

**KAMAN GEOKIMIA MOLEKULAR MINYAK BUMI  
SUMURPRODUKSI DURI, LANGGAK DAN MINAS, RIAU**

**Emrizal Mahidin Tamboesai**  
**Jurusan Sain Kimia Universitas Riau**  
**Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Panam, Pekanbaru-28293**  
**emrizaltamboesai@gmail.com**

**Abstrak**

Cekungan Sumatera Tengah merupakan salah satu penghasil minyak bumi terbesar di Indonesia khususnya di daerah Minas, Duni, dan Langgak Riau. Beberapa tahun belakangan ini, produksi minyak bumi di daerah tersebut mengalami penurunan. Karena banyak di dapat sumur-sumur yang tidak aktif lagi ( sumur tua) tetapi masih mengandung minyak mentah sebanyak 30% hingga 60% dari kandungan aslinya ( Purwono, 2008). Untuk mempertahankan produksi maka perlu dilakukan kegiatan eksplorasi minyak bumi dengan menggunakan kajian goekimia molekular yang dapat mengurangi resiko kegagalan eksploitasi minyak bumi.

Geokimia molekuler merupakan parameter penting dalam studi korelasi antar sumur produksi dari Cekungan Sumatera Tengah. Studi ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan genetika minyak bumi antar sumur produksi dari lapangan Minas, Duri, dan Langgak.

Dalam penelitian ini sampel minyak mentah diidentifikasi dengan analisis Kromatografi Gas (GC) dengan kromatogram yang diperoleh menampilkan sidikjari (*fingerprint*) yang khas dari sampel minyak bumi, selanjutnya digunakan untuk menunjukkan ada atau tidaknya hubungan genetika diantara minyakminyak dari sumur yang berbeda.

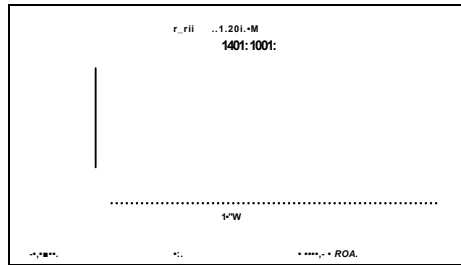
Diagram bintang merupakan metode yang digunakan untuk menunjukkan adanya persamaan dan perbedaan genetik dari sampel teranalisis. Dari hasil analisis, sampel minyak lapangan Dun berkorelasi positif dengan sampel minyak lapangan Langgak. Sampel minyak bumi Dun dan Langgak berkorelasi negatif dengan sampel minyak lapangan Minas. Dengan mengetahui adanya korelasi minyak bumi, dapat membantu dalam tindakan pengurusan minyak (*Enhanced Oil Recovery*) dengan cara yang sesuai.

**Kata-kata kunci :** Petroleum geochemistry, GC, korelasi

**Penda hulan**

Minyak bumi merupakan sumber energi utama untuk industri, transportasi dan rumah tangga, selain itu minyak bumi merupakan sumber devisa bagi negara. Kebutuhan terhadap bahan bakar ini tiap tahun mengalami peningkatan. Peningkatan kebutuhan

minyak bumi yang tidak diimbangi dengan peningkatan produksinya menyebabkan Indonesia terancam krisis energi, oleh karena itu perlu dilakukan upaya eksplorasi untuk mencari sumber minyak baru sehingga ancaman krisis energi dapat teratasi



**Gambar 1.**  
Kurva produksi dan konsumsi minyak bumi di Indonesia (Anonimous, 1998)

Seiring meningkatnya kebutuhan minyak bumi di Indonesia, maka konsumsi minyak bumi ini sudah tidak dapat dipenuhi oleh produksi minyak bumi Indonesia. Pada tahun 2004, Indonesia telah menjadi negara yang mengimpor minyak bumi untuk kebutuhan dalam negeri. Pada gambar 1 terlihat bahwa garis produksi dan konsumsi telah bertemu, sehingga jumlah produksi yang terus menurun, tidak dapat lagi memenuhi permintaan konsumsi yang terus naik. (Anonimous, 2008).

Cekungan Sumatera Tengah merupakan salah satu penghasil minyak bumi terbesar di Indonesia khususnya di daerah Minas, duri dan Langgak. Beberapa tahun belakangan ini, produksi minyak bumi di daerah tersebut mengalami penurunan. Karena banyak di dapat sumur-sumur yang tidak aktif lagi (sumur tua) tetapi masih mengandung minyak mentah sebanyak 30% hingga 60% dari kandungan aslinya (Purwono, 2008). Maim perlu digalakkan kegiatan eksplorasi minyak bumi perlu terus dilakukan.

