

PROSES ADSORPSI DAN DISTILASI SATU TABUNG MELALUI UJI KARAKTERISTIK EMISI LIMBAH OLI SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Yanuar, M.Hamdi, Ari Sulistiyo Rini

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau, email : yanuar_hamzah@unri.ac.id,

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau, email : muh4hamdi@yahoo.com,

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau

ABSTRACT

Have been done research of lubricating oil waste which it is refined to form fuel as alternative energy. The result of survey in field it is found three kinds of samples. They are waste of synthetic, mineral and mixture lubricating oil. This waste was refined by means of series of processes for producing an output of fuel. Those processes were dewatering, adsorption, absorption, filter and distillation with using one tube as well as test of emission characteristic of released gas. The result obtained indicates that sample I of synthetic lubricating oil waste has a source from the formal repair shop with physics properties before processed : density 0.8464 gr/cm^3 , viscosity $4089.88 \text{ gr/cm.det}$. The result of distillation temperature $350 \text{ }^\circ\text{C}$ (2 hour) is obtained with sample volume a few of oil drops. This production of distillation volume is not enough for measuring viscosity, burning specific heat capacity and test of emission characteristic of released gas. Sample II of waste of mineral lubricating oil has a source from formal repair shop with physics properties before processed : density 0.8642 gr/cm^3 , viscosity $2118.08 \text{ gr/cm sec}$. The production of distillation for volume 1 liter at temperature $350 \text{ }^\circ\text{C}$ (2 hour) with heating vapor resulted in volume 30 drops of oil. The measuring of physics properties were obtained : density 0.76 g/cm^3 , viscosity $192.035 \text{ gr/cm sec}$ and burning specific heat capacity $4.47 \times 10^4 \text{ kJ/kg}$. The result of the emission characteristic test of released gas in burning at temperature $372 \text{ }^\circ\text{C}$ resulted in power of emission 453.3 watt with occurring carbonization process faster and amount of carbon volume a little. Sample III is waste of mixture lubricating oil from formal repair shop with physics properties before processed : density 0.85 gr/cm^3 , viscosity $3421.43 \text{ gr/cm.det}$. The production of distillation for volume 1 liter at temperature $350 \text{ }^\circ\text{C}$ (2 hour) with heating vapor resulted in volume 10 drops of oil. The measuring of physics properties were obtained : density 0.76 g/cm^3 , viscosity 240 gr/cm sec and burning specific heat capacity $4.3 \times 10^4 \text{ kJ/kg}$. The result of the emission characteristic test of released gas in burning at temperature $372 \text{ }^\circ\text{C}$ resulted in power of emission 487.7 watt with occurring carbonization process slowly and much of carbon volume. From three samples, sample II approaches to standard of fuel with viscosity $190.251 \text{ gr/cm sec}$ and burning specific heat capacity $4.5 \times 10^4 \text{ kJ/kg}$.

Keyword : lubricating oil waste , distillation, emission test, adsorption

PENDAHULUAN

Prospek keberadaan limbah oli di Riau khususnya dan di daerah-daerah manapun di Indonesia pada umumnya, sebenarnya cukup ekonomis untuk diolah dan dimanfaatkan dengan cara menjanjikan nilai ekonomis bila telah ditemukan cara pengolahan yang tepat outputnya sebagai pengganti bahan bakar alternatif pengganti solar. Untuk menghasilkan output olahan limbah ini menjadi sampel yang mendekati atau sama dengan karakteristik solar, diperlukan teknik melalui beberapa proses. Tahapan yang diperlukan dari awal berupa proses absorpsi dan distilasi satu tabung untuk untuk meminimalkan kadar pengotor berupa logam-logam berat dengan bantuan lempung alam.

