

Pemanfaatan Limbah Oli Sebagai Bahan Bakar Pada Penambalan Ban Motor Solusi Mengurangi Konsumsi Spritus Melalui Metode Destilasi

Diana Novitasari
Universitas Nurul Huda

Jl. Kota Baru, Sukaraja Buay Madang OKU Timur

Email ; diana@unuha.ac.id

Abstract. Waste oil treatment through the distillation method with the addition of sulfuric acid and sodium hydroxide media was successfully carried out. The purpose of this study was to obtain quality diesel fuel, study the effect of the concentration of chemical media used, and determine the effectiveness of using spritus substitute fuel. Waste oil treatment is carried out using a distillation method that involves the process of precipitation, filtration and addition of acid and alkaline media. After going through the processing process, the resulting products are analyzed and tested physically and chemically such as density, specific gravity, flash point, fire point, calorific value, and kinematic viscosity. The results of physical test research and parameters were obtained at optimum conditions of use using H_2SO_4 and NaOH concentrations of 6%. Physical tests obtained brownish-yellow fuel while parameter tests on density tests were 817 kg/m^3 , specific gravity was 0.801, flash point and fire point were 61°C and 72°C , while kinematic viscosity was $4.99 \text{ m}^2/\text{s}$. The results of this test show that the fuel obtained tends to have diesel quality, so that the fuel has the potential and effectiveness to be used as a substitute for spritus in patching motorcycle tires.

Keywords: Distillation, Waste Oil, H_2SO_4 , Naoh, Fuel

Abstrak. Pengolahan limbah oli melalui metode destilasi dengan tambahan media asam sulfat dan natrium hidroksida berhasil dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh bahan bakar berkualitas solar, mempelajari pengaruh konsentrasi media kimia yang digunakan, dan mengetahui efektifitas penggunaan bahan bakar pengganti spritus. Pengolahan limbah oli dilakukan dengan menggunakan metode destilasi yang melibatkan proses pengendapan, penyaringan dan penambahan media asam dan basa. Setelah melalui proses pengolahan, produk yang dihasilkan analisa dan diuji secara fisik dan kimia seperti density, spesifik gravity, flash point, fire point, nilai kalor, dan viskositas kinematik. Hasil penelitian uji fisik dan parameter diperoleh pada kondisi optimum penggunaan menggunakan konsentrasi H_2SO_4 dan NaOH sebesar 6%. Uji fisik diperoleh bahan bakar berwarna kuning kecoklatan sedangkan uji parameter pada uji densitas sebesar 817 kg/m^3 , specific gravity sebesar 0,801, flash point dan fire point ialah 61°C dan 72°C , sedangkan viskositas kinematik sebesar $4,99 \text{ m}^2/\text{s}$. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa bahan bakar yang diperoleh cenderung memiliki kualitas jenis solar, sehingga bahan bakar tersebut berpotensi dan efektif digunakan sebagai pengganti spritus dalam menambal ban motor.

Kata Kunci: Destilasi, Limbah Oli, H_2SO_4 , Naoh, Bahan Bakar

LATAR BELAKANG

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara penghasil minyak bumi dengan urutan ke-24 di Dunia sebesar 0,8% per hari dalam produksinya. Beberapa produk yang diperoleh dari pengolahan minyak bumi dan banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari ialah oli, BBM, LPJ, beberapa produk kecantikan dan lain-lain. Kebutuhan akan produk yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi semakin meningkat setiap tahunnya, sedangkan sumber dan ketersediaan minyak mentah yang diperoleh semakin sedikit. Meskipun setiap negara memiliki kebutuhan berbeda-beda dalam penggunaannya, tergantung dari segi kebutuhan negara tersebut namun seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan produk minyak bumi menyebabkan terjadinya kelangkaan. Selain itu, meningkatnya penggunaan produk minyak

bumi juga menyebabkan meningkat pula produk samping yang dihasilkannya. Produk samping tersebut ialah berupa limbah.

