

PETROLEUM SYSTEM CEKUNGAN KUTAI BAGIAN BAWAH, DAERAH BALIKPAPAN DAN SEKITARNYA, PROPINSI KALIMANTAN TIMUR

Yuyun Yuniardi

Laboratorium Geofisika, Fakultas Teknik Geologi, UNPAD

ABSTRACT

Oil and gas potential in Lower Kutai Basin were probably exist, those condition have checked from well petroleum system to support oil and gas accumulation in this area. Data integration of source rock, reservoir rock, cap rock, trap association, and migration system in Lower Kutai Basin could be doing advance research to proving oil and gas accumulation.

Keywords: Petroleum System, Kutai Basin

ABSTRAK

Potensi kandungan minyak dan gas bumi di Cekungan Kutai Bagian Bawah sangatlah memungkinkan keberadaannya, hal ini dilihat dari kondisi *petroleum system* yang sangat menunjang untuk terakumulasinya minyak dan gas bumi di daerah ini. Integrasi dari data batuan induk, batuan reservoir, batuan tudung, asosiasi trap serta sistem migrasi yang ada di Cekungan Kutai Bagian Bawah sangat memungkinkan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh kepastian keberadaan minyak dan gas bumi di daerah ini.

Kata kunci: Petroleum System, Cekungan Kutai.

PENDAHULUAN

Cekungan Kutai secara regional terletak pada bagian tepi tenggara dari Kraton Sunda. Termasuk di dalamnya Selat Makasar dan memanjang ke arah daratan di bagian barat dan barat laut sejauh 2700 km (Kingston, 1988). Luas daerah cekungan Kutai meliputi luasan $\pm 130.000 \text{ km}^2$ mulai dari daratan memanjang sampai ke laut sampai kedalaman 1000 km (Kingston, 1988). Cekungan ini dibatasi oleh dua jalur sesar berarah barat laut-tenggara yaitu Zona Sesar Sangkulirang di bagian utara dan Zona Sesar Adang di bagian selatan. Pada bagian barat dibatasi oleh Tinggian Kuching yang termasuk ke dalam bagian rangkaian pegunungan Kalimantan. Gambaran secara regional Cekungan Kutai yang juga memperlihatkan peta lokasi penelitian diperlihatkan pada Gambar 1. Proses sedimentasi pada Cekungan Kutai dibagi menjadi lima fase utama, yaitu :

- Fase pemekaran pada Eosen Tengah sampai Eosen Akhir, yang terdiri dari lima kumpulan fasies, yaitu fasies

darat, fasies delta, fasies laut dangkal, fasies paparan karbonat dan, fasies laut batulempung serpih dan turbidit

- Fase pembebanan pada Eosen Akhir sampai Oligosen Akhir, yang terdiri dari dua kumpulan fasies yaitu endapan cekungan batulempung serpih dan batuan karbonat. Pada fasies yang pertama terdiri dari monoton batulempung serpih dan batulempung dengan sangat jarang berselingan batupasir sedangkan asosiasi batuan karbonat terdiri dari fasies paparan karbonat dan pertumbuhan karbonat yang terisolasi.
- Fase pemekaran kedua yang diikuti dengan aktifitas vulkanik pada Oligosen Akhir, terdiri dari dua kumpulan fasies yang terbentuk selama fase ini yaitu kumpulan fasies batulempung serpih bersifat laut dan kumpulan fasies paparan karbonat. Batulempung serpih endapan laut tersusun terutama dari batulempung serpih sebagai hasil kelanjutan dari fase pembebanan dengan batulempung serpih konglomerat litoklastik-bioklastik, batu-

gamping dan perselingan dari turbidit volkanoklastik (van der Weerd et al., 1987). Fasies karbonat yang dominan terbentuk pada fase ini adalah batugamping laut dangkal yang terbentuk sebelum pembentukan paparan karbonat pada Oligosen Akhir.

