



**PRODUKSI BAHAN BAKAR CAIR HASIL PIROLISIS SAMPAH  
PLASTIK JENIS PP DENGAN VARIASI PANJANG LINTASAN**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
(S.T.) Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Malang*



Disusun Oleh:

**ROSANTO SIGIT MAULANA RAMADHANI**

**216.010.5.2027**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**2021**

## ABSTRAK

**Rosanto Sigit Maulana Ramadhani.2021. Produksi Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis Sampah Plastik Jenis PP Dengan Variasi Panjang Lintasan. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Dr. Ena Marlina, S. T., M. T. dan Ir. H. Margianto, M. T.**

### Abstract

*Pyrolysis is a process in which the thermal decomposition of polymeric materials generally takes place using temperatures between 150-800 °C depending on the type of plastic used. In this study, using a comparison of the length of the path between the length of track 1 which has a length of 60cm and track 2 which has a length of 30 cm which is above the reactor tube with a time of 30 minutes and 60 minutes, so we get 2 liquid fuels with different quantities and qualities. The result of line 2 (30 cm) of liquid fuel is more and has a higher flowrate than line 1 (60 cm) and the results of this test also show that line 1 (60 cm) produces a clearer form of liquid fuel compared to the form of liquid fuel produced on track 2 (30cm).*

*Keywords: pyrolysis, path length, PP waste, flowrate, distillation.*

### ABSTRAK

Pirolisis merupakan proses dimana dekomposisi termal pada bahan-bahan polimer yang umumnya berlangsung dengan menggunakan temperature suhu diantara 150-800°C tergantung pada jenis plastik yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan perbandingan panjang lintasan antara panjang lintasan 1 yang memiliki panjang 60 cm dan lintasan 2 memiliki panjang 30 cm yang berada diatas tabung reaktor dengan waktu 30 menit dan 60 menit, sehingga mendapat 2 bahan bakar cair dengan jumlah dan kualitas yang berbeda. Hasil bahan bakar cair lintasan 2 (30 cm) lebih banyak dan memiliki *flowrate* lebih tinggi dibanding lintasan 1 (60 cm) dan pada hasil pengujian ini juga diketahui lintasan 1 (60 cm) menghasilkan wujud bahan bakar cair yang lebih jernih di banding wujud bahan bakar cair yang dihasilkan pada lintasan 2 (30 cm).

**Kata kunci:** pirolisis, panjang lintasan, sampah PP, flowrate, destilasi.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan transportasi dunia adalah dampak dari pertambahan jumlah penduduk yang pesat. Industrialisasi di negara-negara berkembang mengakibatkan permintaan minyak di seluruh dunia mengalami peningkatan. Minyak bahan bakar bersumber dari bahan bakar fosil yang tidak bisa di perbarui lagi. Minyak fosil adalah minyak yang berasal dari fosil hewan yang tertimbun di tanah berjuta-juta tahun, minyak ini jika terus di eksplorasi akan habis dan tidak dapat di perbarui (Widyastuti, 2007). Cadangan bahan bakar yang masih tersisa di dalam bumi tidak mampu mencukupi permintaan masyarakat akan energi yang terus meningkat dari hari ke hari (Badday, 2014). Krisis energi bukan satu-satunya permasalahan yang mengancam khususnya Indonesia antarlain berkembangnya jumlah penduduk yang berakibat pada semakin meningkatnya limbah rumah tangga yang dihasilkan.

Semakin berkembangnya jumlah penduduk, permasalahan yang terjadi pada limbah semakin meningkat dan semakin serius. Kebanyakan limbah tersebut dihasilkan dari limbah rumah tangga, yaitu berupa limbah cair ataupun limbah padat. Masalah limbah dari tahun ke tahun menjadi masalah yang sangat serius yang terjadi pada masyarakat sampai saat ini, salah satunya adalah limbah padat berupa kantong plastik. Limbah plastik adalah limbah anorganik yang terdiri dari bahan-bahan kimia yang sangat berbahaya terhadap lingkungan, karena sulitnya terurai dan membutuhkan waktu yang cukup lama sampai puluhan tahun untuk terurai. karena itu sangat perlu dilakukan pengolahan limbah plastik di zaman semakin maju ini, dengan cara merubah sampah plastik menjadi produk yang berharga” (Rafli *et al.*, 2017).

