

Pengaruh Aktivasi Bentonit Wonosegoro terhadap Perbaikan Sifat Fisis Minyak Pelumas Bekas Industri

Gogot Haryono

Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 Lingkar Utara Condongcatur Yogyakarta

Abstract

Bentonit is a kind of ore which has a high adsorption power due to its high content of montmorillonit. Its widely used in many applications as well as an activated carbon. In fact, activated bentonit can improve physical properties of used lubricant oil particularly its Redwood viscosity, flash point and carbon residue. In this research, the activation processes including heating, pressurizing and acid methods. Such methods were conducted in a muffle burner (at temperature of 280, 300, 320, 340, 360 and 380°C, in a pressure vessel (at pressures of 1.75; 2.23; 2.54; 2.66; and 3.02 atm), and three neck bottles (at acid concentrations of 0.1; 0.2; 0.3; 0.4 and 0.5 N), respectively. The activated bentonit was therefore tested to absorb a quantity of sample used lubricant oil. From these experiments, it was concluded that activated bentonit can increase the Redwood viscosity and flash point of used lubricant oil and also decrease its carbon residue. The optimum temperature, pressure and acid concentration obtained were 360°C, 2.66 atm and 0.4 N, respectively. At this condition, the used lubricant oil had a Redwood viscosity 123.9 cP, flash point of 112°C and carbon residue of 22.05%.

Keyword: bentonit, activation, used lubricant oil, physical properties

Pendahuluan

Minyak pelumas dalam pemakaiannya mengalami degradasi baik struktur maupun komposisinya sehingga mengakibatkan perubahan pada sifat fisisnya. Semakin banyak penggunaan minyak pelumas maka semakin banyak pula minyak pelumas bekas yang dihasilkan.

Apabila sifat-sifat fisik minyak pelumas bekas dapat diperbaiki lagi, diharapkan dapat dimanfaatkan kembali. Usaha untuk mereklamasi minyak pelumas bekas telah banyak dilakukan diantaranya dengan penambahan aditif, elektrolisis logam, ekstraksi dengan detergen dan adsorpsi dengan *activated clay*. Salah satu jenis adsorben yang digunakan adalah bentonit yang diaktivasi.

Dalam penelitian ini, dilakukan proses adsorpsi terhadap minyak pelumas bekas menggunakan bentonit alam yang diambil dari Dusun Bandung, sekitar ± 500 meter dari Desa Wonosegoro, Klego, Boyolali, Jawa Tengah, yang terlebih dahulu diaktivasi dengan metode pemanasan (*heat activation*), metode penekanan dan metode asam (*acid activation*) menggunakan asam sulfat yang diencerkan konsentrasinya. Parameter yang diamati adalah sifat-sifat fisis yang meliputi viskositas Redwood, *flash point* dan *Conradson Carbon Residue*.

Landasan Teori

Bentonit

Bentonit adalah sejenis tanah liat (*clay*) yang mempunyai kemampuan mengadsorpsi air dan daya tukar kation yang lebih besar dibandingkan dengan tanah liat biasa. Tanah liat (*clay*) mempunyai kandungan mineral bermacam-macam dan kandungan yang terbesar adalah montmorillonit $(\text{Na.Ca})_{0,33}(\text{Al.Mg})_{12} \text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2.n\text{H}_2\text{O}$ sekitar 85% dan illit, sedangkan bentonit paling banyak mengandung montmorillonit. Titik leburnya berkisar antara 1330°C sampai 1430°C. Bentonit bersifat lunak (kekerasan 1 pada skala Mohs, berat jenis antara 1,7-2,7), mudah pecah, terasa berlemak, mempunyai sifat mengembang apabila kena air (Sukandarrumidi, 1999).

