

Pengolahan Limbah Plastik Jenis *Polypropylene* (PP) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) Menjadi Bahan Bakar Cair Melalui Proses *Catalytic Thermal Cracking* Menggunakan Katalis FCC

Ria Cantika^{*1}, Hefly Agustian Akbar², Arizal Aswan³, K.A Ridwan⁴, Adi Syakdani⁵, Sahrul Effendy⁶, Muhammad Taufik⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Program Studi Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
Email: ¹ria_cantika48@yahoo.com, ²heflyaa@gmail.com

Abstrak

Setiap tahunnya penggunaan plastik yang semakin meningkat mengakibatkan jumlah sampah plastik yang sulit terurai semakin tinggi. Upaya mengelola sampah plastik melalui penimbunan dan pembakaran dinilai kurang tepat dan berdampak buruk bagi lingkungan. Proses *Catalytic Thermal Cracking* (CTC) merupakan metode yang tepat dan menguntungkan untuk mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar cair. Pada penelitian ini, pengolahan limbah plastik jenis *Polypropylene* dan *Low Density Polyethylene* menjadi bahan bakar cair melalui Proses *Catalytic Thermal Cracking* berlangsung pada temperatur CTC 200 °C, 350 °C, 300 °C, 350 °C dan 400 °C dengan jumlah katalis FCC sebanyak 10%. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui bagaimana pengaruh temperatur CTC terhadap % *yield*, sifat fisik dan komposisi senyawa bahan bakar cair yang diperoleh. Dari penelitian yang dilakukan, didapat temperatur optimum *Catalytic Thermal Cracking* pada *Polypropylene* dan *Low Density Polyethylene* yaitu temperatur 400 °C dengan jumlah % *yield* produk bahan bakar cair tertinggi sebesar 30,29 % untuk *Polypropylene* dengan nilai *Density*, °*Api Gravity*, *Viscosity* dan *Calorific Value* masing-masing yaitu: 0,7536 gr/ml, 0,8010 cSt dan 11.206 Kcal/Kg. Sedangkan untuk *Low Density Polyethylene* % *yield* produk bahan bakar cair tertinggi sebesar 23,09 % dengan nilai *Density*, °*Api Gravity*, *Viscosity* dan *Calorific Value* masing-masing yaitu: 0,7508 gr/ml, 0,9856 cSt dan 11.215 Kcal/Kg.

Kata kunci: *Catalytic Thermal Cracking*, FCC, *Low Density Polyethylene*, *Polypropylene*.

Processing of Polypropylene (PP) and Low Density Polyethylene (LDPE) Plastic Waste Into Liquid Fuel Through Catalytic Thermal Cracking Process Using FCC Catalyst

Abstract

Every year the increasing use of plastic results in a higher amount of plastic waste that is difficult to decompose. Efforts to manage plastic waste through hoarding and incineration are considered inappropriate and have a bad impact on the environment. The *Catalytic Thermal Cracking* (CTC) process is an appropriate and profitable method for managing plastic waste into liquid fuel. In this study, the processing of *Polypropylene* and *Low Density Polyethylene* plastic waste into liquid fuel through the *Catalytic Thermal Cracking* Process took place at a CTC temperature of 200 °C, 350 °C, 300 °C, 350 °C dan 400 °C with the number of FCC catalysts as much as 10%. The purpose of this study is to find out how the effect of CTC temperature on % *yield*, physical properties and composition of the liquid fuel compounds obtained. From the research conducted, the optimum temperature of *Catalytic Thermal Cracking* in *Polypropylene* and *Low Density Polyethylene* was obtained, namely a temperature of 400 °C with the highest amount of % *yield* of liquid fuel products of 30.29% for *Polypropylene* with *Density*, °*Api Gravity*, *Viscosity* and *Calorific Value* values, respectively: 0.7536 gr / ml, 0.8010 cSt and 11,206 Kcal / Kg. While for *Low Density Polyethylene* % the highest liquid fuel product yield is 23.09 % with *Density*, °*Api Gravity*, *Viscosity* and *Calorific Value* values, respectively: 0.7508 gr / ml, 0.9856 cSt and 11,215 Kcal / Kg.

Keywords: *Catalytic Thermal Cracking*, FCC, *Low Density Polyethylene*, *Polypropylene*.

1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan material berbahan sintesis yang banyak digunakan sebagai kemasan produk karena umumnya lebih ringan, bersifat isolator, bahannya yang mudah dibentuk dan proses pembuatannya lebih murah. Mineral Cup dan Kantong plastik merupakan polimer termoplastik yang tergolong ke dalam jenis jenis plastik

Polypropylene (PP) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE), kedua plastik jenis ini umumnya digunakan sebagai kemasan sekali pakai yang menyebabkan peningkatan sampah bagi lingkungan. Menurut data pada Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kota Palembang menunjukkan adanya peningkatan sampah plastik sebanyak 3,5% dari 14% di 2020 menjadi 17,5% persen pada 2021. Dimana jumlah timbulan sampah pada tahun 2021 mencapai 430.791,65 ton/tahun. Berdasarkan data tersebut sampah plastik di Palembang menduduki urutan kedua sampah sebesar 75.388,54 ton/tahun. Berdasarkan jenisnya, sampah plastik terdiri dari *polyethylene*, *polypropylene*, *polystyrene*, *polyvinyl chloride*, *polyethylene terephthalate*, *acrylonitrile-butadiene-styrene* dan polimer lainnya [1].

