

Karakteristik Bahan Bakar Jenis Plastik PET 50%, HDPE 25% DAN PP 25% terhadap Unjuk Kerja Mesin

Iklima Aqidah¹, Nuryosuwito², Irwan Setyowidodo³
^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: *1ikimaaqidah08@gmail.com

Abstrak – Proses pirolisis sampah plastik merupakan proses pengolahan barang plastik melalui proses pemanasan dengan atau tanpa oksigen. Pada proses pirolisis senyawa hidrokarbon yang terdapat pada plastik diharapkan dapat diubah dan dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh kinerja mesin pada hasil produksi pirolisis jenis plastik PET 50% dicampur HDPE 25% dan PP 25% dengan metode Ansys. Penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui hasil pirolisis terhadap kinerja mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja mesin pada hasil produksi pirolisis jenis plastik PET 50% dicampur HDPE 25% dan PP 25% dengan metode Ansys. Analisis ini menggunakan metode Ansys. Ansys yaitu program paket yang memodelkan elemen untuk menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan mekanika, termasuk didalamnya masalah statik, dinamik, analisiswha, masalah perpindahan panas, masalah fluida dan masalah yang ada hubungannya dengan akustik dan elektromagnetik. Rasio kompresi yang bagus akan menghasilkan pembakaran yang sempurna pada kendaraan dan dengan konsumsi bahan bakar yang efisien, kinerja mesin akan maksimal. Pada penelitian ini dapat diketahui hasil dari pengaruh unjuk kerja mesin yaitu tidak adanya pengaruh yang besar dari kinerja mesin motor bakar.

Kata Kunci — Ansys, Plastik HDPE, PET, PP, Pyrolysis

1. PENDAHULUAN

Plastik telah menjadi bagian tak terpisahkan di dunia saat ini, karena ringan, daya tahan, dan efisiensi energi, ditambah dengan tingkat produksi yang lebih cepat dan fleksibilitas desain. Plastik ini digunakan di seluruh wilayah industri dan domestik, karenanya plastik telah menjadi bahan penting dan aplikasinya di bidang industri terus meningkat. Pada saat yang sama, plastik limbah telah menciptakan tantangan lingkungan yang lebih serius karena jumlahnya yang besar dan masalah pembuangannya. [1].

Pemanasan global, kebijakan limbah dan harga bahan bakar fosil yang tidak stabil telah memaksa fokus pada pengembangan sumber energi alternatif untuk memenuhi permintaan energi dan mengganti bahan bakar fosil. Sumber energi alternatif paling banyak digunakan adalah tenaga air, energi surya, energi angin, energi panas bumi, energi nuklir, biomassa dan limbah. Jenis limbah yang banyak tersedia dan dapat digunakan secara efektif karena energi adalah limbah plastik. Selama tiga dekade terakhir produksi plastik menghadapi pertumbuhan eksplosif dan mencapai 129 juta ton pertahun. Produksi polimer sintetik seperti Polipropilen (PP), High Density polyethylene (HDPE), dan Polyethylene Terephthalate (PET) telah meningkat secara dramatis dalam 30 tahun

terakhir. Semua plastik yang diproduksi harus dikelola secara efisien pada akhir masa pakainya untuk menghindari pencemaran lebih lanjut terhadap lingkungan yang disebabkan oleh pembakaran sampah plastik. Dalam tahun-tahun terakhir, meskipun banyak cara ramah lingkungan sedang dikembangkan untuk mendaur ulang plastik limbah [2].

Meningkatnya timbulan sampah plastik dan melihat besarnya potensi daerah yang kaya akan mineral lempung, maka perlu dilakukan suatu inovasi yang dapat mengurangi dan selanjutnya mengolah timbulan sampah plastik menjadi salah satu energi alternatif dengan menggunakan proses pirolisis, sehingga sampah plastik tidak akan mengakibatkan pencemaran dilingkungan[3]. Pirolisis telah efektif dibandingkan dengan metode pembuangan lainnya, karena dapat menggunakan kembali energi dan bahan baku yang terkandung dalam limbah tersebut, sehingga dapat mengurangi dampak[4]. Adapun keuntungan dari penelitian yang bermetodekan pirolisis untuk pembakaran limbah plastik yaitu konsumsi energi yang rendah, dapat mengatasi limbah plastik yang tentunya tidak dapat didaur ulang kembali, pada saat pengoperasian tanpa dan tidak membutuhkan udara atau campuran hidrogen dan tidak memerlukan tekanan tinggi [5]. HCI yang terbentuk sebagai sebuah produk dapat diperoleh kembali sebagai bahan baku, reduksi energi yang digunakan sampai 20 kali, polulan-polutan dan

