

Studi Batuan Induk Pada Sub Cekungan Serayu Utara, Banjarnegara dan Sekitarnya, Jawa Tengah

Praptisih, Kamtono & M. Syafei Siregar
Puslit Geoteknologi LIPI, Jl. Sangkuriang, Bandung 4135

Eddy A. Subroto
Institute Teknologi Bandung, Jl. Ganesha, Bandung

Abstraks: Kajian yang dilakukan di daerah Banjarnegara, dan sekitarnya, bertujuan untuk memperoleh data permukaan endapan klastik berbutir halus serta karakteristik litofasiesnya yang diduga berpotensi sebagai batuan induk. Sebanyak 38 conto batulempung dari Formasi Totogan dan Rambatan dianalisa kandungan material organik karbonnya (TOC), pirolisis Rock Eval dan satu conto minyak bumi dengan teknik GC dan GCMS. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada Formasi Totogan mempunyai nilai TOC sebesar 0,26-2,12 % berpotensi rendah - sangat baik. Tmaks : 405-489 °C. HI 16 – 86 mg HC/TOC termasuk dalam fasies CD dan D, menunjukkan kemungkinan menghasilkan gas dengan volume kecil. Sedangkan pada Formasi Rambatan didapatkan mempunyai nilai TOC sebesar 0,31-1,55 % , berpotensi sedang - baik. Tmaks : 435-458 °C. HI 47– 163 mg HC/TOC termasuk dalam fasies C, CD dan D, menunjukkan kemungkinan menghasilkan minyak dan gas dengan volume kecil. Analisis geokimia minyak bumi menunjukkan bahwa batuan induk minyak bumi LW-05A diperkirakan diendapkan di lingkungan estuarin atau lakustrin dangkal. Kedangkalan lingkungan ini ditunjukkan dengan relatif tingginya kandungan material organik yang berasal dari material daratan, misalnya oleanana dan resin.

PENDAHULUAN

Keberadaan minyak dan gas bumi di alam yang dapat dieksploitasi secara geologi berada dalam suatu sistem yang disebut sistem perminyakan (Petroleum system), yaitu suatu sistem yang terdiri dari ruang yang mengandung batuan induk (source rock), lapisan pembawa fluida (carrier beds), reservoir, dan lapisan penutup (Magon and Daw, 1994, op.cit. Einsele, G., 2000).

Source rock atau batuan induk didefinisikan sebagai endapan berbutir halus yang dalam kedudukannya di alam telah, sedang serta akan menghasilkan dan juga melepaskan hidrokarbonnya sehingga terakumulasi dalam reservoir berbentuk gas atau minyak bumi (Brookes, et al, 1987, op.cit. Einsele, G., 2000).

Berdasarkan hasil kajian peneliti sebelumnya dan hasil kajian penelitian puslit Geoteknologi di daerah Banyumas dan Banjarnegara, memberi indikasi adanya rembesan minyak di beberapa daerah pada batuan – batuan berumur Miosen atau yang lebih muda (Kamtono, 2003). Dari kajian tersebut timbul suatu pertanyaan dari mana sesungguhnya rembesan minyak tersebut berasal.

Mengingat pentingnya asal – usul rembesan minyak yang muncul di cekungan cekungan sedimen yang ada di Jawa Tengah, khususnya di sub Cekungan Serayu Utara, maka kajian batuan sedimen klastik berbutir halus yang diduga merupakan batuan induk perlu untuk dilakukan. Hal tersebut dilakukan bukan semata-mata untuk mengetahui jenis batuan yang mengandung bahan organik, namun yang lebih penting adalah tipe dan kemampuan batuan tersebut untuk dapat

menghasilkan dan melepaskan hidrokarbon serta tingkat kematangannya.

Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran umum dan karakteristik fasies organik maupun model lingkungan pengendapannya dari jenis endapan sedimen yang berpotensi sebagai batuan induk di daerah Banjarnegara dan sekitarnya, Jawa Tengah.