Oli atau minyak pelumas merupakan salah satu produk yang diperoleh dari pengolahan minyak bumi dan biasanya dipergunakan pada kendaraan roda 2 maupun roda 4 sebagai pelumas komponen untuk meminimalisir terjadinya gesekan dan membantu mendinginkan mesin kendaraan dari hasil pembakaran di dalam silinder. Penggunaan oli pada mesin kendaraan memiliki masa pemakaian, setelah masa pemakaian berakhir maka mesin kendaraan memerlukan oli baru untuk kebutuhan mesin. Dengan demikian dapat dibayangkan banyaknya limbah yang dihasilkan pada saat setiap kendaraan roda 2 melakukan pergantian oli.

Berdasarkan hasil observasi terakhir oleh Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021 jumlah pengguna kendaraan roda dua mencapai 120 042 298 unit, sedangkan siklus pergantian oli motor dilakukan saat kendaraan sudah mencapai jarak 2000-3000 km atau per 2 bulan. Besarnya jumlah pengguna sepeda motor di Indonesia tentunya akan menghasilkan limbah oli yang sangat banyak setiap 2 bulannya. Fakta lainnya, bahwa kecenderungan para mekanik tidak melakukan pemanfaatan ataupun pengolahan limbah oli terlebih dahulu melainkan limbah tersebut langsung dibuang ke lingkungan. Hal ini akan berdampak mengurangi tingkat kesuburan tanah hingga menyebabkan tanaman menjadi mati jika dibuang di lingkungan daratan, dan akan berbahaya bagi organisme perairan jika dibuang di lingkungan perairan (Bawamenewi, 2015).

Limbah ini tergolong limbah B3 (Bahan Berbahaya Beracun) yang merupakan salah satu sumber kontaminan lingkungan dan bersifat resisten apabila dibuang sembarangan tanpa dilakukan pengolahan (Azharuddin, Anwar Sani, & Ade Ariasya, 2020; Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101, 1999; Schwarz et al., 2014), sehingga membutuhkan metode alternatif untuk mencegah pencemaran lingkungan sebelum dibuang ke lingkungan.

Limbah oli selain memberikan dampak negatif bagi lingkungan, namun juga dapat memiliki nilai jual yang tinggi apabila mampu dilakukan pengolahan limbah oli dengan baik (Yohanes & Rukmana, 2020). Hal ini dibuktikan oleh beberapa peneliti diantaranya (Mara & Kurniawan, 2015), menyatakan bahwa minyak pelumas bekas dapat dilakukan pemurnian melalui metode *acid and clay* untuk menghasilkan bahan dasar oli baru. Penelitian yang dilakukan (Suparta, 2017), mengolah oli bekas untuk dijadikan sebagai bahan bakar diesel. Sedangkan (Azharuddin et al., 2020), memanfaatkan oli bekas untuk dijadikan sebagai bahan bakar cair dengan perlakuan panas. Metode ini selain memperoleh produk bahan bakar, juga sebagai upaya efisiensi dan penghematan penggunaan minyak bumi supaya tidak terjadi kelangkaan.

Berdasarkan pernyataan di atas perlunya metode alternatif sebagai upaya optimalisasi pemanfaatan limbah oli untuk menghasilkan bahan bakar. Metode alternatif yang akan digunakan untuk memperoleh bahan bakar ialah melalui metode destilasi. Metode ini cukup sederhana sebab hanya menggunakan peralatan sederhana seperti alat-alat gelas yang ada di laboratorium (Khatimah, Rahmaniah, Fisika, Sains dan Teknologi, & Alauddin Makassar, 2016). Bahan bakar yang diperoleh melalui metode destilasi sederhana ini diharapkan memiliki kualitas seperti solar, sehingga bahan bakar tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti spritus dalam penambalan ban motor yang bocor. Sebab penggunaan spritus sebagai bahan bakar memiliki efisiensi yang rendah mengingat tingginya harga spritus yang menyebabkan keuntungan yang diperoleh sangat kecil dibandingkan biaya upah jasa. Oleh karena itu, dibutuhkan bahan bakar alternatif yang lebih ekonomis sebagai pengganti bahan bakar yang relatif mahal. Pencarian energi alternatif yang akan dilakukan dengan memanfaatkan limbah oli bekas yang berasal dari kendaraan sepeda motor melalui proses destilasi sederhana, bertujuan mampu menghasilkan bahan bakar pengganti spritus yang dapat dimanfaatkan untuk menambal ban motor yang lebih efisien.

