



## KARAKTERISASI MINYAK PELUMAS DENGAN PENAMBAHAN ADITIF MENGUNAKAN SPEKTRUM FTIR DAN VISCOMETER

Siti Khotlina Sari Harahap, Alkhafi Maas Siregar

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan  
[sitikhotlina@mhs.unimed.ac.id](mailto:sitikhotlina@mhs.unimed.ac.id), [alkhafi@unimed.ac.id](mailto:alkhafi@unimed.ac.id)

Diterima : April 2019. Disetujui: Mei 2019. Dipublikasikan: Juni 2019

### ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan additive terhadap viskositas minyak pelumas. Bahan additive yang digunakan adalah polimer *Cyclic Natural Rubber* (CNR) yaitu berfungsi sebagai peningkat ketahanan viskositas minyak pelumas yang digrafting dengan MA berfungsi sebagai pendispersi minyak pelumas (CNR-g-MA). Pembuatan CNR-g-MA dilakukan menggunakan metode grafting dengan teknik refluks, dengan variasi konsentrasi MA 0 phr, 2 phr, 4 phr, 6phr. Pada saat penambahan additive CNR-g-MA pada minyak pelumas dilakukan dengan menggunakan hot plate magnetic stirrer sebagai teknik simulasi kerja mesin. Sehingga dapat dilakukan karakterisasi gugus fungsi dengan FTIR dan viskositas dengan Viscometer pada minyak pelumas. Berdasarkan hasil karakterisasi gugus fungsi didapat bahwa dengan penambahan additive CNR-g-MA terjadi reaksi. Dan berdasarkan hasil karakterisasi viskositas minyak pelumas menurut ASTM D445 didapat bahwa dengan penambahan additive CNR-g-MA viskositas minyak pelumas mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan yang lebih mendominasi ialah bahan additive MA yang menyebabkan minyak pelumas menjadi lebih licin karena untuk menyebarkan kotoran-kotoran mesin sehingga mencegah terjadinya penggumpalan kotoran mesin.

**Kata Kunci** : Cyclic Natural Rubber (CNR), Maleat Anhidrat (MA), Minyak Pelumas, Viskositas

### ABSTRACT

*The study was conducted to determine the effect of adding additive materials to the viscosity of lubricating oil. The additive material used is Cyclic Natural Rubber (CNR) polymer, which functions as an increase in viscosity resistance of lubricating oil with MA function as a dispersant for lubricating oil (CNR-g-MA). Making CNR-g-MA is done using grafting method with reflux technique, with variations in MA concentration 0 phr, 2 phr, 4 phr, 6phr. When the addition of CNR-g-MA additives to lubricating oil is done by using a hot plate magnetic stirrer as an engine work simulation technique. So that we can characterize functional groups with FTIR and viscosity with Viscometer on lubricating oil. Based on the results of functional group characterization, it was found that with the addition of CNR-g-MA additive, a reaction occurred. And based on the results of the viscosity characterization of lubricating oil according to ASTM D445, it was found that with the addition of additive CNR-g-MA the viscosity of the lubricating oil had decreased. This is because the one that dominates more is the MA additive which causes the lubricating oil to become more slippery because it is to spread engine sludges to prevent clumping of engine sludge.*

**Keyword** : Cyclic Natural Rubber (CNR), Maleic Anhydrous (MA), Lubricating Oil, Viscosity

## PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia paling banyak menggunakan sepeda motor yang merupakan produk dari teknologi otomotif sebagai transportasi. Efisiensi dan efektifitas kinerja mesin kendaraan bermotor sangat dipengaruhi oleh kondisi minyak pelumas yang digunakan. Semakin baik kualitas minyak pelumas, semakin baik pula performa dan daya tahan mesin (Diatniti, 2015). Minyak pelumas selalu mengalami perubahan dan berkembang menurut kebutuhannya. Banyak faktor yang telah mendorong terjadinya perubahan mutu pelumas antara lain perubahan desain dan konstruksi mesin serta kemajuan teknologi bahan kimia tambahan (additive) dalam memenuhi kebutuhan mesin. Dewasa ini adanya keinginan untuk memperpanjang masa pergantian pelumas motor, kebijaksanaan dalam penghematan energi dan peraturan-peraturan yang semakin ketat tentang pencemaran udara akibat gas buang kendaraan bermotor juga memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap perubahan mutu dan formulasi pelumas (Sudiar, 2014).

