

Penelitian Proses Dehidrasi Parsial pada Pembuatan Minyak Dasar *Rolling Oil* Berbahan Baku Minyak Jarak

Oleh:

E. Suhardono

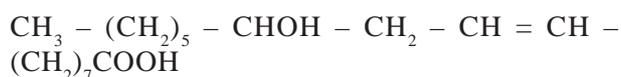
I. LATAR BELAKANG

Produksi minyak bumi Indonesia sekarang sudah menurun tiap tahunnya^[1], namun sampai saat ini sektor minyak dan gas bumi masih menjadi andalan bagi pertumbuhan ekonomi negara ini. Cepatnya perkembangan berjenis-jenis industri dan adanya kecenderungan meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor secara drastis pada tahun-tahun terakhir^[2], mendorong naiknya konsumsi bahan bakar minyak dan pelumas. Sebagai akibatnya kebutuhan pelumas di Indonesia, baik untuk mesin otomotif maupun industri naik dengan tajam dalam beberapa tahun terakhir. Saat ini minyak lumas sudah dapat diproduksi di dalam negeri. Selain PERTAMINA ada beberapa perusahaan yang telah memiliki LOBP (*Lube Oil Blending Plant*) di Indonesia. Namun, minyak lumas yang dikategorikan sebagai *rolling oil* belum dibuat di Indonesia. Produk tersebut masih didatangkan dari luar negeri. Padahal, kebutuhan *rolling oil* di Indonesia cukup besar, terutama untuk dipakai di pabrik-pabrik baja dan industri mobil. Sebagai contoh kebutuhan *rolling oil* oleh salah satu industri baja yang ada di Indonesia adalah sekitar 1600 ton per tahun^[3]. Kebutuhan tersebut akan terus meningkat seiring dengan kemajuan industri baja dan mobil di Indonesia maupun di Asia Tenggara. Oleh karena itu studi untuk dapat membuat *rolling oil* di Indonesia sangat diperlukan, dengan demikian ketergantungannya pada produk impor bisa dikurangi.

Rolling Oil adalah minyak lumas yang digunakan pada proses penipisan logam di pabrik baja ataupun di industri mobil, yang fungsinya selain sebagai bahan pelindung agar lembaran logam tidak cacat, juga sebagai pendingin agar bagian-bagian mesin penipis tersebut tidak cepat rusak^[4]. Dalam aplikasinya, *rolling oil* dapat langsung dipakai (*straight oil*) atau berupa emulsi yang dicampur dengan air^[4,5].

Komponen penyusun utama *rolling oil* adalah bahan dasar minyak dan beberapa aditif (*straight oil*), sedang yang berupa emulsi selain aditif perlu juga bahan pengemulsi dan biosida. Bahan dasar minyak dapat berasal dari minyak mineral ataupun minyak nabati. Sedangkan jenis aditif yang diperlukan adalah aditif tekanan ekstrem (*extreme pressure*), anti oksidan, anti korosi dan aditif peningkat indeks viskositas.

Dalam penelitian ini minyak jarak dipilih sebagai bahan studi karena jenis minyak ini mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan minyak mineral ataupun minyak nabati yang lain. Keunggulan minyak ini antara lain adalah mudah didapat di Indonesia, dapat mengalami biodegradasi, merupakan bahan terbarukan dan bukan merupakan komoditas pangan^[6]. Selain itu minyak jarak mengandung asam lemak risinoleat yang konsentrasinya cukup tinggi^[6,7,8]. Asam ini merupakan asam lemak tak jenuh yang mengandung gugusan karboksil dan hidroksil dengan rumus molekul sebagai berikut^[6,8]:



