

Analisis Pengaruh Temperatur pada Metode Pirolisis dari Sampah Plastik PP (*Polypropylene*) Terhadap Kapasitas Dan Kuantitas Minyak Pirolisis

Dominggus G. H. Adoe¹, Gusnawati¹, Nanang Ernanto^{1*}

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jln. Adi Sucipto – Penfui, Kupang, NTT, 85222

*Email: nanangernanto@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.112020.10

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur 250 °C, 300 °C, dan 350 °C untuk alat pirolisis terhadap massa jenis minyak pirolisis, viskositas minyak pirolisis, *flash point* dan *fire point* minyak pirolisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa massa jenis pada penelitian ini mendapatkan hasil yang sama pada semua variasi temperatur yaitu 0,8 gr/cm³. Hasil viskositas yang didapat adalah 0,4355 cP untuk variasi temperatur 250 °C dan makin besar untuk variasi temperatur 300 °C dengan mendapatkan nilai 0.4595 cP kemudian pada temperatur 350 °C hasil yang didapat semakin besar yaitu 0,4826 cP. Pada *flash point*, hasil yang didapatkan adalah 80,3 °C untuk variasi temperatur 250 °C, 84,2 °C untuk temperatur 300 °C, dan pada temperatur 350 °C naik sangat pesat yaitu 90,4 °C. Untuk hasil *fire point* didapatkan hasil sebesar 338,9 °C untuk temperatur 250 °C, 340 °C untuk temperatur 300 °C, dan 349,7 °C untuk temperatur 350 °C. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan bahan bakar bensin dan mendapatkan hasil yang tidak mendekati bahan bakar bensin namun menyamai bahan bakar minyak tanah.

Abstract

Analysis of the Effect of Temperature on the Pyrolysis Method of PP (Polypropylene) Plastic Waste on the Capacity and Quantity of Pyrolysis Oil. This study aims to determine the effect of temperature variations 250 °C, 300 °C, and 350 °C, for pyrolysis tools on the density of pyrolysis oil, the viscosity of pyrolysis oil, fire point, and flash point of pyrolysis oil. The results showed that the density in this study obtained the same results at all temperature variations, namely 0.8 gr/cm³. The result of the viscosity obtained is 0.4355 cP for the temperature variation of 250 °C and the greater is for the temperature variation of 300 °C by obtaining a value of 0.4595 cP then at 350 °C the result is greater, namely 0.4826 cP. For flash point, the results obtained are 80.3 °C for temperature variations of 250 °C, 84.2 °C for temperatures of 300 °C, and at temperatures of 350 °C, it rises very rapidly to 90.4 °C. For fire point results, the results are 338.9 °C for temperatures of 250 °C, 340 °C for temperatures 300 °C, and 349.7 °C for a temperature of 350 °C. The results can then be compared with gasoline fuel and get results that are not close to gasoline but equal to kerosene fuel.

Kata Kunci: Bahan bakar alternatif, pirolisis, polypropylene, sampah plastik

1. Pendahuluan

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pernah mencatat sampah plastik dari 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu satu tahun sudah mencapai 10,95 juta lembar sampah kantong plastik. Secara keseluruhan, peningkatan timbunan sampah di Indonesia telah mencapai 175.000 ton per hari atau setara 64 juta ton per tahun. Timbunan sampah ini tentu memerlukan pengelolaan khusus agar tidak beragam permasalahan [1].

Proses hydrocracking ini dibantu dengan katalis. Untuk membantu pencampuran dan reaksi biasanya digunakan bahan pelarut 1-methyl

naphtalene, tetralin dan decalin. Beberapa katalis yang sudah diteliti antara lain alumina, amorphous silicaalumina, zeolite dan sulphate zirconia [2].