METODOLOGI

Metode penelitian kegiatan ini diawali dengan penelusuran pustaka yang berkaitan dengan cekungan-cekungan sedimen yang telah terbukti mengandung sejumlah hidrokarbon.

Kegiatan di lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan sifat dan karakteristik batuan sedimen klastik berbutir halus yang diduga mengandung bahan organik dan dilakukan pengambilan conto sedimen tersebut kemudian di analisa di laboratorium untuk mengetahui kandungan organiknya (TOC). Sebagian data TOC yang memenuhi syarat, kemudian dilakukan analisa pirolisis untuk mengetahui indek produksi (PI), indek Hidrogen (HI) dan Temperatur maksimum (C^0) pembentukan hidrokarbon dari kerogen. Untuk conto minyak bumi dilakukan analisis geokimia dengan teknik GC dan GC - MS.

HASIL PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan meliputi pengamatan karakteristik litologi batuan induk di lapangan dan analisis geokimia di laboratorium.

Penelitian Lapangan

Pengamatan karakteristik litologi dilakukan pada Formasi Totogan dan Formasi Rambatan di daerah Banjarnegara dan sekitarnya. Ciri umum Formasi Totogan berupa selang seling batupasir dan lempung. Batupasir berwarna abu-abu kecoklatan, berlapis tipis dengan tebal lapisan 1-10 cm. Batulempung berwarna abu-abu kehitaman mempunyai struktur bersisik (*scaly*) dan mengandung *ichnofossil horizontal* dengan tebal lapisan 5-30 cm. Singkapan Formasi Totogan dijumpai pada Kali Sapi, Somawangi, Kali Tulis, Worawari, Larangan, Sungai Gebang, kalibening, Sigugur dll (Foto 1-4).

Formasi Rambatan di daerah penelitian dicirikan oleh perselingan antara batupasir dan batulempung dengan sisipan kalsit (0,5 cm). Batupasir berwarna abu-abu muda-kecoklatan, struktur sedimen terdiri dari parallel laminasi, *wavy*, nodul-nodul batupasir, tebal lapisan 10-40 cm. Batulempung berwarna abu-

abu kehitaman hingga kecoklatan, tebal lapisan 10-80 cm. Singkapan Formasi Rambatan di dapatkan di beberapa lokasi antara lain Kali Desel, Sembawa, S. Pekacangan, S. Merawu, Kaligintung, Pandaarum, kali Genteng dan Bojongkoneng (Foto 5-8).



Foto 1. Singkapan batulempung Formasi Totogan di Kali Tulis, Worawari.



Foto 2. Singkapan batulempung Formasi Totogan di lokasi Sembawa

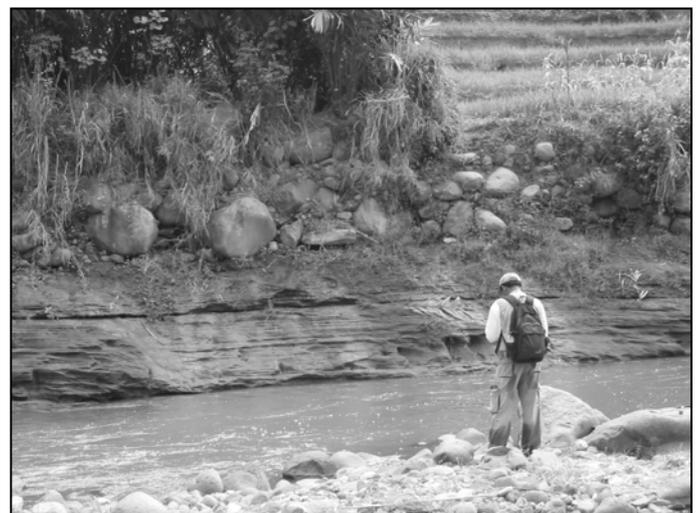


Foto 3. Selang seling batupasir dengan batulempung Formasi Totogan di lokasi Kali Tulis, Larangan.



