

REKAYASA MESIN KONVERSI SAMPAH PLASTIK MENJADI MINYAK MENTAH DENGAN VARIASI SAMPAH PLASTIK JENIS POLYPROPYLENA (PP) DAN POLY ETHYLENE THEREPHTALATE (PET)

Iqbal Fahrurazy^{1*}, Iskandar¹, Nazaruddin¹

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra Jl. Prof. Dr. Syarief Thayeb, Meurandeh, Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh 24416

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim 25 Oktober 2021

Direvisi dari 30 November 2021

Diterima 22 Desember 2021

Kata Kunci:

Sampah, Plastik, Pirolisis, Daur Ulang Sampah

ABSTRAK

Penggunaan plastik yang semakin meningkat setiap tahunnya. Memberikan dampak yang sangat besar. meningkatnya penggunaan plastik adalah hasil dari perkembangan teknologi, industri dan demografis. Plastik ini terlalu banyak sehingga menyebabkan timbunan sampah dimana mana. Masalah sampah ini erat kaitannya dengan pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan perubahan pola konsumsi masyarakat. Berdasarkan data tahun 2016 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), volume pembuangan sampah tahunan Indonesia mencapai 65,2 juta ton. Jika tidak dicari solusi, peningkatan sampah plastik ini akan menjadi masalah serius. Metode pembuangan sampah plastik yang populer saat ini adalah (Reuse, Reduce, Recycle). Reuse adalah cara membuang sampah dengan menggunakan kembali barang berjenis plastik yang sudah terpakai. Reduce adalah mengurangi penggunaan barang yang berpotensi akan menjadi sampah plastik. Recycle adalah mendaur ulang produk plastik. Alternatif lain dari pengelolaan sampah plastik yang diteliti dan dikembangkan adalah konversi sampah plastik menjadi minyak mentah dengan metode pirolisis. Metode pirolisis pada sampah plastik merupakan proses dekomposisi senyawa organik melalui proses pemanasan dengan sedikit atau tanpa melibatkan oksigen. Tujuan dari penelitian ini adalah Membuat mesin konversi sampah plastik menjadi minyak mentah dengan bentuk yang sederhana. terdapat dua jenis plastik yang akan dilakukan pengujian yaitu plastik polipropilena (PP) dan plastik polietilena tereftalat (PET). Pada pengujian plastik polietilena tereftalat (PET) dengan berat plastik 1 kg selama 240 menit menghasilkan 22,5 ml minyak mentah dan Pengujian plastik polipropilena (PP) dengan berat plastik 1 kg selama 240 menit menghasilkan 110 ml minyak mentah.

© 2021 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik semakin meningkat setiap tahunnya. meningkatnya penggunaan plastik adalah hasil dari perkembangan teknologi, industri dan demografis. permintaan plastik di Indonesia semakin hari terus meningkat, dengan peningkatan rata-rata tahunan sebesar 200 ton. pada tahun 2002 sekitar 1,9 juta ton, kemudian naik di tahun 2003 menjadi 2,1 juta ton, dan pada tahun 2004 naik 2,3 juta ton. dan mencapai 2,4 juta ton pada 2010 dan meningkat lagi menjadi 2,6 juta ton pada 2011.

Masalah sampah ini erat kaitannya dengan pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan perubahan pola konsumsi masyarakat. Berdasarkan

data tahun 2016 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), dan Kementerian Perindustrian, volume pembuangan sampah tahunan Indonesia mencapai 65,2 juta ton.

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, volume sampah Indonesia sekitar 68 juta ton pada tahun 2019, dan sampah plastik menyumbang 14% dari total sampah setiap tahunnya.

Menurut Jambeck (2015). Indonesia telah membuang 187,2 juta ton sampah plastik ke laut, kedua setelah China 262,9 juta ton, peringkat kedua dunia.

Jika tidak dicari solusi, peningkatan sampah plastik ini akan menjadi masalah serius. Beberapa metode pembuangan sampah plastik adalah adalah (Reuse, Reduce, Recycle).

Alternatif lain dari pengelolaan sampah plastik adalah mengubah sampah plastik menjadi minyak mentah. Langkah ini merupakan upaya daur ulang sampah plastik.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain dan membuat mesin konversi sampah plastik menjadi minyak mentah, dengan cara yang lebih sederhana dan mudah untuk dikembangkan.