KAJIAN TEORITIS

Limbah Oli

Limbah oli merupakan limbah yang berasal dari olahan minyak bumi yang sudah tidak lagi digunakan. Limbah ini berpotensi mencemari lingkungan tanah, air dan udara jika tidak dikelola dengan benar. Hal ini disebabkan karena limbah oli mengandung zat-zat berbahaya seperti: logam berat, zat kimia beracun, dan senyawa organik (Bawamenewi, 2015). Menurut Cotton et al. (1977), pada oli bekas terdiri dari empat kelompok utama yaitu, rata-rata hidrokarbon jenuh sebesar 76,7%, monoaromatik sebesar 13,2%, diaromatik sebesar 3,7% dan poliaromatik-polar sebesar 6,5%. Adanya komponen-komponen tersebut menyebabkan limbah oli tidak layak lagi untuk digunakan dan berpotensi merusak lingkungan dan kesehatan manusia apabila dibuang sembarangan. Oleh karena itu, perlunya penanganan, pengumpulan, dan pengolahan limbah oli sesuai dengan pedoman yang ditetapkan oleh otoritas lingkungan setempat.

Salah satu pengolahan limbah oli ialah dapat melibatkan proses destilasi. Destilasi merupakan proses pemisahan atau pemurnian cairan berdasarkan perbedaan titik didih komponen-komponennya. Proses ini didasarkan pada prinsip bahwa komponen dalam campuran cair memiliki titik didih yang berbeda-beda, sehingga dapat dipisahkan dengan cara

menguapkan komponen dengan titik didih lebih rendah dan kemudian mengembunkan uap tersebut kembali menjadi cairan di tempat yang berbeda.

Destilasi

Proses destilasi biasanya melibatkan pemanasan campuran cair dalam suatu alat yang disebut destilasi kolom atau alat destilasi. Ketika campuran dipanaskan, komponen dengan titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu, dan uap tersebut akan mengalir ke atas kolom. Di bagian atas kolom, uap akan mendingin dan mengembun menjadi cairan yang lebih murni. Cairan hasil kondensasi ini, yang disebut distilat, akan memiliki komposisi yang lebih kaya terhadap komponen dengan titik didih lebih rendah.

Destilasi banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk industri kimia, farmasi, minyak dan gas, serta dalam pembuatan minuman beralkohol seperti minuman keras. Terdapat juga berbagai variasi destilasi, seperti destilasi fraksional, destilasi vakum, dan destilasi diferensial, yang masing-masing digunakan untuk pemisahan campuran dengan sifat-sifat yang berbeda.

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan oli bekas melalui metode destilasi sederhana dengan suhu $<200^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan rangkaian alat destilasi yang minim dan sederhana menyebabkan proses pemanasan tidak dapat dilakukan pada suhu yang terlalu tinggi. Namun alternatif pengolahan oli bekas selain menggunakan metode destilasi, juga bisa menggunakan metode penyulingan dan hidrogenasi yang telah dikembangkan oleh Norco USA pada tahun 1969. Selanjutnya pengolahan oli bekas mengalami perkembangan teknologi dengan munculnya teknologi berlisensi seperti: *The Mohawk-CEP Evergreen Process*, *The Exxon/Imperial Process*, *The Kinetics Technology International (KTI) Process*, dan *The Phillips Petroleum (PROP) Process*. Metode pemurnian oli bekas umumnya terdiri dari proses dehidrasi dan destilasi untuk menghilangkan kandungan air dan fraksi ringan, II-2 destilasi atau pengolahan kimiawi untuk menghilangkan *impurities*, hidrogenasi atau *chemical-clay treating* dan destilasi untuk mempersiapkan *base stocks* (Sequiera, 1994). Perbedaan utama antara teknologi pemurnian oli bekas adalah pada *pre-treatment* dan *finishing*, namun biaya pengolahan mahal dan rangkaian alat pemurnian yang rumit sehingga peneliti lebih memilih menggunakan metode destilasi sederhana dengan memanfaatkan alat-alat gelas yang tersedia di laboratorium Kampus.

