

PENELITIAN PENDAHULUAN BATUAN INDUK HIDROKARBON DI DAERAH BOGOR DAN CIANJUR, JAWA BARAT

Praptisih¹, Kamtono¹, Purna Sulistya Putra¹ dan Marfasran Hendrizan¹

¹Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI
Jl. Sangkuriang, Bandung 40135
Email : praptisih@geotek.lipi.go.id

Sari

Kajian yang dilakukan di daerah Bogor dan Cianjur bertujuan untuk memperoleh data permukaan endapan klastik berbutir halus serta karakteristik litofasies yang diduga sebagai batuan induk hidrokarbon. Metode yang dipakai adalah penelitian lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan meliputi pengamatan stratigrafi detail dan pengambilan sampel batuan, sedang analisis laboratorium terdiri dari analisis kandungan TOC dan analisis pirolisis *Rock-Eval*.

Hasil analisis TOC terhadap 10 sampel batulempung yang diambil dari Formasi Jatiluhur dan Formasi Citarum menunjukkan nilai berkisar antara 0,04 – 1,28%. Berdasarkan hasil tersebut, didapatkan 6 sampel berpotensi sedang untuk dapat membentuk hidrokarbon, sedangkan 4 sampel lainnya berpotensi rendah.

Pirolisis *Rock-Eval* dilakukan terhadap 6 sampel yang berpotensi membentuk hidrokarbon dan memperlihatkan Tmax sebesar 431 – 451°C. Nilai yang menunjukkan tingkat kematangan termal sebanyak 4 conto dinyatakan matang, sedang 2 conto lainnya belum matang. Nilai HI berkisar antara 21 – 101 mg HC/g TOC. Berdasarkan nilai parameter evaluasi batuan induk, sampel tersebut berada dalam fasies CD. Batuan induk tersebut dapat menghasilkan gas dalam kuantitas kecil.

Kata kunci: batulempung, batuan induk, hidrokarbon, Formasi Jatiluhur, Citarum.

Abstract

The purpose of the study which has been carried out in the Bogor and Cianjur areas, was whether the surface samples of fine grain clastic sediments, including their lithofacies characteristics, possess source rock potential. The method used is the field and laboratory works. Field work includes detailed stratigraphic observations and taking rock samples whereas laboratory analysis is composed of TOC content analysis and Rock-Eval pyrolysis.

The TOC analysis was done on ten samples consisting of claystone taken from the Jatiluhur and Citarum Formations show values ranging between 0.04 % to 1.28%. The analyses indicate that six samples show moderate potential and the remaining four samples as having low potential to generate hydrocarbon.

Rock-Eval pyrolysis was conducted on 6 samples with potential hydrocarbon generating characteristic, with Tmax value between 431 - 451°C. The value showed that 4 samples are categorized mature, while the rest are immature. HI values varying between 21 – 101 mg HC/g TOC. Based on those analyses, the source rock is potentially to generate a small quantity of gas.

Keyword: claystone, source rock, Jatiluhur, Citarum Formation.

PENDAHULUAN

Hidrokarbon adalah sumberdaya energi yang cukup penting perannya dalam mendukung perekonomian negara Indonesia. Di Indonesia terdapat 60 cekungan sedimen baik yang ada di lepas pantai maupun di darat, 16 di antaranya telah berproduksi (Priyono, 2007). Dalam sepuluh tahun terakhir ini produksi minyak Indonesia menurun secara konstan, hal ini disebabkan oleh kondisi lapangan minyak di Indonesia sebagian besar telah tua dan rendahnya pemboran eksplorasi. Sebagai pembanding adalah sebagian negara yang tergabung dalam OPEC (Angola, Brasil, Rusia, Azerbaijan, Kazakstan, Sudan dan Guinea) telah meningkatkan pemboran eksplorasi dan menemukan cadangan baru yang sebagian besar di laut dalam (Kurtubi, 2007). Membahas masalah cekungan tidak terlepas adanya suatu sistem petroleum.