Dengan adanya kedua gugusan polar pada rantai hidrokarbonnya, minyak ini akan melekat dengan baik di permukaan logam^[9]. Selain itu minyak jarak mudah membentuk emulsi yang stabil dengan air, sehingga pada formulasinya sebagai *rolling oil*, tidak diperlukan lagi bahan pengemulsi. Keuntungan lain pada penggunaan minyak jarak sebagai bahan dasar *rolling oil* adalah mengurangi konsumsi minyak mineral, sehingga pemakaian minyak ini secara nasional bisa lebih dihemat. Namun demikian, sebagai bahan dasar *rolling oil* ada sifat fisika kimianya yang belum memenuhi kriteria. Nilai indeks viskositas minyak ini hanya sekitar 85. Sedangkan pada proses penipisan logam selalu menimbulkan panas, oleh sebab itu *roll-*

ing oil yang dipakai secara langsung (*straight oil*) perlu mempunyai nilai indeks viskositas yang memadai. Nilai indeks viskositas *rolling oil* yang ada di pasaran biasanya di atas 100^[4]. Untuk itu nilai indeks viskositas minyak jarak yang masih rendah ini harus ditingkatkan, sehingga dapat dipakai sebagai bahan dasar *rolling oil*.

Peningkatan nilai indeks viskositas dapat dilakukan dengan penambahan aditif, atau memrosesnya melalui dehidrasi parsial dengan bantuan katalis yang sesuai. Penambahan aditif peningkat indeks viskositas tampaknya bukan pilihan yang tepat, karena tidak banyak jenis aditif ini yang cocok untuk minyak jarak. Oleh sebab itu, peningkatan indeks viskositas melalui suatu proses kimiawi merupakan alternatif yang paling sesuai.

Proses yang telah dicoba dalam penelitian ini adalah proses dehidrasi parsial, di mana pada awalnya proses ini hanya dipakai untuk membuat minyak pengering^[10]. Belum pernah digunakan untuk membuat bahan dasar *rolling oil*. Proses ini dilakukan dengan memanaskan minyak jarak bersama katalis atapulgit dan natrium bisulfat pada suhu sekitar 210°C. Proses ini merupakan proses pemutusan sebagian ikatan hidroksil yang terdapat dalam minyak jarak, akibatnya akan terbentuk ikatan rangkap baru yaitu ikatan rangkap terkonjugasi (9,11 oktadekadienoat) dan ikatan rangkap terisolasi (9,12 oktadekadienoat)^[10]. Biasanya isomer terkonjugasi mendominasi hasil proses dehidrasi tersebut. Adanya kedua jenis ikatan rangkap tersebut, diasumsikan dapat menaikkan indeks viskositas dari minyak jarak. Selain itu terbentuknya kedua ikatan rangkap baru ini, memungkinkan minyak tersebut pada tekanan dan suhu tertentu membentuk polimer yang pada proses penipisan logam dapat melapisi permukaan logam dengan lebih baik.

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah, mendapatkan teknologi berskala laboratorium yang dapat dipakai untuk meningkatkan nilai indeks viskositas dari minyak jarak. Untuk memperoleh indeks

viskositas yang maksimum ini, kondisi operasi dari proses yang digunakan perlu dioptimalkan dengan memvariasikan komposisi katalis serta lama pemanasan. Produk dari proses ini kemudian diuji sifat-sifat fisika kimianya seperti viskositas kinematik pada suhu 40°C dan 100°C, indeks viskositas, bilangan iod serta bilangan hidroksilnya.

Proses berskala laboratorium ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi proses berskala komersial yang tentunya akan bermanfaat bagi perkembangan industri pembentukan logam (*metal working*) seperti pabrik baja, pabrik kabel ataupun pabrik mobil di Indonesia.