Aktivasi Bentonit

Menurut Setijo Bismo dkk. (1999), ada dua metode untuk meningkatkan daya serap dari bentonit, yaitu :

a. *Heat activation* atau *extrusion*

Merupakan proses aktivasi dengan perlakuan panas terhadap bentonit baik dengan kontak langsung (dengan udara panas) maupun dengan kontak tidak langsung (sistem vakum atau *exhauster*). Pada proses ini, bentonit dipanaskan hingga temperatur 280-380°C dengan tujuan menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori bentonit sehingga jumlah pori-pori dan luas permukaan bertambah.

b. *Acid activation*

Merupakan proses aktivasi terhadap bentonit dengan menggunakan asam. Asam yang digunakan adalah asam sulfat dan asam klorida. Tujuan aktivasi asam adalah membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor, mengatur kembali letak atom yang dapat ditukarkan. Prinsipnya adalah bentonit alam yang sudah digerus dan ditambah dengan pereaksi kimia diaduk selama jangka waktu tertentu, dicuci dengan air sampai kondisi netral dan selanjutnya dikeringkan. Dengan cara ini akan didapatkan bentonit yang sudah aktif.

Permukaan yang diperluas oleh adsorpsi karena pengaruh tekanan uap pada montmorillonit jauh lebih tinggi dibanding yang diperoleh dari adsorpsi oleh zat nitrogen atau zat kimia berbasis asam. Hal ini dikarenakan berhubungan dengan penetrasi atau masuknya air melalui wahana yang fundamental dari unit-unit patikel montmorillonit.

Ada suatu perbedaan dalam bentuk adsorpsi isoteremis untuk montmorillonit, tergantung pada sifat alami kation yang diadsorpsi. Di dalam montmorillonit dipenuhi dengan kalium, rubidium, dan cesium ion, akan tetapi perluasan di luar lapisan air unimolecular tidak terjadi. Di dalamnya dipenuhi dengan kation dengan jari-jari sama tetapi bermacam-macam ukurannya, tergantung dari besar jari-jari ion dan berbeda tugasnya, di mana yang lebih rendah

atau lebih tinggi tergantung dari kelembaban relatif yang ditimbulkan di mana perluasan terjadi, tetapi derajat tingkat hidrasi di perluasan permulaan adalah sama untuk semua ion.

Minyak Pelumas

Minyak pelumas adalah produk minyak bumi yang termasuk pada fraksi distilasi berat, mempunyai trayek titik didih kira-kira diatas 300°C (572°F) biasanya ditemukan dalam bentuk cair dan dapat digunakan sebagai penghilang panas akibat gesekan (friksi), bertindak sebagai penghubung, pencegah karat, dan menurunkan suhu

Kualitas minyak pelumas dapat ditunjukkan dari sifat fisisnya, antara lain sebagai berikut :

a. Viscositas

Viscositas adalah suatu ukuran dari tahanan yang diberikan oleh minyak pelumas untuk mengalir atau ukuran kekentalannya. Semakin besar viscositasnya maka makin kental minyak pelumasnya dan minyak pelumas ini tetap membentuk lapisan film pada bagian yang dilumasi. Lebih-lebih apabila pelumas itu digunakan untuk mesin mesin yang bekerja pada kondisi berat.

b. Pour Point

Pour point adalah temperatur yang terendah dimana minyak pelumas masih dapat dituang atau mengalir dengan menggunakan alat standar. Semakin rendah pour point berarti pelumasan tetap berfungsi apabila keadaan dingin, khususnya saat mesin hendak dihidupkan.

c. Volatilitas

Volatilitas adalah kemampuan suatu bahan untuk menguap. Semakin rendah volatilitasnya berarti pelumasan yang hilang selama pemakaian dapat dicegah.

d. Daya tahan terhadap panas (*thermal stability*) dan oksidasi. Ini berarti bahwa, pelumas itu tetap stabil, tidak mungkin terurai oleh panas dan tidak teroksidasi selama pemakaian.

e. Flash point

Flash point tes memberikan indikasi tingkat volatilitas dari minyak pelumas tersebut dan temperatur di mana minyak pelumas tersebut harus dipanaskan di bawah kondisi spesifik untuk memberikan uap yang cukup.

