

Perancangan dan Pengujian Alat Destilasi Minyak Dari Limbah Sampah Plastik

Judhid Adi Mursito, I Gusti Ketut Sukadana, I Gusti Ngurah Putu Tenaya

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Destilasi plastik dengan metode pirolisis menjadi salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengkonversi limbah plastik menjadi bahan kimia yang berguna dan bahan bakar minyak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk permodelan perancangan alat destilasi sampah plastik sederhana, mengetahui hasil minyak yang dapat diperoleh dan nilai kalor minyak hasil destilasi plastik. Alat destilasi terdiri dari reaktor bervolume 12,58 liter dan kondenser dengan pipa tembaga ukuran 3/8 inch dibentuk spiral dengan panjang total 2 meter serta berpendingin cairan. Pengujian dilakukan dengan bahan plastik berjenis Polyethylene Terephthalate sebanyak 3 kg per proses dengan 3 variasi suhu 300°C, 350°C, 400°C dan menggunakan LPG sebagai bahan bakar. Hasil pengujian, jumlah minyak terbanyak yang dihasilkan yaitu 74 gr pada suhu pirolisis 400°C dengan nilai kalor yang didapat dari minyak destilasi adalah 1572 J/gr.

Kata kunci: perancangan, pirolisis, destilasi plastik, Polyethylene Terephthalate, kapasitas, nilai kalor

Abstract

Plastic distillation by pyrolysis method is one way that can be used to convert plastic waste into useful chemicals and fuel oil. The purpose of this research is to know the design model of simple plastic waste distillation equipment, to know the yield of oil that can be obtained and the calorific value of oil of distillation of plastic. The distillation apparatus comprises a 12.58 liter reactor and a condenser with a 3/8 inch copper tube formed spiral with a total length of 2 meters and a liquid-cooled one. The test was done with Polyethylene terephthalate type plastic as much as 3 kg per process with 3 variations of temperature 300 ° C, 350 ° C, 400 ° C and using LPG as fuel. Test results, the amount of oil produced is 74 grams at 400 ° C pyrolysis temperature with the calorific value obtained from distillate oil is 1572 J /g.

Keywords: design, pyrolysis, plastic distillation, Polyethylene Terephthalate, capacity, heating value

I. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang menduduki peringkat kedua sebagai negara penyumbang sampah plastik terbesar di dunia setelah China. Berdasarkan data jambeck (2015) Indonesia menghasilkan sampah plastik hingga mencapai 187,2 juta ton setelah China yang mencapai 262,9 juta ton per tahun.

Plastik yang pada dasarnya memiliki banyak kelebihan menyebabkan permintaan terhadap plastik terus meningkat. Bahan baku plastik umumnya memiliki kelebihan seperti lebih ringan, bersifat isolator, dan proses pembuatannya lebih murah. Dibalik kelebihannya, bahan plastik memiliki dampak setelah barang tersebut tidak lagi digunakan.

Awal mula plastik yang bahwasanya merupakan berasal dari residu minyak bumi maka tentunya sampah plastik dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi alternatif. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memanfaatkan kembali sampah plastik menjadi energi alternatif adalah dengan metode destilasi (penyulingan).

Pengembangan terhadap alat yang dinamakan Distilator, mampu mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar, yang disebut minyak plastik atau biasa disingkat (MIPLAS) bisa digunakan sebagai bahan bakar tungku, burner kompor atau mesin-mesin bakar sederhana. Proses pembuatan minyak plastik memerlukan pemanasan dengan menggunakan bahan bakar ataupun sumber panas lainnya dengan metode yang sederhana namun banyak masyarakat masih mengira bahwa destilasi plastik susah untuk dilakukan.

Alat destilasi plastik saat ini masih dianggap rumit dan masyarakat mengira alat destilasi plastik hanya untuk kalangan penelitian dan skala laboratorium yang membutuhkan modal banyak untuk perancangan dan juga pengoperasiannya. Pembaharuan model rancangan alat destilasi dari yang lama ke baru tentu diharapkan terjadinya peningkatan sistem alat destilasi yang lebih baik. Proses perancangan alat destilasi minyak sampah plastik diharapkan juga dapat dirancang

dengan sistem yang lebih efektif sehingga siapapun akan dapat merancang sendiri alat pengolah sampah plastik sederhana. Hasil dari pengujian minyak sampah lebih baik serta proses pekerjaan lebih mudah dan cepat dilakukan

