

**METODE PENGUJIAN PRAKTIS OKSIDASI
MINYAK PELUMAS MOTOR BENSIN SAE 20W-50**

SKRIPSI

oleh :
SISWO PURNOMO
0310930051-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009**

**METODE PENGUJIAN PRAKTIS OKSIDASI
MINYAK PELUMAS MOTOR BENSIN SAE 20W-50**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

oleh :

SISWO PURNOMO
0310930051-93



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
METODE PENGUJIAN PRAKTIS OKSIDASI
MINYAK PELUMAS MOTOR BENSIN SAE 20W-50

Oleh :
SISWO PURNOMO
0310930051-93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
Pada tanggal.....
Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I

Ir. H.M. Djamil, MT.
NIP : 131 577 620

Pembimbing II

Dra. Lailatin Nuriyah, MSi.
NIP : 131 586 566

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo, Ph.D
NIP : 131 960 447

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siswo Purnomo
NIM : 0310930051
Jurusan : FISIKA
Penulisan Skripsi berjudul : Metode Pengujian Praktis
Oksidasi minyak Pelumas Motor
Bensin SAE 20W-50

Dengan ini Menyatakan bahwa :

- 3 Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan Tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
- 4 Apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 22 Juli 2009
Yang menyatakan,

(Siswo Purnomo)
NIM. 0310930051

METODE PENGUJIAN PRAKTIS OKSIDASI MINYAK PELUMAS MOTOR BENSIN SAE 20W-50

ABSTRAK

Penurunan kualitas minyak pelumas, salah satunya disebabkan oleh sisa pembakaran yang tidak sempurna. Sisa pembakaran pada kendaraan bermotor akan mengandung bahan padat, yang disebabkan oleh reaksi oksigen dengan hidrokarbon yang mengembun dan bahan-bahan karbon yang tidak terbakar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perubahan nilai oksidasi pada minyak pelumas, dimana perubahan nilai oksidasi tidak boleh lebih dari 1%. Perubahan nilai oksidasi dilihat dari hasil spektrum FTIR minyak pelumas baru dibandingkan dengan hasil spektrum FTIR larutan yang dibuat. Larutan ini dibuat dari minyak pelumas baru ditambah karbon sisa hasil pembakaran. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah pada konsentrasi 0.9 g/l, terjadi perubahan nilai oksidasi dari minyak pelumas baru sebesar 0.99%. Dari hasil penelitian, akan dijadikan acuan untuk menentukan batas ukur nilai oksidasi pada alat yang akan dibuat. Alat ini terbuat dari kertas saring yang akan diberi tanda berupa lingkaran sebagai batas ukur kelayakan, yakni minyak pelumas dikatakan masih layak dipakai apabila luberan karbon kurang dari $(3,25 \pm 0,06)$ cm dan dikatakan sudah tidak layak pakai apabila luberan karbonnya lebih dari $(3,25 \pm 0,06)$ cm.

Kata Kunci: Minyak pelumas, oksidasi.

**PRACTICAL EXAMINATION METHODS
LUBRICANT OXIDATION BENZINE ENGINE
SAE 20W-50**

ABSTRACT

The decline in the quality of lubricant, one of them caused by the burning residue that is not perfect. Remaining on the burning vehicles will contain dense material, which is caused by the reaction of oxygen with hydrocarbons condense and materials that do not burn carbon. The objective of this research is to identify changes in the value of the lubricant oxidation, which changes the value of oxidation can not be more than 1%. Changes in the value of oxidation seen from FTIR spectrum of the new lubricant compared with the results of the FTIR spectrum of the solution is made. This solution is made of a new lubricant added the rest of the results of carbon combustion. Results obtained from this research is the concentration of 0.9 g/l, the value changes occur from the oxidation of a new lubricant 0.99%. From the results of the research, will be used as reference standards to determine the limit value of oxidation on the tool will be made. The tool is made of filter paper that will be marked with a circle as the limit measure feasibility, lubricant is said to be feasible if carbon overflow less than (3.25 ± 0.06) cm, and said use is not feasible when the carbon overflow more than (3.25 ± 0.06) cm.

Key Word: Lubricant, Oxidation.

KATA PENGANTAR

Pada penelitian ini, penulis telah menguji kandungan karbon atau perubahan nilai oksidasi minyak pelumas baru, yang telah dipakai maupun yang ditambahkan karbon sendiri pada alat laboratorium (FTIR). Hasil-hasil yang didapatkan pada pengujian, diujikan kembali pada alat yang dibuat oleh penulis. Dari alat yang dibuat oleh penulis, diharapkan masyarakat bisa diberi kemudahan dalam memeriksa kelayakan dari minyak pelumas kendaraannya, sehingga penggunaan minyak pelumas pada kendaraan dapat digunakan secara optimal.

Atas terselesaikannya penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada **Allah SWT** yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran pada penyusunan Skripsi ini, **Bapak dan Almarhum Ibuku** tersayang, yang selalu memberikan doa restunya, **Kakak & Ponakanku** tercinta yang selalu memberi semangat, ***My Special Friends*** yang sudah memberikan kasih sayangnya dan selalu mendukungku dalam berbagai hal. Dan **Semua Keluargaku** yang tidak bisa disebutkan namanya satu-persatu.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada **Bapak Drs. Adi Susilo, Ph.D**, sebagai **Ketua Jurusan FISIKA**, **Bapak Ir. H.M. Djamil, M.T dan Ibu Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si** sebagai **Dosen pembimbing Tugas Akhir** yang telah memberikan arahan dan dorongan mulai dari awal sampai dengan akhir penelitian ini, **Ibu Iswarin** sebagai **Dosen Pembimbing Akademik** yang telah memberikan arahan untuk kelancaran dalam hal akademik mulai dari awal sampai dengan akhir perkuliahan, **Seluruh Dosen Jurusan Fisika** yang telah memberikan ilmunya, **Seluruh Staf Karyawan Jurusan Fisika** yang telah membantu dalam hal urusan administrasi, **Para Laboran Fisika** yang telah membantu kelancaran penyusunan Skripsi ini, **Semua teman-temanku angkatan 2003** yang telah menjadi teman dikala suka maupun duka. **Kakak dan Adik Tingkat** yang telah memberikan bantuannya. **Para peneliti** yang berkaitan dengan penelitian ini, yang telah memberikan beberapa referensinya untuk kemudahan dalam penelitian. **Dan Semua Orang** yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, masih banyak kekurangan, terutama dalam segi penulisan dalam menyusun skripsi ini. Oleh sebab itu , kritik, saran dan diskusi dari pembaca sekalian akan sangat penulis harapkan dalam membantu menyempurnakan penelitian ini. Untuk kemudahan komunikasi pembaca dapat berkomunikasi melalui e-mail penulis siswo0028@yahoo.co.id atau psiswo@gmail.com atau dapat menghubungi 081334330229/081944815885.

Malang, 21 Juli 2009

Siswo Purnomo



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK/ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Minyak Pelumas	3
2.2. Sistem Pelumasan	4
2.3. Sifat Oksidasi	5
2.4. Penggantian Minyak Pelumas	6
2.5. FTIR	7
2.6. Kertas Saring	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Tahapan Penelitian	11
3.3.1 Pembuatan Sample	11
3.3.2 Penentuan Konsentrasi Larutan	13
3.4. Uji Kertas Saring	14
3.4.1 Uji Volume Tetesan	14
3.4.2 Uji Tetesan Minyak Pelumas	15

3.5. Alur Penelitian	17
----------------------------	----

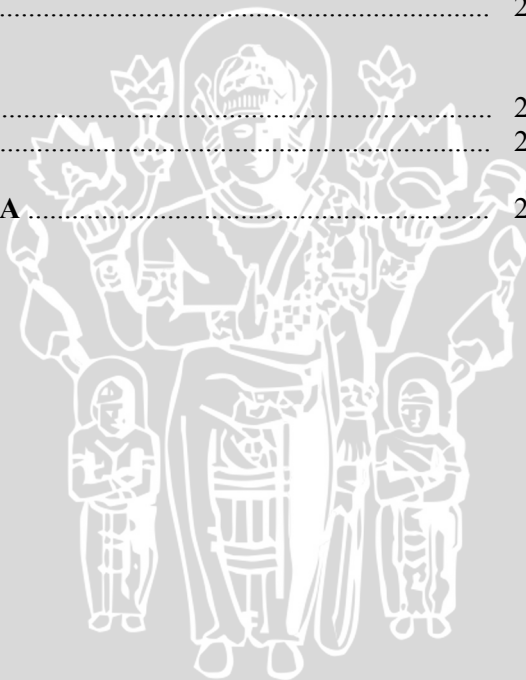
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Uji FTIR	19
4.2. Hasil Uji Kertas	21
4.3. Pengolahan Data	21
4.3.1 Sample E (Konsentrasi 0,9 g/l)	21
4.3.2 Sample G (Konsentrasi 0,1 g/l)	22
4.4. Analisa Hasil Uji Kertas	22
4.5. Pengujian Sampel Lainnya	23
4.5.1 Minyak Pelumas Bekas ($\pm$ 4000 km)	24
4.5.2 Konsentrasi Larutan 0,5 g/l (Sample F)	25
4.6. Pembahasan	25

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	27
5.2. Saran	27

DAFTAR PUSTAKA	29
-----------------------------	----



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Rancangan Metode Pengukur Praktis Oksidasi pada Kertas Saring	16
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian	17
Gambar 4.1 Spektrum FTIR Minyak Pelumas Baru SAE 20W-50	19
Gambar 4.2 Spektrum FTIR Minyak Pelumas Bekas ± 4000 km	19
Gambar 4.3 Grafik Nilai Absorbansi pada Konsentrasi yang Berbeda	20
Gambar 4.4 Batas Jarak lingkaran pada Kertas Saring.....	23



