

PENGOLAHAN OLI BEKAS MENJADI BAHAN BAKAR DIESEL DENGAN METODE PEMURNIAN MENGGUNAKAN ASAM KLORIDA DAN NATRIUM HIDROKSIDA

USED OIL PROCESSING INTO DIESEL FUEL WITH THE PURIFICATION METHOD USING CHLORIDE ACID AND SODIUM HYDROXIDE

Izzat Muzhaffar¹, Suwandi, M. Si², Nurwulan F, S.Pd, M.Pfis³

^{1,2} Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹izztmuzhaffar@student.telkomuniversity.ac.id, ² suwandi@telkomuniversity.ac.id,

³ nurwulanf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tiap tahun jumlah kendaraan bermotor bertambah yang diikuti dengan bertambahnya penggunaan oli pada kendaraan bermotor. Mengakibatkan bertambahnya juga oli bekas pakai. Oli bekas berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan. Karena itu perlu dilakukan upaya mengurangi limbah, salah satunya adalah dengan daur ulang karena oli bekas memiliki kandungan *base oil*. Daur dilakukan untuk memisahkan *base oil* dan residu baik secara fisika maupun kimia. Penelitian menggunakan dengan proses pengendapan dengan tanah liat, penyaringan dengan zeolit, *treatment* kimia asam klorida dan natrium hidroksida dengan variasi 2%, 3%, dan 5%, lalu destilasi pada suhu didih oli di suhu $\geq 250^{\circ}\text{C}$. Tiga spesifikasi minyak daur ulang yang diuji meliputi *specific gravity*, *kinematic viscosity*, dan kalor. Nilai *specific gravity* terbaik terdapat pada variasi 2% HCl dan NaOH, nilai *kinematic viscosity* terbaik terdapat pada variasi 5% HCl dan NaOH, dan nilai kalor terbaik pada variasi 5% HCl dan NaOH.

Kata kunci : daur ulang, base oil, *treatment*, asam klorida, natrium hidroksida.

Abstract

Each year the number of motorized vehicles increases which is followed by an increase in the use of oil in motorized vehicles. Resulted in also increased used oil. Used oil is harmful to living things and the environment. Because it is necessary to reduce waste, one of which is by recycling because used oil contains base oil. The cycle is carried out to separate the base oil and its residue physically and chemically. The research used a clay deposition process, zeolite filtering, chemical treatment of hydrochloric acid and sodium hydroxide with variations of 2%, 3%, and 5%, then distillation at boiling oil temperatures at $\geq 250^{\circ}\text{C}$. The three recycled oil specifications tested include specific gravity, kinematic viscosity, and heat. The best specific gravity value is in the variation of 2% HCl and NaOH, the best kinematic viscosity value is in the variation of 5% HCl and NaOH, and the best calorific value is at the variation of 5% HCl and NaOH.

Keywords: recycling, base oil, *treatment*, hydrochloric acid, sodium hydroxide.

1. Pendahuluan

Oli bekas atau minyak pelumas adalah cairan yang digunakan kendaraan bermotor untuk melumasi bagian-bagian mesin. Pelumas mengurangi gesekan antara permukaan sehingga mesin bekerja secara efisien [4]. Oli digunakan setiap kendaraan bermotor bermesin bakar yang berarti penggunaan oli berbanding lurus dengan jumlah kendaraan bermotor. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) untuk tahun 2015, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 121 juta unit. Diperkirakan kebutuhan pelumas mencapai 800 juta liter per tahun dengan peningkatan 7 hingga 10 persen per tahun [2][9]. Dengan asumsi oli digunakan mengalami pengurangan dari jumlah aslinya akibat terbakar dan terbuang mencapai 20 % maka dalam satu tahun dapat diperoleh oli bekas sebesar 640 juta liter per tahun [9].

Limbah oli bekas berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Limbah oli bekas juga termasuk golongan limbah B3 berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Beracun (B3) [7].

Oli umumnya terdiri dari 90% minyak dasar (*base oil*) dan 10% zat aditif [6]. Pada oli bekas *base oil* tidak rusak sehingga masih dapat diolah karena masih merupakan dari produk minyak bumi yang memiliki nilai kalor yang tinggi berarti oli bekas memiliki peluang dimanfaatkan sisa energinya [1].