TINJAUAN PUSTAKA

a. Plastik

Plastik merupakan jenis makromolekul yang dapat dibentuk dengan proses polimerisasi. Plastik merupakan makromolekul yang dapat dibentuk melalui proses polimerisasi. Plastik adalah komponen molekul hidrokarbon, molekul ini memiliki komponen dasar berupa karbon dan hidrogen. Contoh ikatan kovalen pada molekul ini meliputi: ikatan tunggal C-C, ikatan rangkap C=C, atau ikatan rangkap tiga C≡C.

b. Limbah Plastik

Plastik adalah makromolekul yang terbentuk melalui proses polimer. Polimer merupakan sebuah proses penggabungan molekul sederhana (monomer) menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer) melalui proses kimia. Plastik merupakan senyawa polimer yang tersusun dari karbon dan hidrogen. Salah satu bahan baku pada pembuatan plastik adalah nafta, nafta ini merupakan hasil penyulingan dari minyak dan gas alam. Bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak atau gas alam. Misalnya, memproduksi 1 kg plastik membutuhkan 1,75 kg minyak untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dan energi dalam prosesnya.

c. Konversi Plastik menjadi Minyak Mentah

Konversi sampah plastik menjadi minyak mentah meliputi tiga daur ulang. Sampah plastik dapat diubah menjadi minyak mentah melalui proses *cracking*. Proses *cracking* adalah sebuah proses pemutusan rantai polimer menjadi senyawa lain yang memiliki berat molekul rendah. Hasil dari proses ini dapat digunakan sebagai bahan bakar proses retak. Proses *cracking* dibagi menjadi tiga jenis: perengkahan hidro, perengkahan termal, dan perengkahan katalitik.

d. Pirolisis

Pirolisis adalah proses penguraian bahan pada suhu tinggi dengan udara terbatas atau tanpa udara. Proses dekomposisi dalam pirolisis juga dikenal sebagai devolatilisasi. Dari hasil proses pirolisis dapat menghasilkan gas, minyak dan arang. Arang yang terbentuk dari proses tersebut akan digunakan sebagai bahan bakar karbon aktif. Hasil minyak yang didapatkan dapat digunakan pada campuran bahan bakar. Gas dari hasil minyak tersebut dapat langsung dibakar.

