

PENERAPAN ALAT SEDERHANA DALAM KONVERSI LIMBAH PLASTIK JENIS POLYPROPYLENE (PP) dan POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK

Idawati Supu^{1*}, Ni Nyoman Fitriani², Sardayanti Sulmi³, Yulchen⁴

¹Universitas Negeri Gorontalo, Jalan. Prof. Ing. BJ Habibie Bone Bolango, 96119, Gorontalo, Indonesia

^{2,3,4}Universitas Cokroaminoto Palopo, Jl. Latamacelling No.19 Palopo City, Makassar, Indonesia

*Email korespondensi: idawatisupu20@gmail.com

Abstrak

Limbah plastik jenis PolyPropylene (PP) dan Polyethylene Terephthalate (PET) merupakan jenis polimer yang paling banyak dijumpai dalam bentuk limbah yang terbuang ke lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat sederhana dalam destilasi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak, serta menentukan pH setiap bahan bakar yang dihasilkan. Metode yang digunakan adalah eksperimen dalam merangkai alat konversi sederhana menggunakan prinsip destilasi. Berdasarkan perbedaan massa limbah awal diperoleh Berdasarkan metode tersebut, dihasilkan perbandingan antara massa awal dan massa bahan bakar yang dihasilkan untuk masing-masing jenis limbah PP dan PET adalah 1:2 dan 1:1 dengan kisaran pH 4-5. Selain itu, terdapat perbedaan warna pada minyak yang dihasilkan dari dua tipe ini yakni warna kuning muda dan warna kuning gelap. Sistem kontrol suhu merupakan hal yang utama sepanjang berlangsungnya semua rangkaian proses pada metode penyulingan ini. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa limbah plastik dapat didaur ulang menjadi sesuatu yang bernilai tinggi sehingga minyak tersebut memiliki prospek yang baik untuk dijadikan solar atau bensin.

Kata Kunci: Bahan Bakar Minyak, Destilasi, Limbah, Polypropylene, Polyethylene Terephthalate.

Abstract

The Polypropylene (PP) and Polyethylene Terephthalate (PET) plastic wastes are the most common types of polymers are found as a waste which thrown into the environment. The purpose of this research is to design of instrumentation conversion simple by distillation theory in converting of plastic waste into fuel oil, and to determine the pH of each fuel that produced. The method used is an experiment in assembling a simple conversion device using the principle of distillation. Based on the difference in initial waste mass obtained. Based on this method, the resulting comparison between the initial mass and the produced mass from the type PP and PET waste are respectively 1:2 and 1:1 with a pH range of 4-5. Then, there is colour difference between this type namely light yellow and dark yellow. The controlling temperature is very important as long as all process on progress by distillation method. These results indicate that plastic waste can be recycled into something of high value so that the oil has good prospects to be used as diesel or gasoline.

Keyword: Fuel Oil, Distillation, Waste, Polypropylene, Polyethylene Terephthalate

PENDAHULUAN

Masalah sampah merupakan masalah global, bukan hanya di Negara Indonesia saja namun di seluruh belahan dunia. Salah satu sampah yang sangat mendominasi adalah limbah plastik. Permasalahan utama dari limbah jenis ini adalah sangat sulit terurai di dalam tanah, butuh waktu ratusan tahun, sehingga menjadi permasalahan serius bagi lingkungan hidup karena akan sangat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, pengolahan sampah plastik menjadi produk yang bermanfaat menjadi sangat penting untuk mengurangi timbunan sebagai upaya dalam mengurangi timbunan sampah. Berbagai macam teknik dalam pengolahan sampah limbah plastik misalnya kerajinan tangan [1],[2], menjadi produk untuk gaya atau fashion [3], penambahan aspal [4] dan sebagai bahan bakar minyak [5].

