

KORELASI MINYAK-BATUAN INDUK UNTUK MENENTUKAN ASAL MINYAK DI CEKUNGAN JAWA TIMUR BAGIAN BARAT

Danis Agoes Wiloso

Jurusan Teknik Geologi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: danisagoes@akprind.ac.id

Masuk: 05 Juli 2019, Revisi masuk: 16 Juli 2019, Diterima: 17 Juli 2019

ABSTRACT

The research area is located in the western part of the East Java Basin which is still a question about the origin of oil in the research area. Data on two oil seepage (Kedung Jati and Galeh oil seepage) and source rock from Rembang-1 drilling wells were tested based on normal alkanes, sterane (m/z 217) and triterpane (m/z 191), then compared to oil seepage and source rock. Oil-rock correlation based on normal alkane distribution, triterpane appearance (m/z 191) and sterane (m/z 217) of two oil seepage and source rock extraction from the Rembang-1 well show a positive correlation about oil seepage and source rock from the Ngimbang Formation, so it is estimated that the seepage of Kedungjati and Galeh oil is produced from the Ngimbang Formation.

Keywords: Alkane, Oil seepage, Oil-source rock correlation, Sterane, Triterpane.

INTISARI

Daerah penelitian ini terletak di Cekungan Jawa Timur bagian barat dimana masih menjadi pertanyaan tentang asal minyaknya. Data dua rembesan minyak (rembesan minyak Kedung Jati dan Galeh) dan batuan induk dari sumur pemboran Rembang-1 diuji berdasarkan alkana normal, sterana (m/z 217) serta triterpana (m/z 191) selanjutnya dibandingkan antara rembesan minyak dan batuan induk. Korelasi minyak-batuan berdasarkan distribusi alkana normal, kenampakan triterpana (m/z 191), dan sterana (m/z 217) dari dua rembesan minyak dan ekstraksi batuan induk menunjukkan korelasi positif antara rembesan minyak dan batuan induk dari Formasi Ngimbang, sehingga diperkirakan rembesan minyak Kedungjati dan Galeh dihasilkan dari Formasi Ngimbang.

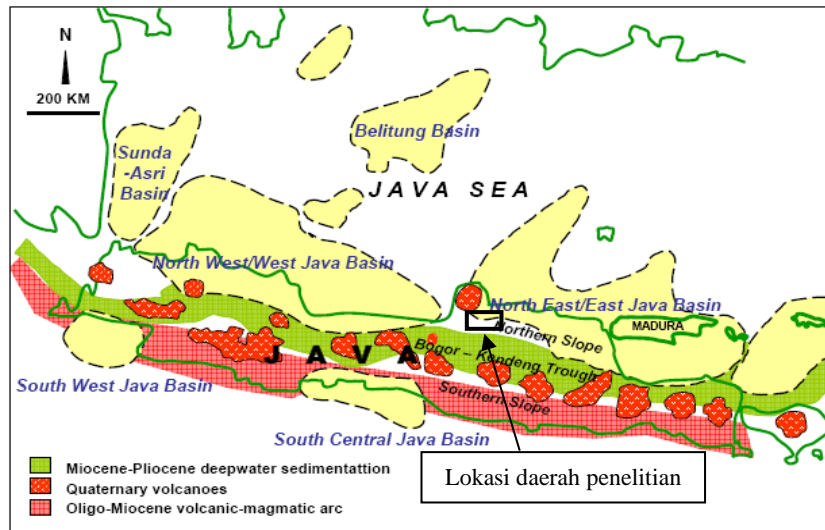
Kata-kata kunci: Alkana, Korelasi minyak-batuan induk, Rembesan minyak, Sterana, Triterpana.

PENDAHULUAN

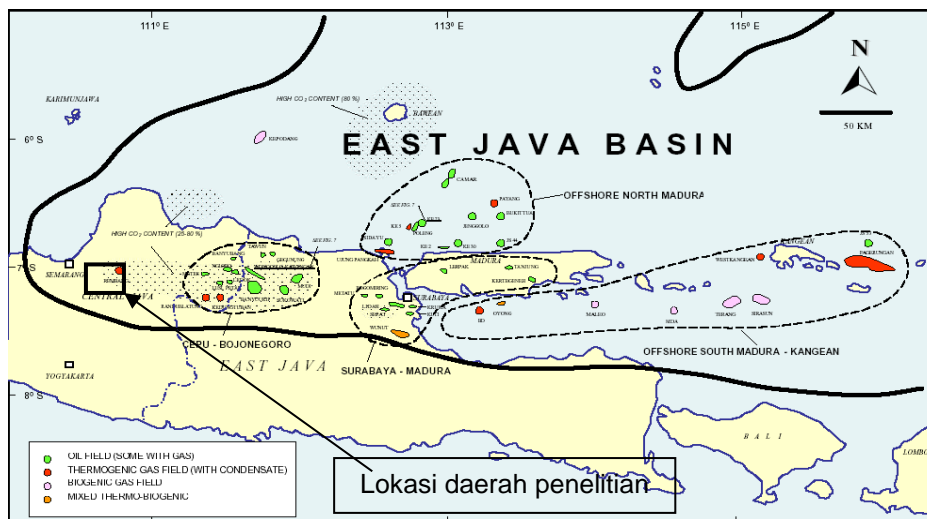
Lokasi penelitian ini berada di Cekungan Jawa Timur bagian barat, sekitar 130 km arah timurlaut dari Yogyakarta (Gambar 1), dimana asal batuan induk minyak masih menjadi masalah, karena sedikit yang mengulas tentang keberadaan hidrokarbonnya. Terdapat empat daerah geologi untuk kejadian minyak di Cekungan Jawa Timur yaitu Cepu-Bojonegoro, Surabaya-Madura, lepas pantai utara Madura, dan lepas pantai selatan Madura-Kangean (Satyana dan Purwaningsih, 2003), tetapi tidak banyak yang mengulas lebih detail tentang asal minyak di Cekungan Jawa Timur bagian barat (Gambar 2).

Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan data geokimia (alkana

normal, sterana, dan triterpana) dari rembesan minyak dan batuan induk Sumur Rembang-1 yang diperoleh dari Lundin Blora B.V. Tujuannya untuk menentukan asal rembesan minyak di daerah penelitian. Stratigrafi pada Paleogen Zona Rembang dicirikan dengan sedimentasi yang berhubungan dengan *rift*. Sedimen *syn-rift* sesuai dengan satuan Ngimbang bagian bawah yang diendapkan pada lingkungan lakustrin sampai laut pada jaman Eosen Tengah sampai Oligosen Awal (Subroto, et. al., 2007). Akhir pengendapan Formasi Ngimbang ditandai dengan batugamping CD berumur Oligosen Awal (Manur dan Barraclough, 1994).



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian yang berada di Cekungan Jawa Timur bagian barat (Satyana, 2005).



Gambar 2. Empat daerah geologi kejadian minyak yaitu daerah Cepu-Bojonegoro, daerah Surabaya-Madura, daerah lepas pantai utara Madura dan lepas pantai selatan Madura-Kangean. Di bagian barat cekungan hanya ditemukan lapangan gas termogenik di Rembang (Satyana dan Purwaningsih, 2003).

Periode *rift-sagging* diwakili oleh Formasi Kujung yang pada bagian bawah terdiri dari batuan sedimen berbutir halus didominasi oleh selang-seling napal dengan lapisan tipis batupasir berwarna hijau yang kaya akan fosil dan batugamping, bagian atas dari formasi ini terdiri dari batugamping bioklastik. Umur dari Formasi Kujung ini adalah Oligosen Akhir-Miosen Awal.

Pada Miosen Awal terjadi sedimentasi sedimen berbutir halus endapan muka pantai (*offshore*) dari Formasi Tuban.

Fase transgresi disertai naiknya aras air laut mengakibatkan terjadinya akumulasi endapan serpih dan napal dari Formasi Tawun. Amblesan cekungan terjadi pada Miosen Awal dengan terjadinya akumulasi endapan batugamping bioklastik (bagian atas dari Formasi Tawun). Bagian bawah dari Formasi Tawun didominasi batulempung abu-abu hitam dan napal, berubah secara gradasi ke arah atas menjadi batulanau (Darman dan Sidi, 2000).

Kala Miosen Tengah diendapkan Formasi Ngrayong yang diinterpretasikan sebagai endapan kipas lereng (*slope-fan*) dari *lowstand system tract*. Naiknya aras air laut menghasilkan perkembangan *transgressive system tract*, termasuk endapan pantai sampai laut terbuka di bagian bawah Anggota Ngrayong. Naiknya aras air laut diakhiri dengan berkembangnya *highstand system tract* pada bagian atas dari Formasi Ngrayong.

Kala awal Miosen Akhir terjadi endapan *transgressive* dan *highstand system tract* menghasilkan endapan *grainstone* berlapis dan *wackestone* dari Formasi Bulu.

Pengendapan *transgressive* dan *highstand system tract* masih berlanjut dari awal Miosen Akhir sampai pertengahan Miosen Akhir yaitu diendapkannya Formasi Wonocolo, formasi ini pada bagian bawah terdiri dari selang-seling napal pasiran kaya akan fosil dengan lapisan tipis kalkarenit abu-abu kaya fosil, sedangkan bagian atas dari formasi ini diinterpretasikan sebagai endapan *transgressive system tract* yang terdiri dari serpih dengan sisipan kalkarenit.