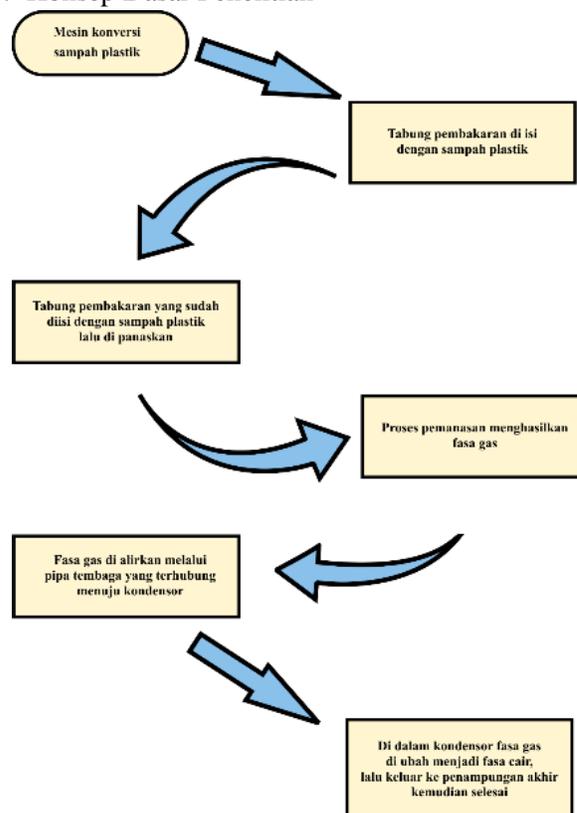
METODE PENELITIAN

a. Waktu Dan Tempat Penelitian

• Waktu

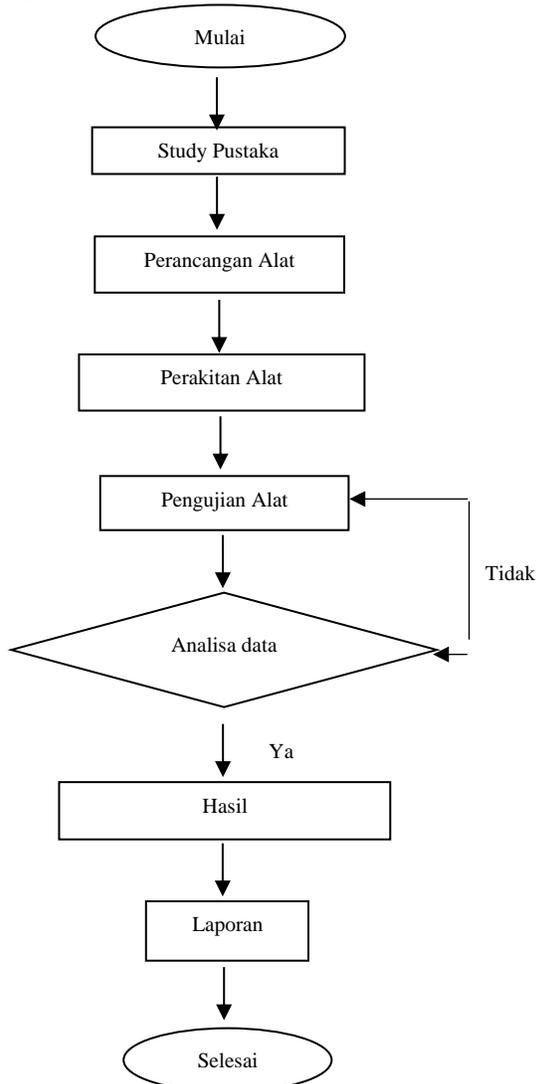
Penelitian dimulai dengan melakukan pengumpulan data-data yang mendukung untuk melakukan penelitian ini yaitu melalui buku ataupun literatur yang ada di perpustakaan universitas samudra dan untuk proses pengujian di laboratorium Teknik Mesin Universitas Samudra.

b. Konsep Dasar Penelitian



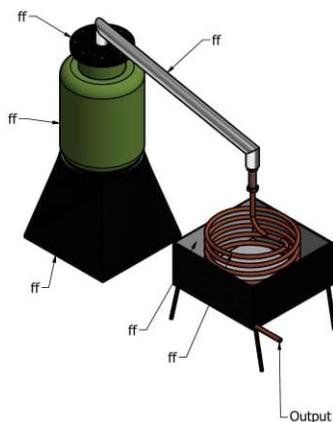
Gambar 1. Konsep Dasar Penelitian

c. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

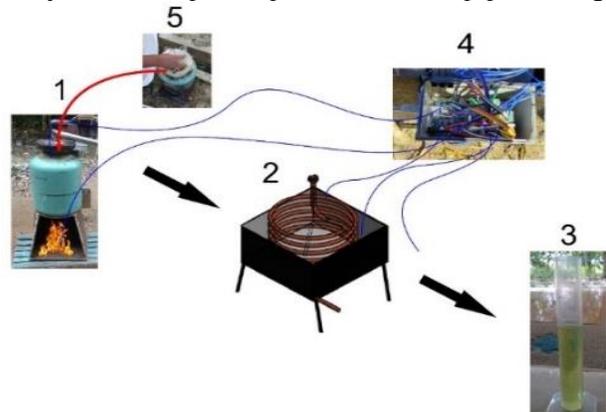
d. Desain Penelitian



Gambar 3. Gambaran Desain Penelitian

e. Skematik Pengujian

Pada gambar 4. dapat dilihat proses dari pembakaran tabung reaktor hingga menghasilkan minyak melalui proses pirolisis melalui pipa tembaga.



