



**PRODUKSI BAHAN BAKAR HASIL PROSES PIROLISIS SAMPAH PLASTIK
PP dengan VARIASI TEMPERATUR AIR PENDINGIN**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Pada Program Studi Teknik Mesin



Disusun Oleh :

KHOSNOR ROFIQ

NPM. 21601052086

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
MALANG**

2020

ABSTRAK

Khosnor Rofiq. 2020. Produksi Bahan Bakar Hasil Proses Pirolisis Sampah Plastik PP Dengan Variasi Temperatur Air Pendingin. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Dr. Ena Marlina, S. T., M. T. dan Nur Robbi, S. T., M. T.

Permasalahan akan pencemaran lingkungan semakin hari semakin serius. Limbah rumah tangga merupakan penyumbang tertinggi pencemaran lingkungan. Limbah berbahan plastik merupakan limbah anorganik yang sulit untuk terurai di tanah, pembakaran sampah kerap dilakukan untuk mengurangi timbunan sampah plastik. Pembakaran sampah juga menyebabkan polusi udara, oleh sebab itu dibutuhkan tindakan yang serius dalam menangani permasalahan tersebut seperti melakukan daur ulang sampah dengan metode pirolisis sampah plastik. Pirolisis adalah proses dekomposisi termal tanpa melibatkan oksigen, dengan cara ini masalah akan pencemaran tanah dan udara oleh limbah plastik akan berkurang dan didapatkannya kembali bahan-bahan yang lebih berguna seperti bahan bakar cair. Proses pirolisis pada penelitian menggunakan metode eksperimen dengan pengaruh variasi media pendinginan pada tabung kondensor terhadap *flowrate* bahan bakar. Media pendingin yang digunakan adalah air biasa dan air dengan suhu dibawah 10°C . Interval waktu yang digunakan yaitu 30 menit dan 60 menit. Hasil percobaan menunjukkan penggunaan media pendingin mempengaruhi *flowrate* bahan bakar. Penggunaan air dengan suhu dibawah 10°C sebagai media pendingin pada tabung kondensor *flowrate* yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan air biasa sebagai media pendingin, karena semakin rendah suhu media pendingin, maka semakin cepat proses kondensasi didalam tabung kondensor.

Kata kunci : *sampah plastik, polypropylene, pirolisis, media pendingin.*



ABSTRACT

Khosnor Rofiq. 2020. *Fuel Production Results of PP Plastic Waste Pyrolysis Process With Cooling Water Temperature Variations*. Thesis, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang. Supervisor: Dr. Ena Marlina, S. T., M. T. and Nur Robbi, S. T., M. T.

The problem of environmental pollution is increasingly serious. Household waste is the highest contributor to environmental pollution. Plastic waste is inorganic waste that is difficult to decompose on the ground, burning waste is often done to reduce plastic piles. Burning rubbish also causes air pollution, therefore serious action is needed in dealing with these problems such as recycling waste with the lastik waste pyrolysis method. Pyrolysis is a process of thermal decomposition without involving oxygen, in this way the problem of soil and air pollution by plastic waste will be reduced and the recovery of more useful materials such as liquid fuels is recovered. The pyrolysis process in this study used an experimental method with the effect of variations in the cooling media on the condenser tube to the fuel flowrate. The cooling media used are plain water and water with temperatures below 10 °C. Interval time used is 30 minutes and 60 minutes. The experimental results show the use of cooling media affects the fuel flowrate. The use of water with a temperature below 10 °C as a cooling medium in the condenser tube flowrate produced more than using ordinary water as a cooling medium, because the lower the temperature of the cooling media, the faster the condensation process in the condenser tube.

Keywords: plastic waste, polypropylene, pyrolysis, cooling media.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berkembangnya jumlah penduduk menyebabkan 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 di masyarakat sampai saat ini, salah satunya adalah limbah padat berupa kantong plastik.

Plastik merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan peralatan rumah tangga, otomotif dan sebagainya. Penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan. Perkembangan produk plastik di Indonesia sangat pesat pada dua dekade terakhir dengan merambah hampir di semua jenis kebutuhan manusia, dari kebutuhan dasar seperti kebutuhan rumah tangga sampai aksesoris pada mobil-mobil mewah. (Sahwan, *et al.*, 2005).

