



Interpretasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Berdasarkan Updating Data Gaya Berat Cekungan Banyumas, Jawa Tengah

Subsurface Geological Structure Interpretation Based on Updating Gravity Data of Banyumas Basin, Central Java

Hidayat, Subagio, Zulimatul Safa'ah Praromadani

Pusat Survei Geologi, Badan Geologi jalan Diponegoro No. 57, Bandung

e-mail : hidayat.1991@esdm.go.id

Naskah diterima : 15 Juli 2020, Revisi terakhir : 06 Agustus 2020 Disetujui : 10 Agustus 2020, Online : 10 Agustus 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.33332/jgsm.geologi.21.3.111-118p>

Abstrak - Cekungan Banyumas adalah cekungan sedimen Paleogen-Neogen yang terdapat di Jawa Tengah bagian selatan dan merupakan salah satu cekungan sedimen dengan potensi hidrokarbon. Rembesan migas ditemukan di beberapa lokasi sekitar puncak Antiklin Cipari yang memisahkan sub-Cekungan Majenang dan sub-Cekungan Citanduy, dengan pola sebaran baratlaut – tenggara. *Oil show* juga ditemukan pada beberapa sumur eksplorasi di sekitar area studi yang merupakan indikasi terdapatnya sistem petroleum aktif di Cekungan Banyumas. Tujuan penelitian adalah melakukan analisis data gaya berat yang telah diperbarui oleh Pusat Survei Geologi dengan ketelitian dan kerapatan antar stasiun pengukuran lebih baik daripada data sebelumnya. Analisis data terdiri atas analisis spektrum untuk mengestimasi kedalaman batuan dasar dan filter *Second Vertical Derivative* (SVD) untuk mengetahui perubahan densitas dan orientasi kemiringan (dip) pada suatu lapisan. *Band pass filter* diterapkan pada anomali bouger lengkap untuk memperoleh anomali sisa gaya berat berdasarkan analisis spektrum. Anomali sisa gaya berat menunjukkan tren Antiklin Cipari yang relatif berarah baratlaut – tenggara. Analisis data selanjutnya disajikan dalam dua buah penampang, A – A' dan B – B' berupa pemodelan ke depan 2.5D dengan apriori: data pemboran Jati-1 dan penampang seismik serta informasi struktur peta geologi Lembar Majenang. Pola anomali tinggian dan rendahan di sekitar penampang ditafsirkan akibat adanya struktur geologi berupa patahan dan lipatan yang berkembang di sekitar area penelitian.

Katakunci : Gaya berat, cekungan sedimen, SVD, analisis spektrum, Banyumas.

Abstract - Banyumas Basin is a Paleogene-Neogene sedimentary basin which located in the southern part of Central Java and also one of the sedimentary basin with hydrocarbon potential. Oil and gas seepages were found in several locations around Cipari Anticline which separates the Majenang sub-Basin and the Citanduy sub-Basin with northwest – southeast distribution pattern. Several oil shows also found in some exploration wells around the study area which indicate an active petroleum system of Banyumas Basin. The purpose of this research is to analyze gravity data that has been updated by the Geological Survey Center with better accuracy and dense spacing between measurement stations than those of the previous gravity data. Data analysis consists of spectrum analysis to estimate the depth of basement and Second Vertical Derivative (SVD) filters to determine density change and dip orientation in a layer. We applied band pass filter to produce residual gravity anomaly based on spectrum analysis. According to our residual gravity anomaly, Cipari Anticline trend which is oriented northwest – southeast can be delineated. Further data analysis is presented in two sections of 2.5D forward models, i.e. A - A' and B - B' with apriori: Jati-1 exploration well data, seismic conventional cross section and structural information from the geological map of the Majenang Sheet. The pattern of high and low anomaly around the cross section is interpreted due to developed geological structure such as faults and folds structure around the study area.