II. PERCOBAAN

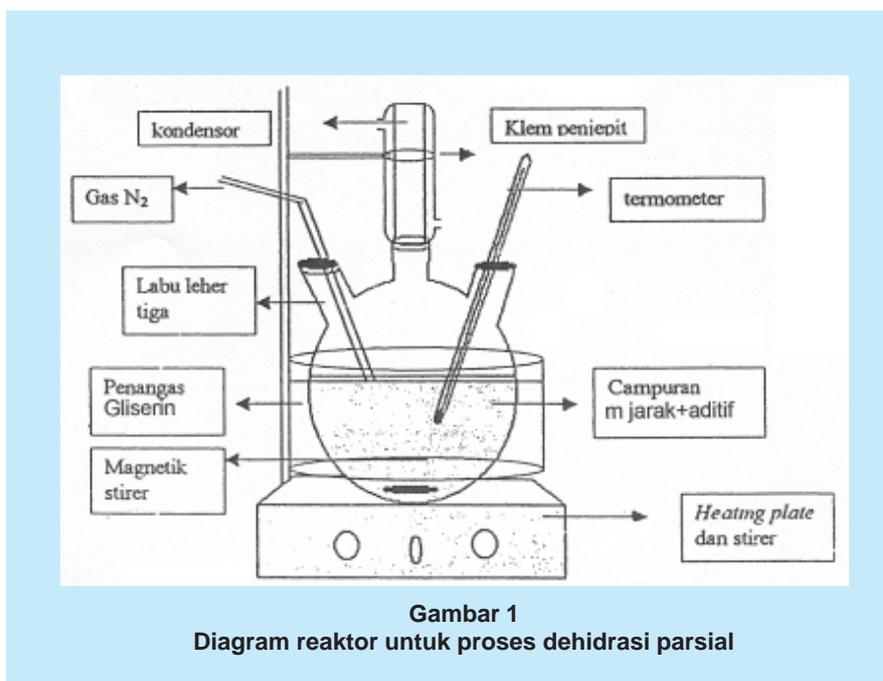
A. Peralatan

Karakterisasi Minyak Jarak

Peralatan tetraisi untuk penentuan uji bilangan iod, uji bilangan hidroksil, serta peralatan untuk menentukan viskositas kinematik (ASTM D 445), indeks viskositas (ASTM D 2270) dan titik tuang (ASTM D 97).

Proses Dehidrasi Parsial Minyak Jarak

Reaktor (Gambar 1) yang terdiri dari labu leher tiga yang dilengkapi dengan pendingin tegak, pengaduk, pemanas dengan penangas gliserin serta pengukur suhu. Selama proses berlangsung, ke dalam reaktor dialirkan gas nitrogen.



B. Bahan Kimia

Minyak jarak yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jarak tipe RBDCO (*Refining Bleaching Degumming Castor Oil*) yang diperoleh dari PT. Kimia Farma, Semarang. Bahan kimia utama yang dipakai untuk karakterisasi minyak jarak antara lain adalah larutan wijs, larutan KI 15%, asam asetat anhidrat, kloroform, indikator amilum, larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, larutan KOH 0,1 N Larutan KI jenuh dan sebagainya. Sedang bahan kimia yang penting yang digunakan dalam proses dehidrasi parsial minyak jarak antara lain adalah: atapulgit, natrium bisulfat dan gas nitrogen.

C. Prosedur Proses Dehidrasi

Ke dalam reaktor tuangkan sejumlah minyak jarak, kemudian tambahkan katalis atapulgit dan natrium bisulfat pada komposisi tertentu. Panaskan campuran tersebut dengan baik sambil diaduk dan dialiri gas nitrogen. Setelah suhu mencapai 210°C , panaskan terus selama waktu yang divariasikan yaitu 1,2 dan 3 jam. Jaga agar suhu pemanasan ini tetap 210°C . Setelah pemanasan selesai, dinginkan dan ambil sejumlah sampel untuk dilakukan pengujian terutama bilangan jod, bilangan hidroksil, viskositas kinematik dan indeks viskositasnya.