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Analisa Kondisi Minyak Pelumas	6
Tabel 3.1 Karakteristik Minyak Pelumas	12
Tabel 3.2 Variasi Jumlah Karbon yang dicampurkan pada Minyak Pelumas Baru	13
Tabel 4.1 Nilai Transmittansi dan Absorbansi pada Konsentrasi Larutan yang Berbeda	20
Tabel 4.2 Hasil Uji Tetesan Konsentrasi Larutan 0,9 g/l	21
Tabel 4.4 Pengolahan Data Uji Tetesan Konsentrasi Larutan 0,9 g/l	22
Tabel 4.4 Batas Acuan Jarak Lingkaran pada Kertas Saring	23
Tabel 4.5 Hasil Uji Minyak pelumas bekas (± 4000 km) dan Konsentrasi larutan 0,5 g/l.....	23
Tabel 4.6 Pengolahan data minyak pelumas bekas (± 4000 km)	24
Tabel 4.7 Pengolahan Data Konsentrasi Larutan 0,5 g/l	25

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1	Hasil FTIR Larutan 10 g/l (SAMPLE A)	31
Lampiran 2	Hasil FTIR Larutan 1 g/l (SAMPLE B)	32
Lampiran 3	Hasil FTIR Larutan 4 g/l (SAMPLE C)	33
Lampiran 4	Hasil FTIR Larutan 7 g/l (SAMPLE D)	34
Lampiran 5	Analisis Nilai Oksidasi Hasil Uji FTIR	35
Lampiran 6	Volume Tetes	37
Lampiran 7	Hasil Uji pada Kertas Saring (SAMPLE E)	38
Lampiran 8	Hasil Uji pada Kertas Saring (SAMPLE F)	39
Lampiran 9	Peralatan dan Bahan	40



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Minyak pelumas merupakan salah satu hasil dari pengolahan minyak bumi yang berfungsi untuk melumasi suatu sistem yang bergerak. Minyak pelumas mempunyai gesekan yang rendah, memberikan perlindungan terhadap terjadinya korosi dan merupakan penghantar panas yang baik (Wartawan, 1983).

Pemakaian minyak pelumas secara terus menerus pada mesin kendaraan akan menyebabkan penurunan kualitas dari minyak pelumas itu sendiri. Hal ini dikarenakan pada mesin akan terjadi proses pembakaran dan perubahan suhu yang tidak menentu. Sisa pembakaran seperti H_2O yang mengembun masuk ke dalam bak oli dan bereaksi menghasilkan lumpur. Di samping itu karbon yang tidak terbakar akan bercampur dengan oli dan mengendap membentuk kerak. Kerak yang terlalu banyak akan menurunkan kualitas dari minyak pelumas (Boentarto, 1992).

Minyak pelumas dapat diganti dengan yang baru, bila motor menggunakan saringan minyak adalah kira-kira setelah menempuh jarak antara 2.500-3.500 km (Winning, 1986). Selama ini, pemilik kendaraan bermotor melakukan penggantian minyak pelumas mengikuti petunjuk mekanik bengkel atau buku petunjuk. Konsumen cenderung percaya dan tidak memperhatikan kondisi minyak pelumas secara global, penggantian seharusnya didasarkan pada kondisi dari minyak pelumas. Kondisi ini berdasarkan viskositas (kekentalan) dan oksidasi (kandungan karbon) pada minyak pelumas. Saat ini metode pengukuran perubahan oksidasi praktis yang dapat digunakan oleh masyarakat belum ada, sehingga penggunaan minyak pelumas belum optimal.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Yubaidah (2008), alat yang digunakan untuk pengujian nilai oksidasi adalah alat laboratorium, yakni menggunakan FTIR, sehingga masyarakat tidak dapat mengidentifikasi secara langsung kondisi dari minyak pelumas pada kendaraan mereka secara praktis. Pada penelitian ini lebih menitik beratkan pada metode pengukuran praktis oksidasi, sehingga pengukuran nilai oksidasi dapat dilakukan langsung oleh masyarakat.

Metode ini digunakan untuk membuktikan batas kelayakan penggunaan minyak pelumas kendaraan berdasarkan nilai batas peringatan (*warning level*) sifat oksidasi yang ditetapkan berdasarkan standar yang ada. Metode ini bersifat sederhana, mudah digunakan, dilakukan dimana saja, praktis dan efisien.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan suatu masalah:

1. Bagaimana menentukan perubahan nilai oksidasi pada minyak pelumas?
2. Bagaimana membuat metode praktis yang dapat menunjukkan minyak pelumas pada motor bensin masih layak digunakan atau harus diganti?

1.3 Batasan Masalah

Batasan dari permasalahan di atas antara lain:

1. Uji kualitas minyak pelumas dititik beratkan pada perubahan nilai oksidasi.
2. Alat yang digunakan adalah kertas saring

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengidentifikasi nilai batas oksidasi minyak pelumas motor bensin, dengan SAE 20W-50.
2. Membuat metode praktis pengukuran oksidasi menggunakan kertas saring.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengoptimalkan penggunaan minyak pelumas pada motor bensin, dengan SAE 20W-50.
2. Masyarakat dapat menggunakan metode ini untuk mengukur nilai oksidasi minyak pelumas kendaraan mereka sendiri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Pelumas

Bahan untuk membuat minyak pelumas dapat berbentuk cair, padat maupun gas. Bahan pelumas cair ialah yang terbanyak diterapkan (Stolck, 1993). Bahan-bahan untuk membuat minyak pelumas yang berbentuk cair juga berbeda-beda, mulai dari minyak mineral, minyak tumbuhan dan minyak hewan. Sampai saat ini minyak mineral merupakan bahan yang paling memenuhi syarat pelumasan yang antara lain adalah mempunyai gesekan yang rendah, memberikan perlindungan terhadap terjadinya korosi dan merupakan penghantar panas yang baik (Wartawan, 1983).

Minyak pelumas mineral atau minyak pelumas hidrokarbon merupakan campuran kompleks ikatan organik dengan unsur-unsur anorganik yang mempunyai sifat-sifat kimia dan fisika yang bervariasi dan banyak jumlahnya (Wartawan, 1983). Ikatan hidrokarbon yang membentuk minyak pelumas meliputi satu ikatan aromatik, satu ikatan naftenik dan rantai panjang parafin.

Ikatan hidrokarbon dapat berbeda antara minyak pelumas satu dengan yang lainnya. Hal ini dilihat dari penggunaan minyak pelumas tersebut. Pembuatan minyak pelumas biasanya dilihat dari sifat fisik dan kimia minyak pelumas, seperti warna, oksidasi, keasaman, korosifitas, emulsifikasi, titik nyala, titik kabut dan titik tuang, kandungan air dan sedimen, berat jenis dan gravitasi spesifik serta panas jenis.

Minyak pelumas mempunyai bermacam fungsi. Menurut (Daryanto, 1986) minyak pelumas berfungsi untuk:

- Membatasi panas yang timbul dengan mengusahakan gesekan sekecil mungkin.
- Mengambil panas dari bagian-bagian yang dilaluinya.
- Mengurangi gesekan dan keausan dengan membentuk lapisan antara metal-metal.
- Menambah kerapatan antara dua bidang yang saling bersentuhan
- Mengeluarkan kotoran-kotoran akibat gesekan
- Menghindarkan abu dan mencegah korosi/karat

- Mengurangi kebisingan dan meredam kejutan-kejutan.

Penggunaan minyak pelumas untuk kendaraan juga disesuaikan dengan keadaan suhu lingkungan. Penggunaan minyak pelumas di daerah dingin akan berbeda dengan daerah sedang atau panas. Di daerah dingin minyak pelumas yang digunakan adalah SAE 10 atau SAE 20, sedangkan untuk daerah sedang SAE 30 atau SAE 50, dan untuk daerah panas digunakan SAE 60 atau SAE 70 (Winning, 1986).

2.2 Sistem Pelumasan

“Komponen sistem pelumasan terdiri atas bak penampung oli, pompa oli dan saringan oli. Sistem pelumasan harus bekerja dengan baik karena tanpa pelumasan yang baik motor akan cepat rusak. Bagian-bagian yang bergerak akan cepat aus dan motor menjadi sangat panas” (Boentarto, 1992).

Menurut Arismunandar (2002), apabila terjadi gerakan relatif antara dua benda yang bersentuhan, terjadilah gesekan antara kedua benda itu. Gesekan (mekanik) tersebut terutama disebabkan oleh permukaan benda yang kasar tetapi juga oleh adhesi antara kedua permukaan atau oleh reaksi kimia yang terjadi pada permukaan itu. Gesekan terjadi pada motor bakar, misalnya antara poros dan bantalan, antara cincin torak dan dinding silinder atau antara roda gigi dan sebagainya. Besarnya gesekan dapat dikurangi dengan menggunakan pelumas yang fungsinya memisahkan dua permukaan yang bersentuhan.

Di antara permukaan bagian yang bergerak dengan bagian yang lain akan terbentuk lapisan minyak. Lapisan minyak tersebut akan terbentuk pada permukaan torak, cincin torak dan bantalan yang pembentukannya dapat bekerja sendiri atau secara bersama-sama. Sehingga antara permukaan yang bergerak tidak akan terjadi gesekan secara langsung (Soenarta dan Furuhamu, 2002). Terutama di bagian kepala torak, minyak pelumas juga akan menipis, karena sebagian lapisan pelumas itu terbakar (Arismunandar, 2002). Gaya gesek yang terjadi pada dua permukaan yang dilapisi oleh minyak pelumas mempunyai persamaan:

$$F = \frac{\mu Au}{h} \quad (2.1)$$

di mana,

μ = Kekentalan absolut minyak pelumas

A = Luas bidang permukaan lapisan minyak pelumas yang saling bergesekan

U = Kecepatan gesekan

H = Tebal lapisan minyak pelumas.

Proses pembakaran dan gesekan–gesekan yang terjadi di dalam mesin akan menimbulkan penumpukan karbon, yang dapat menghambat kinerja dari minyak pelumas. Pada mesin yang mempunyai saringan oli yang masih berfungsi dengan baik, sebenarnya masalah ini dapat diatasi, karena sebelum oli tersebut melumasi bagian mesin yang harus dilumasi, minyak pelumas akan disaring terlebih dahulu. Akan tetapi, jika saringan sudah tidak berfungsi dengan baik, maka minyak pelumas yang tercemar bahan-bahan karbon akan ikut terbawa masuk ke dalam mesin dan lama-kelamaan menyebabkan kerusakan pada mesin.

