

**PENENTUAN TINGKAT KEMATANGAN TERMAL MINYAK MENTAH  
( CRUDE OIL ) DARI LADANG MINYAK LIRIK  
Kab. INDRAGIRI HULU, RIAU**

**Cindya Afrina<sup>1</sup>, Emrizal Mahidin Tamboesai<sup>2</sup>, Halida Sophia<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi S1 Kimia**

**<sup>2</sup>Bidang Kimia Anorganik Jurusan Kimia**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia**

*cindyafrina@yahoo.com*

**ABSTRACT**

Lirik oil field is one of the oil-producing layers that is located in Indragiri Hulu Riau province, situated at  $\pm 140$  km South of the city of Pekanbaru with the area of  $\pm 12$  km<sup>2</sup>. There is no research on Lirik oil fields, at on the maturity level of petroleum using the methylphenantrene index parameters on oil wells, therefore this study aimed to determine the level of thermal maturity of Lirik oil. Determination of thermal maturity was done by taking two samples from two different wells of Lirik oil field, Riau. In this study the thermal maturity determination was done using two parameters, the parameters of isoprenoid and n-alkanes in saturated fractions and characterized using gas chromatography (GC-FID), this parameter was the initial parameter in the determination of thermal maturity. Determination of the level of thermal maturity of petroleum enhanced with Metilphenantrene index parameter on aromat fractions were characterized using gas chromatography-mass spectroscopy (GC-MS). Determination of thermal maturity level using the parameter index was determined by looking at the value Metilphenantren MPI-3 and MPR (Methylphenantrene ratio). The results of the determination of thermal maturity at saturated fraction using the ratio of n-alkanes and isoprenoid indicated that oil from Lirik oil wells, Riau was already ripen. This was confirmed by the parameters that have Metilphenantrene index values ranged MPI-3 0709; MPR 0755 and 0699 ranges; 0.756. The values of these parameters Metilphenantren index showed that crude oil from two wells Lirik, Riau has a low maturity level.

Keywords: Crude Oil Lirik, GC-MS, Maturity Thermal, Methylphenantrene Index.

**ABSTRAK**

Ladang minyak Lirik merupakan salah satu lapisan penghasil minyak yang terletak di Kabupaten Indragiri Hulu Propinsi Riau, terletak  $\pm 140$  km disebelah selatan kota Pekanbaru dengan luas  $\pm 12$  km<sup>2</sup>. Pada ladang minyak Lirik, belum ada penelitian tentang tingkat kematangan minyak bumi menggunakan parameter indeks

methylphenantren pada sumur minyak Lirik, oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kematangan termal minyak Lirik. Penentuan kematangan termal ini dilakukan dengan mengambil dua sampel dari dua sumur yang berbeda dari lading minyak Lirik, Riau. Pada penelitian ini penentuan kematangan termal dilakukan menggunakan dua parameter yaitu parameter isoprenoid dan n-alkana pada fraksi saturat dan dikarakterisasi menggunakan kromatografi gas (*GC-FID*), parameter ini merupakan parameter awal dalam penentuan kematangan termal. Penentuan tingkat kematangan termal minyak bumi, diperkuat menggunakan parameter indeks metilphenantren pada fraksi aromatisasi dikarakterisasi menggunakan kromatografi gas-spektroskopi massa (*KG-MS*). Penentuan tingkat kematangan termal menggunakan parameter indeks metilphenantren ditentukan dengan melihat nilai MPI-3 dan MPR (*Methylphenantrene ratio*). Hasil penentuan kematangan termal pada fraksi saturat menggunakan rasio isoprenoid dan n-alkana menunjukkan bahwa minyak bumi dari sumur minyak Lirik, Riau ini sudah matang. Hal ini diperkuat oleh parameter indeks metilphenantren yang memiliki nilai MPI-3 berkisar 0.709; 0.755 dan MPR berkisar 0.699; 0.756. Nilai-nilai dari parameter indeks metilphenantren ini menunjukkan bahwa minyak mentah dari kedua sumur minyak Lirik, Riau memiliki tingkat kematangan rendah.

Kata kunci: Minyak Mentah Lirik, GC-MS, Kematangan Termal, Indeks Metilphenantren.

## PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang bernilai ekonomis dan sumber energi yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam proses industri, selain minyak bumi sebagai bahan bakar untuk masyarakat dan industri, minyak bumi juga merupakan devisa negara, tetapi minyak bumi termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Produksi minyak bumi di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan. Pada tahun 2011, jumlah produksi minyak bumi Indonesia per harinya sekitar 902.000 BOPD (*barrel oil per day*). Sedangkan jumlah konsumsi minyak bumi di Indonesia per harinya sekitar 1.430.000 BOPD (*barrel oil per day*). Berdasarkan Ditjen Migas (2013),

saat ini produksi minyak bumi di Indonesia hanya sebesar 870.000 BOPD (*barrel oil per day*), sedangkan jumlah konsumsi minyak bumi di Indonesia per harinya sekitar 1.530.000 BOPD (*barrel oil per day*). Dari data di atas dapat dilihat bahwa produksi minyak bumi di Indonesia setiap tahunnya mengalami penurunan. Sedangkan konsumsi minyak di Indonesia terus mengalami peningkatan. Hal ini mengakibatkan negara Indonesia harus membeli minyak bumi dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Krisis minyak bumi di Indonesia terjadi karena banyaknya sumur-sumurbaru yang belum dieksploitasi. Berdasarkan data IPA (2008), wilayah Indonesia memiliki banyak cekungan yang berpotensi tetapi belum dilakukannya eksplorasi. Pada kegiatan eksplorasi minyak bumi,

banyak parameter analisis yang harus dipertimbangkan untuk mencapai hasil yang maksimal. Selain data geologi dan geofisika juga diperlukannya data geokimia. Data geokimia sangat penting, untuk menentukan batuan sumber, lingkungan pengendapan serta kematangan termal minyak bumi.

Parameter metil phenantren termasuk baru dalam menentukan tingkat kematangan pada minyak mentah (Stonjanovic., dkk, 2007) dan belum digunakan dalam penentuan tingkat kematangan minyak bumi Lirik. Minyak bumi Lirik merupakan salah satu ladang minyak yang terletak di cekungan Sumatra Tengah. Menurut pengetahuan peneliti belum adanya penentuan tingkat kematangan pada ladang minyak Lirik, oleh karena itu pada penelitian ini akan digunakan parameter metilphenantren (MPI) untuk menentukan tingkat kematangan pada minyak mentah dari sumur minyak Lirik. Metilphenantren (MPI) merupakan parameter kematangan hidrokarbon aromatik lebih sensitif terhadap kematangan pada pertengahan hingga bahagian akhir generasi *oil window*. Distribusi phenantren dan alkilphenantren pada sedimen kuno dan minyak mentah, merupakan parameter *Biomarker* dalam fraksi aromatik, distribusi ini berubah dengan meningkatnya kematangan (Redke., dkk, 1982). Indikator ini banyak digunakan untuk menentukan kematangan dalam minyak mentah.

## **METODE PENELITIAN**

### **a. Persiapan Sampel**

Sampel minyak mentah diperoleh dari tiga sumur minyak mentah Lirik,

Riau yang berlokasi di lapangan Sago PT. Pertamina UBEP-Lirik. Sampel yang diperoleh disimpan pada suhu dibawah 5°C sebelum dilakukan analisis. Hal ini dilakukan untuk mengurangi terjadinya biodegradasi pada sampel minyak mentah yang akan dianalisis. Jarak sumur satu dengan yang lain berkisar dari 300-750 meter (Agustina, 2014). Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.

### **b. Fraksinasi minyak mentah**

#### **1. Menghilangkan Kontaminasi Senyawa Polar**

Sampel minyak mentah ditimbang sebanyak 200 mg dilarutkan dengan 1ml n-heksana/DCM (3:1 v/v) murni, kemudian dimasukkan kedalam kolom dengan panjang 20 cm dan diameter 1 cm yang didalamnya terdapat silika gel yang telah diaktivasi dengan ukuran 60-200 mesh. Kolom yang telah berisi sampel dielus dengan 17 ml n-heksana/ DCM (3:1 v/v) murni. Kemudian eluat ditampung pada botol vial dan pelarut diuapkan hingga terbentuknya minyak pada dinding vial.

#### **2. Memisahkan Fraksi Saturat dan Fraksi Aromatik**

Minyak yang diperoleh kemudian dilarutkan dengan 2 ml n-heksana (homogen) murni, hasil yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam kolom panjang 20 cm dan diameter 1 cm yang didalamnya terdapat silika gel yang telah diaktivasi dengan ukuran 60-200 mesh. Kolom yang telah berisi sampel kemudian dielus menggunakan 6 ml n-heksana murni sehingga diperoleh fraksi

saturat (fraksi saturat keluar terlebih dahulu). Kolom kemudian dielusi kembali dengan 17 ml n-heksana/DCM (3:1 v/v) murni, sehingga diperoleh fraksi aromatik (eluat, yang diperoleh ditampung kedalam vial), selama proses fraksinasi kran dibuka.