Dalam sistem petroleum, selain reservoir dan lapisan penutup unsur yang juga penting adalah batuan sumber hidrokarbon atau batuan induk. Dalam eksplorasi konvensional ada kecenderungan kegiatan eksplorasi lebih banyak dilakukan untuk menentukan jenis perangkap hidrokarbon, dan sedikit dilakukan studi detail mengenai batuan induk asal hidrokarbon tersebut. Berkaitan dengan hal ini maka studi potensi batuan induk akan menjadi bagian dalam penelitian ini. Dalam memperkirakan jenis batuan sedimen yang dapat bertindak sebagai batuan induk mengacu dari definisi batuan induk yakni: endapan berbutir halus yang dalam kedudukannya di alam telah, sedang serta akan dapat menghasilkan dan juga melepaskan hidrokarbonnya sehingga terakumulasi dalam reservoir berbentuk gas atau minyak bumi (Brookes *et al*, 1987, *op cit* Einsele, G., 1991). Jumlah material organik yang diproduksi dan tersimpan dalam batuan induk sangat tergantung pada lingkungan dimana batuan tersebut terendapkan, sedangkan transformasi dari kandungan bahan organik menjadi minyak atau gas merupakan fungsi temperatur dan tekanan litostatik beban sedimen yang mempengaruhi.

Daerah penelitian berada dalam cekungan Bogor bagian Utara dan Selatan yang secara fisiografi disebut *Bogor - North Serayu - Kendeng Anticlinorium* (Van Bemmelen, 1949) atau *Bogor-North Serayu -Kendeng deepwater zone* (Satyana dan Armandita, 2004). Secara tektonik Cekungan Bogor merupakan Cekungan Busur Belakang (*Back Arc Basin*) terhadap busur vulkanik Oligo-Miosen yang berada di selatannya. Dalam studi di cekungan Bogor ini dilakukan pengambilan sample batuan di 2 lokasi, di cekungan bagian utara sampel diambil dari Formasi Jatiluhur atau dalam dunia perminyakan disebut Formasi Cibulakan Atas, sedangkan di cekungan Bogor bagian selatan sampel diambil dari Formasi Citarum.

TUJUAN PENELITIAN

Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui potensi batuan induk dari batuan Formasi Citarum di daerah Cianjur dan Formasi Jatiluhur/F. Cibulakan Atas di daerah Bogor berdasarkan data permukaan.

METODOLOGI

1. Kerangka Pemikiran

Dijumpainya rembesan minyak dan gas di Cekungan Bogor, diduga adanya batuan induk di bawah formasi tersebut. Dengan melakukan pengamatan, pengukuran sifat kimia-fisika dari batuan yang lebih tua yang berkarakter sebagai batuan induk, dalam hal ini batuan sedimen berbutir halus atau batulempung dari Formasi Citarum (Miosen Tengah) dan Formasi Jatiluhur (Miosen Atas) di daerah Cekungan Bogor yang diduga sebagai batuan induk, maka akan diketahui potensinya.

