

PRESENTASE KANDUNGAN MINYAK HASIL PENYULINGAN LDPE TERHADAP KARAKTERISTIKNYA

Saifudin Asngari*, Muh. Malyadi, Wawan Trisnadi Putra

Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo
E-mail Korespondensi : massaifudinasngari@gmail.com

History Artikel

Diterima: 27 Agustus 2019 Disetujui: 17 September 2019 Dipublikasikan: 07 Oktober 2019

Abstract

Plastic oil is a fuel produced from plastic, which is processed by means of distillation. In the plastic distillation process used LDPE (Low density polyethylene) plastic bag, this type of plastic is ductile and flexible in addition to this type of plastic also has a transparent nature, and is resistant in shock so that this type of plastic is widely used by the community for plastic wrapping. LDPE plastic is included in the type of thermoplastic is one of a group of plastics that are able to be recycled again so that it is easy in the distillation process. The results of diesel oil plastic types will be mixed with bio diesel and tested for density, color, distillation, flash point, sulfur content and cetane number values. In a mixture of 30% LDPE plastic type diesel oil and 70% bio diesel with a density of 843.3 kg / m³, has a clear and bright color, in the distillation process in a mixture of 30% LDPE plastic type diesel oil 70% bio diesel is known at initial temperatures IBP 150°C at 10% drop at 201°C at 50% drop at 289°C and at the last drop 90% at 347°C. a mixture of 30% LDPE plastic type diesel oil and 70% bio diesel has a flash point value with 57°C test results. sulfur content in a mixture of 30% LDPE plastic type diesel oil and 70% bio diesel with a value of 0.11% m / m, in a mixture of 30% LDPE plastic type diesel oil and 70% bio diesel has a cetane number value of 53°C.

Keywords: Solar Type Plastic Oil, Bio Solar, Cetane Number

Abstrak

Minyak plastik merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari plastik, yang diproses dengan cara penyulingan. Pada proses penyulingan plastik yang digunakan kantong krosek jenis LDPE (Low density polyethylene), plastik jenis ini sifatnya ulet dan lentur selain itu plastik jenis ini juga memiliki sifat transparan, dan tahan dalam kejutan sehingga plastik jenis ini banyak digunakan masyarakat untuk plastik pembungkus. Plastik LDPE termasuk dalam jenis thermoplastik merupakan salah satu dari kelompok plastik yang sifatnya bisa untuk didaur ulang kembali sehingga mudah dalam proses penyulingan. Hasil minyak plastik jenis solar akan dicampur dengan bio solar dan diuji density, warna, distilasi, flash point, sulfur content dan nilai cetane number. Pada campuran 30% minyak plastik LDPE jenis solar dan 70% bio solar dengan nilai density 843,3 kg/m³, mempunyai warna jernih dan terang, dalam proses distilasi pada campuran 30% minyak plastik LDPE jenis solar 70% bio solar diketahui pada suhu awal IBP 150°C pada tetesan 10% dengan suhu 201°C pada tetesan 50% dengan suhu 289°C dan pada tetesan terakhir 90% dengan suhu 347°C. campuran 30% minyak plastik LDPE jenis solar dan 70% bio solar mempunyai nilai flash point dengan hasil uji 57°C. kandungan sulfur content dalam campuran 30% minyak plastik LDPE jenis solar dan 70% bio solar dengan nilai 0,11% m/m, pada campuran 30% minyak plastik LDPE jenis solar dan 70% bio solar mempunyai nilai cetane number 53°C.

