesin untuk torsi dan daya dapat diperoleh hasil pertama untuk torsi bahan bakar premium memiliki torsi lebih rendah dibandingkan bahan bakar jenis PET dimana untuk rata-rata torsi bahan premium sebesar 20.1967 N.m.

Kedua hasil perbandingan unjuk kerja mesin untuk daya memiliki daya lebih tinggi dibandingkan bahan bakar jenis PET untuk rata-rata daya bahan premium sebesar 10.4187 K.W.



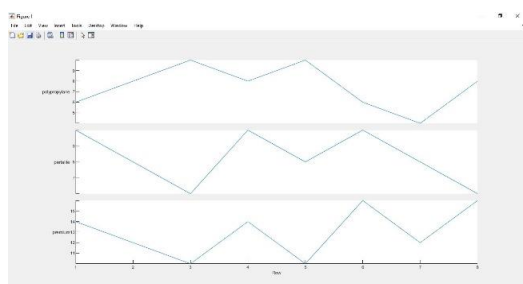
Gambar 11. Grafik Pengujian Torsi dan Daya

Tabel 6. Pengujian Torsi dan Daya.

No	Fuel	Engine Speed (Rpm)	Torque	Power
1	PET murni	4000	25,39	9,13
2		5000	27,12	15,56
3		6000	31,35	22,23
4	Pertalite	4000	23,15	7,72
5		5000	24,82	12,91
6		6000	29,23	19,48
7	Premium	4000	18,35	8,782
8		5000	22,11	12,06
9		6000	24,13	17,42

Tabel 7. Pengujian konsumsi

No	Bahan bakar	Nilai oktan	Replikasi	H1	H2	Volume (ml)
1	Plastik PET	97,9	1	200	194	6
			2	194	186	8
			3	186	176	10
			4	176	168	8
			5	168	158	10
			6	158	152	6
			7	152	148	4
			8	148	140	8
2	Pertalite	90	1	200	194	10
			2	194	190	8
			3	190	182	6
			4	182	172	10
			5	172	166	8
			6	166	162	10
			7	162	154	8
			8	154	150	6
3	Premium	88	1	200	186	14
			2	186	174	12
			3	174	164	10
			4	164	150	14
			5	150	140	10
			6	140	124	16
			7	124	112	12
			8	112	96	16



Gambar 12. Grafik Pengujian Konsumsi

Hasil penelitian [6], mengenai perbandingan bahan bakar pertalite, premium dan campuran bahan bakar plastik menerangkan jika bahan murni jenis plastik digunakan akan menghasilkan torsi dan daya yang lebih sedikit dibanding bahan bakar pertalite dan premium namun jika bahan bakar keduanya di campur akan menghasilkan unjuk kerja mesin yang lebih tinggi dibanding bahan bakar biasa.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka penelitian yang berjudul investigasi pengaruh-pengaruh hasil produk pirolisis plastik pet menggunakan metode matlab terhadap kerja mesin, dapat diambil kesimpulan hasil pengujian bahan bakar proses pirolisis jenis Plastik PET murni, Pertalite dan Premium tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap kerja mesin. Ada perbedaan dimana hasil dari pirolisi mempunyai octane dan koefisien yang lebih bagus untuk pembaran di dibandingkan dengan bahan bakar Pertalite dan Premium terhadap kinerja mesin.

5. SARAN

Pada penelitian ini sangat di rasa kurang cukup dan penelitian selanjutnya untuk menutup kekurangan penelitian ini. Apabila sedang dalam melakukan pengujian disarankan untuk selalu mengutamakan kesehatan dan keselamatan kerja. Dengan memakai masker, sarung tangan serta alat pelindung diri lainnya. Serta metode yang digunakan pada penelitian di rasa sangat kurang, semoga penelitian selanjutnya yang menggunakan metode MATLAB dapat lebih lengkap dan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. W. Mandala, M. S. Cahyono, S. Ma'arif, H. Sukarjo, and W. Wardoyo, "Pengaruh Suhu terhadap Rendemen dan Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik," *J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 1, no. 2, pp. 49–52, 2016.
- [2] I. Okatama, "Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene," *J. Tek. Mesin*, vol. 05, no. 3, pp. 109–113, 2016.
- [3] S. U. dan Ismanto, "Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)," *Syamsiro J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 1, no. 1, pp. 7–13, 2016.
- [4] P. Purwaningrum, "Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan," *Indones. J. Urban Environ. Technol.*, vol. 8, no. 2, p. 141, 2016, doi: 10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421.

- [5] Uny-, “program Matlab,” vol. 2, pp. 765–770, 1970.
- [6] S. Wahjudi, “Analisis Pencampuran Bahan Bakar Premium - Pertamina Terhadap Kinerja Mesin Konvensional,” vol. III, no. 2, pp. 1–5, 2017.