Pelumasan dapat diartikan sebagai pemberian bahan pelumas pada suatu mesin dengan bertujuan untuk mencegah kontak langsung atau persinggungan antara permukaan yang bergerak. Pelumasan memiliki suatu peranan yang penting pada suatu mesin dan peralatan yang didalamnya terdapat suatu komponen yang saling bergesekan yaitu sebagai pengaman agar tidak terjadi kerusakan yang fatal. Pelumasan memiliki fungsi dan guna yang sangat menentukan panjang pendeknya umur mesin. Fungsi dari pelumasan itu sendiri adalah mengurangi adanya gesekan antara logam dan komponen-komponen mesin lainnya sehingga dapat meminimalkan resiko terjadinya kerusakan pada mesin, dengan adanya minyak pelumas, maka yang terjadi nantinya adalah pergeseran antara minyak pelumas dengan logam. (Puad, 2015).

Kemampuan pelumas juga sangat dipengaruhi oleh komponen aditif (untuk minyak pelumas jenis anti aus, jumlah yang direkomendasikan adalah 1%- mengacu SNI

06-7069.9-2005). Aditif yang ditambahkan berfungsi untuk mengurangi gesekan dan keausan, meningkatkan viskositas, indeks viskositas, ketahanan terhadap korosi dan oksidasi, serta kontaminasi melaporkan bahwa aditif dapat meningkatkan fungsi pelumas, diantaranya sebagai antioksidan, detergen, ketahanan terhadap tekanan tinggi (EP), dan anti-aus (AW) (Irianto, 2015).

*Cyclic Natural Rubber* (CNR) merupakan material turunan dari karet alam yang menjadi produk unggulan industri hilir karet. CNR atau sering disebut karet alam siklis merupakan salah satu hasil modifikasi karet alam secara kimia, yaitu dengan pemanasan dengan bantuan katalis asam. Pada reaksi tersebut karet kehilangan sifat elastisitasnya dan berubah menjadi material keras dan rapuh (Riyajan, 2006). Karet alam siklis adalah resin alam hasil siklisasi yang sangat menarik perhatian untuk dimodifikasi sifat kimia fisiknya karena merupakan bahan yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan sehingga sangat potensial untuk menggantikan resin sintetik dalam pembuatan cat minyak dan cat emulsi (berbasis air). Kualitas karet siklis ditentukan oleh derajat siklis dan ini tergantung pada proses reaksi pelarut yang digunakan. Karet alam siklis merupakan polimer nonpolar dengan energi permukaan yang rendah terutama bila dicampurkan dengan polimer polar.

*Maleat Anhidrat* adalah senyawa vinil tidak jenuh merupakan bahan mentah dalam sintesa resin poliester, pelapis permukaan karet, deterjen, bahan aditif dan minyak pelumas, plastisizer dan kopolimer. Maleat anhidrat mempunyai sifat yang khas yaitu adanya ikatan etilenik dengan gugus karbonil didalamnya, ikatan ini berperan dalam reaksi adisi.

Penggunaan bahan polimer sebagai bahan additive pada minyak pelumas telah dilakukan oleh (Andryanto, 2010) menggunakan kopolimerisasi lateks karet alam-stirena menghasilkan peningkatan indeks viskositas minyak pelumas.