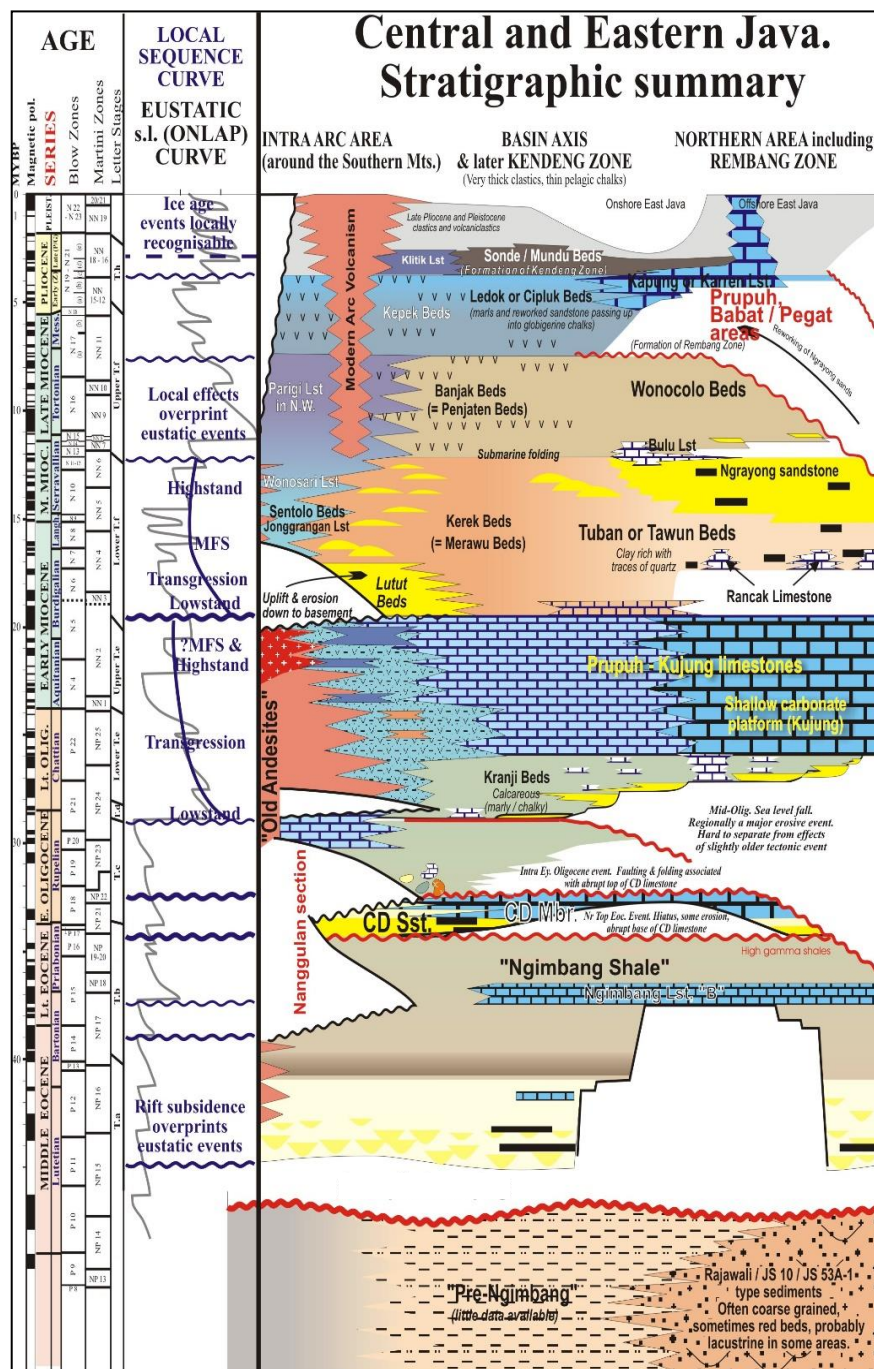
Kala Miosen Akhir bagian atas sampai Pliosen merupakan endapan *highstand system tract* dicirikan oleh sedimen progradasi Formasi Ledok yang terdiri dari satuan galukonit menebal ke arah atas, kaya fosil, batupasir gampingan berwarna abu-abu kehijauan, selang-seling lapisan kaya fosil menipis ke atas, napal pasiran abu-abu kehijauan, bagian atas dari Formasi Ledok dicirikan oleh bioturbasi dan silang siur dalam skala besar mengindikasikan lingkungan neritik tepi sampai luar (Gambar 3).

Alkana normal merupakan salah satu biomarker pertama yang dipelajari secara luas. Adanya konsentrasi tinggi dari alkana normal pada bitumen dan minyak diakibatkan oleh keberadaannya pada tumbuhan dan lemak alga serta formasi katagenik dari senyawa rantai panjang seperti asam lemak dan alkohol. Indikasi penting lain mengenai asal dari alkana normal adalah distribusi dari homolog, atau anggota dari seri alkana normal.

