

Perbandingan Pemakaian Hasil Pirolisis Plastik HDPE dengan Premium Terhadap Kerja Mesin Menggunakan ANSYS

Yonald Adzandy Lanang¹, Nuryosuwito², Fatkur Rhozman³

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ayonald06@gmail.com, suwito.unp@gmail.com, fatkurrohman@unpkediri.ac.id

Abstrak – Kondisi sampah plastik di Indonesia saat ini sangat memprihatinkan dan mengancam kehidupan manusia. Perlu adanya alternatif daur ulang yang lebih menjanjikan. Salah satunya daur ulang sampah plastik menjadi bahan bakar. Pirolisis merupakan proses fraksinasi material oleh suhu. Produk pirolisis terdiri gas (H_2O , dan CH_4), tar, dan arang. Kebutuhan akan bahan bakar minyak semakin meningkat dan mengakibatkan semakin berkurangnya cadangan minyak bumi dunia di akhir tahun 2014. Motor bakar adalah Mesin yang mengubah energi panas menjadi suatu energi mekanik. Dengan adanya energi panas sebagai suatu penghasil energi maka sudah sewajarnya mesin tersebut membutuhkan bahan bakar dan sistem pembakaran yang digunakan sebagai sumber energi panas. Berdasarkan teori tersebut tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan pemakaian bahan bakar cair hasil dari proses pirolisis jenis plastik HDPE dengan premium terhadap kerja mesin. Penelitian ini menggunakan teknik penelitian eksperimen dengan variabel bebasnya yaitu bahan bakar hasil pirolisis plastik HDPE dan premium. Analisa data penelitian ini menggunakan program Ansys. Berdasarkan hasil data yang diperoleh hasil konsumsi rata-rata sebesar 10 ml untuk hasil pirolisis plastik HDPE dan 15 ml untuk premium. Dengan demikian bisa disimpulkan bahwa pemakaian bahan bakar jenis plastik HDPE lebih irit dibandingkan premium.

Kata Kunci —Ansys, HDPE, Plastik, Pyrolysis

1. PENDAHULUAN

Kondisi sampah plastik di Indonesia sudah sangat memprihatinkan secara tidak langsung mengancam kehidupan umat manusia. Sampah plastik merupakan sumber energi yang ideal karena nilai kalor dan kelimpahannya yang tinggi. Ini dapat dikonversi menjadi minyak melalui proses pirolisis dan digunakan dalam mesin pembakaran internal untuk menghasilkan tenaga dan panas. [1]

Plastik jenis yang sulit diuraikan oleh alam salah satu ide dalam pencarian sumber energi alternatif Mendaur ulang sampah plastik menjadi hidrokarbon cair. Plastik HDPE memiliki titik leleh $200^{\circ}C$ - $280^{\circ}C$ dan dapat terdekomposisi pada suhu $495^{\circ}C$. Plastik HDPE yang telah dipirolisis menghasilkan produk yaitu *char* yang mengandung *parafins* dan *oleffins*.

Parafins mengandung hidrokarbon yang berada di bahan bakar. *Parafins* berbentuk seperti lilin yang berwujud pada suhu ruangan dan memiliki titik leleh sebesar $>370^{\circ}C$.

Melalui proses pirolisis, dapat diterapkannya dalam pengolahan limbah plastik berjenis HDPE pada reaktor pirolisis, di mana sampah plastik tersebut sendiri memiliki nilai kalor yang cukup besar, yaitu 14.246 kJ/kg yang berpotensi dapat dijadikan solusi permasalahan limbah plastik yang ada dan sumber bahan bakar alternatif berupa minyak pengganti fosil di mana karakteristiknya akan diteliti kesesuaiannya dengan bahan minyak solar sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar minyak komersial di kemudian hari. Untuk mengatasi permasalahan yang ada di buatlah alternatif yaitu rancang bangun reaktor pirolisis yang memanfaatkan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak. [2]