Maka dalam penelitian ini metode yang digunakan pada proses daur ulang menggunakan metode pengendapan dengan medium tanah liat, penyaringan dengan medium zeolit, *treatment* kimia dengan asam klorida (HCl) dan natrium hidroksida (NaOH) serta dengan variasi HCl dan NaOH sebanyak 3%, 4%, dan 5% dari volume oli bekas, lalu oli bekas didestilasi pada suhu didih yaitu $\geq 250^{\circ}\text{C}$, kemudian diendapkan dan disaring kembali. Hasil minyak olahan oli bekas kemudian diuji spesifikasi yang meliputi *specific gravity*, *kinematic viscosity*, dan kalor. Kemudian dibandingkan dengan standar bahan bakar solar yang ada.

2. Materi dan Metodologi

2.1 Material Yang Didaur Ulang

Oli bekas adalah oli yang telah digunakan dalam jangka waktu tertentu hingga mencapai titik dimana tidak lagi dapat melaksanakan fungsinya secara maksimal. Oli bekas saat digunakan mengalami berbagai macam kondisi seperti gesekan dan tercampur friksi logam utamanya besi dan aluminium dari komponen-komponen mesin, asbes dan logam dari kampas kopling, residu sisa pembakaran maupun debu. Lebih lanjut F.O Ugwele berpendapat bahwa oli bekas telah tercampur dengan bensin karena melewati blok mesin [3]. Oli juga secara spesifik memiliki nilai abu, sulfur, air, karbon residu, kandungan asam, dan pengotor yang tidak terdapat pada oli mesin baru [10]. Hal tersebut mempengaruhi karakteristik oli seperti, viskositas dan *specific gravity* antara oli baru dan oli bekas. Tabel 1 menunjukkan perbandingan spesifikasi oli baru dan oli bekas.

Tabel 1 Tabel Kandungan Oli Bekas

No.	Spesifikasi	Satuan	Nilai
1	<i>Specific gravity</i>		0.939
2	<i>Water Content</i> (% w/w)	(% w/w)	1138,900
3	Viskositas	mm ² /sec	54,161
4	Nilai Kalor	Mj/kg	44,974

2.2 Pengertian dan Proses Dasar Daur Ulang Oli Bekas

2.2.1 Penyaringan

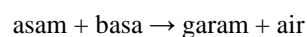
Penyaringan adalah metode memisahkan padatan terlarut pada fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan. Penyaringan menghasilkan padatan terendap pada medium penyaringan. Filtrasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan kandungan logam berat pada oli bekas. Pada penelitian ini medium penyaringan yang digunakan adalah pasir zeolit. Zeolit digunakan karena kemampuannya memisahkan partikel dengan ukuran tertentu. Partikel yang memiliki ukuran besar akan tertahan pada zeolit sedangkan partikel yang lebih kecil akan melewati medium penyaringan [6].

2.2.2 Pengendapan

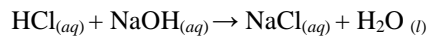
Penyaringan Pengendapan merupakan proses pemisahan larutan menjadi fluida jernih dari kontaminan dan membuat kontaminan menjadi padatan. Pengendapan juga merupakan salah satu bagian dari proses pemisahan akibat gerak partikel zat padat melalui fluida akibat gaya gravitasi. Beberapa faktor yang memengaruhi kecepatan pengendapan antara lain konsentrasi, ukuran partikel, dan jenis partikel. Pada penelitian ini medium pengendapan yang akan digunakan adalah tanah liat atau lempung. Tanah liat merupakan mineral alam keluarga silikat dengan struktur berlapis dan mempunyai partikel berukuran lebih dari 2 mikrometer, akan bersifat liat saat basah dan keras saat kering. Tanah liat mengandung silika (SiO₂) dan aluminium oksida (Al₂O₃) halus, memiliki kemampuan mengikat unsur pengotor. Tanah liat juga adalah material alam berpori dengan tingkat adsorpsi yang tinggi, sehingga dapat digunakan menurunkan kadar ion serta logam berat [5].