Upaya pengolahan sampah merupakan hal yang menjadi sorotan utama beberapa tahun belakangan ini, contohnya seperti penimbunan dan pembakaran yang malah berdampak buruk bagi lingkungan. Hal ini dikarenakan laju degradasi plastik memiliki yang lambat sehingga akan sulit terurai di dalam tanah dan akan menghasilkan polutan ke udara jika dibakar. Untuk meminimalisasi dampak buruk lingkungan, plastik harus diolah atau didaur-ulang untuk menghasilkan produk lain yang bernilai ekonomi. Sesuai dengan ASTM D5033-00, daur ulang jenis tersier dapat dijadikan pilihan untuk mengolah sampah plastik. Dalam daur ulang jenis ini, degradasi kimia mengarah pada produksi bahan bakar cair dan bahan kimia dengan nilai tambah tinggi dari pecahan limbah plastik [2].

Pirolisis adalah salah satu metode untuk mendaur ulang limbah plastik menjadi bahan bakar melalui pemanasan tanpa oksigen yang melibatkan proses degradasi termal bahan-bahan polimer pada temperatur yang cukup tinggi tergantung dari jenis plastik dan target produk yang diinginkan [3]. Jika produk gas atau arang lebih disukai, disarankan temperatur yang lebih tinggi lebih dari 500°C. Jika cairan lebih disukai, direkomendasikan temperatur yang lebih rendah di kisaran 300-500°C dan kondisi ini berlaku untuk semua plastik [4]. Produk dari pirolisis umumnya menghasilkan cairan sebesar 70-80% dan gas sebesar 5-10%. Degradasi termal plastik memiliki kelemahan utama yaitu membutuhkan suhu tinggi yang sering menghasilkan produk dengan kualitas rendah [5]. Oleh karena itu, digunakan katalis pada proses peretakan karena dapat menurunkan suhu reaksi, menurunkan waktu reaksi, dan meningkatkan kualitas produk [6].

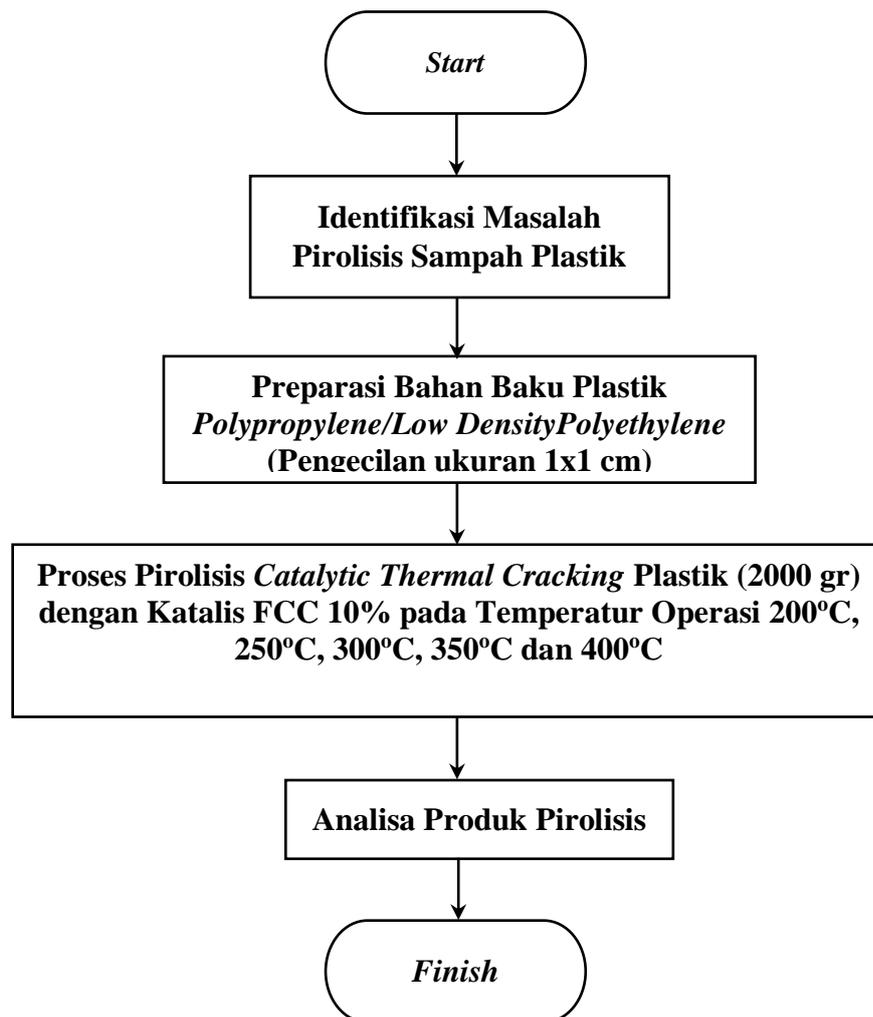
Katalis merupakan zat yang digunakan sebagai tambahan dalam sistem reaksi untuk mempercepat reaksi [7]. Proses penambahan katalis dalam pirolisis disebut dengan *Catalytic Thermal Cracking*. *Catalytic Thermal Cracking* merupakan reaksi peretakan yang menggunakan bantuan katalis sebagai material yang berfungsi untuk mempercepat laju reaksi pada mekanisme pembentukan ion karbonium untuk mencapai kesetimbangan serta memperoleh produk akhir reaksi. *Catalytic Thermal Cracking* menghadirkan sejumlah keunggulan dibandingkan termal, seperti konsumsi energi yang lebih rendah dan pembentukan produk dengan distribusi jumlah atom karbon yang lebih sempit, yang dapat diarahkan ke hidrokarbon aromatik dengan nilai pasar yang ringan dan tinggi [8].