Keywords: Gravity, sedimentary basin, SVD, spectrum analysis, Banyumas

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Cekungan Banyumas dikategorikan sebagai Cekungan sedimen berusia Paleogen-Neogen dengan potensi hidrokarbon. Beberapa titik rembesan hidrokarbon ditemukan di sekitar Cekungan Banyumas, namun hingga saat ini belum ada penemuan hidrokarbon yang bersifat ekonomis. Keberadaan endapan vulkanik di sekitar Cekungan Banyumas diduga merupakan alasan kenapa metode seismik konvensional belum dapat dilakukan secara optimal untuk mengetahui keberadaan struktur dan geometri di bawah permukaan yang berkaitan dengan sistem petroleum. Berdasarkan material pembentuk hidrokarbon, beberapa sampel yang berpotensi menjadi batuan induk telah dianalisis dan memiliki kerogen tipe III/II yang ekuivalen dengan Formasi Pemali (Subroto, 2006), lebih lanjut, Satyana (2007) menyatakan bahwa beberapa contoh minyak yang dianalisis didapatkan bahwa hidrokarbon di daerah ini dapat dibagi menjadi 3 kelompok utama, yaitu hidrokarbon yang berasal dari fasies darat, lingkungan laut, dan lingkungan danau. Analisis GCMS terhadap beberapa sampel rembesan minyak di daerah ini (Setiawan, 2019) menyimpulkan bahwa sumber rembesan minyak berasal dari sedimen Kapur Akhir – Eosen dan terbentuk pada lingkungan darat (fluvial-deltaik). Berdasarkan kesebandingan dengan Cekungan Jawa Barat Utara (ONWJ), sumber minyak diduga berasal dari formasi sedimen yang ekuivalen dengan Formasi Jatibarang, Formasi Talangakar ataupun Formasi Karangsembung. Metode gaya berat merupakan salah satu metode pasif dengan kemampuan untuk memetakan litologi berdasarkan sifat rapat massa (densitas) batuan. Meskipun memiliki resolusi horizontal yang sangat baik, metode gaya berat memiliki ambiguitas dalam pemodelan vertikal 2.5D. Untuk itu, diperlukan apriori atau proses estimasi kedalaman dengan analisis spektrum. Hal ini berguna untuk mengurangi ambiguitas, sekaligus memperoleh penampang 2.5D yang akurat dan dapat merepresentasikan struktur geologi bawah permukaan. Penampang 2.5D tersebut dimaksudkan untuk melihat struktur bawah permukaan yang berkorelasi dengan sistem petroleum di sekitar Cekungan Banyumas. Gambar 1 memperlihatkan peta area studi dan sebaran pengukuran data gaya berat yang diperbaharui (di-update) oleh Pusat Survei Geologi tahun 2018.

Struktur Geologi Area Penelitian

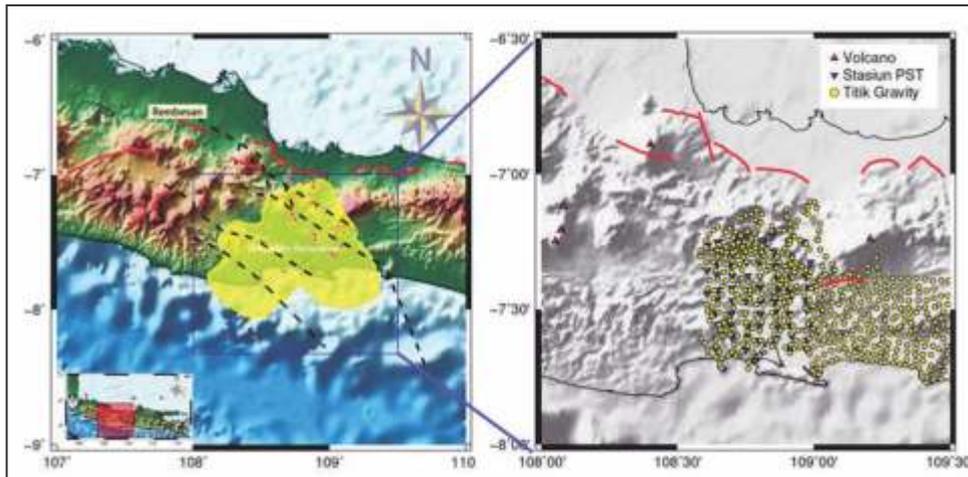
Pulau Jawa berada di zona batas interaksi Lempeng Benua Eurasia dan Lempeng Samudra Hindia, sejak umur Kapur. Elemen tektonik utama yang dihasilkan dari pertemuan dua lempeng tersebut, antara lain palung subduksi, busur magmatik-vulkanik, prisma akresi, dan cekungan busur depan serta belakang. Batuan sedimen dan batuan vulkanik diterobos oleh beberapa batuan magmatik yang merupakan transisi antara batuan dasar benua di Jawa Barat dan batuan dasar intermedier di Jawa Timur. Struktur Pulau Jawa terbagi ke dalam tiga kelompok, yakni Arah Meratus (baratdaya-timurlaut), Arah Sunda (utara – selatan), dan Arah Jawa (barat-timur; Pulunggono dan Martodjogo, 1994).