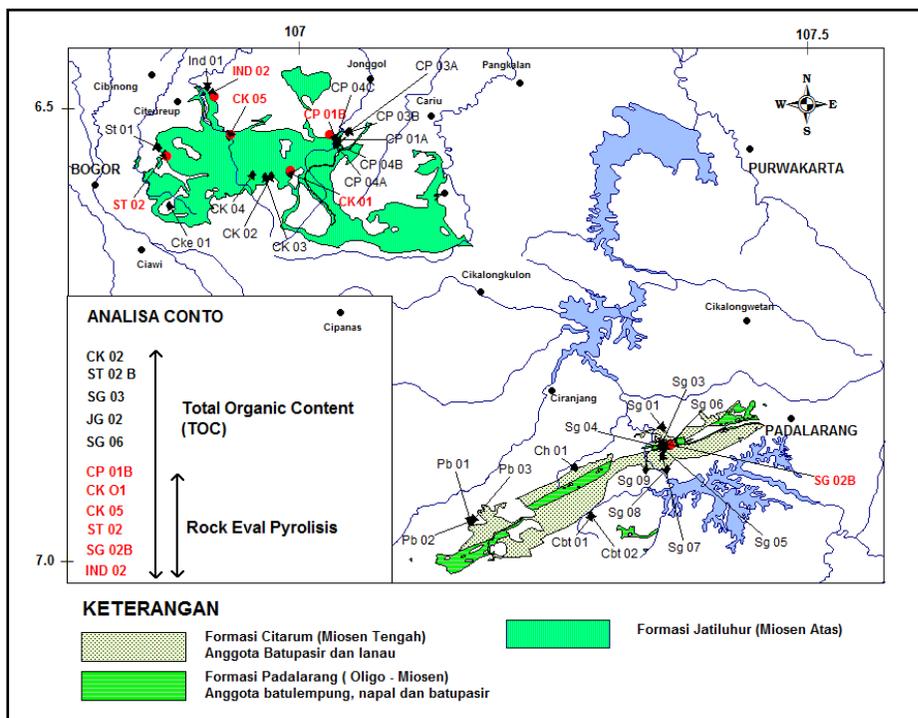
2. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini diawali dengan penelusuran pustaka yang berkaitan dengan cekungan-cekungan sedimen yang telah terbukti mengandung sejumlah hidrokarbon. Dalam studi batuan induk yang dilakukan adalah pengamatan karakteristik litologi, pengambilan sampel batuan dari singkapan yang diduga dapat bertindak sebagai batuan induk, dan analisis laboratorium yang meliputi analisis kandungan TOC dan analisis pirolisis *Rock-Eval*. Analisis TOC dilakukan untuk mengetahui kandungan material organik, sedangkan analisis pirolisis *Rock-Eval* untuk mengetahui indeks produksi (PI), indeks hidrogen dan temperatur maksimum pembentukan hidrokarbon dari kerogen.

HASIL

Data Lapangan

Penelitian di lapangan meliputi pengamatan karakteristik litologi dan pengambilan sampel batulempung pada Formasi Jatiluhur di daerah Jonggol dan Citeurep, Kabupaten Bogor, sedangkan untuk Formasi Citarum dilakukan di daerah Saguling, dan Cianjur (Gambar 1).

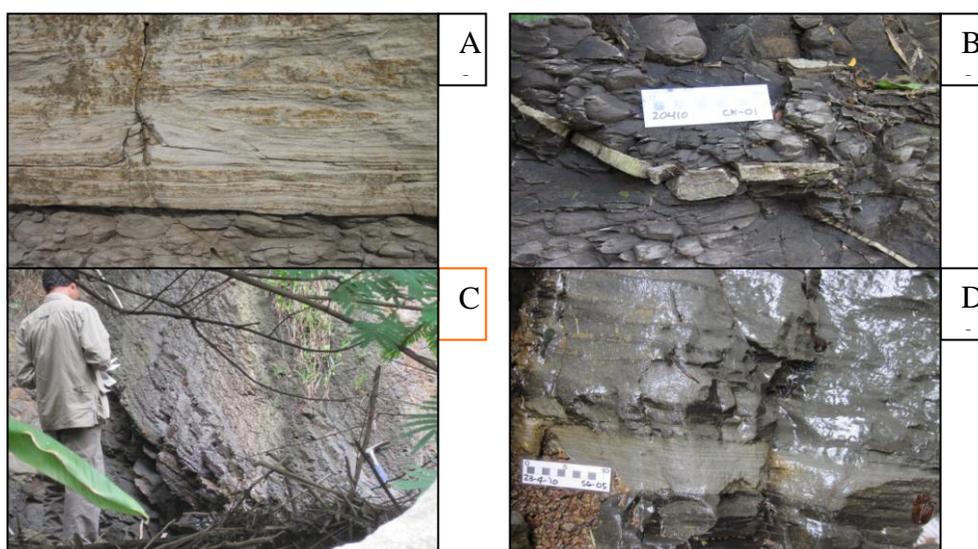


Gambar 1. Peta lokasi pengamatan dan pengambilan sampel batuan.

