

## ANALISA PEMURNIAN MINYAK PELUMAS BEKAS DENGAN METODE ACID AND CLAY

I Made Mara<sup>1\*</sup>, Arif Kurniawan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram  
Jalan Majapahit No.62 Mataram – NTB

\*Made.Mara@ymail.com

### ABSTRAK

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian karakteristik viskositas kinematik, *specific gravity*, warna, kadar air dan volume hasil dari minyak pelumas hasil daur ulang untuk mengetahui variasi campuran optimal antara asam sulfat dengan tanah liat sebagai adsorben pada tahap *clay treatment* dan kemudian dibandingkan dengan *lube base oil* standar. Dari pengujian, menunjukkan bahwa campuran asam sulfat dan tanah liat terbukti efektif dalam memurnikan kembali minyak pelumas yang telah terkontaminasi (minyak pelumas bekas). Pada pengujian nilai viskositas kinematik yang mendekati dengan viskositas kinematik *lube base oil* diperoleh pada variasi campuran A10T400 dengan nilai 13.43 cSt, untuk *Specific gravity* yang mendekati dengan nilai *lube base oil* pada variasi campuran A10T300 dengan nilai 0.88983, untuk warna didapatkan nilai L 4.1 pada variasi A15T500, kadar air terendah pada 0.000633 g/l pada variasi A5T500 dan volume hasil terbanyak didapatkan pada variasi campuran A10T300 yaitu 584.33 ml.

Kata kunci : pemurnian, minyak pelumas bekas, metode *acid and clay*, tanah liat, adsorben.

### PENDAHULUAN

Minyak pelumas bekas atau yang dalam kesehariannya disebut juga dengan oli bekas pada dasarnya adalah minyak pelumas yang dalam pemakaiannya telah mengalami berbagai macam gesekan dan tercampur dengan kotoran dari komponen-komponen mesin, sisa pembakaran maupun debu, hal ini menyebabkan efektifitas minyak pelumas menurun dan kontaminan yang didalamnya bila dibiarkan terlalu lama akan menjadi partikel yang *abrasive* dan merugikan, Jika ditinjau dari segi tersebut maka dengan menghilangkan sejumlah kontaminan dan mengembalikan sifat pelumasan yang dimilikinya minyak pelumas sangat berpotensi jika didaur ulang kembali.

Daur ulang minyak pelumas bekas selain merupakan salah satu alternatif dalam rangka efisiensi dan penghematan konsumsi minyak bumi juga dapat mengurangi pencemaran. Dan energi yang diperlukan untuk pengolahan oli bekas hanyalah sepertiga dari yang dibutuhkan-untuk mengolah minyak mentah menjadi pelumas yang baik. Daur ulang minyak pelumas dilakukan dengan cara memurnikan kembali kandungan dasar minyak pelumas (*base oil*) sehingga dapat digunakan lagi sebagai bahan dasar oli baru. Salah satu metode yang digunakan dalam pemurnian oli bekas yaitu metode *acid and clay* yaitu proses pemurnian dilakukan dengan menggunakan asam kuat sebagai pelarut dan *clay* dalam menyerap

kontaminan dari sisa pelarutan asam. Asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) sebagai salah satu senyawa asam kuat umum kita jumpai penggunaannya sebagai bahan dalam pemrosesan bijih mineral, oksidator pada karatan besi dan baja serta alkilasi pada pengilangan minyak. Sifatnya yang dapat bekerja menurunkan tegangan permukaan cairan dapat digunakan dalam menghilangkan sejumlah kontaminan yang terkandung dalam minyak pelumas bekas. Dalam prosesnya, penggunaan metode *acid* dalam pemurnian oli bekas masih membutuhkan sejumlah perlakuan lebih lanjut untuk mengembalikan karakteristik minyak pelumas. Yaitu salah satunya dengan *clay treatment* (Petder,2012)

Tanah liat sebagai komoditas bahan galian golongan C di wilayah NTB khususnya pulau Lombok ketersediaannya cukup memadai. Dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan utama pembuatan kerajinan gerabah, batu bata dan industri keramik. Tanah liat adalah mineral alam dari keluarga silikat yang berbentuk kristal dengan struktur berlapis dan mempunyai ukuran partikel lebih dari 2 mikrometer, bersifat liat jika basah (bersifat plastis) dan mengeras jika kering. Tanah liat atau lempung mengandung leburan silika dan aluminium yang halus. Struktur dasar unit silika dan unit alumina pada tanah liat mempunyai kemampuan untuk menyerap anion atau kation yang sangat berpotensi bila

dimanfaatkan sebagai adsorbant. (Rusmini,2011)