Spektroskopi inframerah (IR) dapat digunakan untuk pemantauan dari degradasi produk, kontaminan, dan tingkat kegunaan

aditif dalam minyak pelumas. Penerimaan teknik ini sebagai metode standar untuk analisis minyak pelumas dan minyak pelumas bekas lambat karena beberapa alasan. Rintangan yang paling menonjol adalah kenyataan, bahwa banyak data yang digunakan dalam menilai kinerja mesin dan pelumas secara historis diperoleh dengan menggunakan metode fisik dan kimia tradisional. Minyak pelumas diuji dengan servis untuk mendiagnosis kondisi pelumas untuk menentukan kapan perlu ganti untuk menghindari kerusakan mesin dan memperpanjang usia engine.

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida. Nilai kekentalan minyak pelumas merupakan kemampuan minyak pelumas dalam memberikan ketahanan terhadap gerakan relative dari bagian-bagiannya. Semakin besar viskositas fluida, maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir dan juga menunjukkan semakin sulit suatu benda bergerak didalam fluida tersebut. Didalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul zat cair sehingga menyebabkan adanya tegangan geser antara molekul-molekul yang bergerak. Zat cair ideal tidak memiliki kekentalan. (Sudiar, 2014).

Dalam penelitian ini, karakterisasi minyak pelumas dengan metode spektroskopi FTIR dan Viscometer dengan variasi dari aditif CNR-g-MA. Analisis utama dari FTIR untuk memberikan informasi apakah perubahan intensitas penyerapan dan ikatan kelompok pada masing-masing sampel. Parameter yang biasanya dianalisis menggunakan FT-IR tercantum pada Tabel 1. Tabel ini menyajikan parameter dan informasi tentang cara memperoleh dan menggunakannya. Dan analisis dari viskometer untuk memberikan informasi apakah ada perubahan nilai viskositas minyak pelumas.

**Tabel 1.** Parameter Analisis Spektra FTIR

Parameter	Lokasi Spektrum (cm <sup>-1</sup> )
Soot	2000
Oxidation (Carbon)	1700
Nitration	1630
Sulfation	1150
Water	3400

Diesel fuel	800
Gasoline	750
Antifreeze (Glycol)	880
Antiwear	960

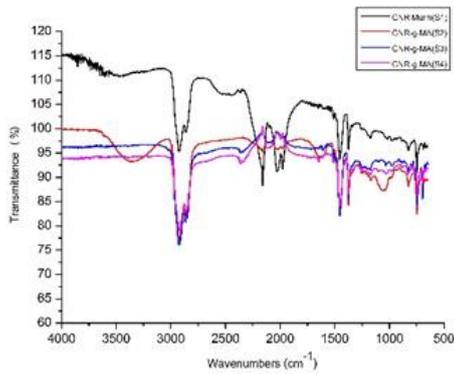
## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanan di Laboratorium Fisika dan Kimia UNIMED. Pembuatan CNR-g-MA dilakukan menggunakan metode grafting dengan teknik refluks dalam labu alas yang dirangkai dengan kondensor dan oil bath pada suhu (105-110) °C. Dan dilakukan analisa spektra FTIR untuk menentukan adanya grafting MA pada rantai CNR.

Selanjutnya dilakukan proses pencampuran CNR-g-MA dengan variasi 0 phr, 2 phr, 4 phr, dan 6 phr pada minyak pelumas SAE 20W-40 menggunakan hot plate magnetic stirrer. Simulasi cara kerja mesin dilakukan selama 1 jam dengan kecepatan 1000 rpm. Kemudian melakukan karakterisasi gugus fungsi dengan FTIR dan viskositas dengan Viscometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