2.3 Sifat Oksidasi

Oksidasi merupakan salah satu sifat-sifat penting yang ada di dalam minyak pelumas. Oksidasi adalah suatu reaksi kimia antara udara oksigen di udara dengan hidrokarbon yang merupakan bahan dasar dari minyak pelumas. Sifat oksidasi ini merupakan salah satu sifat yang tidak diinginkan ada pada minyak pelumas, karena sifat ini dapat menurunkan kualitas, viskositas dan meningkatkan keasaman pada minyak pelumas. Hasil oksidasi yang berupa lumpur dapat menyumbat atau merusak lubang-lubang saluran yang ada pada mesin kendaraan, sedangkan yang berupa asam akan menyebabkan terjadinya korosi (Wartawan, 1983).

Ketahanan suatu minyak pelumas terhadap terjadinya oksidasi banyak bergantung pada bahan dasar minyak mentahnya itu diperoleh dan dari cara pengolahannya. Adapun hal yang paling mempengaruhi terjadinya oksidasi adalah lingkungan udara yang lembab. Makin lembab udara makin besar kemungkinan terjadinya oksidasi, ini dikarenakan makin besar kandungan oksigennya. Selain daripada itu, logam-logam seperti besi, aluminium dan tembaga merupakan katalisator terjadinya oksidasi (Wartawan, 1983).

Hasil oksidasi terlihat dari kenaikan kontaminasi asam seperti *petroleum oxyacid* dan pembentukan bahan-bahan yang bersifat

karbon. Berdasarkan nilai batas perubahan oksidasi yang diizinkan pada minyak pelumas adalah tidak lebih dari 1 % untuk perubahan absorbansinya pada minyak pelumas baru (Yubaidah, 2008).

Tabel 2.1 Tabel Hasil Analisis Kondisi Minyak Pelumas
(Yubaidah, 2008)

<i>Parameter Analisa</i>	Metode Analisis	Nilai batas penggunaan
Viskositas, cSt	ASTM D445	Perubahan 25%
Viskositas Index	ASTM D2270	>95 %
TBN, mg KOH/g	ASTM D2896	<2 %
Kandungan Air, wt%	Hot Plate	>0,3 %
Oxidation, A/0,1 mm	FTIR	>1 %
Nitration, A/0,1 mm	FTIR	>1 %
Kelarutan Bahan Bakar, %	FTIR	>6 %
Kelarutan Glikol	FTIR	>0,3 %

2.4 Penggantian Minyak Pelumas

Kinerja secara terus menerus dari minyak pelumas akan menyebabkan keausan pada mesin. Menurut (Boentarto, 1992) “bila oli dipakai dalam jangka waktu yang lama maka akan menjadi encer dan daya lumasnya berkurang. Oleh karena itu oli perlu diganti”.

Untuk penggantian minyak pelumas ini, ada perbedaan antara kendaraan dengan bahan bakar bensin (motor bensin) dan bahan bakar solar (motor diesel). Untuk penggantian pada motor bensin biasanya lebih lama dibandingkan dengan pada motor diesel (Boentarto, 1992). Menurut Winning (1986) “kalau motor-motor itu tidak dilengkapi dengan saringan minyak setelahnya kendaraan itu berjalan tiap-tiap 2000 km, maka minyak pelumas itu haruslah diganti dengan yang baru”. Sedangkan menurut Arismunandar (2002), “secara umum dapat dikatakan, minyak pelumas perlu diganti setiap 30-60 hari, atau tidak lebih dari jarak 3000 km, untuk mencegah keausan mesin yang terlalu cepat.

“Mengingat minyak pelumas itu penting peranannya, haruslah dijaga agar selalu dalam keadaan baik” (Arismunandar, 2002). Penggantian minyak pelumas ini, disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah dikarenakan karena adanya penurunan viskositas

minyak pelumas, adanya campuran dari karbon dari sisa pembakaran, dan adanya debu yang masuk dari luar. Jika tidak segera diganti dalam waktu tertentu, maka akan mempercepat gesekan antar logam yang ada di dalam mesin, karena minyak pelumas sudah tidak dapat bekerja sesuai dengan keadaan awalnya.

2.5 FTIR

FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menentukan gugus fungsional secara kuantitatif. Penentuan secara kuantitatif suatu komponen yang spesifik dalam campuran adalah disertai perbandingan intensitas pita serapan yang unik dengan puncak serapan inframerah yang sama dari komponen murni yang dikerjakan dengan konsentrasi yang diketahui (Sastrohamidjojo, 1992). Semua metode spektrometri mencatat intensitas relatif cahaya yang mencapai detektor atau fraksi (%) sinar yang ditransmisikan terhadap radiasi sinar awal yang melalui cuplikan, sehingga terdapat hubungan antara radiasi yang mencapai detektor dengan konsentrasi komponen dalam larutan. Hubungan ini lazim dikenal sebagai hukum Beer-Lambert (Sastrohamidjojo, 1992).

$$\text{Log } T = -abc \text{ atau } \text{Log } 1/T = abc \quad (2.2)$$

dimana,

T = prosen transmisi (I/I_0).

a = absorptivitas

b = tebal sampel

c = Konsentrasi molekul yang menyerap

Konsentrasi senyawa tidak mempunyai hubungan yang linier dengan proses transmisi, sehingga persamaan yang disederhanakan hingga diperoleh hubungan kuantitas yang linier dengan konsentrasi dikenal dengan absorbansi, A , dan secara matematika dinyatakan sebagai:

$$A = -\log(I/I_0) = -\log T = \log 1/T \quad (2.3)$$

dimana,

A = prosen absorban

I = Energi inframerah yang ditransmisikan

I_0 = Energi total dari berkas radiasi awal

T = prosen transmisi

sehingga persamaan Beer Lambert menjadi

$$A = abc \quad (2.4)$$

dimana,

A = prosen absorban

a = absorptivitas

b = tebal sampel

c = Konsentrasi molekul yang menyerap

Absorbansi A secara kuantitatif dapat terukur langsung dari spektrofotometer (Sastrohamidjojo, 1992).

Untuk menafsirkan gugus fungsional sebuah spektrum infra merah tidak terdapat aturan yang pasti, akan tetapi terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi sebelum mencoba menafsirkan sebuah spektrum.

1. Spektrum haruslah cukup terpisah dan mempunyai puncak yang memadai.
2. Spektrofotometer harus dikalibrasi sehingga pita akan teramati pada kerapan atau panjang gelombang yang semestinya.
3. Metode penanganan cuplikan harus ditentukan. Bila menggunakan pelarut, maka macam dan konsentrasi pelarut serta tebal sel harus disebutkan juga.

Spektrum inframerah haruslah ditafsirkan dengan cara perbandingan empirik terhadap spektrum lain dan dengan mengekstrapolasi kajian molekul yang lebih sederhana (Silverstein, Tanpa Tahun).

2.6 Kertas Saring

Kertas saring merupakan kertas semi permeabel yang dapat digunakan menyaring molekul-molekul di dalam suatu larutan baik berupa cairan maupun gas. Kertas saring mempunyai tipe-tipe yang berbeda-beda, diantaranya adalah

1. *Air filter*
2. *Coffe filter*
3. *Fuel filter*
4. *Laboratory filter*
5. *Oil filter* dan
6. *Tea bags*.

Kertas saring yang digunakan untuk skala penelitian biasanya menggunakan *laboratory filter*. Kertas saring dibuat dari beberapa bahan, diantaranya adalah serabut kayu, karbon dan serabut kuarsa. Kertas saring biasanya menggunakan metode gravimetrik pada suatu analisis kuantitatif kimia. Berat dari kertas saring ini adalah 80 g/m^2 . (Tanpa nama, 2009)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Jurusan Fisika dan Laboratorium Instrumentasi Kimia Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Sedangkan waktu Penelitian dimulai pada bulan Pebruari 2009 sampai dengan bulan Juni 2009.

3.2 Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *beker glass* 100 ml, timbangan digital, penggaris, kertas, kertas saring, Sekrup penutup oli yang selanjutnya disebut penutup oli, kaca, *stopwatch*, *magnetic stirer* dan *bar magnetic stirer* serta *FTIR* 8400S, sebagai alat uji laboratorium.

Sedangkan bahan yang dipakai adalah minyak pelumas baru dengan SAE 20W-50, serbuk karbon dari hasil pembakaran tidak sempurna dan minyak tanah sebagai bahan pembuat karbon.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menitik beratkan pada identifikasi minyak pelumas pada mesin motor bensin yang telah dipakai masih dalam kondisi baik atau sudah tidak layak pakai dilihat dari sifat oksidasi, sebagai akibat proses pembakaran ketika mesin bekerja dan reaksi oksigen dengan hidrokarbon. Setelah mendapatkan hasil identifikasi nilai oksidasi melalui uji FTIR, selanjutnya dibuat metode mengetahui karakteristik oksidasi tersebut dengan menggunakan kertas saring. Tahapan-tahapan dari penelitian yang dilalui meliputi tahap pembuatan sampel, penentuan konsentrasi larutan dan pengujian pada kertas saring.

3.3.1 Pembuatan sample

Sampel dari penelitian ini adalah suatu larutan yang berisi minyak pelumas dan serbuk karbon.

3.3.1.1 Minyak pelumas

Minyak pelumas yang digunakan adalah dengan SAE 20W-50. Minyak pelumas ini adalah minyak pelumas yang umum digunakan di masyarakat. Karakteristik minyak pelumas yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Karakteristik Minyak Pelumas

Karakteristik	Nilai
No. SAE	20W-50
Massa Jenis, 15/4° C	0.8873
Viskositas Kinematik, 40° C, cSt	172.57
Viskositas Kinematik, 100° C, cSt	18.81
CCS Viskositas 10 ⁰ C, cP	9300
Indeks Viskositas	122
Warna, ASTM	3.0
Titik Didih, COC, °C	225
Titik Beku, °C	-27
TBN, mg KOH/g	5.75

Minyak pelumas yang digunakan dalam pembuatan sampel adalah sebanyak 0,05 liter atau 5 ml tiap sampel.

3.3.1.2 Serbuk karbon

Karbon dipilih dari bahan serbuk karena diasumsikan sama dengan hasil dari proses pembakaran pada kendaraan bermotor. Cara pembuatan karbon ini adalah dengan cara menampung sisa pembakaran lampu damar, yang berupa residu atau asap pada wadah yang diletakkan di atas lampu damar. Residu atau asap yang menempel pada wadah diambil dan disimpan pada gelas. Lampu damar ini menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakarnya.