Penggunaan metode *acid and clay* dalam pemurnian minyak pelumas bekas pada umumnya dilakukan dengan memanfaatkan jenis-jenis *clay* khusus yang dimanfaatkan sebagai adsorbent, diantaranya adalah bentonit, zeolit serta kaolin, selain karena sumber daya *clay* khusus ini terbatas di beberapa tempat dan metode produksinya juga yang memerlukan biaya lebih besar jika dibandingkan dengan tanah liat biasa. Dari beberapa hal tersebut dilakukanlah penelitian mengenai sejauh mana efektifitas tanah liat dalam pemurnian minyak pelumas bekas terhadap karakteristik minyak pelumas yang dihasilkan berupa viskositas kinematik, *specific gravity*, kadar air serta warna yang dihasilkan.

### LANDASAN TEORI

*Clay treatment* dengan menggunakan tanah liat yang dilakukan oleh Lilik, 2011 terhadap limbah cair industri Mengemukakan bahwa Kandungan silica ( $\text{SiO}_2$ ) dan Alumunium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dalam tanah liat memiliki kemampuan dalam mengikat unsur pengotor, tanah liat merupakan salah satu jenis material berpori alam yang memiliki daya adsorpsi yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk menurunkan kadar ion logam berat dari limbah industri. Dan Rusmini, 2011 memanfaatkan tanah liat sebagai adsorbent terhadap pengotor solar. Struktur dasar unit silika dan unit alumina pada tanah liat mempunyai kemampuan untuk menyerap anion atau kation. Berdasarkan sifat tersebut maka tanah liat sangat berpotensi sebagai adsorben. Struktur tanah liat memiliki luas permukaan yang relatif besar untuk mengadsorpsi air atau liquid. Sisa permukaan yang ada akan digantikan oleh struktur ikatan mineral yang menyerap air di dalam lapisannya sampai 4 lapisan. Lapisan-lapisan tersebut biasanya sampai kehilangan bentuknya, namun tidak sampai meninggalkan permukaannya (Rusmini, 2011). Kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam tanah liat mempengaruhi pengikatan adsorbant. Dengan adanya  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang memiliki partikel berupa kristal kuarsa dalam adsorben tanah liat menjadikan adsorben dapat mengikat dan mengendapkan adsorbant yang terserap (Rusmini, 2011). *Clay treatment* juga bisa dipakai untuk menghilangkan resin-resin dan warna dari minyak pelumas setelah dilakukan ekstraksi pelarut. Tanah liat biasanya langsung ditambahkan ke dalam minyak dan diaduk dengan dipanaskan (Rusmini, 2011).

### ViskositasKinematik

Viskositas kinematik merupakan suatu ukuran tahanan yang diberikan oleh suatu bahan cair untuk mengalir pada suhu tertentu. Viskositas akan berubah dengan adanya perubahan temperatur. Satuan internasional untuk viskositas kinematik yang digunakan adalah centistokes ( $\text{cSt} = \text{mm}^2/\text{s}$ ). Selama mesin bekerja, suhu di dalam mesin semakin lama akan semakin meningkat. Kenaikan suhu menyebabkan viskositas pelumas semakin menurun. Hal ini sangat mempengaruhi gesekan antara bagian mesin yang bergerak. Untuk mengurangi gesekan antar metal yang dapat mengakibatkan keausan pada mesin diperlukan pelumas yang mempunyai viskositas index tinggi.

