

PENGUJIAN ALAT PENGOLAH LIMBAH PLASTIK JENIS PP MENJADI MINYAK MENTAH DENGAN SISTEM DESTILASI

Muhamad Syaiful Hidayat¹, Abdullah Faizal², A. H. Moestofa³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, ¹Universitas Wahidiyah

Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, ^{2,3}Universitas Wahidiyah

²rino.imanda@gmail.com

Abstrak

Destilasi plastik merupakan salah satu metode untuk mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar. Pada penelitian ini dirancang reaktor bervolume 8 liter, berkapasitas 2 kg, tinggi reaktor 0.32 m dan kondensor dengan pipa tembaga ¼ inch dibentuk spiral dengan panjang total 1.8 m serta berpendingin air. Sampah plastik yang digunakan adalah sampah plastik jenis PP (Polypropylene) menggunakan LPG sebagai bahan bakar. Proses destilasi dilakukan dengan waktu 150 menit, hasil dari pengujian yaitu 810 ml kondensat cair dan 140 ml kondensat padat dengan temperatur pembakaran maksimal 376.5°C.

Kata Kunci: Pengujian Alat, Destilasi, Plastik Polypropylene, Kapasitas.

Abstract

Plastic distillation is one method to convert plastic waste into fuel. In this research, an 8 liter volume reactor was designed, 2 kg capacity, 0.32 m high reactor and condenser with copper pipe ¼ inch made spiral with a length of 1.8 m and air cooled. The plastic waste used is PP (Polypropylene) type plastic waste using LPG as fuel. The distillation process was carried out within 150 minutes, the results of the test were 810 ml of liquid condensate and 140 ml of solid condensate with a maximum combustion temperature of 376.5°C.

Keyword: Testing Equipment, Distillation, Polypropylene plastic, capacity.

PENDAHULUAN

Negara terbesar keempat di dunia adalah Indonesia. Indonesia menempati urutan ke dua di dunia sebagai penyumbang sampah plastik yang di buang ke laut (Susi Pudjiastuti). Berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia menghasilkan sampah plastik setiap tahunnya sebesar 64 juta ton dimana 3.2 juta ton sampah plastic dibuang ke laut.

Untuk mengatasi sampah plastik tentu

diperlukan metode untuk mengolah sampah plastik menjadi hal yang lebih berguna dan bermanfaat. Salah satu metode yang dapat dilakukan yaitu dengan mendaur ulang sampah plastik menjadi bahan bakar berupa minyak mentah.

Dalam membuat sebuah inovasi baru diperlukan suatu alat yang dapat mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, bermanfaat bagi masyarakat dan mengurangi pencemaran lingkungan. Destilator (penyulingan) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk memisahkan

bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau volatilitas bahan. Dalam penyulingan ini, campuran zat dididihkan sehingga menguap dan hasil uap tersebut kemudian didinginkan kembali ke bentuk cairan (Arwizet, 2018).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Sumartono, Ibrahim, & Sarjianto, 2012) jenis limbah plastik PP menghasilkan cairan 315 ml pada temperatur 170°C menggunakan proses pirolisis.

Penelitian lain juga dilakukan oleh (FakhrHoseini & Dastanian, 2013) mendapatkan hasil cairan yang lebih tinggi sekitar 82.12% berat ketika dilakukan pirolisis PP pada temperatur 500°C. Namun, peningkatan temperatur lebih dari 500°C mengurangi cairan yang dihasilkan. Ini dibuktikan oleh (Demirbas, 2004) yang melakukan pirolisis PP pada temperatur ekstrem yaitu 740°C dalam reaktor batch yang menghasilkan 48.8% cairan, 49.6% berat gas dan 1.6% berat char.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana desain alat destilator pengolah limbah plastik menjadi minyak mentah.
2. Bagaimana volume jumlah minyak yang dihasilkan dari limbah plastik.

KAJIAN PUSTAKA

A. Plastik

Bahan baku pembuatan plastik adalah minyak dan gas sebagai sumber alami. Dalam perkembangan minyak dan gas ini mulai digantikan oleh bahan-bahan sintetis sehingga dapat diperoleh sifat-

sifat plastik yang diinginkan dengan cara kepolimerisasi, laminasi, dan ekstruksi.