Gambar 4. Skematik Pengujian

1. Tabung Reaktor
2. Kondensor
3. Minyak Hasil Pengujian
4. Alat Ukur Termokopel
5. Limbah Plastik

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Perhitungan volume kondensor

Kondensor merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah uap menjadi zat cair melalui proses kondensasi. Untuk volume kondensor adalah sebagai berikut :

- Volume kondensor

$$V = s \times s \times s$$

$$V = 32 \text{ cm} \times 32 \text{ cm} \times 32 \text{ cm}$$

$$V = 32.768 \text{ cm}^2$$

b. Perhitungan Tabung Reaktor

- Volume Tabung Pembakaran

Dimana

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

V = Volume Tabung Pembakaran
 π = 3,14
 r = Jari jari
 t = tinggi tabung

Dimana

$$V \text{ leher tabung} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \times 6^2 \times 5$$

$$= 565,2 \text{ cm}^3$$

$$V \text{ tabung} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \times 12^2 \times 32$$

$$= 14.469,12 \text{ cm}^3$$

Jadi untuk volume keseluruhan tabung adalah ;
 $V_{\text{keseluruhan}} = V_{\text{leher tabung}} + V_{\text{tabung}}$
 $V_{\text{keseluruhan}} = 565,2 \text{ cm}^3 + 14.469,12 \text{ cm}^3$
 $V_{\text{keseluruhan}} = 15.034,32 \text{ cm}^3$

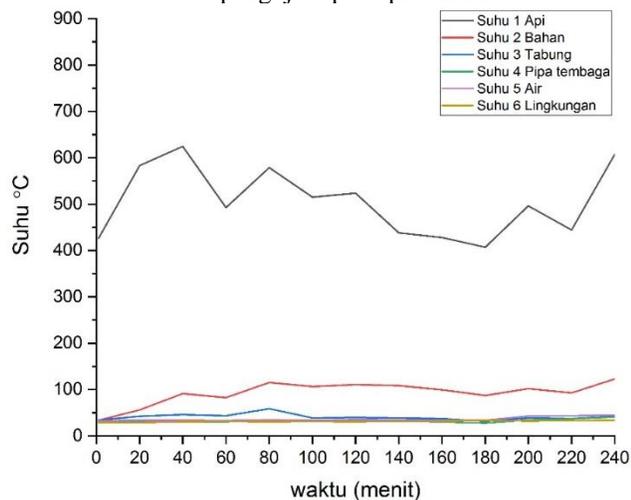
c. Data pengujian pada plastik PP

Tabel 1. Data pengujian pada plastik PP

No	waktu	Suhu 1 Api	Suhu 2 Bahan	Suhu 3 Tabung	Suhu 4 Pipa tembaga	Suhu 5 Air	Suhu 6 Lingkungan
	menit	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	1	426.5	31.5	33.7	34.5	29.2	33
2	20	583.2	94	56	42.5	30.2	33.5
3	40	624.7	199.5	91.5	46	31	33.7
4	60	492.5	132.5	82.5	43.2	30.7	33
5	80	578.5	227.5	115	58.5	34	34.7
6	100	515	217.3	106.8	39	32.5	33.7
7	120	523.7	218.5	110.5	39.7	33.2	35.2
8	140	438	200.5	108.8	38.7	32.7	35
9	160	428	185.3	99.5	37.5	30.2	34.5
10	180	407.2	166.3	87.3	31.5	27.7	33.7
11	200	496	200.8	101.8	39	35	43
12	220	444.5	180	92.8	37.2	37	43.5
13	240	607.7	207.3	122.8	42.2	41	45.2
Rata rata		505.03	173.92	93	40.73	32.64	36.28

Pada tabel 1. dapat dilihat data pengujian terhadap plastik PP yang telah dilakukan selama 4 jam. Dari tabel ini dapat kita lihat data yang tertinggi dan terendah pada masing masing suhu.

Grafik pengujian pada plastik PP



Gambar 5. Grafik pengujian pada plastik PP

Pada gambar 5. terlihat pengujian plastik PP ini menggunakan 6 sensor untuk mengukur suhu yaitu suhu air, suhu lingkungan, suhu api, suhu bahan, suhu tabung dan suhu pipa tembaga. pengujian ini dilakukan selama 4 jam dalam waktu dua hari.