Foto 4. Selang seling batupasir dengan batulempung Formasi Totogan di lokasi Kali Tulis, Larangan.



Foto 7. Rembasan gas yang muncul di permukaan di lokasi Sungai pekacangan



Foto 5. Struktur graded bedding pada batupasir Formasi Rambatan di lokasi Karangnangka.



Foto 8. Singkapan batulempung Formasi Rambatan di lokasi Kali Sawan. Desa Sampang.



Foto 6. Singkapan batulempung Formasi Rambatan di lokasi Kali Urang.

Analisis Geokimia

Pada Formasi Totogan diambil 10 conto batuan lempung untuk dianalisis TOC dan pirolisis Rock Eval (Tabel 1). Hasil analisis TOC menunjukkan nilai TOC sebesar 0,26-2,12 %. angka tersebut menunjukkan bahwa conto batulempung pada Formasi Totogan terdiri dari 1 conto berpotensi rendah, 5 conto berpotensi sedang, 3 conto berpotensi baik dan 1 conto berpotensi sangat baik membentuk hidrokarbon. Nilai HI sebesar 16-86 mg HC/TOC, nilai tersebut berada dalam fasies organik D dan CD yang menunjukkan kemungkinan dapat menghasilkan gas dalam jumlah kecil. Dalam standar tingkat kematangan batuan induk dapat dikatakan matang apabila nilai T_{maks} hasil analisis sebesar $435^{\circ}C$ atau Indeks Produksinya $> 0,1$ (Waples, 1985). Berdasarkan nilai T_{maks} pada Formasi Totogan didapatkan 5 conto dinyatakan belum matang karena nilai T_{maks} nya $< 435^{\circ}C$ yaitu berkisar antara $396-432^{\circ}C$, dan nilai PI $< 0,1$ yaitu

berkisar 0,05-0,09. Sedang 5 conto yang lain dinyatakan matang dengan nilai T_{maks} sebesar 439-489°C. dan nilai PI 0,34-0.59.

rendah, 20 conto berpotensi sedang dan 6 conto berpotensi baik membentuk hidrokarbon. Nilai HI sebesar 1 - 163 mg HC/TOC, nilai tersebut berada

Tabel 1. Hasil analisis TOC dan Pirolisis Rock Eval pada Formasi Totogan.

No	No. Conto	Litologi	Lokasi	TOC (%)	T_{max} (°C)	HI	Fasies	Potensi
1	KS2	Btlp	Kali Sapi	0,06	-	-	-	rendah
2	KT4	Btlp	Kali Tulis	1,42	405	54	CD	baik
3	ST01	Btlp	Kali Tulis	0,65	431	53	CD	sedang
4	ST02	Btlp	Kali Tulis	2,12	472	59	CD	Sangat baik
5	WR04	Btlp	Worawari	0,60	432	84	CD	sedang
8	KG04	Btlp	Kaligua	1,00	439	86	CD	baik
7	KB 01	Btlp	Kalibening	0,78	489	37	D	sedang
8	TB 05	Btlp	Kalibening	0,61	396	41	D	sedang
9	CG 02	Btlp	Sigugur	1,00	460	82	CD	baik
10	CG06A	Btlp	Sigugur	0,93	477	16	D	sedang

Pada Formasi Rambatan diambil 28 conto batuan lempung untuk dianalisis TOC dan Pirolisis Rock Eval (Tabel 2). Hasil analisis menunjukkan nilai TOC sebesar 0,31 - 1,55 %. angka tersebut menunjukkan bahwa conto batulempung pada Formasi Rambatan terdiri dari 2 conto berpotensi

dalam fasies organik D , CD dan fasies C. Fasies D dan CD yang menunjukkan kemungkinan dapat menghasilkan gas dalam jumlah kecil, sedang fasies C dapat menghasilkan minyak dan gas dalam kwantitas kecil. Dalam standar tingkat kematangan batuan induk dapat dikatakan matang apabila nilai T