- Fase pembentukan delta secara progradasi-agradasi pada Miosen Awal, terdiri dari dua kumpulan fasies yaitu (1) kumpulan fasies laut dalam tersusun dari batulempung serpih *bathyal* yang berselingan dengan batupasir yang diendapkan dengan arus turbit dan arus gravitasi, dan (2) kumpulan fasies delta terdiri dari delta sampai ke batupasir endapan limbah banjir, batulempung serpih, batubara dan batugamping yang didominasi oleh koral terbentuk secara mekanisme tumbuh pada beberapa tempat.
- Fase pembentukan delta berlanjut yang disertai dengan pembalikan tektonik pada Miosen Tengah sampai sekarang. Akhir dari Miosen Awal atau Awal dari Miosen Tengah ditandai dengan periode utama pembalikan cekungan di Cekungan Kutai (McCauley et al., 2000). Even ini diawali dengan periode pendek kenaikan aktifitas volkanik (Paterson et al., 1996), yang disertai dengan pergerakan ke arah timur dari rendahan dan progradasi Mahakam delta sejak Miosen Tengah sampai sekarang (McCauley et al., 2000).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Berdasarkan pembagian unit kronostratigrafi, diperoleh susunan *Petroleum System* di daerah Cekungan Kutai bagian bawah sebagai berikut: batuan induk (*source rock*), batuan reservoir (*reservoir rock*), batuan tudung (*cap rock*), dan migrasi (*migration*). Analisa geokimia organik dan analisa porositas juga dilakukan untuk mengetahui potensi

sumber daya minyak dan gas bumi pada daerah penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Batuan induk

Batubara, batulempung serpih karbonan, batulempung serpih dari sedimen delta yang terbentuk pada cekungan ini yang pada dasarnya sebagai batuan induk dari minyak bumi dan gas bumi di Cekungan Kutai khususnya di daerah penelitian adalah batubara dan batulempung serpih karbonan (interval N3, N4) dianggap sebagai sumber utama dari minyak mentah dan gas.

Material organik yang terdistribusi keseluruhan interval Oligosen-Miosen di cekungan Kutai. Kandungan TOC dengan tanpa mempertimbangkan lingkungan pengendapan memperlihatkan nilai yang konstan yaitu diperkirakan 1% TOC. Kandungan organik yang tinggi pada setiap urutan sedimen tidaklah selalu berhubungan dengan kondisi delta pada umur Miosen sampai Resen secara keseluruhan. Varian dari distribusi TOC (0,5 % sampai 70 %) yang ditemukan pada setiap urutan sedimen adalah secara langsung berhubungan dan spesifik lingkungan pengendapan dalam sistem delta seperti delta bagian depan dan paparan delta.

Batulempung serpih pada interval N3 dan N4 dicirikan dengan material organik yang berasal dari delta bagian depan yang mempunyai nilai TOC dari 0.64% sampai 5.73% dan PY dengan nilai 0.5 sampai 20 mg/g. Batubara pada interval N8-N13 mempunyai kandungan TOC sekitar 64,5% dan PY 103 mg/g. Kinetik batuan induk yang baru dari Cekungan Kutai secara radikal berbeda dibandingkan dengan konvensional Tipe III (juga Tipe I & II) kinetik batuan induk. Batulempung serpih pembentuk minyak berasal dari batubara pada tingkat kematangan pada nilai $R_o=0.3\%$ sampai 0.6% , akan tetapi hal tersebut tidak terjadi *expulsion* dari batuan induk sampai

tahapan transformasi dari minyak-gas ke gas pada nilai R_o lebih dari 0.6%.

Korelasi minyak dalam batuan induk memperlihatkan terdapatnya dua tipe minyak pada Cekungan Kutai, yaitu tipe A dan Tipe B. Minyak mentah tipe A menunjukkan sifat asal darat yang kuat dengan diperlihatkan kemunculan secara signifikan dari komponen C-14 sampai C-27, dan tipe ini ditemukan pada semua conto dilapangan. Minyak dapat terbentuk pada nilai R_o 0.45 % sampai 0,55 %. Minyak mentah tipe B dihasilkan dari *thermal cracked* pada batuan induk yang dikeluarkan dengan tingkat maturasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak mentah tipe A (R_o nilai 0.55%-0.65%). Awal pembentukan dari gas berasal dari pemecahan minyak bumi yang insitu. Kerogen terbentuk menjadi gas tidak akan terjadi apabila tercapai level temperatur dan kedalaman yang sesuai untuk pembentukannya. Efisiensi batuan induk dalam meningkatkan produksi minyak menjadi gas. Pemecahan minyak bumi ini membentuk minyak terang dengan minyak mentah tipe B.