Pengolahan limbah oli menggunakan metode destilasi sederhana telah dilakukan oleh Khatimah et al. (2016) untuk menghasilkan bahan bakar kualitas bensin. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Ghifari e al. (2021) telah menggunakan metode destilasi sederhana untuk

menghasilkan bahan bakar kualitas solar dengan *treatment* kimia H_2SO_4 dan TEA. Upaya pengendalian lingkungan dengan memanfaatkan limbah oli untuk menghasilkan bahan bakar juga telah dilakukan oleh Bawamenewi (2015) melalui metode pemurnian sederhana namun tetap menghasilkan kualitas bahan bakar yang memenuhi standar. Berdasarkan pernyataan di atas menunjukkan bahwa metode destilasi sederhana cukup efektif dalam menghasilkan bahan bakar yang berkualitas dan memenuhi standar pemerintah.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, melalui pengujian suatu perlakuan terhadap proses yang dilakukan pada variabel bebas dan diamati pengaruhnya terhadap variabel bebas.

Alat dan Bahan

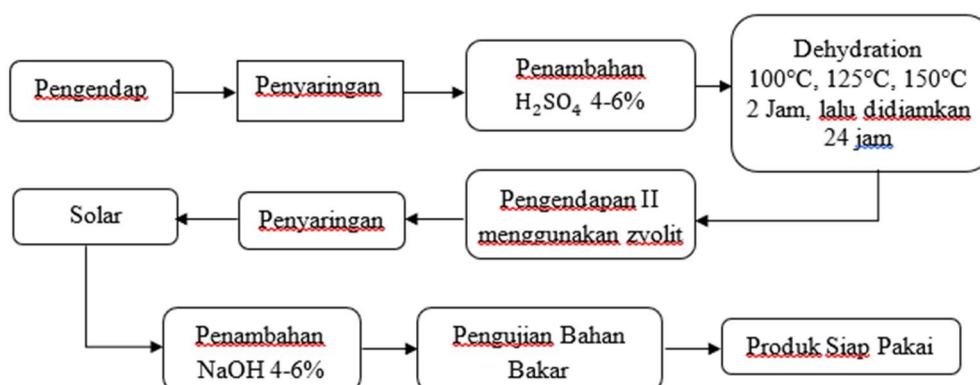
Alat

- Thermometer
- Bunsen
- Alat destilasi
- Kondensor

Bahan

- Oli bekas
- H_2SO_4 PA
- NaOH
- Adsorben

Diagram Alir Percobaan

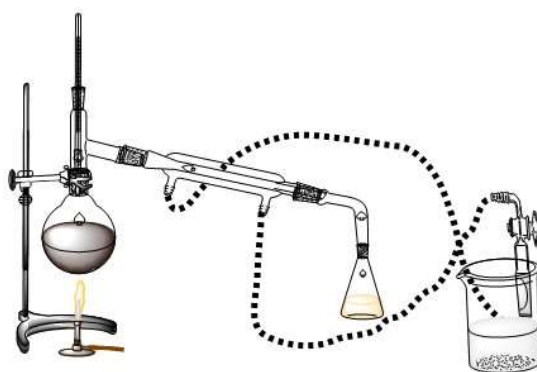


Gambar 1. Diagram Alir Percobaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

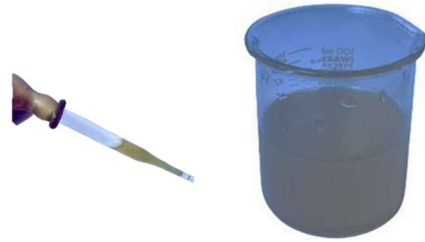
Jumlah kendaraan bermotor selalu bertambah secara signifikan setiap tahunnya, hal ini tentunya diikuti adanya emisi dari penggunaan oli pada kendaraan bermotor. Penggunaan oli pada kendaraan bermotor selalu dilakukan pergantian minimal 2 bulan sekali. Oli bekas yang berasal kendaraan tidak dimanfaatkan atau dilakukan pengolahan akan berbahaya bagi lingkungan, sehingga perlunya kajian pengolahan oli bekas supaya tidak membahayakan bagi makhluk hidup dan lingkungan. Upaya untuk mengurangi paparan limbah oli bekas, saat salah satu cara dengan memanfaatkannya sebagai bahan bakar alternatif melalui metode destilasi. Proses destilasi atau pemurnian dilakukan dengan tujuan memisahkan base oil dan zat aditif maupun residu baik secara fisika maupun kimia.