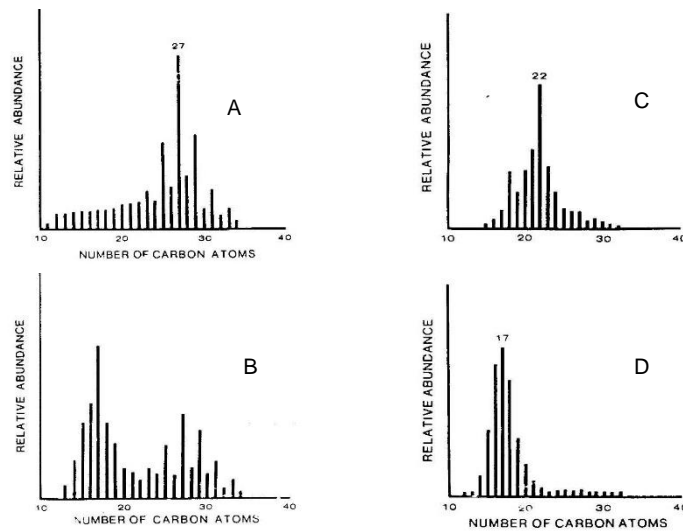
Menurut Waples (1985) bahwa untuk sebagian besar alkana normal yang ada pada tumbuhan tingkat tinggi memiliki nomor ganjil dari atom karbon, terutama atom karbon 23, 25, 27, 29 dan 31 sedangkan secara kontras, alga laut memproduksi alkana normal yang memiliki distribusi maksimum pada atom karbon 17 atau 22, tergantung dari spesiesnya saat ini, sehingga bentuk distribusinya sangat tajam, dan tidak ada kecenderungan memiliki nomor ganjil atau genap dari atom karbon (Gambar 4). Kebanyakan sedimen, tentunya, menerima kontribusi dari alkana normal baik dari arah darat maupun laut, sehingga bentuk distribusi alkana normal merefleksikan campuran antara keduanya

Sterana berasal dari sterol yang ditemukan pada sebagian besar tumbuhan tingkat tinggi dan alga serta jarang atau tidak ditemukan pada organisme prokariotik. Empat perintis sterol utama yang mengandung atom karbon 27, 28, 29 dan 30 telah diidentifikasi pada organisme fotosintetik. Sterol ini memberikan kenaikan jumlah pada keempat sterana "umum" yang berbeda selama proses diagenesis. Keempat sterana ini dapat disebut sebagai homolog atau anggota dari seri homolog karena mereka hanya dibedakan oleh tambahan berupa sekuen dari $-CH_2-$ pada tempat tertentu di molekul. Penggunaan kata "umum" mengindikasikan rangka karbon yang sama dengan prazat biologisnya.

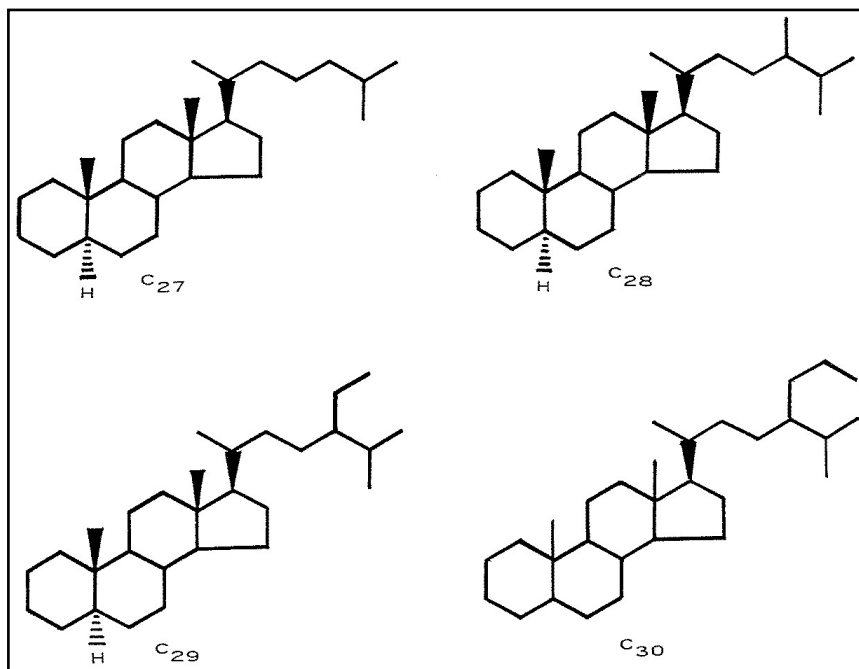
Terdapat beberapa macam penamaan terhadap sterana C_{27} - C_{29} (Gambar 5). Pada sistem penamaan yang pertama, setiap sterana mempunyai nama yang berbeda berdasarkan asal dari sterol umum dengan jumlah atom karbon yang sama. Secara berurutan nama untuk C_{27} sampai dengan C_{29} adalah kolestana, ergostana dan sitostana. Pada sistem penamaan lainnya, setiap sterana dinamakan sebagai homolog dari kolestana yaitu kolestana, metilkolestana 24 dan etilkolestana 24.



Gambar 3. Kolom stratigrafi bagian tengah dan timur Jawa (Anonim, 2007).



Gambar 4. Berbagai macam bentuk distribusi alkana normal akibat adanya perbedaan asal material alkana normal. A. Distribusi alkana normal asal material darat, B. Distribusi alkana normal asal material darat dan alga laut, C dan D. Distribusi alkana normal asal material alga laut (Waples, 1985).



Gambar 5. Struktur dari sterana C₂₇-C₃₀ yang berasal dari sterol. C₂₇ adalah kolestana, C₂₈ adalah ergostana atau metilkolestana 24, C₂₉ adalah sitostana atau etilkolestana 24, C₃₀ adalah propilkolestana 24 (Waples dan Machihara, 1991).