Prospek untuk pengembangan dan pemanfaatan potensi sumber-sumber minyak bumi baru melalui eksplorasi dan eksploitasi cekungan-cekungan minyak bumi masih

memungkinkan karena telah tersedianya teknologi eksploitasi minyak bumi.

Kegiatan eksploitasi minyak bumi, selalu dengan resiko kegagalan seperti tidak ditemukannya minyak, dan resiko ini dapat diminimalisir. Penyebabnya adalah tidak adanya informasi lengkap tentang kematangan term al dari sampel geologi, korelasi minyak batuan induk atau korelasi minyak-minyak. Peranan informasi ini dalam eksplorasi minyak dapat dijelaskan melalui pengkajian geokimia molekular dilakukan berdasarkan perilaku senyawa biomarker. Kandungan biomarker minyak bumi dapat memberikan informasi asal usul bahan organik melalui penelusuran senyawa prekursorinya (Hunt, 2002). Senyawa penanda biologi (biomarker) ini juga sangat berguna untuk mengetahui daerah, sumber lingkungan yang mempunyai ciri khas tertentu sehingga dapat memberikan informasi tentang sumber atau asal usul senyawa tersebut untuk kegiatan eksplorasi minyak.

Teknik geokimia minyak bumi untuk menentukan hubungan reservoir pertama kali diuraikan oleh Slentz (1981) dengan mengusulkan komposisi minyak atau air merupakan karakteristik sidikjari dari reservoir yang spesifik. Kemudian Halperd (1995) menggunakan diagram bintang yang dibuat dari data GC minyak bumi untuk mengetahui hubungan reservoir di beberapa lapangan minyak di Saudi Arabia.

berdasarkan uraian di atas masalah penelitian ini dapat dirumuskan bahwa bagaimana karakter sampel yang diambil dari sumur minyak bumi produksi Minas, Dun dan Langgak di Sumatera Tengah berdasarkan profil kandungan biomarker fractions i saturat dengan menggunakan parameter

geokimia minyak bumi dari masing-masing *fingerprint whole-oil GC* sampel dianalisis dengan alat Kromatografi Gas (GC) yang dilanjutkan dengan metode Diagram Bintang.

Tujuan penelitian ini adalah Menentukan asal lingkungan pengendapan batuan sumber dari sampel teranalisis, dengan mengidentifikasi senyawa-senyawa *biomarker* minyak bumi dari masing-masing sampel teranalisis menggunakan parameter geokimia molekuler, dan untuk menunjukkan korelasi minyak bumi antar sumur minyak produksi lapangan minyak Minas, Duri dan Langgak di Sumatera Tengah

#### **Klasifikasi berdasarkan gravitas API atau berat Jenis**

Berdasarkan gravitas API atau berat jenis, minyak mentah dibagi kedalam lima jenis minyak mentah yaitu : minyak mentah ringan (API >39), minyak mentah ringan sedang (API 39 — 35), minyak mentah berat sedang (API 35), minyak mentah berat (35 — 24,8) dan minyak mentah sangat berat (< 24,8)

Sumber : Kontawa, 1995

#### **Parameter Geokimia untuk Korelasi antar Sumur**

Klasifikasi dan pengelompokkan minyak bumi berdasarkan hubungan genetiknya bisa ditentukan dan diidentifikasi dengan menggunakan sidikjari *oil Chromatography* dengan mengetahuinya dari kromatogram yang dihasilkan. Prinsip dasar dari klasifikasi dan korelasi minyak bumi adalah atas dasar komposisi kimia hidrokarbon dari masing-masing minyak bumi. Kemiripan asal usul minyak bumi dapat dilihat dengan menggunakan diagram bintang dan dendogram dari senyawa hidrokarbon dan senyawa-

senyawa *biomarker* masing-masing sumur. Contohnya rasio dari *biomarker* pr/ph yang dapat diidentifikasi dengan menggunakan sidikjari *oil Chromatography*. Keuntungan menggunakan *biomarker* untuk korelasi adalah banyaknya senyawa yang spesifik yang dapat digunakan untuk korelasi (Hunt, 1979).

Korelasi positif membuktikan sampel-sampel tersebut mempunyai keterkaitan satu sama lain, sedangkan korelasi negatif menunjukkan bahwa sampel-sampel minyak bumi tidak mempunyai keterkaitan satu sama lainnya (Tamboesai, 2002).