Jumlah sampah plastik tumbuh setiap tahun dan dengan itu muncul masalah lingkungan terkait masalah ini. Pirolisis sebagai proses daur ulang tersier disajikan sebagai solusi. Pirolisis dapat bersifat termal atau katalitik dan dapat juga dilakukan dalam kondisi percobaan yang berbeda. Kondisi ini mempengaruhi jenis dan jumlah produk yang diperoleh. Dengan proses pirolisis, produk dapat diperoleh dengan nilai tambah tinggi, seperti bahan bakar minyak dan bahan baku baru produk. [3]

Kebutuhan bahan bakar minyak yang berasal dari fosil semakin bertambah, yang mengakibatkan semakin berkurangnya cadangan minyak bumi dunia di akhir tahun 2014. Bahan bakar dunia adalah sebesar 1700,1 miliar barel, sedangkan di Indonesia hanya mempunyai cadangan minyak sebesar 3,6 miliar barel dan jumlah tersebut hanya 0,2% dari jumlah cadangan minyak bumi di dunia.[4]

Plastik merupakan yang bahan dasarnya secara umum adalah *Polipropilena* (PP), *Polietilena* (PE), *Polistirena* (PS), *Polimetil Metakrilat* (PMMA), *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE). Plastik adalah senyawa polimer yang tergabung dari molekul kecil dari hidrokarbon. Pemakaian sampah plastik sebagai bahan untuk menghasilkan bahan bakar minyak adalah suatu pilihan alternatif yang bisa meningkatkan nilai ekonomis dari sampah plastik tersebut, disamping itu juga dapat menyelesaikan salah satu masalah lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik bahan bakar minyak yang dihasilkan dari sampah plastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) dengan proses pirolisis. Variabel metodologi penelitian yang dilakukan yaitu waktu pirolisis

selama 120 menit dan suhu pirolisis adalah 410°C, 430°C, 450°C, 470°C, 480°C. Pengujian bahan bakar minyak yaitu berdasarkan standar mutu bahan bakar minyak di Indonesia meliputi nilai kalor, titik nyala, kadar abu, dan kadar air. [5]

Hasil penelitian tersebut menunjukkan nilai kalor sebesar 10.815,829 kcal/kg untuk minyak hasil dari jenis HDPE dan 10.694,728 kcal/kg untuk minyak dari jenis LDPE, titik nyala 56,10C-60,50C, kadar abu 0,03%-0,17% dan kadar air yang dihasilkan sebesar 0,01%-0,05%.

Hasil analisis ini menggunakan GC-MS diperoleh komposisi yang paling dominan pada bahan bakar minyak dari plastik HDPE adalah C9H18 yaitu sebesar 54,61% dan untuk bahan bakar minyak dari jenis LDPE komposisi C9H18 yaitu sebesar 55,63%. Produk terbanyak diperoleh pada suhu 480 °C adalah 59,4% dari sampah plastik jenis HDPE dan 59,7% dari sampah jenis LDPE

Perlu adanya alternatif daur ulang yang lebih menjanjikan ke depan yaitu dengan mendaur ulang sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Karena pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi, sehingga mengubah ke bentuk awal. Selain itu plastik juga memiliki nilai kalor cukup tinggi, sama seperti bahan bakar fosil seperti bensin dan solar. [6]

Minyak pirolisis plastik diproduksi melalui proses pirolisis cepat menggunakan bahan baku yang terdiri dari berbagai macam plastik. Minyak dianalisis dan ditemukan bahwa sifatnya mirip dengan bahan bakar diesel. Minyak pirolisis plastik diuji pada mesin diesel injeksi langsung empat silinder yang berjalan pada berbagai campuran minyak pirolisis plastik dan bahan bakar diesel dari 0% hingga 100% pada beban mesin yang berbeda dari 25% hingga 100%. [7]