Kata kunci: Minyak Plastik Jenis Solar, Bio Solar, Cetane Number

Asngari, Saifudin (2019). *Presentase Kandungan Minyak Hasil Penyulingan LDPE Terhadap Karakteristiknya*. KOMPUTEK : Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo , 3(2), 2019: 1-13

© 2019 Universitas Muhammadiyah Ponorogo. All rights reserved

ISSN 2614-0985 (Print)

ISSN 2614-0977 (Online)

PENDAHULUAN

Sampah merupakan masalah yang komplek terjadi di masyarakat. Apabila sampah tidak dikelola dengan baik, keberadaannya bisa menjadi ancaman bagi kelangsungan hidup manusia dan alam disekitar. Dengan seiringnya perkembangan zaman, teknologi industri dan semakin meningkatnya penggunaan plastik dilingkungan masyarakat, kebutuhan plastik di indonesia saat ini mengalami peningkatan yang sangat pesat (Muchammad, 2018). Sampah pada dasarnya ada yang bermanfaat dan ada juga sampah yang bisa merugikan manusia itu sendiri dan alam disekitar, karena limbah plastik tidak dapat membusuk, tidak bisa menyerap air serta sulit terurai dengan tanah (Pyrolysis, Naimah, Aviandharie, & Aidha, 2016). Limbah plastik yang sering kita jumpai antara lain kantong kresek yang digunakan sebagai pembungkus makanan, kantong kresek yang merupakan jenis plastik LDPE (*Low density polyethylene*). (Ilham Eka Fitriyanto, 2016). Penggunaan bahan bakar minyak saat ini yang semakin meningkat seiring pengembangan zaman, semakin bertambahnya penduduk dan perkembangan industri, hal ini muncul suatu pemikiran untuk mengembangkan potensi sumber bahan bakar alternatif. Dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi yang sangat terbatas. Maka dari itu perlu pengembangan energi alternatif untuk

cadangan bahan bakar fosil. Penanganan untuk mengurangi limbah plastik yang sering kita jumpai dapat diolah menjadi baha bakar alternatif dengan metode destilasi yang hasilnya menjadi minyak plastik.

Saat ini banyak para ilmuwan yang meneliti dan mengembangkan sampah plastik untuk dapat dikonversi menjadi bahan bakar minyak. Beberapa teknologi yang digunakan untuk mengkonversi sampah palstik anatar lain dengan menggunakan metode penyulingan yaitu memanaskan bahan polimer/plastik tanpa oksigen, proses ini biasanya dilakukan pada temperatur 100°C - 300°C, Proses ini termasuk proses penyulingan sederhana. Dalam permasalahan penelitian ini akan mencari nilai density (massa jenis), warna, distilasi, flash point, sulfur content dan nilai cetana (*cetane number*) dari minyak plastik LDPE jenis solar. Kemudian selanjutnya akan diblending dengan bio solar untuk diketahui kandungan dari kedua campuran minyak tersebut yang mendekati setara bahan bakar solar yang dikeluarkan oleh Pertamina.

METODE PENELITIAN

Dalam metode penelitian ini diperlukan sampel uji yang akan diteliti. Data-data yang diperoleh dari hasil penelitian secara langsung kantong

plastik kresek LDPE (*Low density polyethylene*). Dalam pembuatan penyulingan minyak bahan yang digunakan sampah plastik LDPE (kantong kresek) sebanyak 10 kg. Temperatur reaktor dengan suhu 100°C sampai 300°C.

Untuk menentukan nilai yang terkandung pada minyak plastik sesudah dan sebelum dicampur dengan bio solar, dengan perbandingan campuran 50% minyak plastik LDPE jenis solar dengan 50% bio solar, perbandingan campuran 45% minyak plastik LDPE jenis solar dengan 55% bio solar, perbandingan campuran 40% minyak plastik LDPE jenis solar dengan 60% bio solar, perbandingan campuran 30% minyak plastik jenis solar dengan 70% bio solar. Akan diuji dilab yang ada di Pt.Pertamina Tbbm Madiun. Untuk pengujian yang ada di lab Pt.Pertamina Tbbm Madiun antara lain: nilai density (massa jenis), warna, distilasi, flash point, sulfur content. Sedangkan untuk nilai cetana (*cetane number*) akan di uji di Pertamina Tbbm Surabaya.

