STUDI PENGARUH MAGNETISASI SISTEM DIPOL TERHADAP KARAKTERISTIK KEROSIN

Mochamad Chalid[1], Nelson Saksono[2], Adiwar[3], dan Nono Darsono[1]

1. Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia
2. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia
3. PPPTMGB Lemigas, Jakarta, Indonesia

E-mail: chalid@eng.ui.ac.id; nelson@chemeng.ui.ac.id; adiwar@lemigas.esdm.go.id

Abstrak

Penelitian ini ditujukan untuk mengamati karakteristik kerosin secara eksitu setelah magnetisasi sistim dua kutub yang saling berlawanan (dipole) dan berhadapan satu dengan yang lain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik magnetisasi memberikan perubahan pada karakteristik kerosin. Kepolaran dan viskositas secara berturut-turut diamati dengan pengukuran indeks refraksi dan viskositas. Pemberian medan magnet sebesar 4330 Gauss dengan lama magnetisasi 60 menit memberikan peningkatan indeks refraksi dari 1,447 menjadi -1,449 serta menurunkan nilai viskositas dari 1,278 menjadi 1,256. Hal ini memperkuat kemungkinan terjadinya *declustering* serta peningkatan kepolaran pada molekul penyusun kerosin. Perubahan yang terjadi tidak sampai mengakibatkan terjadinya perubahan komposisi dan struktur. Hal ini diindikasikan dengan hasil pengujian kromatografi gas dan spektroskopi infra merah.

Abstract

Dipole Magnetization Effect to Kerosene Characteristics. Investigation of kerosene characteristics has been done by ex-situ dipole magnetization. The results show that magnetization technique can be able to influence kerosene characteristics. Polarity and viscosity of the kerosene are observed by measuring refractive index and viscosity. An hour of 4330 Gauss flux magnetic will increase refractive index from 1.447 to 1.449 and decrease the viscosity from 1.278 to 1.256. Those changing support de-clustering occurrence and polarity increment of kerosene molecule. Gas chromatography and infrared result show that those changing do not alter kerosene structure and composition.

Keywords: dipole magnetization, polarity, viscosity, de-clustering.

1. Pendahuluan

Pemakaian bahan bakar minyak sebagai salah satu sumber energi mengalami peningkatan yang signifikan sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan teknologi. Bahan bakar minyak merupakan sumber energi yang bersifat tak dapat diperbaharui. Oleh karena itu upaya penghematan dan pencarian sumber energi alternatif adalah suatu kemestian. Banyak penelitian telah dilakukan dalam rangka peningkatan efisiensi pembakaran, akan tetapi hasilnya menimbulkan efek negatif, di antaranya penambahan aditif yang menimbulkan efek pencemaran udara.

Cara lain yang tidak menimbulkan efek negatif adalah magnetisasi bahan bakar, yang mampu meningkatkan efesiensi pembakaran hingga 20%. Sebuah hipotesis mengatakan bahwa ini terjadi karena *de-clustering* gugus molekul penyusun bahan bakar saat magnetisasi [1].

Beberapa peneliti berpendapat bahwa efek magnetisasi dengan sistim monopol lebih besar daripada sistim dipol [2,3]. Hal ini disebabkan oleh densitas fluks pada sistem monopol yang lebih tinggi [3]. Akan tetapi penelitian ini menggunakan magnetisasi sistem dipol sebagai pembanding untuk hasil penelitian dengan magnetisasi sistim monopol.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari penomena *de-clustering* dan pengaruh medan magnet sistem dipol terhadap karakteristik kerosin.

Dalam penelitian ini, hal-hal yang dilakukan adalah sebagai berikut: sampel bahan bakar adalah kerosin produksi Pertamina yang digunakan di pasaran. Percobaan dilakukan dengan pemberian medan magnet permanen sistem dipol dengan variasi kekuatan medan magnet permanen dan lama

magnetisasi. Pengamatan karakteristik kerosin bersifat *eksitu* melalui pemberian medan magnet sebelum pengamatan.