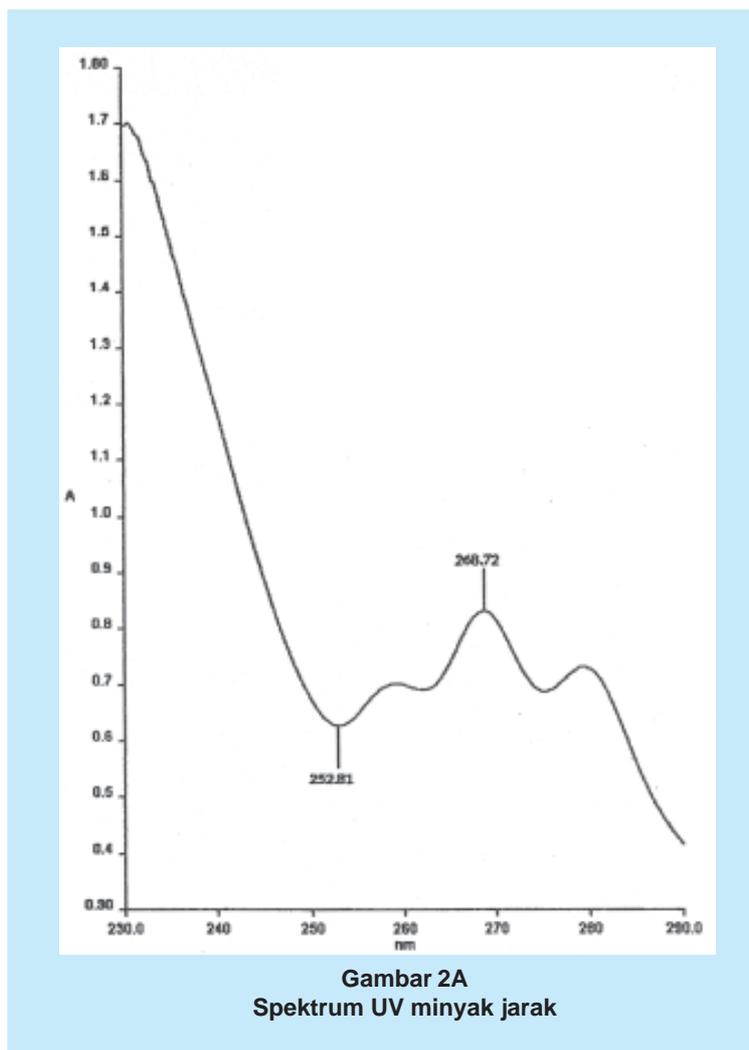
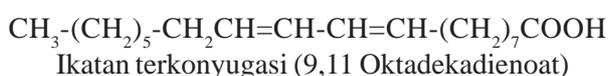
III. HASIL DAN DISKUSI

A. Karakterisasi Minyak Jarak

Hasil analisis sifat-sifat fisika kimia minyak jarak yang dipakai dalam penelitian tercantum dalam Tabel 1. Dalam tabel tersebut dapat dilihat bahwa indeks viskositas minyak jarak yang belum didehidrasi adalah sekitar 85. Nilai ini masih di bawah nilai indeks viskositas *rolling oil* yang dijumpai di pasaran, yang biasanya lebih dari 100.

B. Proses Dehidrasi Parsial

Proses dehidrasi parsial minyak jarak ini diasumsikan terjadi menurut reaksi sebagai berikut:



Ikatan terisolasi (9,12 Oktadekadienoat)

Proses dehidrasi parsial dilakukan dengan menggunakan katalis atapulgit dan natrium bisulfat. Atapulgit mengandung multi logam seperti silika, aluminium dan magnesium. Silika pada suhu yang relatif tinggi mempunyai fungsi untuk menarik gugus hidroksil dan membentuk ikatan rangkap baru. Sedangkan logam aluminium bersama dengan gas nitrogen berfungsi untuk mengantisipasi terjadinya polimerisasi saat proses dehidrasi berlangsung.