Secara lebih spesifik, struktur geologi di sekitar Cekungan Banyumas terdiri atas tiga arah utama, yaitu :

1. Struktur berarah Gabon - Nusakambangan yang berarah baratlaut – tenggara. Lipatan yang terbentuk umumnya tidak simetris dengan lereng landai. Sesar yang terbentuk umumnya berupa sesar normal di kedua sisi antiklin dan sesar naik.
2. Struktur berarah Cipari - Gunung Wetan yang berarah baratlaut – tenggara, diwakili oleh sesar dan lipatan di antaranya Antiklin Gunung Wetan dan Pasren yang memiliki arah yang sedikit berbeda (barat - timur atau baratbaratlaut - timurtenggara).
3. Struktur berarah Ge-antiklin Serayu Selatan, yang terdiri atas *disturbed zone* dan ge-antiklin berarah barat - timur. *Disturbed zone* dicirikan oleh sesar normal dan sesar naik berarah baratlaut - tenggara dan timurlaut - baratdaya serta beberapa sesar mendatar.

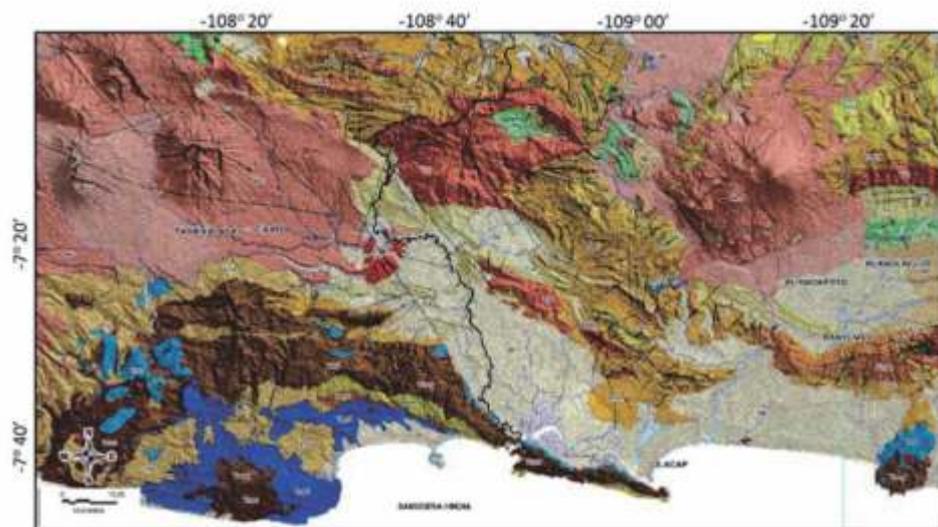
Stratigrafi Area Penelitian

Tatanan stratigrafi Cekungan Banyumas seperti ditunjukkan pada gambar 2, diawali oleh Formasi Gabon dan Formasi Waturanda yang merupakan sikuen vulkanik berumur Oligosen - Miosen Tengah. Di atas formasi ini diendapkan Formasi Pemali dan Formasi Rambatan yang terdiri atas napal endapan sikuen turbidit berumur Oligosen - Miosen Tengah. Batugamping Formasi Kalipucang terendapkan secara selaras pada Miosen Tengah, diikuti pengendapan turbidit Formasi Halang yang berupa napal dan batupasir berumur Miosen Tengah- Pliosen Awal. Formasi Kumbang yang terdiri atas breksi dan batupasir, merupakan fasies vulkanik yang berumur Miosen Tengah – Pliosen. Endapan vukanik dan basal dari fasies vulkanik Kuartar terendapkan di sebagian besar permukaan di sebelah utara area studi.



sumber: (Badan Geologi, 2009; Muchsin dkk., 2002; Arandita dkk., 2009; Satyana, 2015).

Gambar 1. Peta area penelitian dan sebaran titik pengukuran gaya berat yang di overlay dengan beberapa data struktur regional, titik rembesan migas dan batas Cekungan Banyuwangi.



Gr	Endapan Aluvial	Trg	Formasi Rambatan: Batupasir gampingan dan konglomerat yang berisikan dengan lapisan tipis napal