Pada penelitian ini akan dikaji bagaimana pengaruh temperatur terhadap degradasi limbah plastik jenis *Polypropylene* (PP) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) dengan katalis *fluid catalytic cracking* (FCC) menggunakan proses *Catalytic Thermal Cracking* (CTC) menjadi bahan bakar cair yang memiliki karakteristik sesuai Standar Mutu Minyak Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya dan Laboratorium Pertamina RU 3 plaju pada tanggal 20 Juni - Juli 2022. Limbah plastik *Polypropylene* (PP) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) pada penelitian ini diperoleh dari limbah plastik rumah tangga dan tempat pengolahan limbah plastik. Pada penelitian digunakan alat Reaktor *Catalytic Thermal Cracking* dengan Variabel tetap yaitu, Bahan Baku 2000 gr, Katalis FCC 10%, Waktu selama 30 menit dan tekanan operasi 2 bar. Serta variabel bebas yaitu Temperatur reaksi 200°C, 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C.

Pada penelitian ini proses *Catalytic Thermal Cracking* limbah plastik *Polypropylene* (PP) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) yang digunakan sebagai bahan baku masing-masing akan dilakukan preparasi bahan baku terlebih dahulu yaitu dengan mengecilkan ukuran bahan baku menjadi ukuran 1 x 1 cm. Bahan baku yang telah dipreparasi kemudian akan ditimbang sebanyak 2000 gr dan dimasukkan ke dalam reaktor *Catalytic Thermal Cracking* dengan jumlah katalis FCC 10% dari jumlah bahan baku. Proses *Catalytic Thermal Cracking* akan berlangsung pada waktu 30 menit dengan variasi Temperatur reaksi 200°C, 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C. Bahan bakar cair yang dihasilkan kemudian dianalisis untuk mengetahui kualitas bahan bakar cair yang dihasilkan melalui sifat fisik dan komposisi senyawa bahan bakar cair yang diperoleh, Analisis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu %yield, Distilasi (ASTM D-86), %yield Density (ASTM D-1298), Viscosity (ASTM D-445), *Calculated Cetane Index* (D-4737) dan *Calorific Value*. Tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Produk Bahan Bakar Cair

Produk bahan bakar cair yang dihasilkan dari proses *Catalytic Thermal Cracking* dilakukan distilasi dengan menggunakan ASTM D-86.