Pengujian density (massa jenis) diuji di Pt. Pertamina Tbbm Madiun dengan menggunakan alat tabung ukur dan hydrometer. Tahap pengujian massa jenis antara lain: Menuangkan bahan bakar plastik kedalam gelas ukur sampai garis 100ml, kemudian memasukkan alat hydrometer kedalam gelas ukur yang sudah

di isi minyak plastik jenis solar, kemudian tunggu hydrometer sampai tenang, hydrometer menggunakan ukuran 800 – 850 untuk bahan bakar jenis solar, cek bagian hydrometer, kemudian cek dan liat berhenti dimana garis putih yang berhenti di gelas ukur, apabila sudah tenang menunjukkan angka 0,815 sampai 0,870 maka tahap pengukuran menyamai hasil jenis bio solar, kemudian tahap selanjutnya cek dan liat bagian suhu hydrometer, dan lihat hasil density di buku ASTM D-1298.

Warna bahan bakar bukanlah untuk menentukan kualitas bahan bakar, tetapi pewarna bahan bakar untuk membedakan jenis bahan bakar satu dengan bahan bakar yang lain tujuannya pencegah penyalahgunaan, pengujian warna sendiri dilakukan dengan cara visual.

Uji distilasi bertujuan untuk mengetahui tetesan awal dan akhir berdasarkan beberapa tahapan. Langkah awal dari distilasi terdiri dari beberapa tahap yang diawali dari IBP, 10% vol evap, 50% vol evap, dan diakhiri 90% vol evap. Dari tetesan tersebut bisa diketahui akhir dari tetesan 90% vol evap dengan Max 370°C dengan ASTM D 86.

Pengujian flash point dilakukan untuk mengetahui titik nyala dari suatu bahan bakar yang diuji dengan alat ASTM D 93. Langkah pengujian: Siapkan alat ASTM harzoo HFP 380 dan Thermometer

9c, sebelum mulai pengujian wadah cup harus bersih dan kering, isikan wadah cup dengan sampel, tutup wadah cup dan pasang thermometer 9c, sampel dalam cup dialiri gas LPG untuk pemanas sampel seiring panas sampel dalam cup temperature thermometer ASTM 9c akan naik dan dicoba api gas LPG akan tersambar uap gas sampelnya.

Untuk mengetahui kandungan sulfur dilakukan dengan menggunakan alat uji kandungan sulfur ASTM D-4294 yang menggunakan prinsip sinar X. sampel ditempatkan pada sorot X-ray dan puncak intensitas garis sulfur, diukur intensitas layar belakang yang diukur pada panjang gelombang yang direkomendasikan. Angka perhitungan bersih resultnya kemudian diperbandingkan dengan kurva kalibrasi yang disiapkan sebelumnya untuk memperoleh kandungan sulfur dalam % massa.

Dalam menentukan pengujian nilai *cetane number* harus melakukan pengujian

ASTM D-613 dengan mesin *cooperative fuel research* (CFR) F-2, Pengukuran *cetane number* pada mesin CFR agak sulit dan mahal sehingga banyak lab menggunakan korelasi. Korelasi cetane dapat menggunakan CCI untuk memperkirakan cetane number, dalam pengujian ini menggunakan metode pengujian korelasi cetane ASTM D4737 berdasarkan ASTM D-86 distilasi dan density.

