

## ANALISA MUTU PADA REDESIGN ALAT PIROLISIS PENGUBAH SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR CAIR

**M.Rizqi Nasrullah Al Farabi<sup>1</sup>, Moh. Arif Batutah<sup>1</sup>, Ponidi<sup>2</sup>, Anastas Rizaly<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah  
 Surabaya  
 Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia

\*email : m.rizqinasrullahalfaraby109@gmail.com

(Received: 25-08-2023; Reviewed: 10-09-2023; Accepted: 25-09-2023)

### **Abstrak**

Plastik pada dasarnya diwujudkan dari minyak alam, maka sungguh mengharuskan guna mengembalikannya ke bentuk awal yakni dengan metode pirolisis. Pirolisis adalah teknologi metamorphosis yang sesuai buat menangani keburukan ilmu lingkungan serta hambatan kawasan yang dikarenakan oleh pengurusan pra atau sesudah pemakaian kotoran plastik yang tidak efisien serta akumulasi massal. teknik pirolisis adalah mengkonversi sesuatu materi organik pada hawa teratas serta mendetail jadi hubungan unsur yang lebih kecil. Hasil pirolisis yakni produk cair, yakni bahan bakar cair. Dalam penelitian ini menggunakan plastik jenis *polypropylene* (PP) tidak berwarna dan berwarna. Untuk plastik yang tidak berwarna menghasilkan 58 ml, dan untuk yang berwarna menghasilkan 78 ml, masing – masing membutuhkan waktu pembakaran 200 menit, dengan temperature maksimal 175°C.

**Kata Kunci:** sampah plastik, pirolisis, bahan bakar cair

### **Abstract**

*Plastic is made from natural oil. It is necessary to return the plastics to its initial form, the pyrolysis method. Pyrolysis is a metamorphosis technology that suit for dealing with poor environmental science and environmental barriers caused by inefficient pre- or post-treatment of plastic waste and its bulk accumulation. The pyrolysis technique is to convert organic material in the top air and breaks it down into small elemental relationships. The results of pyrolysis are liquid products, namely liquid fuel. This research used polypropylene plastic (PP) which does not have the color. The uncolored plastic produced 58 ml. In addition, the coloured plastic produced 78 ml. Each of the plastic need 200 minutes combustion and the maximum temperature is 175 °C.*

**Keywords:** plastic waste, pyrolysis, liquid fuel

### **1. PENDAHULUAN**

Sampah merupakan permasalahan penting yang lagi dilewati dikota - kota Indonesia, sampah yang dibentuk dari buangan sisa kesibukan masyarakat perkotaan susah sekali buat digunakan lagi, penimbunan sampah di perkotaan condong memuncak serta tidak terkendali (Sukadi dan Novarini, 2019).

Semua lapisan sudah mengenal dan sering memanfaatkan bahan kimia yang disebut plastik. masyarakat, baik yang bertempat tinggal di pedesaan maupun di perkotaan (M. Amiruddin dan B. Sutopo, 2012).

Saat ini, 129 juta ton plastik diproduksi setiap tahunnya, dengan minyak bumi sebagai bahan baku utamanya. Secara umum, plastik memiliki kerapatan rendah, isolasi listrik, memiliki kekuatan mekanik variabel, ketahanan suhu terbatas, dan ketahanan kimia variabel (T. Anggono et al., 2019).

Salah satu pengganti penindakan sampah plastik yaitu dengan menjalankan sistem daur ulang /*recycle* (Surono, 2023). Pirolisis sampah plastik adalah salah satu tatanan sistem daur ulang dengan mengganti plastik jadi bahan bakar. melainkan berguna buat mengurangi jumlah sampah plastik, pirolisis sampah plastik serta berguna buat sediakan bahan bakar dengan angka daya yang lumayan besar (Wahyudi et al., 2018)

## 2. METODOLOGI

Teknik atau cara penelitian dalam pengerjaan karya ilmiah ini adalah metode kuantitatif yang menggunakan jenis studi eksperimen dan bersifat analisis deskriptif, penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian dan penelitian terhadap mutu hasil pirolisali dari alat pirolisis pengubah sampah plastic menjadi bahan bakar cair.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil pengambilan data.

berikut ada dua jenis plastik yang di uji yaitu : *polypropylene* (PP) tidak berwarna dan *polypropylene* (PP) berwarna.

Tabel 1. Hasil Pengujian

Jenis plastik	Berat plastik	Temperatur	Waktu	Hasil uji
<i>Polypropylene</i> (PP) tidak berwarna	1 kg	175°C	200 menit	58 ml
<i>Polypropylene</i> (PP) berwarna	1 kg	175°C	200 menit	78 ml

Pengujian ini dilakukan pada tanggal 22 mei 2023, alat pirolisis sampah plastik, pengujian di bedakan atas pengujian air dan pengujian menggunkan sampah plastik. Pengujian dengan air ini ditujukan untuk mengetahui cara kerja alat ini seelum digunakan untuk mengujian dengan plastik.