Peningkatan penggunaan plastik merupakan dampak berkembangnya teknologi industri, dan semakin bertambahnya jumlah populasi penduduk di Indonesia, kebutuhan plastik meningkat sehingga mengalami peningkatan rata-rata 200 ton per tahunnya. Tahun 2002, terhitung 1,9 juta ton per tahunnya, pada tahun 2003 meningkat 2,1 juta ton pertahunnya, seterusnya tahun 2004 mengalami

kenaikan 2,3 juta ton per tahunnya. Tahun 2010 2,4 juta ton. Pada tahun 2011 mengalami peningkatan 2,6 juta ton pertahunnya. Dampak dari meningkatnya penggunaan plastik semakin meningkat pula limbah sampah plastik. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) setiap harinya masyarakat atau penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per satu orangnya, secara total menyeluruh sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Data dari hasil kalkulasi jumlah tersebut 15% berupa sampah limbah atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari.(Nindita, 2015)

Penggunaan plastik yang sangat luas dalam dunia industri dan masyarakat, maka yang akan terjadi produksi plastik dunia terus mengalami peningkatan. Penyebab terjadinya masalah utama ialah bagaimana cara membuang plastik bekas, sedangkan plastik tetap di produksi dari *non-sustainable oil* atau *coal*. 30,7 juta ton plastik bekas di Indonesia yang menyumbangkan 12,1% dari total sampah padat, data pada United Kingdom menggunakan 4,9 juta ton pada tahun 2013.(Budianto, 2017)

Sejak pertama kali ditemukan pada tahun 1907, penggunaan plastik dan barang-barang berbahan dasar plastik semakin meningkat. Peningkatan penggunaan plastik ini merupakan konsekuensi dari berkembangnya teknologi, industri dan juga jumlah populasi penduduk Indonesia. Akibat dari penggunaan plastik ini adalah meningkatnya jumlah sampah plastik yang dihasilkan, berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari warga Indonesia menghasilkan sampah sebanyak 0,8 kilogram sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Pada tahun 2016 Indonesia menjadi negara penghasil sampah plastik terbesar ke-2 di dunia dengan jumlah sampah plastik sebanyak 187,2 juta ton, setelah Cina dengan jumlah sampah plastik sebanyak 262,9 juta ton. (Nugroho, 2018).

Peningkatan konsumsi energi dan peningkatan timbunan sampah merupakan dua permasalahan yang muncul seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Untuk mengatasi masalah sampah, khususnya limbah plastik, para pakar lingkungan dan ilmuwan dari berbagai disiplin ilmu telah melakukan berbagai penelitian dan tindakan. Salah satu caranya dengan mendaur ulang limbah plastik dengan proses pirolisis katalitik. Tujuan dari percobaan ini

adalah untuk mengetahui pengaruh suhu pada proses pirolisis dengan kondisi bebas oksigen untuk memperoleh senyawa hidrokarbon fraksi bensin (C5-C9) yang maksimal. Proses pirolisis dilakukan menggunakan reaktor semi batch stainless steel unstirred berkapasitas 3,5 dm<sup>3</sup> beroperasi pada tekanan 1 atm dan reaktor dialiri nitrogen. Sampel limbah plastik yang digunakan sebanyak 50 gram plastik jenis polipropilen (PP). Kemudian ditambahkan katalis zeolit alam sebanyak 5 gram (10% berat zeolit alam dari berat sampel limbah plastik). Variabel suhu yang digunakan adalah 400, 450, atau 500 °C dan dipertahankan selama 30 menit. Langkah terakhir adalah kondensasi, kemudian produk liquid dianalisa dengan gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS). Dari analisa GC-MS, produk liquid pirolisis banyak mengandung senyawa hidrokarbon aromatis. Suhu pirolisis yang menghasilkan senyawa hidrokarbon mendekati mutu bensin paling optimum adalah pada 450 °C dengan komposisi C5-C9 adalah 3,14% olefin, 9,46 cycloparaffin, 58,44% aromatis dan >C9 adalah 1,64% paraffin, 27,33% aromatis. (Sa'diyah, 2015)