Pengujian viskositas pelumas menggunakan metode ASTM D-445 dengan mengamati waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan pelumas dalam kapiler pada suhu tertentu sehingga didapatkan harga viskositas kinematik dan pelumas. Sampel dengan volume tertentu ditempatkan dalam viskosimeter tube dan temperatur disesuaikan pada temperatur pemeriksaan kemudian dialirkan melalui kapiler dan dicatat waktu pengalirannya.

$$v = C.t$$

Dimana:

$v$  = viskositas kinematik ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

$C$  = konstanta kalibrasi viskosimeter ( $\text{mm}^2/\text{s}^2$ )

$t$  = waktu alir (s)

### Specific Gravity

*Specific gravity* (kerapatan relatif) didefinisikan sebagai perbandingan antara kerapatan dari cairan tersebut dengan kerapatan air.

$$SG = \frac{\rho \text{ cairan}}{\rho \text{ air}}$$

Dengan  $\rho$  (densitas) adalah suatu ukuran dari konsentrasi massa dan dinyatakan dalam bentuk massa tiap satuan volume. Kerapatan cairan dapat didefinisikan sebagai : massa tiap satuan volume pada suatu temperatur dan tekanan tertentu.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana:

$\rho$  = kerapatan zat (g/ml)

$m$  = massa cairan (g)

$v$  = volume cairan (ml)

### Kadar air

Kandungan air dalam minyak pelumas akan menimbulkan korosi, oksidasi dan bisa membentuk emulsi dengan oli. Oleh karena itu kandungan air dalam minyak pelumas harus

dikurangi seminimal mungkin guna menghindari akibat buruk yang ditimbulkan.

### Warna

Warna minyak pelumas selain menunjukkan kemurnian dan daya tarik produk juga dapat dipakai sebagai dasar untuk mengetahui tingkat kontaminasi minyak pelumas, sistem pembakaran pada suhu tinggi di dalam mesin kendaraan menyebabkan komposisi minyak terdegradasi dan menghasilkan senyawa-senyawa oksida yang bersifat polar dengan warna coklat kehitaman (Monika, 2008). Warna bertindak sebagai indikasi dan tingkat kemurnian bahan. Dimana bila kisaran warna produk diketahui maka variasi diluar kisaran yang ditentukan dapat merupakan indikasi kemungkinan terkontaminasi dengan produk lain. Warna menunjukkan terang gelapnya suatu minyak pelumas yang diukur dari intensitas cahaya yang dapat menembus sejumlah minyak tertentu.

### METODE PENELITIAN

#### Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak pelumas bekas dari meditrans S SAE 40. Pertamina dan sebagai bahan pemurniannya adalah asam sulfat pekat serta tanah liat gerabah.

Alat yang digunakan yaitu alat uji *automatic viscometer*, *automatic density meter*, *colourimeter*, timbangan digital, oven, alat pengaduk, gelas ukur, screen mesh 200.

#### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dengan 2 tahap yaitu tahapan pertama pencampuran dengan asam sulfat (*acid treatment*) dengan lama waktu pengadukan 30 menit (900 rpm) dan dilanjutkan dengan tahap pencampuran tanah liat (*clay treatment*) lama waktu pengadukan 30 menit (900 rpm). Pada masing-masing tahap diberikan waktu lama pengendapan selama 21 hari.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode standar ASTM D 7279 untuk viskositas kinematik, ASTM D 4052 untuk *density*, ASTM D1500 untuk warna dan metode pengovenan untuk kadar air.

Campuran asam sulfat dan tanah liat yang ditambahkan diformulasikan sebagai berikut:

A/T	T300	T400	T500
A5	A5T300	A5T400	A5T500
A10	A10T300	A10T400	A10T500
A15	A15T300	A15T400	A15T500

Dimana:

T<sub>300</sub> = Tanah liat 300 gram.

T<sub>400</sub> = Tanah liat 400 gram.

T<sub>500</sub> = Tanah liat 500 gram.

A<sub>5</sub> = Asam sulfat 50 ml.

A<sub>10</sub> = Asam sulfat 100 ml.

A<sub>15</sub> = Asam sulfat 150 ml.

### Tahap Perhitungan dan Analisa Data

Berdasarkan data uji karakteristik minyak pelumas maka dilakukan pengolahan data dan dianalisa menggunakan metode statistik anova dua arah untuk mengetahui pengaruh variasi volume asam sulfat serta variasi massa tanah liat yang di tambahkan.