### 2. Hasil Percobaan

Setelah melakukan percobaan pengolah sampah plastik menjadi bahan bakar cair dengan proses pirolisis dari masing – masing jenis sampah *polypropylene* (PP) tidak berwarna dan *polypropylene* (PP) berwarna dengan massa 1 kg, pengamatan juga di lakukan dengan mencatat kenaikan suhu setiap 10 menit. Proses pirolisis berakhir di tandai dengan suhu reaktor mulai turun dan kran pada pipa kondensor tidak mengeluarkan cairan minyak.

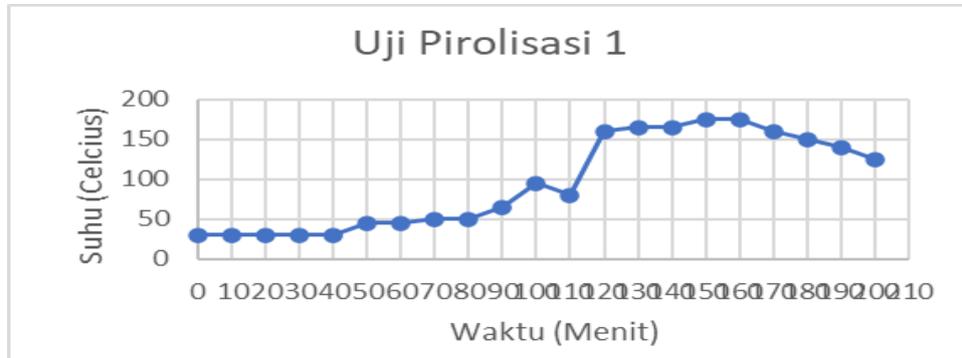
### 3. Plastik Jenis *Polypropylene* (PP) Tidak Berwarna.

*Polypropylene* (PP) jenis material ini akan mencair saat pemanasan pada temperatur 120°C, mempunyai sifat permeabilitas yang rendah serta sifat – sifat

mekaniknya yang baik. Adapaun kegunaan material ini umumnya kantong plastik yang jernih atau tembus pandang dan hanya untuk sekali pakai (Setya *et al.*, 2022)

Sampah plastik di timbang dulu sebelum di masukkan ke tabung reaktor pemanas, dengan massa 1 kg.

a. Grafik Pengujian



gambar 1 Grafik Pengujian

b. Kebutuhan gas LPG

Untuk mengetahui kebutuhan gas LPG yang dipakai dalam pirolisasi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, dapat di hitung dengan mengetahui massa gas LPG dan nilai kalornya dengan *Low Heating Value (LHV)*, *LHV* gas LPG yaitu = 45,500j/kg, massa gas LPG yang terpakai pengujian pertama = 0,559kg, dengan waktu pemanasan 200 menit, untuk massa gas LPG yang terpakai pengujian kedua = 0,657kg, maka kebutuhan bahan bakar dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$F_c = \frac{m(kg) \times LHV \left( \frac{j}{kg} \right)}{t(menit)} \quad 6$$

$$F_c = 127 \text{ joule/menit}$$

(Batutah *et al.*, 2021)

c. Efisiensi Pirolisis

Untuk mengetahui perbandingan jumlah (kuantitas) minyak yang didapatkan dari proses pirolisis maka bisa dilakukan dengan persamaan berikut ini :

$$\text{Efisiensi distilat (\%)} = \frac{\text{berat basah}}{\text{berat awal}} \times 100\% \quad 7$$

Dari persamaan 7 diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi distilat (\%)} &= \frac{0.042}{1} \times 100\% \\ &= 4,2 \% \end{aligned}$$

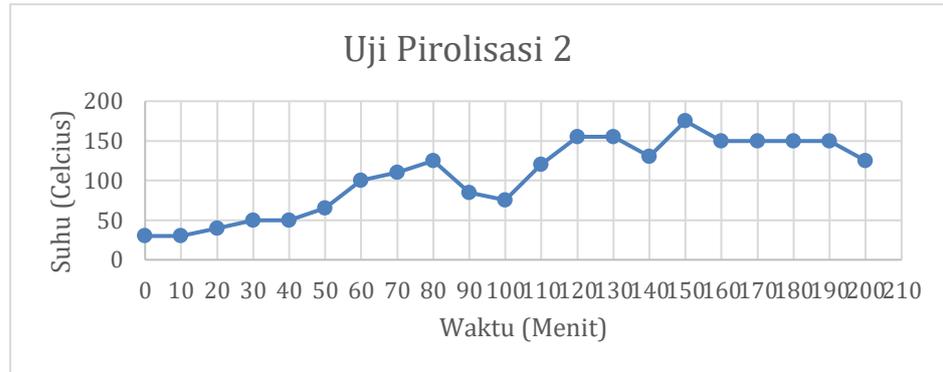
(Purwaningrum, 2008)

**4. Plastik Jenis Polypropylene (PP) Berwarna.**

*Polypropylene* (PP) jenis material ini akan mencair saat pemanasan pada temperatur 120°C, mempunyai sifat permeabilitas yang rendah serta sifat – sifat mekaniknya yang baik. Adapaun kegunaan material ini umumnya kantong plastik yang berwarna seperti ada warna hitam, merah, biru dll dan hanya untuk sekali pakai (Syamsiro, 2019).