pengotor menjadi konsentrasi sebagai residu padatan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada proses pirolisis atau dengan kata lain pengolahan plastik yaitu pada metode experimental yang terdiri dari beberapa tahap yang tentunya berkesinambungan agar tujuan dari penelitian ini tercapai. Tahap pertama adalah awal tahap yang dilakukan pada persiapan bahan baku ini yang berupa sampah plastik PET, HDPE dan PP. Tahap kedua proses pirolisis, dan pada tahap ketiga yaitu analisis bahan bakar hasil pirolisis yang selanjutnya akan dilakukan pada motor bakar.

Teknik penelitian yang digunakan adalah eksperimen yaitu untuk mencari tahu konsumsi pemakaian bahan bakar, torsi serta daya pada sepeda motor. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah perbandingan konsumsi bahan bakar plastik PET, HDPE, PP pada sepeda motor. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) RPM 2000, 3000, 4000
- 2) Waktu pengujian hasil ditentukan 3 menit

2.1 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini adapun alur penelitian dari mulai mempersiapkan bahan hingga pengambilan data dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. alur penelitian

Keterangan :

- 1) Persiapan bahan baku plastik PET, HDPE, dan PP.
- 2) Persiapan peralatan alat-alat untuk melakukan pengujian plastik PET HDPE dan PP.
- 3) Masukan bahan pengujian yang nantinya sebagai proses awal dari pengujian plastik PET, HDPE, dan PP didalam 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 diteliti dan diuji

2.2 Bahan Penelitian

- 1) Plastik PET



Gambar 2. Plastik PET

PET (*polyethylene terephthalate*) menggunakan bahan yang disebut dengan antimony trioksida, dan mayoritas bahan plastik PET di dunia untuk serat sintesis (sekitar 60%), dalam perstektilan PET biasa disebut dengan polyester (bahan dasar botol kemasan 30%), Botol jenis PET/PETE ini direkomendasikan untuk sekali. Plastik PET memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, transparan, bersifat tidak beracun, dan tidak pengaruh pada rasa dan permeabilitas yang dapat diabaikan untuk karbon dioksida. [6] Plastik PET memiliki kekuatan tarik dan kekuatan impak yang sangat baik, begitu juga dengan ketahanan kimia, *clarity*, *processability*, kemampuan warna dan stabilitas termalnya. Apabila sering digunakan untuk menyimpan air hangat bahkan panas, mengakibatkan lapisan polimer pada botol akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik dapat menyebabkan kanker. Titik lelehnya 85%, bahan yang berbahaya bagi yang berhubungan dengan pengolahan ataupun daur ulangnya, karena pada bahan antimony trioksida masuk kedalam tubuh melalui system pernapasan.

2) Plastik HDPE



Gambar 3. Plastik HDPE

HDPE (*High Density Polyethylene*) merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi jika dibandingkan dengan plastik dengan kode PET. Ada baiknya tidak menggunakan wadah plastik dengan bahan HDPE terus menerus karena walaupun cukup aman tetapi wadah plastik berbahan HDPE akan melepaskan senyawa antimon trioksida secara terus menerus.

3) Plastik PP



Gambar 4. Plastik Polypropylene

Polypropylene (PP) adalah polimer hidrokarbon yang terbuat dari petrokimia; memiliki sejumlah besar bahan mudah menguap dengan nilai kalor tinggi dan kadar abu rendah. Polypropylene dibuat dengan mempolimerisasi propilena yang merupakan produk samping gas dari pemurnian minyak bumi. Plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga penggunaan plastik dalam masyarakat modern mengalami peningkatan yang pesat, karena plastik mempunyai keunggulan seperti kuat, ringan dan stabil, namun sulit terurai oleh mikroorganisme dalam lingkungan. Sebagian besar plastik yang digunakan masyarakat merupakan jenis plastik Polipropilena (PP)[7]. Plastik Polypropylene adalah jenis plastik yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat mekanis yang baik dengan massa jenis yang rendah, ketahanan panas dan kelembaban, serta memiliki kestabilan dimensi yang baik.