#### **METODOLOGI PENELITIAN Peralatan dan Bahan Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kolom yang berdiameter 1 cm dan panjang 20 cm, Kromatografi Gas dengan instrumen *Hewlett Packard (HP) 5890, centrifuge, hot plate*, peralatan gelas, botol kecil (vial), statip, timbangan digital, oven.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Silika berukuran 100 mesh, dikloro Metan (DCM), n-heksan, metanol, kapas steril, 3 sampel minyak bumi masing-masing dari sumur produksi Minas, Langgak, dan Duni.

#### **Persiapan Sampel ( Tamboesai, 2002)**

Sebelum dilakukan analisis dengan Kromatografi Gas perlu dilakukan persiapan pada sampel minyak karena sampel minyak yang berasal dari batuan reservoir maka yang pertama-tama dilakukan yaitu : 1. Sampel minyak diekstraks dengan menggunakan diklorometana p.a (pro analitik) untuk mendapatkan minyak mentah dari sampel tersebut. Rasio untuk mengekstrak sampel dengan diklorometana yaitu 1,5 yang artinya 3

mL pelarut dildorometana dan 2 g sampel.

2. Sampel yang diekstrak dikocok selama 30 detik. Kalau minyaknya ada berarti wama larutan berubah menjadi kuning kehitaman. Sampel yang ada minyaknya disentrifugal selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm.

3. Dilakukan dua kali pengekstrakan dan hasilnya kemudian digabungkan.

4. Kemudian divapkan pelarutnya dengan pemanasan. Kalau pelarut organiknya sudah menguap sampel bisa dianalisis dengan Kromatografi Gas (GC).

#### **Fraksinasi Crude Oil (Tamboesai, 2002)**

1. Kolom beserta peralatan gelas lainnya dicuci dengan DCM teknis untuk menghilangkan minyak yang menempel.
2. Kolom beserta peralatan gelas tersebut kemudian dikeringkan di oven pada  $T=120^{\circ}\text{C}$  sampai kering.
3. Kolom diisi dengan kapas steril sebagai penyumbat dan silika aktif (silika yang sudah dipanaskan dalam oven pada  $T=120^{\circ}\text{C}$  selama minimal 1 jam) sebanyak  $\pm 4$  g. Sejumlah tertentu n-heksan dituangkan pada beaker yang berisi silika dan aduk sampai rata, dan selanjutnya dituang ke Kolom sambil digetarkan sehingga didapat Kolom yang padat.
4. Kolom dielus dengan n-heksana setelah Kolom benar-benar padat.
5. Kolom dielus dengan 200 mg *crude oil*.
6. Berturut-turut dituangkan 40 mL n-heksana, 40 mL 10% DCM dalam n-heksana dan terakhir campurkan 20 mL DCM dan 20 mL metanol sehingga didapat fraksi saturat, aromatik dan residu (polar).
7. Eluen dikonsentratkan sampai pelarut menguap (untuk mencegah

supaya alkananya tidak ikut menguap maka ditambahkan bath didih).

8. Hasil pengkonsentratkan diambil  $\pm 3$  mg dan dilarutkan dalam masing-masing t 1 mL DCM (untuk fraksi aromatik) dan n-heksana (untuk fraksi saturat). Hasilnya kemudian dimasukkan kedalam vial untuk analisis Kromatografi gas (GC). Untuk fraksi aromatik dan residu tidak dianalisis dengan menggunakan Kromatografi Gas (GC).

#### **Metode Analisis dengan Menggunakan Kromatografi Gas (GC)**

Analisis sampel minyak bumi dengan menggunakan instrumen *Hewlett packard* (HP) 5890 yang dilengkapi dengan Kolom kapiler *fused silica Ultra-1*, panjang Kolom = 50 m, tebal fasa diam =  $0,33\mu\text{m}$ . Gas hidrogen digunakan sebagai gas pengemban dengan kecepatan 0,8 mL/menit. Sampel diinjeksikan menggunakan *mode on colum injector*, dengan temperatur *inlet*  $250^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pendeteksi digunakan detektor FID yang suhunya dipertahankan pada  $325^{\circ}\text{C}$ . Temperatur awal dari oven adalah  $30^{\circ}\text{C}$  dipertahankan selama 4 menit, lalu suhu dinaikkan dengan bertahap, yakni dengan kenaikan  $3^{\circ}\text{C}/\text{menit}$  hingga suhu  $40^{\circ}\text{C}$ , kemudian dinaikkan  $5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$  hingga tercapai  $200^{\circ}\text{C}$ . Dengan demikian diperlukan waktu sekitar 70 menit untuk satu kali injeksi sampel. Untuk penentuan sidik jari *whole oil* diperlukan analisis hidrokarbon dalam kisaran C<sub>2</sub>-C<sub>45</sub>. Untuk penentuan puncak alkan siklik maupun asiklik, *biomarker* Pr/Ph, dilakukan dengan cara membandingkan waktu retensi dan data yang telah terpublikasikan (Hunt 1996).