Adapun permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana perancangan dari alat destilasi minyak limbah sampah plastik yang efektif serta hasil dari pengujian alat destilasi minyak limbah plastik tersebut terhadap minyak yang dapat dihasilkan

II. Dasar teori

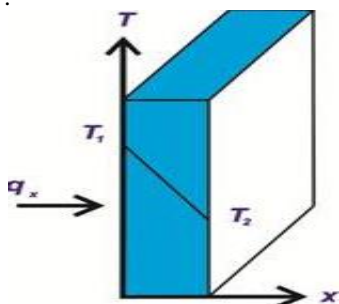
2.1 Plastik

Plastik merupakan bentuk polimer yang terdiri dari rantai karbon panjang atau bagian terkecil dari rantai karbon yang panjang yang disebut dengan mer atau monomer. Plastik merupakan penggolongan zat-zat polimer tinggi buatan seperti fenolformaldehina, polistirene, poletilena, polivinil clorida, urea, seluloid, formaldehina, dan lain-lain. Plastik terbuat dari bahan kimiawi seperti silicon, karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan klorida. Kombinasi yang berbeda-beda dari bahan kimia ini akan menghasilkan berbagai jenis plastik yang berbeda pula.

2.4 Perpindahan Kalor

Perpindahan panas konduksi adalah perpindahan panas yang terjadi dengan media tetap, temperature mengalir dari tinggi ke temperature rendah. Perpindahan panas konduksi adalah perpindahan panas yang terjadi akibat adanya perbedaan suhu atau temperatur antara permukaan yang satu dengan permukaan yang lainnya pada suatu media padat atau pada media fluida yang diam

2.4.1 Perpindahan Panas Konduksi

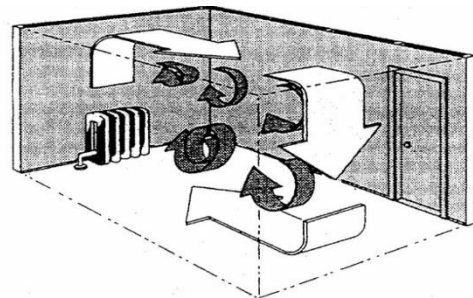


Gambar 2.1 Perpindahan panas pada dinding datar dalam keadaan *Steady*

Persamaan laju konduksi dikenal dengan Hukum *Fourier* dengan persamaan matematikanya sebagai berikut:

$$q_{kond} = -kA \left(\frac{dT}{dx} \right) \text{ atau } \frac{q_{kond}}{A} = -k \left(\frac{dT}{dx} \right) \dots (1)$$

2.4.2 Perpindahan Panas Konveksi



Gambar 2.2 Perpindahan panas konveksi dari fluida yang mengalir ke permukaan media padat.

Laju perpindahan panas konveksi adalah merupakan Hukum Newton tentang pendinginan (*Newton's Law of Cooling*) yaitu:

$$q_{konv} = hA_s(T_s - T_w) \dots (2)$$

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

$$Nu_d = C \cdot Re_d^m \cdot Pr^n \dots (3)$$

1. Bilangan Reynold

$$Re_d = \frac{\rho \mu_m d}{\mu} \dots (4)$$

Batasan:

- Aliran Laminar ($Re \leq 2300$)
- Aliran Turbulen ($Re \geq 2300$)

2. Bilangan Prandtl.

$$Pr = \frac{v}{a} = \frac{c_p \cdot \mu}{k} \dots (5)$$

Untuk aliran dalam pipa, seperti halnya aliran melewati plat datar profil kecepatan serupa dengan profil suhu untuk fluida yang mempunyai bilangan Prandtl satu.

3. Bilangan Nusselt

- a. Aliran laminar berkembang penuh

$$Nu_d = 1,86(Re_d \times Pr)^{1/3} \left(\frac{D}{L} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{1/4} \dots (6)$$

Batasan

$$Re_d \cdot Pr \frac{D}{L} > 10$$

- b. Aliran turbulen berkembang penuh
Berdasar Sneider & Tate:

$$Nu_d = 0,027 Re_d^{0,8} Pr^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14} \dots (7)$$

- c. Aliran turbulen berkembang penuh pada tabung licin

$$Nu_d = 0,023 \cdot Re_d^{0,8} \cdot Pr^n \dots (8)$$

- Batasan :
- n = 0,4 (Pemanasan)
 - n = 0,3 (Pendingin)