Pada reaksi dehidrasi seperti yang ditunjukkan dalam persamaan (1), ikatan baru terbentuk pada ikatan terkonyugasi (9,11 Oktadekadienoat) dan ikatan terisolasi (9,12 Oktadekadienoat). Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya

menunjukkan bahwa ikatan terkonjugasi mendominasi hasil reaksi tersebut. Adanya ikatan rangkap terkonjugasi ini ditandai dengan munculnya puncak di panjang gelombang sekitar 234 nm^[11] pada spektrum penyerapan ultraviolet dari minyak jarak yang telah mengalami dehidrasi (Gambar 2B). Puncak tersebut kemungkinan merupakan puncak spektrum penyerapan ultraviolet dari minyak jarak yang belum didehidrasi (Gambar 2A) yang mengalami pergeseran batokromis^[12].

Terbentuknya ikatan rangkap baru, mengubah karakteristik fisika kimia minyak jarak tersebut, seperti viskositas kinematik dan indeks viskositasnya. Hasil uji kedua sifat tersebut pada beberapa kondisi operasi, ditunjukkan dalam Tabel 2. Dalam tabel tersebut tampak adanya perubahan nilai viskositas kinematik baik pada suhu 40°C maupun pada suhu 100°C. Perubahan ini menyebabkan rentang perbedaan nilai viskositas kinematik pada kedua suhu tersebut menjadi semakin sempit. Sebagai

akibatnya, nilai indeks viskositasnya akan naik cukup signifikan bila dibandingkan dengan indeks viskositas minyak jarak yang tidak terdehidrasi (Tabel 1). Pada kondisi optimal, perubahan dapat terjadi dari 85 menjadi sekitar 122-125.

Naiknya viskositas kinematik pada suhu di atas 80°C (dalam hal ini pada 100°C) diasumsikan karena beberapa sebab. Pada suhu sekitar 100°C bentuk ikatan rangkap terkonjugasi didominasi oleh isomer *trans* yang bersifat lebih kental^[13] dari pada isomer

Tabel 1
Hasil karakterisasi minyak jarak tanpa dehidrasi parsial

No	Parameter	Nilai
1	Bilangan lod (gr I ₂ / gr minyak)	70
2	Bilangan hidroksil (mg KOH / gr minyak)	163
3	Viskositas kinematik 40 °C (cSt)	266
4	Viskositas kinematik 100 °C (cSt)	20
5	Indeks viskositas	85

Tabel 2
Hasil uji viskositas kinematik dan indeks viskositas minyak jarak yang didehidrasi parsial pada beberapa kondisi operasi

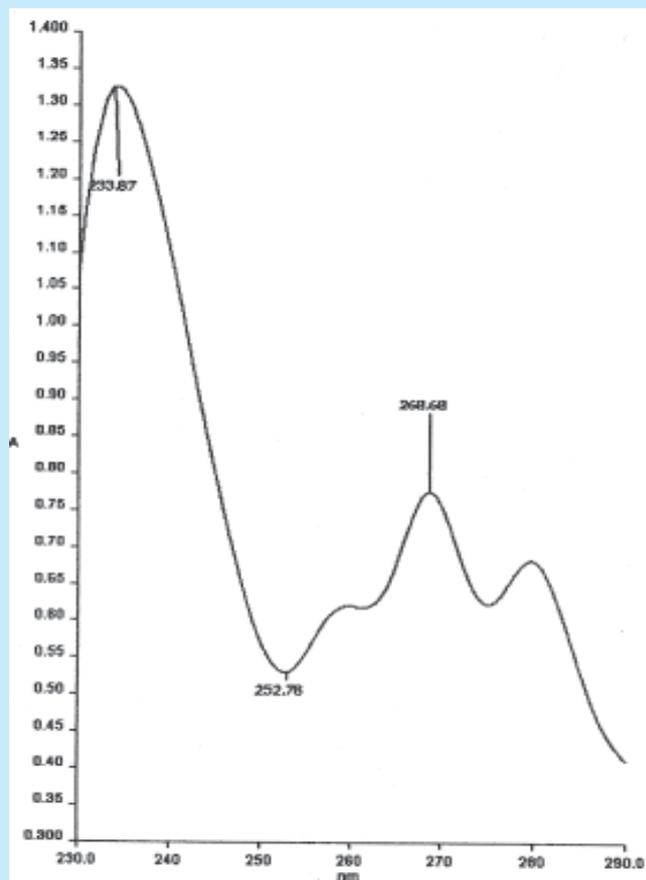
No	Konsentrasi <i>Attapulgit</i> (% berat)	Konsentrasi Na bisulfat (% berat)	Lama reaksi	Viskositas kinematik 40°C (cSt)	Viskositas kinematik 100°C (cSt)	Indeks viskositas
1	1	0,2	1	244	24	115
2	2	0,5	1	245	24	115
3	1	0,2	2	190	21	120
4	2	0,5	2	188	22	122
5	1	0,2	2	210	21	115
6	2	0,5	2	212	25	122
7	1	0,2	3	188	22	122
8	2	0,5	3	195	23	125
9	1	0,2	3	190	21	120
10	2	0,5	3	190	23	122

