

ANALISA KARAKTERISTIK MINYAK PLASTIK HASIL DUA KALI PROSES PIROLISIS

Untung Surya Dharma¹⁾, Dwi Irawan²⁾

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro¹⁾²⁾

Jl. Ki Hajar Dewantara No. 116 Iringmulyo Kota Metro (0725) 42445-42454

Email : Untungsdh@yahoo.co.id

Abstrak

Limbah plastik dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku minyak plastik dengan menggunakan proses pirolisis. Minyak plastik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai zat aditif atau campuran bahan bakar pada mesin. Pada Penelitian ini, proses pembuatan minyak plastik menggunakan dua kali proses pirolisis. Suhu reaktor pada proses pirolisis yang pertama dan kedua berbeda berturut-turut yaitu 200 °C dan 150 °C. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa pada proses pirolisis pertama dengan suhu reaktor 200 °C, dari 25 kg bahan baku menghasilkan 15,5 liter minyak plastik dalam waktu 80 jam. Sedangkan pada proses pirolisis kedua dengan suhu reaktor 150 °C, dari 15 liter minyak plastik dari hasil proses pirolisis pertama menghasilkan 11,6 liter minyak plastik dalam waktu 3,33 Jam. Adapun karakter minyak plastik yang dihasilkan adalah massa jenis 771,4 kg/m³, Viskositas 0,501 m²/s dan Nilai kalor 10518 kJ/kg

Kata kunci : Minyak Plastik, Proses Dua Kali Pirolisis, Karakteristik Minyak Plastik

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak plastik merupakan minyak sintesis yang terbuat dari senyawa hidrokarbon cair melalui proses pirolisis. Pirolisis minyak plastik adalah teknik pembakaran limbah plastik tanpa O₂ dan dilakukan pada suhu tinggi. Produk utama dari pirolisis adalah senyawa-senyawa hidrokarbon cair mulai dari C₁ hingga C₄ dan senyawa rantai panjang seperti parafin dan olefin [1]. Minyak plastik yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat aditif atau campuran dalam bahan bakar. Keuntungan proses pirolisa adalah untuk menghasilkan bahan bakar minyak plastik dengan nilai kalor pembakaran yang baik.

Penelitian tentang minyak plastik sebagai bahan bakar alternatif telah banyak dilakukan dan hasilnya menunjukkan bahwa minyak yang berasal dari limbah plastik ini sangat baik untuk dikembangkan karena selain mereduksi limbah plastik hingga 60% juga dapat menjadi sumber bahan bakar alternatif [2]. Dari penelitian lain bahkan menunjukkan bahwa 75% limbah plastik dapat menghasilkan minyak plastik [3].

Adapun penelitian tentang sifat-sifat minyak plastik berbahan baku polietilena yang dibuat dengan menggunakan proses pirolisis ini diketahui bahwa densitas minyak yang dihasilkan adalah 939 kg/m³ dan ignition point 30,4 °C sehingga lebih mudah dinyalakan.

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa proses pirolisis plastik sangat dipengaruhi temperatur yaitu kisaran 420 °C hingga 500 °C karena pada temperatur tersebut plastik baru

dapat terdekomposisi [4], selain temperatur juga dipengaruhi oleh komposisi dan degradasi katalis [5].

Penelitian lebih lanjut tentang pembuatan minyak plastik dengan proses dua kali pirolisis dimana pada proses pirolisis yang pertama akan menggunakan temperatur 200 °C dan yang kedua 150 °C dari limbah plastik diharapkan dapat menghasilkan produk minyak plastik dengan kualitas yang baik namun diharapkan dapat mengefisienkan energi yang akan digunakan dalam proses pirolisis tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu bahan (Material) yang apabila dibakar akan menghasilkan energi panas. Setiap bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaranyang berbeda-beda. Karakteristik inilah yang menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran [6 & 7]. Sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan jalan menambah bahan-bahan kimia kedalam bahan bakar tersebut. Sebagai contoh, batu bara nilai kalornya sangat bervariasi bergantung kandungan karbonnya. Dengan alasan tersebut, sekarang banyak metode yang digunakan untuk menaikkan nilai kalor bahan bakar dengan proses penambahan kandungan karbon ataudengan cara pengurangan unsur-unsur pengotornya. Untuk bahan bakar cair, khususnya bensin atau solar biasanya ditambahkan bahan-bahan aditif dengan harapan akan mempengaruhi daya anti *knocking* atau daya letup dari bahan

bakar, dan dalam hal ini menunjuk apa yang dinamakan dengan bilangan oktan (*octane number*) atau angka cetan pada solar (*cetane number*). Proses pembakaran bahan bakar dalam motor bensin atau mesin pembakaran dalam sangat di pengaruhi oleh bilangan tersebut [8,9, 10].