Daur ulang merupakan proses pengolahan kembali barang-barang yang dianggap sudah tidak mempunyai nilai ekonomis lagi melalui proses fisik maupun kimiawi atau kedua-duanya sehingga diperoleh produk yang dapat dimanfaatkan atau diperjual belikan lagi. Daurlang (recycle) sampah plastik dapat dibedakan menjadi empat cara yaitu daurlang primer, daurlang sekunder, daurlang

tersier dan daurlang quarter. Daurlang primer adalah daurlang limbah plastik menjadi produk yang memiliki kualitas yang hampir setara dengan produk aslinya. Daurlang cara ini dapat dilakukan pada sampah plastik yang bersih, tidak terkontaminasi dengan material lain dan terdiri dari satu jenis plastik saja. Daurlang sekunder adalah daurlang yang menghasilkan produk yang sejenis dengan produk aslinya tetapi dengan kualitas di bawahnya. Daurlang tersier adalah daurlang sampah plastik menjadi bahan kimia atau menjadi bahan bakar. Daurlang quarter adalah proses untuk mendapatkan energi yang terkandung di dalam sampah plastik, daurlang plastik jenis HDPE melalui metode degradasi kimia dilihat berdasarkan perbedaan reaksi degradasi, kinetik dan mekanik [6]. Selain itu, penelitian tentang pengolahan campuran 7 jenis plastik menjadi minyak dengan metode thermal cracking telah dilakukan. Tujuh jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini dan komposisinya dalam persen berat adalah HDPE (34,6%), LDPE (17,3%), LLPE (17,3%), PP (9,6%), PS (9,6%), PET (10,6%), dan PVC (1,1%). Penelitian ini menggunakan batch reactor dengan temperatur dari 350 sampai 500 °C. Dari penelitian ini diketahui

bahwa thermal cracking pada campuran 7 jenis plastik akan menghasilkan produk yang berupa gas, minyak dan sisa yang berupa padatan. Adanya plastik jenis PS, PVC dan PET dalam campuran plastik yang diproses akan meningkatkan terbentuknya karbon monoksida dan karbon dioksida di dalam produk gasnya dan menambah kadar benzene, toluene, xylenes, styrene di dalam produk [7].

Permasalahan dalam daur ulang sampah plastik adalah struktur penyusunnya yang terdiri atas lebih dari satu jenis polimer bahkan penambah serat (komposit) dalam proses fabrikasi untuk menambah kekuatan (strength). Sehingga dalam penguraiannya akan lebih sulit sehingga lebih diprioritaskan pada metode konversi dengan menggunakan teknologi tertentu dalam mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar [5].

Selain itu, juga telah dilakukan penelitian oleh [8] mengenai konversi plastik low density polyethylene (LDPE) menjadi minyak. Proses konversi dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan thermal cracking dan catalyst cracking melalui teknik pirolisis. Teknik pirolisis adalah teknik pengolahan plastik menghasilkan minyak dengan menggunakan suhu tinggi tanpa adanya kontaminasi langsung dengan udara. Bahan bakar minyak yang dihasilkan dari metode ini melalui proses pembakaran atau reaksi redoks yaitu bahan bakar jika bereaksi dengan oksigen yang ada di udara maka akan mengalami pelepasan kalor. Selain itu, metode lain adalah melalui destilasi (penyulingan) yaitu proses pemisahan bahan melalui proses pemanasan secara vakum sehingga terjadi penguapan dan uap tersebut didinginkan kembali sehingga diperoleh hasil akhir dalam bentuk cairan.

Barang dengan kode PolyPropylene (PP) merupakan pilihan terbaik untuk bahan plastik terutama untuk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum, tempat obat dan botol minum untuk bayi. Cirinya biasa botol transparan yang tidak jernih atau berawan. Cari simbol ini bila membeli barang berbahan plastik. Sedangkan Polyethylene Terephthalate (PET) biasanya dipergunakan di botol minuman dan jenisnya transparan, jernih/bening. Botol-botol dengan bahan ini direkomendasikan hanya untuk sekali pakai. Karena bila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat atau panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker). Masing-masing jika dipanaskan maka PET memiliki titik lebur pada suhu 250°C sedangkan titik lebur PP adalah 168°C. Temperatur lebur adalah temperatur di mana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair. Temperatur dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas temperatur lebur, plastik akan mudah mengalir dan struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi thermal melampaui energi yang mengikat rantai

molekul. Secara umum polimer akan mengalami dekomposisi pada suhu di atas 1,5 kali dari temperatur transisinya [9]. Berdasarkan sifat tersebut maka kedua jenis plastic ini dapat dijadikan sebagai penghasil bahan bakar minyak.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat sederhana dalam proses destilasi sampah plastik jenis PP dan PET dalam menghasilkan bahan bakar minyak menggunakan metode destilasi. Hasil yang diharapkan agar diperoleh bahan bakar minyak yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.