Secara umum Formasi Jatiluhur disusun oleh singkapan yang terdiri atas oleh selang-seling antara batupasir dan batulempung. Batupasir berwarna abu-abu, berukuran halus, berlapis tipis dengan tebal lapisan antara 0,5 – 1 cm menebal ke atas. Didapatkan struktur sedimen konvolut, silang-siur, paralel laminasi, bergelombang, mengandung moluska dan echinoid yang melimpah. Batulempung berwarna abu-abu, menyerpih, tebal lapisan antara 5 – 10 cm pada bagian atas sekitar 25 cm. Dalam sekuen ini lapisan batupasir menjadi lebih sekitar 15 – 40 cm. Singkapan

ini tersebar di daerah Bogor yaitu pada Sungai Cipamingkis, Sungai Cisurian, Sungai Cicanggal, Sungai Cibadak dan daerah Citeurep. Pada daerah ini diambil 7 sampel batulempung berwarna gelap pada lokasi CP 01 B, CK 01, JG 03, CK 05, ST 02, CK 02, dan IND 02 untuk dilakukan analisis TOC.

Singkapan Formasi Citarum didapatkan di daerah Saguling, Cianjur yang disusun oleh perselingan antara batupasir dan batulanau pada bagian bawah. Di atasnya diendapkan selang-seling antara batupasir dan batulempung. Batulempung berwarna abu-abu kehijauan. Batupasir berwarna abu-abu, kompak, ukuran butir halus hingga kasar, sisipan batulempung. Dijumpai struktur sedimen paralel laminasi, *load cast* dan *slump*. Ciri-ciri struktur sedimen pada lokasi ini menunjukkan endapan turbidit. Pada daerah ini diambil 3 sampel pada lokasi SG 02 B, SG 03 dan SG 06 untuk dilakukan analisis TOC. Hasil dari analisis kandungan material organik (TOC) dari sampel yang diambil dari kedua formasi tersebut jika memenuhi syarat dilakukan analisis pirolisis *Rock-Eval*.



Gambar 2. (A). Selang-seling antara batupasir dan batulempung di lokasi CP04, Sungai Cipamingkis. (B). Singkapan batulempung dengan urat-urat kalsit di lokasi CK 02, Sungai Cicanggal (C). Perselingan batupasir dengan batulempung di lokasi SG 02, Saguling, (D). Perselingan batupasir dengan batulempung di lokasi SG 05, Saguling

Hasil Analisis Geokimia

Analisis geokimia dilakukan pada sampel batulempung yang diambil dari Formasi Jatiluhur sebanyak 7 buah di daerah Bogor, sedangkan sampel dari Formasi Citarum diambil di daerah Cianjur sebanyak 3 buah. Sample tersebut dilakukan analisis geokimia yang meliputi analisis TOC dan pirolisis *Rock-Eval*.

1. Hasil Analisis Kandungan Material Organik (TOC)

Analisis kandungan material organik (TOC) dilakukan terhadap sampel yang diambil dari daerah Bogor dan Cianjur sebanyak 10 sampel. Hasil analisis dituangkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis TOC.

No	No. Sampel	Lokasi	Formasi	Litologi	TOC (%)
1	CP 01 B	S. Cipamingkis	Jatiluhur	Batulempung	1,28
2	CK 01	S. Cisurian	Jatiluhur	Batulempung	0,75
3	JG 03	S. Cisurian	Jatiluhur	Batulempung	0,42
4	CK 05	S. Cibadak	Jatiluhur	Batulempung	0,81
5	ST 02	Sentul	Jatiluhur	Batulempung	0,94
6	CK 02	S. Cicanggal	Jatiluhur	Batulempung	0,39
7	IND 02	Indocement Citeureup	Jatiluhur	Batulempung	1,07
8	SG 02 B	Saguling	Citarum	Batulempung	0,50
9	SG 03	Saguling	Citarum	Batulempung	0,36
10	SG 06	Saguling	Citarum	Batulempung	0,04

Hasil analisis kandungan material organik (TOC) tampak bahwa lempung dari Formasi Jatiluhur mempunyai nilai TOC relatif lebih tinggi dibandingkan dengan lempung Formasi Citarum. Dari data ini, sampel dari Formasi Jatiluhur yang dapat dilakukan analisis geokimia lanjutan sebanyak 5 buah (CP 01 B, CK 01, CK 05, ST 02, dan IND 02), sedangkan sampel dari Formasi Citarum sebanyak 1 buah (SG 02 B).