Minyak Plastik

Penggunaan plastik didalam kehidupan masyarakat sangat luas. Hal ini karena plastik memiliki banyak kelebihan dibandingkan bahan lainnya. Sebagian besar plastik yang digunakan masyarakat merupakan jenis plastik polietilena. Ada dua jenis polietilena, yaitu *high density polyethylene* (HDPE) dan *low density polyethylene* (LDPE). HDPE banyak digunakan sebagai botol plastik minuman, sedangkan LDPE untuk kantong plastik. Sehingga tidak mengherankan jika limbah plastik sangat banyak dan sulit untuk ditanggulangi, sehingga diharapkan limbah plastic ini dapat didaur ulang menjadi bahan yang lebih bermanfaat.

Salah satu perusahaan di Indonesia yaitu PT. Artha Teknindo – Artech [11] mengatakan bahwa limbah plastik dapat menjadi BBM. Dalam mengolah limbah plastik menjadi BBM, limbah plastik tidak diperlukan perlakuan pre-sortir dan tidak pula diperlukan kondisi yang harus bersih dari kotoran seperti pasir, abu, kaca, logam, tekstil, air, minyak bekas dan lain-lain. Setiap satuan berat plastik, dapat menghasilkan 70% Minyak, 16% Gas, 6% Carbon Solid dan 8% Air. Adapun karakteristik dari minyak plastic yaitu antara lain massa jenis 0,73 kg/L dengan nilai kalor sebesar 10498 kJ/kg. Menurut penelitian Joko Santoso [12], 2010, masa jenis minyak plastik dengan suhu reaktor pada antara 350 °C sampai 450 °C, menghasilkan massa jenis rata-rata sebesar 0,74 kg/L, viskositas 0,51 m²/s dan nilai kalor sebesar 43,33 MJ/kg.

Karakteristik Minyak Plastik

Karakteristik minyak plastik yang akan dibahas dalam penelitian ini hanya tiga parameter, yaitu massa jenis, viskositas dan nilai kalor.

a. Massa Jenis Minyak Plastik

Massa jenis diukur manual yaitu dengan cara menimbang dengan volume tertentu, dengan menggunakan persamaan berikut :

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

Keterangan :

- ρ : Massa jenis (kg/l)
- m : Massa minyak (kg)
- V : Volume (liter)

b. Viskositas

Fluida yang mengalir melalui sebuah pipa dapat dipandang terdiri atas lapisan–lapisan tipis zat alir yang bergerak dengan laju berbeda–beda sebagai akibat adanya gaya kohesi maupun adhesi. Gesekan internal di dalam fluida dinyatakan dengan besaran viskositas atau kekentalan dengan satuan *poise*. Viskositas dapat diketahui dengan membandingkan satu fluida yaitu minyak hasil pirolisis dengan fluida lain yaitu air, dengan persamaan berikut:

$$v_x = \frac{t_x \rho_x}{t_a \rho_a} v_a$$

Dimana :

- v_x = viskositas minyak (m²/s)
- t_x = waktu alir minyak (s)
- ρ_x = massa jenis minyak ($\frac{kg}{m^3}$)
- t_a = waktu alir air (s)
- ρ_a = massa jenis air ($\frac{kg}{m^3}$)
- v_a = viskositas air (m²/s)

c. Nilai Kalor Bahan Bakar Minyak Plastik

Nilai kalor bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan kalorimeter, dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_s = Q_w + Q_c$$

Keterangan :

- Q_s : Energi panas (Kalori)
- Q_w : Energi panas yang diserap oleh air (Kalori)
- Q_c : Energi panas yang diserap oleh kalorimeter (Kalori)

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik minyak plastik yang dihasilkan dari limbah plastik menggunakan proses pembuatan dengan cara dua kali proses pirolisis.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai dasar untuk penelitian-penelitian lebih lanjut baik tentang metode dalam menghasilkan minyak plastik dari limbah plastik maupun penggunaannya sebagai bahan bakar minyak, sehingga minyak plastik dapat menjadi salah satu sumber energi baru yang bersih dan ekonomis.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental,

dengan tahapan-tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

Tahapan persiapan meliputi pembuatan alat pirolisis dan penyediaan bahan baku yaitu limbah plastik jenis LDPE (kantong plastik bekas) dan jenis HDPE (botol plastik kemasan bekas).

b. Tahap Pembuatan Minyak Plastik

Metode yang digunakan dalam pembuatan minyak plastik adalah dengan metode dua kali proses pirolisis. Pada proses pirolisis pertama, suhu reactor yang digunakan adalah 200 °C. Dengan bahan baku limbah plastik berupa kantong plastic bekas dan botol plastic kemasan bekas (campuran jenis LDPE dan HDPE) sebanyak 5 kg selama 16 jam. Setelah didapat minyak dari proses pertama kemudian dilanjutkan dengan proses pirolisis kedua.