Pada penelitian ini akan menggunakan metode destilasi, diawali dengan proses pengendapan, penyaringan dan perlakuan secara kimia dan fisika. Proses pengendapan dilakukan pada wadah berisi tanah liat, pada tahap penyaringan diperlukan zeolit sebagai medium filtrasinya dengan tujuan memisahkan kotoran-kotoran yang terdapat pada limbah oli, kemudian oli dilakukan *treatment* menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dengan variasi konsentrasi 4%, 5%, dan 6% dari volume oli bekas. Oli yang telah dilakukan *treatment* dipanaskan pada alat destilasi dengan variasi suhu $100^{\circ}C$, $125^{\circ}C$ dan $150^{\circ}C$, terdapat pada Gambar 1 .



Gambar 2. Rangkaian Proses Destilasi

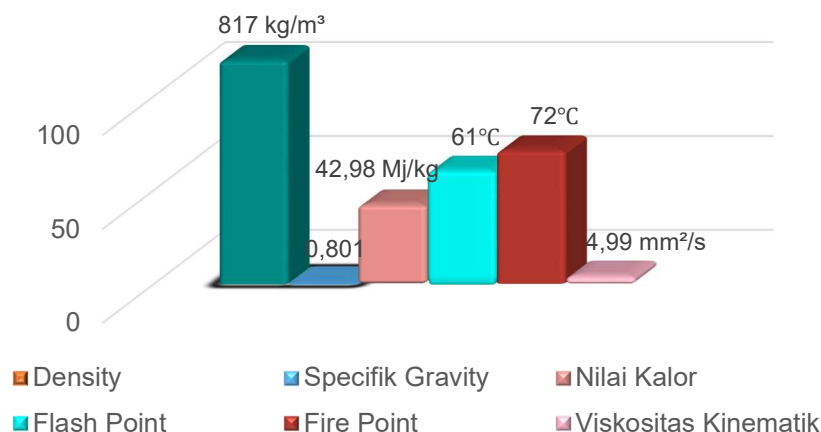
Minyak olahan hasil proses destilasi kemudian ditambahkan natrium hidroksida ($NaOH$) dengan variasi konsentrasi 4%, 5%, dan 6% dengan tujuan mengurangi tingkat keasamaan setelah ditambahkan H_2SO_4 , selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan zeolit untuk mengurangi kandungan air setelah ditambah dengan $NaOH$. Hasil bahan bakar yang diperoleh melalui proses destilasi ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 3. Produk Bahan Bakar

Gambar 3 merupakan bahan bakar yang diperoleh melalui proses destilasi menghasilkan cairan berwarna kuning kecoklatan dan berbau khas. Jika dianalisis secara fisik warna kuning kecoklatan ini merupakan warna yang dimiliki oleh bahan bakar minyak jenis solar. Menurut Onesolution Pertamina bahan bakar minyak jenis solar diperoleh dari proses destilasi minyak mentah dengan titik didih 100-300°C (Gede, Pranaditya, Ghurri, & Septiadi, 2016; Suparta, 2017). Bahan bakar ini memiliki kandungan sulfur yang tinggi dibandingkan bensin dan coroxin sehingga berwarna kuning kecoklatan dan memiliki bau khas, tidak mudah berubah wujud atau membeku pada suhu rendah, stabil meski disimpan dalam waktu lama, dan tidak mudah menguap pada suhu normal. Bahan bakar ini banyak dimanfaatkan untuk lampu minyak, mesin diesel dan lain-lain.

Bahan bakar yang dihasilkan selanjutnya dianalisa sifat fisik dan dilakukan uji parameter kualitas standar bahan bakar. Hasil analisa menghasilkan kesamaan sifat fisik sehingga dapat dilakukan pengujian dan pengaplikasian bahan bakar pengganti spritus pada penambalan ban motor. Sedangkan uji parameter kualitas standar bahan bakar juga dilakukan dengan tujuan untuk memperkuat produk yang diperoleh telah memenuhi standar mutu bahan bakar jenis solar. Pengujian yang dilakukan diantaranya uji *density*, spesifik *gravity*, *flash point*, *fire point*, *nilai kalor*, dan *viskositas kinematic* terdapat pada Grafik berikut.