Minyak bumi merupakan campuran dari hidrokarbon cair alami dengan sejumlah kecil belerang, nitrogen, oksigen, *trace metals*, dan mineral-mineral lainnya. Berdasarkan analisis, minyak bumi mengandung 84% hidrokarbon, belerang hingga 3%, 0,5% nitrogen, dan 0,5% oksigen [4].

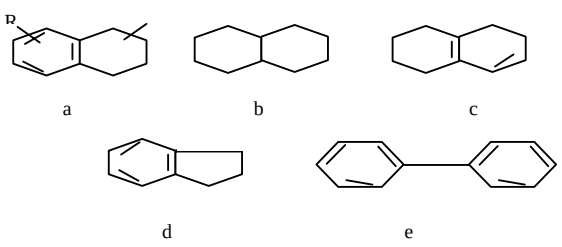
Minyak tanah atau kerosin adalah bahan bakar minyak jenis distilat tidak berwarna dan jernih. Kerosin merupakan produk minyak bumi dengan titik didih antara 150 ^{0}C sampai dengan 300 ^{0}C dan memiliki berat jenis antara 0,79-0,83 gr/cm^3 pada 60 ^{0}F [5].

2. Metode Penelitian

Komponen utama kerosin adalah *paraffin, cycloalkanes (naphtha)* serta senyawa aromatik, dimana parafin adalah komposisi terbesar, seperti yang ditunjukkan Tabel 1 [6]. Kerosin tersusun sekurang-kurangnya atas 12 karbon tiap molekul. Unsur pokok kerosin terutama sebagai hidrokarbon jenuh (Gambar 1) yang terdiri atas *tetrahidronaftalin* (Gambar 1a) dan *disikloparafin* (Gambar 1b). Hidrokarbon lain seperti aromatik dan cincin–cincin sikloparafin (Gambar 1c) atau sejenisnya. Ada juga diaromatik (cincin aromatik yang terkondensasi), seperti pada *naftalin* (Gambar 1d). Dan senyawaan dua cincin yang terisolasi dan sangat sedikit seperti pada *bifenil* (Gambar 1e) [6].

Tabel 1. Komposisi kerosin dari *Ponca Petroleum* [6]**.**

Tipe hidrokarbon	% volume
Parafin – parafin	
Normal	23
Bercabang	16
Monosiklik	31
Disiklo	11
Trisiklo	0
Aromatik – aromatik	
Mononuklear	15
Dinuklear	3

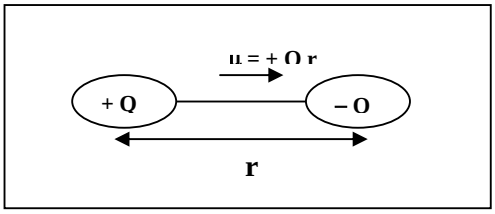


Gambar 1. Struktur molekul penyusun kerosin [6]

Mutu kerosin dapat ditentukan dari sifat-sifat penting seperti *volatility, freezing* dan *pour point, viscosity, smoke point, char value*, indeks refraksi serta kadar sulfur [7]. Viskositas mempengaruhi jumlah kerosin yang dapat dihisap oleh kapiler untuk kemudian terbakar. Hal ini sangat mempengaruhi tingkat pembakaran dan kecepatan pembakaran. Indeks refraksi merupakan sifat fisik dasar yang dapat digunakan sebagai parameter kepolaran molekul penyusun kerosen.

Pada suatu medan magnet, dipol magnetik pada suatu material cenderung terorientasi terhadap medan [8]. Kekuatan magnet dihasilkan oleh *magnetic flux density*, yang diukur dalam satuan Gauss. Jenis magnet yang digunakan untuk bahan bakar mempunyai tingkatan sekitar 2000 sampai 4000 Gauss [9]. Bahkan ada pula yang merekomendasikan hanya sampai 500 Gauss [10].