#### **Penentuan Rantai Karbon**

Analisis dari Kromatografi Gas berpagambar kromatogram sidikjari. Pemberian nomor rantai karbon dapat dilakukan setelah menentukan peak dari C-17 dan C-18. Ada 2 bagian *peak* yang berdampingan (*doublet*). *Peak* pertama puncak tertinggi merupakan normal C-17 dan *peak* kedua puncak tertinggi adalah normal C-18.

#### Analisis Sidikjari

Metode atau teknik analisis minyak mentah dengan menggunakan Kromatografi gas. Kromatografi Gas menghasilkan kromatogram dari analisis sidikjari minyak mentah. Kromatogram diproses dan dibandingkan dengan kromatogram yang lain, maka akan didapatkan kromatogram yang dapat mencirikan ataupun membedakan antara minyak mentah yang berasal dari satu lapisan dengan lapisan lainnya ataupun dari satu sumur dengan sumur lainnya pada satu lapangan ataupun lapangan yang berbeda.

#### Penentuan Lingkungan

##### Pengendalian dan Batuan Sumber

Kromatografi Gas berupa sidikjari dengan analisis setiap puncak dari beberapa senyawa berdasarkan rasio tinggi puncak dari pristana dan phitana yang didapat. Dengan memplotkan  $\ln C-17$  pada sumbu Y, dan  $\ln C-18$  pada sumbu X, (Murray dkk, 2004), dapat menentukan batuan sumber (*source rock*) dari minyak teranalisis.

#### Rasio Puncak

Pemilihan puncak dan rasio puncak adalah dasar utama inspeksi secara visual dari kromatogram yang bertujuan untuk mendapatkan rasio puncak yang dapat membedakan dengan baik minyak-minyak yang sedang dibandingkan. Program ini

berdasarkan pada prinsip analisis kelompok dan tiap-tiap rasio di uji atas kemampuannya masing-masing untuk menempatkan minyak dalam kelompok-kelompok yang terpisah dengan baik. Suatu rasio yang telah dipilih se lanjutnya dipakai dalam program korelasi.

#### Diagram Bintang (*star diagram*).

Program ini memetakan rasio untuk tiap-tiap minyak pada suatu pemetaan berkutub dan menghubungkan titik-titik itu untuk membuat satu bentuk yang mewakili minyak itu. Tiap rasio dipetakan diantara suatu sumbu yang terpisah di atas bintang dengan menggunakan skala yang sama.

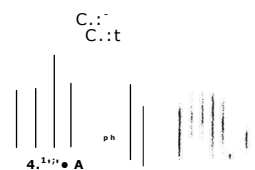
Pembuatan diagram bintang dilakukan dengan memplotkan masing-masing rasio puncaknya dalam sumbu yang berbeda dan dipilih 10 titik. Titik data satu sama lain diplotkan dari pusat lingkaran konsentris sebelah luar. Titiknya kemudian dihubungkan untuk menciptakan bentuk diagram bintang pada setiap sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Whole Oil/Kromatografi Gas

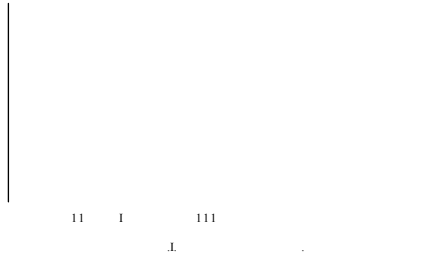
Gambar kromatogram *whole oil* dengan cara mengekstraks sampel yang mengandung fraksi saturat, aromatik, dan residu.



Gambar 2. *Whole oil* kromatogram sampel minyak bumi

#### Fraksinasi Minyak Bumi

Hasil analisis sampel fraksi minyak saturat dengan menggunakan Kromatografi gas (GC) di dapat gambar kromatogram dari sumur produksi Minas, Duri dan Langgak sebagai berikut.