2.2.3 Reaksi Penetralan

Reaksi Penetralan merupakan reaksi yang terjadi antara senyawa kimia asam dan senyawa kimia basa. Reaksi ini membentuk unsur senyawa bersifat netral yaitu air (H₂O) yang berasal dari pelepasan ion H⁺ pada zat asam dengan basa yang melepaskan ion OH⁻ pada zat basa. Reaksi ini juga biasa disebut reaksi penggaraman, karena pada saat reaksi terjadi dapat menghasilkan air dan garam. Asam dan basa yang digunakan berupa asam kuat ataupun asam lemah, begitu pula dengan basa yang digunakan bisa berupa basa kuat ataupun basa lemah [9] berikut skema reaksi penetralan:



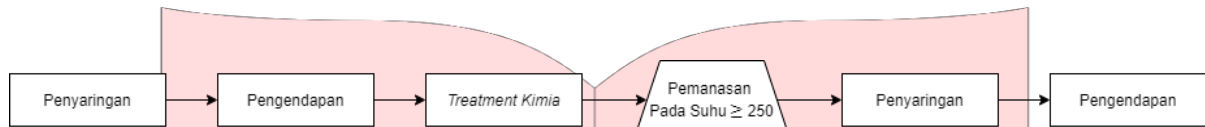
Garam yang dihasilkan oleh reaksi ini merupakan elektrolit kuat, karena asam maupun basa adalah elektrolit kuat sehingga senyawa yang dihasilkan adalah produk ionisasi sempurna dalam larutan [8]. Dalam penelitian ini reagen asam dan reagen basa yang digunakan adalah asam klorida (HCl) dan reagen asam adalah natrium hidroksida (NaOH). Sehingga reaksi asam dan basa yaitu:



HCl memiliki satu hidrogen dan NaOH memiliki gugus hidroksil ketika keduanya bereaksi, hidrogen bergabung dengan gugus hidroksil untuk membentuk air. Konsentrasi molar yang sama melepaskan senyawa ion dalam jumlah yang sama sehingga keduanya dapat saling menetralkan [8].

Penambahan asam klorida pada penelitian bertujuan mengurangi serta mengikat kandungan senyawa olefin, aromatik maupun senyawa non-hidrokarbon yang terdapat pada oli bekas. Penambahan natrium hidroksida bertujuan menetralkan keasaman pada oli bekas yang akan menghasilkan garam dan air.

2.3 Proses Daur Ulang



Gambar 1 Skematik Proses Daur Ulang Oli Bekas

Penelitian ini dilakukan dengan proses tahap awal yaitu penyaringan menggunakan zeolit dengan satu kali penyaringan. Kemudian mengendapkan oli selama 24 jam dalam wadah berisi tanah liat. Treatment dilakukan dengan metode eksperimen dengan reaksi satu tahap, yaitu reaksi penetralan. Bahan baku yang digunakan adalah oli bekas dan asam klorida (HCl) dengan katalis basa natrium hidroksida (NaOH). Pada proses perlakuan kimia, oli campuran dengan HCl kemudian NaOH secara bertahap dengan beberapa variasi jumlah total yang dicampurkan sebesar 2%, 3%, dan 5% dari volume oli bekas dengan rasio molar HCl dan NaOH sebesar 1:1. Setiap percobaan dilakukan dalam waktu reaksi 10 menit dengan blender agar tercampur merata. Dalam penelitian ini setelah perlakuan kimia dilakukan penyulingan pada suhu didih oli bekas yaitu $\geq 250^\circ\text{C}$ terhadap masing-masing variasi campuran selama 1 jam untuk 1 liter campuran oli dengan HCl dan NaOH. Setelah selesai didistilasi, oli bekas yang telah didaur ulang kembali dilakukan proses Penggantian dalam wadah berisi tanah liat selama 24 jam kemudian difiltrasi pada kolom filtrasi berisi zeolit dengan pada bagian bawah kolom filtrasi ditempatkan kertas saring untuk menghindari serpihan zeolit.

Hasil daur ulang oli bekas ini selanjutnya diukur menggunakan alat ukur sesuai parameter uji yaitu nilai *specific gravity*, *kinematic viscosity*, dan nilai kalor. Setelah mendapatkan hasil nilai parameter uji bahan bakar daur ulang, kemudian dibandingkan dengan spesifikasi solar yang ada.

3. Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Kadar Air dan Viskositas Oli Bekas Tanpa Treatment Yang Telah Didistilasi

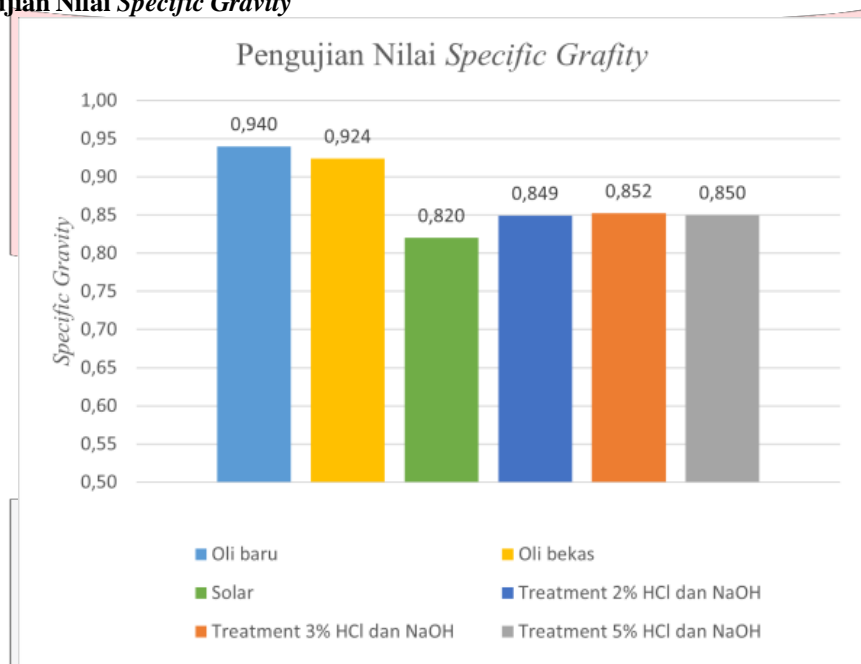
Tabel 2 Perbandingan Oli Tanpa Treatment Sebelum Maupun Setelah Destilasi

No	Sampel	Water Content (%w/w)	Kinematic Viscosity (mm ² /sec)
1	Oli bekas tanpa <i>treatment</i> kimia HCl dan NaOH (mentah)	1138,9	54,161
2	Oli bekas tanpa <i>treatment</i> kimia HCl dan NaOH (destilasi)	459,8	2,014
3	Solar	≤ 500	2.0 - 5.0

Pada tabel 4.1 terlihat hasil pengujian oli bekas tanpa *treatment kimia* menggunakan HCl dan NaOH. Oli bekas tanpa *treatment kimia* yang belum didistilasi memiliki nilai *water content* sebesar 1138,900 mg/kg dan nilai *kinematic viscosity* sebesar 54,160 mm²/s. Sedangkan oli bekas tanpa *treatment kimia* yang telah didistilasi memiliki nilai *water content* sebesar 459,800 mg/kg dan nilai *kinematic viscosity* sebesar 2,014 mm²/s. Jika diperhatikan nilai *water content* pada sampel sebelum dan sesudah destilasi mengalami penurunan dari 1138,900 mg/kg menjadi 459,800 mg/kg sementara nilai maksimal *water content* yang diperbolehkan menurut undang-undang adalah sebesar 500,000 mg/kg. Hilangnya *water content* atau kandungan air akibat proses destilasi yang mencapai suhu didih oli yaitu sebesar 250°C sementara suhu didih air sendiri hanya sebesar 100°C sehingga

kandungan air pada minyak daur ulang menurun karena menguap lebih dulu. Pada nilai *kinematic viscosity* sebelum dan sesudah destilasi mengalami penurunan dari 54,161 mm²/s menjadi 2,014 mm²/s. Nilai yang cukup rendah pada *kinematic viscosity* disebabkan hilangnya partikel terlarut yang dalam hal ini adalah zat pengotor pada minyak daur ulang sehingga minyak daur ulang menjadi lebih murni. Kemurnian ini mempengaruhi viskositas, karena semakin banyak partikel terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi dan viskositasnya semakin tinggi pula begitu pun sebaliknya. Dari hasil data yang didapatkan pada pengujian *water content* dan *kinematic viscosity* oli bekas tanpa *treatment* kimia HCl dan NaOH, dapat diasumsikan bahwa pada sampel dengan *treatment* kimia menggunakan HCl dan NaOH yang telah dapat memiliki nilai *water content* dan *kinematic viscosity* yang lebih baik jika melalui tahapan daur ulang pada penelitian ini.