Tabel 2. Hasil analisis TOC dan Pirolisis Rock Eval pada Formasi Rambatan

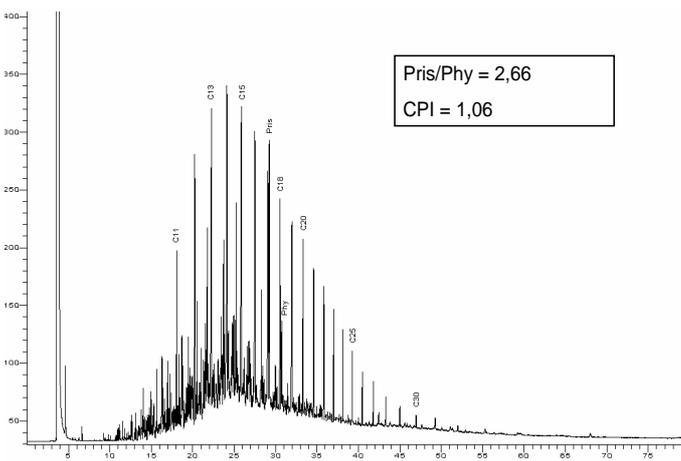
No	Sampel	Litologi	Lokasi	TOC (%)	T_{max} (°C)	HI	Fasies	Potensi
1	KK1	Btlp	Kali Desel	0,99	449	95	CD	sedang
2	KU04	Btlp	Kali Urang	0,63	431	53	CD	baik
3	KRJ01	Btlp	Karangjati	0,68	434	47	D	sedang
4	SB03	Btlp	Kalibombong	0,53	430	109	CD	sedang
5	KC02	Btlp	Pekacangan	0,94	458	47	D	sedang
6	KAR07	Btlp	Kaliaris	0,57	439	107	CD	sedang
7	KA01	Btlp	Kaligintung	0,46	432	-	-	rendah
8	PA01	Btlp	Pandaarum	0,79	4,32	86	CD	sedang
9	PG02E	Btlp	Kali Gendel	1,19	445	115	CD	baik
10	PG03B	Btlp	Kali Genteng	0,95	443	85	CD	sedang
11	PG04	Btlp	Karangmangu	0,97	435	96	CD	sedang
12	LW01D	Btlp	Jambean	0,78	444	81	CD	sedang
13	LW03B	Btlp	Jambean	1,55	448	115	CD	baik
14	LW 05	Btlp	Pasegaran	0,36	387	0	-	rendah
15	LW 06	Btlp	Sirongge	1,02	276	0	-	baik
16	GT01G	Btlp	Kali Gintung	0,76	436	163	C	sedang
17	K.Keruh	Btlp	Kali Keruh	0,91	355	15	D	sedang
18	M03	Btlp	Kali Anyer	0,64	410	62	CD	Sedang
19	M06	Btlp	K.Wuluh	0,60	-	5	D	Sedang
20	C04	Btlp	K. Lingseng	0,92	-	31	D	Sedang
21	C05A	Btlp	Kali Batur	0,76	-	1	D	Sedang
22	KR01	Btlp	K. Rambut	1,86	434	46	D	Baik
23	DW01	Btlp	K. Dawuhan	0,79	430	115	CD	Sedang
34	P01	Btlp	K. Menyamak	0,59	436	90	CD	Sedang
25	ML02	Btlp	Mendelem Lor	1,10	502	34	D	Baik
26	WK02-2	Btlp	Kali Wakung	1,21	456	61	CD	Baik
27	BD01	Blp	Kali Bodas	0,94	-	8	D	Sedang
28	CLL01	Btlp	Celeleng	0,98	452	73	CD	Sedang

maks hasil analisis sebesar 435°C atau Indeks Produksinya >0,1 (Waples, 1985). Berdasarkan nilai T_{maks} pada Formasi Rambatan didapatkan 13 conto dinyatakan belum matang dengan nilai T_{maks} sebesar 276-434°C, dan nilai PI < 0,1 yaitu berkisar 0,05-0,06. Sedang 15 conto yang lain dinyatakan matang dengan nilai T_{maks} sebesar 435-458°C. dan nilai PI 0,1-0,67.