Menurut Huang dan Meinschein (1979) dikutip dari Waples dan Machihara (1991) bahwa proporsi relatif dari C₂₇-C₂₉ pada sterol biasa yang berasal dari organisme hidup berkaitan dengan lingkungan tertentu sehingga

sterana pada sedimen kemungkinan menyediakan informasi lingkungan purba yang berharga. Jumlah yang lebih besar dari sterol C₂₉ mengindikasikan kontribusi yang kuat dari darat sedangkan dominasi dari C₂₇ mengindikasikan kontribusi yang

kuat dari fitoplankton laut. C_{28} memiliki jumlah yang pada umumnya lebih rendah jika dibandingkan dengan kedua sterol lainnya, akan tetapi jumlah yang relatif besar dari biasanya mengindikasikan kontribusi yang kuat dari alga lakustrin.

Sumber organisme untuk biomarker triterpana dipercaya berasal dari bakteri. Berbagai macam triterpenoid mengandung beberapa hal seperti grup –OH dan ikatan ganda yang telah dikarakterisasi sebagai unsur pokok yang penting dari membran sel pada bakteri. Suatu triterpenoid yang luas kemungkinan dihasilkan oleh di antara banyak tipe dari mikro organisme saat ini dalam lingkungan pengendapan yang berbeda, walaupun banyak hal-hal detail yang belum diketahui hingga saat ini. Secara khusus, terdapat perbedaan yang signifikan antara bakteri aerobik dan bakteri anaerobik, terutama metanogen. Transformasi dari triterpenoid menjadi triterpana kemungkinan terjadi bersamaan dengan transformasi dari sterol menjadi sterana. Arsitektur molekul umum dari triterpana pada umumnya sedikit dipengaruhi oleh proses diagenesis. Transformasi stereokimia pertama yang perlu diperhatikan adalah pembentukan pada saat awal diagenesis dari isomer $17\alpha(H),21\beta(H)$. Geometri ini, yang stabil pada keadaan tertentu, memiliki hidrogen yang menyisip pada C-17 di konfigurasi alfa dan hidrogen pada C-21 di konfigurasi beta. Hopana dengan konfigurasi $17\beta(H),21\beta(H)$ (hopana $\beta\beta$) hanya hadir pada contoh yang kurang matang, dan seperti sterana yang kurang matang, menjadi kurang penting di dalam dunia geokimia minyak.

METODE

Menurut Manur dan Barraclough (1994) pengisian sedimen pada cekungan Paleogen berhubungan erat dengan sejarah tektoniknya. Perlipatan dan peretakan (*doming and fracturing*)

pada seluruh daerah selama Eosen/Oligosen telah diikuti oleh periode amblesan regional (*regional subsidence*) dan diakhiri oleh kepasifan tektonik (*tectonic quiescence*) pada jaman Miosen Awal (Gambar 6). Terban berarah timurlaut-baratdaya yang terbentuk selama Eosen Tengah diisi oleh klastik aluvial, lempung lateritik dan serpih lakustrin. Serpih kaya organik di dalam runtunan ini sebagai batuan induk hidrokarbon untuk seluruh daerah ini. *Onlap* pada batuan dasar dimulai pada Eosen Akhir sampai Oligosen Awal dengan pengendapan batupasir laut sebagai dasar transgresif dan batugamping termasuk terumbu.

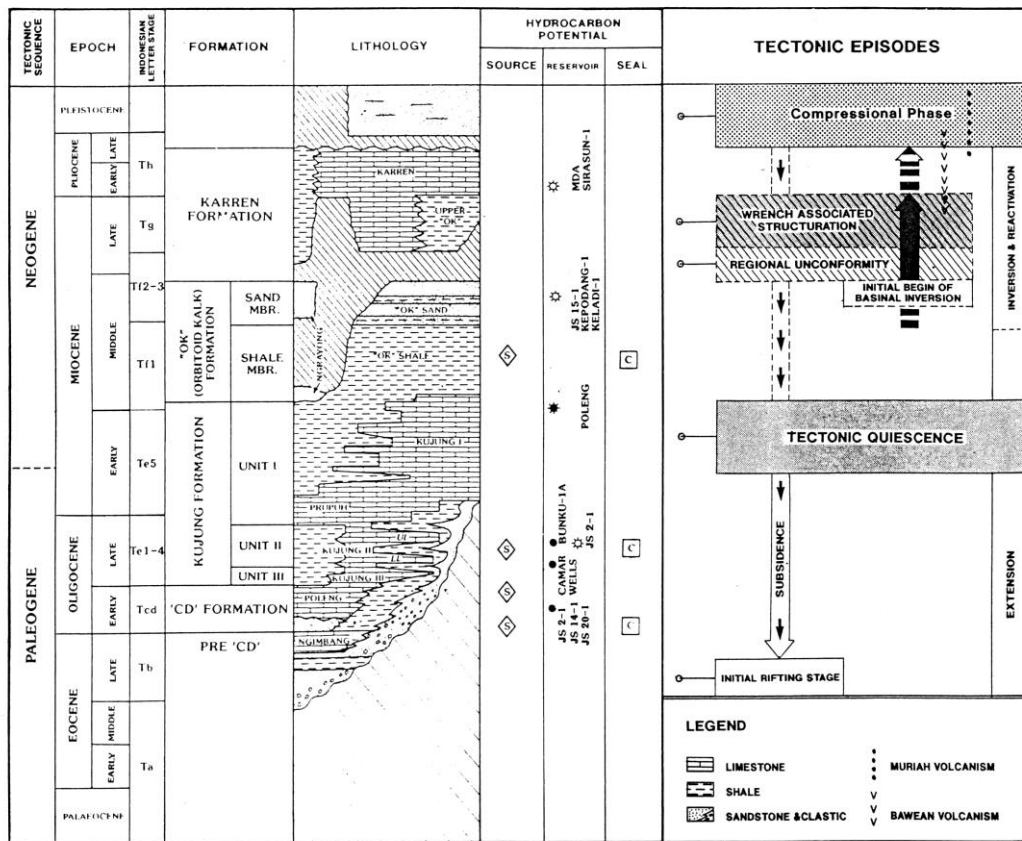
Distribusi fasies pada kala Neogen dikontrol juga oleh posisi dari tinggian terdahulu (*pre-existing highs*). Serpih laut dangkal, batupasir dan batugamping diendapkan di seluruh daerah dan sedimen laut dalam diendapkan ke arah selatan (Manur dan Barraclough, 1994).

