

ANALISIS KUANTITAS , TIPE MATERIAL ORGANIK BATUAN INDUK PADA FORMASI KAMPUNG BARU DAN FORMASI PULAUBALANG CEKUNGAN KUTAI BAWAH

Gilang Rizky, Rohima Sera Afifah, Amiruddin, Nijusiho Manik, Iwan Prabowo, Muh.Noerazizul,
Dody Fiansa

Sekolah Tinggi Teknologi Minyak Gas Bumi Balikpapan, Indonesia

E-mail: gilangrizky0310@gmail.com

Copyright © 2022 The Author



This is an open access article

Under the Creative Commons Attribution Share Alike 4.0 International License

DOI: 10.53866/jimi.v2i4.64

Abstract

The Kutai Basin is one of the most important basins in Indonesia. This basin has an area of $\pm 16,000$ km² and contains deposits of Tertiary age with a thickness of up to 14 km. This study focuses on analyzing the quantity and type of source rock organic material in the Kampung Baru Formation and the Pulaubalang Formation. Based on geochemical analysis, it can determine the quantity of organic material, the type of organic material in the Lower Kutai Basin. By using parameters, namely, TOC (Total Organic Carbon), HI (Hydrogen Index), Depth, Tmax (Maximum Temperature), PY (Yield Potential). Based on the results of the study, the analysis of the TOC value in the Kampung Baru Formation shows the quantity of source rock is good - special, with a TOC value of 1.57 - 50.99 wt.%. while the Pulaubalang Formation ranges from moderate to excellent, with a TOC value of 0.64 - 67.25 wt.%. The kerogen type in the Kampung Baru Formation and the Pulaubalang Formation shows kerogen type III and Kerogen type II/IIIb, producing gas and oil or gas (Mixed).

Keywords: Kutai Basin, Kampung Baru Formation, Pulaubalang Formation, Depositional Environment, Kerogen Type.

Abstrak

Cekungan Kutai merupakan salah satu cekungan yang sangat penting di Indonesia. Cekungan ini memiliki daerah seluas ± 16.000 km² dan mengandung endapan umur Tersier dengan ketebalan mencapai 14km. Pada penelitian ini fokus menganalisis kuantitas dan tipe material organik batuan induk pada Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang. Berdasarkan analisis geokimia yakni dapat mengetahui kuantitas material organik, tipe material organik pada Cekungan Kutai Bawah. Dengan menggunakan parameter yakni, TOC (Total Organic Carbon), HI (Indeks Hidrogen), Kedalaman, Tmaks (Temperatur Maksimal), dan PY (Potensi Yield). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan analisa nilai TOC pada Formasi Kampung Baru menunjukkan kuantitas batuan induk bagus - istimewa, dengan nilai TOC 1,57 - 50,99 wt.%. sedangkan pada Formasi Pulaubalang mulai dari sedang sampai dengan istimewa, dengan nilai TOC 0,64 - 67,25 wt.%. Tipe kerogen pada Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang menunjukkan tipe kerogen III dan tipe Kerogen II/IIIb, menghasilkan gas dan minyak atau gas (Mixed).

Kata Kunci: Cekungan Kutai, Formasi Kampung Baru, Formasi Pulaubalang, Lingkungan Pengendapan, Tipe Kerogen.

1. Pendahuluan

Minyak dan gas bumi adalah sumber energi yang sangat berperan penting di dunia ini. Kebutuhan akan energi ini sangat berpengaruh dari hasil produksi minyak dan gas bumi, energi fosil sebagai sumber daya utama dari penghasil energi semakin banyaknya permintaan akan energi seiring berjalannya waktu maka akan mengalami penurunan hasil sumber daya energi (Asikin S., 1987). Mengatasi tingginya permintaan sumberdaya energi dan akan mengalami penurunan, maka dilakukannya kegiatan eksplorasi untuk mengoptimalkan sumber energi yang sudah ada atau menemukan sumber cadangan energi yang baru, sehingga dapat terpenuhinya kebutuhan sumber energi. Dalam kegiatan eksplorasi banyak parameter analisis yang harus dipertimbangkan untuk mencapai tujuan yang di inginkan, salah satu caranya yaitu analisis geokimia, yang hasil analisisnya mutlak (Dembicki, H. Jr., 2016).