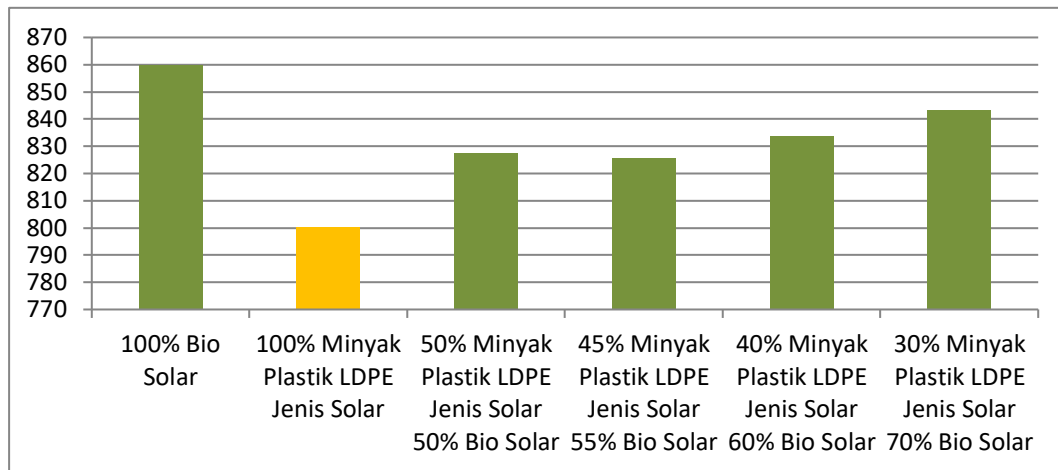
HASIL PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian kandungan minyak plastik LDPE jenis solar mempunyai nilai density 800,3 kg/m³ dari hasil pengujian tersebut (dinyatakan Off) diketahui density minyak plastik LDPE jenis solar untuk riel densitinya masih kurang dibandingkan riel bio solar murni sedangkan riel bio solar murni 815-870 kg/m³.

Data Hasil Uji Density at 15o C

Produk	Density at 15o C
100% Bio Solar	859,8 kg/m ³
100% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar	800,3 kg/m ³
50% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar 50% Bio Solar	827,5 kg/m ³
45% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar 55% Bio Solar	825,5 kg/m ³
40% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar 60% Bio Solar	833,5 kg/m ³
30% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar 70% Bio Solar	843,3 kg/m ³

Density Semua Minyak



Dari berbagai sampel yang telah diuji dapat dijelaskan bahwa real density minyak plastik LDPE jenis solar murni menunjukkan angka pada hydrometer sebesar 789 dengan suhu temperature 31°C dengan density 800,3 kg/m³, sedangkan density real bio solar limitnya berkisar antara 815-870 kg/m³. Untuk minyak plastik jenis solar hanya mempunyai density sebesar 800,3 kg/m³ sehingga penelitian ini tidak dapat dilakukan (dinyatakan Off) karena tidak masuk dalam real bio solar.

Perbandingan campuran 50% minyak plastik LDPE jenis solar dengan 50% bio solar diketahui nilai angka dari hydrometer 818 dengan temperatur 29°C dengan hasil density 827,5 kg/m³. Dari hasil pengujian kedua campuran minyak tersebut (dinyatakan Off) dikarenakan density

minyak tersebut terlalu rendah dengan hasil 827,5 kg/m³.

Perbandingan campuran 45% minyak plastik LDPE jenis solar dengan 55% bio solar menunjukkan angka hidrometer 816 dengan temperatur 29°C dengan hasil density 825,5 kg/m³. Dari campuran 45% dengan 55% (dinyatakan Off) dikarenakan density turun menjadi 825,5 kg/m³.

Perbandingan campuran 40% minyak plastik LDPE jenis solar dengan 60% bio solar menunjukkan angka hidrometer 823 dengan temperature 31°C dengan hasil density 833,8 kg/m³ (dinyatakan Off) hampir mendekati tetapi masih rendah, sedangkan limit density real bio solar 815-870 kg/m³.

Perbandingan campuran 30% minyak plastik jenis solar dengan 70% bio solar menunjukkan angka hidrometer 836

dengan temperature 26°C dengan hasil density 843,3 kg/m³, dinyatakan berhasil density 843,3 kg/m³, dari campuran kedua dan mendekati standart bahan bakar yang minyak tersebut (dinyatakan ON) dengan ditentukan dari Pertamina.