2. Hasil Analisis Pirolisis *Rock-Eval*.

Analisis pirolisis *Rock-Eval* dilakukan pada sampel yang mempunyai kandungan TOC > 0,50% untuk mengetahui kandungan indeks produksi (PI), indek hidrogen dan temperatur maksimum pembentukan hidrokarbon dari kerogen. Di daerah penelitian dianalisis sebanyak 6 buah pada sampel batulempung yang diambil dari Formasi Jatiluhur 5 buah dan 1 buah diambil dari Formasi Citarum. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil analisis pirolisis *Rock-Eval*.

No	Sampel	Litologi	TOC (%)	S1	S2	S3	PY	PI	Tmax (°C)	HI	OI
				Mg/g							
1	CP 01 B	Batulempung	1,28	0,13	1,30	0,07	1,43	0,09	435	101	5
2	CK 01	Batulempung	0,75	0,09	0,16	0,18	0,25	0,36	451	21	24
3	CK 05	Batulempung	0,81	0,11	0,49	0,02	0,60	0,18	446	61	2
4	ST 02	Batulempung	0,94	0,07	0,45	0,02	0,52	0,18	435	48	2
5	IND 02	Batulempung	1,07	0,03	0,73	0,25	0,76	0,04	431	68	23
6	SG 02 B	Batulempung	0,50	0,03	0,17	0,02	0,20	0,15	425	34	4

2.1. Tingkat Kematangan.

Dalam standar kematangan, batuan induk dapat dikatakan dalam tingkat matang apabila nilai T_{max} hasil analisis adalah sebesar $> 435^{\circ}C$ atau indeks produksi (PI) sebesar 0,1 (Waples, 1985).

Tingkat kematangan berdasarkan parameter T_{max} terdapat 4 sample yang dinyatakan matang yakni sample CP 01B, CK 01, CK 05, dan ST 02, kesemuanya sample dari Formasi Jatiluhur. Sedangkan tingkat kematangan berdasarkan parameter indeks produksi (PI) terdapat 3 sample dari Formasi Jatiluhur yang dinyatakan matang, yakni sample CK 01, CK 05, dan ST 02.

2.2. Indeks Hidrogen

Untuk menentukan fasies organik digunakan nilai indeks hidrokarbon (HI) yang didapat dari perhitungan:

$$HI = (S_2 / TOC) \times 100 \%$$

Dari hasil perhitungan dapat diperoleh nilai Indeks Hidrogen pada Formasi Jatiluhur dan Citarum sebesar 21 - 101 atau < 150 mgHC/TOC. Berdasarkan nilai HI tersebut dapat dikelompokkan menjadi 1 fasies organik yaitu Fasies organik CD. Nilai ini memberikan gambaran bahwa sampel tersebut kemungkinan dapat menghasilkan gas dalam jumlah kecil.

ANALISIS/DISKUSI

Hasil analisis kandungan material organik (TOC) dari sampel batulempung Formasi Jatiluhur dan Formasi Citarum menunjukkan perbedaan. Secara umum sampel dari Formasi Jatiluhur kandungan material organiknya lebih tinggi dibandingkan dengan sampel dari Formasi Citarum. Nilai TOC sampel yang relatif rendah dari Formasi Citarum ini kemungkinan disebabkan oleh jenis fasies batuan dan lingkungan pengendapannya. Melihat dari fasies batuanya, Formasi Citarum ini didominasi oleh fasies vulkanoklastik yang diendapkan dalam cekungan belakang Busur Vulkanik Oligo – Miosen yang berada di bagian selatan dan sebagai endapan turbidit (Clement dan Hall, 2007), merupakan sedimen yang diendapkan ulang (redeposit) sehingga memungkinkan kandungan material organiknya menjadi kecil. Sebaliknya sampel dari Formasi Jatiluhur/ Formasi Cibulakan Atas diendapkan dalam lingkungan paparan dan delta (Bishop, 2000), yang sumbernya berasal dari Daratan Sunda yang berada di bagian utara sehingga memungkinkan kandungan material organiknya lebih kaya.