Pada proses pirolisis yang kedua, suhu reactor yang digunakan adalah 150 °C, bahan baku minyak plastic hasil pirolisis pertama sebanyak 3000 ml yang diproses selama 40 menit.

c. Tahap Pengujian Minyak Plastik

Pengujian minyak plastik yang dihasilkan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari minyak itu sendiri dengan parameter yaitu massa jenis, viskositas dan nilai kalor.

d. Tahap Analisa Data dan Kesimpulan

Setelaha pengujian akan dilakukan analisa data yang didapat dan ditarik kesimpulan.

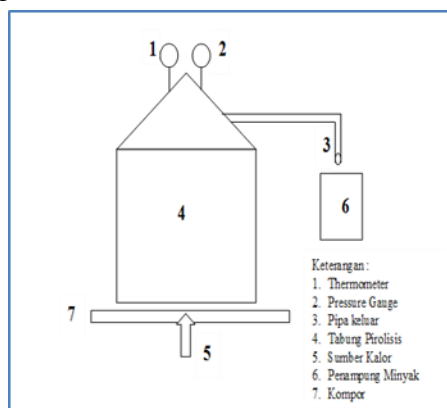
Prosedur Pembuatan Minyak Plastik

Prosedur pembuatan minyak plastik adalah sebagai berikut :

1. Cacah plastik bekas LDPE (kantong plastik bekas) dan jenis HDPE (botol plastik kemasan bekas) kemudian cuci bersih dan keringkan untuk mempermudah proses pirolisis.
2. Masukkan cacahan limbah plastik kedalam alat pirolisis sebanyak 5 kg untuk proses pirolisis pertama selama 960 menit atau 16 jam
3. Jaga suhu didalam alat pirolisis konstan pada suhu 200 °C untuk mendapatkan minyak plastik yang berwarna kuning gelap.
4. Minyak plastik yang didapat dalam proses pirolis pertama ini selanjutnya dipanaskan kembali kedalam alat pirolis untuk proses pirolisis yang kedua.
5. Jaga suhu didalam alat pirolisis konstan pada suhu 150 °C selama 40 menit untuk

mendapatkan minyak plastik dengan dua kali proses pirolisis yang warnanya kuning terang.

6. Lanjutkan secara berulang (5 kali) untuk mendapatkan nilai rata-rata dari data-data yang yang dibutuhkan.



Gambar 1. Skema Alat Pirolisi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

Tabel 1. Hasil Pembuatan Minyak Plastik pada Proses Pirolisis Pertama

Pengujian Hari Ke	Bahan Baku Minyak	Massa Plastik (kg)	Suhu Proses Pirolisis (°C)	Waktu (menit)	Hasil Pengujian (ml)
1	Limbah Plastik	5	200	960	3100
2	Limbah Plastik	5	200	960	3000
3	Limbah Plastik	5	200	960	3200
4	Limbah Plastik	5	200	960	3000
5	Limbah Plastik	5	200	960	3200
JUMLAH		25		4800	15500

Tabel 2. Hasil Pembuatan Minyak Plastik pada Proses Pirolisis Kedua

Pengujian Hari Ke	Bahan Baku Minyak	Volume Minyak (ml)	Suhu Proses Pirolisis (°C)	Waktu (menit)	Hasil Pengujian (ml)
1	Limbah Plastik	3000	150	40	1920
2	Limbah Plastik	3000	150	40	1960
3	Limbah Plastik	3000	150	40	1900
4	Limbah Plastik	3000	150	40	1935
5	Limbah Plastik	3000	150	40	1920
JUMLAH		15000		200	11555

PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Minyak Plastik

Sebelum dilakukan proses pirolisis, Bahan baku limbah plastik yang akan digunakan harus dicuci bersih terlebih dahulu hingga bersih agar terbebas dari kotoran. Proses pencucian ini dilakukan lebih kurang tiga kali dengan air yang mengalir. Setelah itu dilanjutkan dengan proses pencacahan untuk mempermudah pada saat proses pirolis dilakukan. Proses pembuatan minyak plastik dalam penelitian ini dilakukan dengan proses pirolisis sebanyak dua kali, dengan tujuan memaksimalkan kemurnian hasil minyak plastik.