Hasil Uji 30% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar 70% Bio Solar

No	Parameter Uji	Unit	Metode	Limit	Hasil Uji
1	Density at 15°C	Kg/m ³	ASTM D-1298	815-870	843,3
2	Colour	-	Visual	Clear & Bright	Clear & Bring
3	Flash Point PMcc	°C	ASTM D-93	Min 52	57
4	Distilasi: -Evap. Rec. at 90%	°C	ASTM D-86	Max 370	347
5	Calculated Cetane Index (CCI)	°C	ASTM D-4737	Min 45	53
6	Sulfur Content	%m/m	ASTM D-4294	Max. 0,25	0,11

Dari hasil pengujian sudah diketahui Flash point PMcc menggunakan ASTM D- campuran 30% minyak plastik LDPE jenis 93 dengan hasil 57°C. Distilasi Evap. Rec. solar 70% bio solar dan menunjukkan hasil at 90% menggunakan ASTM D-86 dengan cetane number 53°C menggunakan ASTM hasil 347°C. Sulfur content menggunakan ASTM D-4737. Sedangkan density at 15°C ASTM D-4294 dengan hasil uji 0,11% menggunakan ASTM D-1298 dengan limit m/m. 815-870 kg/m³ dengan hasil 843,3 kg/m³.

Spesifikasi Bio Solar

No	Parameter Uji	Unit	Metode	Limit
1	Density at 15°C	Kg/m ³	ASTM D-1298	815-870
2	Colour	-	Visual	Clear & Bright

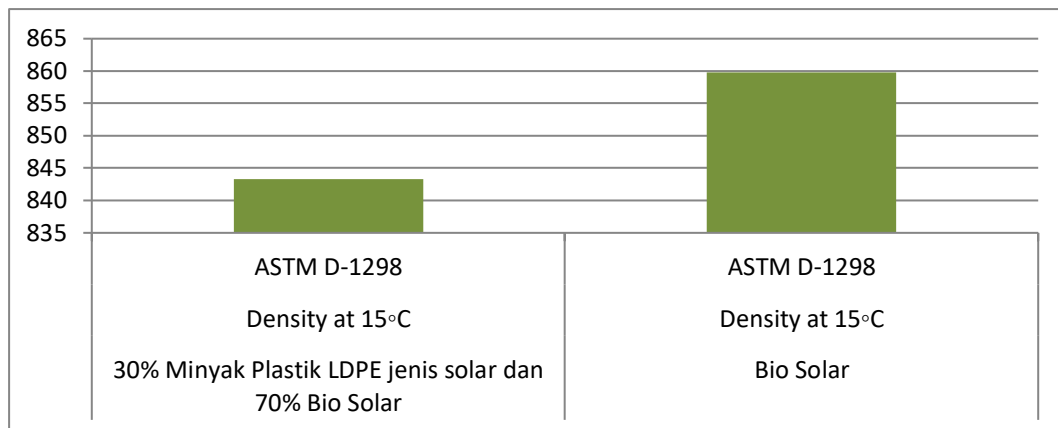
3	Flash Point PMcc	°C	ASTM D-93	Min 52
4	Distilasi: -Evap. Rec. at 90%	°C	ASTM D-86	Max 370
5	Calculated Cetane Index (CCI)	°C	ASTM D-4737	Min 45
6	Sulfur Content	%m/m	ASTM D-4294	Max. 0,25

Sedangkan bio solar yang point PMcc menggunakan ASTM D-93 dikeluarkan dari Pertamina menunjukkan Min 52°C. Distilasi Evap. Rec. at 90% hasil cetane number Min 45°C menggunakan ASTM D-86 Max 370°C. menggunakan ASTM D-4737. Sedangkan Sulfur content menggunakan ASTM D-4294 Max 0,25% m/m. density at 15°C menggunakan ASTM D-1298 dengan limit 815-870 kg/m³. Flash

Perbandingan Sifat Bahan Bakar Bio Solar, Minyak Plastik Solar, 30% Minyak Plastik Solas 70% Bio Solar

Parameter Uji	Bio Solar	30% Minyak Plastik Solas 70% Bio Solar
Density at 15°C	859,8	843,3
Colour	Clear & Bright	Clear & Bring
Flash Point PMcc	Min 52	57
Distilasi: -Evap. Rec. at 90%	Max 370	347
Calculated Cetane Index (CCI)	Min 45	53
Sulfur Content	Max. 0,25	0,11

