

**Petrofisika Reservoir Batupasir Resistivitas Rendah, Formasi Sihapas Bawah,
pada Lapangan “Toba”, Cekungan Sumatera Tengah**

Ferdinand Napitupulu*, Undang Mardiana*, Febriwan Mohamad*

***) Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran**

ABSTRAK

Lapangan Toba merupakan salah satu lapangan minyak bumi yang telah berproduksi, yang dimiliki oleh PT. Energi Mega Persada. Lapangan Toba terletak pada Cekungan Sumatera Tengah, Provinsi Sumatera Utara. Reservoir pada lapangan Toba adalah Formasi Sihapas Bawah dimana terdapat tiga paket batupasir X-1, X-2 dan Y. Fasies pada lapangan Toba dibagi menjadi empat, yakni *Tidal Sand Bar*, *Tidal Sand Flat*, *Tidal Mud Flat* dan *Tidal Channel*, yang semuanya terendapkan pada lingkungan *estuarine*. Reservoir pada daerah penelitian adalah batupasir yang memiliki resistivitas yang rendah namun memiliki potensi minyak bumi yang baik. Hasil analisis petrofisik menunjukkan bahwa nilai *cut off* dari semua sumur yakni, 0.38 untuk *volume shale*, 0.08 untuk porositas, dan 0.4 untuk saturasi air. Dari properti petrofisika tersebut, reservoir X-1, X-2 dan Y mempunyai potensi minyak bumi yang baik.

Kata kunci: fasies, resistivitas rendah, petrofisika.

**Petrophysics of Low Resistivity Sandstone Reservoir,
Lower Sihapas Formation, at “Toba” Field, Central Sumatera Basin**

Ferdinand Napitupulu*, Undang Mardiana*, Febriwan Mohamad*

***) Faculty of Geological Engineering, Padjadjaran University**

ABSTRACT

Toba field is one of hydrocarbon field that has been producing crude oil, which is owned by PT. Energi Mega Persada. Toba field is located in Central Sumatra Basin, North Sumatra Province. Reservoir in this field is Lower Sihapas formations which have three packet of sandstone X-1, X-2 and Y. Facies in Toba field is divided into four, namely Tidal Sand Bar, Sand Tidal Flat, Tidal Mud Flats and Tidal Channel, which are sedimented in the estuarine environment. Reservoir in the research area is low resistivity sandstone but have good oil potential. Petrophysical analysis results show that the cut-off value for all the wells are, shale volume 0.38, 0.08 for porosity, and 0.4 for water saturation. From those petrophysical properties, the reservoir X-1, X-2 and Y, have good petroleum potential.

Keywords : *facies, low resistivity, petrophysic.*

PENDAHULUAN

Lapangan Toba merupakan salah satu lapangan yang diidentifikasi memiliki kandungan minyak dan gas bumi potensial yang berada di bagian timur Kabupaten Tapanuli Selatan, Provinsi Sumatera Utara. Daerah ini termasuk ke dalam Cekungan Sumatra Tengah yang sudah dikenal sebagai salah satu cekungan penghasil hidrokarbon terbesar di Indonesia.

Dalam rangka usaha peningkatan produksi minyak dan gas di Lapangan Toba, maka dilakukan berbagai penelitian untuk memahami kondisi geologi dari batuan reservoir Formasi Sihapas Bawah. Kegiatan ini salah satunya berupa evaluasi formasi melalui analisis petrofisika. Dengan analisis petrofisika batuan reservoir

akan diketahui kondisi realistis dari reservoir.

Lapangan Toba memiliki kasus yang tergolong unik, yakni batuan reservoir yang mengandung hidrokarbon memiliki resistivitas yang rendah. Tentunya hal ini menjadi berbeda dari teori yang ada bahwa sifat resistivitas batuan pembawa hidrokarbon adalah tinggi. Akibatnya, metode yang digunakan dalam menganalisis sifat petrofisika batuan reservoir berbeda dengan metode konvensional biasa.

Geologi Regional

Secara fisiografis, Cekungan Sumatra Tengah berbentuk asimetri seluas kurang lebih 100.000 km² dan berbatasan di bagian utara dengan Busur Asahan, di bagian timur dan

timur laut dengan Semenanjung Malaya dan Kraton Sunda, di bagian barat dan barat daya dengan Pegunungan Bukit Barisan, di bagian tenggara dengan Tinggian Tigapuluh, sedangkan di bagian selatan tidak diketahui dengan baik (Heidrick dan Aulia, 1993). Cekungan Sumatera Tengah saat ini merupakan produk dari proses subduksi lempeng Indo-Australia di bawah lempeng Eurasia (Eubank dan Makki, 1981). Cekungan Sumatera Tengah merupakan cekungan belakang busur. Cekungan Sumatera Tengah ini relatif memanjang Barat laut-Tenggara, dalam hal ini pembentukannya dipengaruhi oleh adanya subduksi lempeng Hindia-Australia di bawah lempeng Asia.

Formasi Sihapas Bawah merupakan salah satu formasi dari

Kelompok Sihapas, yang terbentuk pada masa transgresi yang berumur Miosen Awal. Formasi ini diendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Pematang pada lingkungan *fluvio-deltaic*, dimana batuan penyusunnya berupa batupasir yang menghalus keatas serta tertutup oleh serpih. Formasi ini menjadi reservoir yang baik pada Cekungan Sumatera Tengah.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian meliputi deskripsi batu ini (*core*) dan penentuan fasies serta lingkungan pengendapan, analisis kualitatif data log sumur dan elektrofases, dan yang terakhir analisis kuantitatif yang meliputi penghitungan volume *shale*, porositas dan saturasi air reservoir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fasies

Batuan inti yang tersedia berada pada interval kedalaman 5315 – 5410.5 *feet*. Deskripsi dilakukan secara tidak langsung, namun hanya melalui foto batuan inti (*core photograph*). Dari lithofasies dan elektrofases didapat empat fasies pada Formasi Sihapas Bawah yakni, *Tidal sand bar*, *tidal mudflat*, *tidal sandflat* dan *tidal channel* yang diinterpretasikan diendapkan pada lingkungan estuarin.

Fasies *tidal sand bar* dicirikan dengan litologi *muddy sandstone*, dimana batupasir berukuran sedang sampai halus dengan struktur sedimen berupa *burrowing*, dan laminasi bergelombang. Fasies *tidal sand flat* dicirikan dengan batupasir berukuran halus yang sangat didominasi dengan struktur sedimen *burrowing*, laminasi

bergelombang, *flaser*, dan *mud drape*.

Fasies *tidal mud flat* dicirikan dengan litologi *clean shale*, atau sedimen berbutir *mud*. Fasies *tidal channel* dicirikan dengan batupasir yang tebal berukuran sedang sampai kasar dengan struktur sedimen laminasi simpang siur.

Dari korelasi stratigrafi ketiga sumur pada daerah penelitian didapat bahwa sedimen semakin menebal kearah utara dan dapat disimpulkan bahwa sumber material sedimen berasal dari selatan blok penelitian.

Batuan Reservoir dengan Resistivitas Rendah

Batuan reservoir pada Lapangan Toba tergolong cukup unik dan berbeda dengan lapangan lainnya. Batuan reservoir pada lapangan Toba

memiliki resistivitas yang rendah, yakni berkisar antara 6-11 ohm. Tentunya hal ini sangat tidak wajar, sebab secara teori batuan reservoir yang berisi hidrokarbon akan memiliki resistivitas yang tinggi, karena hidrokarbon merupakan fluida yang tidak dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Sementara sudah dibuktikan dari hasil *drill steam test* (DST) bahwa reservoir pada lapangan Toba berisi minyak bumi. Resistivitas batuan reservoir yang berisi minyak bumi ini rendah, diakibatkan oleh kandungan mineral lempung yang cukup banyak. Kandungan mineral lempung yang bersifat konduktif ini mengakibatkan penurunan selaras nilai resistivitas batuan. Selain itu, pada batuan reservoir juga terdapat mineral *pyrite* yang merupakan mineral yang bersifat konduktif. Mineral ini juga

tentunya akan mengakibatkan penurunan nilai resistivitas batuan.

Petrofisika Reservoir dengan Resistivitas Rendah

Pengolahan data petrofisika dilakukan dengan cara menganalisis data log. Data log yang didapat dari 3 sumur pemboran digunakan untuk menentukan parameter petrofisika berupa *volume shale* (Vsh), porositas (ϕ), permeabilitas (k), dan saturasi air (Sw), yang kemudian divalidasi dengan *Routine Core Analysis* yang merupakan data sekunder pada penelitian ini.

Penghitungan *volume shale* dilakukan dengan menggunakan semua metode yakni *clavier*, *liner*, *larionov* dan *stieber*. Namun setelah dibandingkan dengan data XRD dan *Routine core analysis*, maka metode

clavier merupakan metode paling tepat dalam menentukan nilai *volume shale*.

Nilai rata-rata *volume shale* yang didapat yakni pada sumur Toba-1 adalah 14,24%, pada sumur Toba-3 adalah 12,63% dan pada sumur Toba-4 adalah 11.84%.

Penentuan nilai porositas dilakukan dengan metode *crossplot* kombinasi log neutron dan densitas. Dari penghitungan tersebut didapat nilai porositas efektif rata-rata untuk sumur Toba-1 adalah 21.7%, untuk sumur Toba-3 adalah 17.03% dan untuk sumur Toba-4 adalah 17.93%.

Saturasi air ditentukan dengan *Metode Least Square Minimization*, karena metode konvensional seperti Simandoux, Archie, Indonesia, Dual Water dan Waxman-Smith tidak cocok dengan nilai saturasi air yang

sebenarnya yang didapat dari data *core*.

Yang berbeda dari metode ini adalah penentuan nilai *volume shale* dan nilai resistivitas *shale*. Pada metode ini, dilakukan pendekatan nilai *volume shale* hasil perhitungan dengan nilai *volume shale* dari *core* dengan menambahkan koefisien pangkat d agar nilai yang didapat dari hasil perhitungan sama dengan nilai *volume shale* dari data *core*. Kemudian nilai resistivitas *shale* dihitung secara empiris agar nilai saturasi air hasil perhitungan mirip dengan nilai saturasi air dari data *core*. Berikut persamaannya:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{S_w}{F \times R_w} + \frac{V_{sh}^d \times S_w}{R_{sh}}$$

Dengan metode ini didapat nilai saturasi air pada sumur Toba-1

adalah 34,35%, untuk sumur Toba-3 adalah 35% dan untuk sumur Toba-4 adalah 28.85%.

Setelah semua nilai parameter petrofisika telah didapatkan, maka kemudian ditentukan nilai *cut off* atau batas nilai reservoir yang dianggap ekonomis untuk dieksploitasi. Nilai *cut off* untuk *volume shale* adalah 0,4, nilai *cut off* untuk porositas adalah 0,08 dan nilai *cut off* untuk saturasi air adalah 0,4. Dari nilai *cut off* tersebut, dapat disimpulkan bahwa reservoir X-1, X-2, dan Y pada Lapangan Toba berpotensi menghasilkan minyak bumi.

Yang bertindak sebagai reservoir terbaik adalah batupasir fasies *tidal channel*, dimana batupasir ini cukup tebal dan memiliki porositas serta permeabilitas yang baik. Dalam

penelitian ini, fasies *tidal channel* dinamakan paket batupasir “Y”. Dapat dilihat bahwa pada batupasir “Y” memiliki nilai *volume shale* yang rendah, yang artinya didalam batuan hanya sedikit mengandung *shale*. Batupasir yang hanya sedikit mengandung *shale*, akan memiliki porositas dan permeabilitas yang lebih baik. Kemudian nilai porositasnya juga menunjukkan nilai yang baik sampai sangat baik. Nilai permeabilitas batupasir “Y” diklasifikasikan dalam nilai yang sangat baik, serta saturasi air juga menunjukkan nilai yang cukup rendah yakni 30% - 40%, yang berarti fluida yang dominan dikandung adalah hidrokarbon.

KESIMPULAN

Batupasir yang menjadi reservoir pada Lapangan Toba diendapkan pada lingkungan Estuarin yang dibagi atas fasies *tidal sand bar*, *tidal sand flat*, *tidal mud flat*, *transgressive lag* dan *tidal channel*. Dari analisis petrofisika batuan reservoir maka didapatkan nilai *cut off volume shale* 40%, *cut off* porositas 8%, dan *cut off* saturasi air 40%. Yang bertindak sebagai reservoir terbaik adalah batupasir fasies *tidal channel*, dimana batupasir ini cukup tebal dan memiliki porositas serta permeabilitas yang baik serta memiliki kandungan fluida minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arediningsih, Yulini. 2000. *Low Resistivity Low Contrast Pay Of Clastic Reservoirs With A Study Case Of Tertiary Basins In Malaysia*, Universiti Teknologi Petronas. Malaysia.
- Asquith, George and Gibson, Charles. 1982. *Basic Well Log Analysis For Geologist*. AAPG.
- Boggs, JR, Sam., 1995, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, Second Edition, Prentice Hall, Inc, A Simon and Schuster Company, Upper Saddle River, New Jersey.
- Crain. 1982. *Basic of Petrophysics Analysis*.
- Dalrymple, R. W., Zaitlin, B. A., and Boyd, R. 2006. *Estuarine and Incised-Valley Facies Models*, SEPM Special Publication.
- Doveton, John H., 1994. *All Models Are Wrong, but Some Models Are Useful: "Solving" the Simandoux Equation*, Kansas Geological Survey University of Kansas, USA.
- Eubank, R.T. dan A. Chaidar Makki, 1981, *Structural Geology of Central Sumatra Back Arc Basin*, Proceeding 10th Annual Convention IPA, Jakarta.
- Harsono, Adi. 1997. *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log*, Revisi Kedelapan, Jakarta.
- Heidrick, T.L., dan Aulia, K., 1993, *A Structural and Tectonic Model of the Coastal Plains Block, Central Sumatra Basin Indonesia*, Proceedings,

- Indonesian Petroleum Association, 22nd Annual Convention & Exhibition.
- Koesoemadinata, R.P. 1978. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Institut Teknologi Bandung.
- Laporan Internal PT. Mosesa Petroleum*, tidak dipublikasikan.
- Mertosono, S. dan G.A.S. Nayoan. 1974, *The Tertiary Basinal Area of Central Sumatera*, Pocceding 3rd Annual Convention IPA, Jakarta, hal 63-76.
- Rider, Malcolm. 2000. *The Geological Intepretation of Well Logs*. Whittless Publishing, Scotland.
- Setiawan, Heri., Widianoro, Panca., Hendarman., Primaryanta, Made. 2012. *Success Story With Low Resistivity Sand in an Exploration Block, Western Edge of Central Sumatran Basin*, Proceedings 36th Annual Convention and Exhibition IPA, Jakarta.
- Setiawan, Heri., Yusmananto, Sani., Gunawan, Imam., Hendarman. 2013. *Sedimentology and Diagenesis of Estuarine Deposits Sihapas Formation, Western Central Sumatran Basin, Indonesia*, Proceedings 36th Annual Convention and Exhibition IPA, Jakarta.
- Walker, R.G. 1992. *Facies Models: Response to Sea Level Change*, Second Edition, Geological Association of Canada, Canada.