Tp	Formasi Tapak: Batupasir berisikan dengan napal dan breksi	Trg	Formasi Pemali: Serpih dan napal dengan sisipan kalkarenit
Trkg	Formasi Kumbang: Breksi gunung api, lava, tuf, batupasir tuaan dan konglomerat	Trkg	Formasi Waturanda: Breksi gunungapi dan batupasir wake, di bagian atas berisikan dengan batulempung
Trkg	Formasi Halang: Endapan turbidit berupa perselingan batupasir, batulempung, napal dan tuf dengan sisipan breksi	Trkg	Formasi Gabon: Breksi, setempat tuff lapili, lava dan endapan lahar, umumnya terubah.
Trkg	Formasi Kalipucang: Batugamping terumbu, batugamping klastika, batu lempung, serpih dan batupasir		

sumber: (Budhitrisna, 1986; Kastowo, 1975; Simandjuntak dan Surono, 1992; Djuri dkk., 1996; Asikin dkk., 1992 dalam Junursyah dkk., 2019).

Gambar 2. Stratigrafi regional area penelitian.

METODOLOGI

Data Gaya berat

Data gaya berat yang digunakan adalah data survei darat (*land survey*) yang diakuisisi oleh tim gaya berat Cekungan Banyumas, Pusat Survei Geologi, tahun 2018, yang terdiri atas 501 titik pengukuran. Instrumen yang digunakan adalah gravimeter La-Coste & Romberg dengan rata-rata spasi antar titik pengukuran ± 2 km. Pengukuran ketinggian dilakukan menggunakan DGPS dengan ketelitian hingga orde cm, yang digunakan untuk koreksi udara bebas (*free air correction*). Data lapangan kemudian direduksi menjadi anomali Bouguer lengkap berdasarkan persamaan (1).

$$g_{anomali} = g_{obs} - g_n + FAC - BC + TERR \quad (1)$$

Dimana :

$$g_{obs} = g_{reading} + tide - Drift \quad (2)$$

$$g_n = g_e(1 + 0.0053 \sin^2 \varphi + 0.000023 \sin^4 \varphi) \quad (3)$$

$$FAC = h \times (0.308 \frac{mGal}{m}) \quad (4)$$

$$BC = 2\pi\rho Gh = 0.0419 \rho h \quad (5)$$

g_n adalah nilai gaya berat normal untuk nilai lintang titik pengukuran, g_e adalah nilai gaya berat di ekuator (978031.85 mGal), μ adalah posisi lintang dari titik pengukuran, FAC adalah koreksi *Free Air* (mGal), h adalah ketinggian titik pengamatan dari muka air laut rata-rata (m), BC adalah *Koreksi Bouguer*, adalah densitas dari *bouguer slab* sedangkan G adalah konstanta gravitasi.