Pirolisis jenis plastik *high density polyethylene* (HDPE) dilakukan dalam skala, reaktor unggul terfluidisasi kontinu dalam kisaran suhu dari 525 hingga 675°C. Produk pirolisis, termasuk dua fraksi minyak pirolisis, gas yang tidak dapat dikondensasi dan char dianalisis untuk menilai pengaruh suhu pirolisis dan *co-feeding* biomassa dengan HDPE. Ditemukan bahwa peningkatan suhu pirolisis hingga 625°C mendorong produksi minyak pirolisis dan hasilnya mencapai 57,6% berat. Lebih lanjut kenaikan suhu pirolisis menyebabkan retaknya pirolisis-minyak untuk membentuk gas ringan yang kaya hidrokarbon.[8]

Dengan menggunakan katalis berbasis zeolit HZSM-5, HY dan Hb dalam pirolisis *high density polyethylene* (HDPE) yang secara kontinu diumpukan ke dalam reaktor *spouted bed* (CSBR) berbentuk kerucut pada suhu 500 8C dan tekanan atmosfer, dengan tujuan untuk melakukan hasil dan komposisi utama produk (hidrokarbon bahan bakar otomotif). Aliran produk telah dikelompokkan menjadi tujuh benjolan: olefin ringan (C2-C4) dan alkana ringan (<C4) dalam fraksi gas, fraksi cair terdiri dari tiga benjolan (senyawa C5-C11 non-aromatik, aromatik cincin tunggal dan C11 + hidrokarbon), lilin dan kokas. Hasilnya dibandingkan

dengan yang telah diperoleh dalam pirolisis termal dalam CSBR dan dengan yang diperoleh dengan suhu yang menggunakan katalis penggumpal dalam cairan yang digelembungkan.

HZSM-5 berbasis katalis sangat selektif terhadap cahaya, 58% berat setelah disetimbangkan sedangkan hasil tinggi dari produk C5-C11 non-aromatik diperoleh dengan katalis berbasis zeolit Hb dan HY. Hasil lilin meningkat seiring berlangsungnya reaksi, terutama dengan berbasis zeolit HY dan Hb katalis, karena penonaktifan katalis dengan pembentukan kokas.[9]

Mesin motor adalah jenis mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar gasoline atau yang sejenis. Mesin bensin berbeda dengan mesin diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara. Mesin bensin selalu menggunakan penyalaan busi untuk proses pembakaran.

Pada mesin diesel, hanya udara yang dikompresikan dalam ruang bakar dan dengan sendirinya udara menjadi panas, kemudian bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar di akhir langkah kompresi maka campuran udara dan bakar tersebut akan terbakar dengan sendirinya. [10]

2. METODE PENELITIAN

2.1 Teknik penelitian

Pada Penelitian ini menggunakan rancangan uji eksperimental dengan pendekatan kuantitatif hasil data yang diperoleh dengan mengetahui karakteristik hasil produk pirolisis berupa viskositas, densitas, flash point, dan oktan (RON). Kemudian hasil produk pirolisis dibandingkan dengan bahan bakar premium sehingga dapat mengetahui hasil perbandingannya.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah perbandingan konsumsi bahan bakar hasil produk pirolisis jenis plastik HDPE dengan premium pada sepeda motor. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah Dengan menggunakan Rpm 3000 dan waktu pengujian hasil ditentukan 5 menit, Kemudian pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali percobaan.

2.2 Alur penelitian

Dalam penelitian ini adapun alur penelitian dari mulai mempersiapkan bahan hingga pengambilan data dapat digambarkan seperti pada gambar 1.

2.3 Bahan dan Peralatan.

Bahan yang digunakan dalam pengujian adalah Plastik jenis *High density polyethylene* (HDPE) sebagai bahan uji proses pirolisis dan Bensin premium sebagai bahan uji perbandingannya.