Sampel batuan merupakan parameter utama untuk analisis batuan induk dalam eksplorasi batuan induk. Penelitian mengenai hidrokarbon dapat dilakukan dengan mengidentifikasi potensi batuan induk, karena batuan induk memiliki kemampuan memproduksi hidrokarbon yang cukup untuk akumulasi minyak dan gas bumi (Goff, J.C., 1983).

Kuantitas material organik pada suatu batuan induk sangat penting untuk mengetahui Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang berpotensi atau tidak menghasilkan hidrokarbon (Chambers, J.L.C., dan Daley, T.E., 1995). Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian ini dilakukan untuk mengkaji “Analisis Kuantitas Dan Tipe Material Organik Batuan Induk Pada Formasi Kampung Baru Dan Formasi Pulaubalang Cekungan Kutai Bawah”.

2. Metode Penelitian

2.1. Objek, waktu dan Tempat

Cekungan Kutai merupakan salah satu cekungan yang sangat penting di Indonesia. Cekungan Kutai memiliki luas ± 16.000 km² dan Cekungan Kutai merupakan cekungan yang berumur Tersier terbesar dan terdalam di Indonesia, dengan kedalaman mencapai 14 km. Cekungan Kutai terletak dibagian timur dari Paparan Sunda (Howes, 1977 dalam Allen & Chambers, 1998).

Menurut Asikin (1987) bahwa struktur-struktur regional yang terdapat pada Cekungan Kutai merupakan pemekaran Selat Makassar sepanjang Eosen Tengah sampai Oligosen Awal. Sepanjang pemekaran Selat Makassar strike-slip fault paralel merupakan reaktifitas struktur sebelumnya yaitu Adang Fault, Mangkalihat Fault, pada periode ini gaya berarah SE, yang di akibatkan oleh tumbukan lempeng India dan lempeng Benua Asia. Struktur geologi seperti Sesar Adang sangat berkaitan dengan cekungan kutai yang menunjukkan struktur geologi dari Cekungan Kutai menurut (Allen & Chambers, 1998).

Penelitian berfokus pada Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang, seperti tentang batuan induk, kuantitas batuan induk, dan tipe material organik. Daerah penelitian ini dilakukan pada Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang. Lingkungan pengendapan pada Formasi Kampung Baru adalah lingkungan delta sampai laut dangkal sedangkan pada Formasi Pulaubalang diendapkan di lingkungan laut dangkal hingga daerah transisi atau juga dekat dengan delta.

Formasi Pulau Balang tersusun dari kombinasi beragam jenis batuan, termasuk batu pasir Greywacke dan batu pasir kuarsa yang berselingan dengan lapisan batu gamping, batu lempung, batu bara, serta tuf dasit. Batu pasir Greywacke memiliki ciri khas warna kelabu kehijauan dengan tekstur padat dan ketebalan lapisan berkisar antara 50 hingga 100 cm. Di sisi lain, batu pasir kuarsa cenderung berwarna kelabu kemerahan, kadang-kadang mengandung tufa dan gamping, dengan ketebalan lapisan antara 15 hingga 60 cm.

Batu gamping dalam formasi ini berwarna coklat muda kekuningan dan kaya akan foraminifera berukuran besar. Biasanya, batu ini muncul dalam bentuk sisipan atau lensa di antara lapisan batu pasir kuarsa dengan ketebalan berkisar antara 10 hingga 40 cm. Batu lempung yang berwarna kelabu kehitaman memiliki lapisan tipis, hanya sekitar 1 hingga 2 cm, namun di beberapa area dapat berselang-seling dengan lapisan batu bara yang ketebalannya bisa mencapai hingga 4 meter. Sementara itu, tuf dasit yang berwarna putih biasanya muncul sebagai sisipan dalam batu pasir kuarsa.