Spesifikasi minyak pelumas menurut SNI 06-0012-1987 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Jenis pelumas diesel engine oil (SNI 06-0012-1987)

Pengujian Sifat Fisis	Metode Pengujian	Minyak Pelumas diesel engine oil
<i>Viscositas Redwood</i> , cP	ASTM D 445-79	168-192
<i>Flash Point</i> , °C	ASTM D 92-78	232,2
<i>Carbon Residue</i> , %	ASTM D 189-76	1,1116

Penggunaan minyak pelumas pada umumnya didominasi oleh mesin-mesin motor baik itu mesin bensin maupun mesin diesel. Akan tetapi sekarang ini banyak industri yang memakai minyak pelumas untuk mesin-mesin industrinya yang bertujuan untuk melumasi silinder mesin. Mesin dengan silinder yang lebih besar akan

mengalami panas yang sangat besar dikarenakan gesekan yang kuat dengan dinding silinder dan membutuhkan tingkat viskositas yang sangat tinggi.

Minyak pelumas dalam pemakaiannya mengalami degradasi baik struktur maupun komposisinya sehingga mengakibatkan perubahan pada sifat fisisnya.

Metodologi

Bahan baku

a. Minyak Pelumas Bekas diambil dari PT. Sari Husada, Tbk. Yogyakarta.

Pengujian beberapa sifat fisis dari minyak pelumas bekas industri disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Minyak Pelumas Bekas Industri

Pengujian Sifat Fisis	Metode Pengujian	Minyak Pelumas Bekas Industri
<i>Viscositas Redwood</i> , cP	ASTM D 445-79	107,5
<i>Flash Point</i> , °C	ASTM D 92-78	96
<i>Carbon Residue</i> , %	ASTM D 189-76	55,169

b. Bentonit Wonosegoro, Boyolali.

Diperoleh dari lokasi penambangan di dusun Bandung, sekitar 500 meter dari Desa Wonosegoro, Boyolali dalam bentuk bongkahan tanah liat.

Hasil analisis bentonit menggunakan XRD menunjukkan bahwa bentonit Wonosegoro merupakan bentonit Ca. Di samping itu juga mengandung SiO₂.

c. Larutan H₂SO₄ Kadar 98 % dibeli dari toko Brataco Chemical, Yogyakarta.

Alat yang digunakan

a. Proses aktivasi Bentonit dengan metoda pemanasan digunakan *muffle burner*

b. Proses aktivasi Bentonit dengan metoda penekanan digunakan bejana tekan

c. Proses aktivasi Bentonit dengan metoda asam digunakan labu leher tiga yang dilengkapi pengaduk dan pendingin.

d. Proses adsorpsi menggunakan labu leher tiga yang dilengkapi pengaduk dan pendingin.

Cara Percobaan

a. Preparasi Bentonit

Ca-Bentonit dikeringkan dengan menjemur selama 2 hari dibawah sinar matahari, kemudian bongkahan bentonit dihaluskan dengan menggunakan *Crusher*, hingga halus. Langkah selanjutnya bentonit diayak dengan ukuran lolos 200 mesh, dan siap untuk diaktivasi.

b. Pengaktifan Ca-Bentonit dan Adsorpsi

1). Metode pemanasan

Ca-Bentonit dimasukkan ke dalam *muffle burner* pada suhu 280, 300, 320, 340, 360 dan 380°C selama 1,5 jam. Sampel sebanyak 25 g diambil, lalu dikontakkan dengan minyak pelumas bekas selama 2 jam dan dianalisa.

2). Metode penekanan

Ca-Bentonit dimasukkan ke dalam bejana tekan dengan variasi tekanan 1,75 atm, 2,23 atm, 2,54 atm, 2,66 atm dan 3,02 atm selama 1,5 jam. Sampel kemudian dikontakkan dengan minyak pelumas bekas dan dianalisa.