Ketika ikatan kimia terbentuk antara dua atom yang berbeda elektronegativitasnya, maka terdapat perbedaan densitas elektron diantara dua atom tersebut. Densitas elektron tertinggi terdapat pada atom yang berkeelektronegatifan tertingggi (muatan partial negatif) dan ikatan tersebut membentuk muatan muatan (Q) parsial dan jarak tertentu [11]. Sebuah dipol digambarkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi momen dipol molekul [11]

Tabel 2. MRPI untuk Hidrocarbon [12]

Jenis Hidrokarbon	Nilai Magnetic Rotary Power Indeks ρm
Isobutane	4.87
Cyclopenthane	4.89
Pentane	5.60
Isopentane	5.75
Cyclohexane	5.66
Hexane	6.62
Toluena	12.16
Heptena	7.61
Ethylbenzena	13.41
1 – Octane	9.00
Octane	8.65

Saat magnetisasi dipol ikatan mempengaruhi rotasi sebagian besar molekul. Efek putaran ini disebut efek Faraday. Penelitian efek ini oleh Verdet menunjukan rasio rotasi magnetik molekul hidrokarbon dibanding air (ρm) seperti pada Tabel 2 [12].

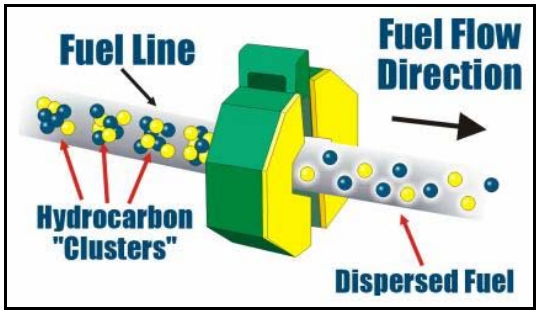
Molekul hidrokarbon cenderung untuk saling tertarik satu sama lain, membentuk molekul-molekul yang bergerombol (*clustering*). Penggumpalan ini akan terus berlangsung, sehingga menyebabkan molekul-molekul hidrokarbon tidak saling berpisah pada saat bereaksi dengan oksigen. Hal ini mengakibatkan ketidaksempurnaan pembakaran yang dapat diukur pada kandungan gas buang [10].

Molekul penyusun utama kerosin bersifat diamagnetik, dimana memiliki momen spin elektron berpasangan sebagai akibat ikatan C-H. Saat diberikan medan magnet eksternal, momen magnet terinduksi secara lemah. Momen magnet ini berasal dari orbit elektron sekitar inti yang menghasilkan medan magnet. Pada suatu medan magnet eksternal, ekstra *torque* diaplikasikan ke elektron menghasilkan orientasi anti-pararel momen magnet atom yang lemah terhadap medan magnet [9].

Suatu medan magnet permanen yang cukup kuat pada molekul hidrokarbon menyebabkan reaksi penolakan antarmolekul hidrokarbon (*de-clustering*) sehingga terbentuk jarak yang optimal antar molekul hidrokarbon dengan oksigen. Fenomena tersebut diilustrasikan pada Gambar 3 [10].

Gugus molekul polar dipengaruhi oleh medan magnet sehingga gugus tersebut semakin aktif dan terorientasi sesuai dengan arah medan magnet. Hal ini mengakibatkan penolakan antar molekul, sehingga terjadi fonomena *de-clustering*. Pada akhirnya oksigen akan lebih mudah bereaksi dengan molekul dan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna.