Beberapa tahapan proses pengolahan limbah oli sampai menghasilkan sampel yang berkarakteristik bahan bakar alternatif. Pada dasarnya penting sekali untuk mengolah berbagai limbah menjadi sumber energi alternatif, bila dilakukan dengan tahapan-tahapan mekanisme proses yang benar sesuai dengan asal sumber, dalam hal ini limbah oli. Limbah oli dimana-mana kebanyakan

dipergunakan lagi untuk keperluan tertentu yang tidak optimal manfaatnya atau terbuang begitu saja karena sudah banyak zat-zat pengotornya. Limbah oli ini di Riau selain dimanfaatkan sebagai polesan rantai motor, juga dimanfaatkan untuk membunuh rayap-rayap pada papan rumah kayu. Berdasarkan kenyataan di atas dan ditambah lagi dengan faktor semakin sulit dan terpuruknya perekonomian Indonesia, dan juga kadang-kadang solar sulit didapatkan di tengah masyarakat dikarenakan faktor-faktor non teknis tertentu, maka sangat perlu dilakukan riset-riset yang berhubungan dengan sumber energi pengganti solar. Selain riset energi yang lagi dominan di Indonesia berkaitan dengan biodiesel, maka langkah pengolahan limbah oli yang tepat menjadi bahan bakar alternatif pengganti solar untuk tujuan langkah lain mencari sumber-sumber energi alternatif baru. Tujuan spesifik dalam penelitian ini ditekankan pada perolehan output sampelnya akan mendekati kemurnian solar. Hal ini perlu dilakukan tahapan demi tahapan dan akan didukung oleh bahan dasar lainnya untuk mencari proses kajian sampel yang diharapkan. Penelitian pemanfaatan limbah oli untuk dijadikan sebagai bahan bakar alternatif dalam serangkaian proses untuk mendapatkan beberapa tujuan antara lain: menguji karakteristik oli bekas berdasarkan sifat fisiknya yang dapat distandarkan sebagai bahan bakar alternatif, filterisasi zat-zat pengotor oli bekas secara adsorpsi dan absorpsi serta metode distilasi satu tabung untuk pemurnian bahan limbah oli menjadi *crude oil* lagi, dan uji karakteristik emisi pada sampel-smpel hasil olahan melalui beberapa tahap dan outputnya akan dibandingkan dengan standar bahan bakar dengan acuan mendekati karakteristik pada solar.

METODA PENELITIAN

Lempung Aktif Sebagai Adsorpsi

Komposisi struktur kristal mineral lempung alam tersusun dari dua unit struktur dasar yaitu unit silika dan unit alumina yang mempunyai kemampuan untuk menyerap anion atau kation. Berdasarkan sifat tersebut, maka lempung sangat berpotensi sebagai adsorber pelumas bekas yang banyak mengandung pengotor yang berupa padatan-padatan logam dan partikel karbon. Sebagai langkah awal pemanfaatan ulang pelumas bekas, pengotor tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu. Meninjau struktur kristal lempung tersebut, maka mineral ini diperkirakan dapat digunakan sebagai adsorber pengotor dalam pelumas bekas. Sebelum digunakan sebagai adsorber, lempung yang diperoleh dari alam (*natural clay*) harus diaktifkan dengan asam kuat untuk meningkatkan porositas dan luas permukaan spesifik.

Penelitian pendahuluan ini bertujuan mengidentifikasi pengaruh variabel-variabel proses aktivasi terhadap sifat fisik dan kinerja adsorpsi lempung. Proses pemisahan pengotor dilakukan dengan mengontakkan pelumas bekas dengan lempung yang sudah diaktifkan di dalam suatu tangki pengaduk. Percobaan utama diselenggarakan menggunakan rancangan faktorial dua level, dengan variasi konsentrasi HCL pada rentang 1-12 M dan temperatur kalsinasi pada rentang 500-600 °C. Proses aktivasi terbukti mampu meningkatkan luas permukaan spesifik dan volume pori lempung. Analisis komposisi kimiawi pelumas sebelum dan setelah diaolah dengan lempung aktif menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi HCL menambah adsorpsi logam Cu, Na, Sn, Cr, Mg, Fe, dan Si, sedangkan peningkatan temperatur kalsinasi menurunkan kapasitas adsorpsi pada logam Cu, Na, Sn, Cr, Mg, Fe, dan Si. Konsentrasi larutan asam yang lebih tinggi memberikan luas permukaan spesifik dan volume pori yang lebih besar, sedangkan temperatur kalsinasi berkelakuan sebaliknya.