3). Metode asam

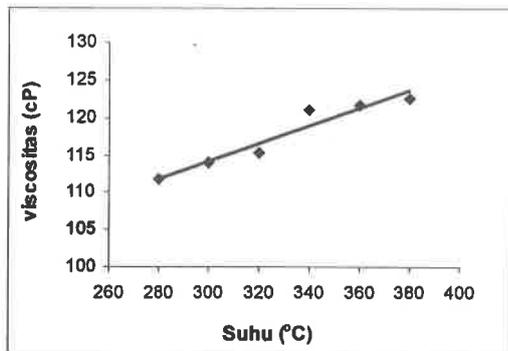
Ca-Bentonit sebanyak 100 g dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan diaktifkan dengan H₂SO₄ dengan konsentrasi 0,1, 0,2, 0,4 dan 0,5 N, campuran diaduk selama 1,5 jam. Setelah selesai, disaring dan dicuci dengan aquadest sampai netral, lalu dikeringkan dalam oven. Hasil yang didapat lalu dikontakkan dengan minyak pelumas bekas industri dan dianalisa.

Hasil dan pembahasan
Metode Pemanasan

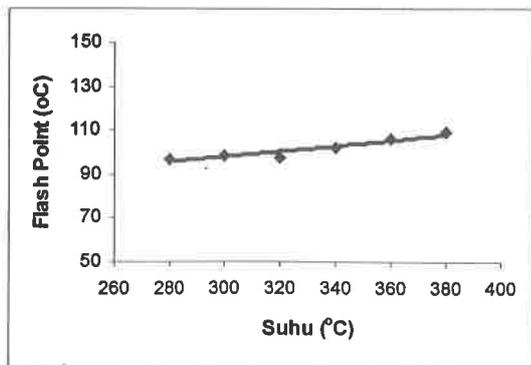
Tabel 3. Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Sifat Fisis Minyak Pelumas Bekas

Ca-bentonit : 25 g,
pelumas bekas : 250 ml
waktu pengontakan : 2 jam
suhu pengontakan : 80°C
kecepatan pengadukan : 400 rpm

Suhu (oC)	Viscositas Redwood (cP)	Flash Point (°C)	Carbon Residue (%)
280	111,9	97	33,26
300	114	98,8	28,13
320	115,3	98	25,86
340	121,1	102	24,72
360	121,6	106	21,21
380	122,6	109	20,15



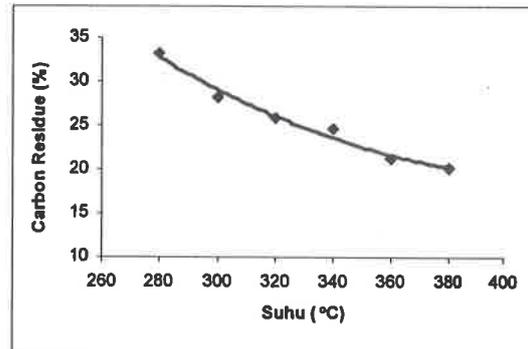
Gambar 1. Hubungan Suhu Aktivasi dengan Viscositas Redwood



Gambar 2. Hubungan Suhu Aktivasi dengan Flash Point

Dari gambar 1 dan 2 dapat terlihat bahwa pengaruh kenaikan suhu aktivasi Ca-Bentonit terhadap viscositas Redwood dan flash point cenderung mengalami kenaikan hal ini dikarenakan dengan naiknya suhu aktivasi

menyebabkan banyak air yang terperangkap dalam pori-pori bentonit semakin banyak yang teruapkan dan luas permukaan adsorben semakin bertambah sehingga menyebabkan interaksi dengan bahan-bahan pengotor juga bertambah besar, hal ini dapat memperbaiki sifat fisis viscositas dan flash point-nya menjadi lebih baik.