Cekungan Kutai didominasi oleh gas *provenance* sebab diawali dengan produksi minyak menjadi gas yang mana sumber ataupun reservoir mempunyai nilai $R_o > 0,6$ % pada kedalaman 10.000 kaki. Minyak bumi dan gas bumi terperangkap lebih dalam dari 10.000 kaki yang didominasi oleh gas. Minyak ditemukan pada kedalaman yang lebih dangkal dari 10.000 kaki yang juga kadangkala ditemukan volume gas secara signifikan pada kedalaman ini.

Penilaian *Petroleum System* pada daerah penelitian ini kurang maksimal karena keterbatasan data yang hanya ada dipermukaan saja, maka penjelasan ini sebetulnya tidak mencakup secara keseluruhan dari daerah penelitian tetapi hanya tahapan penilaian atau sebagai persiapan selanjutnya dari hasil studi minyak dan gas bumi di sub cekungan dan sekitarnya.

Studi sebelumnya (Rose & Hartono, 1978; Combaz & Matharel,

1978; Duval et al., 1992; Paterson et al., 1996; Pertamina BPPKA, 1997) telah menyebutkan terdapatnya beberapa batuan induk yang potensial di bagian selatan cekungan Kutai. Berdasarkan hasil studi geokimia pada dasarnya terdapat dua batuan induk yang ada di daerah penelitian, yaitu dari batubara dan batulempung serpih karbonan. Berdasarkan pada pembagian kronostratigrafi termasuk ke dalam interval N2-N3, N4-N8 dan N9-N13. Analisis conto batuan induk pada umur Oligosen Akhir (N2-N3) memperlihatkan nilai dengan range yang cukup luas dimana nilai TOC mempunyai nilai 0.85 sampai 4.95wt% dan Hydrogen Index (HI) mempunyai nilai dari 32 sampai 568. Nilai potential yield mengindikasikan pola yang sama dengan range antara 0.59 sampai 19.64 kg/ton. Conto dengan nilai TOC tertinggi (>4 wt%) juga mempunyai nilai HI yang tinggi (>350) menunjukkan *oil prone*, sedangkan conto dengan nilai TOC (<2 wt%) dan nilai HI yang rendah merepresentasikan *gas prone* pada batuan induk-nya. Nilai HI sampai OI dari conto pada Oligosen Akhir (N2-N3) memperlihatkan secara jelas bahwa conto umumnya termasuk kedalam Tipe III kerogen (76%), sisanya Tipe II kerogen. Dominannya tipe III kerogen mengindikasikan bahwa umumnya batuan induk pada Oligosen Akhir (N2-N3) di daerah penelitian adalah *gas prone*, hal ini didukung juga oleh hasil data analisis komposisi maceral. Distribusi HI secara jelas memperlihatkan batuan induk pada interval Oligosen Akhir (N2-N3) terdistribusi di bagian barat daerah penelitian cenderung memproduksi gas sedangkan di bagian timur cenderung minyak. Pada Miosen Awal (N4-N8) conto batuan induk memperlihatkan nilai TOC sangat baik (1.58-3.42 wt%), 0.90-3.64 kg/ton yields dan HI < 200 mengindikasikan bahwa potensial untuk minyak bumi dan gas bumi dan *gas prone*. Untuk interval Miosen Tengah (N9-N13) nilai TOC 108-68.36 wt% dan *potential*

yields 2.12-137.44 yang diklasifikasikan baik sampai sempurna potensial batuan induk, nilai HI menunjukkan klasifikasi jelek sampai sempurna.

Batuan Reservoir

Pada Cekungan Kutai terdapat dua jenis fasies batupasir yang dikenali pada endapan delta Miosen yaitu *fluvialite dominated to distributary channel* dan *tidally dominated-delta front deposit*. Batupasir yang termasuk ke dalam karakteristik reservoir secara umum termasuk ke dalam litik arenit dengan sifat tekstural butiran yang didukung oleh matrik, butiran berukuran halus sampai menengah, pemilahan menengah sampai baik, kekerasan menengah. Komposisi batuan didominasi umumnya oleh batupasir dengan mineral kuarsa monokristalin, kuarsa polikristalin, fragmen batuan andesit dan *quartzose*, dan sangat sedikit sekali akan kandungan dari K-feldspar, plagioklas. Nilai porositas dari batupasir terbagi menjadi 2 tipe yaitu porositas primer dan porositas sekunder (pelarutan). Nilai dari porositas primer mempunyai nilai 2 sampai 3 % sedangkan porositas sekunder mempunyai nilai antara 3 sampai 13 %.