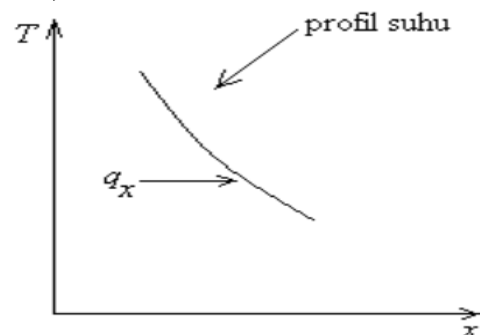
Plastik merupakan salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi atau proses penggabungan molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (polimer). Penyusun utama plastik adalah karbon dan hidrogen. Bahan baku yang sering digunakan untuk pembuatan plastik adalah hasil penyulingan minyak bumi atau gas alam. Peningkatan penggunaan plastik merupakan konsekuensi dari berkembangnya teknologi industri dan jumlah populasi penduduk (Arifin & Ihsan, 2018).

B. Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena perbedaan suhu antara benda atau material. Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai proses berpindahnya energi dari satu daerah ke daerah yang lain akibat perbedaan temperatur pada daerah tersebut.

C. Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan energi dari suhu tinggi ke suhu rendah disebut konduksi (Yunus, 2009).



Gambar 3.1 Arah Aliran Kalor

$$q = -kA \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

D. Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas melalui aliran yang zat perantaranya ikut berpindah. Laju perpindahan panas konveksi merupakan Hukum Newton tentang pendingin yaitu:

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = hA(T_s - T_f) \quad (\text{W})$$

Gambar 3.2 Perpindahan Kalor Konveksi Dari Sebuah Plat

Rumus konveksi paksa erat hubungannya dengan angka Reynolds (Re), Prandtl (Pr), Nusselt (Nu). Ketiga bilangan ini membentuk persamaan:

$$\text{Nu}_d = C \cdot \text{Re}_d^m \cdot \text{Pr}^n \quad (3)$$

1. Bilangan Reynold

$$\text{Re} = \frac{V}{\frac{\mu}{\rho D}} = \frac{\rho DV}{\mu}$$

Batasan: Aliran Laminar ($\text{Re} \leq 2300$)

Aliran Turbulen ($\text{Re} \geq 2300$)

METODOLOGI PENELITIAN

1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan pada destilasi sampah plastik adalah jenis PP (Polypropylene). Plastik yang telah dikumpulkan dari bank sampah kemudian dibersihkan dan dipotong dengan ukuran 2-4 cm.

Adapun bahan yang digunakan dalam pengujian destilator adalah reaktor dari limbah tabung Freon R22 dengan ketebalan 2 mm, tinggi 0.32 m dan diameter 0.12 m, pipa dengan ketebalan 3 mm, panjang 0.20 m dan diameter 0.6 m, tutup reaktor berupa plat besi dengan ketebalan 3 mm. pipa penghubung reaktor ke kondensor diameter 0.25 m dan panjang 0.35 m.

2. Kondensor

Kondensor terbuat dari limbah kaleng

roti dengan ketebalan 1 mm, tinggi 0.15 m diameter 0.7 m volume 2 liter dan pipa tembaga ukuran ¼ inch dengan panjang total 1.8 m.

3. Alat ukur

Timbangan gantung, Infrared thermometer, Stopwatch

PROSEDUR PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA

Timbang sampah plastik jenis PP menggunakan timbangan gantung seberat 2 kg, masukkan plastik kedalam reaktor, kemudian tutup lubang pemasukan plastic, siapka dengan stopwatch. Tampung hasil kondensasi ke dalam penampung minyak. Dilakukan pencatatan data volume minyak yang dihasilkan dari pembakaran selama 150 menit n air di dalam bak penampungan air dan hidupkan pompa untuk mengalirkan air melewati pipa kondensor, nyalakan pompa kondensor dan kompor untuk memulai proses pengujian alat dan menghitung waktu dengan stopwatch. Tampung hasil kondensasi ke dalam penampung minyak. Dilakukan pencatatan data volume minyak yang dihasilkan dari pembakaran selama 150 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data hasil pengujian alat selama 150 menit.

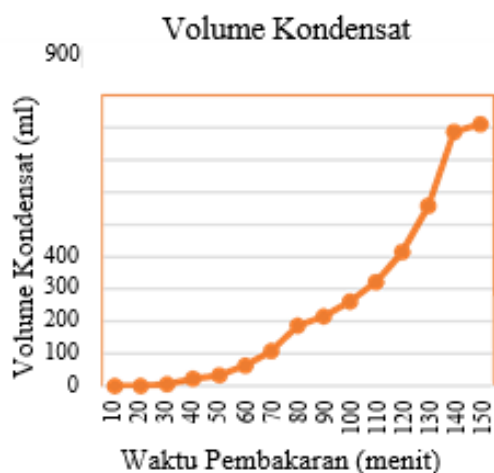
Tabel 6.1 Hasil Pengujian Alat

Berat PP (kg)	Suhu Pembakaran (°C)	Volume Minyak (ml)	Waktu Pembakaran (menit)
2	370	810	150

Tabel 6.1 menunjukkan berat plastik PP (Polypropylene) sebanyak

2 kg sudah dalam keadaan cacahan, dengan temperatur maksimal ketika

pembakaran 376.5°C menghasilkan kondensat cair sebanyak 810 waktu pembakaran 150 menit.