Gambar 3. Hubungan Suhu Aktivasi dengan Carbon Residue

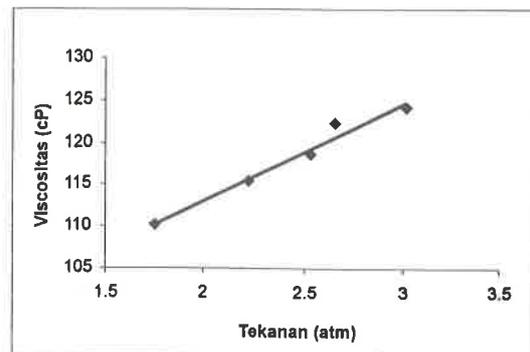
Gambar 3 menunjukkan semakin tinggi suhu aktivasi reaksi makin rendah kadar Carbon Residu. Hal ini disebabkan makin tinggi suhu aktivasi maka air yang terperangkap dalam pori-pori bentonit makin banyak yang teruapkan dan posisi air tersebut dapat diganti dengan kontaminan atau pengotor dari minyak pelumas bekas, dalam arti lain bleaching power bentonit semakin besar.

Metode Penekanan

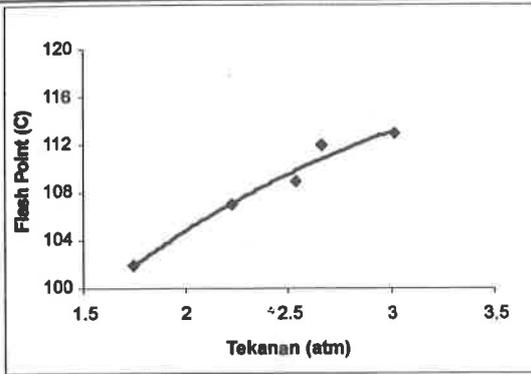
Tabel 4. Pengaruh Tekanan Aktivasi terhadap Sifat Fisis Minyak Pelumas Bekas

Ca-bentonit : 25 g,
pelumas bekas : 250 ml
waktu pengontakan : 2 jam
suhu pengontakan : 80°C
kecepatan pengadukan : 400 rpm

Tekanan (atm)	Viscositas Redwood (cP)	Flash Point (°C)	Carbon Residue (%)
1,75	110,2	102	31,83
2,23	113,5	107	30,27
2,54	120,1	109	28,12
2,66	123,9	112	22,05
3,02	124,2	113	21,79

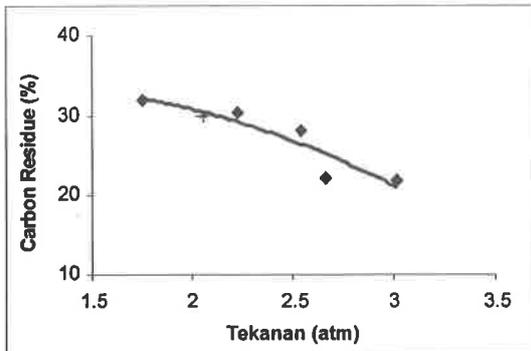


Gambar 4. Hubungan Tekanan Aktivasi dengan Viscositas Redwood



Gambar 5. Hubungan Tekanan Aktivasi dengan Flash Point

Dari gambar 4 dan 5 dapat terlihat bahwa pengaruh kenaikan tekanan aktivasi Ca-Bentonit terhadap viscositas Redwood dan flash point cenderung mengalami kenaikan hal ini dikarenakan dengan naiknya tekanan aktivasi menyebabkan luas permukaan adsorben semakin bertambah luas. Tekanan uap tersebut mulai mengadsorpsi pada bagian sudut (*edge*) terlebih dahulu sebelum bermigrasi ke bagian dalam (*interior*). Semakin besar tekanan uap yang memaksa masuk ke bagian dalam pori bentonit, maka bentonit akan pecah menjadi bagian yang lebih kecil, sehingga luas permukaan adsorben menjadi lebih besar dan bahan-bahan pengotor yang dapat diadsorpsi semakin banyak.