Minyak jarak tanpa dehidrasi :
 Viskositas kinematik 40°C : 266 (cSt)
 Viskositas kinematik 100°C : 20 (cSt)
 Indeks viskositas : 85

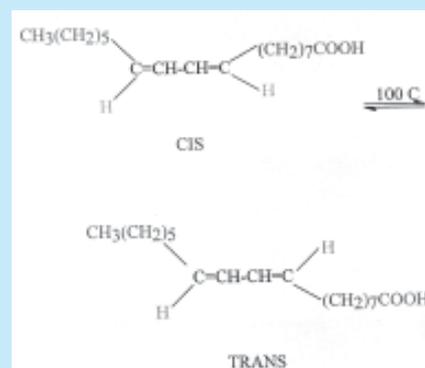
Tabel 3
Hasil analisis bilangan iod dan bilangan hidroksil minyak jarak yang terdehidrasi parsial pada beberapa kondisi operasi

No	Konsentrasi Attapulgit (% berat)	Konsentrasi Na bisulfat (% berat)	Lama reaksi	Bilangan iod (gr I ₂ / gr minyak)	Bilangan hidroksil (mg KOH / gr minyak)
1	1	0,2	1	84	105
2	2	0,5	1	90	109
3	1	0,2	2	93	100
4	2	0,5	2	97	100
5	1	0,2	2	95	104
6	2	0,5	2	98	100
7	1	0,2	3	97	98
8	2	0,5	3	105	90
9	1	0,2	3	100	86
10	2	0,5	3	104	88

Bilangan hidroksil minyak jarak tanpa dehidrasi : 163 mg KOH / gr minyak
Bilangan iod minyak jarak tanpa dehidrasi : 70 gr I₂ / gr minyak



Gambar 2B
Spektrum UV minyak jarak setelah dihidrasi (ikatan rangkap terkonjugasi pada 234 nm)



Gambar 3A
Bentuk *CIS* dan *TRANS* pada ikatan terkonjugasi (pada suhu relatif tinggi didominasi oleh bentuk *trans* yang lebih kental)

cis (Gambar 3A). Selain itu pada suhu tersebut, minyak jarak yang telah terdehidrasi secara parsial dapat mengalami polimerisasi terutama oleh ikatan rangkap terisolasi (9,12 Oktadekadienoat) yang membentuk polimer berikatan silang^[14] yang bersifat lebih viskous (Gambar 3B).

Dalam Gambar 4 dapat dilihat pengaruh lamanya pemanasan terhadap nilai indeks viskositas minyak jarak. Dalam gambar tersebut tampak bahwa nilai indeks viskositas

merupakan fungsi dari lama pemanasan. Makin lama pemanasan, makin tinggi nilai indeks viskositasnya. Namun setelah pemanasan antara 2,5 sampai 3 jam, perubahan nilai indeks viskositasnya tidak signifikan lagi.