Gambar 1. Bahan baku plastik *polypropylene* (PP)

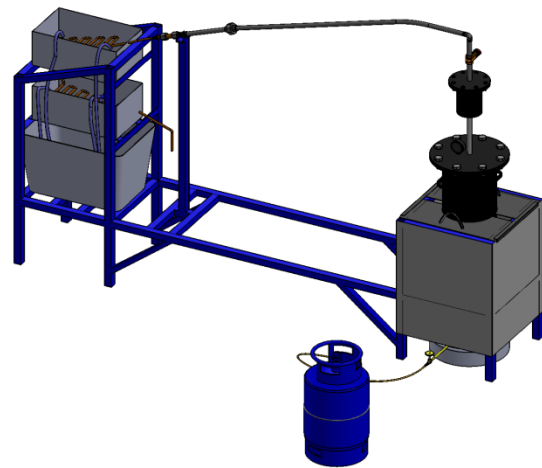
Minyak yang akan diteliti ini adalah minyak yang diproses dengan metode pirolisis dengan bahan dasar awal sampah plastik PP (*polypropylene*) menjadi minyak pirolisis sebagai bahan bakar primer. Bahan baku yang digunakan adalah plastik cup bekas air mineral Gambar 1.

Plastik adalah salah satu jenis makro molekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah Naphta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Sebagai gambaran, untuk membuat 1 kg plastik memerlukan 1,75 kg minyak bumi, untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya maupun kebutuhan energy prosesnya [3].

Tanda ini biasanya tertera logo daur ulang dengan angka 5 di tengahnya serta tulisan PP (Polypropylene) di bawah segitiga. Biasa dipakai untuk gelas plastik, berwarna jernih/transparan/tembus pandang seperti gelas air mineral, gelas jus/teh. Gelas jenis PP ini direkomendasikan hanya sekali pakai. Bila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada gelas tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker) dalam jangka panjang. Permintaan untuk jenis plastik ini di antara komunitas pendaur ulang plastik relatif banyak, tetapi saat ini tingkat daur ulang untuk bahan ini tetap rendah sebesar 20% [4].

Alat yang digunakan untuk penelitian ini berupa reaktor dari tabung pipa bekas dengan tinggi 70 cm dan diameter pipa 8 dim, pipa $\frac{3}{4}$ dim tabung reaktor 1 ke tabung reaktor 2 dengan ukuran tabung reaktor 2 berdiameter 6 dim panjang 15 cm, pipa penghubung dari tabung reaktor 2 ke kondesor menggunakan pipa $\frac{3}{4}$ dim dengan panjang 150 cm, kondesor yang digunakan panjang 44,5 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 25 cm dengan pipa kuningan $\frac{3}{8}$ inc dengan membentuk zig-zag sebanyak 2 buah kondesor, kondesor 1 ke kondesor 2 berjarak 10 cm. Bak penampung air lengkap dengan pompa air untuk

sirkulasi air pendingin dari bak penampung ke kondensor seperti Gambar 2.



Gambar 2. Alat pirolisis

Penelitian awal tentang dekomposisi pada pirolisis cepat diteliti oleh Peters, dkk. Pada tahun 1985 [5]. Efek dari laju pemanasan, temperatur dan waktu tinggal padatan juga diteliti. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa 95% selulosa terdekomposisi pada temperatur antara 500 °C dan 750 °C laju pemanasannya adalah 1000 °C/s. Setelah 750 °C, hasil dari arang menurun. Juga diketahui bahwa hasil dari tar yang terjadi sebesar 83% pada suhu 400 °C dan menurun menjadi 49% pada suhu 1000 °C. Ini dikarenakan adanya reaksi tar sekunder yang terjadi pada temperature yang lebih tinggi. Diatas suhu 750 °C hasil dari arang menurun dari 6% menjadi 3%. Ketika terjadi kenaikan temperatur diatas 900°C hasil dari arang kembali naik menjadi 4% yang mengindikasikan pada temperature diatas 900 °C reaksi repolimerisasi terjadi dan menghasilkan kenaikan pada arang.

Proses perubahan hidrokarbon cair hasil pirolisis menjadi minyak pelumas dengan metode *hydro-cracking* juga telah berhasil dilakukan oleh Suat Ucar, dkk. [6]. Mereka meneliti proses perubahan LOPE, PP, PVC/LOPE dan PVC/PP dengan menggunakan sistem hydrocracking pada refinery. Pada percobaan ini, LOPE atau PP ditambahkan pada vacuum gas oil (VGO). Campuran tersebut di-hydrocracking dengan menggunakan katalis HZSM-5, Cobalt dengan karbon aktif (Co-AC) dan DHC-8 (katalis komersil silika-alumina) pada batch autoclave dengan suhu 425 °C - 450 °C. Pada campuran PVC/PPIVGO atau PVC/PEIVGO, campuran terlebih dahulu dideklorinasi pada suhu 350 °C

sebelum di hydrocracking. Penambahan polimer pada VGO mempengaruhi penguraian VGO yang berakibat pada penurunan hasil gas dan kenaikan pada hasil cairan.