**c. Analisis Kromatografi dan Kromatografi Spektroskopi masa**

Fraksi saturat dianalisis menggunakan kromatografi gas (GC) *Agilent Technologies 7890 A Series* dilengkapi dengan kolom kapiler *Fused Silica* dengan panjang kolom 0,32 mm, tebal fase diam 0,25 µm. gas helium digunakan sebagai gas pembawa dengan kecepatan alir 1 ml/menit. Sampel diinjeksi menggunakan *column injector*

sebanyak 0,2 µL dengan temperatur inlet 270°C, kemudian dideteksi oleh *flame ionization detector (FID)* pada suhu konstan 350°C. Data isoprenoid dan n-alkana ditunjukkan pada Tabel 2.

Fraksi aromatik dianalisis menggunakan kromatografi gas tipe B Model 7683 yang dilengkapi dengan detektor MSD yang diaplikasikan dengan spektroskopi masa tipe *Agilent Technologies C 5975*. Gas helium digunakan sebagai gas pembawa, sampel diinjeksi menggunakan *column injector* sebanyak 0,2 µL. Identifikasi penentuan konsentrasi phenantren dan metilphenantren berdasarkan puncak *multiple fragmentogram ion m/z 178 dan m/z 192*.



Gambar 1. Peta lokasi ladang minyak Lirik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Kematangan termal berdasarkan rasio isoprenoid dan n-alkana

Penentuan kematangan termal berdasarkan rasio isoprenoid dan n-alkana diperoleh dari hasil analisis kromatogram gas pada parameter ini diperoleh dari fraksinasi minyak mentah pada fraksi saturat. Pada parameter ini penentuan kematangan termal n-alkana yang digunakan adalah rasio Pristana/Phitana, rasio Pr/n-C17 dan nPh/n-Crasio Pr/n-C17 dan Ph/n-C18. Selain itu nilai *Carbon Preference Indeks* (CPI) juga digunakan untuk penentuan kematangan termal. Rasio Pr/Ph, Pr/n-C17, Ph/n-C18 dan isoprenoid/n-alkana berkurang seiring meningkatnya kematangan termal minyak bumi. Hasil analisis kromatogram gas pada fraksi saturat ini ditunjukkan pada Tabel 1.

### b. Kematangan termal berdasarkan rasio MPI dan MPR

Kematangan termal menggunakan parameter indeks

metilphenantren diperoleh dari hasil analisis kromatogram gas-spektroskopi masa (GC-MS) pada fraksi aromatis. Parameter ini digunakan karena lebih sensitif dalam penentuan tingkat kematangan termal pada pertengahan hingga bagian akhir dari generasi *oil window*, selain itu parameter ini termasuk baru yang dikembangkan oleh Redke., dkk (1982) dan belum digunakan untuk menentukan kematangan minyak bumi Lirik, Riau. Rasio metilphenantren yang digunakan oleh ahli kimia minyak bumi untuk menentukan kematangan termal minyak bumi adalah rasio MPI-1, MPI-2, MPI-3 dan MPR. Parameter MPI ini didasarkan pada distribusi phenantren dan empat metil homolog yang signifikan selama kematangan. Indeks metilphenantren (MPI-1) merupakan parameter yang paling banyak digunakan berdasarkan termodinamika isomer. Sedangkan, indeks metilphenantren (MPI-2) digunakan sebagai kontrol dari MPI-1 (Redke dan Welte, 1983). Untuk memperoleh

Tabel 1. Data kematangan termal minyak bumi berdasarkan isoprenoid dan n-alkana pada fraksi saturat

Sumur minyak	Pr/Ph	Pr/n-C17	Ph/n-C18	CPI
LirikLP-1	3,22	0,71	0,24	1,07
LirikLP-3	3,07	0,68	0,23	1,08

Tabel 2. Hasil analisis tingkat kematangan termal pada sumur minyak bumi Lirik, Riau, LP 1 dan LP 3 pada fraksi aromatis

Sampel	MPI 1	MPI 2	MPI 3	MPR	% VRE
LirikLP-1	0.727	0.829	0.709	0.699	0.836
LirikLP-3	0.728	0.823	0.755	0.756	0.836

Tabel 3. Tingkat kematangan termal berdasarkan *Vitrinite reflectance equivalent (VRE)*

Sampel	% VRE	Indikasi kematangan
Lirik LP 1	0,836 %	Matang
Lirik LP 3	0,836 %	Matang