Serbuk karbon dalam pembuatan sampel adalah bervariasi massanya, tergantung dari konsentrasi larutan yang diinginkan. Variasi dari banyaknya serbuk karbon yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Variasi jumlah karbon yang dicampurkan pada minyak pelumas baru

Sampel	Karbon (g)	Oli (l)	Konsentrasi (g/l)	Waktu Pengadukan (Menit)
A	0,50	0,05	10	5
B	0,05	0,05	1	5
C	0,20	0,05	4	5
D	0,35	0,05	7	5
E	0,045	0,05	0,9	5
F	0,025	0,05	0,5	5
G	0,005	0,05	0,1	5
NEW	0	0,05	0	0
Bekas	Pemakaian minyak pelumas 4000 km			

3.3.1.3 Pembuatan larutan dengan konsentrasi tertentu

Tahap selanjutnya adalah pencampuran serbuk karbon dan minyak pelumas yang telah disiapkan. Pencampuran ini menggunakan alat *magnetic stirer*. *Beker glass* yang telah terisi minyak pelumas baru dan karbon diletakkan di atas *magnetic stirer*, setelah siap *bar magnetic stirer* di masukkan ke dalam *beker glass*. Setelah minyak pelumas dan serbuk karbon menjadi larutan homogen, larutan tersebut dimasukkan ke dalam tempat sampel. Waktu yang dibutuhkan untuk membuat larutan ini adalah selama 5 menit.

4.3.1.4 Pengujian FTIR

Setelah tahap pencampuran selesai dilakukan, selanjutnya dari hasil campuran tersebut diambil sampel sebanyak 5 ml sebagai bahan uji FTIR.

4.3.2 Penentuan konsentrasi larutan

Hasil spektrum FTIR sampel yang diuji, diketahui nilai transmitansinya. Dari nilai transmitansi diubah menjadi nilai absorbansi, menggunakan rumus:

$$A = \log \frac{1}{T} \quad (3.1)$$

dimana,

A = Nilai absorbansi

T = Nilai transmitansi

Selanjutnya ditentukan nilai persentase perubahan absorbansi dengan membandingkan nilai absorbansi larutan minyak pelumas dan serbuk karbon dengan nilai absorbansi minyak pelumas baru. Dari data yang didapatkan, dibuat grafik eksponensial, antara konsentrasi sebagai axisnya dan absorbansi sebagai ordinatnya. Dari grafik yang didapat, ditabelkan kembali, sesuai dengan persamaan yang didapatkan dari *software Curve Expert 3.1*. Dari tabel ditentukan pada konsentrasi berapa perubahan absorbansi sudah mencapai 1%, yaitu batas kelayakan minyak pelumas masih dapat digunakan.

4.4 Uji Kertas Saring

Peralatan yang diperlukan dalam pengujian pada kertas saring adalah kaca, penutup oli, penggaris serta kertas saring yang akan diuji. Sedangkan bahan yang disiapkan adalah larutan dengan konsentrasi tertentu untuk perubahan nilai oksidasi sebesar 1%, dan larutan dengan perubahan oksidasi sangat kecil sebagai kontrol dan minyak pelumas bekas sebagai pembanding. Bahan tersebut ditetaskan melalui penutup oli. Pemilihan penutup oli sebagai alat yang digunakan untuk meneteskan dikarenakan untuk mempermudah pengguna, karena alat ini selalu ada pada setiap kendaraan bermotor. Untuk spesifikasi penutup oli yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 9.

3.4.1 Uji volume tetesan

Volume tetes yang digunakan pada penutup oli adalah sebanyak 0,32 ml. Volume tetes ini merupakan rerata dari pengujian tersendiri. Pengujiannya adalah dengan cara meneteskan sampel minyak pelumas murni melalui penutup oli pada timbangan digital dan diukur massanya. Tiap pengujian dilakukan 10 kali dan dihitung reratanya menggunakan rumus rapat massa

$$v = \frac{m}{\rho} \quad (3.2)$$

dimana,

v = Volume tetesan minyak pelumas

m = Massa minyak pelumas

ρ = Massa jenis Minyak pelumas sebesar 0,8873 kg/l

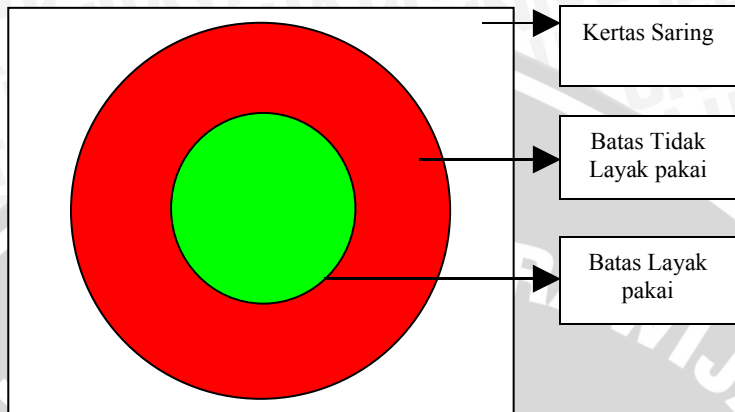
3.4.2 Uji tetesan minyak pelumas

Langkah-langkah pengujian pada kertas saring adalah kertas saring dipotong-potong dengan ukuran 7 cm X 7 cm sebanyak 10 lembar untuk tiap-tiap sampelnya. Ukuran kertas saring ini dibuat supaya hasil dari tetesan minyak pelumas masih ada dalam kertas dan tidak meluber keluar. Karena jika ukurannya lebih kecil dari ukuran tersebut hasil luberan minyak pelumas tidak dapat teramati, karena dapat melebihi dari kertas tersebut.

Selanjutnya kertas tersebut diletakkan diatas kaca paling datar, hal ini dimaksudkan supaya hasil dari penetesan yang berupa luberan dapat berjalan secara kontinyu sampai dengan tidak meluber kembali.

Selanjutnya penutup oli dicelupkan ke dalam larutan dan dengan segera ditetaskan pada kertas saring dengan jarak 5 cm dari ujung penutup oli. Penetesan dilakukan pada ke-10 kertas yang telah disiapkan. Jarak penetesan ini ditetapkan dengan jarak 5 cm karena jarak tersebut merupakan jarak yang paling ideal, karena jika terlalu dekat atau jauh hasil yang didapatkan akan kurang optimal.

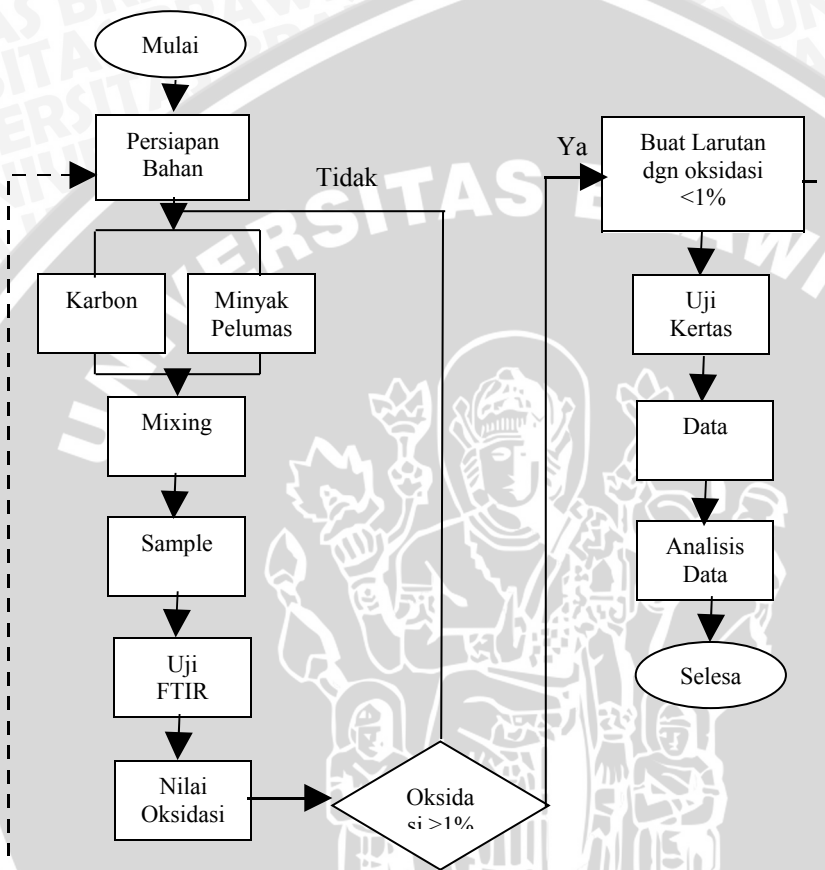
Larutan yang telah ditetaskan diamati selama 1 jam. Karena selama selang waktu tersebut luberan dari minyak pelumas sudah berhenti. Selanjutnya luberan larutan diukur diameternya untuk tiap-tiap kertas.