Dalam penggunaannya sebagai *rolling oil*, pada saat proses penipisan logam berlangsung, adanya beban dan panas yang timbul, dapat memicu terjadinya polimerisasi parsial dari minyak jarak terdehidrasi yang dipakai. Akibatnya viskositas kinematiknya naik dan daya pelapisan karena terbentuknya lapisan polimer pada permukaan logam akan meningkat. Polimerisasi ini terjadi karena model ikatan terkonjugasi (9,11 oktadekadienoat) merupakan model

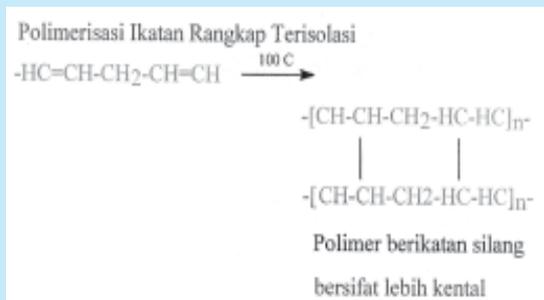
ikatan diena terkonjugasi yang dengan mudah dapat mengalami polimerisasi^[13], terutama bila ada beban dan suhu tinggi.

Dalam proses dehidrasi parsial ini, tidak semua ikatan hidroksil diubah menjadi ikatan rangkap baru. Proses terjadinya dehidrasi parsial atau dehidrasi total terutama ditentukan oleh lama reaksi dan tingginya suhu serta jenis dan banyaknya katalis^[15]. Untuk memantau proses tersebut, jumlah gugus hidroksil yang tertinggal maupun jumlah ikatan rangkap yang ada dalam minyak jarak, selalu dianalisis dalam setiap tahapan prosesnya. Dalam Tabel 3, ditunjukkan hasil analisis bilangan iod dan bilangan hidroksil pada setiap kondisi operasinya. Dalam tabel tersebut tampak bahwa bilangan hidroksil pada minyak jarak yang terdehidrasi menurun dari 163 (minyak jarak tanpa dehidrasi) sampai sekitar 90 mg KOH/gr minyak, tergantung pada kondisi operasinya. Sedangkan bilangan iod meningkat dari 70 gr I₂/gr minyak (minyak jarak tanpa dehidrasi) sampai sekitar 105 gr I₂/gr minyak. Kenaikan bilangan iod ini mengindikasikan adanya peningkatan pada ikatan rangkapnya. Dehidrasi total dapat terjadi bila bilangan hidroksilnya turun sampai sekitar 20 mg KOH/gr minyak. Sedang bilangan iodnya naik sampai sekitar 120 gr I₂/gr minyak.

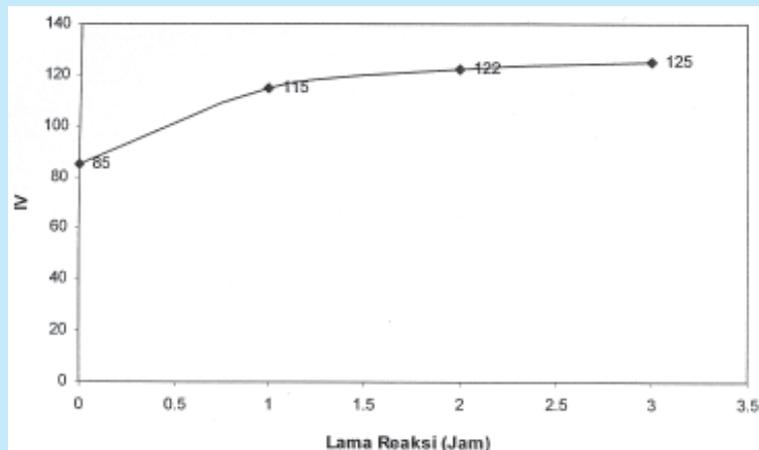
Berdasarkan data yang diperoleh tampak bahwa dengan proses dehidrasi parsial melalui bantuan katalis atapulgit dan natrium bisulfat, ikatan rangkap baru dapat terbentuk akibatnya indeks viskositasnya naik. Hasil optimal ini dicapai pada kondisi operasi sebagai berikut: Suhu pemanasan 210°C, lama pemanasan 3 jam, sedangkan katalisnya merupakan bahan yang dibentuk dari campuran atapulgit 2% dan natrium bisulfat 0,5%.