Sampel Limbah Pelumas

Sampel pelumas bekas diambil dari beberapa bengkel resmi di berbagai tempat di Pekanbaru

dan sekitarnya. Penentuan jenis pelumas dapat dilihat dari jenis bengkel, seperti beberapa untuk bengkel resmi dalam pemakaian rata-rata pelumas mineral. Untuk oli jenis sintetis diambil dari bengkel resmi dengan rekomendasi oli dari pabrikan.. Sedangkan untuk oli campuran diambil dari bengkel-bengkel kecil diseluruh wilayah Pekanbaru dan sekitarnya. Dari sampel-sampel tersebut, maka di dapatkan digolongkan antaralain :

- Sampel I untuk pelumas dengan tipe mineral yang diambil dari bengkel resmi.
- Sampel II untuk pelumas dengan tipe sintetis yang diambil dari bengkel resmi.
- Sampel III untuk pelumas campuran.

Sebelum dilakukan proses-proses pemurnian pada sampel-sampel, terlebih dulu ditentukan viskositasnya seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Viskositas sampel-sampel limbah oli

Sampel	Jenis pelumas/ merek	Viskositas (gr/cm.s)
I	Sintetik	4089,88
II	Mineral	2118,08
III	Campuran	3421,43

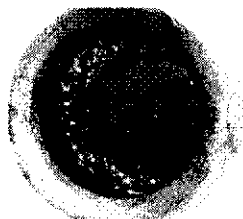
Dewatering

Dewatering merupakan pemisahan unsur air yang terkandung dalam pelumas bekas dengan cara memanaskan sampel sampai suhu 110 °C. diharapkan air yang masih tersisa akan menguap pada suhu tersebut.

Absorpsi

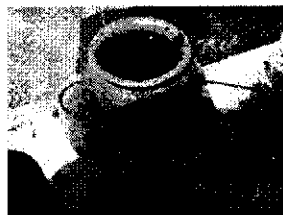
Proses ini merupakan penyerapan kotoran yang terkandung dalam pelumas bekas dengan cara mengontakkan pelumas bekas dengan arang yang telah diaktifkan seperti pada Gambar 3. Pengaktifan lempung tersebut dilakukan dengan pencampuran 1 (satu) kg lempung dengan 1 ml HCL 12 M, kemudian dipanaskan pada suhu 350 selama 2 (dua) jam. Pengontakkan dilakukan dalam bejana tanah yang terus diaduk. Perlakuan ini bertujuan untuk memisahkan zat yang bertitik didih tinggi dengan gas. Gas-gas dikeluarkan dari tank penyimpanan gas sebagai hasil dari pemanasan. Kontak uap panas digunakan untuk mengabsorpsi hidrokarbon fraksi ringan dan memperbaiki kapasitas absorpsi minyak gas. Proses ini dilakukan terutama dalam hal-hal sebagai berikut:

- Untuk pemisahan gas-gas rekahan dalam suatu fraksi yang sangat ringan (misalnya fraksi yang terdiri dari zat hidrogen, metana, etana) dan fraksi yang lebih berat yaitu yang mempunyai komponen-komponen yang lebih tinggi.
- Untuk menghasilkan hidrokarbon-hidrokarbon yang dapat dipakai dari berbagai gas ampas dari suatu instalasi penghalus.