$0,6 < Pr < 100$ (untuk aliran turbulen yang tidak berkembang penuh dan terjadi didalam tabung licin dan dengan beda suhu moderat antara dinding fluida)

4. Koefisien Perpindahan Kalor

$$h = \frac{k}{D} N_{ud} \text{ (W/m}^2\text{.}^\circ\text{C)} \dots\dots\dots(9)$$

5. Suhu Limbak/Suhu Film

$$T_f = \frac{T_w + T_b}{2} \dots\dots\dots(11)$$

Ket: T_f = Suhu film ($^\circ\text{C}$)

Untuk konsep suhu limbak (bulk temperatur) yaitu perpindahan kalor yang melibatkan aliran dalam saluran tertutup, energi seluruhnya yang diakumulasikan dapat dinyatakan dengan beda temperature suhu-limbak:

$$\dot{Q} = \dot{m}c_p(T_w - T_b) \dots\dots\dots(12)$$

2.5 Penguapan

Secara umum penguapan atau evaporasi dapat diartikan perubahan fase zat dari cair menjadi uap atau proses perubahan molekul dari keadaan cair menjadi gas.

Persamaan umum untuk menentukan laju energi pada saat penguapan yaitu :

$$q_{evap} = \frac{M_w \cdot h_{fg}}{\Delta t} \dots\dots\dots(13)$$

2.6 Efisiensi Alat Destilasi

Untuk mengetahui perbandingan jumlah (kuantitas) minyak yang dihasilkan dari proses destilasi maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Effisiensi Distilat (%)

$$= \frac{(\text{BeratBasah}(kg) - \text{BeratKering}(kg))}{\text{BeratAwalPlastik}} \times 100\% \dots\dots(14)$$

Dimana berat basah merupakan berat plastik yang dimasukkan ke dalam tungku sebelum proses destilasi dan berat kering adalah merupakan berat plastik atau ampas plastik yang didapat setelah proses.

2.7 Efisiensi Teknis

Efisiensi teknis alat destilasi untuk mengetahui persen perbandingan energi yang digunakan atau dipakai selama proses destilasi terhadap hasil destilasi

Efisiensi Teknis (%)

$$= \frac{\text{massa destilat} \cdot NK_{destilasi}}{\text{massa gas} \cdot NK_{gas} + \text{Daya Pompa}} \times 100\% \dots\dots(15)$$

2.8 Kapasitas Alat Destilasi

Untuk mengetahui kapasitas alat destilasi plastik maka dapat ditentukan dengan sebagai berikut:

$$Q = \frac{W}{t} \dots\dots\dots(16)$$

III. Metode Penelitian

3.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian destilasi sampah plastik ini adalah menggunakan sampah plastik yang umum digunakan di masyarakat yaitu sampah botol-botol plastik bekas yang berjenis PET yang diperoleh dan dikumpulkan dari bank sampah dan tempat pengolahan sampah plastik, Denpasar. Botol plastik kemudian dibersihkan dan dipotong dengan ukuran 2-5 cm. Alasan pemilihan sampah plastik berjenis PET sebagai bahan penelitian adalah karena sampah plastik jenis tersebut mengandung senyawa hidrokarbon, mudah didapat dan memerlukan suhu pemanasan yang relatif rendah untuk mendapatkan hasil destilasi.

Adapun Alat-alat penelitian yang digunakan dalam pengujian destilator dan minyak hasil destilasi limbah sampah plastik yaitu Las Listrik, Las Asetilen, Gerinda tangan, Palu, Bor tangan, Kemudian bahan yang digunakan yaitu Badan reaktor berupa pipa besi dengan ketebalan 4 mm dan diameter 0.22 meter, Tutup reaktor berupa plat besi dengan tebal 2 mm dengan diameter 0.40 meter. Tutup bagian bawah reaktor berupa plat baja dengan ketebalan 2 mm dan diameter 0.30 m. Lubang keluar gas terbuat dari *napel* dengan bahan kuningan dengan ukuran 3/8 inch. *Karet gasket* untuk mencegah kebocoran gas pada tutup reaktor.