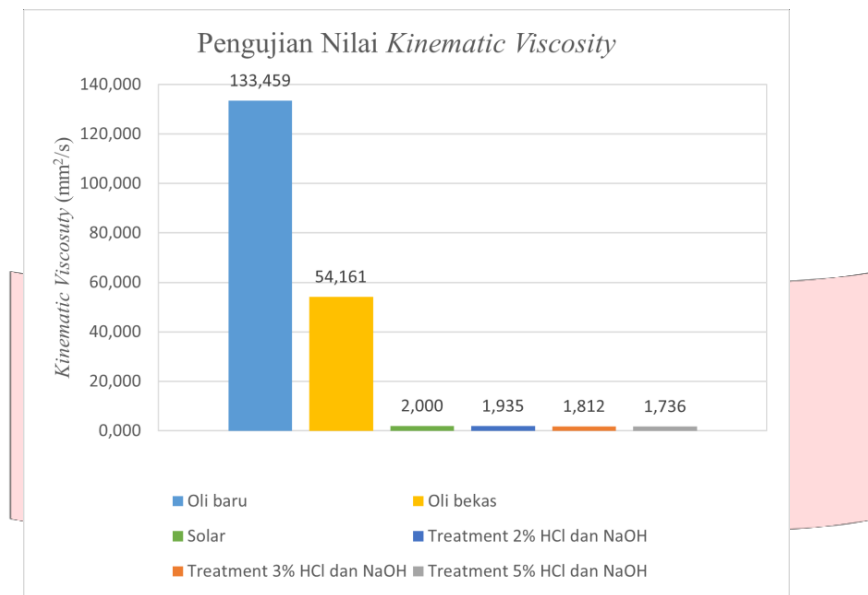
3.2 Hasil Pengujian Nilai *Specific Gravity*



Gambar 2 Grafik Nilai *Specific Gravity*

Pada grafik 4.1 hasil nilai *specific gravity* dengan pengujian menggunakan piknometer dapat dilihat untuk oli baru memiliki nilai *specific gravity* sebesar 0,940. Sedangkan oli bekas memiliki nilai *specific gravity* sebesar 0,924 lebih kecil dibanding dengan nilai *specific gravity* oli baru karena oli bekas tercampur dengan bensin yang memiliki nilai *specific gravity* yang lebih ringan dibandingkan oli itu sendiri sehingga campuran antara oli bekas dan bensin cenderung membuat nilai *specific gravity* oli bekas berkurang. Pada bahan bakar daur ulang dengan *treatment* kimia mengalami penurunan nilai *specific gravity* sehingga menjadi berada pada rentang nilai standar *specific gravity* solar. Namun terdapat anomali pada *treatment* kimia dengan variasi 3% HCl dan NaOH yang seharusnya memiliki nilai lebih tinggi dari variasi 2% HCl dan NaOH dan lebih rendah dari variasi 5% HCl dan NaOH. Hal ini disebabkan karena pada proses destilasi oli bekas variasi 3% HCl dan NaOH memiliki suhu terlalu tinggi yang menyebabkan kotoran ikut menguap dan membuat kotoran terlarut semakin tinggi. Kotoran yang terlarut ikut terukur sehingga nilai *specific gravity* lebih tinggi. Nilai *specific gravity* terendah pada pengujian piknometer diperoleh dari variasi 2% HCl dan NaOH sebesar 0,849, variasi 3% HCl dan NaOH sebesar 0,852, dan variasi 5% HCl dan NaOH sebesar 0,850. Ketiga sampel tersebut jika dibandingkan dengan nilai standar solar memenuhi nilai standar dengan nilai standar dari 0,815 hingga 0,870.

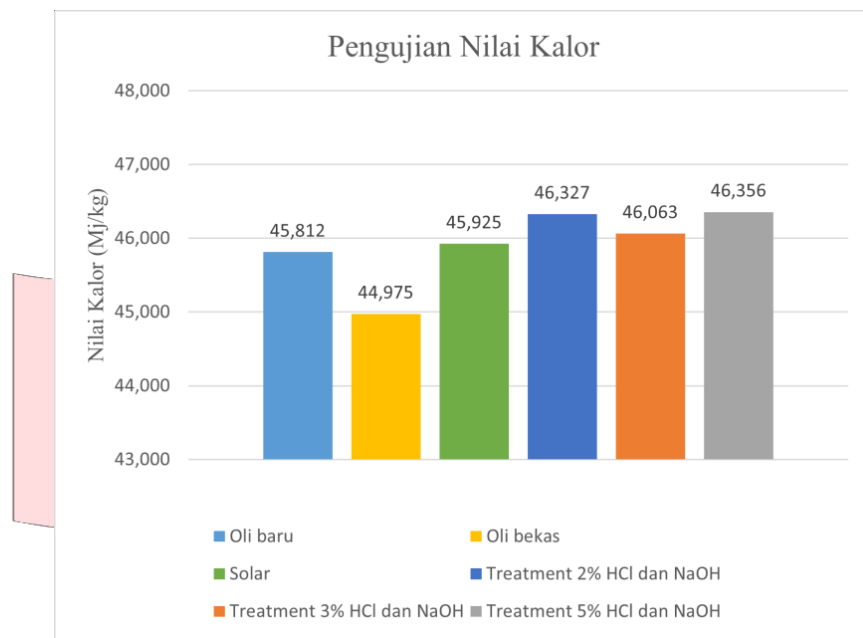
3.3 Hasil Pengujian Nilai *Kinematic Viscosity*