Selanjutnya Anomali Bouguer Lengkap (CBA) yang merupakan gabungan antara anomali dangkal dan anomali dalam dilakukan pemisahan anomali regional (dalam), residual (dangkal) dan *noise* dengan menggunakan *band pass filter* berdasarkan estimasi kedalaman yang disesuaikan dengan frekuensi spasial analisis spektrum (Gambar 3). Proses analisis spektrum didahului dengan transformasi data anomali gaya berat yang berada pada domain spasial ke domain frekuensi dengan menggunakan *Fourier Transform*. Spektrum dari medan potensial gaya berat dalam persamaan garis lurus digunakan untuk mengestimasi kedalaman baik dari anomali regional ataupun residual gaya berat (Blakely, 1996). Berdasarkan hasil analisis spektrum, diperoleh estimasi kedalaman batuan dasar di area penelitian sekitar 2.200 – 7.800 m di bawah permukaan. Hal ini diperkuat dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kedalaman batuan dasar

minimum dari area penelitian di sekitar Cekungan Banyumas adalah sekitar 2.9 km (Setiadi, 2017). Untuk keperluan studi geologi spesifik seperti sistem petroleum di Cekungan Banyumas, maka anomali residual digunakan dalam interpretasi dan pembuatan model penampang 2.5D.

Analisis *Second Vertical Derivative* (SVD) juga digunakan untuk mengetahui perubahan densitas dan orientasi kemiringan (dip) pada suatu lapisan (LaFehr dan Nabighian, 2012; Blackley, 1996). SVD komponen vertikal, secara sederhana dapat dihitung berdasarkan persamaan Laplace $\nabla^2 g = 0$ sehingga memenuhi persamaan (6).

$$\frac{\partial^2 g_z}{\partial z^2} = - \left(\frac{\partial^2 g_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 g_y}{\partial y^2} \right) \quad (6)$$

Bila diasumsikan anomali gaya berat berada di sepanjang sumbu y, maka $\frac{\partial^2 g_y}{\partial y^2} = 0$ sehingga SVD dapat didekati dengan turunan horizontal kedua (*Second Horizontal Derivative*) pada sumbu x, sehingga akan memenuhi persamaan (7).

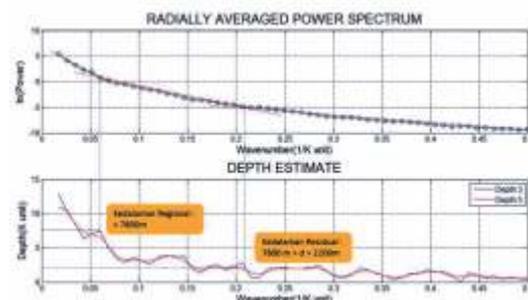
$$\frac{\partial^2 g_z}{\partial z^2} = - \frac{\partial^2 g_x}{\partial x^2} \quad (7)$$

Dalam melakukan interpretasi berdasarkan analisis SVD, dilakukan pendekatan dengan referensi sebagai berikut:

$$\left| \frac{\partial^2 g_z}{\partial z^2} \right|_{min} > \left(\frac{\partial^2 g_x}{\partial x^2} \right)_{max} \quad (\text{Sesar naik})$$

$$\left| \frac{\partial^2 g_z}{\partial z^2} \right|_{min} < \left(\frac{\partial^2 g_x}{\partial x^2} \right)_{max} \quad (\text{Sesar turun})$$

Analisis SVD ini diaplikasikan baik pada lintasan I (A – A') dan lintasan II (B-B') berupa respon yang menunjukkan kecenderungan nilai turunan kedua g_z max dan turunan kedua g_z min di sepanjang penampang 2.5D.



Gambar 3. Estimasi kedalaman berdasarkan analisis spektrum pada data gaya berat Cekungan Banyumas.