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 pertumbuhan 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 dm³ 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°C, 450°C, 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).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengatasi masalah yang disebabkan oleh sampah. Pirolisis adalah salah satu metode pengolahan limbah yang dianggap cukup prospektif untuk dikembangkan. Itu karena beberapa keuntungan seperti rasio konversi tinggi dan potensi energi tinggi serta potensi sebagai bahan bakar alternatif di masa depan. Dalam makalah ini karakteristik pirolisis akan dipelajari. Bahan limbah yang digunakan adalah katalis dan limbah plastik. Produk-produk yang dihasilkan dari proses pirolisis dianalisis dengan *Gas Chromatography/Mass Spectroscopy* (GC/MS), sedangkan analisis dekomposisi termal dilakukan menggunakan *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA). Hasil proses pirolisis dalam kondisi isothermal

dari satu komponen dan campuran limbah plastik dan katalis alami menunjukkan bahwa suhu akhir pirolisis dan laju pemanasan mempengaruhi distribusi produk pirolisis untuk semua sampel. Dengan meningkatnya suhu pirolitik, produk cair dan gas meningkat, sedangkan produk padat cenderung menurun. Dalam kisaran suhu 300°C, 400°C, 500°C, suhu pirolisis 600°C dengan laju pemanasan 100°C/menit adalah suhu ideal untuk mendapatkan produk pirolisis dari fraksi cair dan dan fraksi gas maksimum untuk semua jenis limbah. (Nuryosuwito, *et al.*, 2018)

Limbah plastik adalah limbah anorganik yang terdiri dari bahan-bahan kimia yang sangat berbahaya terhadap lingkungan, Sulitnya terurai di tanah dan membutuhkan waktu yang cukup lama sampai puluhan tahun untuk terurai. Permasalahan tersebut sangat perlu dilakukan pengolahan limbah plastik di zaman semakin maju ini, dengan cara merubah sampah plastik menjadi produk yang berharga. (Rafli *et al.*, 2017).

Salah-satu 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. (Suroño & Ismanto, 2016).

Pirolisis ialah proses dimana dekomposisi termal bahan-bahan polimer sampah plastik menggunakan pemanasan tidak melibatkan oksigen di dalamnya. Proses ini umumnya berlangsung pada temperatur suhu diantara 400°C-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. Disaat proses yang terjadi pada rantai panjang hidrokarbon akan terpotong sehingga menjadi rantai menjadi pendek. Seterusnya proses

pendinginan dilakukan pada gas tersebut. Sehingga akan terjadi kondensasi dan membentuk cairan. Cairan ini yang nantinya menjadi sebuah bahan bakar, berupa bensin ataupun bahan bakar diesel. (Syamsiro *et al.*, 2016).

Penelitian tentang alat pirolisis memang sudah ada namun masih belum ada yang membahas tentang pengaruh perbedaan temperatur air pendingin terhadap bahan bakar yang dihasilkan, sehingga peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian dengan judul “Produksi Bahan Bakar Hasil Proses Pirolisis Sampah Plastik PP dengan Variasi Temperatur Air Pendingin” yang meliputi flowrate (produksi) dan *temperature* (waktu).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat disusun dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah bagaimanakah pengaruh perbedaan temperatur air pendingin terhadap hasil proses pirolisis sampah plastik dengan 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 biasa dengan temperatur yang berbeda.
2. Jenis plastik yang akan di gunakan adalah *polypropylene* (PP) (contoh: gelas cup, sedotan, gelas air mineral).
3. Waktu yang di tentukan selama proses destilasi yaitu 30 dan 60 menit.
4. Hanya membahas tentang hasil produksi proses pirolisis sampah jenis PP.