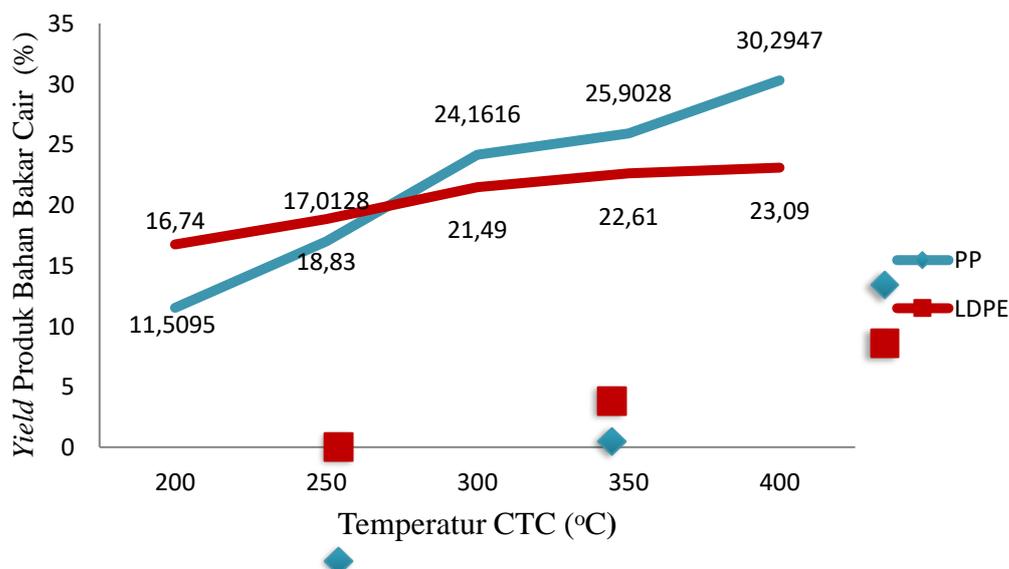


Gambar 2. Proses Distilasi bahan bakar cair

Sebelum dilakukan proses distilasi, karakteristik produk bahan bakar cair memiliki wujud cair yang berwarna coklat kekuningan. Setelah dilakukan proses distilasi produk bahan bakar cair berubah menjadi kuning bening. Adanya perbedaan karakteristik warna bahan bakar cair menjadi kuning jernih saat distilasi dikarenakan masih adanya *impurities* dalam bahan bakar cair. Dari distilasi yang dilakukan didapat bahwa produk yang dihasilkan masih mengandung komposisi fraksi campuran antara *gasoline*, *kerosene* dan *diesel*. Terbentuknya komposisi fraksi campuran pada produk yang dihasilkan karena pada dasarnya *Catalytic Thermal Cracking* merupakan reaksi pemotongan rantai polimer acak dimana *polypropylene* akan terurai menjadi molekul yang lebih kecil, kemudian molekul ini akan terurai lagi menjadi lebih kecil [9]. Secara keseluruhan dari proses distilasi didapat produk bahan bakar cair hasil *Polypropylene* (PP) terdiri dari fraksi *gasoline* sebesar 70%, fraksi *kerosene* sebesar 10%, fraksi *diesel* sebesar 16% dan *Impurities* sebanyak 4%. Sedangkan produk bahan bakar cair hasil mengandung fraksi *gasoline* sebesar 60%, fraksi *kerosene* sebesar 20%, fraksi *diesel* sebesar 16% dan *Impurities* sebanyak 4%. Sedangkan *Low Density Polyethylene* (LDPE) mengandung fraksi *gasoline* sebesar 50%, fraksi *kerosene* sebesar 30%, fraksi *diesel* sebesar 16% dan *Impurities* sebanyak 4%.

3.2. Pengaruh Temperatur CTC Terhadap %Yield

Persen *yield* merupakan perbandingan antara jumlah massa produk cair yang dihasilkan per massa bahan baku. Tujuan analisis *%yield* adalah untuk mengetahui temperatur optimum yang digunakan dalam proses *Catalytic Thermal Cracking*. Hubungan antara temperatur CTC terhadap *% yield* yang dihasilkan dari proses *Catalytic Thermal Cracking* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Temperatur CTC terhadap %Yield

Pada Gambar 3 dapat diamati bahwa temperatur CTC mempengaruhi persen *yield* produk yang didapat, dimana semakin meningkatnya temperatur CTC akan menghasilkan persen *yield* yang semakin besar juga. Hal tersebut dikarenakan berdasar pada teori semakin tinggi temperatur reaksi maka dekomposisi plastik akan lebih sempurna sehingga menghasilkan persen *yield* yang tinggi [10]. Peningkatan temperatur CTC akan menyebabkan molekul bergerak lebih cepat sehingga akan memperbesar peluang tumbukan antar molekul sehingga mempercepat proses *cracking* [11]. Dalam penelitian ini diperoleh temperatur optimum terhadap persen *yield* terbesar pada temperatur CTC tertinggi yakni 400°C dengan *%yield* produk bahan bakar cair dihasilkan dari PP sebesar 30,29%, sedangkan *%yield* LDPE sebesar 23,69%.

3.3. Pengaruh Temperatur CTC Terhadap Density dan °Api Gravity

Density dan °API Gravity merupakan berat persatuan volume suatu zat yang menunjukkan kualitas mutu minyak dimana Semakin rendah nilai *Density* atau semakin tinggi nilai °API Gravity maka minyak memiliki kandungan yang lebih banyak bensin. Sebaliknya semakin rendah nilai °API Gravity atau semakin tinggi nilai *Density* maka minyak tersebut lebih banyak mengandung lilin dan memiliki kandungan panas yang rendah [12]. Pada penelitian ini *Density* dan °API Gravity dianalisis menggunakan *hydrometer* dengan ASTM D-1298.