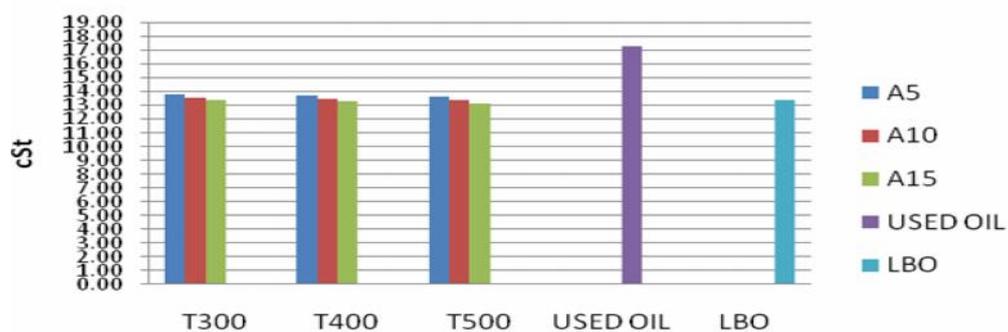
### PEMBAHASAN

Tabel 1. Viskositas Kinematik 40° C (cSt)

H2SO4	TANAH LIAT			USED OIL	LBO
	T300	T400	T500		
A5	121.97	120.38	118.30	123.47	-
A10	116.93	116.47	115.59		
A15	115.13	112.33	109.08		

Tabel 2. Viskositas Kinematik 100° C (cSt)

T500	H2SO4	TANAH LIAT			USED OIL
		T300	T400	T500	
13.51					17.27
13.74	A5	13.78	13.72	13.62	
13.60	A10	13.51	13.43	13.35	
13.60	A15	13.32	13.31	13.08	



Gambar 1. Grafik Viskositas Kinematik 100°C

Dari data dan grafik viskositas kinematis pada temperatur 100° C didapatkan bahwa semakin banyak campuran asam sulfat yang digunakan pada minyak pelumas akan semakin besar nilai penurunan viskositas kinematik dari minyak pelumas hasil daur ulang. Dengan menggunakan analisis data statistik anova juga dapat di buktikan bahwa pengaruh faktor nilai variasi asam sulfat berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan nilai viskositas kinematik pada temperatur 100° C. Namun pada perhitungan statistik anova dua arah faktor nilai variasi campuran asam sulfat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan viskositas kinematik pada temperatur 40° C bahwa nilai F lebih kecil dari F *crit*. Dan untuk nilai variasi campuran tanah liat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan viskositas kinematik bahwa nilai F lebih kecil dari nilai F *crit*, pada taraf signifikan 5%.

Perubahan atau penurunan viskositas kinematik tertinggi pada variasi campuran A15T500 sebesar 13.08 cSt menandakan bahwa tingginya nilai kontaminan yang dapat diserap pada variasi campuran ini. Jika dilihat dari nilai viskositas kinematik dari minyak pelumas bekas adalah 17.27 cSt dan nilai viskositas kinematik dari LBO yaitu 13.39 cSt, maka di dapatkan hubungan antara viskositas minyak pelumas bekas dengan kontaminan adalah semakin tinggi nilai viskositas kinematik minyak pelumas bekas maka akan semakin tinggi pula nilai kontaminan pada minyak pelumas bekas. Tingginya viskositas kinematik minyak pelumas bekas disumbangi

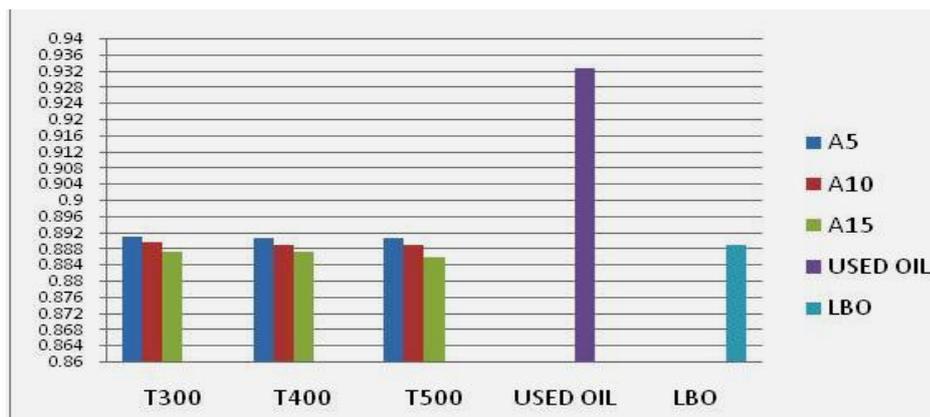
oleh kontaminan yang viskositasnya tinggi juga yaitu kandungan kontaminan logam dalam minyak pelumas bekas. Kontaminan logam dalam minyak pelumas bekas pada proses pemurnian akan beraksi membentuk larutan garam dimana larutan garam memiliki densitas lebih tinggi dari minyak pelumas sehingga terjadi pengendapan ke dasar larutan. Berikut reaksi kontaminan logam, contohnya Fe ketika dilakukan proses *acid treatment*