Dapat dilihat pada tabel 1. dan data tabel pengujian pada plastik PP, disini menggunakan persamaan $Q = m.c.T$. Plastik PP ini memiliki nilai kalor jenis (c) : $46,4 \times 10^5 \text{ J/kg}$, nilai kalor kayu untuk pembakaran $4,589 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$, tabung yang terbuat dari besi memiliki kalor jenis $460 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, pipa tembaga memiliki kalor jenis $390 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, air memiliki kalor jenis $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ dan untuk massa jenis pada tabung yaitu 3 kg , untuk bahan 1 kg , untuk pipa tembaga $0,7 \text{ kg}$, dan untuk air 28 kg . untuk persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Q = m.c.T$$

Keterangan :

- Q = kalor yang diperlukan (J)
- m = massa zat (kg)
- c = kalor jenis ($\text{J/kg}^\circ\text{C}$)
- T = rata rata suhu ($^\circ\text{C}$)

- Untuk kalor pada api pembakaran :
 $Q = m.c.T$
 $Q = 3 \text{ kg} \cdot 4,589 \text{ kal/g}^\circ\text{C} \cdot 505,03 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 6.952,74 \text{ kal/kg}^\circ\text{C} = 29.109,73 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- Untuk kalor pada tabung reaktor :
 $Q = m.c.T$
 $Q = 3 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 93 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 128.340 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- Untuk kalor pada bahan plastik PP :
 $Q = m.c.T$
 $Q = 1 \text{ kg} \cdot 46,4 \times 10^5 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 173,92 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 8.069,88 \times 10^5 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- Untuk kalor pada pipa tembaga :
 $Q = m.c.T$
 $Q = 0,7 \text{ kg} \cdot 390 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 40,73 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 11.119,29 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- Untuk kalor pada air :
 $Q = m.c.T$
 $Q = 28 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 32,64 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 3.838.464 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

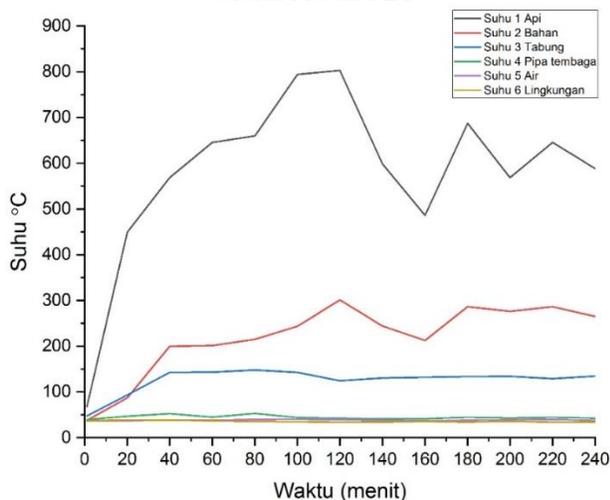
d. Data pengujian pada plastik PET

Tabel 2. Data pengujian pada plastik PET

No	waktu menit	Suhu 1 Api °C	Suhu 2 Bahan °C	Suhu 3 Tabung °C	Suhu 4 Pipa tembaga °C	Suhu 5 Air °C	Suhu 6 Lingkungan °C
1	1	67.5	38	47.7	39.2	36.2	37.2
2	20	449.2	87	93.3	47.2	37	39
3	40	568.5	199.8	142.5	52.5	38.7	38.5
4	60	645.5	201.5	143.3	45.2	38.5	37
5	80	659.5	215.2	148	53.2	39.7	35.5
6	100	794	243.8	142.5	43.7	40.2	34.7
7	120	802.7	301.2	124.3	42.5	39.5	33.5
8	140	598.7	244.3	130.5	41	38	34
9	160	486	212.3	131.8	41.5	36.7	35.5
10	180	687	286.6	133.5	44.2	38.5	34.5
11	200	568.5	276.3	134	43	39.2	36
12	220	645.5	286.5	129.2	44.2	39.7	33.7
13	240	588.2	264.9	134.5	42.2	38	34.2
Rata rata		581.6	219.8	125.77	44.58	38.45	35.63

Pada tabel 2. dapat dilihat data pengujian terhadap plastik PET yang telah dilakukan selama 4 jam. Dari tabel ini dapat kita lihat data yang tertinggi dan terendah pada masing masing suhu.

Grafik Plastik PET



Gambar 6. Grafik pengujian pada plastik PET

Pada gambar 6. terlihat pengujian plastik PET ini menggunakan 6 sensor untuk mengukur suhu yaitu

suhu air, suhu lingkungan, suhu api, suhu bahan, suhu tabung dan suhu pipa tembaga. pengujian ini dilakukan selama 4 jam dalam waktu dua hari.