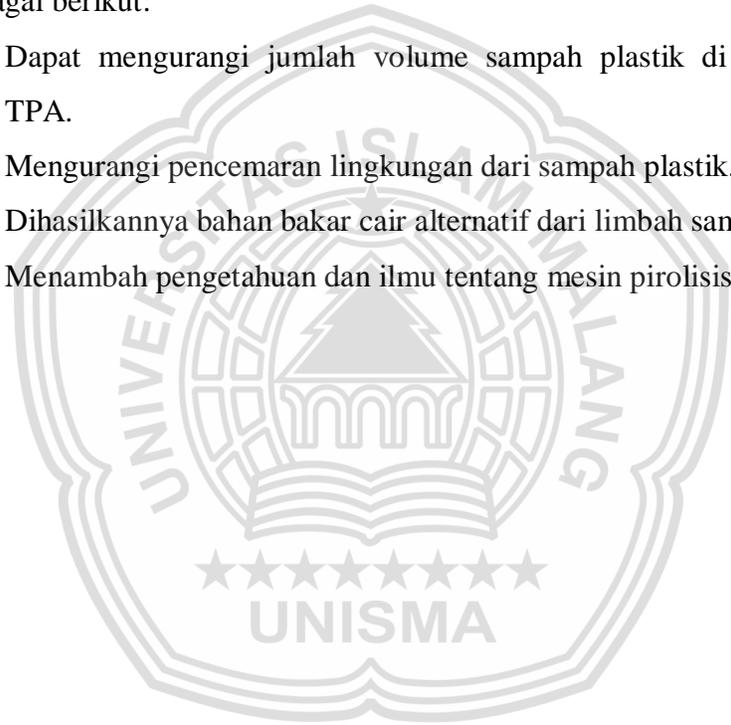
1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan temperatur air pendingin pada tabung kondensasi terhadap flowrate dari proses pirolisis sampah plastik jenis PP. Menciptakan bahan bakar alternatif hasil dari proses pirolisis sampah plastik jenis PP.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang dilakukan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat mengurangi jumlah volume sampah plastik di lingkungan dan TPA.
2. Mengurangi pencemaran lingkungan dari sampah plastik.
3. Dihasilkannya bahan bakar cair alternatif dari limbah sampah plastik.
4. Menambah pengetahuan dan ilmu tentang mesin pirolisis sampah plastik.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari proses pirolisis sampah palstik jenis PP seberat 500 gram dengan media pendingin air biasa dan media pendingin air dingin, baik yang 30 menit maupun yang 60 menit yang diamati setiap lima menit sekali kesimpula yang bisa diambil adalah:

1. Lama waktu yang digunakan dalam proses pirolisis berbanding lurus dengan hasil bahan bakar. Semakin lama waktu yang digunakan, bahan bakar yang dihasilkan akan semakin banyak.
2. Kenaikan suhu didalam tabung reaktor menyebabkan proses penguapan akan semakin cepat dan bahan bakar yang diperoleh akan semakin banyak.
3. Penggunaan air sebagai media pendingin dengan temperatur yang berbeda didalam tabung kondensor juga mempengaruhi terhadap hasil bahan bakar. Air dengan temperatur lebih rendah, bahan bakar yang dihasilkan lebih banyak. Semakin rendah temperatur air pendingin, maka proses kondensasi di dalam tabung kondensor akan semakin cepat dan bahan bakar yang diperoleh akan semakin banyak.
4. Berdasarkantitik didih dan suhu awal perolehan bahan bakar, yakni suhu antara 30°C-180°C, maka bahan bakar yang dihasilkan pada proses pirolisis sampah plastik jenis PP berpotensi dijadikan sebagai bahan bakar untuk kendaraan/motor berbahan bakar bensin.

5.2. Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar melakukan pengujian properties terhadap bahan bakar hasil pirolisis sampah plastik jenis PP yang meliputi pengujian densitas, viskositas, titik nyala, nilai oktan dan dilanjutkan pengaplikasian kepada motor bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- 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. Retrieved from
- Surono, U. B., & Ismanto. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan PE menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Syamsiro Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), 7–13.
- 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.
- Liestiono, R. P., Cahyono, M. S., Widyawidura, W., Prasetya, A., & Syamsiro, M. (2017). Karakteristik Minyak dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE). *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 1(2), 1.
- Rachmawati, Q., & Herumurti, W. (2015). Pengolahan Sampah Secara Pitolisis dengan Variasi Rasio Komposisi Sampah dan Jenis Plastik. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 27–29.
- Nurdianto, P., Nugraheni, I. K., & Ivana, R. T. (2016). Pengujian Bahan Bakar Biofull Hasil Pirolisis Botol Plastik Pada Sepeda Motor. *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 01.
- Mandiri, M., Di, E., & Kendari, K. (2018). Energi terbarukan dari sampah plastik di tpa puuwatu dengan memanfaatkan teknologi pirolisis guna mendukung masyarakat mandiri energi di kota kendari.
- Dharma, U. S., & Irawan, D. (2015). Analisa Karakteristik Minyak Plastik Hasil Dua Kali Proses Pirolisis. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(1), 7–11.
- Widawati, E., Harlianto, T., Iskandar, I., & Budiono, C. (2014). Kajian potensi pengolahan sampah. *Jurnal Metris*, 15, 119–126.
- Mareta, D. T., & Nur, S. (2011). Pengemasan Produk Sayuran Dengan Bahan Kemas Plastik Pada Penyimpanan Suhu Ruang Dan Suhu Dingin.