Perubahan atau penurunan viskositas kinematik tertinggi pada campuran A15T500 sebesar 13.08 cSt tidak bisa dijadikan standar penurunan viskositas kinematik optimal dikarenakan nilai viskositas kinematik ini terlampaui melewati viskositas kinematik standar dari minyak pelumas standar Pertamina yaitu 13.39 cSt, hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya jumlah campuran dari cairan terlarut dari asam sulfat ataupun gas yang terbentuk dari asam sulfat yang kemungkinan masih tersisa dan tidak bereaksi dari campuran minyak pelumas tersebut. Dan campuran yang paling mendekati dengan standar LBO didapatkan dari campuran A10T400 yaitu 13.43 cSt.

Tabel 3. Density

H2SO4	TANAH LIAT			USED OIL	LBO
	T300	T400	T500		
A5	0.89104	0.89096	0.89073	0.93301	0.8893
A10	0.88983	0.88905	0.88899		
A15	0.88754	0.88751	0.88604		



Gambar 2. Grafik Specific Gravity

Dalam hal ini *specific gravity* menjadi tolak ukur dalam pengurangan nilai kontaminan, semakin rendah (mendekati LBO) nilai massa jenis minyak pelumas maka semakin banyak kontaminan yang dihilangkan. Diketahui bahwa nilai *specific*

*gravity* dari *lube base oil* (LBO) Meditran S SAE 40 pertamina adalah 0.8893 dan *specific gravity* dari *used oil* = 0.933005 dari kedua data tersebut diambil persentase penurunan nilai *specific gravity* minyak pelumas sehingga didapatkan nilai penurunan *specific gravity*

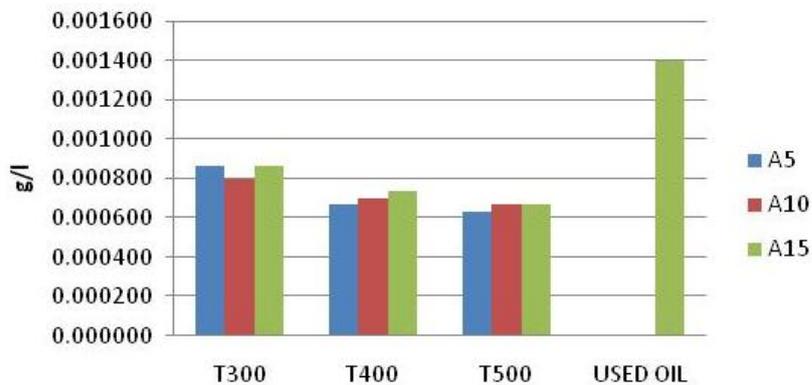
atau penurunan nilai kontaminan yang terkandung dalam minyak pelumas bekas, pada campuran A10T300 mencapai 98.79%, 96.72% pada A5T500, 96.21% pada A5T400 dan 96.01% pada A5T300. Untuk campuran A15T500, A15T400, A15T300, A10T500 dan A10T400 tidak dimungkinkan untuk dihitung perentase pengurangannya dikarenakan nilai dari campuran ini dibawah nilai standar LBO.

Analisa data *specific gravity* minyak pelumas hasil daur ulang dengan menggunakan program analisis Anova (*analysis of variant*) dan hasilnya dapat diketahui bahwa : nilai variasi asam sulfat

berpengaruh secara signifikan terhadap *specific gravity* bahwa nilai F lebih besar dari nilai F *crit*. Namun pada variasi tanah liat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap *specific gravity* bahwa nilai F lebih kecil dari F *crit*. Pada taraf signifikan 5%.