Gambar 6. Hubungan Tekanan Aktivasi dengan Carbon Residue

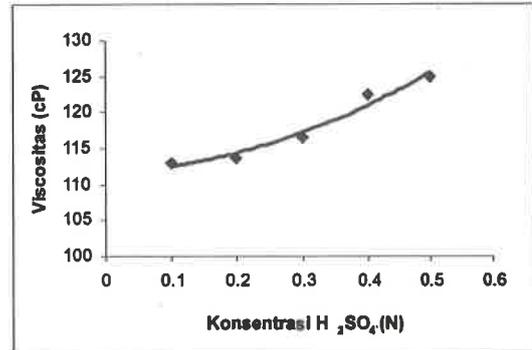
Gambar 6 menunjukkan semakin tinggi tekanan aktivasi reaksi makin rendah kadar *Carbon Residu*. Besarnya tekanan uap akan mengadsorpsi banyaknya zat pengotor dalam minyak pelumas bekas, dikarenakan tekanan uap akan memecah ukuran dari bentonit sehingga mereka dan apabila tekanan makin besar maka bentonit akan menjadi bagian yang lebih kecil, sehingga luas permukaan (*water layer*) bertambah besar.

Metode Asam

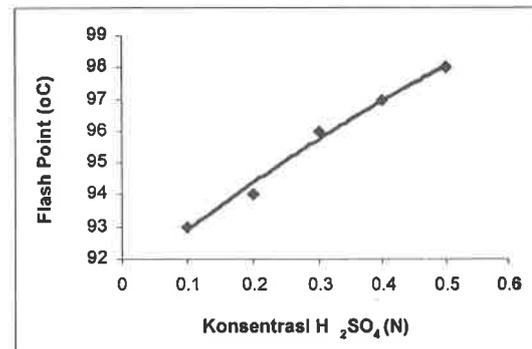
Tabel 5. Pengaruh konsentrasi H₂SO₄ terhadap sifat fisis minyak pelumas bekas Ca-bentonit : 25 g,

pelumas bekas : 250 ml
 waktu pengontakan : 2 jam
 suhu pengontakan : 80°C
 kecepatan pengadukan : 400 rpm

Konsentrasi H ₂ SO ₄ , N	Viscositas Redwood' (cP)	Flash Point (°C)	Carbon Residue(%)
0,1	113	96	38,49
0,2	113,7	96	35,30
0,3	116,1	97	34,49
0,4	122,5	98	30,24
0,5	125	98	28,43

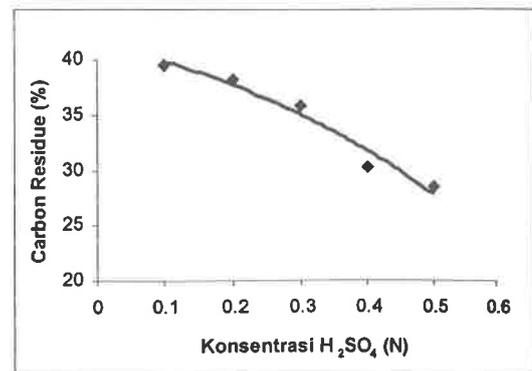


Gambar 7. Hubungan Konsentrasi H₂SO₄ dengan Viscositas Redwood



Gambar 8. Hubungan Konsentrasi H₂SO₄ dengan Flash Point

Dari Gambar 7 dan 8 dapat disimpulkan bahwa pengaruh H₂SO₄ pada aktivasi Ca-Bentonit akan membersihkan permukaan pori-pori bentonit dan mengatur kembali letak atom yang dapat ditukarkan pada saat adsorpsi. Semakin besar konsentrasi H₂SO₄ maka adsorpsi semakin baik dan zat pengotor dalam minyak pelumas bekas industri semakin berkurang. Hal ini ditandai dengan naiknya viscositas Redwood dan *flash point* minyak tersebut. Konsentrasi H₂SO₄ optimum yang didapat adalah 0,4 N, pada suhu aktivasi dan tekanan operasi yang optimum