Bajus dan Hájeková [7], melakukan penelitian tentang pengolahan campuran 7 jenis plastik menjadi minyak dengan metode *thermal cracking*. Tujuh jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini dan komposisinya dalam persen berat adalah HDPE (34,6%), LDPE (17,3%), LLPE (17,3%), PP (9,6%), PS (9,6%), PET (10,6%), dan PVC (1,1%). Penelitian ini menggunakan *batch reactor* dengan temperatur dari 350 sampai 500 °C. Dari penelitian ini diketahui bahwa *thermal cracking* pada campuran 7 (tujuh) jenis plastik akan menghasilkan produk yang berupa gas, minyak dan sisa yang berupa padatan. Adanya plastik jenis PS, PVC dan PET dalam campuran plastik yang diproses akan meningkatkan terbentuknya karbon monoksida dan karbon dioksida di dalam produk gasnya dan menambah kadar benzene, toluene, xylenes, styrene di dalam produk minyaknya.

Aprian dan Munawar [8] meneliti dan mendapatkan hasil dekomposisi dengan efisiensi yang terbaik dalam menguraikan sampah plastik terjadi pada suhu 420 °C dengan waktu operasi 60 menit sedangkan Hasil produk minyak terbanyak pada plastik LDPE dan HDPE terjadi pada suhu 400 °C dengan waktu operasi 60 menit Kinematika pada plastik HDPE mempunyai nilai $k = 0,12468 \exp(95842/RT)$ sedang kinematika pada plastik LDPE mempunyai nilai $k = 0,02004 \exp(-7660/RT)$.

Plastik HDPE memiliki titik leleh 200 °C – 280 °C dan dapat terdekomposisi pada suhu 495 °C. Dengan menggunakan massa 500 gram menghasilkan gas 14,60%; wax 69,91%; dan char 15,49%. Komposisi gas yang terbentuk yaitu metana, etilen, etana, dan propana. Gas metana tertinggi terbentuk pada temperatur 650 °C dan 790 °C sekitar 45% – 55%. Pada fase cair, kandungan zat kimia terdiri dari benzene, toluena, naphthalena, dan zat aromatik lainnya [4].

Viskositas atau kekentalan sebenarnya merupakan gaya gesekan antara molekulmolekul yang menyusun suatu fluida. Viskositas adalah gaya gesekan internal fluida (internal = dalam). Jadi molekul-molekul yang membentuk suatu fluida saling gesek-menggesek ketika fluida

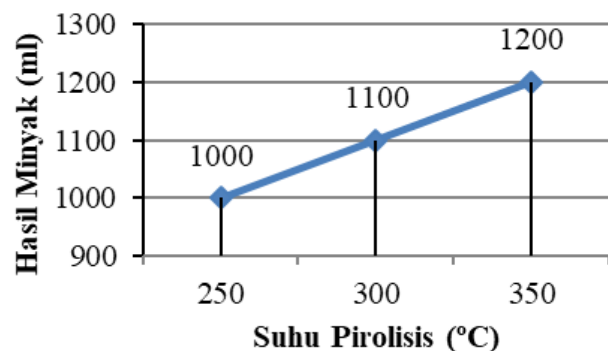
tersebut mengalir. Pada zat cair, viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis). Sedangkan dalam zat gas, viskositas disebabkan oleh tumbukan antara molekul [9].

Hasil dari proses pirolisis adalah minyak, char, dan gas. Minyak yang dihasilkan pada proses pirolisis disebut minyak pirolisis seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Minyak hasil pirolisis dengan variasi temperatur 250 °C, 300 °C, dan 350 °C

Berdasarkan pengamatan, terlihat bahwa dengan plastik 1 kg pada suhu 250 °C minyak hasil penelitian sebanyak 1 liter, untuk suhu 300 °C minyak hasil penelitian sebanyak 1,1 liter, dan untuk suhu 350 minyak hasil penelitian sebanyak 1,2 liter. Untuk char yang dihasilkan pada suhu 250 °C masih berupa minyak yang berwarna hitam yang berada di tabung 1. Pada suhu 300 °C dan 350 °C char yang dihasilkan sudah berupa char padat/bubuk. Dengan bertambahnya suhu pada proses pirolisis maka semakin banyak yang terdekomposisi menjadi minyak pirolisis.