(a)

Gambar 3. Proses (a) adsorpsi

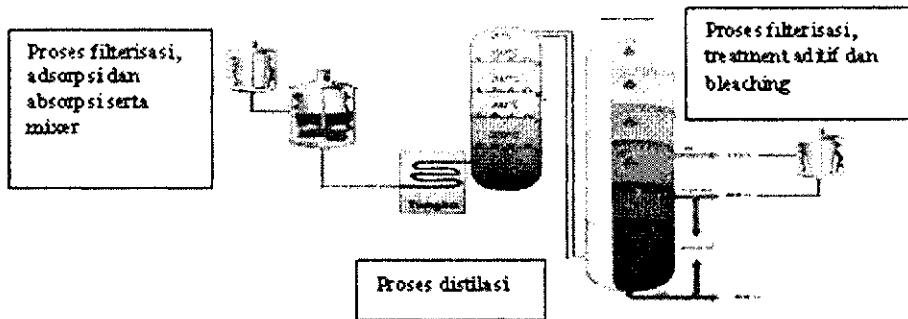


(b)

(b) absorpsi sampel

Filterisasi

Digunakan untuk memindahkan endapan lilin dari lilin yang mengandung destilat. Filtrasi dengan tanah liat digunakan untuk decolorisasi fraksi.



Gambar 2. Destilasi sederhana dengan satu tabung

Pelumas yang telah terpakai masih mengandung air, dan kontaminan seperti senyawa khlorida, fosfor, Ca dan Zn yang berasal dari bahan aditif, serta logam Fe, Ni, Cr, Mg dan sebagainya yang berasal dari proses pembakaran. Untuk itu perlu dilakukan serangkaian proses seperti pada Gambar 2.

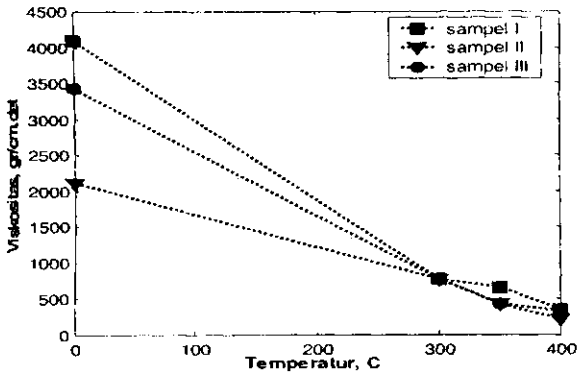
HASIL PEMBAHASAN

Adsorpsi

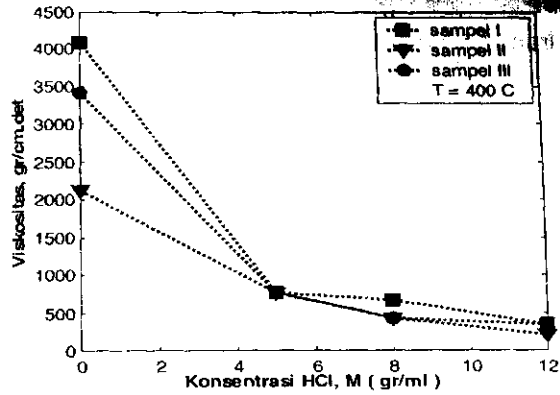
Merupakan penyerapan kotoran yang terkandung dalam pelumas bekas dengan cara mengontakkan pelumas bekas dengan arang yang telah diaktifkan. Dan terus diaduk dan dipanaskan. Perlakuan ini diterapkan pada semua sample, dan menghitung kembali viskositasnya. Proses adsorpsi digunakan untuk memperoleh material berat dari gas. Pemakaian terpenting proses adsorpsi pada penelitian ini adalah :

- Untuk mendapatkan bagian-bagian berisi natural gasoline dari gas-gas sampel limbah, dalam hal ini digunakan arang aktif.
- Untuk menghilangkan bagian-bagian yang memberikan warna dan hal-hal lain yang tidak dikehendaki dari sampel, digunakan tanah liat untuk menghilangkan warna dan bau (biji oksida-aluminium).