Formasi Kampung Baru tersusun dari batu pasir kuarsa yang diselingi oleh batu lempung, serpih, batu lanau, dan lignit. Karakteristik utama batuan ini adalah sifatnya yang lunak dan mudah terurai. Batu pasir kuarsa dalam formasi ini umumnya berwarna putih, dengan beberapa bagian tampak kemerahan atau

kekuningan, tidak memiliki lapisan yang jelas, serta mudah rapuh. Beberapa bagian tipis mengandung oksida besi, tuf, lanauan, atau konglomerat yang terdiri dari kuarsa, kalsedon, serpih merah, dan lempung dengan ukuran berkisar antara 0,5 hingga 1 cm, yang mudah terlepas.

Sementara itu, batu lempung dalam formasi ini memiliki warna kelabu kehitaman dan mengandung sisa tumbuhan, pecahan batu bara, serta fragmen koral. Batu lanau tampak berwarna kelabu tua dengan tekstur menyerpih dan menunjukkan struktur laminasi. Lignit yang terdapat dalam formasi ini memiliki ketebalan sekitar 1 hingga 2 meter. Diperkirakan Formasi Kampung Baru terbentuk pada periode Miosen Akhir hingga Plioplistosen, dengan lingkungan pengendapan yang bervariasi dari delta hingga laut dangkal, dan memiliki ketebalan lebih dari 500 meter. Formasi ini menindih Formasi Balikpapan secara selaras, meskipun di beberapa lokasi terdapat indikasi ketidakselarasan.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan ialah metode studi literatur, yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan meneliti sumber-sumber tertulis, seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian, dan dokumen lainnya yang relevan dengan topik. Pada penulisan Tugas Sarjana ini menggunakan data sekunder yang berasal dari hasil pengujian Laboratorium Sedimentology, University of Vienna, Sumber Peta: Peta geologi modifikasi dari Supriatna, dkk 1995 Daerah Penelitian 16 Austria yang telah mengkaji daerah tersebut.

2.3. Teknik Analisis Data

Dari data tersebut, peneliti melakukan analisis kuantitas dan tipe material organik batuan induk pada Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulau Balang Cekungan Kutai Bawah berdasarkan analisis geokimia. Pada penulisan Tugas Sarjana ini, peneliti melakukan analisis dengan 71 sampel cutting, 38 sampel Formasi Kampung Baru dan 33 sampel Formasi Pulaubalang, interval pada Formasi Kampung Baru kedalaman antara 57 – 505 m. Sedangkan pada Formasi Pulaubalang kedalaman antara 46 – 1.052 m. Dari data ini penulis mengangkat judul “Analisis Kuantitas dan Tipe Material Organik Batuan Induk Pada Formasi Kampung Baru dan Pulaubalang Cekungan Kutai Bawah”. Data tersebut dilakukan untuk mengetahui kuantitas material organik mengetahui tipe material organik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan parameter hidrogen indeks Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang, dengan persamaan sebagai berikut :

$$HI = (100 \times S_2) / TOC \dots \dots \dots (4.1)$$

Contoh perhitungan Hidrogen Indeks (HI) Pada daerah penelitian Formasi Kampung Baru :

- $(100 \times 2,72) : 2,05 = 133 \text{ (mg HC/g TOC)}$
- $(100 \times 3,31) : 2,07 = 160 \text{ (mg HC/g TOC)}$
- $(100 \times 48,04) : 37,11 = 129 \text{ (mg HC/g TOC)}$
- $(100 \times 3,96) : 3,96 = 100 \text{ (mg HC/g TOC)}$
- $(100 \times 3,77) : 2,34 = 161 \text{ (mg HC/g TOC)}$

Contoh perhitungan Hidrogen Indeks (HI) pada daerah penelitian Formasi Pulaubalang :