Gambar 4. Proses pengamatan *hydrometer* pada bahan bakar cair

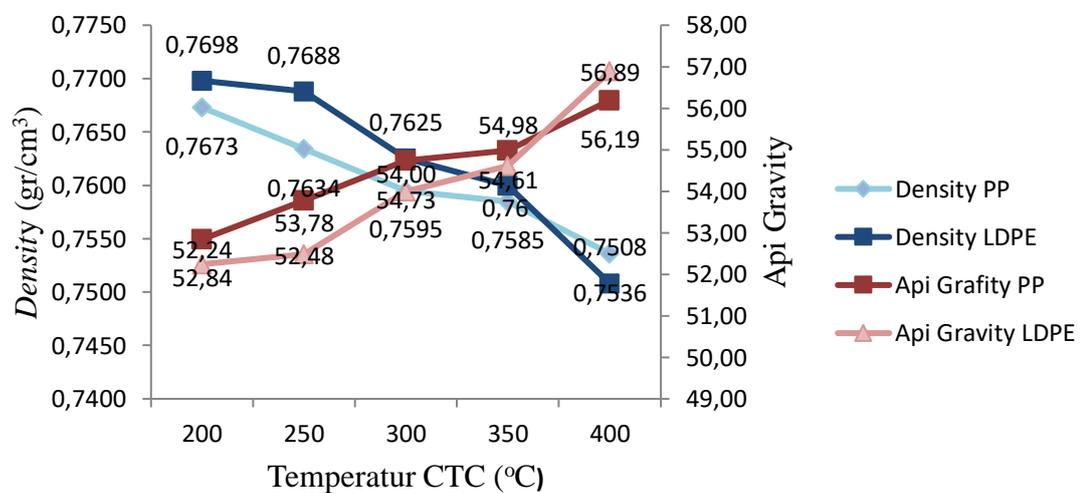
Nilai *Density* bahan cair didapat dengan cara mengurangi nilai *specific gravity* pada 60/60 °F yang didapat melalui pembacaan *hydrometer* dengan hasil koreksi *density* pada suhu standard 15°C menggunakan tabel standard ASTM D-1250. *Density* dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$\text{Density } (\rho) = \text{spgr} - \text{correction to } \rho \text{ 15 } ^\circ\text{C} \quad (1) \text{ [13]}$$

Nilai *°API Gravity* bahan cair dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$^{\circ}\text{API Gravity} = \frac{141,5}{\text{SG.60/60}^{\circ}\text{F}} - 131,5 \quad (2) \text{ [13]}$$

Adapun hubungan Temperatur CTC antara *Density* dan *°API Gravity* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Temperatur CTC terhadap *Density* dan *°API Gravity*

Berdasarkan Gambar 5, menunjukkan bahwa temperatur CTC mempengaruhi kualitas produk bahan bakar cair, dimana Semakin tinggi temperatur CTC maka nilai *density* cenderung menurun sedangkan *°API Gravity* meningkat. Hal ini dikarenakan peningkatan temperatur akan menyebabkan semakin tinggi peretakan rantai karbon panjang sehingga akan menghasilkan banyak karbon rantai pendek [9]. Nilai densitas yang menurun seiring dengan naiknya temperatur yaitu pada produk bahan bakar cair dari *Polypropylene* (PP) mulai dari 0,7673 – 0,7536 gr/ml. Sedangkan nilai densitas *Low Density Polyethylene* (LDPE). Dari hasil penelitian, nilai *density* produk yang diperoleh dari limbah plastik PP dan LDPE apabila disesuaikan dengan (ASTM) D 1298 dan keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 933.K/10/DJM.S/2013 memenuhi kriteria *density* bahan bakar cair bensin (*gasoline*) berkisar 0,715-0,770 gr/ml.

Semakin rendah nilai *density* pada Gambar 5 menunjukkan semakin tinggi $^{\circ}$ Api Gravity dimana nilai $^{\circ}$ Api Gravity berturut-turut sesuai variasi temperatur pada *Polypropylene* (PP) mulai dari 52,8408 – 56,1907. Sedangkan pada *Low Density Polyethylene* (LDPE) mulai dari 52,2424 – 56,8904. Umumnya semakin tinggi $^{\circ}$ API Gravity maka akan semakin ringan fraksi bahan bakar cair tersebut. Menurut *American Petroleum Institute* nilai $^{\circ}$ API Gravity diatas 31,1 diklasifikasikan sebagai bakar cair fraksi ringan (*gasoline*). Secara keseluruhan, produk cair hasil limbah plastik jenis *polypropylene* dan *Low Density Polyethylene* ditinjau dari nilai *density* dan $^{\circ}$ API Gravity memiliki mutu minyak yang baik dan memenuhi standar bahan bakar cair *gasoline*.

3.4. Pengaruh Temperatur CTC Terhadap Viscosity

Viscosity merupakan suatu ukuran dari besarnya hambatan suatu bahan bakar cair untuk mengalir. Pada fluida cair, *viscosity* dikarenakan adanya gaya kohesi antar molekul. Oleh karena itu, *viscosity* menunjukkan tingkat ketahanan suatu fluida untuk mengalir. Semakin tinggi *viscosity* dalam suatu bahan bakar maka akan menghambat proses pemompaan sehingga pembakaran menjadi kurang sempurna sedangkan semakin rendah *viscosity* akan menyebabkan kebocoran [15]. Pada penelitian ini *Viscosity* dianalisis menggunakan *Viscometer Ostwald* yang diletakkan pada *viscometer bath* pada suhu 40°C sesuai dengan ASTM D-445.