Pemecahan gumpalan-gumpalan (*de-clustering*) molekul hidrokarbon ini dapat dijelaskan juga melalui teori momen ikatan. Sebagai contoh, apabila ikatan polar seperti O-H berada dalam medan magnet, maka ikatan akan mengalami sejumlah gaya balik tertentu. Gaya ini secara sederhana mendorong medan magnet untuk membebaskan ikatan dalam medan. Ikatan yang lebih polar mengalami gaya lebih besar daripada ikatan yang kurang polar. Ikatan H-C termasuk ikatan non polar, karena nilai momen ikatannya hanya sebesar 0,4 Debye. Namun medan magnet yang kuat dapat mengganggu dan mempengaruhi ikatan H-C. Meskipun ikatan antara atom H-C tidak sampai terlepas, kekuatan ikatannya akan sedikit melemah, sehingga atom hidrogen dan karbon akan lebih mudah bereaksi dengan oksigen dalam proses pembakaran [13].

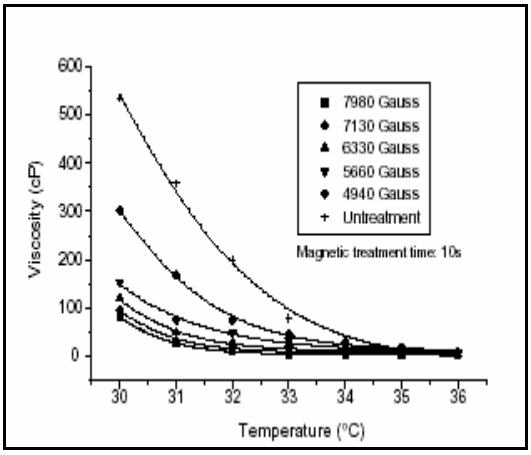


Gambar 3. *De-clustering* Molekul Hidrokarbon yang Melewati Medan Magnet [10]**.**

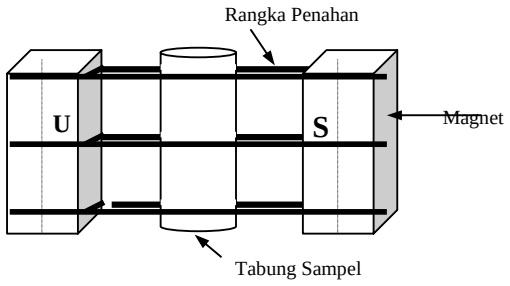
Tung dkk. [14] meneliti hubungan antara magnetisasi dengan viskositas pada minyak mentah dengan kandungan paraffin yang tinggi *(high paraffin)*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya penurunan viskositas akibat magnetisasi seperti terlihat pada Gambar 4.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada suhu yang sama, semakin tinggi kuat medan magnet yang digunakan akan menghasilkan nilai viskositas yang makin rendah atau dengan kata lain kekuatan medan magnet berbanding terbalik terhadap viskositas hidrokarbon. Hal ini menunjukkan bahwa kecenderungan efek *declustering* pada molekul hidrokarbon terjadi akibat magnetisasi.

Bahan percobaan adalah kerosin (minyak tanah) produk Pertamina yang digunakan di pasaran. Peralatan magnetisasi berupa 2 buah magnet batang serta tabung sampel 30 ml. Sampel kerosin terlebih dulu diuji karakteristiknya untuk mendapatkan data blanko. Dan setelah dimagnetisasi, kerosin diuji untuk mengamati perubahan karakteristiknya.



Gambar 4. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Viskositas Minyak Mentah Vietnam [14]**.**



Gambar 5. rancangan Alat Magnetisasi

Prosedur magnetisasi dilakukan dengan mengatur jarak antar kedua magnet, sesuai dengan variabel kekuatan medan magnet yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 5.

Kemudian sampel kerosin dimasukkan ke dalam tabung sampel secukupnya sesuai dengan standar pengujian yang dilakukan, lalu biarkan sesaat, sesuai dengan variabel lama magnetisasi yang digunakan. Setelah itu sampel kerosin diambil dari tabung sampel secepatnya lalu mulai dilakukan pengujian magnetisasi dan pengujian karakteristik kerosin.