METODE PENELITIAN

Berikut ini adalah langkah-langka kerja yang dilakukan selama penelitian adalah sebagai berikut:

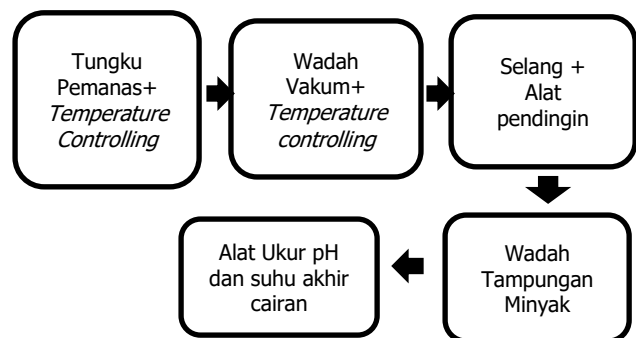
1. Preparasi sampel plastik

Terlebih dahulu dilakukan pemisahan jenis sampah plastik tipe PolyPropylene dan PolyEthylene Terephthalate. Selanjutnya sampah tersebut ditimbang dengan massa yang bervariasi yaitu 100 gram, 200 gram, 300 gram. Variasi massa tersebut untuk melihat densitas dari minyak yang dihasilkan

2. Perancangan alat

Melakukan perancangan alat sederhana yang terdiri atas tungku pembakaran bersumber dari api dilengkapi dengan komponen wadah atau medium tempat peleburan plastik yang terintegrasi secara langsung dengan selang dan wadah pendingin.

Dalam hal ini bagian tungku pemanas yang memiliki bagian wadah vakum tanpa kontaminasi udara luar untuk mencegah penguapan dilengkapi dengan thermometer suhu untuk mengontrol kenaikan suhu saat proses peleburan plastik. Selang terintegrasi dengan wadah pendingin untuk mengembunkan hasil penguapan agar keluar dalam bentuk cairan sebagai hasil akhir. Bagian ini juga dilengkapi dengan thermometer pengukur suhu pendingin untuk memaksimalkan proses pendinginan uap sehingga keluar dalam bentuk cairan minyak. Hasil penyulingan akan dikeluarkan ke bagian wadah penampung sebagai bagian akhir rangkaian untuk selanjutnya minyak akan diukur pH dan suhunya.



Gambar 1. Rancangan alat pengolahan PET dan PP bahan bakar minyak

3. Proses Destilasi

Sampah yang dipisahkan tersebut dibersihkan, dikeringkan dan dipotong-potong dalam ukuran kecil kemudian dimasukkan ke dalam tungku yang

terdiri atas media vakum untuk dilelehkan. Melakukan control panas dengan suhu yang tetap dalam wadah vakum yakni 200-300 °C dengan perlakuan yang sama pada kedua sampel.

4. Penyaringan Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar minyak hasil destilasi jika terdapat pengotor dilakukan penyaringan menggunakan alat saring untuk menjernihkan minyak dari pengotornya.

5. Pengukuran Sifat Fisis Bahan Bakar Minyak

Melakukan pengukuran pH menggunakan pH meter dan suhu akhir pada minyak yang dihasilkan

serta mengukur jumlah volume yang dihasilkan pada setiap variasi massa sampel menggunakan gelas ukur

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Berikut ini adalah hasil destilasi limbah plastik jenis PP menghasilkan bahan bakar minyak.