Upaya menangani masalah sampah plastik adalah dengan mendaur ulang sampah plastik menjadi barang yang lebih berguna, salah satu alternatif penanganan sampah plastik yang saat ini banyak diteliti dan dikembangkan adalah dengan mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan metode pirolisis, dengan cara ini dua permasalahan penting bisa diatasi, yaitu bahaya penumpukan sampah plastik dan diperoleh kembali bahan bakar minyak yang merupakan salah satu bahan baku plastik. (Budiyantoro, Ismanto, 2016).

Pirolisis adalah proses dimana dekomposisi termal bahan-bahan polimer sampah plastik menggunakan pemanasan tanpa melibatkan oksigen didalamnya. Proses ini umumnya berlangsung pada temperature suhu diantara 400-800°C. Tergantung dari jenis plastik dan produk yang akan di buat. Produk dari hasil pirolisis terdiri dari fraksi gas, cair dan residu. Padatan pada suhu tersebut plastik akan menjadi leleh sehingga kemudian berubah menjadi gas. Proses yang terjadi pada rantai panjang hidrokarbon akan terpotong sehingga menjadi rantai menjadi pendek. Selanjutnya proses pendinginan dilakukan pada gas tersebut. Sehingga terjadi kondensasi dan membentuk cairan. Cairan ini yang nantinya menjadi

sebuah bahan bakar, berupa bensin ataupun bahan bakar diesel.(Syamsiro, Hadiyanto, & Mufrodi, 2016).

Penelitian dari (Khosnor R, 2020) dengan judul “Produksi Bahan Bakar Hasil Proses Pirolisis Sampah Plastik Jenis PP Menggunakan Variasi Pendingin” membuat penelitian tentang ini membahas hasil dari pendinginan proses pirolisis yang menggunakan air biasa dengan suhu dibawah  $10^{\circ}\text{C}$ , suhu  $10^{\circ}\text{C}$  didalam tabung kondensor juga mempengaruhi terhadap flowrate bahan bakar. Semakin rendah suhu fluida pendingin dalam tabung reaktor, maka proses kondensasi uap hasil pembakaran akan semakin cepat sehingga bahan bakar yang dihasilkan akan semakin cepat dan lebih banyak. Namun dari alat pirolisis tersebut hanya memiliki 1 lintasan uap sehingga tidak diketahui seberapa berpengaruh panjang lintasan uap terhadap hasil produksi bahan bakar cair pada proses pirolisis sampah plastik jenis *polypropylene* (PP).

Berdasarkan beberapa latar belakang diatas bahwa peneliti terdahulu belum melakukan penelitian panjang lintasan, sehingga perlu kami teliti tentang pengaruh panjang lintasan terhadap hasil produksi bahan bakar cair dengan proses pirolisis sampah plastik jenis *polypropylene* (PP).

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang disusun dalam skripsi ini adalah bagaimanakah pengaruh panjang lintasan terhadap jumlah dan kualitas hasil produksi bahan bakar cair dengan proses pirolisis sampah plastik jenis *polypropylene* (PP) ?.