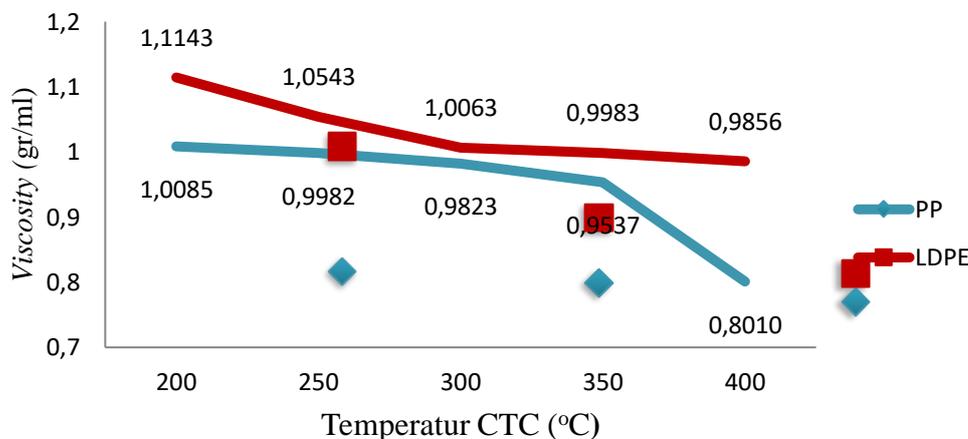
Gambar 6. Proses Analisis *Viscosity* pada bahan bakar cair

Viscosity dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Viskositas Kinematik (cSt)} = C (\text{mm}^2/\text{sec}^2) \times t (\text{s}) \quad (3) \quad [14]$$

Dimana C = konstanta kalibrasi viskometer mm^2/sec^2 , dan t = waktu aliran yang diukur (s).

Adapun hubungan Temperatur CTC terhadap *Viscosity* dapat diamati pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Temperatur CTC terhadap *Viscosity*

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Gambar 7 diamati bahwa temperatur CTC yang meningkat akan menghasilkan nilai viskositasnya menjadi menurun. Menurunnya nilai viskositas disebabkan

oleh gesekan pada partikel cairan yang menjadi semakin cepat saat temperatur CTC meningkat Sehingga akan menurunkan nilai kekentalan cairan produk yang dihasilkan. Nilai viskositas yang didapat pada penelitian ini berturut-turut sesuai variasi temperatur CTC pada *Polypropylene* (PP) mulai dari 1,0085-0,8010 cSt. Sedangkan pada *Low Density Polyethylene* (LDPE) mulai dari 1,1143-0,986. Nilai *viscosity* yang diperoleh dibandingkan dengan standar mutu internasional dari *Shell Petroleum* Canada tahun 1999 untuk jenis bensin nilai *viscosity* adalah <1 cSt sehingga nilai *viscosity* yang memenuhi standar mutu bensin internasional pada *Polypropylene* (PP) 250-400°C Sedangkan pada *Low Density Polyethylene* (LDPE) adalah produk bahan bakar cair pada temperatur 340°C-400°C. Nilai *viscosity* yang didapat Jika dibandingkan dengan standar nilai yang ditetapkan untuk solar yaitu berkisar 2,0-4,5 cSt menunjukkan nilai viskositas yang dihasilkan tidak memenuhi standar untuk solar. Hal ini dikarenakan pada produk cair yang dihasilkan mengandung lebih banyak fraksi hidrokarbon rantai pendek yaitu *gasoline* dibanding hidrokarbon fraksi berat.

3.5. Pengaruh Temperatur CTC Terhadap Calorific Value

Calorific Value merupakan jumlah energi panas yang dilepaskan pada saat proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara [12]. Pada penelitian ini *Calorific Value* dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$GCV = 12399 + 2100 d^2 \tag{4} [16]$$

Dimana d = Merupakan Spgr bahan bakar cair pada 60/60°F.

Calorific Value yang didapat pada proses *catalytic thermal cracking* dari bahan baku limbah plastik *polypropylene* sesuai variasi temperatur CTC mulai dari 11.162,66 – 11.206,43 Kcal/Kg. Sedangkan *ldpe* sesuai variasi temperatur mulai dari 11.154,59 – 11.215,28 Kcal/Kg. Secara keseluruhan *Calorific Value* yang diperoleh telah memenuhi standar nilai kalor dari *gasoline* yaitu 11,000–11,500 Kcal/kg [16].