- $(100 \times 1,78) : 1,27 = 140 \text{ (mg HC/g TOC)}$
- $(100 \times 1,08) : 0,74 = 146 \text{ (mg HC/g TOC)}$
- $(100 \times 125,5) : 49,41 = 254 \text{ (mg HC/g TOC)}$
- $(100 \times 0,34) : 0,64 = 53 \text{ (mg HC/g TOC)}$
- $(100 \times 1,27) : 1,66 = 77 \text{ (mg HC/g TOC)}$

Pada penelitian ini juga menghitung hasil nilai (PY) pada Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang

$$PY = S1 + S2 \dots \dots \dots (4.2)$$

(PY) Formasi Kampung Baru :

- $PY = 0,18 + 2,72 = 2,9$
- $PY = 0,31 + 3,31 = 3,62$
- $PY = 4,5 + 48,04 = 52,54$
- $PY = 0,41 + 3,96 = 4,37$
- $PY = 0,27 + 3,77 = 4,04$

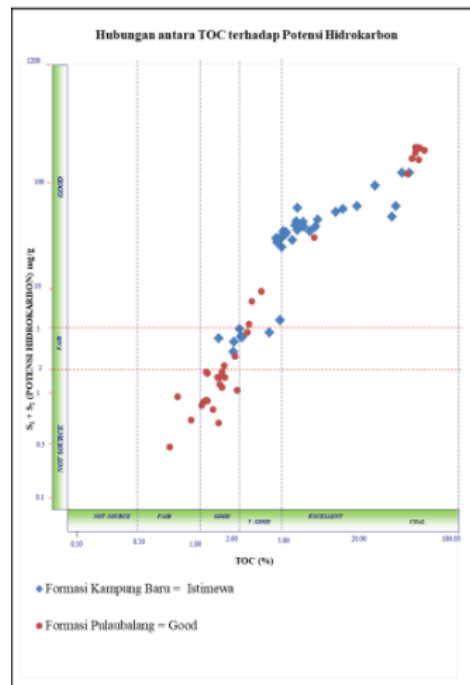
(PY) Formasi Pulaubalang :

- $PY = 0,06 + 1,78 = 1,84$
- $PY = 0,03 + 1,08 = 1,11$
- $PY = 4,81 + 125,5 = 130,31$
- $PY = 0,04 + 0,34 = 0,38$
- $PY = 0,08 + 1,27 = 1,35$

3.2. Pembahasan

3.2.1 Kuantitas Material Organik

Untuk menghasilkan interpretasi data yang lebih terpercaya, pendekatan melalui lebih dari satu parameter dilakukan untuk setiap tipe data dalam penelitian ini. Teknik optikal dan kimiawi tidak dijadikan kompetitor, melainkan metode yang bersifat saling komplementer. Semua metode berkontribusi dalam memberikan hasil karakterisasi source rock.



Gambar 3.1 Grafik hubungan antara TOC terhadap potensi hidrokarbon pada Formasi Pulaubalang dan Formasi Kampung Baru

Diagram hubungan antara PY(Potential Yield, $S1+S2$) dengan TOC (Total Organic Carbon) dapat mengetahui sebaran potensi hidrokarbon yang dihasilkan oleh suatu formasi batuan pada sumur eksplorasi yang ada di daerah penelitian. Potential yield ($S1+S2$) adalah hasil penjumlahan antara $S1$ dan $S2$. Pada gambar 3.1 di atas ini adalah diagram hubungan antara potential yield ($S1+S2$) dengan

TOC Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang. Sampel batuan menurut Peters dan Cassa, 1994 pada Formasi Kampung Baru mulai dari bagus sampai dengan istimewa. Sedangkan sampel batuan