Gambar 4. Grafik hasil hasil minyak pirolisis dengan suhu 250 °C, 300 °C, dan 350 °C dengan jumlah plastik 1kg

Dari grafik di atas hasil minyak hasil pirolisis berbanding lurus terhadap lamanya proses. Pada proses pirolisis, proses penyerapan kalor oleh bahan baku (plastik) terjadi hingga mencapai kesetimbangan thermal dan tidak ada lagi perubahan suhu di dalam reaktor ($\Delta T = 0$). Plastik lalu terdekomposisi dan berubah fasa menjadi fasa gas dan mengalir keluar melalui pipa dari reaktor menuju ke kondensor, gas lalu mengalami kondensasi dan berubah menjadi minyak.

Proses pirolisis pada suhu 250 °C ini mendapat hasil minyak yang tidak jauh berbeda dengan suhu 300 °C dan 350 °C tetapi hasil dari char yang dihasilkan pada proses pirolisis suhu 250 °C ini menghasilkan char yang masih fasa cairan sedangkan char yang dihasilkan pada proses pirolisis suhu 300 °C dan proses pirolisis suhu 350 °C menghasilkan char yang sudah fasa padat/bubuk.

Berdasarkan pengamatan, char yang dihasilkan akan berubah fasa yang dipengaruhi oleh semakin tingginya suhu, maka char akan semakin cepat berubah fasa, Perbedaan fasa ini disebabkan karena pada suhu 250 °C belum cukup panas untuk merubah bahan awal menjadi fasa padat/bubuk sedangkan pada suhu 300 °C dan suhu 350 °C sudah mampu merubah bahan awal menjadi fasa padat/bubuk. Ini di sebabkan karena semakin banyak plastik yang berubah ke fase gas dan mengalir keluar melalui pipa lalu berubah menjadi minyak pada unit pendingin (kondensor).

2. Hasil dan Pembahasan

2.1. Massa Jenis Minyak Pirolisis

Data pengujian massa jenis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian massa jenis

Minyak pirolisis (suhu)	Massa (gram)	Volume (cm ³)
250 °C	8	10
300 °C	8	10
350 °C	8	10

Data yang di gunakan sebagai contoh perhitungan adalah data sampel 250 °C.

$$\rho = \frac{m}{v} \tag{1}$$

dimana:

m = massa cairan (gr)

v = volume cairan (cm³)

ρ = massa jenis (gr/cm³)

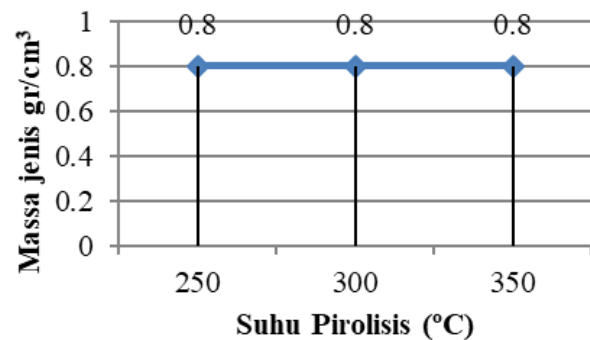
maka didapatkan massa jenis minyak pirolisis yaitu:

$$\rho = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ gr/cm}^3$$

Untuk hasil penelitian massa jenis minyak pirolisis dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Massa jenis minyak pirolisis dengan 1kg sampah plastik PP

Sampel	Massa jenis gr/cm ³
250 °C	0,8
300 °C	0,8
350 °C	0,8



Gambar 5. Massa jenis minyak pirolisis dengan 1kg sampah plastik PP

Secara teoritis lama waktu proses pirolisis mempengaruhi nilai massa jenis, dimana semakin lama waktu proses pirolisis, volume minyak pirolisis yang dihasilkan semakin banyak dengan massa cairan semakin berat. Nilai massa jenis dari minyak pirolisis yang ditimbang pada penelitian ini memiliki hasil yang sama yaitu 0,8 gr/cm³ dan hasil yang didapat pada penelitian ini lebih besar dari hasil yang didapat dari penelitian terdahulu yang mendapatkan hasil massa jenisnya antara 0,76782 – 0,78023. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu dimana semakin lama proses pirolisis di lakukan maka semakin berat massa jenis cairan yang dihasilkan karena semakin banyak molekul berat yang ikut terdekomposisi.