1. Bahan penelitian

a. Plastik HDPE

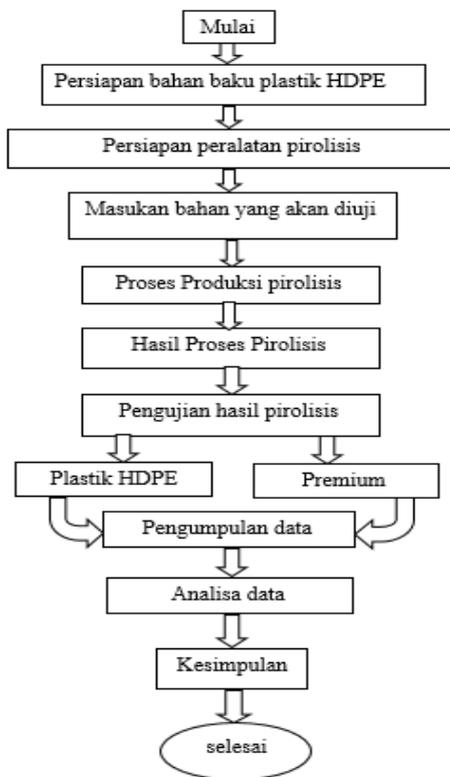
Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah jenis plastik yang ketika dilihat secara langsung bahan dasarnya lebih, keras, dan lebih tahan terhadap temperatur

yang tinggi dan plastik ini juga akan melepaskan senyawa berbahaya yaitu *Antimoni Trioksida*. Plastik HDPE Biasa digunakan untuk botol susu yang berwarna putih susu, *tupperware*, dan galon air minum.

b. Premium

Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kuning yang jernih. Premium merupakan bahan bakar yang paling terkenal di Indonesia.

Premium merupakan bahan bakar dengan oktan atau *Research Octane Number* (RON) paling rendah di antara bahan bakar lainnya, yakni hanya 88. Pada umumnya, Bahan bakar ini digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor meliputi mobil, sepeda motor, motor tempel, dan lain-lain.



Gambar 1. Alur penelitian



Gambar 2. Plastik HDPE

(Sumber : <https://dinlh.slemankab.go.id/>)

2. Alat penelitian

a. Alat pirolisis

Gambar 4 merupakan alat yang digunakan untuk mendaur ulang plastik HDPE menjadi bahan bakar alternatif.

Keterangan Gambar 4 :

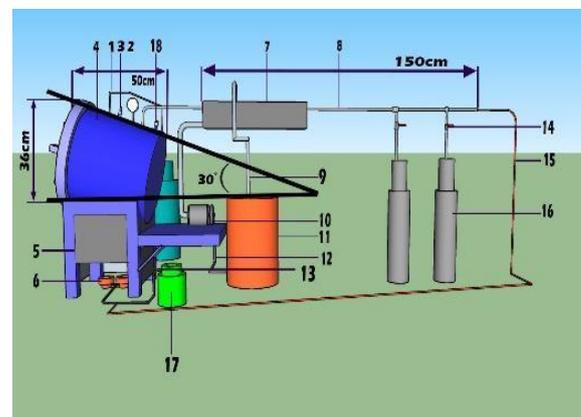
1. Nitrogen
2. Manometer
3. Otomatis tekanan tinggi
4. Reaktor
5. Pondasi
6. Kompor
7. Kondensor
8. Pipa Logam
9. Selang Keluaran air Kondensor
10. Pompa
11. Wadah air kondensor/ bak
12. Selang masukan air kondensor
13. Regulator
14. Valve
15. Selang LPG
16. Penampung hasil Pirolisis
17. Gas LPG
18.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

b. Mesin motor

Adalah komponen yang digunakan dalam pengujian perbandingan konsumsi bahan bakar hasil pirolisis jenis plastik HDPE dengan premium. Mesin motor adalah jenis mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar gasoline atau yang sejenis.