Sampah plastik di timbang dulu sebelum di masukkan ke tabung reaktor pemanas, dengan massa 1 kg.

a. Grafik Pengujian



gambar 2 Grafik pengujian

b. Kebutuhan Gas LPG

Untuk mengetahui kebutuhan gas LPG yang dipakai dalam pirolisasi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, dapat di hitung dengan mengetahui massa gas LPG dan nilai kalornya dengan Low Heating Value (LHV), LHV gas LPG yaitu = 45,500j/kg, massa gas LPG yang terpakai pengujian pertama = 0,559kg, dengan waktu pemanasan 200 menit, untuk massa gas LPG yang terpakai pengujian kedua = 0,657kg, maka kebutuhan bahan bakar dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$F_c = \frac{m(kg) \times LHV(\frac{j}{kg})}{t(menit)} \quad 8$$

$$F_c = 149 \text{ joule/menit}$$

(Ningrum et al., 2016)

c. Efisiensi pirolisasi

Untuk mengetahui perbandingan jumlah (kuantitas) minyak yang didapatkan dari proses pirolisis maka bisa dilakukan dengan persamaan berikut ini :

$$\text{Efisiensi distilat (\%)} = \frac{\text{berat basah}}{\text{berat awal}} \times 100 \% \quad 9$$

$$\text{Efisiensi distilat (\%)} = 5,9 \%$$

(Dharma and A. Nuryanto, 2017)

5. Kenutuhan Panas Reaktor

Menurut penelitian, Maulana et al., (2020) massa uap minyak plastik dalam 1 kali proses akan menghasilkan 45,40 %. Asap cair dari berat plastik, massa minyak dalam 1 kali proses.

$$M_{uap} = m \times mb \quad 10$$

$$M_{uap} = 0,454$$

(Siregar, 2022)

panas yang dibutuhkan untuk memanaskan plastik hingga mencapai titik didih yaitu 110°C, kemudian pada temperatur 175°C akan menguap. Pada persamaan ini menjelaskan kebutuhan panas pada temperatur penguapan minyak

$$Q = m_{plastik} \times C P_{plastik} \times \Delta T_{plastik} \quad 11$$

Pada persamaan ini menjelaskan selisih temperatur penguapan plastik.

$$\Delta T_{plastik} = (T_{in} - T_{out}) \quad 12$$

$$\Delta T_{\text{plastik}} = (200 - 175) = 25^{\circ}\text{C}$$

(Mokhtar et al., 2018)

Perpindahan panas secara konduksi adalah :

$$\text{Diketahui : } m_{\text{plastik}} = 1 \text{ kg}$$

$$\text{: } CP_{\text{plastik}} = 1700 \text{ j/g K} = 1,427 \text{ j/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{; } \Delta T_{\text{plastik}} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 1 \times 1,427 \times 25 = 35,675 \text{ joule}$$

$$= 2.120,5 \text{ joule/menit}$$

(Nofendri, Y., dan Haryanto, A., 2021)

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian alat pirolisis ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Kebutuhan gas LPG yang dipakai dalam pirolisis sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, dapat di hitung dengan mengetahui massa gas LPG dan nilai kalornya dengan Low Heating Value (LHV), LHV gas LPG yaitu = 45,500j/kg, massa gas LPG yang terpakai pengujian pertama = 0,559kg, dengan waktu pemanasan 200 menit, maka kebutuhan bahan bakar (Fc), maka kebutuhan gas LPG sejumlah = 127 joule/menit, untuk massa gas LPG yang terpakai pengujian kedua = 0,657kg, dengan waktu pemanasan 200 menit, maka kebutuhan bahan bakar (Fc), maka kebutuhan gas LPG sejumlah = 149 joule/menit, Sehingga dari kedua perhitungan tersebut didapatkan nilai rata-rata sejumlah 138 joule/menit.
- b. Kebutuhan Panas Reaktor  
Panas yang dibutuhkan untuk memanaskan plastik didalam tungku reaktor hingga mencapai titik didih adalah 100°C, kemudian pada temperatur 175°C akan menguap, maka dari perhitungan yang telah dilakukan alat pirolisis ini membutuhkan panas atau kalor sejumlah 2.120,5 *joule/menit*.
- c. Efisiensi Pirolisis  
Hasil dari perbandingan jumlah (kuantitas) minyak yang didapatkan dari proses pirolisis pegujian pertama = 4,2 %, dan pengujian kedua = 5,9 %, maka rata - rata dari kedua pengujian adalah 5,05 %.
- d. Hasil Pengambilan Data