**Gambar 3.** Fraksi saturat kromatogram sampel minyak Minas



**Gambar 4.** Fraksi saturat kromatogram sampel minyak Langgak

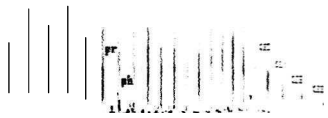


**Gambar 5.** Fraksi saturat kromatogram sampel minyak Duri

**Pembahasan  
Geokimia Sampel Minyak Bumi  
Whole Oil Kromatografi Gas**

Hasil dari mengekstraks sampel yakni berupa *whole oil* yang di injeksikan kedalam Kromatografi gas. *Whole oil* ini berupa fraksi saturat, aromatik, dan residu yang belum

terpisah. Untuk penentuan sidik jari *whole oil* diperlukan analisis hidrokarbon dalam kisaran C<sub>2</sub> — C<sub>45</sub>. Untuk penentuan puncak alkana siklik maupun asiklik, *biomarker* Pr, Ph, dilakukan dengan cara membandingkan waktu retensi dari data yang telah didapat. Fraksi aromatik identik dengan puncak yang rendah sedangkan fraksi saturat identik dengan puncak yang tinggi (Tamboesai, 2002).



**Gambar 6.** Penentuan rantai karbon pada puncak tertinggi

**Pristana dan Phitana**

Hasil analisis Kromatografi Gas terhadap sampel minyak bumi dari lapangan Minas, Langgak dan Duri diperoleh data pr/ph, pr/n-C<sub>17</sub>, dan ph/n-C<sub>18</sub> untuk masing-masing sampel teranalisis yang digunakan dalam menentukan lingkungan pengendapan dan batuan sumbernya berdasarkan dari perbandingan

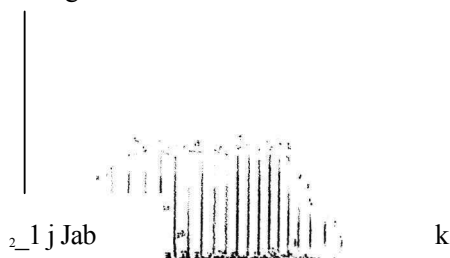
Dari Gambar 15 menunjukkan plot antara pr/n-C<sub>17</sub> terhadap ph/n-C<sub>18</sub> mengindikasikan area tipe kerogen untuk tipe I, tipe II dan tipe III. Hasil sampel teranalisis nilai rasio pr/ph 3,07 menunjukkan bahwa sampel Minas menunjukkan asal-usul batuan sumber kerogen berasal dari organisme *terrestrial* (tumbuhan tingkat tinggi). Sedangkan untuk sampel Langgak dan Duri nilai rasio pr/ph 2,37-2,43 menunjukkan asal-usul batuan sumber kerogen berasal dari organisme *lacustrine* (danau). Hal ini menunjukkan, bahwa ketiga sampel

bukan berasal dari batuan sumber yang sama.

Rasio  $\text{pen-C17}$  dan  $\text{ph/n-C18}$  secara luas digunakan untuk menunjukkan tipe batuan sumber, lingkungan pengendapan dan kematangan material organik (Peters dkk, 1999). Plot  $\text{pristana/n-C17}$  terhadap  $\text{phitana/n-Cis}$  menunjukkan bahwa sampel minyak Langgak dan Duri mengandung material organik tipe II sampai tipe III (*mixed kerogen*) serta diendapkan pada lingkungan yang reduktif Sedangkan sampel minyak Minas mengandung material organik tipe III (*humic coal*) diendapkan pada lingkungan yang oksidatif.

#### SidikJari

Kromatogram sampel minyak dari lapangan minyak bumi Minas, Langgak Dan Duri memperlihatkan sidik jari yang dapat diuraikan sebagai berikut. Jendela C13-C32 digunakan untuk memilih puncak-puncak yang tajam dan ada dalam setiap sampel minyak bumi tersebut (Gambar 11-13). Dalam penelitian ini dipilih 10 pasangan rasio puncak dan rasio masing-masing pasangan terakhir ditabelkan secara alfabetik yang selanjutnya dilakukan metode diagram bintang



Kaufman dkk, 1990).