Perbandingan Density 30% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar 70% Bio Solar Dan Bio Solar



Diketahui density campuran 30% jenis kedua campuran minyak plastik minyak plastik jenis solar 70% bio solar dengan bio solar menunjukkan angka memiliki perhitungan berat jenis campuran 0,8433 kg/m³, sedangkan nilai density bio 0,836 gram/ml dengan suhu 26,0°C solar 859,8 kg/m³. menggunakan rumus ASTM D-1298 massa

Uji Flash Point

Produk	Parameter Uji	Metode	Hasil Uji
30% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar 70% Bio Solar	Flash Point	ASTM D-93	57°C
Bio Solar	Flash Point	ASTM D-93	Min 52°C

Untuk hasil blending 30% minyak plastik jenis solar 70% bio solar menghasilkan nilai flash point 57°C sedangkan bio solar yang dikeluarkan olah pertama wadah cap tester diisi campuran kedua minyak 200 ml, dipanasi dengan api pertamina yang sudah beredar di LPG, dari situ seiring panas sampel dalam masyarakat dengan nilai flash point Min cup otomatis temperatur termometer ASTM 9C naik, dan dicoba api LPG tersambar uap digunakan alat flash point tester HFP 380 gas sampel campuran kedua minyak

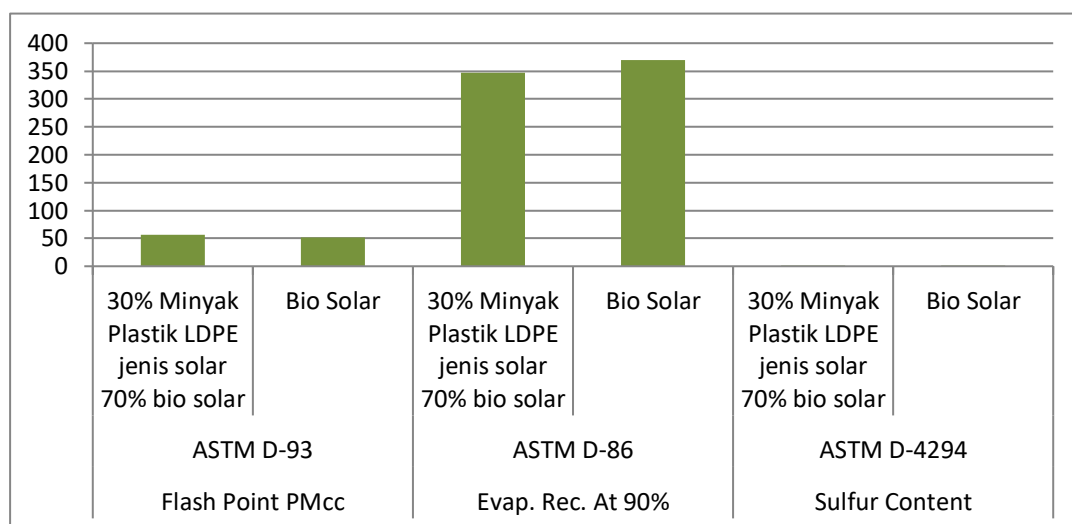
tersebut, dari titik nyala ialah suhu terendah menyebabkan uap gas yang berada diatas pada waktu pemanasan api percoba permukaan akan menyala.

Uji Distilasi Dan Sulfur Content

Produk	Distilasi ASTM D-86	Sulfur Content ASTM D-4294
30% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar 70% Bio Solar	347°C	0,11% m/m
Bio Solar	Max 370°C	Max 0,25% m/m

Dari kedua campuran 30% minyak plastik LDPE jenis Solar 70% bio solar menghasilkan sulfur content 0,11% m/m dengan menggunakan termometer dengan skala 100 ml dan nilai distilasi menggunakan alat herzog HDA 620 dengan ASTM D-86 Evap. Rec. at 90%. Diawali dengan IBP 150°C, ditetesan pertama 10% dengan suhu 201°C, ditetesan 50% dengan suhu 289°C, diakhiri ditetesan 90% dengan suhu 347°C. Jadi distilasi Evap. Rec. at 90% adalah 347°C.