2.3 Alat Penelitian

1) Motor Bakar



Gambar 5. Mesin Motor

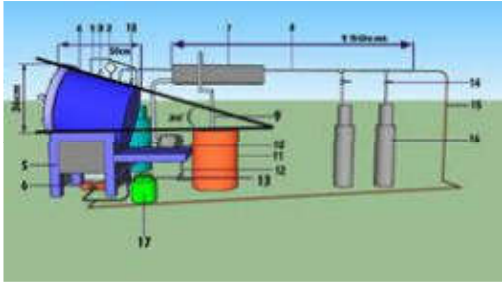
Gambar diatas adalah motor bensin jenis karisma 125cc yang nantinya sebagai alat pengujian kinerja mesin hasil pirolisis pada mesin motor bensin. Langkah proses pengujian

Keterangan :

- Mesin yang akan di gunakan untuk pengujian yaitu mesin sepeda motor.
- Mempersiapkan bahan bakar yang di gunakan uji test yaitu hasil produk pirolisis.
- Mentakar cairan yang akan di ujikan 200 ml hasil pirolisis plastik PET, HDPE dan PP.
- Mennyalakan mesin motor dengan rpm 2000, 3000, 4000 untuk mengetahui torsi dan daya dengan menggunakan bahan bakar yang akan di uji.
- Siapkan penulisan data hasil dari pengujian torsi dan daya bahan bakar uji.
- Uji hasil tabel dengan metode Ansys, Simpulkan hasilnya

2) Alat Pirolisis

Proses pirolisis sampah plastik merupakan proses dekomposisi senyawa organik yang terdapat dalam plastik melalui proses pemanasan dengan sedikit atau tanpa melibatkan oksigen[8]. Pada proses pirolisis senyawa hidrokarbon rantai panjang yang terdapat pada plastik diharapkan dapat diubah menjadi senyawa hidrokarbon yang lebih pendek dan dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap perolehan minyak hasil pirolisis, mengetahui pengaruh suhu dan jenis plastik terhadap sifat fisik dan sifat kimia dari minyak hasil pirolisis. Berupa rangkaian instalasi peralatan pengujian pirolisis yang nantinya menghasilkan perubahan dari padat menjadi cairan. Alat ini yang nantinya merubah plastic PET, HDPE dan PP menjadi cairan yang sama seperti bahan bakar.



Gambar 6. Desain Perancangan Alat Pirolisis

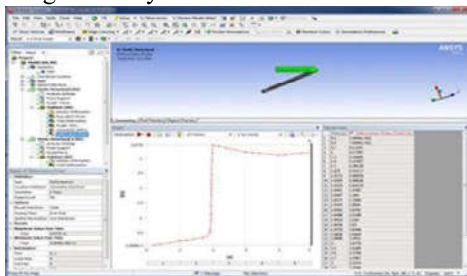
Keterangan :

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

Langkah proses produksi pirolisis :

- a. Memasukan bahan uji yaitu plastik PET, HDPE dan PP ke dalam reaktor.
- b. Tabung reaktor dipanasi menggunakan kompor sampai suhu.
- c. Untuk sementara waktu kran/valve ditutup dengan waktu 15-20 menit agar supaya tabung reaktor menjadi vakum setelah itu kran yang menuju kondensor dibuka.
- d. Suhu diukur dengan *termocouple* digital.
- e. Kondensor dialiri air secara terus menerus selama proses pengujian berjalan dengan suhu 17-26°C.
- f. Setelah pipa didinginkan dengan kondensor gas dan cairan akan turun pada bagian output kondensor tersebut.
- g. Gas akan mengalir melalui pipa bagian atas dan cairan akan mengalir melalui pipa bagian bawah.
- h. Tunggu hingga kurang lebih 1 jam.
- i. Setelah selesai akan mendapatkan hasil produk pirolisis dari plastik PET, HDPE dan PP.
- j. Hasil produk pirolisis dari bahan plastik PET, HDPE dan PP akan diteliti atau diuji guna mengetahui karakteristiknya.