2.2. Viskositas Minyak Pirolisis

Dalam menentukan kekentalan minyak pirolisis, prinsip perhitungan menggunakan viscometer Oswald adalah membandingkan waktu alir (t) zat standar yang diketahui kekentalannya dan massa jenisnya (ρ) yaitu aquades dengan minyak pirolisis menggunakan persamaan untuk mengetahui kekentalan atau viskositas (μ_x). data hasil pengamatan terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian viskositas minyak pirolisis

Sampel	Waktu alir (T) (s)	Massa jenis (ρ) (gr/cm ³)
Aquades	9	1
250 °C	4,9	0,8
300 °C	5,17	0,8
350 °C	5,43	0,8

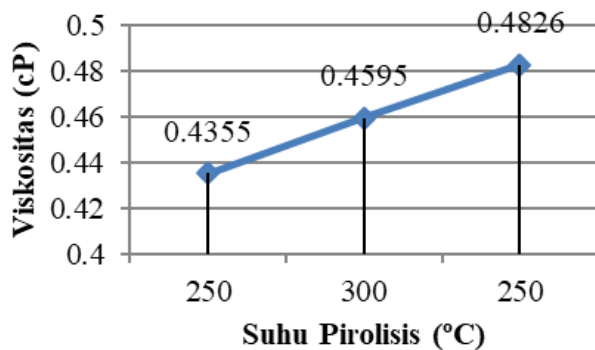
Waktu alir zat dari sampel 1 jam yang di amati yaitu 4,9 detik dan waktu alir aquades yaitu 9 detik. Dengan menggunakan rumus viskositas didapatkan :

$$\mu_x = \frac{tx \rho_x \mu_a}{ta \rho_a} \quad (2)$$

dimana

- μ_x = viskositas cairan minyak pirolisis (cP)
- tx = waktu alir minyak pirolisis (s)
- ρ_x = massa jenis minyak pirolisis (kg/m³)
- μ_a = viskositas air (cP)
- ta = waktu alir air dalam hal ini aquadest (s)
- ρ_a = massa jenis air (kg/m³)

$$\begin{aligned} \mu_x &= \frac{(4,9) (0,8) (1)}{(9) (1)} \\ &= 0,4355cp \\ &= 0,4595 \\ &= 0,4826 \end{aligned}$$

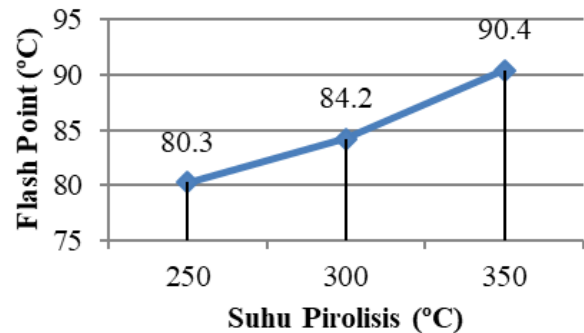


Gambar 6. Pengaruh lama waktu pirolisis terhadap viskositas minyak pirolisis

Dari data pada Gambar 6 dapat dilihat jika viskositas atau kekentalan cairan hasil pirolisis plastik PP memiliki rentang dari 0,4355 cP sampai dengan 0,4826 cP dengan kekentalan terendah pada sampel suhu 250 °C. Hal ini disebabkan karena suhu dalam reaktor dan lamanya proses pirolisis berpengaruh terhadap viskositas dari minyak pirolisis tersebut. Viskositas turut dipengaruhi juga oleh massa jenis, dimana semakin berat massa jenis cairan maka viskositasnya akan semakin tinggi, karena semakin berat massa jenis maka semakin banyak partikel yang terkandung di dalamnya yang menghambat aliran fluida karena partikelnya bergesekan.