Dalam tempat terpisah, masing-masing sebanyak 25 gram lempung dengan ukuran 200 mesh didispersikan kedalam 100 mL larutan HCL 0 M ; 5 M ; 8 M dan 12 M sambil diaduk dengan pengaduk pada suhu 300 °C ; 350 °C dan 400 °C . Aktivasi dilakukan selama 2 jam, kemudian disaring dan dicuci menggunakan air panas (sampai bebas ion sulfat). Padatan yang didapatkan dikeringkan dalam oven pada suhu 100 – 110 °C, selanjutnya digerus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Pengukuran volume dan massa endapan sampel dilakukan setelah sampel didinginkan terlebih dahulu pada suhu kamar dan disaring dengan saringan 100 mesh. Untuk pengukuran massa sampel dilakukan dengan alat timbangan digital, sedangkan untuk pengukuran volume sampel dilakukan dengan tabung ukur. langsung setelah waktu pemanasan tercapai tanpa dilakukan pendinginan terlebih dahulu dengan menggunakan viskometer. Pengaruh temperatur perlakuan dan konsentrasi HCl terhadap viskositas sampel-sampel menurun pada temperatur 400 °C. Harga viskositas sampel II lebih rendah dibandingkan dengan ketiga sampel HCl

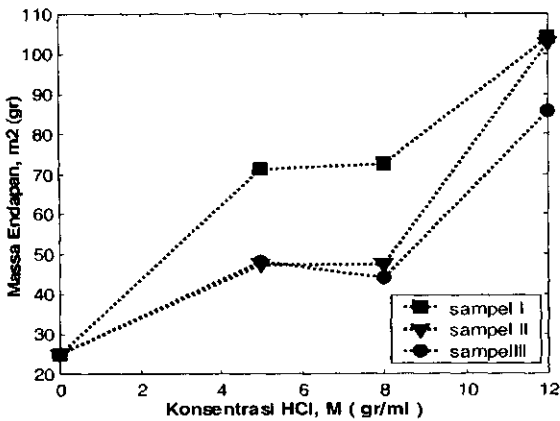


Gambar 3. Hubungan viskositas sampel-sampel terhadap temperatur adsorpsi



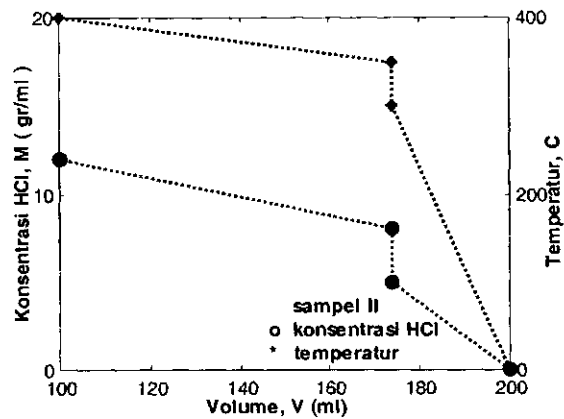
Gambar 4 Hubungan konsentrasi terhadap viskositas sampe-sampel

Padatan ini digunakan untuk zat pengotor pada sampel-sampel dengan kajian waktu adsorpsi dan variasi volume sampel. Pada Gambar 3 dan 4, hasil pengaruh viskositas hasil adsorpsi dimana pada tiap-tiap sampel pengukuran dilakukan dikarenakan sampel II dari bahan oli mineral yang komponen-komponen seyawa penyusun mudah mengalami pengenceran dengan HCL. Dan pengaruh pemberian variasi konsentrasi HCl sampel-sampel terhadap endapan massa yang terjadi



dapat dilihat pada Gambar 5, hasil menunjukkan bahwa sampel I dan II emberikan massa endapan