IV. KESIMPULAN

Teknologi berdasarkan proses dehidrasi parsial yang dikembangkan dalam penelitian ini, dapat menaikkan nilai indeks viskositas minyak jarak. Kondisi operasi optimum pada proses ini tercapai pada suhu sekitar 210°C dan lama pemanasan 3 jam. Sedangkan komposisi katalis terbaik adalah campuran bahan yang mengandung



Gambar 3B
Polimerisasi ikatan rangkap terisolasi membentuk polimer berikatan silang yang kental



Gambar 4
Hubungan lama reaksi dengan nilai IV untuk konsentrasi atapulgit 2% dan Nabisulfat 0.5%

atapulgit 2% dan natrium bisulfat 0,5%. Pada kondisi optimum ini, nilai indeks viskositas minyak jarak dapat dinaikkan dari 85 menjadi sekitar 122-125. Dengan naiknya nilai indeks viskositas menjadi sekitar 125, minyak jarak ini bisa memenuhi kriteria sifat-sifat yang diperlukan sebagai bahan dasar *rolling oil*. Dengan demikian minyak jarak yang telah diproses secara dehidrasi parsial, dapat dipakai sebagai minyak dasar *rolling oil*, terutama dalam penggunaannya secara langsung (*straight rolling oil*).

KEPUSTAKAAN

1. Syariffudin Mahmudsyah, 2006, *Lembaran Publikasi Ilmiah Pusdiklat Migas*, Vol. 13, No. 1, 86-112.
2. N.N., 1999, Data Kepolisian Republik Indonesia.
3. Makhmudun Ainuri, 2002, "Formulasi *Rolling Oil* Berbahan Dasar Minyak Sawit", *Desertasi Program Pascasarjana Institute Pertanian Bogor*.
4. Brown, W.L., 1993, "Metalworking" dalam *Synthetic Lubricants and High-Performance Functional Fluids*, diedit oleh Shubkin, R.L., Marcel Dekker, Inc., New York.
5. N.N., "Lubricant and Metalworking Fluids", *Lambent Technologies Corp, Website: www.lambentcorp.com*
6. Tri Yanto, 2002, "Formulasi *Rolling Oil* dengan Bahan Dasar Minyak Jarak", *Desertasi Program Pascasarjana Institute Pertanian Bogor*.
7. Krisnani Setyowati, 1999/2000, "Produksi Minyak Jarak sebagai Bahan Baku Industri Pelumas dan Plastik serta Substitusi Tung Oil", *Institut Pertanian Bogor*.
8. Ketaren, S., 1986, "Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan", Penerbit Universitas Indonesia.
9. La Puppung, P., 1986, *Lembaran Publikasi Lemigas*, Vol. 35, No. 4.
10. Kirk, R.E. dan Othmer, D.F., 1964, *Encyclopedia of Chemical Technology Vol. 3.*, The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
11. N.N., *American Society for Testing and Materials*, ASTM D 1358-86.
12. Ingle, J.D.,JR. dan Crouch, S.R., 1988, *Spectrochemical Analysis*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, hal. 337.
13. Iis Sopyan, 2001, "Kimia Polimer", Pradnya Paramita, Jakarta.
14. N.N., "Castor Oil", bahan dari *Internet Oil Extract Web Page Overview*.
15. Guner, S.F. 1997, "Castor Oil Dehydration Kinetics", *JAOCs*, Vol. 74, No. 4. •