Data rembesan minyak dan batuan induk pada sumur Rembang-1 akan diuji berdasarkan ketersediaan data alkana, sterana ($m/z217$) serta triterpana ($m/z 191$). Berdasarkan data-data tersebut maka selanjutnya dilakukan korelasi minyak-batuan induk dengan melihat distribusi alkana normal, sterana dan triterpana.

PEMBAHASAN

Korelasi minyak-batuan induk adalah perbandingan antara minyak dan batuan induk untuk menentukan ada atau tidak adanya suatu hubungan genetik antara minyak dan batuan induk.

Berdasarkan hasil analisis alkana normal yang dilakukan terhadap sejumlah contoh batuan induk yang diambil dari sumur-sumur Rembang-1, contoh minyak dari beberapa rembesan minyak (Galeh dan Kedungjati) maka didapatkan bentuk distribusi alkana normal.



Gambar 6. Sintesis tektonik dan sedimentasi di Cekungan Jawa Timur (Manur dan Barraclough, 1994).

Sumur Rembang-1 setelah dilakukan analisis alkana normal, triterpana dan sterana terhadap conto batuan induk yang berasal dari Formasi Ngimbang yang merefleksikan lingkungan pengendapan laut. Conto batuan induk menunjukkan bentuk distribusi alkana normal dengan satu puncak yaitu pada C₁₅. Bentuk distribusi alkana normal seperti ini menunjukkan bahwa material organikny berasal dari alga laut, sehingga lingkungan pengendapan dari batuan induk Formasi Ngimbang sumur Rembang-1 mencirikan lingkungan pengendapan yang lebih ke arah laut. Distribusi alkana normal dari minyak pada rembesan minyak Galeh memiliki korelasi positif dengan distribusi alkana normal dari conto batuan induk pada sumur Rembang-1 (Gambar 7).

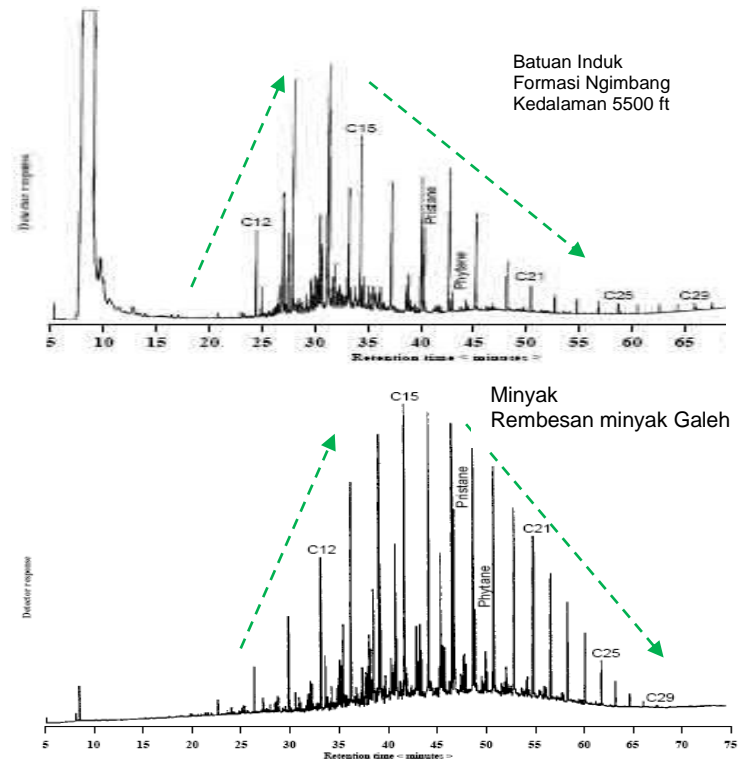
Sumur Rembang-1 dan rembesan minyak Kedung Jati dilakukan analisis triterpana dan sterana. Pada conto batuan induk Formasi Ngimbang