Pada hari pertama pembuatan minyak plastic, untuk proses pirolisis pertama, suhu proses pirolisis yang digunakan adalah 200 °C, dimana dengan bahan baku 5 kg limbah plastik didapat 3100 ml minyak plastik dalam waktu 16 jam atau 960 menit. Kemudian dilanjutkan dengan proses pirolisi yang kedua, dengan menggunakan suhu 150 °C, dalam waktu 40 menit didapat minyak plastik sebanyak 1920 ml.

Tabel 1 dan 2 adalah table data hasil pembuatan minyak plastik berbahan baku limbah plastik yang merupakan campuran dari plastik jenis LDPE dan HDPE yang berupa kantong plastik bekas dan botol plastik kemasan bekas pada proses pirolisis pertama dan kedua.

Karakteristik Minyak Plastik

Adapun parameter dari karakter minyak plastik yang dihasilkan akan dilihat dari tiga parameter yaitu massa jenis, viskositas dan nilai kalor yang dikandung oleh minyak plastik.

a. Massa Jenis Minyak Plastik

Untuk mengetahui massa jenis minyak plastik yang dihasilkan dari proses pirolisis, dilakukan dengan cara memasukan minyak kedalam gelas ukur sebanyak 10 ml kemudian menimbang massa minyak pada timbangan digital. Pengukuran ini dilakukan masing-masing sebanyak 5 kali, kemudian dilakukan perhitungandengan menggunakan rumus sebagaiberikut :

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

Dimana :

$$\begin{aligned} m &= 7,65 \text{ gr} \\ V &= 10 \text{ ml} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{7,65 \text{ gr}}{10 \text{ ml}} \\ \rho &= 0,765 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

Pada Tabel 3 Berikut akan menyajikan tentang hasil perhitungan massa jenis dari minyak yang dihasilkan.

Tabel 3. Massa Jenis Minyak Plastik Pada Proses Pirolisis Kedua

Pengujian No :	Bahan Baku	Massa Minyak (gr)	Volume Minyak (ml)	Massa Jenis (kg/L)
1	Limbah Plastik	7,65	10	0,765
2	Limbah Plastik	7,70	10	0,770
3	Limbah Plastik	7,74	10	0,774
4	Limbah Plastik	7,78	10	0,778
5	Limbah Plastik	7,70	10	0,770
	Nilai Rata-rata	7,714	10	0,7714

Dari Tabel 3 diatas dapat diketahui bahwa massa jenis minyak plastik dengan dua kali proses pirolis adalah sebesar 0,7714kg/L atau setara dengan 771,4 kg/m³. Nilai yang dihasilkan ini tidak berbeda jauh dengan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Joko Santoso, 2010, yaitu pembuatan minyak plastik berbahan baku plastic jenis LDPE dengan suhu proses pirolisis 450 °C didapat 0,77 kg/L. Artinya proses dua kali pirolisis ini cukup baik digunakan apabila sumber kalor untuk menghasilkan suhu diatas 400 °C tidak terpenuhi.

b. Viskositas Minyak Plastik

Viskositas minyak plastik dalam penelitian ini dengan cara membandingkan dengan viskositas air, dengan rumus sebagai berikut :

$$v_x = \frac{t_x \rho_x}{t_a \rho_a} v_a$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} t_x &= 5 \text{ s} \\ \rho_x &= 771,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ t_a &= 6,22 \text{ s} \\ \rho_a &= 995,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ v_a &= 0,801 \text{ m}^2/\text{s} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \eta_x &= \frac{5,1 \text{ s} \times 771,4 \text{ kg/m}^3}{6,22 \text{ s} \times 995,7 \text{ kg/m}^3} \times 0,801 \text{ m}^2/\text{s} \\ \eta_x &= 0,51 \text{ m}^2/\text{s} \end{aligned}$$

Dari rumus diatas, diketahui bahwa pada massa jenis 995,7 kg/m³ maka waktu alir air adalah sebesar 6,22 detik dengan viskositas air sebesar 0,801 m²/s. Sehingga untuk menghitung viskositas maka dibutuhkan pengujian untuk mengetahui waktu alir minyak plastik. Tabel hasil perhitungan dari hasil pengujian waktu alir minyak plastik dapat dilihat seperti pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Data Hasil Viskositas Minyak Plastik yang dihasilkan

Pengujian ke	Waktu Alir Minyak (s)	Viskositas Minyak (m ² /s)
1	5,1	0,509
2	5,0	0,499
3	5,0	0,499
4	4,9	0,488
5	5,1	0,509
Nilai Rata-rata	5,02	0,501