Grafik 6.1 Volume Kondensat

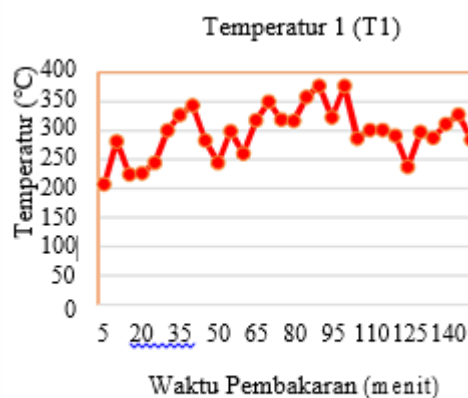
Grafik 6.1 menunjukkan adanya peningkatan volume kondensat cair yang dihasilkan selama proses pembakaran. Semakin lama waktu pembakaran, maka zat-zat yang terkandung dalam plastik akan terurai menjadi gas dan cair.

Dari pengujian alat destilasi menghasilkan 2 jenis kondensat yaitu, kondensat cair dan kondensat padat. Kondensat cair adalah hasil yang diharapkan, kondensat cair terbentuk karena plastik sudah terurai secara sempurna. Sedangkan kondensat padat terbentuk karena plastik belum terurai secara sempurna, hal ini disebabkan temperatur dalam reaktor yang belum mencapai titik lebur plastik PP.



Gambar 6.1 Hasil Kondensat
Gambar 6.1 menunjukkan volume hasil

kondensat setelah pembakaran selama 150 menit, temperatur maksimal 376.4 dengan total kondensat yang dihasilkan 810 ml. Untuk mengetahui kondensat yang dihasilkan cair atau padat dengan cara visual. Cara ini dilakukan dengan melihat warna cairan yang terdapat pada tempat penampungannya. Jika warna yang dihasilkan gelap atau bahkan kehitaman, maka hasil tersebut merupakan kondensat padat. Sedangkan bila menghasilkan warna cerah dan kekuningan, maka hasil tersebut adalah kondensat cair (Naufan, 2016).



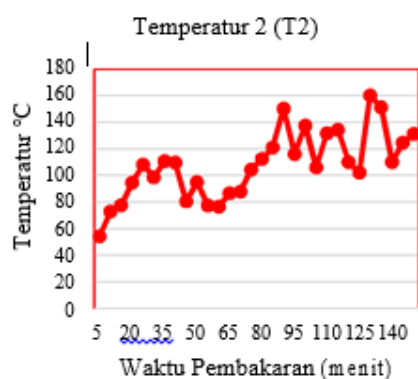
Grafik 6.2 Temperatur 1

Grafik 6.2 menunjukkan awal pembakaran temperatur 1, pengambilan data menggunakan infrared thermometer di tembakan pada tabung reaktor bagian bawah yang berkontak langsung dengan api.

Menunjukkan temperatur sebesar 207°C mengalami kenaikan dan penurunan temperatur, ini dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya yaitu ruangan terbuka sehingga tidak dapat menjaga temperatur secara konstan, dan kurangnya alat ukur yang mempunyai untuk menjaga temperatur secara konstan.

Titik puncak pembakaran pada waktu 90-100 menit dengan temperatur

maksimal 376.5°C yang menghasilkan kondensat cair dan sedikit kondensat padat. Hal ini menunjukkan bahwa plastik belum terurai secara sempurna. Seharusnya plastik sudah terurai secara sempurna dan tidak menghasilkan kondensat padat di temperatur 376.5 karena titik didih plastik pada temperatur $190 - 200^{\circ}\text{C}$ (Mujiarto, 2005).

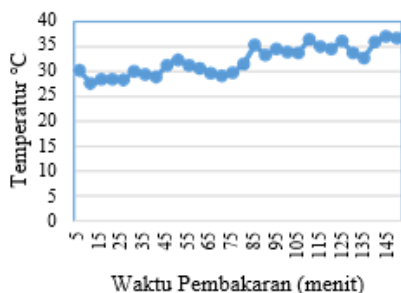


Grafik 6.3 Temperatur 2

Grafik 6.3 menunjukkan awal pembakaran pada temperatur 2 pengambilan data menggunakan infrared thermometer di tembakkan pada tabung reaktor bagian atas menuju pipa penghubung kondensor.