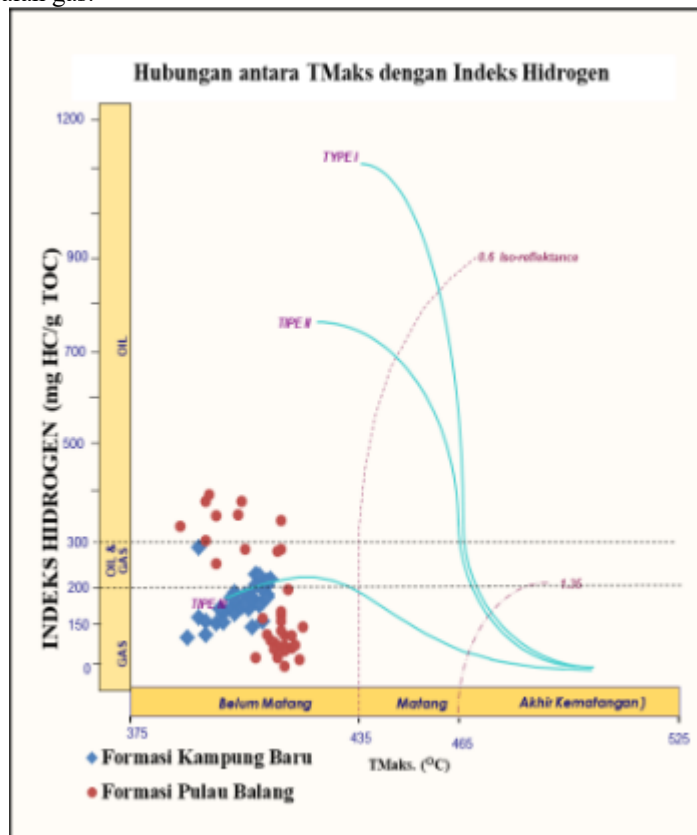
pada Formasi Pulaubalang mulai dari sedang sampai dengan istimewa. Dapat disimpulkan bahwa kuantitas batuan induk pada Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang, memiliki kuantitas yang dikategorikan istimewa karena disebabkan oleh material organik pada formasi tersebut terendapkan pada lingkungan pengendapan delta, sehingga berpotensi menghasilkan hidrokarbon

3.2.2 Analisis Tipe Material Organik

Komposisi penyusun utama material organik pada batuan sedimen terdiri atas bakteri, fitoplankton, zooplankton (terutama foraminifera dan sejenis udang-udangan) dan tumbuhan tingkat tinggi. Pada geokimia organik hidrokarbon, kerogen adalah hal yang sangat penting karena kerogen bagian penting dari penghasil hidrokarbon dan gas. Sejarah diagenesis dan katagenesis kerogen, juga kondisi alami material organik penyusunnya, sangat mempengaruhi kemampuan kerogen memproduksi minyak bumi dan gas.

Berdasarkan gambar 3.2 plot silang antara T_{maks} dengan Indeks Hidrogen pada diagram Van Krevelen menunjukkan tipe kerogen pada Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang yaitu tipe kerogen II –III sehingga batuan induk pada Formasi tersebut berpotensi menghasilkan gas dan gas atau minyak (Mixed). Berdasarkan Gambar 3.2 nilai HI (Indeks Hidrogen) pada Formasi Kampung Baru mulai dari 105 Mg HC/g TOC sampai dengan 290 Mg HC/g TOC, sedangkan pada Formasi Pulaubalang mulai dari 39 Mg HC/g TOC sampai dengan 387 Mg HC/g TOC.

Kerogen tipe II umumnya terbentuk di lingkungan laut dan sering dijumpai pada reservoir minyak dan gas bumi. Sementara itu, kerogen tipe III berasal dari material tumbuhan darat dan umumnya ditemukan dalam lapisan sedimen detrital yang tebal di sepanjang tepi benua. Jenis hidrokarbon utama yang dihasilkan dari kerogen tipe III adalah gas.