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Bahan Bakar

Berdasarkan Gambar 4 hasil uji bahan bakar menunjukkan bahwa hanya uji *density* dan viskositas kinematik yang memenuhi kualitas standar solar, sedangkan uji parameter lainnya mendekati kualitas standar bahan bakar.

Pembahasan

Pengolahan limbah oli menggunakan metode destilasi menghasilkan bahan bakar jenis solar. Hal ini dibuktikan bahwa secara fisik produk yang dihasilkan dan dibandingkan dengan kualitas standar bahan bakar solar memiliki sifat fisik yang sama. Uji parameter kualitas standar bahan bakar juga membandingkan spesifikasi produk dengan spesifikasi bahan bakar solar menurut undang-undang. Hasil uji ini hanya dilakukan pada kondisi optimum dengan penambahan konsentrasi H_2SO_4 dan NaOH sebesar 6% pada suhu $150^\circ C$. Kondisi ini dipilih karena pada tingkat konsentrasi ini, produksi bahan bakar lebih besar dibandingkan dengan menggunakan konsentrasi H_2SO_4 dan NaOH sebesar 4% dan 5%. Penyebabnya adalah adanya residu yang belum terlarut dalam jumlah besar dalam media pelarut asam, sehingga membutuhkan suhu yang tinggi dalam proses pemurnian akibat adanya zat-zat yang mempersempit penampang labu destilasi pembakaran.

Pada uji *density* diperoleh nilai rata-rata 817 kg/m^3 , sedangkan jika dibandingkan dengan *density* yang berada dipasaran dalam negeri memiliki nilai *density* antara $815\text{-}860 \text{ kg/m}^3$ (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2006), sehingga dapat dikatakan bahwa nilai *density* yang didapatkan sudah mendekati dengan standar solar. Uji *specific gravity* diperoleh nilai rata-rata 0,801 mendekati standar solar yaitu 0,815. Nilai *specific gravity* yang diperoleh lebih besar dibandingkan sampel oli treatment lainnya, hal ini disebabkan karena proses pencampuran menggunakan pelarut asam lebih banyak menyebabkan residu yang terkandung dalam oli bekas mampu terlarut dengan baik. Pada keadaan ini destilat yang telah dipisahkan dari residu oli terekstrak sempurna saat pemanasan hanya dengan suhu $150^\circ C$ disebabkan tidak adanya residu yang menghalangi proses pembakaran, sehingga bahan bakar yang diperoleh akan lebih banyak dan cepat. Uji nilai kalor sebesar $42,98 \text{ MJ/kg}$, nilai ini mendekati standar nilai kalor bahan bakar solar yaitu $43,0 \text{ MJ/kg}$. kondisi ini paling baik dibandingkan sampel oli treatment lainnya sebab residu yang tersisa lebih sedikit dibandingkan lainnya, sehingga mampu menghasilkan nilai kalor yang besar. Uji *flash point* dan *fire point* diperoleh nilai 61 dan $72^\circ C$, nilai tersebut tergolong mendekati dari standar solar yaitu 60 dan $58^\circ C$. Hal ini dibuktikan saat mencoba menghidupkan sumbu bunsen yang berisi bahan bakar produk penelitian ini menghasilkan nyala api yang baik dan cepat saat dilakukan pematikan. Kemudian uji viskositas kinematik diperoleh nilai sebesar 4,99

mm²/s, pada kondisi ini jumlah konsentrasi campuran antara pelarut dan penetral keasaman tergolong tinggi sehingga menyebabkan viskositas bahan bakar rendah dibandingkan konsentrasi lainnya dan memiliki standar mendekati solar (Suparta, 2017).

Berdasarkan hasil uji fisik dan uji parameter kualitas bahan bakar menunjukkan bahwa hasil uji parameter kualitas bahan bakar yang memenuhi standar solar ialah pada uji *density* dan viskositas kinematik, sedangkan pada uji parameter lainnya mendekati kualitas solar. Meskipun demikian hasil bahan bakar yang diperoleh dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar. Hal ini dibuktikan dengan uji coba saat menghidupkan sumbu bunsen yang berisi bahan bakar produk penelitian ini, menghasilkan nyala api yang baik dan cepat saat dilakukan pematikan.