Batuan tudung

Batulanau dan batulempung serpih pada lingkungan pengendapan *fluvial-deltaic* termasuk kedalam batuan tudung dengan tipe buruk pada tipe cebakan antiklin sehingga volume minyak bumi dan gas buminya akan dibatasi penyebaran lateral batuan tudungnya. Batuan tudung yang baik ditemukan di daerah Sanga-sanga dengan *gas expulsion zone* (Nilai Ro 0.6%). Volume minyak bumi dan gas bumi secara signifikan dapat terperangkap pada satu jenis reservoir. Batuan tudung yang berkembang di daerah Wain ini terdapat pada batuan dengan besar butir pada *range* batulanau-batulempung serpih pada interval N7.

Migrasi

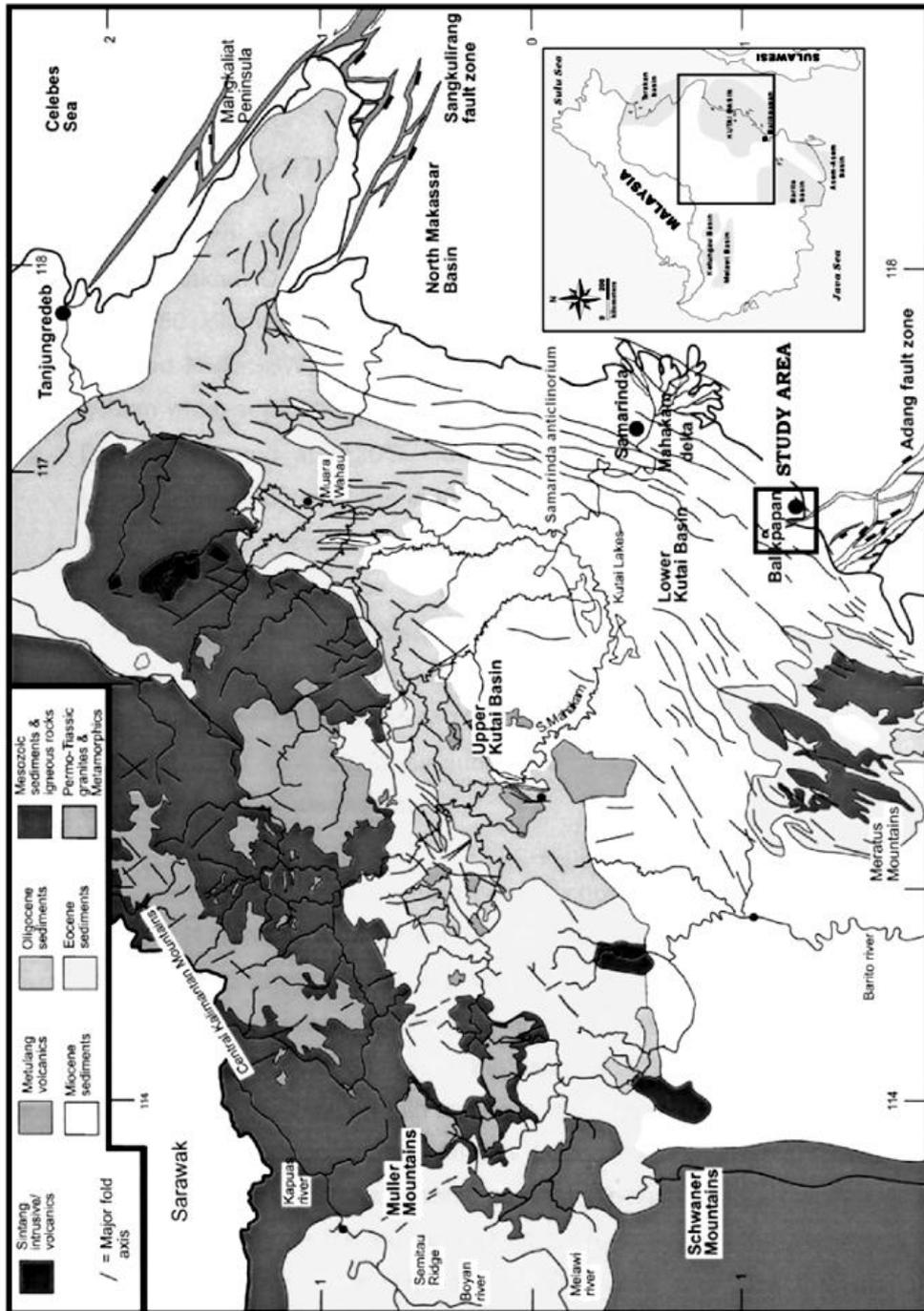
Migrasi Primer (penguraian minyak bumi dan gas bumi) dari batuan induk pada daerah ini umumnya diakibatkan oleh rekahan minor dari batuan induk dengan terdapatnya *internal pressure* yang mentransformasikan minyak ke gas. Ambang batas dari batuan induk dari nilai Ro = 0.6 %. Volume yang signifikan dari minyak termasuk nilai Ro > 0.45 % berhubungan dengan nilai rata-rata pada *burial depth* 7500 kaki.