Gambar 3.1 Rancangan Metode Pengukur Praktis Oksidasi pada Kertas Saring



4.5 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

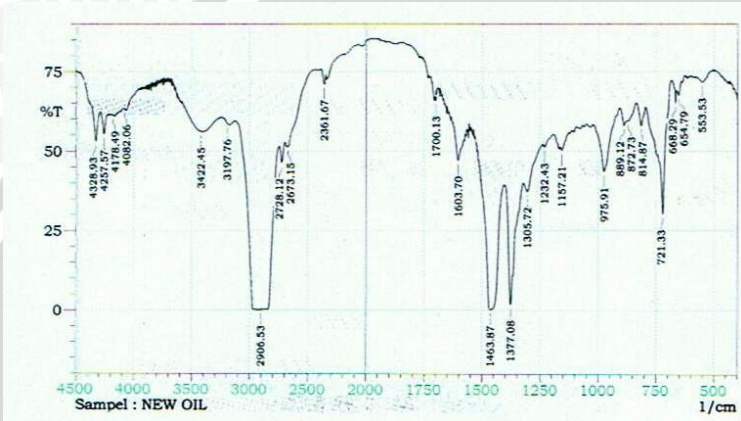
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

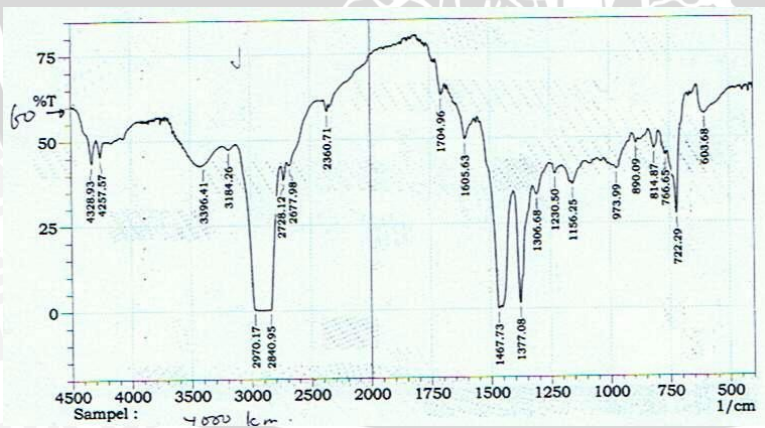
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji FTIR



Gambar 4.1 Spektrum FTIR Minyak Pelumas Baru SAE 20W-50

Pada Gambar 4.1 Spektrum FTIR minyak pelumas baru SAE 20W-50 mempunyai nilai transmitansi sebesar 68%. Nilai transmitansi spektrum FTIR untuk penelitian ini ditentukan pada bilangan gelombang 4000 cm^{-1} .



Gambar 4.2 Spektrum FTIR Minyak Pelumas Bekas ± 4000 km

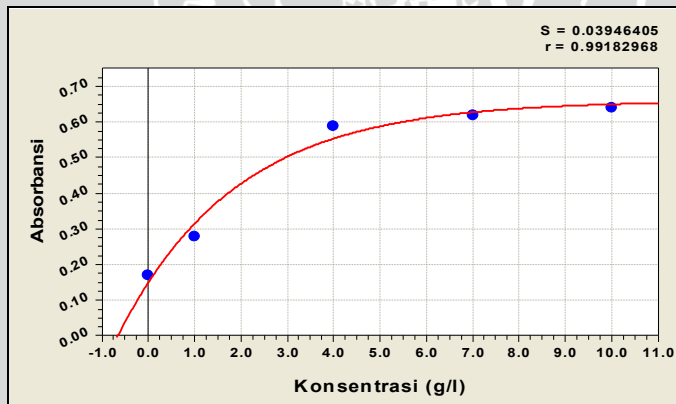
Pada Gambar 4.2 nilai transmitansi minyak pelumas bekas $\pm$ 4000 km sebesar 54%. Untuk nilai transmitansi sample yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Dari nilai transmitansi tersebut dirubah menjadi nilai absorbansi, sehingga bisa didapatkan persentase perubahan nilai absorbansi.

Tabel 4.1 Nilai Transmitansi dan Absorbansi pada konsentrasi larutan yang berbeda

Sample	Konsentrasi (g/l)	Transmitansi	Absorbansi	Perubahan nilai absorbansi (%)
NEW	0	0,68	0,17	0
B	1	0,53	0,28	1,08
C	4	0,26	0,59	2,89
D	7	0,24	0,62	3,08
A	10	0,23	0,64	3,21
Bekas	-	0,54	0,27	0,80

Persentase perubahan nilai absorbansi pada Tabel 4.1 merupakan perbandingan nilai absorbansi larutan yang dibuat dengan absorbansi minyak pelumas baru. Dari Tabel 4.1 di atas selanjutnya dibuat grafik eksponensial, seperti yang terlihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik Nilai Absorbansi pada Konsentrasi yang Berbeda

Sumbu-y pada grafik tersebut menunjukkan besarnya absorbansi yang dialami minyak pelumas pada uji FTIR, sedangkan sumbu-x

menunjukkan konsentrasi dari larutan yang akan diuji. Pada grafik Gambar 4.1 terlihat, semakin besar konsentrasi larutan, maka nilai absorbansi juga akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan, semakin besar konsentrasi, semakin banyak karbon yang terkandung di dalam minyak pelumas, sehingga penyerapan infra merah dari FTIR juga akan semakin besar.

Dengan menggunakan software *Curve Expert 3.1* persamaan dari grafik Gambar 4.1 di atas adalah

$$y = 0,508(1,2992 - e^{-0,3918x}) \quad (4.1)$$

Dari persamaan ini dibuat tabel korelasi antara konsentrasi dan absorbansi. Sehingga dari tabel pada Lampiran 5 dapat diketahui pada konsentrasi 0,9 g/l, nilai perubahan absorbansi dari minyak pelumas baru sudah mencapai 0,99%, dimana nilai batas oksidasi yang diizinkan adalah sebesar 1%.

4.2 Hasil Uji Kertas

Setelah mengetahui larutan dengan konsentrasi 0,9 g/l yang memenuhi nilai batas oksidasi, maka larutan tersebut dibuat dan diuji pada kertas saring yang telah disiapkan. Setelah dilakukan pengujian pada kertas saring, hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Uji Tetesan Konsentrasi larutan 0,9 g/l

Kertas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diameter (cm)	3,3	3,0	3,4	3,3	3,4	3,0	2,9	3,4	3,5	3,3

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Sample E (konsentrasi 0,9 g/l)

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{32,5}{10} = 3,25 \text{ cm}$$

Tabel 4.3 Pengolahan data Uji Tetesan Konsentrasi larutan 0,9 g/l

Kertas	Diameter (cm)	$ d - \bar{d} $	$ d - \bar{d} ^2$
1	3,3	0,05	0,0025
2	3	0,25	0,0625
3	3,4	0,15	0,0225
4	3,3	0,05	0,0025
5	3,4	0,15	0,0225
6	3	0,25	0,0625
7	2,9	0,35	0,1225
8	3,4	0,15	0,0225
9	3,5	0,25	0,0625
10	3,3	0,05	0,0025
Σ	32,5		0,3850

$$\text{Ralat : } \delta d = \sqrt{\frac{\Sigma |d - \bar{d}|^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,385}{10(10-1)}} = 0,0654 \text{ cm}$$

$$d = \bar{d} \pm \delta d = (3,25 \pm 0,06) \text{ cm}$$

$$\text{Ketelitian : } R = \frac{0,0654}{3,25} \times 100\% = 2,01\%$$

$$d = \bar{d} \pm R\% = 3,25 \text{ cm} \pm 2\%$$

4.3.2 Sample G (konsentrasi 0,1 g/l)

Untuk konsentrasi 0,1 g/l, karbon yang diberikan sangatlah sedikit, sehingga pada kertas, karbon yang ditambahkan tidak teramati, hanya luberan minyak pelumas yang terlihat.

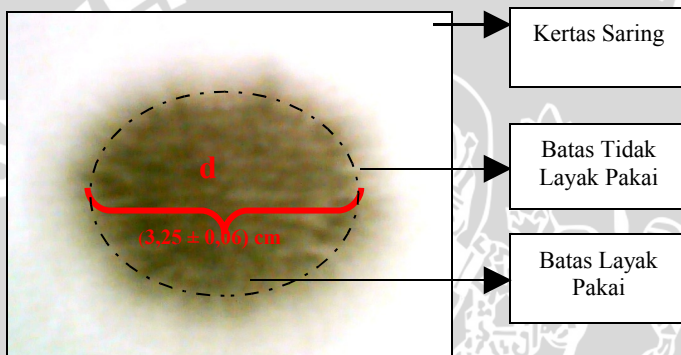
4.4 Analisis Hasil Uji Kertas

Dari data yang telah didapatkan, rata-rata pengukuran diameter untuk konsentrasi 0,9 g/l adalah sepanjang 3,25 cm dengan ketelitian 2,01%. Penentuan batas acuan dalam menggunakan kertas ini adalah dengan menggunakan panjang diameter dengan konsentrasi larutan 0,9 g/l. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Batas Acuan Jarak Lingkaran pada Kertas Saring

Jarak (cm)	Kondisi
$< (3,25 \pm 0,06)$	Layak
$> (3,25 \pm 0,06)$	Tidak Layak

Setelah diketahui batas acuan untuk menentukan kondisi dari minyak pelumas, jarak-jarak yang telah didapatkan, digunakan untuk menentukan diameter lingkaran pada kertas.



Gambar 4.4 Batas Jarak lingkaran pada Kertas Saring

4.5 Pengujian Sample Lainnya

Pengujian untuk sampel yang lain adalah pengujian pada minyak pelumas bekas yang telah dipakai pada kendaraan dengan menempuh jarak ± 4000 km dan larutan dengan konsentrasi 0,5 g/l. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Hasil Uji Minyak Pelumas Bekas ± 4000 km dan Konsentrasi larutan 0,5 g/l

Kertas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d (cm)	± 4000 km	2,9	2,9	3,0	3,1	2,9	2,8	3,2	3,0	2,9	3,1
	0,5 g/l	2,7	2,5	2,3	2,7	2,7	2,5	2,6	2,6	2,7	2,5

Keterangan: d : Diameter

± 4000 km : Minyak pelumas bekas

0,5 g/l : Larutan 0,5 g/l

4.5.1 Minyak pelumas bekas (± 4000 km)

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{29,8}{10} = 2,98 \text{ cm}$$

Tabel 4.6 Pengolahan data minyak pelumas bekas (± 4000 km)

Kertas	Diameter (cm)	$ d - \bar{d} $	$ d - \bar{d} ^2$
1	2,9	0,08	0,0064
2	2,9	0,08	0,0064
3	3,0	0,02	0,0004
4	3,1	0,12	0,0144
5	2,9	0,08	0,0064
6	2,8	0,18	0,0324
7	3,2	0,22	0,0484
8	3,0	0,02	0,0004
9	2,9	0,08	0,0064
10	3,1	0,12	0,0144
Σ	29,8		0,136

$$\text{Ralat : } \delta d = \sqrt{\frac{\sum |d - \bar{d}|^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,136}{10(10-1)}} = 0,0389 \text{ cm}$$

$$d = \bar{d} \pm \delta d = (2,98 \pm 0,04) \text{ cm}$$

$$\text{Ketelitian : } R = \frac{0,0389}{2,98} \times 100\% = 1,31\%$$

$$d = \bar{d} \pm R\% = 2,98 \text{ cm} \pm 1,3\%$$

Pengujian kertas saring pada minyak pelumas bekas menunjukkan kesebandingan antara nilai yang didapatkan melalui uji FTIR. Perubahan yang terjadi pada nilai absorbansi minyak pelumas bekas adalah 0,8%, dimana nilai ini sebanding dengan larutan dengan konsentrasi 0,7 g/l. Diameter rata-rata yang dihasilkan pada kertas saring adalah 2,98 cm dengan ketelitian 1,31 %. Diameter yang dihasilkan pada pengujian minyak pelumas bekas ini, lebih kecil dari diameter pengujian untuk larutan 0,9 g/l.