3.1.1 Pembuatan Kondensor

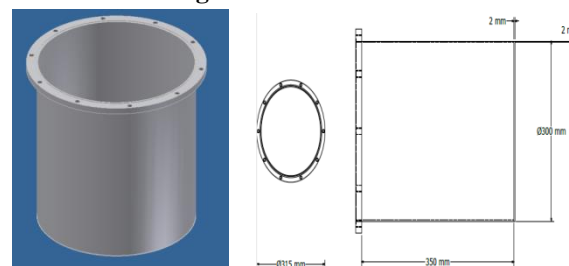
Alat yang digunakan yaitu Bender pipa tembaga, Cutter pipa dan Bahan-bahan yang dibutuhkan adalah Pipa tembaga ukuran 3/8 inch dengan panjang total 2 meter, Pipa PVC untuk tabung kondensor dengan volume 2 liter.

3.1.2 Alat ukur

hermocouple, Gelas penampung, Stopwatch Timbangan, Mistar Ukur

3.2 Perhitungan Perencanaan Alat Destilasi

3.2.1 Desain Tungku Pemanasan



Gambar 3.1 Desain Tungku

Untuk menghitung dimensi tabung untuk plastik PET tercacah, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{plastik}} &= 250 \text{ kg/m}^3 \\ m &= 3 \text{ kg} \\ v &= 0,012 \text{ m}^3 \\ V &= \frac{m}{\rho} \\ &= \frac{3 \text{ kg}}{250 \text{ kg/m}^3} \\ &= 0,01258 \text{ m}^3 = 12,58 \text{ liter} \\ v &= \frac{1}{4} x d^2 x t \\ 0,01258 &= \frac{1}{4} x 0,22^2 x t \end{aligned}$$

jika ukuran diameter tungku adalah diketahui 22 cm, maka tinggi tungku adalah 32 cm maka Energi yang dibutuhkan untuk memanaskan plastik pada suhu yang ingin dicapai dihitung dengan mengetahui volume dari plat besi tungku yang dipanaskan.

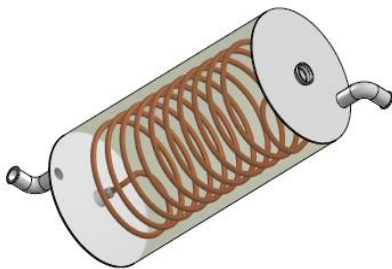
Besarnya energy yang dibutuhkan untuk memanaskan reaktor hingga suhu 400°C adalah

$$\begin{aligned} Q &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 7,750 \times 490 \text{ j/kg} \times (400-30) \\ &= 1405000 \text{ J} \end{aligned}$$

Besarnya energy yang dibutuhkan untuk memanaskan plastik PET hingga suhu 260°C

$$\begin{aligned} Q &= m_{\text{pet}} \cdot C_{\text{ppet}} \cdot \Delta T \\ &= 3 \times 1030 \times (260 - 160) \\ &= 309000 \text{ J} \end{aligned}$$

3.2.2 Desain Kondensor



Gambar 3.3 Desain kondensor

Suhu gas yang melalui kondenser 60°C, Suhu Air yang masuk kondensor 20°C. Suhu permukaan pipa kondenser 30°C. Pipa yang digunakan adalah pipa tembaga dengan karakteristik berdiameter luar = 0.013 m, diameter dalam = 0.0115 m dan $k = 360.5 \text{ W/m} \cdot \text{C}$

Peristiwa yang terjadi di dalam kondenser merupakan peristiwakondensasi

$$\text{suhu film } T_f = \frac{60+30}{2} = 45^\circ \text{C}$$

Konveksi pada kondensasi adalah:

$$\begin{aligned} h &= 0.725 \left[\frac{0.028^3 \text{ W/m} \cdot \text{C} \times 1,127^2 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \times (2.392 \times 10^6)}{1.99 \times 10^{-5} \times 0.0115 \times 40} \right]^{0.25} \\ &= 0.725 \left(\frac{654.26 \times 10^6}{1.13 \times 10^{-5}} \right)^{0.25} = 66,65 \text{ W/m} \cdot \text{C} \end{aligned}$$

Perpindahan panas Konduksi di dalam kondensor

$$q = \frac{\ln \left(\frac{5.715 \times 10^{-3}}{6.35 \times 10^{-3}} \right)}{2 \times \pi \times 360.5} = 6.670 \times 10^{-5}$$