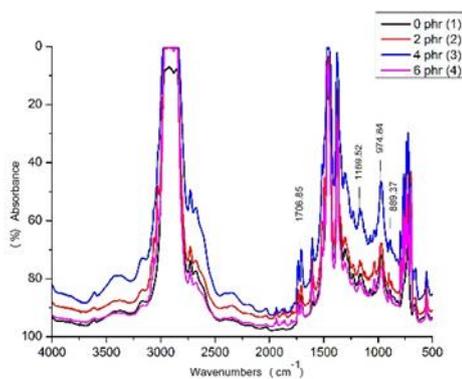
Pada penelitian dilakukan penentuan karakter grafting MA pada CNR-g-MA menggunakan analisa spektroskopi FTIR. Penerapan spektroskopi inframerah dalam penelitian polimer mencakup dua aspek yaitu aspek kualitatif dan aspek kuantitatif. Penerapan spektroskopi FTIR pada penelitian ini menekankan aspek kualitatif karena berupa penentuan struktur dengan cara mengamati frekuensi-frekuensi yang khas dari gugus fungsi spectra FTIR yang didapat dengan cara membandingkan spectra karet siklo (CNR) dengan Maleat Anhidrat (MA) dan Benzoil Peroksida (BPO). Hasil spektra FTIR grafting CNR dan MA (CNR-g-MA) yang dilakukan di Laboratorium Bea Cukai Belawan dapat dilihat pada gambar berikut ini:



**Gambar 1.** Hasil Spektra FTIR CNR-g-MA

Hasil spektra FTIR menunjukkan telah terjadi interaksi antara CNR, MA, dan BPO. Hal ini ditunjukkan dengan munculnya puncak serapan bilangan gelombang pada daerah 1600  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karbonil, tetapi pada daerah 1700-1800  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan C=O (serapan gugus karbonil) khas dari maleat anhidrat yang terdapat pada spektra CNR-g-MA (Eddyanto, 2012).

Hasil karakterisasi spektroskopi FTIR minyak pelumas dengan bahan aditif CNR-g-MA dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:

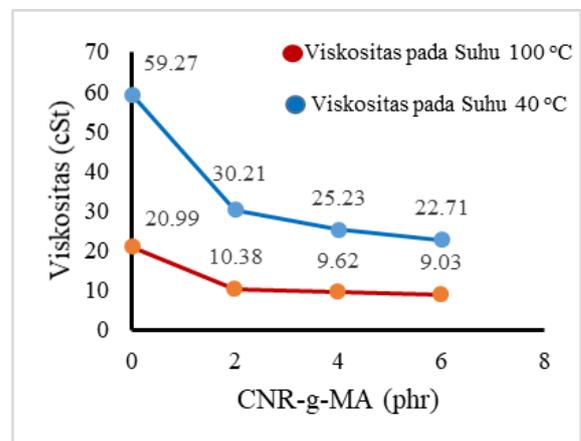


**Gambar 2.** Spektrum FTIR Minyak Pelumas

Berdasarkan Gambar 2 diatas sebagai parameter untuk analisa FTIR didapat bahwa reaksi yang terjadi pada minyak pelumas sebelum penambahan CNR-g-MA terjadi reaksi Oxidation (proses dimana oksigen bereaksi dengan molekul hidrokarbon untuk mencegah larut residu dan resin karbon) pada spektrum 1706  $\text{cm}^{-1}$ , Sulfation (proses oksidasi komponen sulfur dari aditif atau kontaminan bahan bakar dan hasil reaksi minyak pelumas dengan  $\text{SO}_2$ ) pada spektrum 1169  $\text{cm}^{-1}$ , Antifreeze (Glycol)

pada spektrum 889  $\text{cm}^{-1}$ , Antiwear Additive (Antiaus) pada spektrum 974  $\text{cm}^{-1}$ . Dan pada minyak pelumas sesudah penambahan CNR-g-MA terjadi reaksi yang yaitu reaksi Oxidation, Sulfation, Antifreeze (Glycol), Antiwear Additive. Jadi dari hasil analisis spektrum pada minyak pelumas dengan tambahan CNR-g-MA menunjukkan bahwa nilai untuk setiap parameter semakin tinggi dengan bertambahnya konsentrasi CNR-g-MA. Hal ini memungkinkan terjadinya penambahan energi sehingga reaksi dari setiap parameter semakin meningkat. Tetapi tidak ada perubahan yang signifikan hanya terjadi pertambahan nilai dari setiap parameter.