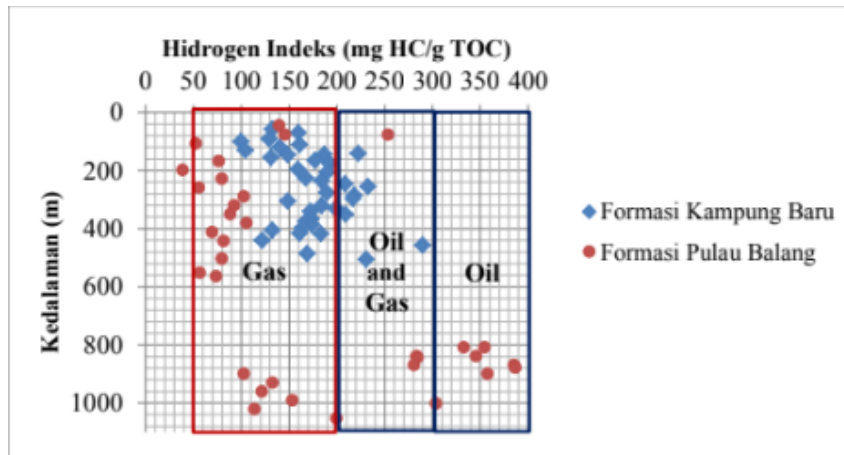


Gambar 3.2 Hubungan Antara T_{maks} dengan Indeks Hidrogen (diagram Van Krevelen)

Berdasarkan dari tipe kerogen tersebut, lingkungan pengendapan pada Formasi Kampung Baru adalah lingkungan delta sampai laut dangkal sedangkan pada Formasi Pulaubalang diendapkan di lingkungan laut dangkal hingga daerah transisi atau juga dekat dengan delta Mahakam memiliki tiga jenis batuan yang

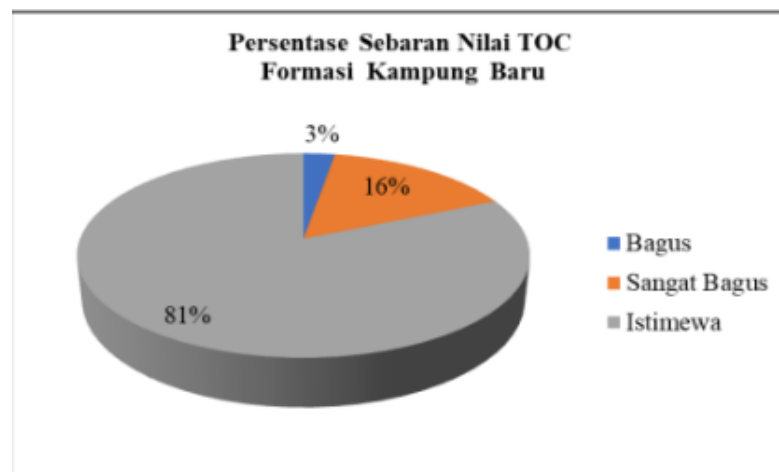
berpotensi sebagai batuan induk, yaitu batu bara, lempung organik, dan marine mudstone. Batu bara serta lempung organik umumnya berasosiasi dengan lingkungan pengendapan yang meliputi fluvial delta-plain hingga delta-front. Sementara itu, marine mudstone lebih terkait dengan lingkungan pengendapan yang mencakup distal delta-front hingga abyssal plain. Menurut Stevano et al. (2001), lempung organik yang terbentuk di lingkungan delta-plain hingga delta-front mengandung material organik yang berasal dari transportasi sisa-sisa tumbuhan dalam bentuk serpihan.

3.2.3 Menentukan jenis fluida



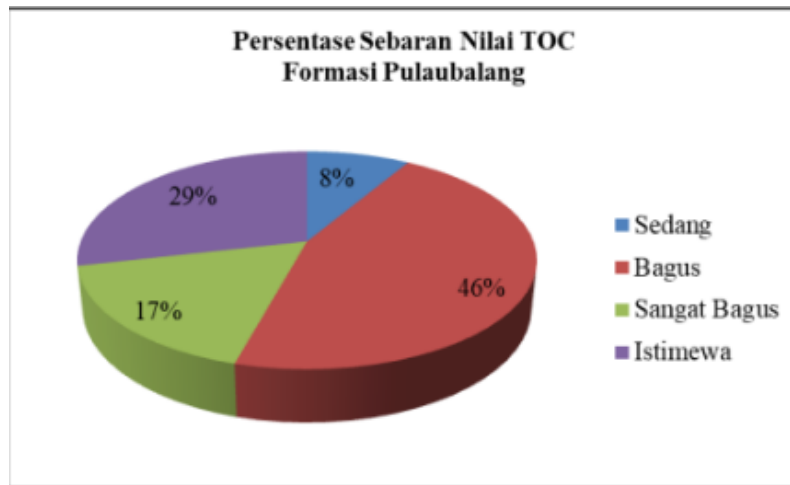
Gambar 3.3 Hidrogen Indeks (mg HC/g TOC) dan Kedalaman (m)