Konveksi bagian luar pipa kondensor

$$\text{Suhu Film } T_f = \frac{30+20}{2} = 25^\circ \text{C}$$

Pada bagian luar kondenser terjadi konveksi paksa, maka:

$$Re = \frac{u \cdot D}{\nu} = \frac{0,0022 \times 0,013}{0.00000089} = 32,134$$

Maka Aliran yang terjadi adalah Turbulen

Aliran yang terjadi di dalam kondensor adalah aliran crossflow pada Cylinder maka nilai Nu_{cyl} adalah

$$\begin{aligned} Nu_{\text{cyl}} &= C \cdot Re^m \cdot Pr^n \\ &= 0.683 \cdot Re^{0.466} \cdot Pr^{1/3} \\ &= 0.683 \cdot 32,134^{0.466} \cdot 6,3^{1/3} \\ &= 5,971 \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga nilai dari } h_0 = 0,591 \frac{5,971}{0.013} = 277,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}$$

Nilai dari overall Heat Transfer Coefficient adalah

$$\begin{aligned} U_o &= \frac{1}{\frac{0.013}{0.0115} \times \frac{1}{66,65} \times \frac{0.013 \ln \left(\frac{0.013}{0.0115} \right)}{2 \times \pi \times 360.5} + \frac{1}{277,3}} \\ &= 277,29 \text{ W/m} \cdot \text{C} \end{aligned}$$

Setelah diperoleh nilai dari overall heat transfer coefficient maka dapat ditentukan panjang kondenser yang dibutuhkan untuk mengkondensasikan gas hasil pirolisis plastik.

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(250-30) - (60-20)}{\ln \left(\frac{250-30}{60-20} \right)} = 105,58^\circ \text{C}$$

$$A = \frac{59,81}{277,29 \times 105,58} = 0,0204 \text{ m}^2$$

Jika diameter luar dari pipa kondensor adalah 0,013 m maka panjang pipa kondensor adalah

$$L = \frac{0,0204}{0,013} = 1,8 \text{ m}$$

3.3 Prosedur Pengujian dan Pengambilan Data

Timbang sampah plastik jenis PET dengan menggunakan timbangan digital seberat 3 kg. Timbang gas LPG, Masukkan plastik kedalam tungku pemanas, lalu tutup lubang pemasukan plastik, Siapkan air di dalam bak penampungan air dan hidupkan pompa untuk mengalirkan air melewati pipa kondensor, Nyalakan Burner dan pompa kondensor untuk memulai proses pengujian alat dan mulai menghitung waktu dengan stopwatch, Tampung hasil kondensasi ke dalam gelas ukur, Membersihkan tungku dari sisa ampas plastik dan

ditimbang, Menimbang gas LPG, Dilakukan Pencatatan data, Penghitungan nilai efisiensi alat destilasi hasil distilat, Ulangi proses satu sampai delapan sebanyak 3 kali dengan variasi suhu pemanasan 350, 450 dan 550 derajat Celsius

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengambilan Data

Berikut adalah tabel hasil data pengujian alat dengan 3 variasi suhu pemanasan tungku.

Tabel 4.1 Hasil uji destilasi minyak dari sampah plastik jenis PET

A	B	C	D	E	F	G
3	300°C	2 liter	12 gr	2,86 kg	2 jam 30 menit	157 gr
3	350°C	2 liter	35 gr	2,79 kg	2 jam 30 menit	201 gr
3	400°C	2 liter	74 gr	2,67 kg	2 jam 30 menit	245 gr

Keterangan : A.Berat PET, B.Suhu Pemanasan, C. Kapasitas Air Pendingin, D. Destilat, E. Berat Ampas, F. Waktu Pemanasan, G. Massa Gas LPG

Pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan semakin banyak minyak yang dihasilkan dan residu yang dihasilkan semakin berkurang. Semakin bertambah tingginya suhu akibat pemanasan maka zat-zat yang terkandung dalam plastik akan mudah terurai dengan sempurna. Zat-zat tersebut akan terurai menjadi gas dan cair. (Ramadhan dan Ali 2012)

4.2 Pengujian Nilai Kalor Minyak Destilasi

Pengujian nilai kalor dilakukan dengan menggunakan bom calorimeter di Lab analisa bahan teknik mesin Udayana. Nilai kalor yang didapat di dalam pengujian dari tiga sampel berbeda, didapat bahwa nilai kalor dari variasi suhu pemanasan pada 400°C memiliki HHV sekitar 1583,23 J/gr, sampel ke dua dengan variasi suhu pemanasan pada 350 °C adalah 1544,51 J/gr. Sampel ketiga dengan variasi suhu pemanasan 300°C menghasilkan minyak dengan nilai kalor terendah yaitu 142 J/gr.