Dengan menggunakan metode dan perlakuan yang sama terhadap limbah plastik jenis PET maka diperoleh hasil pada Tabel.2

Tabel. 1. Bahan bakar minyak hasil pengolahan limbah plastik jenis PP

Massa (gr)	Bahan Bakar Minyak Yang Dihasilkan (ml)	pH	Suhu Akhir Bahan Bakar Minyak (°C)	Warna
100	20,2	5	29	Kuning Muda
200	40,8	5	29	Kuning Muda
300	80,2	5	29	Kuning Muda

Tabel 2. Bahan bakar minyak hasil pengolahan limbah plastik jenis PET

Massa (gr)	Bahan Bakar Minyak Yang Dihasilkan (ml)	(pH)	Suhu Akhir Bahan Bakar Minyak (°C)	Warna
100	13	5	30	Kuning Gelap
200	25	5	28	Kuning Gelap
300	35	4	28	Kuning Gelap

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil pada Tabel 1 dan Tabel.2 diperoleh hasil yang berbeda secara signifikan dalam bentuk warna. Perbandingan Massa sampel dan minyak yang dihasilkan berkisar 1:2 untuk PP dan PET yaitu 1:1. Minyak hasil penyulingan masih mengandung pengotor sehingga dilakukan pemisahan agar terjadi penjernihan. Perbedaan warna tersebut mengindikasikan bahwa jenis bahan bakar minyak dari kedua tipe plastik tersebut berbeda. Selain itu, kuantitas dari masing-masing tipe menunjukkan kuantitas yang berbeda. Meskipun jumlah volume minyak yang dihasilkan belum maksimal dan perbedaan volume antara kedua tipe polimer tersebut. Hal ini disebabkan karena wadah vakum tempat peleburan yang digunakan terbuat dari logam/aluminium sehingga masih memungkinkan adanya hantaran kalor dengan laju yang cepat ke lingkungan. Dimana diketahui bahwa wadah tersebut bersifat konduktor.

Tungku yang digunakan dalam penelitian ini masih manual sehingga kontrol suhu harus konsisten karena proses pembakaran sangat bergantung pada besar kecilnya nyala api. Semakin tinggi suhu maka akan mempercepat laju aliran panas sehingga proses penguapan akan semakin meningkat. Semakin cepat penguapan, maka uap yang di dinginkan dalam wadah pendingin akan semakin meningkat pula. Hal ini menunjukkan laju pemanasan berkaitan lanhsung dengan waktu berlangsungnya prose penyulingan sampai ke tahap akhir secara kontinyu.

Pada penelitian ini, cairan minyak yang dihasilkan melalaui proses destilasi ini merupakan minyak mentah. Kualitas dari minyak yang dihasilkan dapat diamati secara visual dalam bentuk warna yang lebih mendekat ke bensin atau solar. Untuk mengetahui jenisnya apakah solar atau bensin maka perlu dilakukan laboratorium lanjutan misalnya laju penguapan, uji densitas, specific gravity, viskositas, panas jenis, nilai kalor, titik nyala, uji komposisi kimia dan lainnya.

Selain itu, hasil penyulingan dari kedua jenis sampel PET dan PP tersebut menunjukkan bahwa pH minyak berada pada kisaran 4-5 sehingga menunjukkan sifat asam. Serta dari hasil yang diperoleh bahwa suhu akhir berkisar di atas suhu ruang yaitu 29°C yang menunjukkan laju penguapan akan meningkat jika dibiarkan terbuka ke udara. Semakin lama volume minyak tersebut akan semakin berkurang akibat penguapan tersebut. Hal ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya bahwa suhu uap dan pendinginan yang optimum akan menghasilkan bahan bakar yang maksimal pula. Sehingga dalam prosesnya akan membutuhkan waktu yang lama [10].

Sebagian besar penelitian dilakukan dengan reaktor tabung atau batch reactor yang dilengkapi dengan thermoset sehingga suhu pendingin ruang mencapai suhu terendah 5 °C - 6 °C [11]. Pada penelitian ini alat dirancang dengan sangat sederhana memanfaatkan barang bekas yang terbuat dari logam. Proses pengolahan dengan

menggunakan rancangan sederhana ini memang bisa diterapkan dalam eksperimen, tetapi apabila akan dikembangkan dalam skala produksi maka perlu rancangan alat yang lebih modern lagi yang bersifat kontinyu, sehingga proses pengolahan bisa berlangsung terus menerus.