## 1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini perlu adanya batasan masalah agar pembahasan lebih terarah. Batasan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

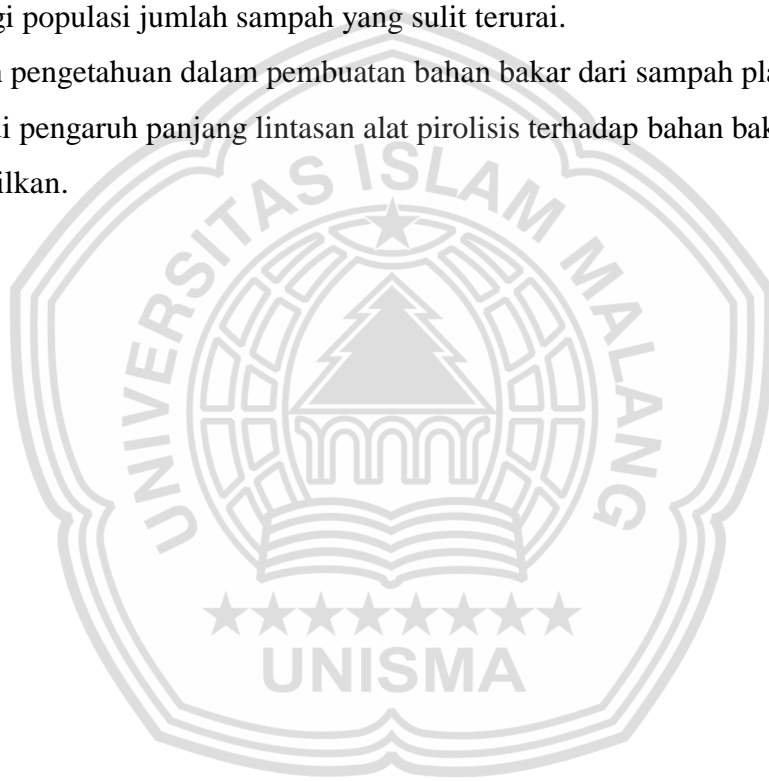
1. Pendingin yang digunakan pada alat pirolisis ini menggunakan media air bersirkulasi.
2. Jenis plastik yang di gunakan adalah *Polypropylene* (PP).
3. Membahas tentang jumlah dan kualitas hasil produksi bahan bakar cair dari pirolisis sampah plastik jenis *polypropylene* (PP).

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh panjang lintasan pada alat pirolisis terhadap hasil produksi pirolisis sampah plastik jenis *polypropylene* (PP) dan menghasilkan bahan bakar alternatif dari limbah plastik yang *Go Green*.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

1. Membantu mengurangi *Global Warming*
2. Menghasilkan energi alternatif terbarukan.
3. Mengurangi populasi jumlah sampah yang sulit terurai.
4. Menambah pengetahuan dalam pembuatan bahan bakar dari sampah plastik .
5. Mengetahui pengaruh panjang lintasan alat pirolisis terhadap bahan bakar cair yang dihasilkan.





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari pengamatan “Produksi Bahan Bakar Cair hasil Pirolisis Sampah Plastik jenis PP dengan Variasi Panjang Lintasan” dengan waktu yang telah di tentukan selama 30 menit dan 60 menit, terhadap penggunaan lintasan 1 panjang 60cm dan lintasan 2 panjang 30cm dengan interval waktu pengamatan 5 menit sekali.

Menganalisis dari pembahasan diatas saya dapat menyimpulkan seperti berikut ini :

1. Panjang lintasan pada alat pirolisis berpengaruh terhadap jumlah dan laju alir (*flowrate*) bahan bakar cair yang dihasilkan, diketahui hasil bahan bakar cair lintasan 2 (30cm) lebih banyak dan memiliki *flowrate* lebih tinggi dibanding lintasan 1 (60cm), dikarenakan uap akan memenuhi lintasan dan tabung penampung uap yang lebih rendah terlebih dahulu sebelum menuju lintasan dan tabung penampung uap yang lebih tinggi. Semakin panjang lintasan menuju tabung uap maka bahan bakar cair yang di hasilkan akan semakin lama dan begitu sebaliknya.
2. Panjang lintasan pada alat pirolisis berpengaruh terhadap kualitas bahan bakar cair yang di hasilkan, pada hasil pengujian ini juga diketahui lintasan 1 (60cm) menghasilkan wujud bahan bakar cair yang lebih jernih di banding wujud bahan bakar cair yang dihasilkan pada lintasan 2 (30cm), dikarenakan uap dan endapan kotoran lebih mudah keluar melalui lintasan dan tabung uap yang lebih rendah di banding melalui lintasan dan tabung uap yang lebih tinggi.