4.5.2 Konsentrasi larutan 0,5 g/l (sampel F)

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{25,8}{10} = 2,58 \text{ cm}$$

Tabel 4.7 Pengolahan data Konsentrasi larutan 0,5 g/l

Kertas	Diameter (cm)	$ d - \bar{d} $	$ d - \bar{d} ^2$
1	2,7	0,12	0,0144
2	2,5	0,08	0,0064
3	2,3	0,28	0,0784
4	2,7	0,12	0,0144
5	2,7	0,12	0,0144
6	2,5	0,08	0,0064
7	2,6	0,02	0,0004
8	2,6	0,02	0,0004
9	2,7	0,12	0,0144
10	2,5	0,08	0,0064
Σ	25,8		0,156

$$\text{Ralat : } \delta d = \sqrt{\frac{\sum |d - \bar{d}|^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,156}{10(10-1)}} = 0,0416 \text{ cm}$$

$$d = \bar{d} \pm \delta d = (2,58 \pm 0,04) \text{ cm}$$

$$\text{Ketelitian : } R = \frac{0,0416}{2,58} \times 100\% = 1,61\%$$

$$d = \bar{d} \pm R\% = 2,58 \text{ cm} \pm 1,6\%$$

Dari data yang telah didapatkan, rata-rata pengukuran diameter untuk konsentrasi 0,5 g/l adalah sepanjang 2,58 cm dengan ketelitian 2,01%.

4.6 Pembahasan

Nilai batas oksidasi yang diizinkan pada minyak pelumas adalah tidak lebih dari 1%. Jika minyak pelumas telah memiliki nilai

oksidasi lebih dari 1%, maka minyak pelumas tersebut harus sudah diganti dengan yang baru.

Pada pengujian menggunakan kertas saring, digunakan larutan dengan konsentrasi 0,1 g/l, 0,5 g/l, 0,9 g/l dan minyak pelumas bekas yang telah digunakan $\pm$ 4000 km. Untuk pengujian larutan dengan konsentrasi 0,1 g/l yang mempunyai nilai perubahan oksidasi sebesar 0,13% hasilnya tidak teramati, hal ini dikarenakan karbon yang terdapat pada larutan tersebut sangatlah sedikit, sehingga hasil yang terlihat hanya luberan dari minyak pelumas. Untuk pengujian larutan dengan konsentrasi 0,5 g/l dengan nilai perubahan oksidasi sebesar 0,59%, pada kertas saring mendapatkan hasil diameter rata-rata 2,58 cm dengan ketelitian 1,61%. Untuk pengujian larutan dengan konsentrasi 0,9 g/l dengan nilai perubahan oksidasi sebesar 0,99%, pada kertas saring mendapatkan hasil diameter rata-rata 3,25 cm dengan ketelitian 2,01%. Sedangkan pengujian minyak pelumas bekas perubahan oksidasinya sebesar 0,8%, pada kertas saring mendapatkan hasil diameter rata-rata 2,98 cm dengan ketelitian 1,31%.

Hasil yang didapatkan dari pengujian minyak pelumas bekas tidak dapat dijadikan acuan dalam penggantian minyak pelumas, hal ini dikarenakan antara kendaraan satu dengan yang lainnya pada penggunaan $\pm$ 4000 km, minyak pelumas berbeda-beda nilai oksidasinya, tergantung keadaan mesin kendaraan tersebut, kondisi lingkungan dan jenis minyak pelumas yang dipakai. Acuan diameter lingkaran kertas saring yang diperoleh pada penelitian ini adalah pada pengujian larutan dengan konsentrasi 0,9 g/l, jika diameternya lebih kecil dari $(3,25 \pm 0,06)$ cm maka minyak pelumas masih layak pakai, jika lebih besar dari $(3,25 \pm 0,06)$ cm maka minyak pelumas sudah tidak layak pakai.

BAB IV PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah diperoleh dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Minyak pelumas SAE 20W-50 mengalami perubahan nilai oksidasi sebesar 0,99% ketika ada penambahan karbon sebanyak 0,9 gram per liter.
2. Batas kelayakan penggunaan minyak pelumas SAE 20W-50 ditinjau dari perubahan nilai oksidasi adalah dengan konsentrasi di bawah 0,9 g/l.
3. Minyak pelumas SAE 20W-50 yang digunakan pada motor bensin masih layak pakai, jika panjang diameter lingkaran pada kertas saring $\leq (3,25 \pm 0,06)$ cm.
4. Panjang diameter lingkaran pada kertas saring apabila menunjukkan $\leq (3,25 \pm 0,06)$ cm, maka kandungan karbon pada minyak pelumas mempunyai konsentrasi $\leq 0,9$ g/l sehingga minyak pelumas ditinjau dari kandungan karbon masih layak digunakan.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti antara lain:

1. Perlu dilakukan pengambilan data dengan variasi nilai SAE minyak pelumas, untuk mengetahui perbedaan nilai oksidasinya.
2. Perlu dilakukan pembuatan kertas khusus, untuk pengujian nilai oksidasi.
3. Perlu dibuat alat tambahan penetes minyak tersendiri (bukan pada sepeda motor), agar volume tetes yang digunakan tetap atau sesuai dengan standar yang ada.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR PUSTAKA

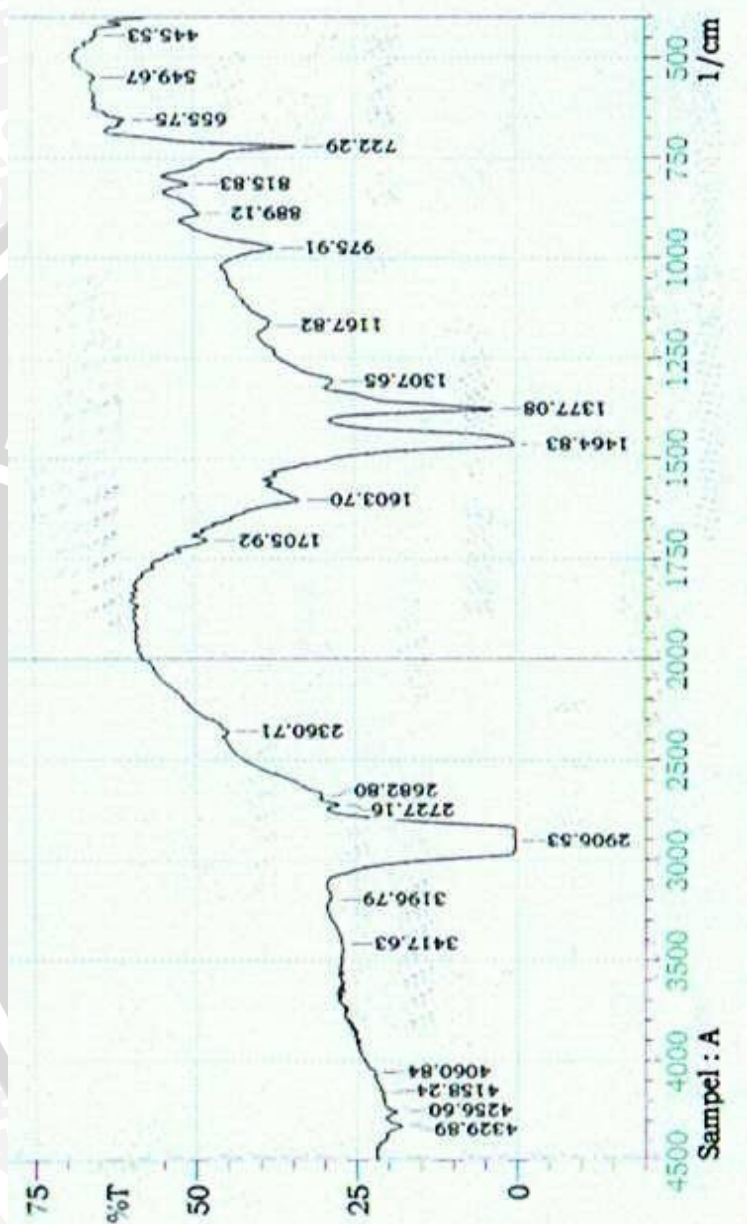
- Arismunandar, W. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: Penerbit ITB.
- Boentarto, Drs. 1992. *Cara Pemeriksaan, Penyetelan, dan Perawatan Motor Bensin*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Daryanto, Drs. 1986. *Sistem Bahan Bakar Kendaraan Bermotor. Untuk: STM, Perguruan Tinggi dan Umum*. Bandung: Penerbit Tarsito.
- Sastrohamidjojo, Harjojo, Dr. 1992. *Spektroskopi Inframerah*. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Silverstein, dkk. Tanpa Tahun. *Penyidikan Spektrometrik Senyawa Organik: edisi ke empat*. Terjemahan oleh Drs. A. J. Hartomo dan Dra. A.V. Purba, M.Sc. Tanpa Tahun. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Stolk, Jac, Ir. dan Kros, C, Ir. 1981. *Elemen-Mesin. Elemen Konstruksi dari Bangunan Mesin*. Terjemahan oleh Hendarsin. H dan Abdul Rachman A. 1993. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Soenarta, N. dan Furuhamas, S. 2002. *Motor Serba Guna*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Tanpa nama, 2009. *Filter Paper*. (Online), (http://en.wikipedia.org/wiki/Filter_paper, diakses 17 Juli 2009).
- Wartawan, A.L. 1983. *Minyak Pelumas Pengetahuan Dasar & Cara Penggunaan*. Jakarta: PT Gramedia.
- Winning, H. 1986. *Service Motor Bensin Auto Mobile*. Bandung: CV. Armico.