Perbandingan Flash Point, Distilasi, Sulfur Content



Dari grafik di atas campuran flash point 57°C sedangkan bio solar blending 30% minyak plastik LDPE jenis solar 70% bio solar dengan nilai flash point Min 52°C. Distilasi menunjukkan nilai campuran blending 30% minyak plastik

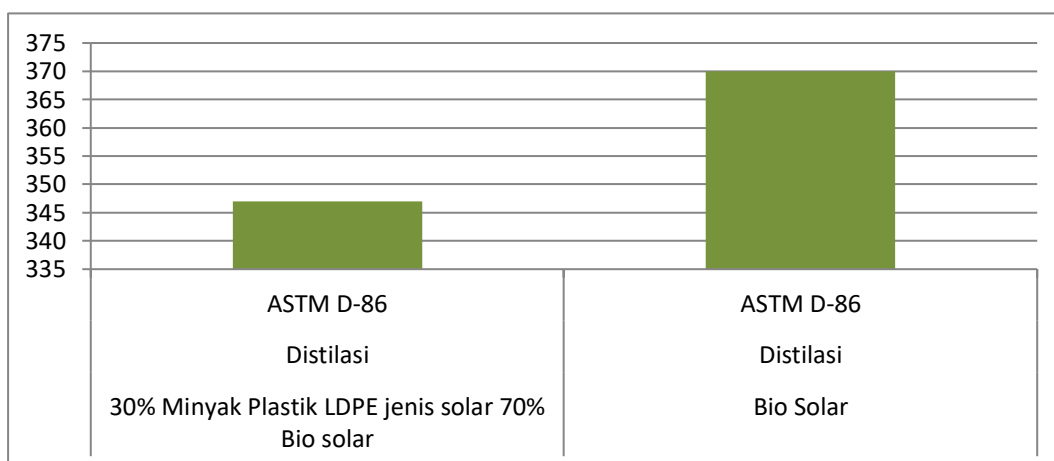
LDPE jenis solar 70% bio solar blending 30% minyak plastik LDPE jenis menunjukkan nilai 347°C sedangkan bio solar 70% bio solar adalah 0,11% m/m solar dengan nilai Max 370°C. Kandungan sedangkan bio solar kandungan sulfur Max sulfur yang terdapat dalam campuran 0,25% m/m.

Cetana (Cetane Number)

Produk	Parameter Uji	Metode	Hasil Uji
30% Minyak Plastik LDPE Jenis Solar 70% Bio Solar	Cetane Index	ASTM D-4737	53°C
Bio Solar	Cetane Index	ASTM D-4737	Min 45°C

Dari hasil pencampuran blending TBBM Pertamina Surabaya dengan hasil uji 30% minyak plastik LDPE jenis solar cetane index 53°C. Sedangkan limit cetane dengan 70% bio solar yang telah diuji di index dari Pertamina Min 45°C.

Cetana (Cetane Number)



Dilihat dari grafik cetane indek menghasilkan cetane yang sangat tinggi campuran hasil blending 30% minyak dengan nilai 53°C sedangkan bio solar plastik LDPE jenis solar 70% bio solar dengan cetane Min 45°C.

KESIMPULAN

Minyak plastik LDPE jenis solar sedangkan density real bio solar limitnya hanya mempunyai density 800,3 kg/m³ berkisar antara 815-870 kg/m³. Jadi hasil

penyulingan minyak plastik LDPE jenis solar belum masuk dalam kriteria solar, dari lab Pertamina dinyatakan Off. Ketika 30% minyak plastik LDPE jenis solar dicampur dengan 70% bio solar mempunyai density sebesar 843,3 kg/m³ berada di tengah-tengah real bio solar dan sudah mendekati limit bio solar 815-870 kg/m³. Ketika minyak plastik LDPE jenis solar dicampur dengan bio solar perbandingan warna tidak berubah tetap bening dan jernih seperti warna bio solar yang dikeluarkan oleh Pertamina. Untuk distilasi terhadap campuran 30% minyak plastik LDPE jenis solar 70% bio solar masih dibawah Max bio solar dengan nilai