Tingkat kematangan berdasarkan parameter T_{maks} dan PI terjadi ketidakcocokan, namun secara keseluruhan sampel dari Formasi Jatiluhur/Formasi Cibulakan Atas umumnya dapat dinyatakan matang kecuali sampel IND 02. yang belum matang walaupun kandungan material organik cukup (1,07%). Berdasarkan parameter PI sampel IND 02 dinyatakan belum matang juga, hal ini kemungkinan disebabkan lokasi pengambilan sampel berada pada posisi stratigrafi paling atas tepat berada di bawah Formasi Parigi. Tingkat kematangan sampel SG 02 B dari F. Citarum berdasarkan parameter T_{maks} dinyatakan tidak matang.

Nilai indeks Hidrogen dari semua sampel sedimen relatif rendah < 150 mgHC/TOC, menunjukkan material organik berada pada tipe III (*gas prone*), kecuali sampel SG 02 B dan CK 01 yang nilainya < 50 pada puncak kematangan tidak dapat menghasilkan hidrokarbon.

Rendahnya tingkat kematangan hampir semua sampel bisa dikarenakan sampel yang diambil merupakan sampel permukaan yang telah mengalami perubahan sifat fisik dan kimianya akibat oksidasi, disamping itu mungkin juga disebabkan oleh tidak adanya atau kurang kuatnya tekanan litostatik dari formasi di atasnya.

KESIMPULAN

- Hasil analisis geokimia pada 10 sampel batulempung yang diambil dari Formasi Jatiluhur dan Citarum di daerah Bogor dan Cianjur menunjukkan nilai TOC sebesar 0,04 - 1,28%. Pada umumnya mempunyai potensi rendah hingga sedang untuk membentuk hidrokarbon.
- Pada Formasi Jatiluhur: tingkat kematangan pada 4 sampel adalah 431 - 451°C, dinyatakan matang. Sedang 1 sampel lainnya mempunyai Tmaks sebesar 431°C, dinyatakan belum matang. Pada Formasi Citarum dianalisis 1 sampel yang mempunyai Tmax sebesar 425°C, dinyatakan belum matang.
- Nilai HI pada Formasi Jatiluhur dan Citarum berkisar 21-101 mg HC/g TOC, berada dalam fasies CD. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa batuan induk di daerah penelitian dapat menghasilkan gas dengan kuantitas kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, 2000. *Petroleum Systems of The Northwest Java Province, Java and Offshore Southeast Sumatra*. Indonesia: Open file report, U. S. Geological Survey, p.15
- Clement, B. dan Hall, R., 2007. *Cretaceous to Late Miocene Stratigraphic and Tectonic Evolution Of West Java*. Indonesian Petroleum Association Proceedings 31th Annual Convention, Jakarta.
- Einsele, G., 1991, *Sedimentary Basin, Evolution Facies and Sediment Budget*, 2^{ed.}, Springer – Verlag, Berlin, p. 706
- Kurtubi, 2007. *Kebangkitan Kembali Industri Migas Nasional, Kumpulan Makalah Seminar Geologi, Industri Migas Saat Ini, Masa Depan dan Problematikanya*. Aula Barat ITB, Bandung.
- Priyono, R., 2007. *Industri Migas Nasional, Kumpulan Makalah Seminar Geologi, Industri Migas Saat Ini dan Masa Depan*. Aula Barat ITB, Bandung
- Satyana, A.H., Armandita C., 2004. *Deep-water Plays of Java, Indonesia: Regional Evaluation on Opportunities and Risks*. Proc. Deepwater And Frontier Exploration In Asia & Australasia Symposium, Indonesian Petroleum Association.
- Van Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia. Vol. IA, General Geology of Indonesia and adjacent archipelagos*. Martinus Nijhoff, The Hague, Netherlands.
- Waples D.W., 1985. *Geochemistry in Petroleum Exploration*. International Human Resources Development Co., Boston, 232 h.