Yubaidah, Siti. 2008. *Monitoring Pelumas untuk Evaluasi Kinerja Mesin pada Pengujian Motor Bakar*. (Online), (http://www.ccitonline.com/mekanikal/tiki-read_article.php?articleId=178, diakses 27 januari 2009).

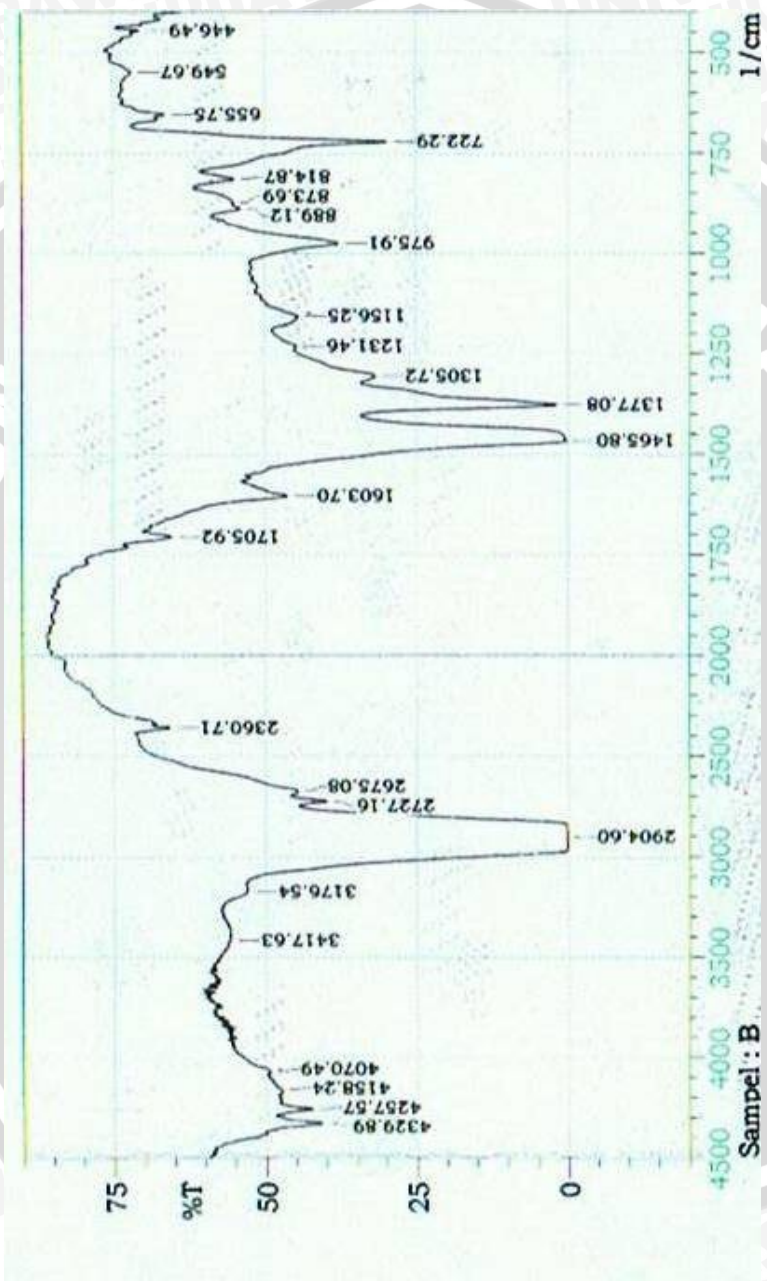
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



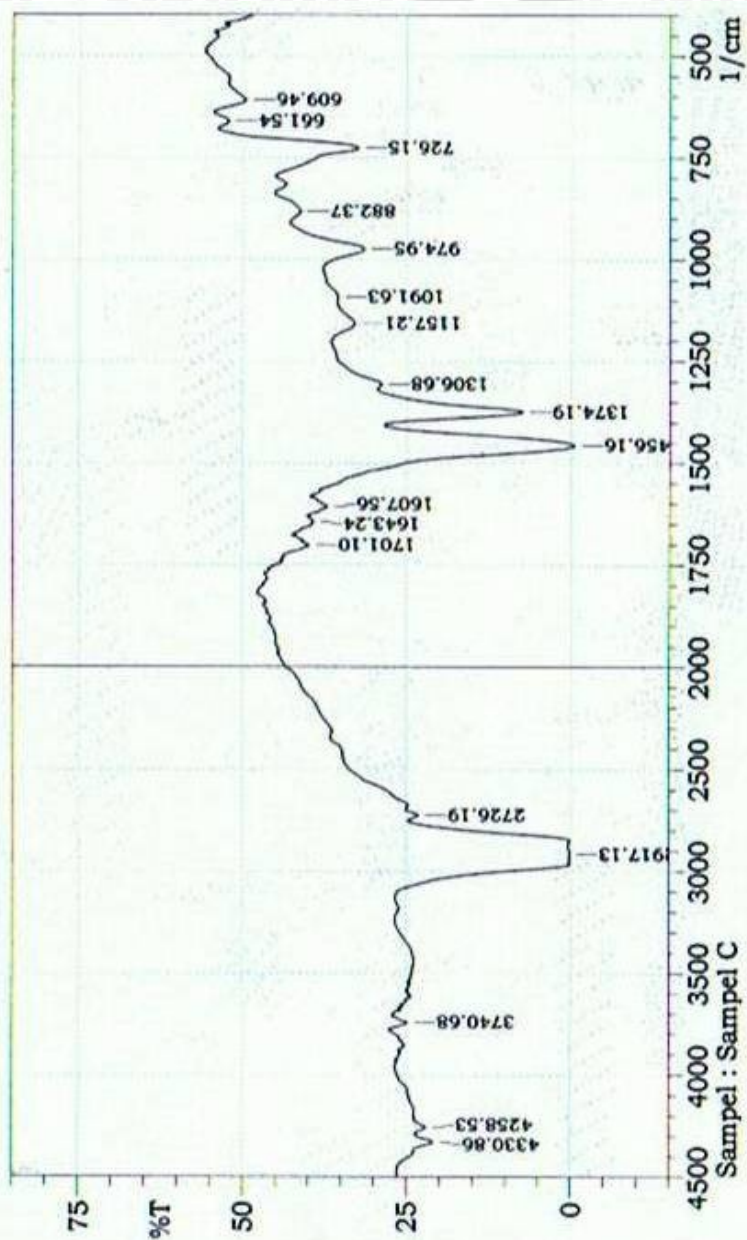
Lampiran 1 Hasil FTIR Konsentrasi Larutan 10 g/l (SAMPLE A)



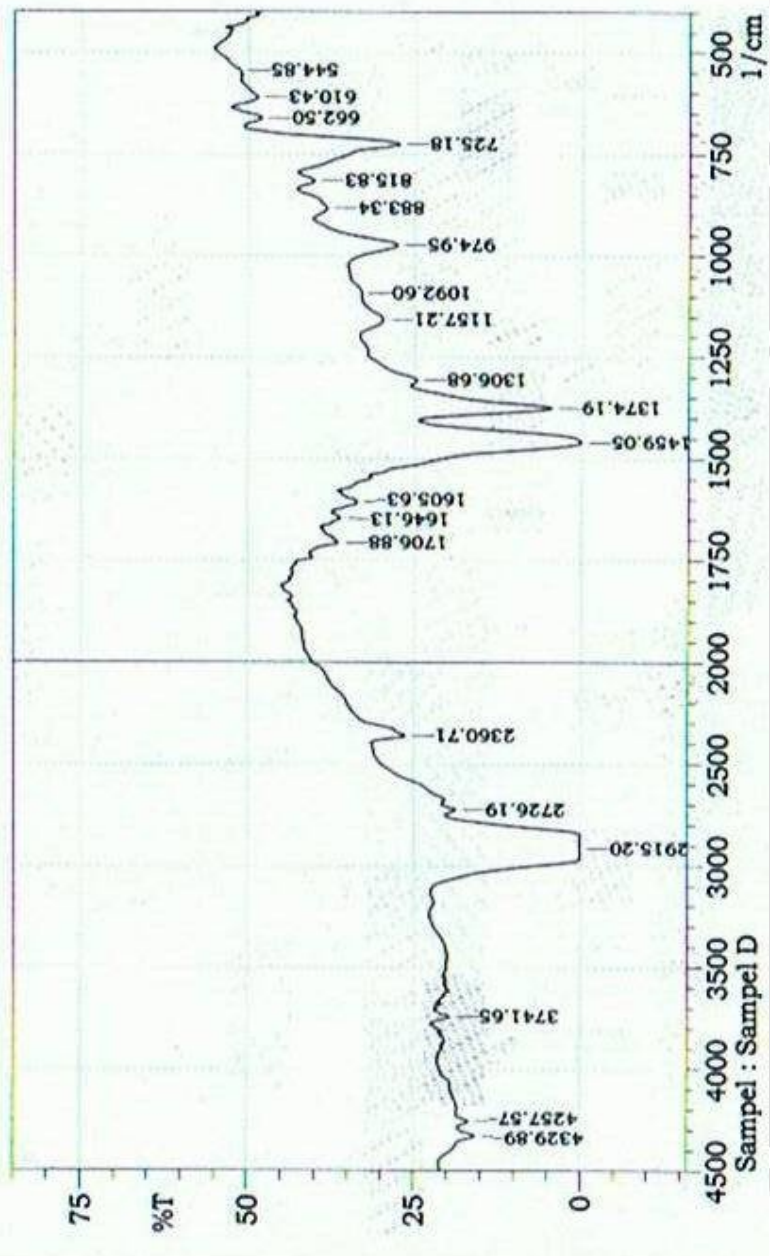
Lampiran 2 Hasil Uji FTIR Konsentrasi Larutan 1 g/l (SAMPLE B)



Lampiran 3 Hasil Uji FTIR Konsentrasi Larutan 4 g/l (SAMPLE C)



Lampiran 4 Hasil Uji FTIR Konsentrasi Larutan 7 g/l (SAMPLE D)