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Perhitungan Daya Kompor

Untuk mengetahui jumlah energi dari burner yang digunakan untuk melakukan destilasi plastik sesuai dengan suhu yang ingin dicapai, dapat dihitung dengan mengetahui massa gas LPG yang

terpakai dan Nilai kalor dari LPG, yaitu sebagai berikut

Diket LHV LPG = 46110 J/g
 Massa yang terpakai (m) = 245 gr
 Lama pemanasan = 150 menit

$$I = \frac{245 \times 46110}{150 \text{ menit}} = \frac{11297 \text{ Kj}}{150 \text{ menit}} = 75,3 \text{ kJ/menit}$$

4.3.2 Daya Pompa

Pompa yang digunakan untuk mengalirkan air pendingin ke tabung kondensor pada saat proses pengujian alat destilasi menggunakan pompa dengan spesifikasi yaitu:

Input = 12V , - 3,5 A

Maka daya pompa yang digunakan dapat dihitung

$$P = V \cdot I \\ = 12V \cdot 3,5 \\ = 42 \text{ Watt} \times 2,5 \text{ jam} = 105 \text{ Watt}$$

4.3.3 Efisiensi

• **Efisiensi Destilasi**

Untuk mengetahui perbandingan jumlah (kuantitas) minyak yang dihasilkan dari proses destilasi maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Effisiensi Distilat (%)

$$= \frac{(\text{BeratBasah}(kg)) - \text{BeratKering}(kg)}{\text{Beratbasah}} \times 100\% \\ = \frac{3 \text{ kg} - 2,67 \text{ kg}}{3 \text{ kg}} \times 100\% \\ = 11\%$$

• **Efisiensi Teknis**

Efisiensi teknis alat destilasi untuk mengetahui persen perbandingan energi yang digunakan atau dipakai selama proses destilasi terhadap hasil destilasi

$$\text{Efisiensi Teknis} (\%) \\ = \frac{\text{massa destilat} \cdot \text{Nilai kalor destilat}}{\text{massagas} \cdot \text{NKgas} + \text{DayaPompa}} \times 100\% \\ = \frac{74 \text{ gr} \cdot 10528,23 \text{ J/gr}}{120 \text{ gr} \times 46110 \text{ J} + 540000 \text{ J}} \times 100\% \\ = \frac{1405000}{6073200} \times 100\% = 23\% \\ m_2 = \frac{1207360}{5612100} \times 100\% = 21\% \\ m_3 = \frac{1018710}{4920450} \times 100\% = 20\%$$

Jadi Hubungan antara Efisiensi Destilasi dengan Efisiensi Teknis menunjukkan bahwa energy yang digunakan pada proses destilasi memiliki presentase lebih banyak dibandingkan energy yang dapat

dihasilkan dalam hal ini kaitannya adalah minyak hasil destilasi.

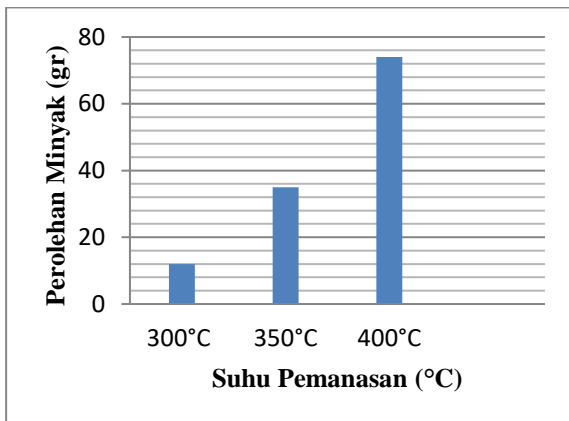
4.3.4 Kapasitas Laju Produksi Alat Destilasi

Laju produksi destilasi minyak sampah plastik jenis PET

$$Q = \frac{w}{t} = \frac{74 \text{ gr}}{2,5} = 29,6 \text{ gr/jam}$$

Tabel 4.3 Hasil pengolahan data

Berat Plastik PET (kg)	Suhu Pemanasan	Berat Ampas (kg)	Waktu Destilasi (jam)	Efisiensi Teknis (%)	Efisiensi Destilasi (%)
3	300	2,86	2,5	20	4,6
3	350	2,79	2,5	21	7
3	400	2,67	2,5	23	11