3) Program Ansys



Gambar 7. Hasil Metode Ansys

Ansys adalah sebuah program untuk melakukan perhitungan konstruksi dan fluida menggunakan metode elemen hingga atau finite, element analysis (FEA). Dengan hadirnya program ansys yang mempunyai kemampuan lebih luas membuka wawasan baru bagi peneliti untuk menyelesaikan permasalahan lebih cepat.[9] Tampilan prototipenya juga bisa ditampilkan pada layar komputer, sehingga orang yang awam di bidang teknikpun dapat mengetahui dengan mudah.

Hal inilah yang mendasari penggunaan program komputer ansys yang berbasis metode elemen hingga untuk melakukan kajian penelitian. Sebelum berkembangnya teknologi informatika/komputer, analisa dengan metode elemen hingga masih menggunakan perhitungan tangan yang panjang dan melelahkan. Munculnya program nastran memberikan kemudahan dalam analisa sebuah struktur yang rumit sekalipun. Kemudian dengan perkembangan teknologi muncul software ansys yang merupakan software terpadu untuk desain dan analisa struktur dengan menerapkan metode elemen hingga. Dengan program ini, peneliti hanya membuat model tiga dimensinya dan analisa dapat dilakukan dengan hasil yang langsung dapat diketahui. Pemodelan disini meliputi diskritisasi benda kerja, pemilihan dan penerapan elemen, pendefinisian tumpuan, serta beban yang bekerja.

2.4 Teknik Pengolahan Data

Metode pengolahan data dalam penelitian ini adalah pemakaian konsumsi bahan bakar dengan ini menggunakan mesin motor. Dimana mesin ini digunakan untuk mengetahui nilai perbandingan konsumsi bahan bakar PET, HDPE dan PP, setelah itu menghitung daya dan torsi terhadap kinerja mesin. Hasil nilai perbandingan analisa akan di hitung dengan Metode Ansys sehingga akan mengetahui unjuk kerja mesin.

Tahap pengujian bahan bakar hasil proses pirolisis dari plastik PET, HDPE dan PP di lakukan di lab. Teknik Mesin ITS Surabaya dengan Dynotest dan dengan rumus sebagai berikut:

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

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

$$\text{Daya} = \frac{r \times R \times m}{60}$$

Keterangan :

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

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

g = Gravitasi (m/s^2)

L = Panjang Lengan (m)

T = Torsi (N/m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari hasil penelitian uji lab pirolisis yang dilakukan dengan menggunakan bahan plastik PET, HDPE dan PP memiliki nilai karakteristik :

Tabel 1. Hasil pengujian

No	Jenis Plastik	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode
1	PET 50% + HDPE 25% + PP 25%	Flash point	2	$^{\circ}C$	ASTM D 92
		Viscositas at 40°	1,29	cSt	IK/LEL-ITS/VB
		Densitas	0,74	Kg/m^3	Picnometer

Data pengujian dan hasil analisa yang didapat pertama kali yaitu viskositas dengan suhu $40^{\circ}C$, mendapatkan hasil 1,29 cSt. Viskositas bahan bakar mempunyai pengaruh yang besar terhadap bentuk dari semprotan bahan bakar. Dimana untuk bahan bakar dengan viskositas yang standar akan memberikan atomisasi yang baik untuk mesin dapat melakukan prose pembakaran dan gas buang yang baik.

Densitas adalah pengukuran masa setiap satuan volume enda. Semakin tinggi massa jenis suhu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah :

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

Keterangan :

ρ = massa jenis

m = massa

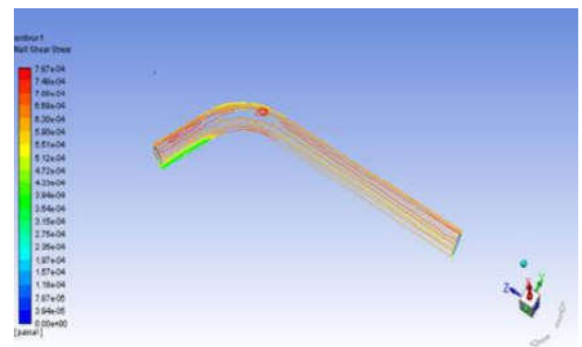
V = volume

flash point atau bisa disebut juga dengan titik nyala, dimana flash point sulhu terendah saat dia dapat menguap untuk membentuk campuran yang bisa menyulut api di udara.