Lampiran 5 Analisis Nilai Oksidasi Hasil Uji FTIR

K (g/l)	T	A	%	K (g/l)	T	A	%
0	0.7047	0.1520	0.00	3.4	0.2979	0.5259	2.46
0.1	0.6737	0.1715	0.13	3.5	0.2944	0.5311	2.49
0.2	0.6452	0.1903	0.25	3.6	0.2911	0.5360	2.53
0.3	0.6190	0.2083	0.37	3.7	0.2879	0.5408	2.56
0.4	0.5947	0.2257	0.48	3.8	0.2849	0.5454	2.59
0.5	0.5723	0.2424	0.59	3.9	0.2820	0.5498	2.62
0.6	0.5516	0.2584	0.70	4	0.2793	0.5540	2.64
0.7	0.5323	0.2738	0.80	4.1	0.2767	0.5581	2.67
0.8	0.5144	0.2887	0.90	4.2	0.2742	0.5620	2.70
0.9	0.4978	0.3029	0.99	4.3	0.2718	0.5657	2.72
1	0.4823	0.3167	1.08	4.4	0.2695	0.5694	2.75
1.1	0.4679	0.3298	1.17	4.5	0.2674	0.5728	2.77
1.2	0.4544	0.3425	1.25	4.6	0.2653	0.5762	2.79
1.3	0.4419	0.3547	1.33	4.7	0.2634	0.5794	2.81
1.4	0.4301	0.3665	1.41	4.8	0.2615	0.5825	2.83
1.5	0.4191	0.3777	1.49	4.9	0.2597	0.5855	2.85
1.6	0.4087	0.3886	1.56	5	0.2580	0.5884	2.87
1.7	0.3990	0.3990	1.63	5.1	0.2564	0.5911	2.89
1.8	0.3899	0.4090	1.69	5.2	0.2548	0.5938	2.91
1.9	0.3814	0.4187	1.75	5.3	0.2533	0.5963	2.92
2	0.3733	0.4279	1.82	5.4	0.2519	0.5987	2.94
2.1	0.3657	0.4369	1.87	5.5	0.2506	0.6011	2.95
2.2	0.3586	0.4454	1.93	5.6	0.2493	0.6034	2.97
2.3	0.3518	0.4537	1.98	5.7	0.2480	0.6055	2.98
2.4	0.3455	0.4616	2.04	5.8	0.2468	0.6076	3.00
2.5	0.3395	0.4692	2.09	5.9	0.2457	0.6096	3.01
2.6	0.3338	0.4766	2.14	6	0.2446	0.6116	3.02
2.7	0.3284	0.4836	2.18	6.1	0.2435	0.6134	3.04
2.8	0.3233	0.4904	2.23	6.2	0.2425	0.6152	3.05
2.9	0.3185	0.4969	2.27	6.3	0.2416	0.6169	3.06
3	0.3139	0.5032	2.31	6.4	0.2407	0.6186	3.07
3.1	0.3096	0.5092	2.35	6.5	0.2398	0.6202	3.08
3.2	0.3055	0.5150	2.39	6.6	0.2389	0.6217	3.09
3.3	0.3016	0.5205	2.42	6.7	0.2381	0.6232	3.10

K (g/l)	T	A	%
6.8	0.2374	0.6246	3.11
6.9	0.2366	0.6260	3.12
7	0.2359	0.6273	3.13
7.1	0.2352	0.6285	3.14
7.2	0.2346	0.6297	3.14
7.3	0.2339	0.6309	3.15
7.4	0.2333	0.6320	3.16
7.5	0.2328	0.6331	3.17
7.6	0.2322	0.6341	3.17
7.7	0.2317	0.6351	3.18
7.8	0.2312	0.6361	3.18
7.9	0.2307	0.6370	3.19
8	0.2302	0.6379	3.20
8.1	0.2298	0.6387	3.20
8.2	0.2293	0.6395	3.21
8.3	0.2289	0.6403	3.21
8.4	0.2285	0.6411	3.22
8.5	0.2281	0.6418	3.22
8.6	0.2278	0.6425	3.23
8.7	0.2274	0.6432	3.23
8.8	0.2271	0.6438	3.24
8.9	0.2268	0.6444	3.24
9	0.2264	0.6450	3.24
9.1	0.2261	0.6456	3.25
9.2	0.2259	0.6462	3.25
9.3	0.2256	0.6467	3.25
9.4	0.2253	0.6472	3.26
9.5	0.2251	0.6477	3.26
9.6	0.2248	0.6482	3.26
9.7	0.2246	0.6486	3.27
9.8	0.2244	0.6491	3.27
9.9	0.2241	0.6495	3.27
10	0.2239	0.6499	3.28

Keterangan:

K : Konsentrasi Larutan

T : Transmittansi

A : Absorbansi

% : Perubahan Nilai Oksidasi

Lampiran 6 Volume Tetes

Massa		Massa Jenis (ρ)	Volume (l)	$ v - \bar{v} ^2$
(kg)	(g)			
0.000293	0.2929	0.8873	0.0003301	7.31463E-11
0.000312	0.3115	0.8873	0.00035107	8.71137E-10
0.000304	0.3043	0.8873	0.00034295	4.57982E-10
0.000275	0.2746	0.8873	0.00030948	1.45729E-10
0.000281	0.2813	0.8873	0.00031703	2.04377E-11
0.000275	0.2748	0.8873	0.0003097	1.40337E-10
0.000306	0.3063	0.8873	0.0003452	5.59538E-10
0.000279	0.2788	0.8873	0.00031421	5.38513E-11
0.000262	0.2618	0.8873	0.00029505	7.02122E-10
0.000267	0.2668	0.8873	0.00030069	4.35245E-10
jumlah			0.00321549	3.45953E-09
Rata-rata			0.00032155	

$$\text{Ralat : } \delta v = \sqrt{\frac{\sum |v - \bar{v}|^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{3,4595 \times 10^{-9}}{10(10-1)}} = 6,1999 \times 10^{-6} \text{ l}$$

$$v = \bar{v} \pm \delta v = (3,22 \pm 0,06) \times 10^{-4} \text{ l}$$

$$\text{Ketelitian : } R = \frac{6,1999 \times 10^{-6}}{3,22 \times 10^{-4}} \times 100\% = 1,93 \%$$

$$v = \bar{v} \pm R\% = 3,22 \times 10^{-4} \text{ l} \pm 1,9 \%$$

Lampiran 7 Hasil Uji pada Kertas Saring (SAMPLE E)



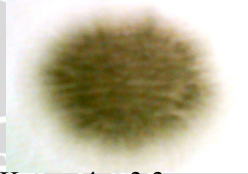
Kertas 1 = 3,3 cm



Kertas 2 = 3 cm



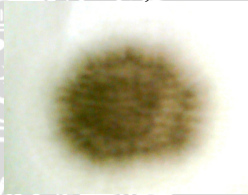
Kertas 3 = 3,4 cm



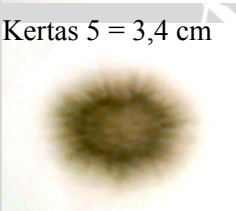
Kertas 4 = 3,3 cm



Kertas 5 = 3,4 cm



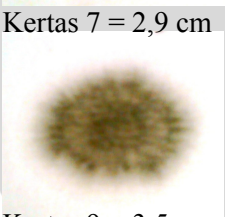
Kertas 6 = 3 cm



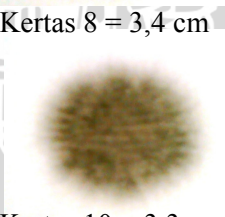
Kertas 7 = 2,9 cm



Kertas 8 = 3,4 cm

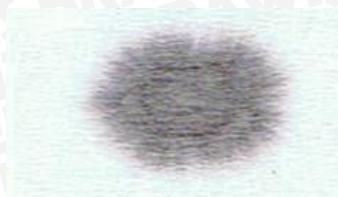


Kertas 9 = 3,5 cm



Kertas 10 = 3,3 cm

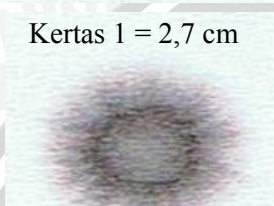
Lampiran 8 Hasil Uji pada Kertas Saring (SAMPLE F)



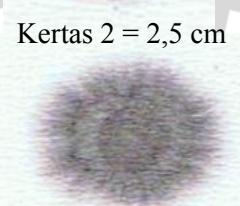
Kertas 1 = 2,7 cm



Kertas 2 = 2,5 cm



Kertas 3 = 2,3 cm



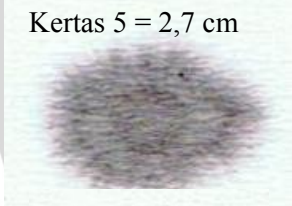
Kertas 4 = 2,7 cm



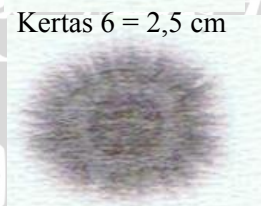
Kertas 5 = 2,7 cm



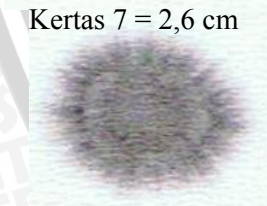
Kertas 6 = 2,5 cm



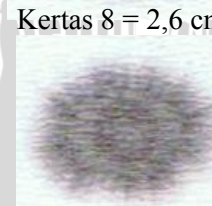
Kertas 7 = 2,6 cm



Kertas 8 = 2,6 cm



Kertas 9 = 2,7 cm



Kertas 10 = 2,5 cm

Lampiran 9 Peralatan dan Bahan



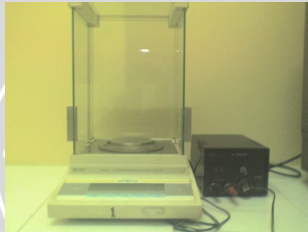
Magnetic Stirrer



Bar Magnetic Stirrer



Gelas Ukur



Timbangan Digital



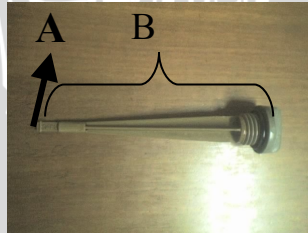
Serbuk Karbon



Minyak Pelumas SAE 20W-50



FTIR 8400S



Sekrup Penutup Oli

A = Ujung (lebar: 0,5cm)

B = Panjang : 14 cm