Gambar 5. Hubungan konsentrasi HCl terhadap massa endapan sampel-sampel



Gambar 6. Hubungan konsentrasi HCl dan temperatur terhadap volume hasil adsorpsi

yang terbanyak pada konsentrasi 12 M HCl yang disebabkan oleh banyaknya partikel-partikel pengotor dari logam-logam berat terbentuk pada konsentrasi ini. Hasil pada Gambar 6, volume murni sampel II sebelum distilasi yang dihasilkan setelah proses adsorpsi pada temperatur 400 °C dan konsentrasi HCl 12 M 100 ml lebih baik dari sampel I dan III. Hal ini dikarenakan zat-zat pengotor yang terjadi pada limbah oli mineral lebih sedikit dibandingkan dari limbah oli sintetik dan campuran.

Distilasi

Limbah oli disuling pada tekanan atmosfer, fraksi-fraksi minyak pelumas akan mencapai suhu yang lebih tinggi dimana zat-zat hidrokarbon mulai terurai (biasanya kira-kira antara suhu 345-400°C) karena itu lebih baik jika minyak pelumas disuling dengan tekanan yang diturunkan. Pengurangan tekanan diperoleh dengan menggunakan sebuah pompa vakum (vacum pump). Distilasi yang dilakukan pada sampel adalah distilasi satu tabung seperti pada Gambar 4, yaitu dengan menggunakan tabung kedua sebagai pemanas uap. Pada Gambar 4. Alat destilasi dengan satu tabung isi.



proses ini semua sampel dengan volume 1 (satu) liter di bakar pada suhu sampai 350 °C selama 120 menit. Dengan alat yang sama serta lingkungan dan perlakuan yang sama pada setiap sampel. Metode ini dilakukan dengan cara mengisi salah satu tabung distilasi dengan pelumas. Hasil dari distilasi ini berupa tetesan minyak yang keluar dari outlet tabung distilasi dalam waktu 2 (dua) jam seperti pada Tabel 2. Pada Tabel 3 adalah penentuan viskositas sampel-sampel distilasi .

Tabel 2. Volume sampel-sampel hasil distilasi

Sampel	Volume sampel yang terdestilasi (ml)
I	Hanya beberapa tetes
II	30
III	10

Pemberian Aditif

Aditif yang digunakan yaitu cetane number improver dengan kapasitas 0,4 % massa. Pemberian aditif perlu dilakukan untuk menambah daya bakar, sekaligus memperpendek periode pengapian.

Tabel 3. Viskositas sampel-sampel hasil distilasi

Sampel	Jenis pelumas/ merek	Viskositas (gr/cm.s)
I	Sintetik	-
II	Mineral	192,035
III	Campuran	240

Perhitungan Kalor Jenis Pembakaran

Untuk mengetahui secara fisika bahwa sampel tersebut layak atau tidak sebagai bahan bakar, perlu diteliti berapa kalor jenis pembakarannya. Pembakaran dilakukan dengan cara membakar sampel dalam sebuah tabung alumunium dengan diameter 25 cm, dan volume sampel yang di bakar disamakan data fisis yang di cari adalah perbedaan lama pembakaran, dan suhu akhir pembakaran. Proses ini dapat diliht pada Gambar 5, dan hasil perhitungan kalor jenis pembakaran masing-masing sampel seperti pada Tabel 4.



Gambar 5. Perhitungan kalor jenis pembakaran

Tabel 4. Kalor jenis pembakaran sampel-sampel hasil distilasi

Sampel	Kalor jenis pembakaran (kj / kg)
I	-
II	4.47×10^4
III	4.30×10^4

Uji Karakteristik Emisi

Pengujian terhadap emisi gas buang untuk syarat standar bahan bakar ramah lingkungan pada hasil sampel-sampel limbah pelumas dilakukan pada knalpot dari mesin diesel. Hal ini dilakukan agar kelihatan daya keluaran ketika proses pembakaran terjadi pada sampel-sampel yang menghasilkan cepat atau lambat proses karbonisasi gas buang. Hasil daya emisi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji karakteristik daya emisi sampel-sampel hasil olahan

Sampel	Daya emisi (watt)	Proses karbonisasi
I	-	-
II	453,3	cepat
III	487,7	cepat

Pemakaian Bahan Bakar

Setelah mengalami beberapa proses dan perhitungan kalor jenis pembakaran, maka penelitian dilanjutkan dengan pemakaian sampel sebagai bahan bakar pada mesin perahu. Bahan bakar masing-masing sampel digunakan pada mesin diesel berkekuatan 6,5 PK dapat dilihat kondisinya pada Tabel 5.