Gambar 3 Grafik Nilai *Kinematic Viscosity*

Pada gambar 4.2 hasil nilai *kinematic viscosity* dengan pengujian menggunakan viskometer ostwald dapat dilihat untuk oli baru memiliki nilai *kinematic viscosity* sebesar 133,459 mm²/s. Sedangkan oli bekas memiliki nilai *kinematic viscosity* sebesar 54,161 mm²/s lebih rendah 2 kali lipat lebih dibandingkan oli baru karena oli bekas memiliki campuran bensin dan air yang memiliki viskositas kecil sehingga saat tercampur dengan oli bekas, nilai *kinematic viscosity* campuran menjadi cenderung mengikuti nilai *kinematic viscosity* yang lebih rendah. Pada bahan bakar daur ulang dengan *treatment* kimia mengalami penurunan nilai *kinematic viscosity* yang signifikan dari oli bekas hal ini disebabkan karena bahan bakar daur ulang memiliki kotoran yang sangat sedikit dan cenderung murni. Kemurnian suatu zat mempengaruhi gaya kohesi atau gaya tarik menarik antara molekul sehingga tegangan permukaannya menjadi lebih rendah. Tegangan permukaan yang rendah artinya molekul rantai bahan bakar daur ulang cenderung saling menerima sehingga viskositas menjadi rendah. Nilai *kinematic viscosity* dari rendah ke tinggi pada pengujian *viskometer ostwald* diperoleh dari variasi *treatment* 5% HCl dan NaOH sebesar 1,736 mm²/s, variasi *treatment* 3% HCl dan NaOH sebesar 1,812 mm²/s, dan variasi *treatment* 2% HCl dan NaOH sebesar 1,935 mm²/s. Dari. Ketiga sampel tersebut jika dibandingkan dengan nilai standar solar belum memenuhi nilai standar dengan nilai dari 2,000 mm²/s hingga 5,000 mm²/s.