#### 5.2. Saran

Sebelum bahan bakar cair hasil dari penelitian di aplikasikan kepada mesin bakar, harus dilakukan pengujian karakteristik fisik maupun karakteristik kimia, seperti: pengujian berat jenis, nilai oktan, viskositas, titik tuang, titik nyala, nilai kalor, kadar abu, kandungan belerang, hal ini ditujukan agar hasil



pembakaran dapat tercapai secara optimal dan mengetahui mesin bakar mana yang bisa menggunakan bahan bakar cair tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adoe, D. G. H., Bunganaen, W., Krisnawi, I. F., & ... (2016). Pirolisis Sampah Plastik PP (Polypropylene) menjadi Minyak Pirolisis sebagai Bahan Bakar Primer. ... *Jurnal Teknik Mesin ...*, 03(01), 17–26.
- Ali, M. (2013). “ Volume 7, No. 1, Juni 2013 .” *Prinsip Dasar Produksi Dalam Ekonomi Islam*, 7(1), 19–35.
- Badday, A. S., Abdullah, A. Z., & Lee, K. T. (2014). Transesterification of crude Jatropa oil by activated carbon-supported heteropolyacid catalyst in an ultrasound-assisted reactor system. *Renewable Energy*, 62, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.06.037>
- Budianto, A. (2017). Pirolisis Botol Plastik Bekas Minuman Air Mnerial Jenis Pet Menjadi Fuel. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan V*, 201–206.
- Budiyantoro, Ismanto, S. U. dan. (2016). Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST). *Syamsiro Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), 7–13.
- Cis-trans, J. J., & Islami, A. P. (2020). *Pirolisis Sampah Plastik Jenis Polipropilena ( PP ) menjadi Bahan Bakar*. 3(2), 1–6. <https://doi.org/10.17977/um0260v3i22019p001>
- LA ODE MOHAMMAD FIRMAN, Maulana, E., & Panjaitan, G. (2019). Yield Bahan Bakar Alternatif Dari Optimasi Pirolisis Sampah Plastik Polypropylene. *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 9(2), 14–19. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i2.532>
- Naimah, S., Nuraeni, C., Rumondang, I., Jati, B. N., Rahyani, D., Balai, E., ... Kemasan, D. (2012). Dekomposisi Limbah Plastik Polypropylene Dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian Journal of Materials Science*, 13(3), 226–229.
- Nindita, V. (2015). Studi berbagai metode pembuatan BBM dari sampah plastik jenis LDPE dan PVC dengan metode Thermal dan Catalytic Cracking (Ni-Cr / ZEOLIT). *Teknis*, 10(3), 137–144.
- Rafli, R., Fajri, H. B., Jamaludhin, A., Azizi, M., Riswanto, H., & Syamsiro, M. (2017). Penerapan teknologi pirolisis untuk konversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak di Kabupaten Bantul. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal (JMST)*, 2(April), 1–5.
- Syamsiro, M., Hadiyanto, A. N., & Mufrodi, Z. (2016). Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal (JMST)*, 1(2), 43–48.
- Widyastuti, L. (2007). *Reaksi Transesterifikasi Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel Dengan Menggunakan Katalis Koh*.
- Rohman, F., Pd, M., Nuryosuwito, I., & Eng, M. (2018). Produk pirolisis dibanding dengan bahan bakar premium terhadap unjuk kerja mesin oleh : langgeng cahyo nugroho program studi teknik mesin fakultas teknik ( ft ) universitas nusantara pgri kediri artikel skripsi tahun 2018.