#### Gambar 8.

Kromatogram sampel Minas, rasio puncak dipilih dari puncak paraffin yang digunakan untuk korelasi minyak bumi

#### Gambar 9.

Kromatogram sampel Langgak, rasio puncak dipilih dari puncak parafin yang digunakan untuk korelasi minyak bumi



#### Gambar 10.

Kromatogram sampel Duri, rasio puncak dipilih dari puncak parafin yang digunakan untuk korelasi minyak bumi

#### Korelasi Minyak Bumi antar Sumur Produksi

Diagram bintang untuk masing-masing sumur minyak dapat dilihat pada gambar 19. Dari diagram bintang menunjukkan pola yang hampir sama kecuali untuk minyak Minas. Dilihat antara minyak Langgak dan Duri memiliki pola yang mirip, hal ini menunjukkan minyak berkorelasi positif. Sedangkan untuk minyak Minas dapat dilihat dari pola diagram bintang yang terbentuk berbeda dengan pola minyak yang lain, menunjukkan minyak berkorelasi negatif terhadap minyak yang lain.

Fakta ini mengindikasikan bahwa sumur minyak Langgak dan Duri mempunyai organik fasies yang sama (berasal dari lingkungan pengendapan yang sama) atau

lingkungan reservoir yang sama. Sedangkan pada sumur minyak Minas mempunyai lingkungan reservoir yang berbeda. Akan tetapi kontribusi senyawa kimia pada kromatogram yang dihasilkan pada sumur minyak Langgak dan Duri terdapat adanya perbedaan tinggi puncak yang dihasilkan dari masing-masing sumur. Hal ini tergantung dari kuantitas material organik dari reservoir tersebut.

#### 4.2.8. Implikasi Geokimia

Dari hasil analisis masing-masing sampel menunjukkan adanya hubungan korelasi antar minyak bumi, ini dapat mengimplikasikan untuk tindakan eksplorasi selanjutnya dengan carapengurusan minyak lebih lanjut *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tindakan EOR yakni viskositas dan berat jenis.

Berdasarkan perbedaan data berat jenis sampel teranalisis, minyak Minas memiliki berat jenis 0,8320 merupakan jenis minyak ringan sedang dari *source organic Materialterrestrial*, minyak Duri memiliki berat jenis 0,9321 merupakan jenis minyak sangat berat, dan minyak Langgak memiliki berat jenis 0,8790 merupakan jenis minyak sangat berat dari *Source OrganicMateriallacustrine* (Tabel 1). Hal ini dapat disimpulkan ada dua jenis minyak yang berbeda, jenis minyak ringan Minas dan jenis minyak sangat berat Duri dan Langgak.

Data viskositas juga menunjukkan perbedaan yang sama, jenis minyak Minas memiliki viskositas yang rendah, sedangkan jenis minyak Duri dan Langgak memiliki viskositas yang tinggi. Setelah mengetahui jenis minyak teranalisis, maka dapat diketahui proses pengurusan minyak selanjutnya.

Adapun dua tipe proses pengurusan minyak yang diperkirakan sesuai untuk sumur produksi teranalisis, yakni :

1. Proses *Enhanced Oil Recovery* (EOR) dengan metode *steam flat injection*

yakni penyuntikan uap panas atau pemanasan setempat, bertujuan mengurangi kekentalan minyak bumi yang tersisa, cara ini hanya tepat untuk sumur berminyak berat. Dengan melihat sifat fisik berat jenis dan viskositas, metode ini digunakan untuk minyak Duri dan Langgak.

2. Proses *Enhanced Oil Recovery* (EOR) dengan metode yang berbeda dengan Duri dan Langgak adalah dengan menggunakan *surfactanyaitu* dengan penyuntikan propana, kemudian air dan gas, hanya cocok untuk minyak kekentalan rendah. Dengan melihat sifat fisik berat jenis dan viskositas, metode ini digunakan untuk minyak Minas.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan adalah

1. material organik batuan sumber dari sumur lapangan minyak bumi Duri dan Langgak berasal dari lingkungan *lacustrine(danau)* berdasarkan nilai Pr/Ph antara 2,37— 2,43. Sedangkan materi organik batuan sumber dari sumur lapangan minyak bumi Minas berasal dari lingkungan *terrestrial (tumbuhan tinggi)* berdasarkan nilai Pr/Ph 2,82.

2. Dari diagram bintang yang dihasilkan minyak produksi Duri dan Langgak berkorelasi positif, sedangkan minyak Langgak dan Duri berkorelasi negatif dengan minyak produksi Minas.