- Pengemasan Produk Sayuran Dengan Bahan Kemas Plastik Pada Penyimpanan Suhu Ruang Dan Suhu Dingin, 7(1), 26–40.
- Mesin, D. T., & Jambi, P. (2009). Jurnal Ilmiah “ Teknika “ Rancang Bangun Alat Pirolisis Untuk Daur Ulang Sampah Kantong Plastik. Sukadi *, Novarini ** Fakultas Teknik Universitas IBA ISSN : 2355-3553 Jurnal Ilmiah “ TEKNIKA “ limbah sampah kantong plastik (LDPE) menjadi bahan bakar min. 5(2), 96–102
- .Prasetyowati, Pratiwi, R., & O, F. T. (2010). Pengambilan Minyak Biji Alpukat (Persea Americana Mill) Dengan Metode Ekstraksi. Jurnal Teknik Kimia, 17(2), 16–24.
- Shobari, E. (2013). Analisis kerja mesin distilasi dan efisiensi boiler pada pengolahan minyak kayu putih perum perhutani majalengka. 472–476.
- Arita, S., Ariani, R. D., & Fatimah, S. (2009). Pengaruh waktu esterifikasi terhadap proses pembentukan metil ester (biodiesel) dari minyak biji karet (rubber seed oil). Jurnal Teknik Kimia, 16(1), 55–60.
- Shintawaty, A. (2006). Prospek pengembangan biodiesel dan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif di Indonesia. Economic Review, 203(1), 1–9.
- Soedarto 2017. (n.d.). (the effect of the time , adsorbent diameter and limestone-bioetanol ratio to the bioetanol adsorption kinetics and characterization test of bioetanol fuel) Donny Satria dan Bernardi Sanyoto Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Se. 1–7.
- 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.
- Sahwan, F. L., Martono, D. H., Wahyono, S., & Wisoyodharmo, L. A. (2005). Sistem Pengelolaan Limbah Plastik di Indonesia. Jurnal Sistem Pengolahan Limbah J. Tek. Ling. P3TL-BPPT, 6(1), 311–318.
- 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.
- Cis-trans, J. J., & Islami, A. P. (2020). *Pirolisis Sampah Plastik Jenis*

Polipropilena (PP) menjadi Bahan Bakar. 3(2), 1–6.

- 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.
- Naimah, S., Nuraeni, C., Rumondang, I., Jati, B. N., Rahyani, D., Balai, E., Kimia, B., & Kemasari, D. (2012). Dekomposisi Limbah Plastik Polypropylene Dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian Journal of Materials Science, 13(3)*, 226–229.
- Nuryosuwito, N., Soeparman, S., Wijayanti, W., & Sasongko, M. (2018). Pengaruh Campuran Sampah Plastik dengan Katalis Alam terhadap Hasil Produk Pyrolisis. *Jurnal Rekayasa Mesin, 9(2)*, 85–91.
- Sa'diyah, K. (2015). Full Paper. In *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)* (Vol. 1, Issue 1, p. 1).
- Zuhra, C. U. T. F., & Msi, S. (2003). *Light destilates. 1–11.*
- Thahir, R., & Alwathan. (2014). Pengambilan fraksi ringan produk hasil pirolisis limbah plastik jenis Polipropilene (PP) dengan metode Destilasi Fraksionasi Bubble Cap. *Konversi, 3(2)*, 10–14.
- Ahmad, A., & Anis, S. (2018). Pengaruh Debit Air Pendingin Dan Posisi Pirolisis Getah Pinus. 13–20.