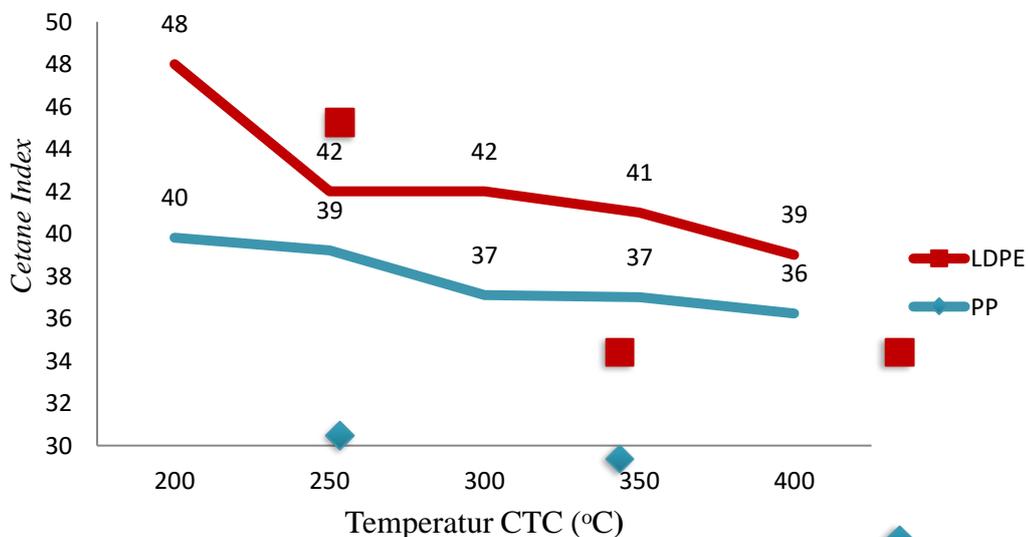
3.6. Pengaruh Temperatur CTC Terhadap Cetane Index

Cetane Index merupakan ukuran yang menyatakan kualitas dari bahan bakar diesel. *Cetane Index* dimulai dari angka 0 hingga 100 yang menunjukkan kualitas pembakaran relatif diesel. Dimana makin besar angka setana, maka bahan bakar diesel tersebut akan semakin bagus.

Pada penelitian ini *Calculate Cetane Index* (CCI) bahan cair dianalisis sesuai dengan ASTM D-4737 melalui persamaan berikut:

$$CCI = 45,2 + (0,0892) (T_{10N}) + [0,131 + 0,901 B] T_{50N} + [0,0523 + 0,420 B] T_{90N} + 0,00049 [T^2 T_{90N}] + 107 B + 60 B^2 \tag{5} [17]$$

Pengaruh antara temperatur CTC dan *Cetane Index* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 8. Pengaruh Temperatur CTC terhadap *Cetane Index*

Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 8, didapatkan nilai *Cetane Index* yang menurun seiring dengan naiknya temperatur CTC, nilai *Cetane Index* yang didapat pada *Polypropylene* (PP) berturut-turut yaitu 40, 39, 37, 37 dan 36. Sedangkan pada *Low Density Polyethylene* (LDPE) adalah 48, 42, 42, 41 dan 39. Jika dibandingkan dengan (ASTM) D-4737 dan standar keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 146.K/10/DJM/2020 untuk bahan bakar diesel nilai *Cetane Index* berkisar 45, pada penelitian ini produk bahan bakar cair dari *Low Density Polyethylene* (LDPE) yang memenuhi standar untuk diesel ada pada temperatur 200°C. Sedangkan produk bahan bakar cair dari *Polypropylene* (PP) tidak memenuhi standar minimal. Hal ini dikarenakan masih adanya fraksi-fraksi selain diesel yang terkandung pada produk, seperti Fraksi *gasoline* dan senyawa lainnya.

3.7. Hasil Bahan Bakar Cair secara keseluruhan

Pada proses *Catalytic Thermal Cracking*, bahan bakar cair yang dihasilkan masih berwarna kecokelatan dikarenakan masih berupa fraksi campuran dan terdapat *impurities* sehingga perlu dilakukan distilasi untuk memisahkan *impurities* yang terdapat dalam produk bahan bakar cair untuk menghasilkan bahan bakar cair yang berwarna kuning jernih dan meningkatkan kualitas bahan bakar cair yang dihasilkan. Secara keseluruhan bahan bakar cair yang dihasilkan dari bahan baku limbah plastik *Polypropylene* menghasilkan %*yield* yang lebih besar dibandingkan dengan *Low Density Polyethylene*. Dari analisis melalui hasil distilasi dengan ASTM D-96 yang dilakukan, didapat hasil bahwa fraksi yang dihasilkan pada bahan bakar cair masih berupa fraksi campuran antara *gasoline*, *kerosene*, dan solar yang secara keseluruhan di dominasi oleh fraksi *gasoline* sebanyak 70% dari bahan baku *Polypropylene* dan 60% pada *Low Density Polyethylene*. Hal ini dibuktikan melalui analisis *Density*, *°Api Gravity*, *Viscosity* dan *Calorific Value* yang memenuhi spesifikasi untuk *gasoline* sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi dalam negeri nomor 933.K/10/DJM.S/2013. Secara keseluruhan bahan bakar cair yang dihasilkan ditinjau dari nilai *Cetane Index* masih belum memenuhi standar untuk diesel sesuai keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 146.K/10/DJM/2020 yang memenuhi produk bahan bakar cair yang dihasilkan dari *Low Density Polyethylene* (LDPE) pada temperatur 200°C.