3. Data korelasi minyak bumi ini selanjutnya berguna untuk menunjukkan proses eksplorasi se lanjutnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 1997. *Teknik Kromatografi untuk Analisis Bahan Makanan*. Andi, Yogyakarta.
- Anonimous, 2008. "Kromatografi" <http://one.indoscripsi.com/judul-skripsi-tugas-malcalah/tugas-kuliah-lainnya/Kromatografi>. Tanggal Akses 12 Mei 2010.
- Anonimous, 2008. Produksi vs Konsumsi Indonesia dengan Negara lain. <http://ibrahimlubis.wordpress.com/2008/07/10/produksi-vs-konsumsi-indonesia-dengan-negara-lain>. Tanggal Akses 06 juni 2011.
- Anonimous, 2008. *Proses Pembentukan Minyak Bumi*. <http://persembahanlcu.wordpress.com>. Tanggal Akses 18 April 2010.
- Bordenave, M.L., 1993. *Applied Petroleum Geochemistry*, 3rd edition. With the support of the French Oil Gas Industry Association Technical Committee, Paris.
- Connan J., 1993. Molecular Chemistry in Oil Eksplorasi Advances in *Petroleum Geochemistry* (Edited By. Bordenave M.L) 175-204. Edition technip, Paris.
- Didyk B.M., Simoneit B.R.T., Brassell S.C. and Englinton G., 1978. Organic Geochemical Indicator or Paleoenvironmental conditions of Sedimentation. *Nature* 272.216-221.
- Hardjono, A., 2000. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta : Gadjadara University Press.
- Hunt, J.M. 1979. *Petroleum geochemistry and Geology*. W.H. Freeman and Company San Francisco.
- Kaufman, R.L., Ahmed, A.S & Elsinger, R.J. 1990. Gas Chromatography as a development and production tool for fingerprinting oils from individual reservoirs Applications in the Gulf of Mexico. Di dalam ; Scumacker, D. & Perkins, B.F (ed). *Proceedings of the 9th Annual Research Conference of the society of economic Paleontologists and Mineralogists*. New Orleans.
- Khopkar, S.M. 1984. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UIP. Koesoemadinata. R.P
1980. *Geologi minyak dan Gas Bumi*. ITB, jilid 1, Bandung.
- Koesoemadinata, R.P., 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. ITB. Jilid I. Bandung.
- Kontawa, A. 1995. *Minyak Bumi — Pengklasifikasian dan Evaluasi*, Bahan Ceramah dan Kursus-Kursus, Pusat Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi. "LEMIGAS" Jakarta.
- Le Tran, K., and Philippe, B., 1965. Oil and Rock Extract Analysis Chapter 11.4 dalam buku bordenave, M.L., 1993., *Applied Petroleum Geochemistry* 3<sup>rd</sup> edition, Paris. P 376-393.
- Murray, G., 1994. Indigenous Pre-Cambrian Petroleum. *AAPG Bull*, 49 (I), 321.
- Peters, K.E. & Moldowan, J.M. 1993. *The Biomarker Guide, Interpreting molecular fossils in Petroleum and ancient Sediments*. New jersey : Prentice.
- Powell and Mckirdy., 1973. The effect of source material, rock type and diagenesis on the n-alkane

- content sediments. *Geochim, Cosmochim, Acta*, 37, 623-633.
- Richard, A., Davis, J.R., 1983. *A Genetic Approach to Sedimentary Geology*. University of South Florida.
- Setyorini, S.M., 2002. Analisis Biostratigrafi untuk Penentuan Lingkungan Pengendapan Formasi "K" area "R", Lapangan Minyak Zaitun, Duri-Cekungan Sumatera Tengah. Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gajah Mada.
- Purnomo, S., 2008. *Peranan Sumber Daya Alam Berbasis Fosil Bagi Kehidupan Manusia dan Cara Mengatasi Kekurangannya dengan Enhanced Oil recovery*. Tesis Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- Tamboesai, E.M., 2002. *Korelasi Antar Minyak Bumi Dart Sumur Produksi Sumatera Tengah*. Tesis Program Pasca Sarjana, Bidang Studi Ilmu Kimia, Universitas Indonesia, Depok.
- Virliana M. 2001. *Proses Produksi Minyak Bumi*. Fakultas Teknik Lingkungan Universitas Trisakti, Jakarta.