kedalaman 4901 kaki menunjukkan tingginya nonhopanoid berupa oleanana, C₃₀ 17α(H),21β(H) hopana, C₂₉ 17α(H),21β(H)-30 norhopana, perbandingan antara T_m dan T_s yang tinggi. Adanya kehadiran nonhopanoid berupa oleanana menunjukkan bahwa material organikny berasal dari tumbuhan tingkat tinggi yang berbunga dan terawetkan dengan baik akibat pengaruh dari lingkungan pengendapan yang lebih ke arah laut dangkal (deltaik). Distribusi triterpana minyak pada rembesan minyak Kedung Jati memiliki korelasi positif dengan distribusi triterpana dari conto batuan induk pada sumur Rembang-1 (Gambar 8).

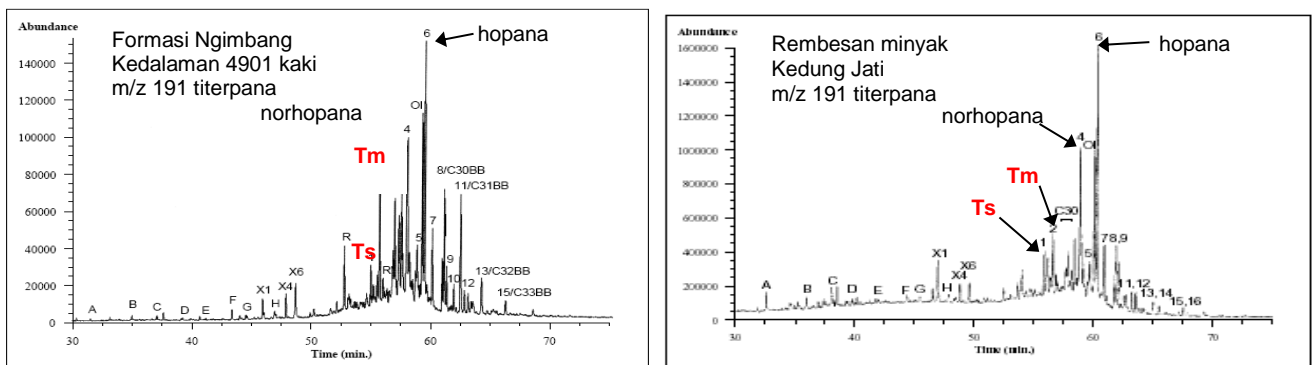
Sumur Rembang-1 dan rembesan minyak Galeh dilakukan analisis triterpana dan sterana. Pada conto batuan induk Formasi Ngimbang kedalaman 5500 kaki menunjukkan tingginya nonhopanoid berupa oleanana, C₃₀ 17α(H),21β(H) hopana, C₂₉

17 α (H),21 β (H)-30 norhopana, perbandingan antara Tm dan Ts yang rendah. Adanya kehadiran nonhopanoid berupa oleanana menunjukkan bahwa material organikya berasal dari tumbuhan tingkat tinggi yang berbunga dan terawetkan dengan baik akibat

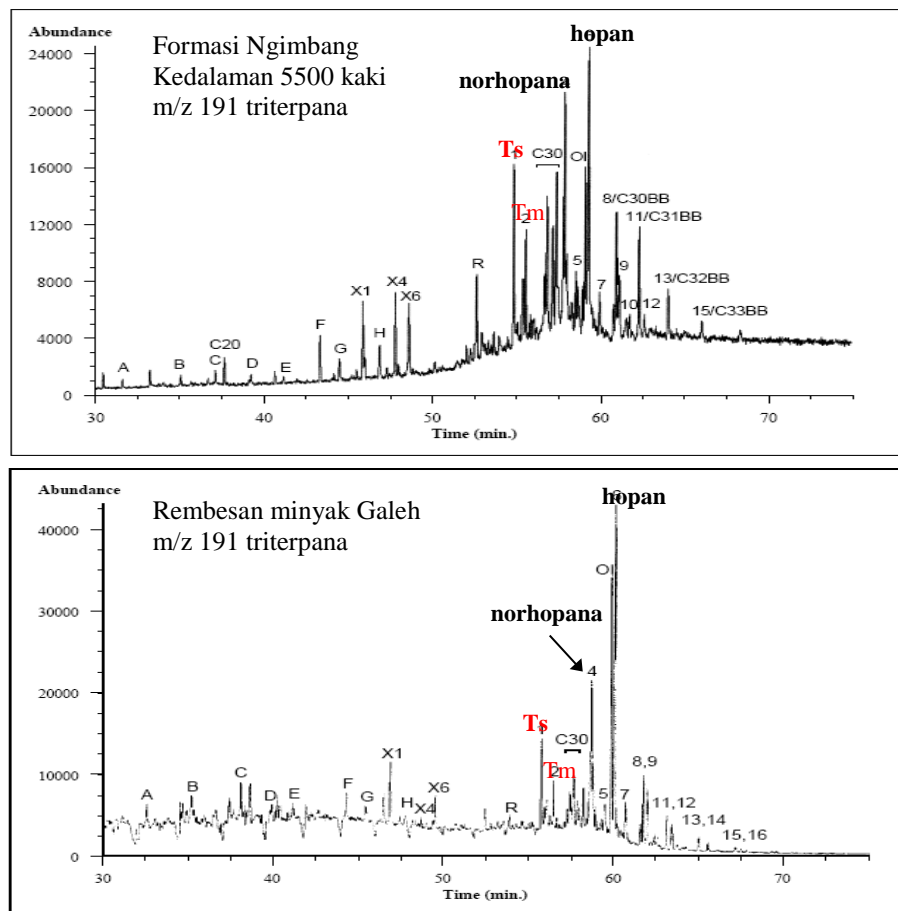
pengaruh dari lingkungan pengendapan yang lebih ke arah laut dangkal (deltaik). Distribusi triterpana dari minyak pada rembesan minyak Galeh memiliki korelasi positif dengan distribusi triterpana dari contoh batuan induk pada sumur Rembang-1 (Gambar 9).