Apabila proses pengolahan plastik menjadi minyak ini akan diterapkan maka perlu dilakukan penelitian mengenai sumber energi untuk proses pemanasannya misalnya dari listrik atau api atau sumber lainnya. Apabila dalam tahap penerapan teknologi, penggunaan energi listrik sebagai sumber energi panas ini tentu tidak efisien karena akan terjadi pembuangan energi. Minyak dari pengolahan sampah plastik mempunyai prospek yang baik sebagai bahan bakar substitusi untuk solar maupun bensin. Minyak dari sampah plastik menjadi bahan bakar baru yang sangat berguna dalam kehidupan di dunia.

Kesimpulan

Dari percobaan yang sudah dilakukan pada proses pengolahan sampah plastik menjadi minyak, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sampah jenis plastik PP dan PET dapat menghasilkan bahan bakar melalui teknik destilasi.
2. Bahan bakar minyak yang dihasilkan dari dua tipe polimer PP dan PET menghasilkan perbedaan warna yang signifikan serta kuantitas volume minyak.
3. Untuk membedakan jenis bahan bakar minyak yang dihasilkan maka perlu dilakukan uji laboratorium lanjutan
4. Teknik destilasi menggunakan rancangan sederhana ini dapat dilanjutkan ke teknologi yang lebih canggih menggunakan reactor dan kondensor agar dapat menghasilkan bahan bakar minyak secara terkontrol terutama temperature and pressure controlling. Dengan demikian akan menghasilkan bahan bakar secara kontinyu dalam skala besar dan berkualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. R. Nasution, D. Rahmalina, B. Sulaksono, and C. O. Doaly, "IbM: PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI KERAJINAN TANGAN DI KELURAHAN SRENGSENG SAWAH JAGAKARSA JAKARTA SELATAN," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 117–123, 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v6i2.4119.
- [2] L. I Nyoman, W. Indo, and A. K. L, "Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Produk Kerajinan Tangan Untuk Meningkatkan Ekonomi Masyarakat Sendang Dajah," *J. Abdikarya J. Karya Pengabdian. Dosen dan Mhs.*, vol. 3, no. 4, pp. 303–307, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/abdimas/article/download/4515/2943>.
- [3] S. Aisyah, S. M. Ginting, E. Novita, and U. Bengkulu, "Produk Bernilai Jual Dengan Model Trashion the Use of Plastic Trash Becoming a Valuable Product," *Dhama Raflesia Unib Tahun XII*, no. 1, pp. 44–55, 2014.
- [4] S. Fitri, S. M. Saleh, and M. Isya, "Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac – Bc," *J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 3, pp. 737–748, 2018, doi: 10.24815/jts.v1i3.10034.
- [5] H. Dargo Beyene, "Recycling of Plastic Waste into Fuels, a Review," *Int. J. Sci. Technol. Soc.*, vol. 2, no. 6, p. 190, 2014, doi: 10.11648/j.ijsts.20140206.15.
- [6] S. (Central U. of J. Kumar, "A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 55, no. 11, pp. 893–910, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.05.005>.
- [7] E. Bajus, M. dan Hájeková, "Thermal Cracking of The Model Seven Components Mixed Plastics into Oils/Waxes," *Pet. Coal*, vol. 52, no. 3, pp. 164–172, 2010, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/47394502_THERMAL_CRACKING_OF_THE_MODEL_SEVEN_COMPONENTS_MIXED_PLASTICS_INTO_OILSWAXES.
- [8] Osueke dan Ofundu, "Conversion of Waste Plastics (Polyethylene) to Fuel by Means of Pyrolysis," *Int. J. Adv. Eng. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 021–024, 2011.
- [9] Budiyanoro.C, "Thermoplastik dalam Industri," in *Thermoplastik dalam Industri*, Surakarta: Teknik Media, 2010.
- [10] C. R. Muhammad Rijani, "Konversi Plastik Polipropilena Menjadi Bahan Bakar Minyak," in *Seminar Nasional Cendekiawan*, 2015, pp. 229–236.
- [11] A. Arwizet, "Mesin Destilasi Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Kondensor Bertingkat Dan Pendingin Kompresi Uap," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 75–88, 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i2.34.