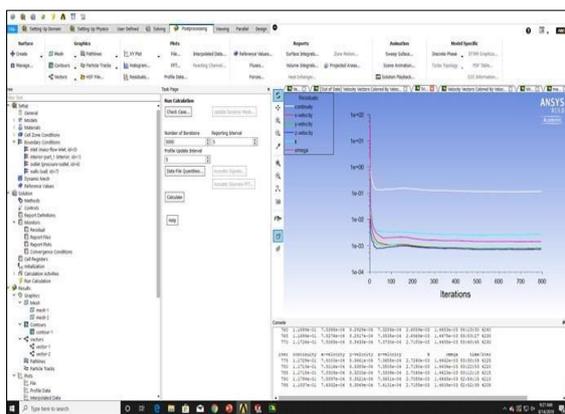
Gambar 3. Premium



Gambar 4. Alat pirolisis



Gambar 5. Mesin motor



Gambar 6. Program ansys

Sumber: (<https://studentcommunity.ansys.com/>)

Tabel 1. Hasil pengujian plastik HDPE

No.	Jenis Plastik	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	HDPE	Flash Point	0	°C	ASTM D 92
		Viscositas at 40°	1,08	cSt	IK/LEL-ITS VB

Tabel 2. Data hasil perbandingan konsumsi

No	Bahan bakar	Konsumsi (ml)	Rata-rata
1.	HDPE	10	10
		9	
		12	
2.	Premium	15	15
		13	
		17	

Mesin bensin berbeda dengan mesin diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara. Mesin bensin selalu menggunakan penyalaan busi untuk proses pembakaran. Pada mesin diesel, hanya udara yang dikompresikan dalam ruang bakar dan dengan sendirinya udara menjadi panas, kemudian bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar di akhir langkah kompresi maka campuran udara dan bakar tersebut akan terbakar dengan sendirinya.

c. Program Ansys

Ansys adalah sebuah program untuk melakukan perhitungan konstruksi dan fluida menggunakan metode elemen hingga atau *finite*, element analysis. Dengan adanya program Ansys yang mempunyai kemampuan lebih luas membuka wawasan baru kepada peneliti untuk menyelesaikan permasalahan secara cepat. Tampilan prototipenya juga bisa ditampilkan pada layar komputer, sehingga orang yang awam di bidang teknik juga bisa mengetahui dengan mudah. Hal inilah yang mendasari penggunaan program Ansys yang menggunakan basis ber metode elemen hingga untuk melakukan suatu kajian penelitian.

2.4 Cara Pengujian Bahan Bakar

Berikut adalah cara pengujian konsumsi bahan bakar tersebut :