Geokimia Minyak Bumi

Di dalam studi ini dipilih satu sampel minyak bumi berkode LW-05A untuk dianalisis secara geokimia dengan relatif detail melalui teknik GC dan GC-MS. Melalui teknik tersebut maka didapatkan data biomarker yang dapat dipergunakan untuk menginterpretasi kematangan dan lingkungan pengendapan.

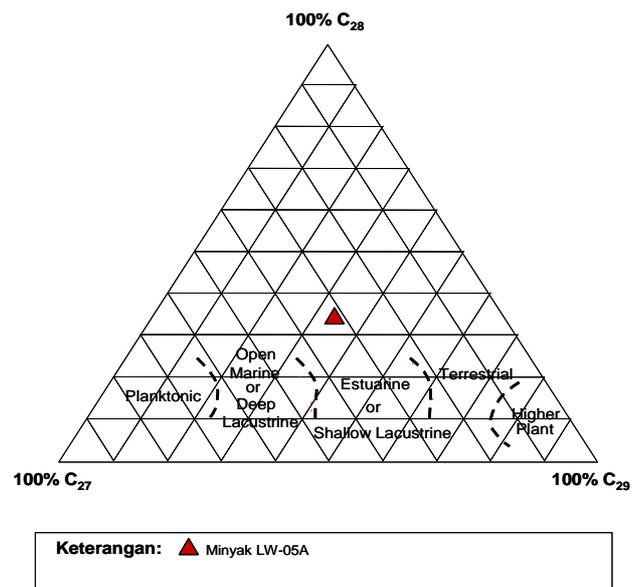
Kromatogram sampel minyak diberikan di dalam Gambar 1. Rasio pristana terhadap fitana (Pris/Phy) memberikan harga 1,66 menunjukkan bahwa kadar oksisitas daerah tempat batuan induk minyak bumi ini diendapkan adalah relatif rendah (suboksik). Rasio CPI (*carbon preference index*) menunjukkan nilai 1,06. Hal ini memberikan informasi bahwa minyak bumi tersebut dikeluarkan dari batuan induk yang tidak terlalu matang, yaitu batuan induk yang mempunyai kematangan sekitar 0,8% Ro. Kesimpulan ini ditunjang data sterana (rasio $C_{29}\alpha\alpha$ 20S/20R = 0,72; catatan: akhir dari reaksi ini akan memberikan rasio 1,1 yang setara dengan Ro= 1,1%).



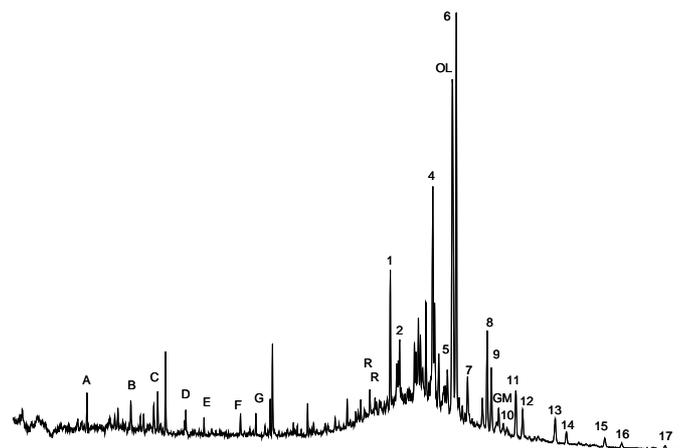
Gambar 1. Kromatogram gas sampel minyak bumi LW-05A

Gambar 2 menunjukkan diagram segitiga Huang dan Meinschein yang menunjukkan lingkungan pengendapan batuan induk minyak bumi. Dari plot tersebut tampak bahwa batuan induk minyak bumi LW-05A diperkirakan diendapkan di lingkungan estuarin atau lakustrin dangkal. Kedangkalan lingkungan ini ditunjukkan dengan relatif tingginya

kandungan material organik yang berasal dari material daratan, misalnya oleanana dan resin (OL dan R di Gambar 3).