**Lampiran**

**Tabel 5.** Sifat fisik minyak bumi dari Minas, Duri dan Langgak

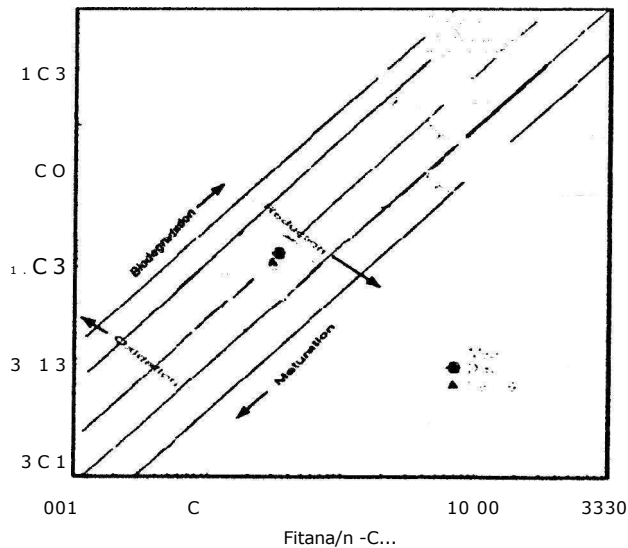
| Sampel minyak | Viskositas (cp) | Berat jenis |
|---------------|-----------------|-------------|
| Minas         | 17 - 33,8       | 0,8320      |
| Dun           | 358,6 - 604,3   | 0,9321      |
| Langgak       | 59,3 - 173,4    | 0,8790      |

Sumber : PT. Chevron Pasific Indonesia, 2009

**Tabel 3.**

Data geokimia *biomarker* alkana dari sampel minyak Minas, Duni dan Langgak

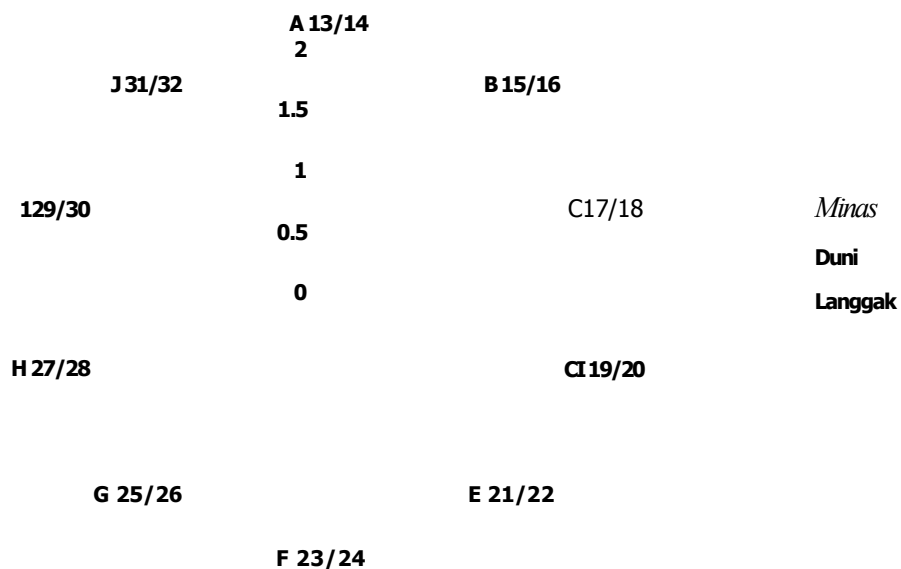
| Sumur Minyak | Pr/ph | Pr/n-C17 | Ph/n-C18 |
|--------------|-------|----------|----------|
| Minas        | 3,07  | 0,43     | 0,14     |
| Duri         | 2,43  | 0,62     | 0,26     |
| Langgak      | 2,37  | 0,55     | 0,25     |



**Gambar 7.** Plot pr/n-C17 dan ph/n-C18 yang menunjukkan lingkungan pengendapan

**Tabel 4.** Data rasio tinggi puncak kromatogram untuk diagram bintang

| No. | Rasio | Minas | Duri | Langgak |
|-----|-------|-------|------|---------|
| A   | 13/14 | 0,69  | 1,02 | 0,96    |
| B   | 15/16 | 0,95  | 0,98 | 1,04    |
| C   | 17/18 | 0,93  | 1,01 | 1,07    |
| D   | 19/20 | 1,01  | 1,02 | 1,05    |
| E   | 21/22 | 1,03  | 1,04 | 1,02    |
| F   | 23/24 | 0,96  | 1,07 | 1,05    |
| G   | 25/26 | 0,99  | 0,96 | 1,05    |
| H   | 27/28 | 1,19  | 1,43 | 1,40    |
| I   | 29/30 | 1,42  | 1,46 | 1,46    |
| J   | 31/32 | 1,52  | 1,59 | 1,73    |



**Gambar 11.** Seleksi rasio puncak kromatogram dengan 10 sumbu