Tabel 5. Kondisi penggunaan hasil sampel-sampel pada mesin perahu

Sampel	Mesin dapat hidup / tidak	Keterangan
I	-	-
II	hidup	Normal
III	hidup	Tidak normal

Secara keseluruhan hasil yang didapatkan dalam penentuan besaran-besaran fisis sampel-sampel olahan dibandingkan dengan bahan bakar standar dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan sampel-sampel hasil dengan standar bahan bakar

Besaran Fisis bahab bakar	Standar	Sampel		
		I	II	III
Viskositas (gr/cms)	190,251	-	192,035	240
Kalor Jenis Pembakaran (kj / kg)	$4,5 \times 10^4$	-	$4,47 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$

Untuk mendapatkan sampel olahan berstandar bahan bakar sesuai dengan persyaratan PERTAMINA, maka harus dilanjutkan penelitian melalui uji beberapa syarat. Serangkaian syarat tersebut antara lain : pengujian sampel metode ASTM termasuk uji flash point, uji air dan sedimen, uji abu % massa, uji sulfur % massa, copper strip corrotion, uji angka setana, uji indek setana, uji aromatisitas % volume. Pengujian ini dimaksud untuk mendapatkan data yang lebih akurat tentang sifat kimia sampel seperti standard minyak solar.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pemanfaatan pelumas bekas sebagai bahan bakar alternatif dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

- Hasil distilasi yang baik diperoleh dari sampel II (limbah oli mineral). Ketika suhu distilasi telah mencapai 350 °C atau lebih, didapatkan hasil dengan viskositas dan kalor jenis mendekati bahan bakar solar jika dibandingkan dengan dua jenis sampel lainnya. Pada sampel III dari sumber pelumas sintetis mengalami pengembangan volume yang menyebabkan uap hasil penyulingan bercampur dengan pelumas yang mengembang. Sehingga hasil dari destilasi tidak terlalu memuaskan. karena dalam kondisi dingin, pelumas hasil distilasi kembali mengental dan viskositasnya sangat besar. Maka, sampel ini tidak mungkin untuk menjadi bahan bakar.
- Pada uji karakteristik emisi sampel II menghasilkan daya emisi gas buang lebih rendah dari sampel III dengan proses karbonisasi sedikit dibandingkan dengan sampel III. Untuk pengukuran kalor

UNIVERSITAS RIAU

jenis pembakaran yang terbesar dimiliki oleh sampel II $4,47 \times 10^4$ mendekati solar $4,5 \times 10^4$ dan bensin $4,7 \times 10^4$, dengan viskositas 192,035 gr/cm.s yang mendekati solar 190,251 gr/cm.s.

- Pemakaian sampel-sampel sebagai bahan bakar telah diujicobakan pada mesin perahu dengan tenaga 6,5 PK menunjukkan hasil bahwa sampel II mesin dapat beroperasi normal tanpa ada kemacetan, dan sampel III tidak dapat beroperasi secara normal.

DAFTAR PUSTAKA

Blond. W. F (1967), "*Petroleum Processing Handbook*", Mc. Graw Hill USA.

Radiasi_Benda_Hitam. <http://www.fisikanet.com/>

Standard Fuel . http://www.howstuffworks.com/refining_lubricants_oil.html

Teknologi_Pelumas. <http://www.komunitas-honda.co.id/>

Minyak_Bumi/Pelumas. <http://www.wikipedia.com/>