KESIMPULAN

1. Petroleum System di daerah Cekungan Kutai bagian bawah terdiri dari batuan induk (*source rock*), batuan reservoir (*reservoir rock*), batuan tudung (*cap rock*), dan migrasi (*migration*).
2. Potensi batuan induk di daerah penelitian berasal dari batubara dan batulempung karbonan. Nilainya umumnya baik sampai sangat baik dan sebagian besar menghasilkan *gas prone*.
3. Pada Cekungan Kutai terdapat dua jenis fasies batupasir yang dikenali pada endapan delta Miosen yaitu *fluvialite dominated to distributary channel* dan *tidally dominated-delta front deposit*. Nilai dari porositas primer mempunyai nilai 2 sampai 3 % sedangkan porositas sekunder mempunyai nilai antara 3 sampai 13 %.
4. Batuan tudung yang berkembang di daerah penelitian ini terdapat pada batuan dengan besar butir pada interval batulanau-batulempung serpih pada interval N7.
5. Migrasi Primer (penguraian minyak bumi dan gas bumi) dari batuan induk pada daerah penelitian ini umumnya diakibatkan oleh rekahan minor dari batuan induk dengan terdapatnya *internal pressure* yang mentransformasikan minyak ke gas.

DAFTAR PUSTAKA

- Combaz, A. & De Matharel, M., 1978. Organic Sedimentation & Genesis of Petroleum in Mahakam Delta Borneo. *American Association Petroleum Geology Bulletin*.
- Duval, B., Cramez, C., and Jackson, M.P.A., 1992. Raft Tectonics in The Kwanza Basin, Angola. *Marine and Petroleum Geology*.
- Kingston, J., 1988. Undiscovered Petroleum Resources of Indonesia. *U.S. Geological Survey Open-File Report 88-379. P 217*.
- McCauley et al., 2000. *Marine Seismic Surveys - A Study of Environmental Implications*. Australian Petroleum Production and Exploration Association.
- Paterson, D. W., Tanean, H., & Endharto, M., 1996. Source Provenance Interpretation of Kutei Basin Sandstone and The Implications for The Tectono-Stratigraphic Evolution of Kalimantan. *Proceedings Indonesia Petroleum Association, 25th Annual Convention, 333-345*.
- Pertamina BPPKA, 1997. Petroleum Geology of Indonesia Basin, Principles, Methods, & Application : Volume X, South Sumatra Basin.
- Rose, R., Hartono, P., 1978. Geological Evolution of The Tertiary Kutei-Melawi Basin, Kalimantan, Indonesia : *Proceedings Indonesia Petroleum Association, 7th Annual Convention, P 225-237*.



Gambar 1.
Peta regional Cekungan Kutai, yang memperlihatkan lokasi penelitian yang termasuk ke dalam Cekungan Kutai bagian bawah.