347°C sedangkan distilasi bio solar Max 370°C. untuk kandungan sulfur campuran pada minyak plastik LDPE jenis solar dan bio solar sangat rendah dengan nilai 0,11% m/m sedangkan bio solar Max 0,25% m/m. Perbandingan cetane number pada campuran minyak plastik LDPE jenis solar dan bio solar mengalami kenaikan dengan nilai 53°C sedangkan bio solar Min 45°C. Dilihat dari hasil pengujian campuran 30% minyak plastik LDPE jenis solar 70% bio solar sudah masuk dalam kriteria solar dengan nilai cetane 53°C dan bisa digunakan untuk mesin diesel dengan RPM tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Adityo. (Agustus 2016). Nilai Kalor Campuran Premium Dengan Bahan Bakar Polypropilene Hasil Proses Pirolisis. Jurnal Ilmiah, 28.

Aladin, A. (Mei-2018). Potensi Pengolahan Limbah Plastik Kemasan Air Mineral Dengan Metode Pirolisis Menjadi Minyak Bahan Bakar Alternatif. Jurusan Teknik Kimia, Vol.03, No.01.

Dharma, U. S. (n.d.). Analisa Karakteristik Minyak Plastik Hasil Dua Kali Proses Pirolisis. Teknik mesin, no.4.

Ginting, I. S. (Desember 2017). Pengolahan Sampah Plastik Jenis Pp (Polypropylene) Sebagai e-

Proceeding of Art & Design, Vol.4, No.3.

Iswadi, D., & dkk. (Juli, 2017). Pemanfaatan Sampah Plastik Ldpe Dan Pet Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Proses Pirolisis. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia Unpam, No. 2 .

K, E., & dkk. (17 Maret 2016). Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak. Jurusan Teknik Kimia, no.1.

Landi, T. (2017). Perancangan Dan Uji Alat Pengolah Sampah Plastik Jenis Ldpe (Low Density Polyethylene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 5, No. 1.

- Liestiono, R. P., (2017). Karakteristik Minyak Dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis Low Density Polyethylene (Ldpe). Jurnal Offshore, No. 2 .
- Mafruddin, (2017). Pengaruh Geometri Pipa Kondensor Terhadap Perpindahan Panas Pada Destilasi Minyak Plastik. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro, Vol. 6 No. 2.
- Manurung, N. (Tahun 2017). Pembuatan Bahan Bakar Minyak Dari Limbah Plastik Dengan Menggunakan Dua Kondensor. Jitekh, 11-16.
- Mokhtar, A. (2018). Perancangan Pirolisis Untuk Membuat Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik Kapasitas 10 Kg. Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang, 128.
- Muchammad. (April 2018). Analisis Pemanfaatan Limbah Sampah Plastik Jenis Polypropylene Menjadi Bahan Bakar Alternatif. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, No. 1
- Mujiarto, I. (Desember 2005). Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif . Staf Pengajar Amni Semarang, No. 2.
- Nasrun, & dkk. (2016). Studi Awal Produksi Bahan Bakar Dari Proses Pirolisis Kantong Plastik Bekas. Jurnal Teknologi Kimia, 30-44.
- Rekathakusuma, I. (December 2016). Karakterisasi Bahan Cair Produk Distilasi Sampah Plastik Dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Bakar. Teknik Fisika Fakultas Teknik, No.3 .
- sari, G. I. (2017). Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair. Jurnal Teknik Lingkungan, vol.3 no.1.
- Siti Naimah, S. A. (19 September 2016). Karakteristik Pelarut Dan Solar Hasil Proses Pirolisis Limbah Plastik Polietilen. Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian, 38.
- Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. Jurnal Teknik, 25.