Gambar 8. Pipa aliran pada pirolisis

Dari gambar diatas dapat di lihat bahwa pipa berwarna biru menunjukkan bahwa alirannya stabil, jika pipa berwarna merah menandakan bahwa alirannya terlalu besar bahkan dapat menimbulkan adanya pembengkokan pada pipa.



Gambar 9. Tekanan aliran pipa

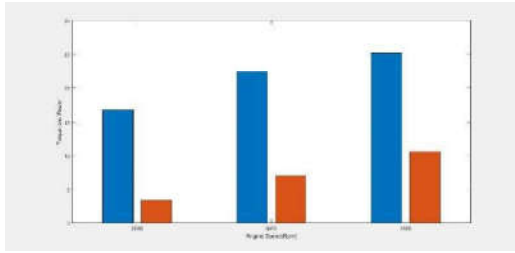
Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa tekanan aliran pada pipa yang semakin besar tekanan dan panasnya suhu pada aliran akan mempengaruhi pada material pipa tersebut.

a. Torsi dan Daya

Tabel 2. Pengujian Torsi dan Daya

No	Fuel	Engine Speed (Rpm)	Torque	Power
1	PET 50%+HDPE 25%+PP25 %	2000	16,8	3,51
		3000	22,4	7,033
		4000	25,2	10,55

Hasil unjuk kerja mesin untuk torsi dan daya (power) dapat diperoleh hasil pertama untuk torsi rendah dengan daya (power) yang rendah, semakin ditambahkannya torsi maka daya (power) yang digunakan juga akan naik seperti yang diperlihatkan pada grafik dibawah ini pada batang yang berwarna biru menunjukkan torsi dan batang oranye menunjukkan daya (power) :



Gambar 10. Grafik Pengujian torsi dan daya (power)

b. Konsumsi Bahan Bakar

Dari hasil pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan motor diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Pengujian konsumsi

Bahan bakar	pengujian	Rpm	H1	H2	V(ml)
PET+ HDPE +PP	3 menit	2000	200	195	5
	3 menit	3000	195	187	8
	3 menit	4000	187	174	13

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan maka penelitian yang berjudul karakteristik bahan bakar jenis plastik PET 50%, jenis plastik HDPE 25% dan PP 25% terhadap unjuk kerja mesin menggunakan metode ansys, dapat diambil kesimpulan hasil pengujian bahan bakar hasil dari proses pirolisis jenis PET, HDPE dan PP tidak adanya pengaruh yang signifikan terhadap kerja dari mesin motor bakar itu sendiri.

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 ansys dapat lebih lengkap dan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Khobragde, Pyrolysis of plastic, mr. V.v. Kale hod, Department of Mechanical Engineering, G.H. Rasoni Polytechnic, Nagpur (M. S.) (International Journal of Engineering and Creative Science, Vol. 3, No. 3, 2020 www.ijecs.net) (Nidesh Khobragade, Makarand Ghonge, Ath.” .

- [2] I. Kalargaris, “Combustion, Performance and emission analysis of a DI diesel engine using plastic pyrolysis oil.” .
- [3] R. Gunawan, “202240-pengaruh-suhu-dan-variassi-rasio-plastik.” .
- [4] D. Almeida, “Thermal and catalytic pyrolysis of plastic waste Débora Almeida¹ and Maria de Fátima Marques^{1*} ¹Instituto de Macromoléculas Eloisa Mano, UNIVERSIDADE Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (Polímeros, 26(1), 44-51, 2016).” 2016.
- [5] S. Naimah, “Dekomposisi Limbah Plastik Polypropylene Dengan Metode Pirolisis.” .
- [6] I. Okatama, “Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik.” 2016.
- [7] T. Abebe Abide, *Recovery of Liquid Hydrocarbon Fuels from Polypropylene Waste Plastics via Catalytic Pyrolysis*, Tihitna Abebe Abide¹, Belete Tessema Asfaw^{2,*} ¹Lecturer and Head, Department of Chemical Engineering, Haramaya University, Haramaya Institute of Technology, Ha. 2020.
- [8] E. K, “Pengolahan Sampah Plastik dengan Metode Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak.” .
- [9] N. F, “Dasar simulasi kunci spanner menggunakan ansys 14.0, Natalino F.D.S Guterres Department of Mechanical Engineering, Dili Institute of Technology, Aimutin Street, Dili -Timor Leste E-mail address: natalinofonseca81@gmail.com,” hal. 1–29, 2015.