Magnetisasi dilakukan dengan menggunakan material magnet permanen dengan kekuatan medan 0, 2340, 3854, dan 4330 Gauss pada lama magnetisasi 0, 30, dan 60 menit. Pengujian karakteristik kerosin untuk struktur dan komposisi kerosin dilakukan dengan Gas Chromatography (ASTM D 5134-92) dan *FTIR Spectrometer* ATI Mattson, Kepolaran dengan Indeks Refraksi (ASTM D-1218) dan Viskositas (ASTM 445-88).

3. Hasil dan Pembahasan

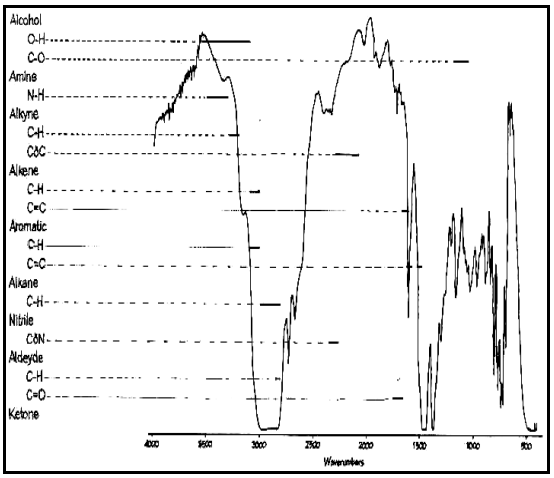
Berdasarkan hasil pengukuran *Gas Chromatography*, kerosin yang digunakan dalam percobaan secara umum terdiri dari senyawaan hidrokarbon dari *normal*-paraffin (rantai lurus) dan *iso*-paraffin (aromatik, naftalena dan olevin). Hasil tersebut ditunjukkan pada Tabel 5.

Pengamatan *FTIR* secara kualitatif dan semikuantitatif menginformasikan gugus-gugus fungsi senyawaan dalam kerosin. Gugus-gugus fungsi tersebut adalah alcohol, amina, alkena, aromatik, nitril dan aldehida, seperti yang diindikasikan pada Gambar 6. Beberapa dari gugus-gugus tersebut, seperti alkohol, amina dan nitril bersifat polar.

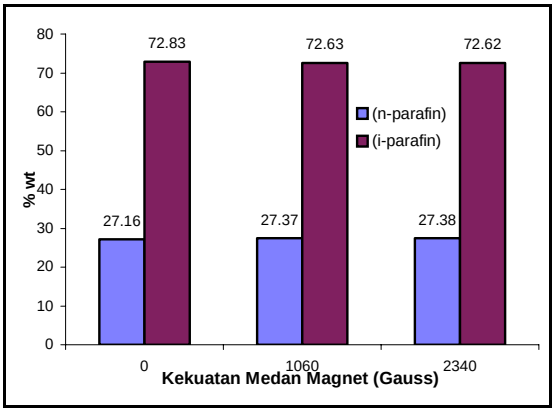
Berdasarkan data *Gas Chromatography*, magnetisasi kerosin tidak memberikan perubahan komposisi penyusun kerosin. Perbandingan *normal*-paraffin terhadap *iso*-paraffin sebelum dan sesudah magnetisasi mengindikasikan komposisi yang tetap. Hal ini ditunjukkan oleh data persen berat pada berbagai kekuatan medan magnet (Gambar 7).