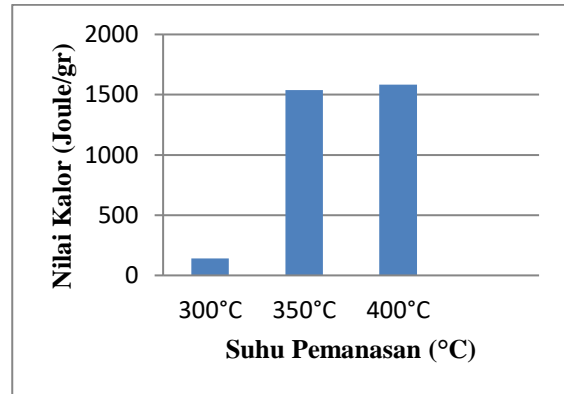
Gambar 4.2 Pengaruh Suhu Pemanasan terhadap Perolehan Minyak

Pada gambar 4.2 grafik menunjukkan pengaruh suhu pemanasan saat proses destilasi terhadap perolehan minyak hasil destilasi plastik. Semakin tinggi suhu hasil minyak yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Hal ini juga dikemukakan didalam penelitian yang dilakukan oleh Sumarni, 2008. Variabel yang lebih banyak menghasilkan produk minyak cair dengan parameter plastik jenis PET terjadi pada suhu 400°C dan waktu operasi 2 jam 30 menit dengan jumlah produk sebesar 74 gr.

Terjadinya peningkatan hasil minyak destilasi pada suhu pemanasan yang lebih tinggi disebabkan karena titik lebur dari plastik PET yang cukup tinggi yaitu 260 °C. Pemanasan lebih baik dilakukan pada suhu yang lebih tinggi agar dapat menghasilkan minyak destilasi yang lebih banyak. Minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis PET sangat sedikit, hal ini dikarenakan ketika PET mengalami proses pirolisis akan terbentuk residu dengan jumlah yang banyak (Bajus and Hájeková 2010).

Minyak destilasi sampah plastik PET tidak dapat dijadikan minyak selurnya karena pada pirolisis PET akan selalu terdapat gas yang tidak

dapat dikondensasi (Gao, 2010). Minyak hasil destilasi tersebut juga bersifat volatile, maka dari itu sebaiknya pengujian nilai kalor harus dilakukan sesegera mungkin setelah destilasi agar tidak terjadi pengurangan nilai kalor.



Gambar 4.3 Pengaruh Suhu Pemanasan terhadap Nilai Kalor Minyak Pirolisis

Gambar 4.3 menjelaskan bahwa nilai kalor minyak plastik hasil destilasi PET mengalami kenaikan dengan meningkatnya suhu operasi pirolisis, yang artinya semakin tinggi suhu pemanasan pirolisis maka nilai kalor minyak yang dihasilkan juga akan semakin tinggi (Orabi, 2015)

Peningkatan nilai kalor minyak hasil pirolisis plastik PET pada suhu pemanasan yang semakin tinggi dikarenakan pada pemanasan yang tinggi maka akan mengurangi kadar air yang terdapat pada minyak. Sifat minyak yang bersifat volatile mudah menguap juga merupakan faktor penurunan nilai kalor. Minyak dari hasil pirolisis sampah plastik jenis PET belum dapat menyerupai bahan bakar tertentu secara spesifik atau dengan kata lain bahan bakar yang diperoleh dari hasil destilasi ini masih merupakan bahan bakar yang masih terdapat campuran. Hal ini disebabkan karena minyak hasil pirolisis tidak dilakukan pemurnian untuk menghasilkan bahan bakar yang lebih murni dan lebih spesifik.

V. Kesimpulan

Reaktor yang dirancang memiliki bagian-bagian utama yaitu tutup reaktor, reaktor, kondenser, pompa air kondensordan gas burner. Perancangan alat destilasi menghasilkan dimensi volume tabung pemanasan 12,58 liter dapat menampung 3 kg plastik, panjang kondensor 2 meter berpendingin air. Pada pengujian kinerja, minyak plastik yang dihasilkan terbanyak adalah 64 gr pada suhu pemanasan 400°C. Sisa hasil destilasi plastik atau residu padat terbanyak yang tertinggal di dalam reaktor yaitu sebesar 2,86 kg pada pengujian dengan tingkat suhu pemanasan 300°C. Nilai kalor tertinggi

minyak dari hasil pirolisis plastik jenis PET adalah 1583,23 J/gr

5.1 Saran

Untuk peningkatan dan perbaikan kinerja dari reaktor yang dirancang, maka perlu dilakukan hal sebagai berikut :Ketebalan reaktor adalah hal penting yang perlu diperhatikan karena berdampak pada proses pemanasan ,maka dari itu ketebalan harus dikurangi serta proses insulasi perlu ditingkatkan untuk meningkatkan efesiensi pemanasan. Proses destilasi plastik PET sebaiknya dilakukan menggunakan suhu pemanasan yang lebih tinggi dan merata pada reaktor agar uap yang terangkat lebih banyak untuk menghasilkan minyak Bagian bawah dalam reaktor perlu ditambahkan alat yang dapat dibongkar pasang untuk memudahkan mengangkat dan mengeluarkan residu hasil dari proses destilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonimous, *Indonesia Penyumbang Sampah Plastik Terbesar ke-dua Dunia*, [http://www.cnnindonesia.com/gayahidup/20160222182308-277112685/Indonesia-penyumbang-sampah-plastik-terbesar-ke-dua-dunia/] (Diakses tanggal 10 Januari 2017)
- [2] Anonimous, *Earth Eater/Bioplastic* [https://1902miner.wordpress.com/p-engetahuan-umum/bioplastic/] (Diakses tanggal 10 Januari 2017)
- [3] Anonimous, *Perpindahan Kalor (Heat Transfer)* [digilib.unila.ac.id/5371/15/Bab%202.pdf] (Diakses Tanggal 2 Februari 2017)
- [4] Bajus M, Hájeková E. 2010. *Thermal cracking of the model seven components mixed plastics into oil/waxes. Petroleum & Coal.* 52(3): 164-172, 2010
- [5] Endang K, Mukhtar G, Abed Nego, F X Angga Sugiyana, *Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak*, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, 2016
- [6] Febri A. *Analisa Termal Pada Rancang Bangun Reaktor Pirolisis Untuk Memproduksi Bahan Bakar Minyak Dari Limbah Plastik*, Departemen Teknik Mesin Dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, 2015
- [7] Gao F. 2010. *Pyrolysis of Waste Plastics into Fuels* [tesis]. New Zealand (NZ). University of Canterbury.
- [8] Jena R. Jambeck, *Plastic Waste inputs from land into the ocean*. Sciencemag.org, 2015
- [9] Mochamad Syamsiro, *Mengenal Sampah Plastik dan Penanganannya* [http://olahsampah.com/index.php/manajemen-sampah/36-mengenal-sampah-plastik-dan-penanganannya] (Diakses tanggal 25 Januari 2017)
- [10] Muchlisin Riadi, *Teori Plastik* [http://www.kajianpustaka.com/2013/01/teori-plastik.html] (Diakses Tanggal 20 Januari 2017)
- [11] Orabi, Rasha G. *An Investigasi The KSA Enviromental Safety Using The Novel Microwave Pyrolysis For Recycling Waste Engines Oil*. International Journal of Emerging Trends in Engineering and Development. 2015.
- [12] Ramadhan P. dan Munawar Ali, *Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis*, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, 2012
- [13] Sahwan, F.L., Martono, D.H., Wahyono, S., Wisoyodharmo, L.A., 2005, *Sistem Pengolahan Limbah Plastik di Indonesia*, Jurnal Teknik Lingkungan BPPT 6 (1), halaman 311 – 318
- [14] Satyapradana, P.2012. *Alat Sederhana Pengubah Sampah Plastik Menjadi Minyak Buatanku*. Retrieved Februari Kamis, 2016, from Klikedukasi: http://www.klikedukasi.com/2012/04/alat-sederhana-pengubah-sampahplastik.html
- [15] Sudarno & Fadelan, *Peningkatan Efisiensi Kompor LPG Dengan Menggunakan Reflektor Radiasi Panas Bersirip*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 18, No.1, 94-105, Mei 2015
- [16] Sukadana, dkk, *Penerapan Motede Kondensasi Paksa Tipe Crossflow Pada Proses Produksi Bahan Bakar Alternatif Arak Terhadap Kualitas Dan Kapasitas Produksi*, Jurnal Senastek II, Universitas Udayana, 2015
- [18] Tri Handoko, *Mengubah Limbah Plastik Menjadi Minyak*, SMK 3 Madiun, Jawa Timur, 2008.
- [19] Untoro Budi Surono, *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra Yogyakarta, 2013
- [20] Yuliana, Anggara, *Petrokimia*, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2001