Gambar 9. Hubungan Konsentrasi H₂SO₄ dengan Carbon Residue

Dari gambar 9 diketahui bahwa semakin besar konsentrasi H_2SO_4 pada aktivasi Ca-Bentonit maka Carbon Residue mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan H_2SO_4 akan menukar kation Ca yang ada dalam Ca-Bentonit menjadi ion H^+ dan akan melepaskan ion Al, Fe, Mg dan pengotor lain dari kisi-kisi struktur, sehingga secara fisiknya Ca-Bentonit tersebut menjadi lebih aktif.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Viscositas Redwood dan *flash point* minyak pelumas bekas industri dapat dinaikkan, sedangkan *Carbon Residue* dapat diturunkan dengan adsorpsi Ca-Bentonit yang sudah diaktivasi dengan metode pemanasan, metode tekanan dan metode asam.
2. Semakin tinggi suhu aktivasi Ca-Bentonit dan tekanan operasi serta konsentrasi H_2SO_4 maka semakin besar viscositas Redwood dan *flash point*. Sebaliknya dengan kenaikan suhu aktivasi Ca-Bentonit, tekanan operasi dan konsentrasi H_2SO_4 akan menyebabkan penurunan *Carbon Residue* dalam minyak pelumas, sehingga mutunya menjadi lebih baik.
3. Metoda aktivasi Ca-Bentonit yang paling baik yaitu Metode Penekanan.
4. Kondisi aktivasi Ca-Bentonit yang relatif baik diperoleh pada suhu $360^\circ C$ menghasilkan minyak pelumas dengan Viscositas Redwood 121,6 cP, flash point $106^\circ C$ dan Carbon residu 21,21%; tekanan 2,66 atm menghasilkan Viscositas Redwood 123,9 cP, flash point $112^\circ C$ dan Carbon residu 22,05% dan konsentrasi H_2SO_4 0,4 N, menghasilkan minyak pelumas dengan Viscositas Redwood 122,5 cP, flash point $98^\circ C$ dan Carbon residu 30,24.
5. Berdasarkan hasil-hasil tersebut, maka minyak pelumas bekas hasil adsorpsi bentonit belum memenuhi standar.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada Fachrudin A. R dan Daniel H. yang telah membantu pengumpulan data penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Allinson, J.P., 1975, *Criteria for Quality of Petroleum Products, Applied Science Publisher LTD, Institute of Petroleum, London.*
- Fathul, E.K. dan B. Setijo, 1999, *Prospek Bentonit Alam di Indonesia untuk Industri Petrokimia (I); Modifikasi dan Aktivasi sebagai Adsorben Pembersih Wax*, *Jurnal Teknologi, ed. 4*, 446-457.
- Grim, E. Ralph, "Clay Mineralogy", 2nd ed, *Mc Graw-Hill Co. Inc.*, New York, 1981.
- Hardjono, A., 2001, *Teknologi Minyak Bumi, ed. 1, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.*
- Husaini, Suyartono, 1991, *Tinjauan Terhadap Kegiatan Penelitian Karakteristik dan Pemanfaatan Zeolit Indonesia yang Dilakukan PPTM Periode 1980-1991*, *Buletin PPTM, vol 13, no. 4.*
- Radzali Othman, Tuan Besar Tuan Sarif, 1992, *Mineralogi Lempung, Univ. Sains Malaysia dan Pustaka Kementerian Pendidikan Malaysia, Kuala Lumpur.*
- Riyanto, A., 1994, *Bahan Galian Industri Bentonit, Dirjen Pertambangan Umum, PPTM.*
- Subiyanto, 1990, *Jenis-jenis Logam Yang Terdapat Dalam Minyak Pelumas Bekas dan Sumber Asalnya, Lembaran Publikasi Lemigas, 1*
- Sukandarrumudi, 1999, *Bahan Galian Industri, ed. 1, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.*
- Treyball, R.E., 1991, *Mass-Transfer Operation, 3rd ed.*, *Mc Graw-Hill Co. Inc.*, New York.
- SNI 06-0012-1987 tentang Pelumas SAE CF/SF.