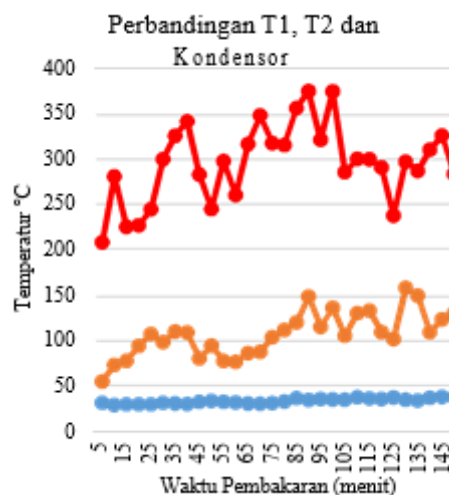
Menunjukkan temperatur awal 54.2°C mengalami kenaikan temperatur sampai 25 menit awal. Titik puncak yang terjadi pada temperatur 2 yaitu pada temperatur 60°C lama pembakaran 130 menit.

Temperature Kondenser



Grafik 6.4 Temperatur Kondensor

Grafik 6.4 menunjukkan temperatur kondensor pada pembakaran awal 30.2°C , temperatur ini terlalu tinggi pada awal pembakaran, semakin lama waktu pembakaran temperatur kondensor terus mengalami kenaikan, sehingga proses kondensasi plastik PP berlangsung lama.



Grafik 6.5 menunjukkan perbandingan antara temperatur 1, 2 dan kondensor. Pada temperatur 1 mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak beraturan, pada temperatur 2 mengalami hal yang sama, ini disebabkan oleh sebaran api kompor yang tidak konstan.

Temperatur kondensor pada awal pembakaran relative tinggi ini disebabkan kurang tambahan pendingin pada air yang mengalir ke kondensor. Perlu adanya tambahan es batu untuk membantu proses pengembunan pada kondensor. .

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pengujian alat pengolah limbah plastik jenis PP belum mendapat hasil yang maksimal dikarenakan kesulitan menjaga temperatur secara konstan. Kondensor yang di uji belum memberikan hasil yang maksimal juga karena

temperatur air yang mengalir pada kondensor kurang dingin.

Pengujian alat destilasi ini mendapat 2 jenis kondensat, yaitu kondensat cair dan kondensat padat. Kondensat cair yang didapat sebanyak 801 ml, sedangkan kondensat padat sebanyak 140 ml, dengan lama pembakaran 150 menit.

B. Saran

Setelah melakukan pengujian alat, untuk peningkatan dan perbaikan alat destilasi ini perlu mempertahankan temperatur pembakaran supaya uap yang dihasilkan semakin banyak, perlu penambahan es batu untuk menjaga temperatur kondensor sehingga mendapat hasil kondensat cair yang jernih. Proses destilasi plastik PP sebaiknya dilakukan menggunakan temperatur yang lebih tinggi dan dilakukan pada siang hari di dalam ruangan tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, J., & Ihsan, S. (2018). *Analisa dan Perancangan Limbah Plastik Sampah Polyethylene Terephthalate Untuk Menghasilkan Bahan Bakar Alternatif*. 1(1), 35–40.
- Arwizet, A. (2018). Mesin Destilasi Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Kondensor Bertingkat Dan Pendingin Kompresi Uap. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 17(2), 75–88.
<https://doi.org/10.24036/invotek.v17i2.34>
- Demirbas, A. (2004). Pyrolysis of municipal plastic wastes for recovery of gasoline-range hydrocarbons. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 72(1), 97–102.
<https://doi.org/10.1016/j.jaap.2004.03.001>
- FakhrHoseini, S. M., & Dastanian, M. (2013). Pyrolysis of LDPE, PP and PET Plastic Wastes at Different Conditions and Prediction of Products Using NRTL Activity Coefficient Model. *Arabian Journal of Chemistry*, 2013, submitted.
- Mujiarto, I. (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Traksi*, 3(2), 65–74.
- Naufan, F. (2016). Desain Alat Pirolisis Untuk Mengonversi Limbah Plastik HDPE Menjadi Bahan Bakar (Vol. 3).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-b-000238666>
- Sumartono, Ibrahim, H., & Sarjianto. (2012). *Uji Karakteristik Bahan Bakar MInyak (BBM) Daari Limbah Plastik*. 380–385.