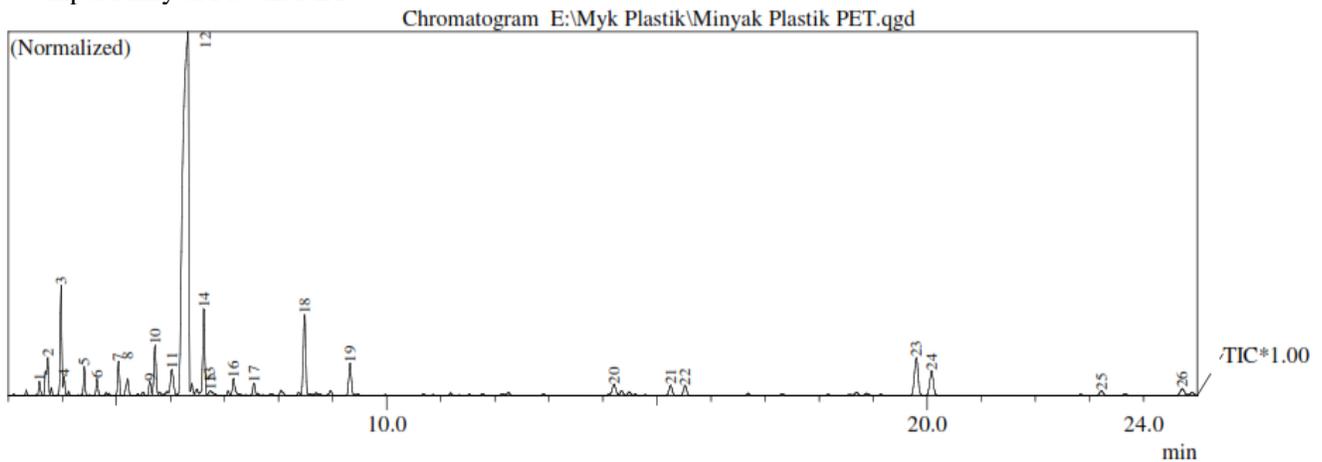
Dapat dilihat pada tabel 2. data pengujian pada plastik PET, dan menggunakan persamaan $Q = m.c.\Delta T$. plastik PET ini memiliki nilai kalor (c) : 42.6224 J/kg/l, nilai kalor kayu untuk pembakaran 4,589 kal/g°C, tabung yang terbuat dari besi memiliki kalor jenis 460 J/ kg°C, pipa tembaga memilik kalor jenis 390 J/ kg°C, air memiliki kalor jenis 4200 J/ kg°C dan untuk massa jenis pada tabung yaitu 3 kg, untuk bahan 1 kg, untuk pipa tembaga 0,7 kg, dan untuk air 28 kg .

- Untuk kalor pada api pembakaran :
 $Q = m.c.T$
 $Q = 3 \text{ kg} . 4,589 \text{ kal/g}^\circ\text{C} . 581,6 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 8006,88 \text{ kal/kg}^\circ\text{C} = 33500785,92 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- Untuk kalor pada tabung reaktor :
 $Q = m.c.T$
 $Q = 3 \text{ kg} . 460 \text{ J/kg}^\circ\text{C} . 125,77 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 173.562,6 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- Untuk kalor pada bahan plastik PET :
 $Q = m.c.T$
 $Q = 1 \text{ kg} . 42,6224 \text{ J/kg}^\circ\text{C} . 219,8 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 9368,40 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- Untuk kalor pada pipa tembaga:
 $Q = m.c.T$
 $Q = 0,7 \text{ kg} . 390 \text{ J/kg}^\circ\text{C} . 44,58 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 12.170,34 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- Untuk kalor pada air:
 $Q = m.c.T$
 $Q = 28 \text{ kg} . 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} . 38,45 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q = 4.521.720 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