Jika dilihat bahwa viskositas dari bensin yaitu 0,652 cP memiliki nilai cukup berbanding jauh dengan minyak pirolisis. Dan dilihat dari pergerakan fluidanya, minyak pirolisis memiliki pergerakan fluida yang lebih lambat dari pada bensin atau dapat dikatakan bahwa minyak pirolisis sedikit lebih kental di banding bensin murni yang dipasarkan, dikarenakan minyak pirolisis belum di destilasi seperti halnya bensin murni.

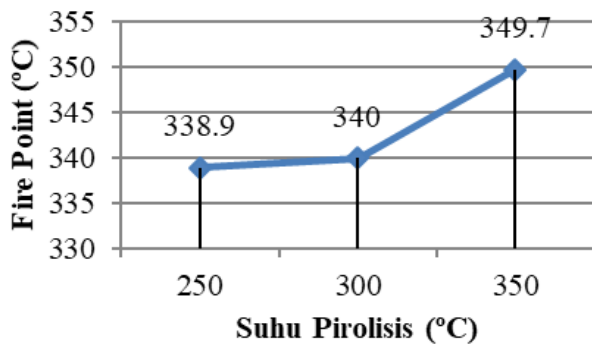
2.3. Flash Point dan Fire Point



Gambar 7. Flash point sampah plastik PP 1kg

Berdasarkan grafik pada sampel 250 °C mendapatkan titik nyala (*flash point*) pada suhu 80,3 °C dan pada sampel 300 °C sampai 350 °C titik nyala yang didapatkan semakin tinggi suhunya diantaranya sampel 300 °C mendapatkan titik nyala 84,2 °C dan sampel 350 °C mendapatkan titik nyala 90,4 °C dan pada hasil ini didapatkan sample yang diuji tergolong cairan yang mudah terbakar dikarenakan suhu yang di atas 37,8 °C sampai 60,5 °C digolongkan sebagai cairan yang mudah menyala dan apabila suhu di

atas 37,8 °C sampai 60,5 °C akan di golongan cairan mudah terbakar



Gambar 8. Fire point sampah plastik PP 1kg

Berdasarkan grafik di atas sampel 250 °C titik api (*fire point*) nya berada pada suhu 338,9 °C dan semakin meningkat untuk sampel 300 °C dan 350 °C dengan suhu yang didapat 340 °C dan 349,7 °C titik ini bertahan lebih dari 5 (lima) detik. Maka hal ini sesuai dengan syarat untuk pengambilan data titik api dimana titik api akan menyala kurang lebih dari 5 (lima) detik.

2.4. Pengujian Nilai Kalor

Karena keterbatasan alat uji yang ada dalam penelitian ini, maka pada pengujian nilai kalor ini menggunakan data penelitian dari penelitian terdahulu yang memiliki kesamaan yaitu menggunakan sampel uji yang sama plastik jenis PP. Temperatur yang digunakan sama dengan temperatur 250 °C, sampah plastik yang digunakan juga 1 kg, dan penelitian terdahulu mendapatkan hasil sebagai berikut [8]:

$$H = \frac{(W)(\Delta T) - (E_{wl} + E_{tl}) - (E_g)(M_g)}{M_t - M_g} \quad (3)$$

dimana:

- H = Nilai kalor dari sampel (kalori gr^{-1})
- W = Kapasitas panas calorimeter bomb (kalori/°C)
- ΔT = Perubahan temperatur pada calorimeter bomb (°C)
- M_{wl} = Massa kawat sisa pembakaran (gr)
- M_{tl} = Massa benang sisa pembakaran sampel (gr)
- E_{wl} = M_{tl} yaitu massa kawat sisa (gr) x nilai kalor kawat (333,68 kal gr^{-1})
- E_{tl} = M_{tl} yaitu massa kawat sisa (gr) x nilai kalor kawat (4810 kal gr^{-1})

- E_g = Nilai kalor kapsul gelatin (kalori/gram)
- M_g = Massa gelatin kapsul (gr)
- M_t = Massa total yaitu massa sampel + massa kapsul gelatin (gr)
- M = Massa asam benzoate (gr)