4. KESIMPULAN

Pada proses *Catalytic Thermal Cracking* limbah plastik jenis *Polypropylene* dan *Low Density Polyethylene*, Semakin meningkatnya temperatur CTC yang digunakan maka akan semakin tinggi % *yield* dan *calorific value*, akan tetapi berbanding terbalik dengan nilai *viscosity*, *density*, *°Api Gravity* dan *cetane index* nyala yang semakin menurun. Temperatur CTC yang paling optimum didapat pada temperatur CTC 400°C dengan % *yield* tertinggi pada *Polypropylene* sebesar 30,29% dan pada *Low Density Polyethylene* sebesar 23,69%. Karakteristik produk bahan bakar cair yang dihasilkan pada Temperatur 400°C memiliki sifat yang paling mirip dengan *Gasoline* sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi dalam negeri nomor 933.K/10/DJM.S/2013 ditinjau dari sifat fisik berupa *density*, *°Api Gravity*, *viscosity* dan *Calorific Value*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. T. Kumaran and I. Sharma, "Catalytic pyrolysis of plastic waste: A review," 2020 *Adv. Sci. Eng. Technol. Int. Conf. ASET 2020*, 2020, doi: 10.1109/ASET48392.2020.9118286.
- [2] M. A. Rajab, S. Y. Shaban, and L. J. Hussien, "Recycling And Improving The Environmental Impact Of Plastic Waste American Journal of Engineering Research (AJER)," *Am. J. Eng. Res.*, vol. 7, no. 11, pp. 131–134, 2018.
- [3] M. Syamsiro, A. N. Hadiyanto, and Z. Mufrodi, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal," *J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 1, no. 2, pp. 43–48, 2016.
- [4] S. D. Anuar Sharuddin, F. Abnisa, W. M. A. Wan Daud, and M. K. Aroua, "A review on pyrolysis of plastic wastes," *Energy Convers. Manag.*, vol. 115, pp. 308–326, 2016, doi: 10.1016/j.enconman.2016.02.037.
- [5] M. Syamsiro *et al.*, "Fuel oil production from municipal plastic wastes in sequential pyrolysis and catalytic reforming reactors," *Energy Procedia*, vol. 47, pp. 180–188, 2014, doi: 10.1016/j.egypro.2014.01.212.
- [6] D. Almeida and M. de F. Marque, "Thermal and Catalytic Pyrolysis of Polyethylene Plastic Waste in Semi," *Polimeros*, vol. 26, no. 1, pp. 1–8, 2015.
- [7] D. Y. Lestari, "Pemilihan Katalis Yang Ideal," *Pros. Semin. Nas. Penelitian, Pendidik. dan Penerapan MIPA*, pp. 1–6, 2012.

-
- [8] A. Riyadhi and Syahrullah, "Rancang bangun mini reaktor dan uji reaktor pada perengkahan katalitik lemak sapi menjadi bahan bakar cair menggunakan katalis MgO dan zeolit," *Integr. Lab J.*, vol. 04, no. 02, pp. 125–138, 2016.
- [9] P. Selpiana, L. Cundari, R. W. Putri, O. Ibrahim, and D. Oktari, "1. Pengaruh Waktu Dan Temperatur Terhadap Sifat Fisik Cairan Hasil Proses Perengkahan Limbah Plastik Jenis Expanded Polystyrene," pp. 123–128.
- [10] B. P. L. Aswan, Arizal., Sutini Pujiastuti L., K.A Ridwan., Fatria., Bina Trijayanti., "Processing Polystyrene and Polypropylene Plastics Into Liquid Fuel Using Gamma Alumina and Activated Zeolit Catalysts in," vol. 4, no. November, 2021.
- [11] I. H. Berlian, Sapriil, Aldy Try Kusuma, Arizal Aswan, Ahmad Zikri, "PYROLISIS OF PLASTIC TO LIQUID FUEL USING ACTIVATED," vol. 5, no. 1, 2022.
- [12] I. Qurratul'uyun, "PRODUKSI BAHAN BAKAR CAIR HIDROKARBON (C8- C13) DARI LIMBAH PLASTIK POLIPROPILENA HASIL KONVERSI KATALITIK DENGAN VARIASI JUMLAH KATALIS Al-MCM-41," 2017.
- [13] A. D1298-99, "Standard Practice for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method," *Manual on Hydrocarbon Analysis, 6th Edition*, pp. 252-252–5, 2008.
- [14] A. D445-06, "Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity).," *Man. Hydrocarb. Anal. 6th Ed.*, pp. 1–10, 2000.
- [15] M. Jahiding, M., E Nurfiandi , E S Hasan, R S Rizki, "Gravitas," *Aviat. Week Sp. Technol. (New York)*, vol. 167, no. 6, pp. 61–62, 2007.
- [16] N. S. El-Gendy and J. G. Speight, "Hanbook Of Refinery Desulfurization," *Handb. Refin. Desulfurization*, pp. 18–47, 2015, doi: 10.1201/b19102-4.
- [17] A. D4737-03, "Standard Test Method for Calculated Cetane Index by Four Variable Equation," *Man. Hydrocarb. Anal. 6th Ed.*, vol. 05, pp. 720-720–3, 2008, doi: 10.1520/mnl10944m.