Dari Tabel 4 diatas diketahui bahwa viskositas minyak plastik yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sebesar 0,501 m²/s. Nilai ini juga mendekati nilai rata-rata viskositas minyak

plastik yang telah diteliti oleh Joko Santoso, 2010 yaitu 0,51 m²/s.

c. Nilai Kalor Minyak Plastik

Pengujian nilai kalor dari minyak plastik yang dihasilkan dalam penelitian ini diketahui seperti pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Kalor Minyak Plastik

Sampel No:	Bahan Sampel	Nilai Kalor (kJ/kg)
1	Minyak Plastik	10518
2	Minyak Plastik	10516
3	Minyak Plastik	10516
4	Minyak Plastik	10520
5	Minyak Plastik	10518
Nilai Rata-rata		10517,6

Dari Tabel 5 diatas didapatkan nilai kalor dari minyak plastik yang di proses dengan cara dua kali proses pirolisis memiliki nilai kalor sebesar 10517,6 kJ/kg atau dibulatkan menjadi 10518 kJ/kg. Hasil ini tidak berbeda jauh dengan hasil minyak plastik untuk bahan bakar yang telah dipublikasikan oleh PT. Artha Teknindo – Artech, 2013 yaitu sebesar 10498 kJ/kg.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian awal yang telah dilakukan disimpulkan bahwa:

1. Pada proses pirolisis pertamadengan suhu 200 °C, dari 25 kg bahan baku menghasilkan 15,5 liter minyak plastik dalam waktu 80 jam.
2. Pada proses pirolisis kedua dengan suhu 150 °C, dari 15 liter minyak plastik dari hasil proses pirolisis pertama menghasilkan 11,6 liter minyak plastik dalam waktu 3,33 Jam.
3. Massa jenis minyak plastik yang dihasilkan adalah 771,4 kg/m³.
4. Viskositas minyak plastik yang dihasilkan adalah 0,501 m²/s
5. Nilai kalor dari minyak plastik yang dihasilkan sebesar 10518 kJ/kg
6. Dengan didapatkannya karakter minyak plastik yang dihasilkan diketahui bahwa minyak plastik ini layak untuk dijadikan campuran bahan bakar, sehingga penelitian dapat dilanjutkan ketahap pengaplikasian minyak plastik sebagai campuran bahan bakar premium.

Saran

Dari hasil penelitian tentang pembuatan minyak plastik ini, menunjukkan bahwa minyak

plastik dapat digunakan sebagai bahan bakar bagi mesin motor, sehingga kelanjutan penelitian ini dalam mengaplikasikan minyak plastik untuk campuran bahan bakar premium layak untuk dilanjutkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahyani Ermawati, 2011, Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif, Jurnal Riset Industri, Vol. V, No.3.
- [2] Miller, S.J. Shah, N. Huffman, G.P., 2005, Conversion of waste plastic to lubricant base oil, American Chemical Society, 19 (4) : 1580 – 1586
- [3] Purwanti Ani, Sumarni, 2008, Kinetika Reaksi Pirolisis Plastik Low Density polyethylene (LDPE), AKPRIND. Yogyakarta.
- [4] Caglar, A., Aydinli, B. 2009, Isothermal Co-Pyrolisis of Hazelnut Shell and Ultra High Molecular Weight polyethylene : The effect of Temperature and composition on the amount of pyrolysis product, Journal of analytical and applied pyrolysis, vol. 86 : 304 – 309.
- [5] Sakata, Y., Uddin, M.A., Muto, A., Narazaki, K., Murata, K., Kaji, M., 1996, Thermal and Catalytic Degradation of municipal waste plastic into fuel oil, Polym Recycling, 2 (4), 309.
- [6] Cengel, Yunus A. 2005. Thermodynamic. Fifth edition, E-book.
- [7] Culp, Archie W. Sitompul, Darwin. 1996. Prinsip-prinsip konversi energi, Penerbit Airlangga.
- [8] Kuo, K. Kenneth, 2005, Principles of Combustion, second edition, John Wiley & Son, inc, USA.
- [9] Turns, Stephen R. 2000, An Introduction to Combustion, second edition, Mc.GrawHill, USA.
- [10] Arismunandar, wiranto.(1980). *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung : ITB.
- [11] PT. Artha teknindo – artech, Mengolah Limbah Plastik Menjadi Energi. www.artech.co.id, bekasi. Akses tanggal 22 juni 2014.
- [12] Santoso, Joko, 2010, Uji Sifat minyak plastic Pirolisis dan Uji Perormasi Kompor Berbahan Bakar Minyak Pirolisis dari Sampah Plastik.