Tabel 5. Komposisi kerosin sebelum magnetisasi

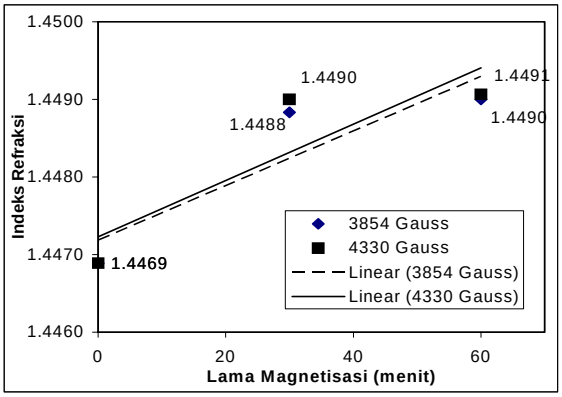
(n-parafin)		*(i-parafin)*	
% wt	% mol	% wt	% mol
27.16	27.74	72.83	72.25



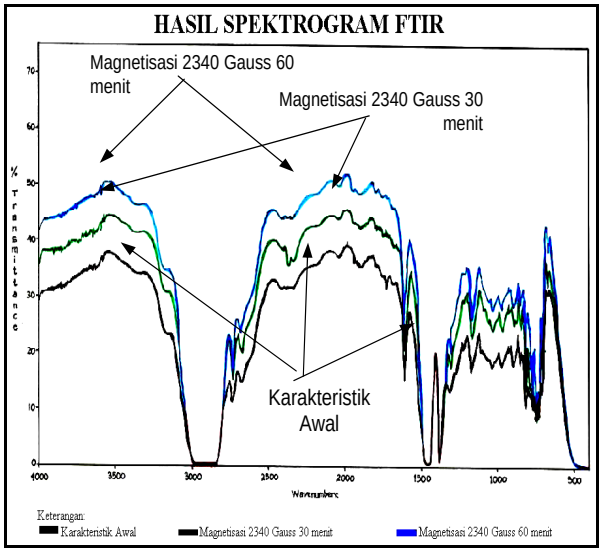
Gambar 6. Gugus-gugus fungsi molekul penyusun kerosin sebelum magnetisasi, yang diamati dengan FTIR



Gambar 7. Komposisi senyawaan dalam kerosin pada berbagai kekuatan medan magnet yang diukur dengan *Gas Chromatography*



Gambar 8. Kurva FTIR dari transmisi gugus-gugus fungsi dalam kerosin pada berbagai lama magneti-sasi (2340 Gauss). Kurva FTIR untuk kerosin tanpa magnetisasi diberikan sebagai P



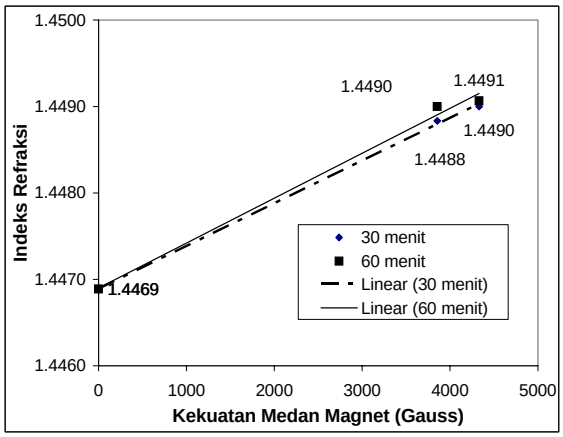
Gambar 9. Kurva pengaruh magnetisasi pada berbagai lama magnetisasi dengan sistim dipol terhadap kepolaran molekul pada kerosin

Analisis tersebut diperkuat dengan data pengamatan struktur sebelum dan sesudah magnetisasi kerosin melalui pengukuran FTIR, yang ditunjukkan pada Gambar 10. Hasil tersebut mereprensentasikan tidak ada perubahan struktur senyawaan pada kerosin, tapi senyawaan tersebut mengalami perubahan harga serapan atau transmisi radiasi pada strukturnya. Hal ini dimungkinkan oleh *de-clustering* senyawaan dalam kerosin karena magnetisasi, yang mengubah kepolaran gugus fungsi senyawaan. Perubahan ini memungkinkan perubahan intensitas transmisi vibrasi gugus fungsi.