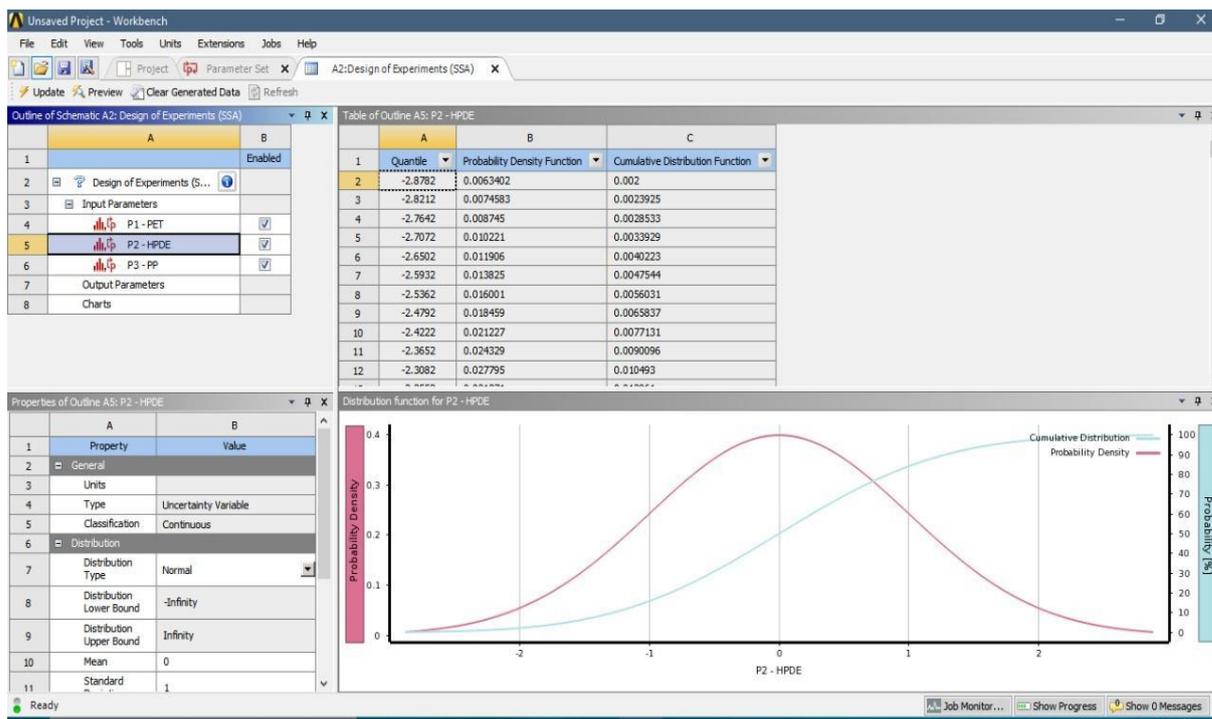
1. Persiapan bahan baku plastik HDPE.
2. Persiapan peralatan alat-alat untuk melakukan pengujian plastik HDPE.
3. Masukkan bahan pengujian yang nantinya sebagai proses awal dari pengujian plastik HDPE di dalam tabung reaktor.
4. Setelah proses pengujian selesai dan didapat hasilnya lalu memulai pengujian konsumsi bahan bakar dengan menggunakan motor bakar karisma 125cc dengan volume bahan bakar 200 ml.
5. Pengumpulan data adalah setelah mendapat hasil data yang diperoleh nantinya dikumpulkan datanya.
6. Analisa data adalah setelah pengumpulan data lalu lakukan analisis data.
7. Kesimpulan proses akhir dari pengujian adalah menyimpulkan data yang dianalisa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

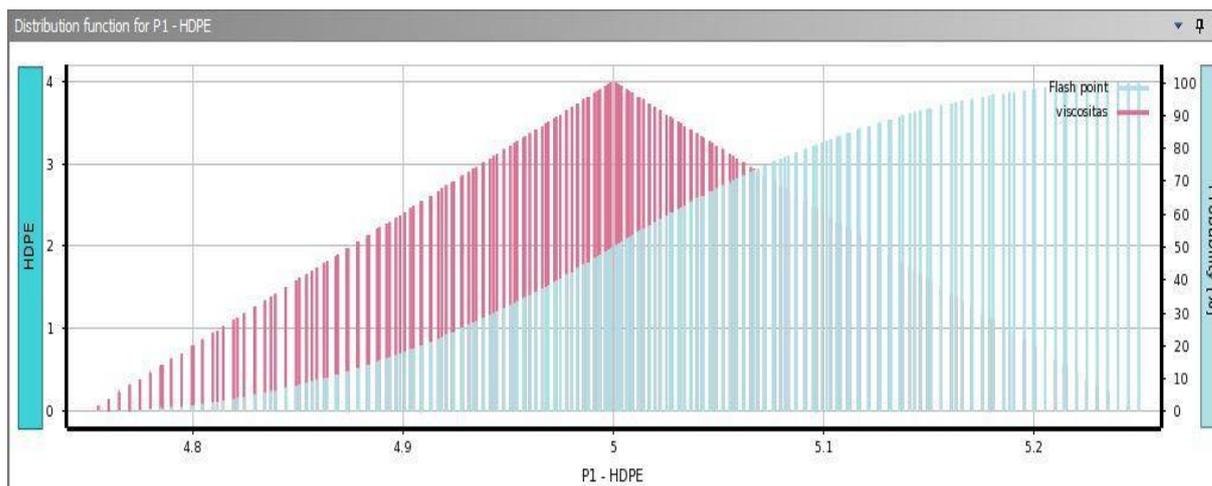
Pengujian kandungan dari proses pirolisis dari plastik HDPE yang dilakukan di Laboratorium Teknik Pembakaran Dan Bahan Bakar Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Hasil pengujian plastik HDPE seperti pada tabel 1. Dari data tersebut diperoleh flash point sebesar 0°C dengan menggunakan metode ASTM D 92 kemudian viscositas pada 40°C sebesar 1,08 cSt dengan menggunakan metode IK/LEL-ITS VB.