Dengan demikian menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan layak dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti spritus dalam melakukan penampalan ban yang bocor pada sepeda motor. Pemanfaatan bahan bakar limbah oli sebagai pengganti spritus dalam menampal ban motor yang mengalami kebocoran ini menjadi alternatif bagi para mekanik. Hal ini disebabkan harga jual spritus yang tinggi sehingga menyebabkan keuntungan jasa mekanik tambal ban yang diperoleh sangat kecil. Selain itu, dalam penelitian ini, diketahui bahwa konsumsi bahan bakar dengan jumlah yang sama, yaitu 2 mL. Kondisi ini setara dengan penggunaan spritus dalam satu kali aplikasi untuk menambal ban motor yang bocor.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian pada pemurnian oli bekas menggunakan metode destilasi untuk menghasilkan bahan bakar pengganti spritus menunjukkan kondisi optimum terjadi pada penggunaan konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH sebesar 6%. Hal ini disebabkan pada kondisi konsentrasi 6% memiliki sifat-sifat yang mendekati bahan bakar jenis solar pada uji *density* dan *viskositas kinematik*, sedangkan parameter lainnya mendekati kualitas standar solar, namun mampu dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti spritus dalam penambalan ban motor yang bocor.

Pada penelitian ini masih banyak uji parameter kualitas bahan bakar yang belum memenuhi standar bahan bakar, hal ini dimungkinkan rangkaian alat destilasi yang sederhana sehingga proses penguapan belum berlangsung secara maksimal sehingga peneliti yang akan datang dapat mendesain rangkaian alat destilasi yang lebih baik dan canggih serta memodifikasi bahan-bahan kimia yang ditambahkan supaya proses pelarutan dan pengendapan zat pengotor pada limbah oli dapat terjadi secara maksimal.

DAFTAR REFERENSI

- Bawamenewi, A.Y.A. (2015). Pengelolaan Limbah Minyak Pelumas (Oli) Bekas Oleh Bengkel Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Lingkungan Di Kota Yogyakarta Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Nomor 1 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Panduan Pengelolaan Green Industry*, (16.1.2015).
- Azharuddin, Anwar Sani, A., & Ade Ariasya, M. (2020). Proses Pengolahan Limbah B3 (Oli Bekas) Menjadi Bahan Bakar Cair Dengan Perlakuan Panas Yang Konstan. *Jurnal AUSTENIT*, 12(2), 48–53.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2006). *Standar Dan Mutu Bahan Bakar Jenis Minyak Solar Yang Di Pasarkan Di Dalam Negeri*.
- Gede, D., Pranaditya, A., Ghurri, A., & Septiadi, W. N. (2016). *Analisa Unjuk Kerja Bahan Bakar Hasil Pengolahan Oli*. 2(1), 43–50.
- Khatimah, H., Rahmaniah, dan, Fisika, J., Sains dan Teknologi, F., & Alauddin Makassar, U. (2016). Uji Kualitas Fisis Pengolahan Limbah Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Alternatif Dengan Metode Distilasi Sederhana. *JFT. No.1*, 3(1), 41–50.
- Mara, I. M., & Kurniawan, A. (2015). Analisa Pemurnian Minyak Pelumas Bekas Dengan Metode Acid and Clay Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Mataram Jalan Majapahit No . 62 Mataram – NTB. *Dinamika Teknik Mesin*, 5(2), 106–112.
- Muhammad Alif Ghifari; Suwandi; Amaliyah R. (2021). Treating Used Lubricating Oil Into Diesel Fuel With Sulfuric Acid And TEA (Triethylamine). *11(2)*, 192–201.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101, 2014. (1999). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Presiden Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014*, Hal 1-72.
- Schwarz, P., Body, J. J., Cáp, J., Hofbauer, L. C., Farouk, M., Gessl, A. (2014). *يفاطم*, *يىمواد غذا يىمىح*. *European Journal of Endocrinology*, 171(6), 727–735.
- Suparta, I. N. (2017). Daur Ulang Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Diesel Dengan Proses Pemurnian Menggunakan Media Asam Sulfat Dan Natrium Hidroksida. *Logic: Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi*, 17(1), 73–79.
- Yohanes, Y., & Rukmana, A. (2020). Potential Investigation of B3 Waste (Used Oil) of Motorcycle as Alternative Diesel Fuel. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace -Science and Engineering- (JOMase)*, 64(2), 46–51. <https://doi.org/10.36842/jomase.v64i2.145>