3.4 Hasil Pengujian Nilai Kalor



Gambar 4 Grafik Nilai Kalor

Pada gambar 4.3 hasil nilai kalor dengan pengujian menggunakan *bomb calorimeter* dapat dilihat untuk oli baru memiliki nilai kalor sebesar 45,812 MJ/kg. Sedangkan oli bekas memiliki nilai kalor sebesar 44,975 MJ/kg lebih kecil dibanding oli baru karena oli bekas tercampur dengan banyak kotoran sehingga saat pengujian, kotoran yang memiliki nilai kalor rendah contohnya adalah logam ataupun air mempengaruhi nilai kalor *base oil* pada oli bekas sehingga nilai menjadi lebih rendah. Pada bahan bakar daur ulang dengan *treatment* kimia mengalami peningkatan nilai kalor sehingga menjadi berada di atas nilai kalor standar. Namun terdapat anomali pada bahan bakar daur ulang dengan *treatment* kimia 3% HCl dan NaOH yang terlalu rendah dari yang seharusnya memiliki nilai lebih tinggi dari variasi 2% HCl dan NaOH dan lebih rendah dari variasi 5% HCl dan NaOH. Hal ini disebabkan pada proses destilasi suhu terlalu tinggi, tingginya suhu ini mempengaruhi banyaknya jumlah kotoran pada bahan bakar daur ulang akibat ikut menguap. Kotoran pada bahan bakar tersebut tidak dapat dihilangkan secara signifikan dengan pengendapan maupun filtrasi. Kotoran ini cenderung memiliki nilai kalor lebih rendah dari bahan bakar daur ulang sehingga saat dilakukan pengujian menggunakan *bomb calorimeter* kotoran tersebut menghalangi proses pembakaran sempurna dari bahan bakar daur ulang. Nilai kalor terendah pada pengujian ini dari rendah ke tinggi pada pengujian *bomb calorimeter* diperoleh dari variasi 3% HCl dan NaOH sebesar 46,063 MJ/kg, variasi 2% HCl dan NaOH sebesar 46,327 MJ/kg, dan variasi 5% HCl dan NaOH sebesar 46,356 MJ/kg. Ketiga sampel tersebut jika dibandingkan dengan nilai standar solar melewati nilai maksimal standar solar dengan nilai dari 43,000 MJ/kg hingga 45,900 MJ/kg.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Bahan bakar daur ulang menghasilkan nilai *specific gravity* untuk variasi 2% HCl dan NaOH sebesar 0,849, variasi 3% HCl dan NaOH sebesar 0,852, dan variasi 5% HCl dan NaOH sebesar 0,850. Ketiga sampel tersebut berada pada nilai standar solar dengan nilai standar yaitu 0,815 hingga 0,870.
2. Bahan bakar daur ulang menghasilkan nilai *kinematic viscosity* untuk variasi 2% HCl dan NaOH sebesar 1,812 mm²/s, variasi 3% HCl dan NaOH sebesar 1,736 mm²/s, dan variasi 5% HCl dan NaOH sebesar 1,935 mm²/s. Ketiga sampel tersebut tidak berada pada nilai standar solar dengan nilai 2,000 mm²/s hingga 5,000 mm²/s. Namun yang paling mendekati nilai standar solar yaitu variasi 5% HCl dan NaOH sebesar 1,935 mm²/s.
3. Bahan bakar daur ulang menghasilkan nilai kalor untuk variasi 2% HCl dan NaOH sebesar 46,327 MJ/kg, variasi 3% HCl dan NaOH sebesar 46,063 MJ/kg, dan variasi 5% HCl dan NaOH sebesar 46,356 MJ/kg. Ketiga sampel tersebut memiliki nilai yang melewati nilai maksimal standar solar yaitu sebesar 45,925 MJ/kg.

Referensi:

- [1] A. Ghurri, "Karakteristik Campuran Solar dan Hasil Daur Ulang Oli Bekas sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel.," *Jurnal Mechanical*, vol. 8, no. 2, pp.67-68, September 2017.
- [2] Badan Pusat Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2017," Available: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133> [Diakses 1 Desember 2019]
- [3] F. O. Ugwele, C. S. Aninwede, T. O. Chime, O. A. Christian, and S. I. Innocent, "Application of response surface methodology in optimizing the process conditions for the regeneration of used mobil oil using different kinds of acids," *Heliyon*, vol. 6, no. 10, p. e05062, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05062.
- [4] G. Ramananda, "Penjelasan Tentang Oli Mesin Mobil ," May 17, 2020. <https://garasi.id/artikel/oli-mesin-mobil-punya-peranan-penting-simakpenjelasannya/> 5d0efaafaf55560d727baae4 (accessed Jan. 25, 2021).
- [5] I. M. Mara and A. Kurniawan, "Analisa Pemurnian Minyak Pelumas Bekas Dengan Metode Acid and Clay," *Din. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 106-112, 2015.
- [6] M. H. Dahlan, A. Setiawan, A. Rosyada, "Pemisahan Oli Bekas Dengan Menggunakan Kolo Filtrasi Dan Membran Keramik Berbahan Baku Zeolit dan Lempung.," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 20, No. 1, pp. 39, Januari 2014
- [7] Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah.," Lembaga Negara RI Tahun 1999. Sekretariat Negara. Jakarta
- [8] R. Chang, "Kimia Dasar : Konsep-Konsep Inti," in *Kimia Dasar : Konsep-Konsep Inti*, 2nd ed., vol. 2, S. S. Achmadi, Ed. Jakarta: Erlangga, 2005.
- [9] W. P. Raharjo, "Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Salah Satu Alternatif Solusi Untuk Mengurangi Kebutuhan Minyak Bakar.," *Jurnal Mekanika*, vol. 3, No. 1, pp. 1, 2004.
- [10] W. P. Raharjo, "Pemanfaatan TEA (*Three Ethyl Amin*) Dalam Proses Penjernihan Oli Beka Sebagai Bahan bakar pada Peleburan Alumunium.," *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, vol. 8, No. 2 pp. 166-171, 2007.