Dari hasil pengambilan data perbandingan konsumsi bahan bakar hasil proses pirolisis jenis plastik *High density polyethylene* (HDPE) dengan premium percobaan masing-masing sebanyak 3 kali percobaan, dapat dijelaskan bahwa konsumsi bahan bakar jenis plastik HDPE dengan Rpm 3000 diperoleh rata-rata sebesar 10 ml, sedangkan konsumsi bahan bakar premium dengan Rpm yang sama diperoleh rata-rata sebesar 15 ml.



Gambar 7. Diagram garis densitas HDPE menggunakan program Ansys



Gambar 8. Flash point dan viscositas menggunakan program Ansys

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perbandingan pemakaian hasil pirolisis plastik HDPE dengan premium terhadap kerja mesin, diperoleh hasil rata-rata sebesar 10 ml untuk hasil pirolisis dan 15 ml untuk premium. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar jenis plastik HDPE lebih irit dibandingkan bahan bakar premium.

Untuk memperoleh data yang lebih spesifik, dalam pengujian tersebut sebaiknya penggunaan Rpm dan pemberian waktu agar di beri variasi, misalnya penggunaan Rpmnya dari Rpm yang rendah hingga ke Rpm yang tinggi kemudian waktu pengujiannya ditambah lagi.

5. SARAN

Saran untuk penelitian berikutnya adalah menambahkan perbandingan pemakaian hasil pirolisis plastik HDPE dengan pertalite dan pertamax, sehingga dapat diketahui bahan bakar yang lebih irit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nuryosuwito. (2019). Perbandingan konsumsi bahan bakar minyak hasil pirolisis plastik HDPE bercampur serabut kelapa terhadap premium. 1(2), 93–103.
- [2] Setiorini, U. (2019). *Masalah lingkungan menjadi bahan bakar minyak komersial di kemudian hari . Untuk mengatasi.* 03(02), 91–96.

- [3] Almeida, D., & De Fátima Marques, M. (2016). Thermal and catalytic pyrolysis of plastic waste. *Polimeros*, 26(1), 44–51. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.2100>
- [4] Dudley, B. (2016). BP Statistical Review of World Energy June 2016, June, 10.
- [5] Kurniawan, E., & Nasrun. (2014). Karakterisasi Bahan Bakar dari Sampah Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) Dan Low Density Polyethylene (LDPE). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 3(2), 41–52.
- [6] Wicaksono, M. A. (2017). Pengolahan Sampah Plastik Jenis Pet (Polyethylene Terephthalate) Menggunakan Metode Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 9–15.
- [7] Kalargaris, I., Tian, G., & Gu, S. (2017). Combustion, performance and emission analysis of a DI diesel engine using plastic pyrolysis oil. *Fuel Processing Technology*, 157, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2016.11.016>
- [8] Xue, Y., Zhou, S., Brown, R. C., Kelkar, A., & Bai, X. (2015). Fast pyrolysis of biomass and waste plastic in a fluidized bed reactor. *Fuel*, 156, 40–46. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.04.033>
- [9] Elordi, G., Olazar, M., Lopez, G., Amutio, M., Artetxe, M., Aguado, R., & Bilbao, J. (2018). Catalytic pyrolysis of HDPE in continuous mode over zeolite catalysts in a conical spouted bed reactor. *Journal of Analytical and*
- [10] Maridjo. (2019). Pengaruh Pemakaian Bahan Bakar Premium, Peralite Dan Pertamina Terhadap Kinerja Motor 4 Tak. *Pengaruh Pemakaian Bahan Bakar Premium, Peralite Dan Pertamina Terhadap Kinerja Motor 4 Tak*, 9(November), 73–78.