Tabel 4. Kadar Air

H2SO4	TANAH LIAT			USED OIL	LBO
	T300	T400	T500		
A5	0.000867	0.000667	0.000633	0.0014	-
A10	0.000800	0.000700	0.000667		
A15	0.000867	0.000733	0.000667		



Gambar 3. Grafik Kadar Air

Dalam pengujian yang dilakukan didapatkan nilai kadar air yang terkandung pada minyak pelumas hasil daur ulang berkisar antara 0.000667 gram/liter sampai 0.000867 gram/liter, dari kadar air awal yang didapatkan dari minyak pelumas bekas adalah 0.0014 gram/liter dan dari perhitungan statistik anova pada taraf signifikan 5%, didapatkan bahwa nilai variasi tanah liat maupun asam sulfat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar air bahwa nilai F lebih kecil dari F *crit*. Artinya terjadi penurunan nilai kadar air, namun nilai penurunan kadar air tidak akan berpengaruh secara signifikan terhadap variasi yang telah dilakukan, yaitu variasi asam sulfat maupun tanah liat.



Gambar 4. Warna Dari Minyak Pelumas Daur Ulang

Pengujian warna bertujuan untuk menentukan warna visual dari minyak pelumas bekas yang dihasilkan dan dibandingkan dengan minyak pelumas dasar LBO. Tingkat kejernihan warna dari yang terendah ke tertinggi adalah L5-L1, L adalah singkatan dari *light*, *too dark* menandakan bahwa kejernihan warna dari minyak pelumas terdeteksi melampaui batas terendah kejernihan warna.

Dalam hal ini warna tidak bisa dijadikan tolak ukur dalam penurunan nilai kontaminan terhadap variasi campuran yang dilakukan dikarenakan oleh masih adanya perubahan warna yang tidak terdeteksi oleh colourimeter. Colourimeter adalah alat yang mengukur berapa banyak cahaya yang diserap oleh objek atau substansi. Pada dasarnya *lube base oil* sendiri pada pengolahannya dari minyak mentah (*crude oil*)

Tabel 5. Warna

	T300	T400	T500	USED OIL	LBO
A5	L 4.4	L 4.6	TOO DARK		
A5	L 4.5	L 4.4	L 4.5		
A5	TOO DARK	TOO DARK	TOO DARK		
A10	L 4.5	TOO DARK	L 4.4		
A10	TOO DARK	TOO DARK	L 4.4	TOO DARK	L 3.0
A10	L 4.5	L 4.5	TOO DARK		
A15	L 4.4	TOO DARK	L 4.1		
A15	TOO DARK	L 4.4	L 4.3		
A15	L 4.5	TOO DARK	TOO DARK		

memiliki warna dasar coklat kemerahan yang kemudian diolah untuk mengubah warna tersebut menjadi jernih sehingga dapat diterima di pasaran yang oleh produsen masing-masing pelumas diolah menjadi warna yang lebih spesifik guna menentukan karakteristik produknya masing-masing.

Dalam prosesnya perubahan warna minyak pelumas mulai terlihat dari awal tahap pemrosesan yaitu tahap pencampuran dengan asam sulfat (*acid treatment*) terjadi perubahan warna minyak pelumas dari hitam menjadi coklat. Hasil dari proses *acid treatment* menunjukkan masih adanya bau menyengat dan warna yang masih gelap, Warna gelap pada minyak pelumas umumnya disebabkan oleh kandungan kerak karbon dari sisa hasil pembakaran dalam ruang bakar yang masuk kedalam celah ruang pelumasan (Sailon,2009). Dalam proses pemurnian yang dilakukan pada tahap *acid treatment* sebagian besar kontaminan karbon akan ikut terikat bersama larutan garam dan terendap ke dasar larutan, namun dari proses tersebut masih terdapat sisa dari kontaminan karbon yang tidak ikut terendap. Tanah liat sebagai

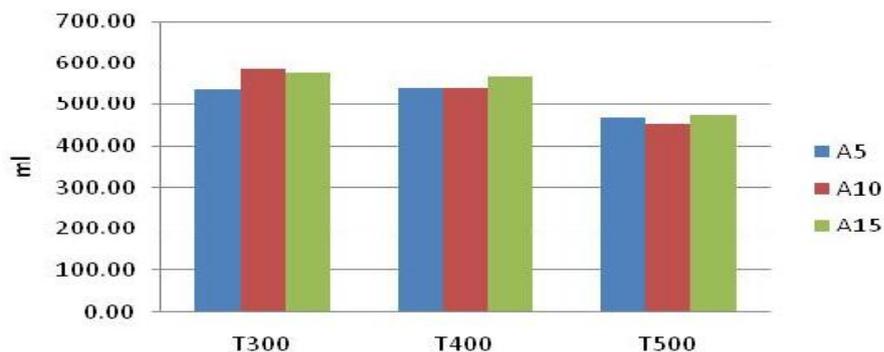
adsorben (*clay treatment*) dalam hal ini adalah adsorben warna bekrja dengan mengikat sisa karbon serta warna gelap dari minyak pelumas hasil dari proses *acid treatment* dan diendapkan ke dasar larutan. Sehingga Pembentukan atau perubahan warna pada minyak pelumas sebagian besar terjadi pada proses *clay treatment*.