Gambar 7. Korelasi positif distribusi alkana normal dari kelompok minyak laut dengan batuan induk pada sumur Rembang-1 yang berasal dari Formasi Ngimbang (Davis 1998 dan Davis, 1999)



Gambar 8. Korelasi positif distribusi triterpana dari rembesan minyak Kedung Jati dengan batuan induk pada sumur Rembang-1 yang berasal dari Formasi Ngimbang kedalaman 4901 kaki (Davis, 1998 dan Davis, 1999)



Gambar 9. Korelasi positif distribusi triterpana dari rembesan minyak Galeh dengan batuan induk pada sumur Rembang-1 yang berasal dari Formasi Ngimbang kedalaman 5500 kaki (sumber data Davis, 1998 dan Davis, 1999)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis alkana, triterpana, dan sterana, diketahui korelasi minyak-batuan induk pada daerah penelitian. Korelasi minyak-batuan induk pada daerah penelitian menunjukkan bahwa Formasi Ngimbang kedalaman 4901 kaki bertindak sebagai batuan induk rembesan minyak Kedung Jati, sedangkan Formasi Ngimbang kedalaman 5500 kaki bertindak sebagai batuan induk rembesan minyak Galeh.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2007, *Tengis-1 Prospect Montage, Tengis-1 Proposed Location*.
Darman, H., dan Sidi, F.H., 2000, *An Outline of The Geology of Indonesia*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia.

Davis, R. C., 1998, *Geochemical Characterisation of Oil, Gas and Rock Samples from the Blora Block, Central Java, Indonesia*, Eurafrep Energy B.V., A Coparex International Subsidiary, *Report No.: 98/0302/LAB*.

Davis, R.C., 1999, *Geochemical Characterisation of SWC and Fluid Samples from the Rembang-1 Well, Central Java, Indonesia*, Coparex Blora B.V., *Report No.: 99/1006/LAB*.

Manur, H., Barraclough, R., 1994, *Structural Control On Hydrocarbon In The Bawean Area, East Java Sea*, *Proceeding Indonesian Petroleum Association, 23th Annual Convention*, October 1994, p. 129-144.

Satyana, A. H, Purwaningsih, Margaretha E. M., 2003, *Geochemistry of The East Java Basin: New Observations On Oil Grouping, Genetic Gas Types*

And Trends Of Hydrocarbon Habitats, *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 29th Annual Convention & Exhibition*, October 2003.

Satyana, A. H., 2005, Petroleum Geology Of Indonesia: Current Concepts, *Pre-Convention Course, Indonesian Association of Geologists, 34st Annual Convention*, 28-30 November 2005.

Subroto, E. A., Noeradi, D., Priyono, A., Wahono, H. E., Hermanto, E., Praptisih dan Santoso, K., 2007, The Paleogen Basin Within the Kendeng Zone, Central Java, Java Island, and Implications to Hydrocarbon Prospectivity, *Proceedings Indonesia Petroleum Association 31st Annual Convention and Exhibition*. IPA07-G-091.

Waples, D. W., 1985, *Geochemistry in Petroleum Exploration*, International Human Resources Development Corporation, Boston.

Waples, D. W., Machihara, T., 1991, *Biomarkers for Geologists-A Practical Guide to The Application of Steranes and Triterpanes in Petroleum Geology*, American Association of Petroleum Geologists Methods in Exploration, The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, USA.

BIODATA

Danis Agoes Wiloso, S.T., M.T., lahir di Purwodadi-Grobogan tanggal 29 Agustus 1969. Menyelesaikan studi S1 Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta pada tahun 1997, dan S2 Jurusan Teknik Geologi ITB pada tahun 2008 Saat ini bertugas sebagai tenaga Pengajar pada Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta dengan bidang minat geokimia, geologi, dan minyak bumi.