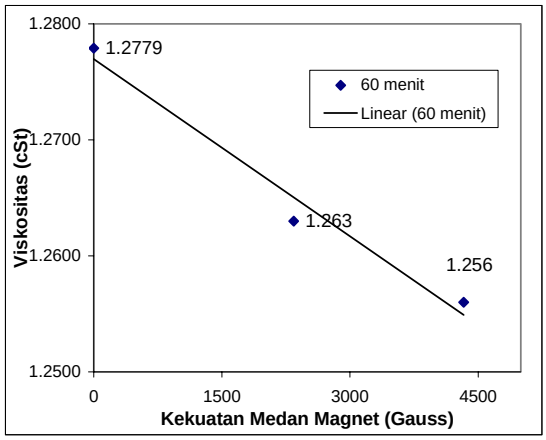
Seperti yang disebutkan di atas, magnetisasi dapat mempengaruhi kepolaran molekul penyusun kerosin. Penyidikan lebih lanjut dilakukan dengan pengukuran konstanta dielektrikum dan indeks refraksi. Akan tetapi pada penelitian ini pengamatan dilakukan hanya dengan pengukuran indeks refraksi. Gambar 9 dan 10 menunjukkan pengaruh magnetisasi pada berbagai lama magnetisasi dan kekuatan medan magnet terhadap peningkatan kepolaran molekul penyusun kerosin.

Peningkatan kepolaran molekul dimungkinkan oleh perubahan densitas elektron pada daerah ikatan atom atau molekul, karena pengorientasian molekul atau ikatan polar saat magnetisasi. Perubahan ini mengarahkan pada peningkatkan momen dipol ikatan. Hal ini mempunyai hubungan yang kuat dengan fenomena *de-clustering*, karena peningkatan momen dipol pada ikatan memungkinkan rangsangan penolakan antar molekul. Akhirnya distribusi molekul meningkat dan indeks refraksi kerosin menjadi lebih tinggi dibandingkan sebelum magnetisasi.

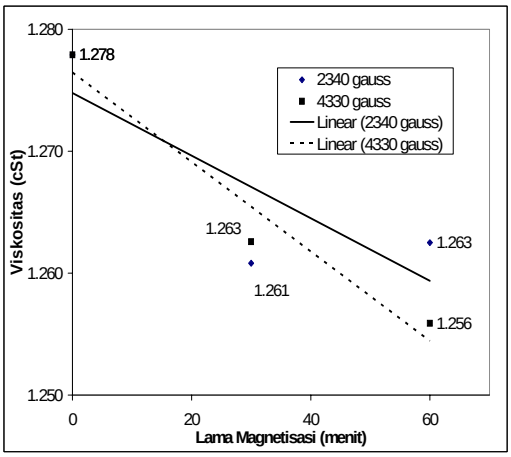
Dengan mengacu pada Gambar 9, peningkatan lama magnetisasi mengakibatkan peningkatan kepolaran molekul yang diindikasikan dengan peningkatan indeks refraksi. Ini dapat mengindikasikan bahwa perubahan kepolaran molekul adalah suatu konsekuensi *de-clustering* karena magnetisasi. Penambahan kekuatan medan magnet memberikan efek *de-clustering* yang lebih kuat pada kerosin. Karena hal ini memungkinkan peningkatan secara kualitatif dan kuantitatif molekul yang terorientasi.



Gambar 10. Kurva pengaruh magnetisasi pada berbagai kekuatan medan magnet dengan sistim dipol terhadap kepolaran molekul pada kerosin



Gambar 11. Kurva pengaruh magnetisasi pada berbagai lama magnetisasi dengan sistim dipol terhadap viskositas kerosin



Gambar 12. Kurva pengaruh magnetisasi pada berbagai kekuatan medan magnet dengan sistim dipol terhadap viskositas kerosin

Investigasi lebih lanjut diarahkan pada pengaruh kekuatan medan magnet terhadap kepolaran molekul pada kerosin. Data untuk hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 10. Kurva tersebut merepresentasikan bahwa peningkatan kekuatan medan magnet mempunyai pengaruh yang signifikan pada peningkatan efek *de-clustering*, yang diindikasikan dengan penguatn indeks refraksi. Hal dimungkinkan oleh penambahan secara kualitatif dan kuantitatif molekul yang terientasi pada kerosin.