Gambar 2. Rasio sterana C_{27} , C_{28} dan C_{29} ke dalam diagram segitiga Huang dan Meinschein.



Gambar 3. Kromatogram massa (m/z 191) untuk sampel minyak LW-05A

Dengan demikian, jika dilakukan pembuktian terbalik secara geokimia (*reverse geochemistry*), maka dapatlah diinterpretasikan bahwa batuan induk dari sampel minyak bumi LW-05A itu diendapkan di lingkungan laut relatif dangkal, sub-oksik, dengan kontribusi material organik darat cukup tinggi dan dengan kematangan yang cukup tinggi juga. Formasi yang diperkirakan sesuai dengan kondisi tersebut adalah Formasi Totogan untuk di daerah sekitar Luk Ulo. Untuk daerah di sekitar Bayat, Subroto et al. (2007) memperkirakan Formasi Wungkal.

KESIMPULAN

Hasil analisis geokimia pada 38 conto yang diambil dari Formasi Totogan dan Formasi Rambatan di

daerah Banjarnegara dan sekitarnya menunjukkan nilai TOC sebesar 0,26-2,12%. Pada umumnya mempunyai potensi rendah hingga sangat baik untuk membentuk hidrokarbon. Nilai HI pada Formasi Totogan berkisar 16-86 mg HC/g TOC, berada dalam fasies CD dan D. Sedangkan pada Formasi Rambatan sebesar 1-163 mg HC/g TOC, berada pada fasies C, D dan CD. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa batuan induk didaerah penelitian dapat menghasilkan minyak dan gas dengan kuantitas kecil.

Analisis geokimia minyak bumi menunjukkan bahwa batuan induk minyak bumi LW-05A diperkirakan diendapkan di lingkungan estuarin atau lakustrin dangkal. Kedangkalan lingkungan ini ditunjukkan dengan relatif tingginya kandungan material organik yang berasal dari material daratan, misalnya oleanana dan resin.

PUSTAKA

- Demaison, G.T., 1980, Anoxic environments and oil source bed genesis. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 64 : 1179-1209.
- Einsele, G., 2000, Sedimentary Basins : Evolution, Facies, and Sediment Budget, Springer-verlag, Berlin, 2nd.
- Kamtono, Praptisih, Dedi Mulyadi, Sutanto E.S, Pipih A., Sukoco dan Dedi Rahayu, 2003, Studi deep water volcanoclastic dan carbonate reservoir daerah Ajibarang, Banyumas. Laporan penelitian Puslit Geoteknologi LIPI tahun 2003, tidak dipublikasikan.
- Katz, B.J., 1984, Source Rock Depositional & Preservation, in : Organic Geochemistry and Basin Evaluation Seminar, presented to ITB, by Barry J. Katz, Bandung, Januari 1991
- Katz, B.J., 1985, Source Rock Assesesment : Interpretative Guidelines, in : Organic Geochemistry and Basin Evaluation Seminar, presented to ITB, by Barry J. Katz, Bandung, Januari 1991
- Subroto E. A., et all, 2007, The Paleogene basin within the Kendeng zone Central java Island, and implication to hydrocarbon prospectivity. Proceeding Indonesian Petroleum Association Thirty first Annual Convention & Exhibition
- Waples D.W. & Machihara T., 1991, Biomarkers For Geologist A Practical Guide to the Application of Steranes and Triperpanes in Petroleum Geology, AAPG no. 9 Oklahoma, USA.
- Waples D.W., 1985, Geochemistry in Petroleum Exploration, IHRD Corp., Boston U.S.A.