Sebelum menguji nilai kalor, ditentukan nilai kapasitas panas *calorimeter bomb* (kalibrasi calorimeter) dengan menggunakan bahan standar yaitu asam benzoat yang diketahui $H = 6318$ kalori/gr, $M = 0.77$ gr, dengan rumus:

$$W = \frac{(M)(H)}{\Delta T}$$

sehingga

$$W = \frac{(0,77)(6318)}{2,10} = 2316.6 \text{ kal/gr}$$

Pada pengujian nilai kalor menggunakan *calorimeter bomb* toshiwal, di dapat data seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian nilai kalor minyak pirolisis

Sampel Plastik	ΔT (°C)	M (gr)	M_{wl} (gr)	M_{tl} (gr)	E_g (kal/gr)
1 jam	2.90	0.6588	0	0	
2 jam	2.84	0.6576	0.01108	0	
3 jam	3.23	0.6577	0.0113	0	9629,9
Bensin murni	2.54	0.6536	0	0	

Data yang akan dijadikan contoh perhitungan yaitu sampel bensin murni. Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai kalor adalah Pers. 3 sehingga di dapatkan.

$$H = \frac{(2316.6)(2.54) - (0) - (9629.9)(0.00962)}{(0.6536 - 0.0962)} = \frac{(5884.164 - 926.396)}{(0.5574)} = 8356.23 \text{ kal } gr^{-1}$$

Nilai kalor bahan bakar menunjukkan energi panas yang dilepaskan pada proses pembakaran per satuan massa. Hasil pengujian nilai kalor dengan sampel uji yaitu minyak pirolisis dan bensin yang dilakukan menggunakan *calorimeter bomb* Toshiwal Ltd dapat dilihat pada Tabel 5.

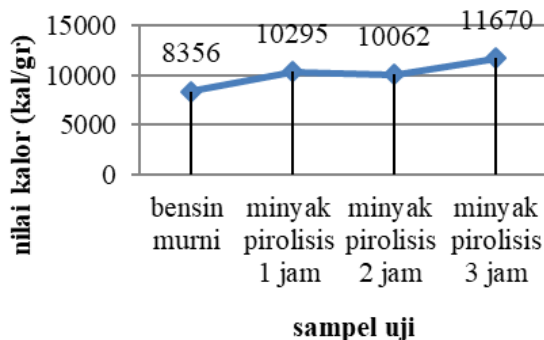


Tabel 5. Nilai kalor minyak pirolisis dan bensin

Sampel	Nilai Kalor (kal/gr)
Bensin Murni	8.356
Minyak pirolisis 1 jam	10.295
Minyak pirolisis 2 jam	10.062
Minyak pirolisis 3 jam	11.670

Dari Tabel 5, terlihat bahwa nilai kalor pada ketiga sampel dengan perilaku waktu yang berbeda menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding nilai kalor bensin murni. Hal ini disebabkan karena ΔT dari minyak pirolisis memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada bensin murni walaupun minyak pirolisis belum mengalami pemurnian sedangkan bensin pasaran sudah mengalami pemurnian

Nilai kalor bahan bakar dari minyak pirolisis sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 9.

**Gambar 9. Perbandingan nilai kalor minyak pirolisis terhadap bensin murni**

Dari Gambar 9, terlihat bahwa nilai kalor tertinggi terjadi pada minyak pirolisis dengan lama proses 3 jam yaitu 11.670 kal/gr dan terendah yaitu 10.062 kal/gr pada lama reaksi 2 jam. Dari hasil pengujian, nilai kalor dari minyak pirolisis secara keseluruhan berada di atas nilai kalor bensin murni yang berada pada 8.356 kal/gr.

Dari grafik juga terlihat bahwa nilai kalor minyak pirolisis memiliki nilai yang semakin meningkat seiring penambahan waktu proses. Sehingga bisa dikatakan bahwa waktu proses pirolisis berbanding lurus dengan nilai kalor dari sampel minyak pirolisis yang diuji. Karena semakin lama sampel diproses di dalam reaktor semakin banyak plastik yang terdekomposisi dan mengalami perengkahan diakibatkan semakin lamanya panas berkontak dengan plastik PP di dalam reaktor.