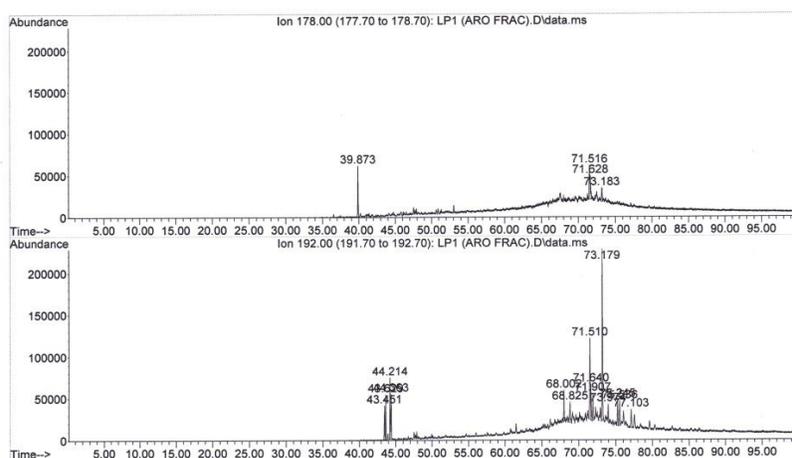
distribusi phenantren dan metilphenantren harus melakukan pengionan ( $m/z$ ) pada kromatogram TIC (Total Ion Kromatografi). Pada senyawa phenantren yaitu pada  $m/z$  178 dan metilphenantren pada  $m/z$  192 (Gambar 2 dan Gambar 3).

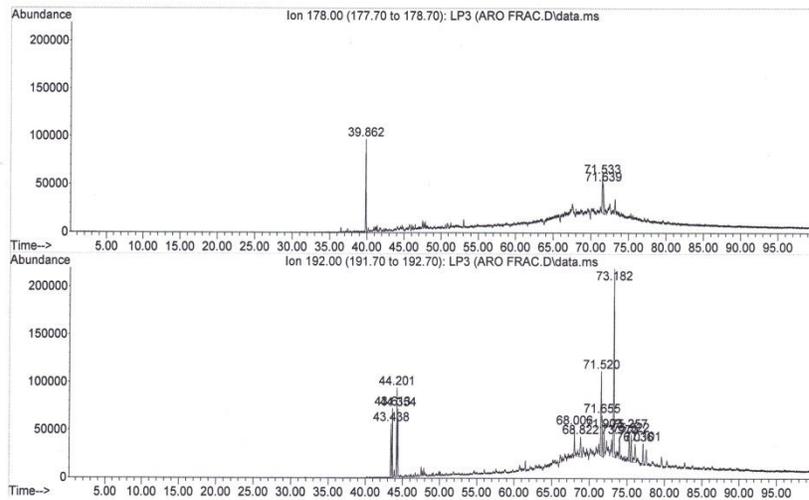
Hasil analisis kromatogram pada fraksi aromatis dari minyak Lirik, Riau untuk kedua sumur memiliki nilai MPI-1 0.727 ; 0.728 sedangkan nilai pada MPI-2 0.823 ; 0.829 (Tabel 2) menunjukkan bahwa distribusi MPI-2 lebih besar dari pada distribusi MPI-1 seiring dengan meningkatnya kematangan.

Selain nilai MPI-1 dan MPI-2, nilai MPI-3 dapat digunakan sebagai parameter kematangan yang juga berkorelasi terhadap MPR (Methylphenantrene Rasio). Redke (1987) mengelompokkan tingkat kematangan menjadi tiga kelas

berdasarkan nilai MPI-3 dan MPR. Kelompok pertama yaitu derajat kematangan tinggi yang memiliki nilai MPI  $3 > 1.0$  dan MPR  $> 1.2$ , kelompok kedua derajat kematangan sedang yang memiliki nilai 0.8–1.0 dan MPR 0.95–1.2 dan kelompok ketiga derajat kematangan rendah yang memiliki nilai  $< 0.8$  dan MPR  $< 0.95$ .

Pada sampel minyak bumi Lirik, LP-1 memiliki nilai MPI-3 0.709 dan MPR 0.699 ini menunjukkan bahwa minyak bumi Lirik LP-1 termasuk pada golongan ketiga yaitu masuk pada golongan derajat kematangan rendah. Sampel minyak bumi pada sumur Lirik-3 memiliki nilai MPI-3 0.755 dan MPR 0.756, ini menunjukkan bahwa minyak bumi pada sumur Lirik LP-3 memiliki derajat kematangan rendah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.