Jenis plastik	Berat plastik	Temperatur	Waktu	Hasil uji
<i>Polypropylene</i> (PP) tidak berwarna	1 kg	175°C	200 menit	58 ml
<i>Polypropylene</i> (PP) berwarna	1 kg	175°C	200 menit	78 ml

#### DAFTAR PUSTAKA

- A. Mokhtar, M. Jufri, H. Supriyanto, and K. Person, "Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2018 ISSN (Cetak) 2527-6042 eISSN (Online)," 2018. [Online]. Available: <http://beginstl.com/tag/jenis-jenis-plastik-dan-contohnya/>
- A. Setya *et al.*, "PENGARUH JENIS BIOMASSA TERHADAP KARAKTERISTIK ASAP CAIR MELALUI METODE PIROLISIS," vol. 2022, no. 1, pp. 36–44, 2022, [Online]. Available: <http://distilat.polinema.ac.id>

- Amin Sri Wahyu Ningrum, Vella Liani, and Arum Restu Widyasti, "10926-26685-1-SM," *jurnal pengaruh variasi asam dalam fermentasi biomassa berbahan baku alga spirogyra sp. terhadap kadar etanol*, vol. XI, pp. 32–21, 2016.
- E. Maulana, B. N. Fajri, and D. Mahardika, "Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ Website: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit> E-ISSN: YYYYY-YYYY Perancangan Proses Pembuatan Reaktor Pirolisis Model Horizontal Kapasitas 75 Kg/Jam," 2020. [Online]. Available: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- Indra Herlamba Siregar, "PENGARUH JUMLAH LILITAN PIPA KONDENSOR TERHADAP KUANTITAS MINYAK PIROLISIS SAMPAH PLASTIK 51042-Article Text-100471-1-10-20230126," 2022.
- J. Wahyudi, H. T. Prayitno, A. Dwi, A. B. Perencanaan, P. Daerah, and K. Pati, "THE UTILIZATION OF PLASTIC WASTE AS RAW MATERIAL FOR PRODUCING ALTERNATIVE FUEL," 2018.
- M. Amiruddin and B. Sutopo, "Sistem Kontrol Suhu dan Laju Pemanasan Alat Pirolisis," 2012.
- M. Arif Batutah, D. Arifin, D. Solikin, P. Studi, and T. Mesin, "Perancangan Spiral Kondensor untuk Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis (Design of Spiral Condenser for Processing Plastic Waste into Oil Fuel by Pyrolysis Process)," vol. 6, no. 2, pp. 174–183, 2021, doi: 10.33366/rekabua.
- M. Syamsiro, "Kajian Pengaruh Penggunaan.....Plastik KAJIAN PENGARUH PENGGUNAAN KATALIS TERHADAP KUALITAS PRODUK MINYAK HASIL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK," 2015.
- Nofendri, Y., & Haryanto, A. (2021). Perancangan alat pirolisis sampah plastik menjadi bahan bakar. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 6(1), 1-11.
- Pramiati Purwaningrum, "UPAYA MENGURANGI TIMBULAN SAMPAH PLASTIK DI LINGKUNGAN," 2008.
- Sukadi and Novarini, "RANCANG BANGUN ALAT PIROLISIS UNTUK DAUR ULANG SAMPAH KANTONG PLASTIK," *Jurnal Ilmiah "TEKNIKA*, vol. 5, no. 2, 2019, [Online]. Available: [www.teknika-ftiba.info](http://www.teknika-ftiba.info)
- T. Anggono, E. W. Wahyu, and A. Rahmadani, "PIROLISIS SAMPAH PLASTIK UNTUK MENDAPATKAN ASAP CAIR DAN PENENTUAN KOMPONEN KIMIA PENYUSUNNYA SERTA UJI KEMAMPUANNYA SEBAGAI BAHAN BAKAR CAIR PYROLYSIS OF PLASTIC WASTE TO GAIN SMOKE OF LIQUID AND KNOW MAIN COMPILER CHEMISTRY COMPOUND TO KNOW POTENCY FROM SMOKE OF LIQUID YELDED," 2009.
- U. B. Surono, "Berbagai Metode.....Bahan Bakar Minyak BERBAGAI METODE KONVERSI SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK," 2013.
- U. Surya Dharma and A. Nuryanto, "PENGARUH GEOMETRI PIPA KONDENSOR TERHADAP PERPINDAHAN PANAS PADA DESTILASI MINYAK PLASTIK," 2017.