Pada Gambar 9 terlihat bahwa sampel 1 yang dipanaskan selama 1 jam memiliki nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan sampel 2 yang di proses lebih lama yaitu selama 2 jam. Nilai kalor dari setiap sampel berbeda walaupun suhu yang digunakan dalam penelitian ini sama yaitu 250 °C, hal ini dipengaruhi oleh reaktor yang digunakan tidak dapat menjaga suhu dalam reaktor tetap konstan. Akibatnya nilai kalor yang dihasilkan pun berbeda beda. Rata-rata suhu di dalam reaktor untuk sampel 1 yang diproses selama 1 jam yaitu 256,81 °C sedangkan untuk sampel 2 adalah 250,78 °C. dan untuk sampel ke 3 dengan lama proses 3 jam rata-rata suhu di dalam reaktornya adalah yang terbesar yaitu 258,03 °C.

Tujuan di lakukannya perataan suhu dalam reaktor ini adalah untuk membuktikan bahwa selain waktu proses, suhu pirolisis berpengaruh pada nilai kalor minyak pirolisis yang dihasilkan. Ini dibuktikan dengan nilai kalor pada pirolisis 2 jam yang mengalami penurunan karena suhu rata-ratanya reaktornya lebih kecil dibanding dengan suhu pada pirolisis 1 jam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kalor minyak pirolisis juga dipengaruhi oleh suhu pirolisis selain lamanya waktu pirolisis berlangsung.

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dari 1 kg sampah plastik jenis PP (polypropylene) dengan variasi temperatur 250 °C, 300 °C, dan 350 °C dapat menghasilkan minyak sebanyak 1 liter sampai 1,2 liter. Untuk pengujian Massa Jenis minyak pirolisis ini dapat disimpulkan massa jenis dari ke 3 hasil temperatur mendapatkan hasil massa jenis yang sama yaitu 0,8 gr/cm³. Untuk pengujian Viskositas hasil yang didapatkan 0,4355 cP untuk teperatur 250 °C, 0,4595 cP untuk temperatur 300 °C, dan temperatur 350 °C mendapatkan hasil 0,4826 cP. Untuk pengujian *fire point* dan *flash point* hasil yang didapatkan adalah 80,3 °C, 84,2 °C, dan 90,4 °C untuk pengujian *flash point* dan untuk pengujian *fire point* adalah 338,9 °C, 340 °C, dan 349,7 °C. Hasil tersebut masih jauh dari bahan bakar bensin namun menyamai bahan bakar minyak tanah.



Referensi

- [1] S. Ekawati, "Mengkritisi Kebijakan Penanganan Kantong Plastik di Indonesia," *Policy Br.*, vol. 10, no. 6, pp. 1–4, 2016.
- [2] S. Das and S. Pande, "Pyrolysis and Catalytic Cracking of Municipal Plastic Waste for Recovery of Gasoline Range Hydrocarbons," National Institute of Technology Rourkela, 2007.
- [3] B. McGhee, F. Norton, C. E. Snape, and P. J. Hall, "The Copyrolysis of Poly(Vinylchloride) with Cellulose Derived Materials as a Model for Municipal Waste Derived Chars," *Fuel*, vol. 74, no. 1, pp. 28–31, 1995.
- [4] "Polipropilena." <https://id.wikipedia.org/wiki/Polipropilena> (accessed Jul. 24, 2018).
- [5] K. Endang, G. Mukhtar, A. Nego, and F. X. A. Sugiyana, "Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak," 2016.
- [6] S. Uçar, S. Karagöz, T. Karayildirim, and J. Yanik, "Conversion of Polymers to fuel in A refinery Stream," *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 75, no. 1, pp. 161–171, 2002.
- [7] M. Bajus and E. Hájeková, "Thermal Cracking of the Model Seven Components Mixed Plastics into Oils/Waxes," *Pet. Coal*, vol. 52, no. 3, 2010.
- [8] R. P. Aprian and A. Munawar, "Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis," *J. Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 4, no. 1, pp. 44–53, 2011.
- [9] R. Bemis, "Proses Pengolahan Polipropilen Menjadi Bahan Bakar Cair Melalui Metoda Pirolisis," Universitas Andalas, 2013.