Gambar 3. Kromatogram GC-MS pada phenantren parsial ion  $m/z$  178 dan metilphenantren parsial ion  $m/z$  192 pada sampel minyak Lirik, Riau LP-3

#### b. Kematangan termal berdasarkan *Vitrinite reflectance equivalent* (VRE)

Dari nilai MPI 1 dapat digunakan untuk menentukan nilai *Vitrinite reflectance equivalent* (VRE) pada minyak bumi karena hubungan linearnya dengan *Vitrinite reflectance* selama pembentukan minyak (Oil Window) (Redke dan Welte, 1983). Okiongbo (2011) melaporkan persentase VRE berkisar antara 0.6-1.3%. Persentase VRE yang kurang dari 0.5% menandakan minyak belum matang. Dari Tabel 3 nilai % VRE dari sumur minyak bumi Lirik LP 1 berkisar 0.83% dan LP 3 berkisar 0.836%. Ini dapat disimpulkan bahwa minyak bumi Lirik, telah matang.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kematangan termal pada sampel minyak bumi dari sumur minyak LP 1 dan LP 3 pada fraksi

saturat menggunakan parameter isoprenoid dan-alkana memiliki nilai Pr/Ph 3.07-3.22 ; Pr/n-C17 0.68-0.71 ; Ph/n-C18 0.23-0.24 dan CPI 1.07-1.08. Menunjukkan bahwa sampel dari sumur minyak Lirik, Riau telah matang. Hal ini dibuktikan oleh parameter indeks metilphenantren pada fraksi aromatik, dengan nilai MPI-3, MPR dan VRE dari dua sumur minyak bumi Lirik LP-1 dengan nilai 0.709, 0.699, 0.836% dan LP-3 memiliki nilai 0.755, 0.756, 0.836% yang menunjukkan minyak mentah Lirik tergolong pada tingkat kematangan rendah.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen pembimbing Bapak Dr. Emrizal Mahidin Tamboesai, M.Si, M.H dan Ibu Halida Sophia, M.Si. Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada Bapak Erfan Yunis, S.T selaku mentor penelitian di TS-Laboratory Duri dan seluruh pihak TS-

Laboratory Duri PT. Chevron Pasific Indonesia, yang telah memberi ilmu, saran, kesempatan dan waktu nya untuk keberhasilan penelitian ini. Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada kepada PT. Chevron Pasific Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di TS-Laboratory PT. Chevron Pasific Indonesia

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R. 2014. *Kajian Geokimia Molekuler Untuk Menentukan Korelasi Minyak Bumi Pertamina Lirik Riau*. Program Sarjana Sains. Bidang Studi Ilmu Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Ditjen Migas. 2013. *Statistik Minyak Bumi*. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Jakarta.
- Jatnika, M.Y., Irianto, T.S., Utama, H., dan Muntoyo, B. 2007. Survey Microgravity Untuk Monitoring Pengaruh Injeksi dan Produksi Sumur di Lapangan Sago-Lirik Riau. *Proceeding Simposium Nasional IATMI UPN Veteran Yogyakarta*. Unit Bisnis Pertamina EP Lirik.
- Le Tran, K., dan Philippe, B. 1996. *Oil and Rock Extract Analysis* Chapter 11.4. Dalam: Bordenave, M.L., 1993. *Applied Petroleum Geochemistry*, 3<sup>rd</sup>ed, Paris, 376-393.
- Okiongbo, K.S. 2011. Maturity Assessment and Characterisation of Jurassic Crude Oils. *Res. J. Environ. Earth Sci.*, 3(3): 254-260.
- Redke, M danwelte, D.H. 1983. The Methylphenantrene Index (MPI): a naturity parameter based on aromatic hydrocarbon. Dalam: Irawan, M. 2013. *Karakterisasi Dan Penentuan Kematangan Minyak Mentah (Crude Oil) Langgak, Riau*. Program Sarjana Sains. Bidang Studi Ilmu Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Stojanovic, K., Jovancevic, Br., Vitorovic, Dr., Pevneva, G.S., Golovko, J.A., dan Golovko, A.K. 2007. *Evaluation of Saturated and Aromatic Hydrocarbons Oil- Oil Maturity Correlation Parameters (SE Pannonian Basin, Serbia)*. *Journal ofSerbian Chemical Society*. 72 (12): 1237-1254.
- Tamboesai, E.M., 2002. *Korelasi Antar Minyak Bumi Dari Sumur Produksi Sumatera Tengah*. Tesis Program Pasca Sarjana, Bidang Studi Ilmu Kimia, Universitas Indonesia, Depok.