Berdasarkan dari gambar 3.3 plot silang antara hidrogen indeks terhadap kedalaman menunjukkan nilai Hidrogen Indeks pada Formasi Pulaubalang terbagi atas tiga kategori kerogen; yaitu tipe kerogen III dengan nilai HI 53 – 200 mg HC/g TOC, pada tipe kerogen II/IIIb dengan nilai HI 259 – 285 mg HC/g TOC, dan pada tipe kerogen II dengan nilai HI 304 – 387 mg HC/g TOC. Sedangkan untuk Formasi Kampung baru terbagi atas dua kategori kerogen; yaitu tipe kerogen III dengan nilai HI 100 – 193, dan pada tipe kerogen II/IIIb dengan nilai HI 209 – 290 mg HC/g TOC. Berdasarkan nilai Hidrogen Indeks pada kedua Formasi tersebut maka dapat menggenerasikan fluida gas dan gas atau minyak (Mixed). Pada gambar 3.3 dapat disimpulkan Formasi Pulaubalang ada yang menghasilkan gas, ada juga yang menghasilkan oil, dan dari kedua Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang tersebut lebih dominan menghasilkan gas.



Gambar 3.4 Persentase Sebaran Nilai TOC Formasi Kampung Baru

Pada gambar 3.4 persentase sebaran nilai TOC pada Formasi Kampung Baru berdasarkan Peters dan Cassa, 1994 terdiri atas tiga kategori yaitu bagus, sangat bagus, dan istimewa. Persentase pada gambar tersebut terlihat 3% kategori bagus, 16% kategori sangat bagus, hingga terdapat 81% kategori istimewa.



Gambar 3.5 Persentase Sebaran Nilai TOC Formasi Pulaubalang

Pada gambar 3.5 persentase sebaran nilai TOC Formasi Pulaubalang berdasarkan Peters dan Cassa, 1994 terdiri atas empat kategori yaitu sedang, bagus, sangat bagus, dan istimewa. Persentase pada gambar terlihat 8% kategori sedang, 46 % kategori bagus, 17% kategori sangat bagus, 29% kategori istimewa. Mendapatkan hasil persen dari nilai TOC Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang dengan menentukan jumlah kategori sampel terlebih dahulu lalu membagi total semua sampel di kali dengan 100%. Hubungan antara Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang, bisa dilihat dari persentase sebaran nilai TOC dimana keduanya memiliki kategori pada Formasi Kampung Baru lebih dominan pada kategori Istimewa yaitu 81%, sedangkan pada Formasi Pulaubalang lebih dominan kategori bagus yaitu 46%, namun keduanya sama-sama memiliki kandungan nilai TOC istimewa. Dapat disimpulkan Formasi Kampung Baru dan Formasi Pulaubalang berpotensi menghasilkan hidrokarbon.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis nilai TOC pada Formasi Kampung Baru menunjukkan kuantitas batuan induk kategori bagus sampai dengan istimewa, dengan nilai TOC 1,57 - 50,99 wt.%. Sedangkan sampel batuan pada Formasi Pulaubalang mulai dari sedang sampai dengan istimewa, dengan nilai TOC 0,64 - 67,25 wt.%. Tipe kerogen pada Formasi Kampung Baru menunjukkan tipe kerogen III dan tipe kerogen II/IIIb yang menghasilkan gas dan minyak atau gas (Mixed), sedangkan tipe kerogen pada Formasi Pulaubalang menunjukkan tipe kerogen III, II/IIIb, dan II, yaitu menghasilkan gas, minyak atau gas (Mixed).