Pada penelitian sebelumnya dalam analisis pelumas berdasarkan spektrum FTIR dengan perlakuan variasi jarak tempuh pada pelumas mineral dan sintesis didapat pelumas sintesis lebih baik karena pelumas sintesis umumnya memiliki sifat kimia yang lebih baik/struktur kimianya seragam dan reaksi terjadi berdasarkan hasil analisis FTIR adalah Sulfation, Antiwear Additive, Antifreeze (Glikol) dan Gasoline sedangkan Oxidation stabil (Patty, 2016). Dan pada penelitian untuk mengetahui kualitas pelumas motor 4 (empat) langkah menggunakan analisis FT-IR didapat bahwa bilangan gelombang yang muncul pada spektra hasil pengujian adalah pada 2953  $\text{cm}^{-1}$ , 2921  $\text{cm}^{-1}$ , 2852  $\text{cm}^{-1}$ , 1458  $\text{cm}^{-1}$ , 1376  $\text{cm}^{-1}$ , 968  $\text{cm}^{-1}$  dan 721  $\text{cm}^{-1}$  dari seluruh jenis pelumas yang digunakan (Syaputra, 2016).



**Gambar 3.** Perbandingan Viskositas dengan Konsentrasi CNR-g-MA (phr)

Berdasarkan hasil uji kekentalan minyak pelumas dengan menggunakan Viscometer sebelum dan sesudah ditambahkan CNR-g-MA pada minyak pelumas didapat bahwa viskositas minyak pelumas mengalami perubahan dapat dilihat pada Gambar 3. Perubahan viskositas pada penambahan CNR-g-MA semakin besar konsentrasi CNR-g-MA semakin kecil nilai viskositas minyak pelumas. Hal ini sesuai terjadi karena CNR-g-MA juga berfungsi sebagai bahan pendispersi minyak pelumas yang menyebabkan viskositas menurun. Sedangkan pada penelitian penambahan zat aditif pada suatu minyak pelumas untuk meningkatkan kekentalan didapat bahwa penambahan bahan aditif/oil treatment tipe viscosity index improver terhadap minyak pelumas multigrade dapat meningkatkan kekentalan (viscosity) minyak pelumas (Sitepu, 2010). Dan pada penelitian untuk mengetahui pengaruh bahan dasar pelumas terhadap viskositas dan konsumsi bahan bakar didapat pelumas sintetik mempunyai kesetabilan viskositas paling baik dan konsumsi bahan bakar paling irit dibandingkan pelumas mineral dan semi-sintetik (Darmanto, 2014).

Pada variasi suhu yang digunakan ketika proses pengujian juga menunjukkan bahwa semakin besar suhu yang digunakan semakin kecil nilai viskositasnya. Hal ini ditandai dengan terjadinya penurunan nilai viskositas dari suhu 40 °C ke 100 °C sebesar 21,85% pada penambahan CNR-g-MA sebagai bahan aditif. Karena viskositas dari suatu pelumas dipengaruhi oleh perubahan suhu dan tekanan, apabila suhu suatu pelumas meningkat, maka viskositasnya akan menurun, begitu juga sebaliknya apabila suhu suatu pelumas menurun, maka viskositasnya akan meningkat ini berarti pelumas akan mudah mengalir ketika pada suhu panas dibandingkan pada saat suhu dingin. Viskositas pada pelumas akan meningkat seiring meningkatnya juga tekanan yang ada di sekitar pelumas Hal ini sesuai dengan penelitian yang menggunakan metode viscometer bola jatuh (Parenden, 2012), (Effendi, 2014) dan (Lumbanthoruan, 2016) diperoleh hasil nilai viskositas sampel semakin rendah seiring dengan peningkatan suhu.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan, analisis dan interpretasi data pada penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- Gugus fungsi minyak pelumas sesudah ditambahkan CNR-g-MA berdasarkan analisa FTIR yaitu menunjukkan terjadi reaksi oxidation (oksidasi) pada spektrum 1706  $\text{cm}^{-1}$ , Sulfation (Sulfasi) pada spektrum 1169  $\text{cm}^{-1}$ , Antiwear Additive (Antiaus) pada spektrum 974  $\text{cm}^{-1}$  dan Antifreeze (Glycol) pada spektrum 889  $\text{cm}^{-1}$  pada penambahan CNR-g-MA.
- Viskositas minyak pelumas setelah ditambahkan bahan CNR-g-MA, yaitu semakin tinggi konsentrasi CNR-g-MA maka semakin rendah nilai viskositasnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adryanto, F. C., (2010), *Pembuatan Aditif Peningkat Indeks Viskositas Untuk Minyak Lumas Melalui Kopolimerisasi Lateks karet Alam-Stirena*, Skripsi Departemen Teknik, Fakultas Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Darmanto, M. A., Priangkoso, T., (2012), Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskostas Pelumas dan Konsumsi Bahan Bakar, *Jurnal Momentum*, Vol. 8, No. 1: 56- 61.
- Diniatniti, W., Supriyanto, A., Fauzi, G. A., (2015), Analisis Penurunan Kualitas Minyak Pelumas Kendaraan Bermotor Berdasarkan Nilai Viskositas, Warna dan Banyaknya Bahan Pengotor, *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika* Volume 03 Nomor 02.
- Eddyanto., Siregar M. S., Syaputra, I R., (2012), Grafting Maleat Anhidrat Pada Karet Alam Siklis (Cyclic Natural Rubber/CNR) dengan Inisiator Dicumyl Peroksida, *Jurnal Agrium*, Vol. 17: 128-133.
- Effendi, M. S., Adawiyah, R., (2014), Penurunan Nilai Kekentalan Akibat Pengaruh Kenaikan Temperatur Pada Beberapa Merek Minyak Pelumas,

- Jurnal Intekna*, Tahun Xiv, No. 1 : 1 – 10.
- Hasyim, H. U., (2016), Review: Kajian Adsorpsi Logam Dalam Pelumas Bekas Bekas dan Prospek Pemanfaatannya Sebagai Bahan Bakar, *Jurnal Konversi* Volume 5 Nomor 1, ISSN 2252-7311
- Irianto, B., (2015), *Pelumas Aktif Dengan Bahan Dasar Minyak Ikan Dan Aditif Zno-Chitosan Particle*, Skripsi Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Kusmahetningsih, N., Sawitri, D., (2012), Aplikasi TiO<sub>2</sub> Sebagai Self Cleaning pada Cat Tembok dengan Dispersant Polietilen Glikol (PEG), *Jurnal Teknik Pomits*.
- Lumbantoruan, P dan Yulianti, E., (2016), Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Minyak Pelumas (Oli), *Sainmatika*, Volume 13, No.2: 26-34.
- Parenden, D., (2012), Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Minyak Pelumas, *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha* Vol.1 No. 3, ISSN 2089-6697.
- Patty, D J., Lokollo, R R., (2016), FTIR Spectrum Interpretation of Lubricants with Treatment of Variation Mileage, *Jurnal Advances in Physics Theories and Applications*, Vol 62: 13-20.
- Puad, H, (2016), *Pengaruh Minyak Pelumas Terhadap Torsi Pada Mobil Avanza 1300 CC*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan: Medan.
- Riyajan, S., Sakdapipanich, J.T., (2006), *Cationic Cyclization Of Deproteinized Natural Rubber Latex Using Sulfuric Acid*, Mahidol University.
- Sudiar, A., (2014), Perbaikan Kualitas Minyak Pelumas Dengan Additive, *Jurnal POROS Teknik*, Vol 6: 1-54.
- Syaputra, A., (2016), Studi perbandingan Kualitas pelumas Mesin motor 4T Di Kot Palembang Menggunakan Metode FT-IR, *Jurnal Patra Akademika*, Vol 7: 12-16, ISSN 2089-5925.
- Sitepu, T., Ambarita, H., Sitorus, B. T., Silaen, D., (2010), Efek Penambahan Zat Aditif Pada Minyak Pelumas Multigrade Terhadap Kekentalan dan Distribusi Tekanan Bantalan Luncur, *Jurnal Dinamis* Vol. I, No.7: 17– 22.