Gambar 5. Endapan Gambar 6. Kontaminan

Tabel 6. Volume Hasil

	T300	T400	T500
A5	537.67	538.67	470.00
A10	584.33	539.33	453.33
A15	574.33	568.00	473.33



Gambar 7. Grafik Volume Hasil

Volume hasil adalah volume akhir yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak pelumas bekas dalam mililiter (ml) yang dari volume awal sebelum dilakukan pelakuan adalah 1000 ml. Jika dilihat dari data dan grafik, volume hasil cenderung tidak berpengaruh terhadap variasi asam sulfat. Namun pada variasi tanah liat terjadi peningkatan volume hasil yang didapatkan, semakin rendah massa tanah liat yang ditambahkan maka semakin tinggi volume hasil yang diperoleh (Grafik 4.13). Analisis ini diperkuat dengan perhitungan analisa data volume hasil minyak pelumas dari hasil daur ulang dengan menggunakan program analisis Anova (*analysis of variant*) dan hasilnya didapatkan pada nilai variasi campuran asam sulfat tidak berpengaruh secara signifikan

terhadap volume hasil minyak pelumas bekas bahwa nilai F lebih kecil dari nilai  $F_{crit}$ . Namun pada nilai variasi campuran tanah liat berpengaruh secara signifikan terhadap volume hasil bahwa nilai F lebih besar dari nilai  $F_{crit}$ , pada taraf signifikan 5%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah dipaparkan di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Hasil optimal viskositas kinematik yang mendekati dengan standar LBO didapatkan dari variasi A10T400 yaitu 13.43 cSt.
- Hasil optimal *Specific gravity* di dapatkan pada variasi A10T300 yaitu 0.88983 dengan

nilai penurunan kontaminan mencapai 98.79%.

- Kadar air terendah didapatkan pada variasi A5T500 dengan nilai 0.000633 g/l.
- Pada variasi tanah liat 300, 400 dan 500 gram perubahan warna yang dihasilkan antara L 4.1-L 4.6 yang menandakan bahwa peran tanah liat sebagai adsorben warna maupun kontaminan terbukti efektif dalam memucatkan warna minyak pelumas bekas hasil daur ulang.
- Hasil warna yang mendekati dengan standar LBO terdapat pada campuran A15T500 yaitu L 4.1.
- Volume hasil maksimal minyak pelumas daur ulang yang dapat dihasilkan adalah 584.33 ml pada variasi A10T300.
- Dari analisa data statistik anova taraf signifikan 5% bahwa variasi asam sulfat akan berpengaruh signifikan terhadap viskositas kinematik 100<sup>o</sup> C dan *specific gravity* dan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap viskositas kinematik 40<sup>o</sup> C, kadar air dan volume hasil. Untuk variasi tanah liat akan berpengaruh signifikan terhadap volume hasil dan tidak berpengaruh signifikan terhadap viskositas kinematik, kadar air dan *specific gravity*.

#### Saran

Untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan variasi terhadap waktu kontak (lama pengadukan) terhadap campuran tanah liat maupaun asam sulfat dan variasi lama waktu pengendapan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Monika, Ika., Umar, Fatia, Datin., 2008, *Pemanfaatan bentonit sebagai penjernih minyak pelumas bekas hasil proses daur ulang dengan batubara*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung Jawa Barat.
- [2] Petder., 2012, *Selection of the Most Appropriate Technology for Waste Mineral Oil Refining Project Technical Research Report*, Direct Operation Support Program of Istanbul Development Agency.
- [3] Rusmini., Maharani, Kartika, Dina., 2011, *Adsorpsi pengotor solar produksi tradisional Bojonegoro dengan variasi ukuran dan massa clay*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya.
- [4] Sailon., 2009, *Penanggulangan kontaminasi dan degradasi minyak pelumas pada mesin*, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.