Bibliografi

- Allen, G. P., & Chambers, J. L. (1998). *Deltaic sediment in the modern and Miocene Mahakam Delta*. Jakarta: IPA.
- Asikin, S. (1987). *Geologi struktur Indonesia*. Bandung: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung.
- Bemmelen, van R. W. (1949). *The geology of Indonesia*. The Hague: Government Printing Office, Martinus Nijhoff.

- Biantoro, E., Muritno, B. P., & Mamuaya, J. M. B. (1992). Inversion faults as the major structural control in the northern part of Kutai Basin, East Kalimantan. In *Proceedings of the Indonesian Petroleum Association 21st Annual Convention* (pp. 45–68).
- Boggs, S. Jr. (2006). *Principles of sedimentology and stratigraphy* (4th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Chambers, J. L. C., & Daley, T. E. (1995). A tectonic model for the onshore Kutai Basin, East Kalimantan, based on an integrated geological and geophysical interpretation. In *Proceedings of the Indonesian Petroleum Association 24th Annual Convention* (pp. 111–128). Jakarta, Indonesia.
- Clayton, C. (2013). *Petroleum generation, migration and basin modelling techniques*. United Kingdom: Nautilus Ltd.
- Dembicki, H. Jr. (2016). *Practical petroleum geochemistry for exploration and production*. Amsterdam: Elsevier.
- Endharto, M., & Bachtar, A. (1993). Tipe provenansi dan proses diagenesa batupasir Miosen bawah Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. In *Proceedings of The Indonesian Association of Geologist 22nd Annual Convention* (pp. 1044–1060).
- Goff, J. C. (1983). Hydrocarbon generation and migration from Jurassic source in the East Shetland Basin and Viking Graben of the Northern Sea. In *AAPG Memoir 35*. Tulsa, Oklahoma: AAPG.
- Koesoemadinata, R. P. (1985). *Prinsip-prinsip sedimentasi*. Bandung: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung.
- McClay, K. R., Dooley, T., Ferguson, A., & Poblet, J. (2000). Tectonic evolution of the Sangasanga Block, Mahakam Delta, Kalimantan, Indonesia. *AAPG Bulletin*, 84(6), 765–786.
- Peters, K. E., & Cassa, M. R. (1994). Applied source rock geochemistry. In *AAPG Memoir 60* (Chapter 5). Tulsa, Oklahoma: AAPG.
- Satyana, A. H. (1995). Paleogene unconformities in the Barito Basin, S.E. Kalimantan: A concept for the solution of the "Barito Dilemma" and a key to the search for Paleogene structures. In *Proceedings of the Indonesian Petroleum Association 24th Annual Convention* (pp. 263–276). Jakarta.
- Satyana, A. H. (2012). 121 years of exploring East Kalimantan and Makassar Straits: "Go to extremes, and you will find hydrocarbons." In *BPMIGAS-K3S Forum, EP Knowledge Sharing, East Kalimantan–Makassar Straits*. Balikpapan, 10–11 Februari 2012.
- Satyana, A. H. (2015). *Petroleum system analysis: Essential concepts and methods for increasing exploration success and assessing risks of plays and prospects*. IPA Short Course, Bandung, 14–18 September 2015.
- Supriatna, S., et al. (1995). *Peta geologi lembar Samarinda*. Bandung: P3G.
- Waples, D. W. (1985). *Geochemistry in petroleum exploration*. USA: International Human Resources Development Corporation.
- Waples, D. W. (1994). *Maturity modeling: Thermal indicators, hydrocarbon generation and oil cracking*. Tulsa, Oklahoma: AAPG Memoir 60.
- Yuniardi, Y. (2012). *Petroleum system Cekungan Kutai bagian bawah, daerah Balikpapan dan sekitarnya, Provinsi Kalimantan Timur* (Skripsi). Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran.