

Analisis Data *Microseismic* Menggunakan *Matlab 2010* Untuk Penentuan Keberadaan Hidrokarbon Di Lapangan “LCY” Cekungan Ombilin

Lucy W. Sari¹, Moh. Sarkowi¹, Suharno¹, Rahmat C. Wibowo²

¹Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung dan ²Jurusan Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada

ABSTRAK

Penelitian menggunakan metode pasif seismik sebelumnya telah dilakukan di beberapa lapangan minyak di dunia. Hasil utama penelitian tersebut adalah munculnya anomali spektral pada *range* frekuensi 1-6 Hz, pada titik-titik yang diukur tepat diatas reservoir hidrokarbon. Dilakukannya pengukuran pada sumur LCY-1 dan LCY-2 yang telah terbukti terdapatnya suatu hidrokarbon memiliki tujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi keberadaan hidrokarbon melalui survei *passive seismic*, dan mendeliniasi penyebaran hidrokarbon pada lapangan “LCY” cekungan Ombilin daerah Sumatera Barat. Sehingga meminimalisir kemungkinan terjadinya *dry holes*. Sedangkan masalah yang dibatasi pada penelitian ini adalah data yang digunakan berupa data pasif seismik sekunder yang dilakukan pemrosesan menggunakan *software Matlab 2010* dan pembuatan peta persebaran nilai spektrum anomali maksimum menggunakan *software surfer 10*. Pada tahap akuisisi, dilakukan pengukuran dan perekaman sebanyak 13 titik, yang terdiri dari : 2 titik eksperimen yang diukur selama 24 jam, 9 titik pioneer yang diukur selama 3 jam dan 2 sumur eksplorasi yang diukur selama 3 jam. Berdasarkan spektrum anomali maksimum yang muncul pada titik pengukuran menunjukkan bahwa nilai spektrum anomali maksimum bagian Selatan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dibagian Utara. Hal ini mengindikasikan potensi hidrokarbon dibagian Selatan cenderung lebih besar dibandingkan di bagian Utara. Sehingga dapat disimpulkan bahwa arah migrasi hidrokarbon pada lapangan ini dari NW – SE dan pola ini mendukung struktur *petroleum system* yang ada di daerah tersebut.

Pendahuluan

Survei *passive seismic* untuk keperluan eksplorasi hidrokarbon merupakan hal baru di Indonesia. Metode ini berawal dari ditemukannya suatu fenomena menarik, yaitu adanya sinyal mikroseismik yang terdeteksi di atas suatu reservoir hidrokarbon dan tidak terdeteksi pada permukaan di atas medium yang tidak berisi hidrokarbon. Fenomena ini pertama kali ditemukan pada tahun 1997, ketika pada *top* dari sebuah reservoir minyak, ditemukan spektrum noise bumi alami yang tajam pada frekuensi antara (0,2 – 6,0) Hz. Fenomena ini telah ditemukan pada beberapa lokasi yang berbeda, pada reservoir yang berbeda dan pada negara yang berbeda, dengan keadaan geologi dan lingkungan yang berbeda pula (Suryanto dan Wahyudi 2008). Berdasarkan penemuan tersebut, maka dikembangkan suatu teknologi untuk mendeteksi hidrokarbon secara langsung yang dapat digunakan baik dalam eksplorasi, pengembangan lapangan, maupun dalam pemantauan (*monitoring*) lapangan hidrokarbon.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah yaitu:

1. Menganalisis dan mengidentifikasi keberadaan hidrokarbon pada lapangan LCY melalui survei *passive seismic*.
2. Mendeliniasi penyebaran hidrokarbon pada lapangan LCY yang terdapat pada Cekungan Ombilin.

Geologi Regional

A. Struktur Ombilin

Berdasarkan data geologi yang ada saat ini, Cekungan Ombilin dinyatakan sebagai suatu graben yang terbentuk akibat struktur *pull-apart* yang dihasilkan pada waktu Tertier Awal, yang diikuti dengan tektonik tensional sehubungan dengan pergerakan *strike-slip* sepanjang zona Patahan Besar Sumatera. Berikutnya terjadi erosi dan patahan sehingga menghalangi rekonstruksi dari konfigurasi Cekungan Ombilin yang sebenarnya (Gambar 1).

B. Stratigrafi

Informasi stratigrafi untuk Cekungan Ombilin yang paling relevan dapat diambil dari data Sumur Sinamar-1 yang dibor oleh PT CPI pada tahun 1984. Secara umum urutan stratigrafi dari endapan pada Cekungan Ombilin dari umur yang lebih tua ke umur yang lebih muda adalah : Pre-Tertiary *basement*, Formasi Sangkarewang, Formasi Sawahlunto, Formasi Sawahtambang dan Formasi Ombilin (Gambar 2).

Akumulasi hidrokarbon dikontrol sangat kuat oleh *closure* struktural. Reservoir terutama direpresentasikan oleh *sandstone* dari *transgressive marine*. Berdasarkan dari data seismik yang ada, paling tidak terdapat dua tipe mekanisme perangkap dapat ditemui di Cekungan Ombilin, yaitu:

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-5

Teknik Geologi FT UGM, 2 Desember 2012

ISBN 978-602-17024-2-4

- Struktural lipatan dan struktural patahan seperti pada sebagian besar perangkap struktural Sawahtambang dimana kompresi yang kuat dan bagian yang terangkat menjadi model perangkap.
- Kombinasi antara perangkap hidrokarbon struktural dan stratigrafi mungkin terjadi di daerah delta yang kompleks di bagian *South West* Bukit Barisan dari graben yang terbalik.

Data dan Metoda

A. Data

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi pengumpulan data, pemrosesan dan analisis data. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data mikroseismik sekunder yang diolah menggunakan *software* Matlab 2010.

Pengukuran Passive Seismik pada lapangan LCY ini dilakukan beberapa titik pengukuran, yaitu: sebanyak 13 titik yang terdiri dari 10 titik RCW dan 2 titik pada sumur (lcy-1 dan lcy-2).

Data yang telah tersimpan akan diolah dengan memakai metode *fast fourier transform* untuk mendapatkan nilai dari kawasan waktu menjadi nilai dalam kawasan frekuensi, setelah itu dilakukan teknik *filtering* signal dengan memakai metode *low pass filter*. Tahap-tahap penelitian tergambar pada Gambar 3.

B. Metoda

1. Microseismic

Errington (2006) menjelaskan bahwa gelombang *microseismic* ini menghasilkan gelombang mekanis yang menyebar keluar dari sumber, terdiri dari gelombang longitudinal dan transversal. Anomali spektral dengan frekuensi rendah (< 10 Hz) dari tanda *microseismic* baru-baru ini dipakai untuk pendeteksian hidrokarbon secara langsung. Misalnya Dangel *et al* (2003) menyelidiki data mikro-tremor untuk menemukan hidrokarbon dengan menghubungkan antara frekuensi rendah spektral anomali pada gelombang mikro-tremor dengan reservoir hidrokarbon di Timur Tengah, pemakaian analisis spectral dengan frekuensi rendah untuk pencarian hidrokarbon telah dilakukan oleh Rusia sejak tahun 1990. Spektrum dari gelombang *microseismic* memiliki frekuensi yang berbeda antara lapangan yang memiliki reservoir hidrokarbon dan yang tidak memiliki reservoir (Gambar 4).

2. Penyebab munculnya anomali pada rentang 2 – 4 Hz

Penyebab munculnya anomali frekuensi pada rentang 2 – 4 Hz sampai saat ini masih menjadi perdebatan banyak ahli. Namun paling tidak ada dua teori yang berusaha menjelaskan munculnya fenomena tadi (Holzner *et al*, 2006), yaitu:

1. Adanya amplifikasi resonansi yang terjadi pada skala pori-pori reservoir, dimana energy seismic terperangkap di dalam medium berfase banyak (reservoir hidrokarbon) yang menghasilkan resonansi pada level energi baru.

2. Scattering resonansi karena kontras impedansi antara reservoir dengan batuan di sekitarnya yang mengubah gelombang mikroseismik latar menjadi gelombang *seismic* baru yang berada pada rentang frekuensi tertentu.

Hasil dan Diskusi

Pada penelitian ini telah dilakukan pengukuran mikroseismik sebanyak 11 titik eksperimen dan 2 titik yang berada pada sumur (Tabel 1), hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik gelombang mikroseismik yang terdapat suatu hidrokarbon pada sumur dan menerapkan karakteristik gelombang tersebut pada titik-titik eksperimen. Sehingga dapat diperoleh peta persebaran karakteristik gelombang mikroseismik yang diperkirakan terdapatnya suatu hidrokarbon.

Gambar 5 merupakan hasil pengolahan data mikroseismik pada stasiun RCW 11 dan pada sumur LCY-1 menggunakan *software* matlab. Dapat kita lihat bahwa terdapat anomali frekuensi 4-6 Hz dari kedua titik pengukuran tersebut. Sedangkan pada Gambar 6 merupakan peta sebaran spectrum anomaly rata-rata, yang dapat diinterpretasikan bahwa spektrum anomali sumur LCY-2 memiliki respon yang lebih tinggi dibanding sumur LCY-1 yang mengindikasikan bahwa potensi hidrokarbon pada sumur LCY – 2 lebih besar dibandingkan sumur LCY – 1 dan spektrum anomali maksimum terbesar pada pengukuran pasive seismik terletak pada titik RCW 11. Hal ini mengindikasikan bahwa pada titik RCW 11 memiliki potensi hidrokarbon yang lebih besar dibandingkan sumur LCY-1 dan sumur LCY-2.

Spektrum anomali mikroseismik hasil penelitian (Gambar 7) menunjukkan kecenderungan kecil di bagian NW dan semakin besar ke arah SE. Spektrum anomali mikroseismik maksimum terletak di daerah anticline Kototuo. Pola ini mendukung struktur paetroleum system yang ada di daerah tersebut. Hidrokarbon bermigrasi dari utara ke selatan mengisi struktur-struktur anticline yang ada di daerah tersebut mulai dari Sinamar Anticline dan Kototuo Anticline sedangkan Palangki Anticline belum diketahui apakah hidrokarbon bermigrasi sampai di daerah ini atau tidak karena pengukuran belum sampai daerah ini.

Kesimpulan

Berdasarkan spektrum anomali dengan fekuensi 2 – 6 Hz sebagai acuan, maka dapat disimpulkan, bahwa :

1. Spektrum anomali sumur LCY-2 memiliki respon yang lebih tinggi dibanding sumur LCY-1 yang mengindikasikan bahwa potensi hidrokarbon pada sumur LCY-2 lebih besar dibandingkan sumur LCY-1.
2. Spektrum anomali maksimum pada sumur LCY-1 berada pada frekuensi mendekati 6 Hz yang mengindikasikan bahwa hidrokarbon pada sumur LCY-1 cenderung atau dominan gas, sedangkan pada sumur LCY-2 spektrum anomali maksimum berada pada frekuensi 2 Hz dan 6 Hz yang mengindikasikan bahwa hidrokarbon pada sumur LCY-2 berupa gas dan *oil*.

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-5

Teknik Geologi FT UGM, 2 Desember 2012

ISBN 978-602-17024-2-4

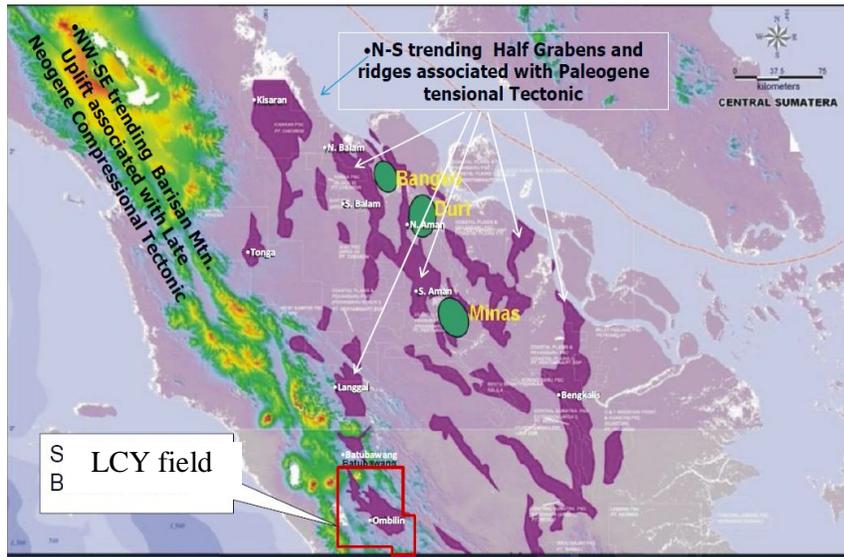
3. Berdasarkan spektrum anomali maksimum yang muncul pada titik pengukuran menunjukkan bahwa nilai spektrum anomali maksimum bagian Selatan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dibagian Utara. Hal ini mengindikasikan bahwa potensi hidrokarbon dibagian Selatan cenderung lebih besar dibandingkan di bagian Utara.
 4. Spektrum anomali maksimum terbesar pada pengukuran *passive seismic* ini terletak pada titik RCW11. Hal ini mengindikasikan bahwa pada titik RCW11 memiliki potensi hidrokarbon yang lebih besar dibandingkan sumur LCY-1 dan sumur LCY-2.
- Saenger, E. H., S. M. Schmalholz, M. A. Lambert, T. T. Nguyen, A. Torres, S. Metzger, R. M. Habiger, T. Muller, S. Rentsch, and E. Mendez Hernandez, 2009, *A passive seismic survey over a gas field: Analysis of low-frequency anomalies*: Geophysics, 74, no. 2, O29–O40.
- Sarkowi et al. 2010. *Laporan Pelaksanaan Perolehan Data Pasif Seismik South West Bukit Barisan Blok (Tahap I). South West Bukit Barisan. Sumatera Barat.*

Ucapan Terima Kasih

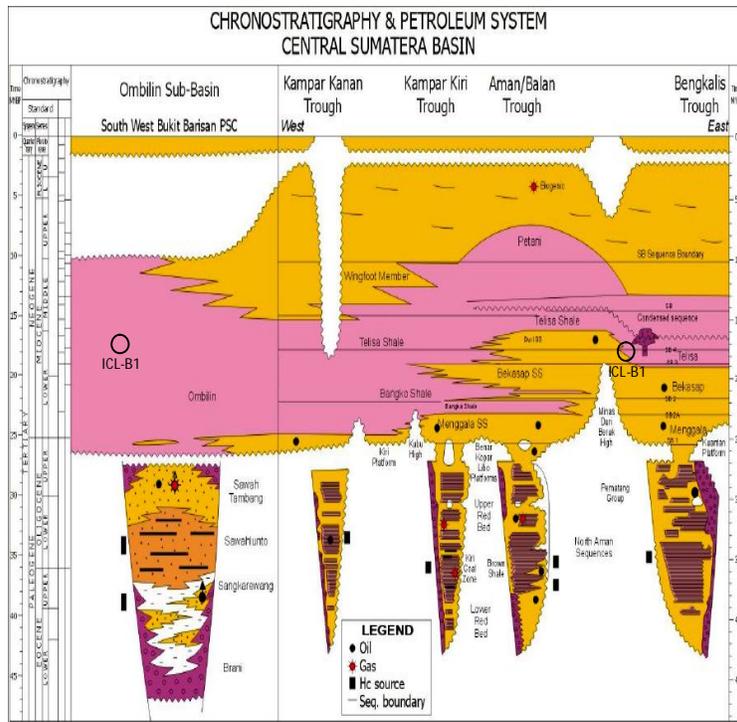
Saya mengucapkan terima kasih terutama kepada keluarga yang selalu mendo'akan, kepada Pak Sarkowi dan Pak Suharno yang telah meluangkan waktu untuk membimbing di dalam penyelesaian laporan ini.

Daftar Pustaka

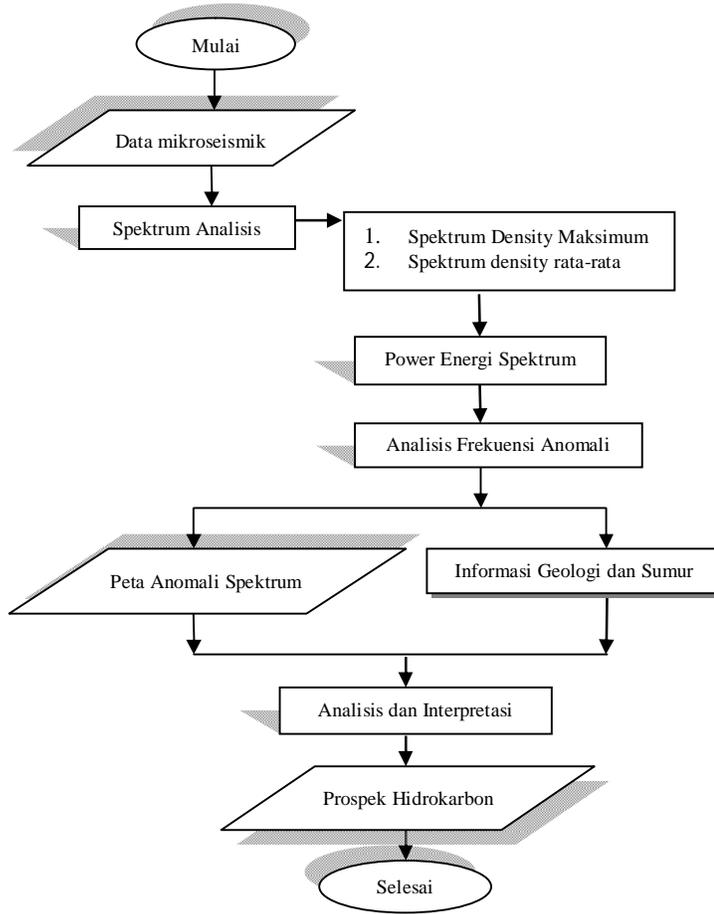
- Chapman, M., Liu, E., and Li, X.-Y., 2006, "*The influence of fluid-sensitive dispersion and attenuation on AVO analysis*", *Geophysical Journal International*, 167, 89–105.
- Dangel, S., M. E. Shaepman, E. P. Stoll, R. Carniel, O. Barzandji, E.-D. Rode, and J. M. Singer., 2003, "*Phenomenology of tremor-like signals observed over hydrocarbon reservoirs*", *J. Volcanol. Geothermal Res.*, 128, 135–158.
- Holzner, R., P. Eschle, H. Zuercher, M. Lambert, R. Graf, S. Dangel, and P. F. Meier, 2005, *Applying microtremor analysis to identify hydrocarbon reservoirs*: *First Break*, 23, 41–49.
- Koesoemadinata R. P., & Matasak Th., 1981 ; *Stratigraphy and Sedimentation Ombilin Basin Central Sumatera (West Sumatera Province)*, Proceeding, IPA, Tenth Annual Convention.
- Koning T, 1985 ; *Petroleum Geology of The Ombilin Intramontane Basin*, Proceeding, IPA, Fourteenth Annual Convention.
- Korneev, Valeri A., Gennady M. Goloshubin, Thomas M. Daley, and Dmitry B. Silin, 2004, "*Seismic low-frequency effects in monitoring fluid-saturated reservoirs*", *Geophysics* 69; p. 522–532.
- Munadi, S. 2000. *Aspek Fisis Seismologi Eksplorasi*. Universitas Indonesia. Jakarta



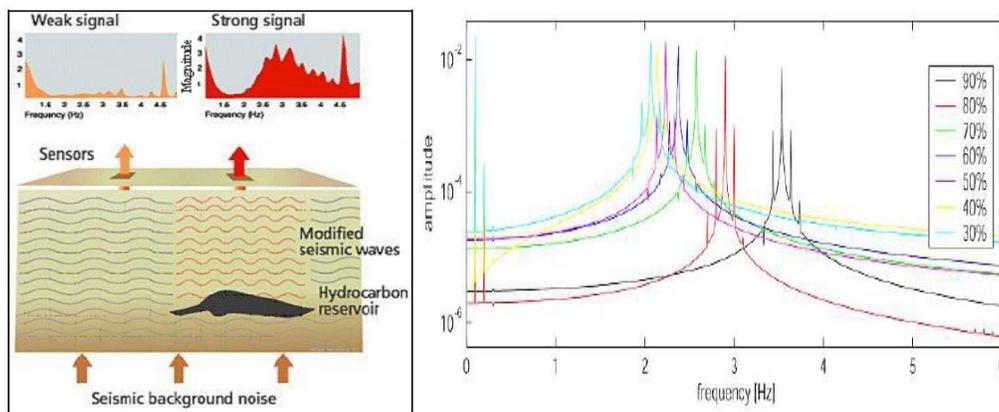
Gambar 1 Elemen Struktur Paleogen dan Neogen Cekungan Sumatera Tengah (Koesoemadinata dan T. Matasak, 1981)



Gambar 2 Kolom Stratigrafi dan Petroleum Sistem South West Bukit Barisan Blok (Koesoemadinata & Matasak, 1981)



Gambar 3. Diagram alir penelitian

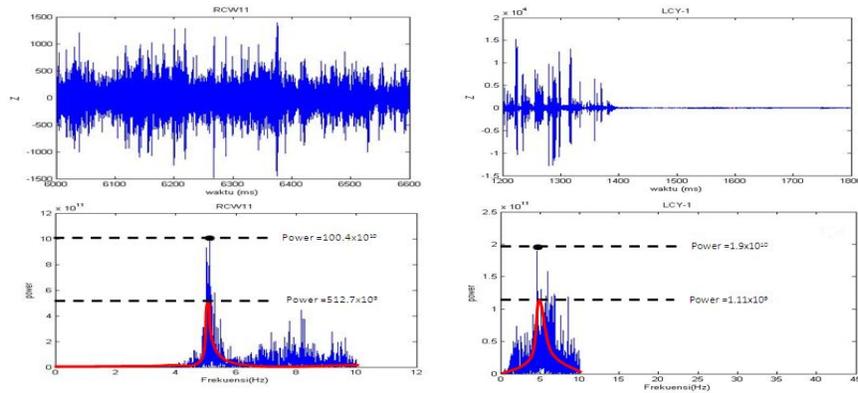


Gambar 4. Seismic background anomaly spectrum (Holzner et al, 2005)

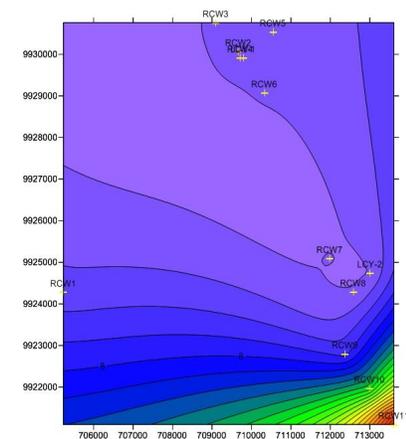
PROSIDING SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-5
 Teknik Geologi FT UGM, 2 Desember 2012
 ISBN 978-602-17024-2-4

No	Percobaan	UTM-X	UTM-Y	Spektral Density Maksimum	Spektral Density Rata-rata
1	RCW1	xxx235	xxx4280	$7,75 \times 10^{10}$	$28,2 \times 10^9$
2	RCW2	xxx669	xxx0066	$2,41 \times 10^{10}$	$2,1 \times 10^9$
3	RCW3	xxx098	xxx0760	4×10^{10}	$1,8 \times 10^9$
4	RCW4	xxx720	xxx9911	$0,57 \times 10^{10}$	$3,5 \times 10^9$
5	RCW5	xxx549	xxx0538	$1,6 \times 10^{10}$	$1,5 \times 10^9$
6	RCW7	xxx986	xxx5091	$1,87 \times 10^{10}$	$1,2 \times 10^9$
7	RCW8	xxx580	xxx4288	$1,6 \times 10^{10}$	$2,7 \times 10^9$
8	RCW9	xxx374	xxx2797	$15,6 \times 10^{10}$	$54,9 \times 10^9$
9	RCW10	xxx996	xxx1968	35×10^{10}	$190,1 \times 10^9$
10	RCW11	xxx612	xxx1101	104×10^{10}	$512,7 \times 10^9$
11	RCW6	xxx331	xxx9071	$1,6 \times 10^{10}$	$1,35 \times 10^9$
12	LCY-1	xxx791	xxx9911	$1,9 \times 10^{10}$	$11,2 \times 10^9$
13	LCY-2	xxx006	xxx4743	2×10^{10}	$1,2 \times 10^9$

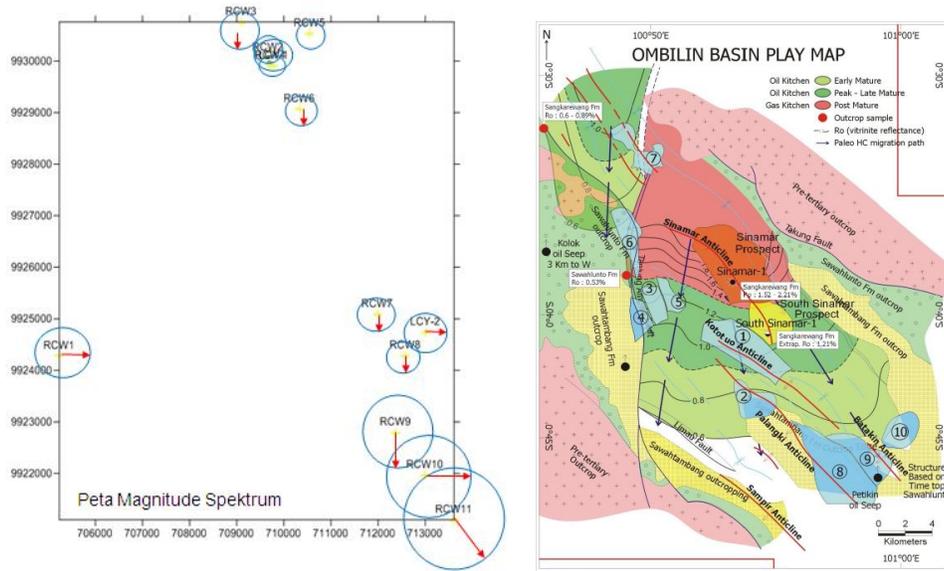
Tabel 1. Spektrum anomali maksimum dan nilai spektrum anomali rata-rata pada frekuensi 2 Hz – 6 Hz



Gambar 5 Raw Data pengukuran pada titik RCW 11 (kiri) dan Sumur LCY1 (kanan) dengan sampling rate 100 Hz dan Spektrum Anomali Sumur LCY1, diproses menggunakan Software MATLAB2010.



Gambar 6 Peta Spektrum anomali rata-rata pada frekuensi 2 Hz – 6 Hz



Gambar 7 Peta magnitude spektrum microseismik frekuensi 2 – 6 Hz