e. Sampel Hasil Pengujian

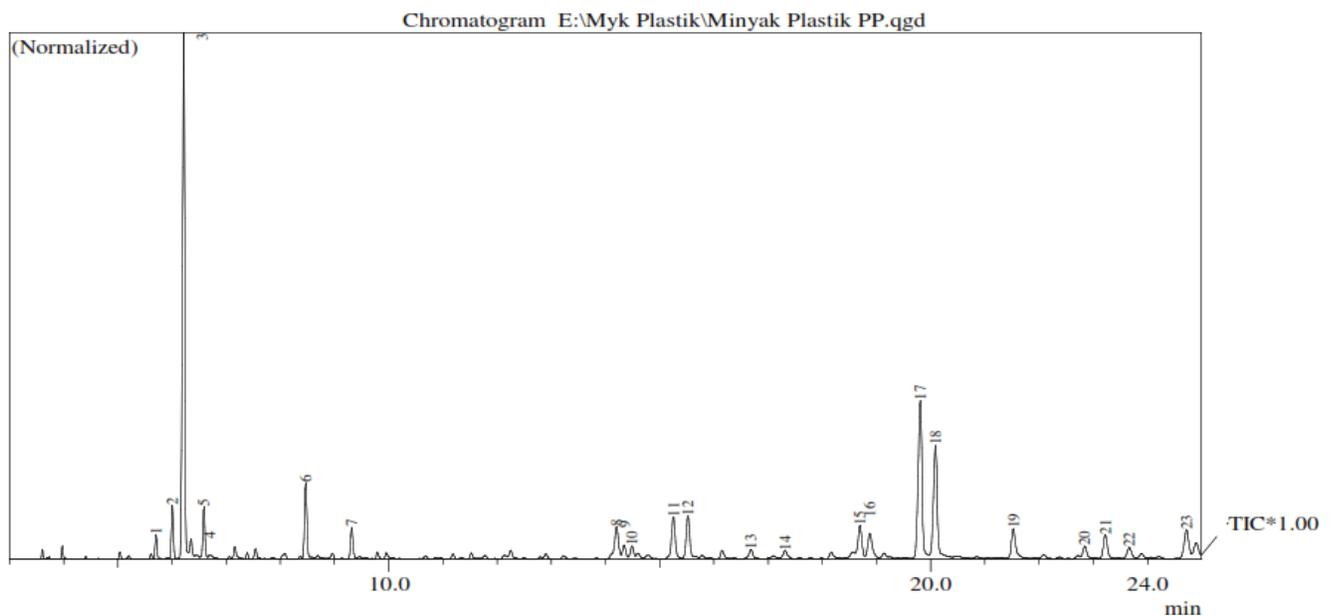
Setelah minyak dari hasil pengujian di uji pada laboratorium. Maka didapat sampel hasil pengujian sebagai berikut.

- Sampel Minyak Plastik PET



Gambar 7. Grafik Sampel Minyak Plastik PET

- Sampel Minyak Plastik PP



Gambar 8. Grafik Sampel Minyak Plastik PP

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditulis kesimpulan sebagai berikut:

- Mesin konversi sampah plastik menjadi minyak mentah dengan bentuk yang sederhana telah berhasil dibuat dan telah selesai di uji hingga tahap akhir yaitu menghasilkan minyak mentah.

- Pengujian plastik PET dengan berat plastik 1 kg selama 240 menit menghasilkan 22,5 ml minyak mentah dan Pengujian plastik PP dengan berat plastik 1 kg selama 240 menit menghasilkan 110 ml minyak mentah.
- Dari hasil uji laboratorium yang telah dilakukan maka mendapatkan mayoritas hasil GC MS kandungan kimia dari golongan alkana dan alkohol yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- U. B. Surono, “Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak,” *J. Tek.*, vol. 3, no. October, pp. 32–40, 2013.
- P. Purwaningrum, “Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan,” *Indones. J. Urban Environ. Technol.*, vol. 8, no. 2, p. 141, 2016.
- U. B. Surono, “Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak,” *J. Tek.*, vol. 3, pp. 32–40, 2013.
- A. K. Panda, R. K. Singh, and D. K. Mishra, “Thermolysis of waste plastiks to liquid fuel. A suitable method for plastik waste management and manufacture of value added products-A world prospective,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 1, pp. 233–248, 2010.
- A. S. Chaurasia and B. V Babu, “of Thermal Conductivity , Reaktor Temperature and,” vol. 333031, 2003.
- Putra, H. P., Damanhuri, E., & Sembiring, E. (2019). Sektor Baru Pengelolaan Sampah Di Indonesia. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 11(November 2018), 11–24.