Perubahan viskositas kerosin memiliki hubungan yang kuat terhadap efek *de-clustering* yang disebabkan oleh peningkatan kepolaran molekul saat magnetisasi. Perubahan kepolaran tersebut meningkatkan tolakan antar molekul yang menurunkan kekentalan kerosin. Hal tersebut diperkuat dengan data percobaan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar11 dan 12.

Gambar 11 menunjukkan pengaruh lama magnetisasi terhadap viskositas kerosin, yang keduanya mempunyai hubungan yang berbanding terbalik. Kecenderungan ini dimungkinkan oleh efek *de-clustering*.

Seperti yang dilakukan pada bagian sebelumnya, investigasi lebih lanjut diarahkan pada kajian pengaruh kekuatan medan magnet terhadap viskositas kerosin. Data percobaan seperti yang diindikasikan pada Gambar 12 menginformasikan penurunan viskositas kerosin dengan peningkatan kekuatan medan magnet. Hal ini mempunyai hubungan yang kuat dengan pengaruh kekuatan medan magnet terhadap viskositas. Karena lama magnetisasi dapat mengakibatkan peningkatan secara kualitatif dan kuantitatif molekul yang terorientasi.

4. Kesimpulan

Perubahan kepolaran molekul dan viskositas kerosin yang diamati dari pengukuran indeks bias dan viskositas kinematik menguatkan hipotesis tentang fenomena *de-clustering* karena magnetisasi. Magnetisasi kerosin memberikan beberapa keuntungan pada aplikasi pembakaran dengan peningkatan kepolaran molekul dan penurunan viskositas tanpa mengubah komposisi dan struktur molekul kerosin sesuai hasil *gas chromatography* dan inframerah.

Daftar Acuan

[1] http://www.magnetizer.com, Magnetizer and Hydrocarbon Fuel, 2004
[2] http://www.mundi.com/tech.html, 2004
[3] A. Janczak, Permanent Magnetic Power Cell System for Treating Fuel Lines for More Efficient Combustion and Less Polution, United States Patent Number 5,124,045., Date of Patent: Jun. 23, 1992.
[4] G. L. Borman, K. W. Ragland, Combustion Engineering, McGraw-Hill, New York, 1998.
[5] Lembaga Minyak dan Gas Bumi, Kamus Minyak dan Gas Bumi, Edisi keempat, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, Lemigas, Jakarta, 1999.
[6] J. G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, 2nd ed., Marcel Dekker Inc., New York. 1991.
[7] M. C. Peters, W. Francis , Fuel and Fuel Technology, Pergamon Press, 1980.
[8] Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Diktat Kuliah Material Magnet dan Elektronik: Konsep Dasar Material Magnet, Jurusan Metalurgi

Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 2003.
[9] http://www.csicop.org/si/9801/po-well.htm, 2004
[10] http://www.magnetizer.com, Magnetizer and Hydrocarbon Fuel, 2004.
[11] G. M. Barrow, Physical Chemistry, McGraw Hill Book Companies, New York, 1997
[12] E. Verdet, Handbook of Chemistry and Physics, 62nd ed., CRC Press, New York, 1982
[13] R. J. Fessenden, j. S. Fessenden, Kimia Organik, terjemahan, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta, 1991..
[14] N. P. Tung, N. Q. Vinh, N. T. P Phong, B. Q. K. Long, P. V. Hung, Perspective for Using Nd-Fe-B Magnets as Tool for The Improvement of The Production and Transportation of Vietnamese Crude Oil with High Paraffin Content, Institute of Material Science HCM City Branch NCST, Vietnam, 2004.