Parameter Apriori

Apriori digunakan untuk mengurangi ambiguitas data gaya berat agar model 2.5D yang dihasilkan sehingga dapat merepresentasikan struktur geologi bawah permukaan yang sebenarnya. Apriori yang digunakan dalam penelitian ini berupa penampang seismik yang diinterpretasi oleh tim dari Pusat Survei Geologi berdasarkan data sumur Jati-1 (Junursyah, 2018). Posisi lintasan model 2.5D gaya berat terhadap lintasan seismik dan sumur Jati-1, dapat dilihat dari Gambar 4.

HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan hasil pemisahan anomali menggunakan *band pass filter*, diperoleh anomali sisa (residual) gaya berat dengan estimasi kedalaman anomali 2.200 – 7.800m (lihat Gambar 3). Perbandingan anomali Bouger lengkap (ABL) dan anomali residual gaya berat ditampilkan pada Gambar 5. Berdasarkan anomali residual gaya berat, anomali tinggi di sekitar sumur Jati-1 ditafsirkan sebagai Antiklin Cipari yang memanjang dengan arah relatif baratlaut - tenggara yang memisahkan sub-Cekungan Majenang dengan sub-Cekungan Citanduy (Gambar 5). Anomali tinggi yang berada di baratdaya area penelitian disebabkan oleh Formasi Gabon yang tersingkap di permukaan. Di sebelah timur Antiklin Cipari, anomali tinggi ditafsirkan sebagai tren Antiklin Banyumas yang sebelumnya telah ditafsirkan juga oleh Lunt dan Burgon (2008).

Forward Modeling 2.5D

Forward modeling (pemodelan ke depan) 2.5D dilakukan berdasarkan respon anomali residual gaya berat dengan menggunakan perangkat lunak Oasis Montaj. Pemodelan ke depan metode gaya berat memiliki ambiguitas yang tinggi karena tidak memiliki solusi yang unik pada model yang dibuat berdasarkan respon anomalnya. Dalam paper ini, penampang seismik refleksi 2-D digunakan sebagai kendala (*constraint*) untuk memberikan solusi yang unik pada model gaya berat yang dibuat. Penampang seismik refleksi 2-D dalam satuan waktu (ms) terlebih dahulu dikonversi ke dalam satuan kedalaman (m) dengan informasi kecepatan seismik rata-rata masing-masing litologi. Model kecepatan yang digunakan didasarkan pada literatur kecepatan seismik pada batuan (SEG., 2016). Hasil konversi kedalaman masing-masing penampang seismik refleksi 2-D kemudian digunakan sebagai *guidance* untuk membuat *forward modeling* 2.5D gaya berat. *Forward modeling* dilakukan pada dua lintasan

pemodelan yaitu lintasan A – A' dan B – B' dengan penampang model seperti ditampilkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Lintasan A – A'

Anomali tinggi di lintasan A – A' di bagian baratdaya ditafsirkan sebagai respon batuan pada Formasi Gabon yang tersingkap di permukaan dan dikonfirmasi oleh penampang seismik A – B (Gambar 6). Struktur bawah permukaan diperoleh berdasarkan analisis SVD dan juga dikonfirmasi oleh penampang seismik A – B. *Forward model* 2.5D gaya berat menunjukkan *error model* terhadap data sebesar 1,37 gr/cc. Model penampang A – A' merupakan model berdasarkan densitas batuan di sepanjang lintasan model A – A'. Densitas yang digunakan pada model berdasarkan nilai densitas rata-rata batuan yang telah melalui uji laboratorium densitas di New Zealand (Tanzer dkk., 2011). Berdasarkan model A – A', puncak Antiklin Cipari ditandai dengan posisi sumur Jati-1, sedangkan beberapa puncak antiklin yang tersesarkan di sebelah timurlaut dari puncak Antiklin Cipari berkaitan dengan beberapa titik rembesan (*oilseeps*) di permukaan. Batuan induk berdasarkan *oil to source rock correlation* yang dilakukan oleh Pusat Survei Geologi menyatakan bahwa batuan induk kemungkinan berasal dari sedimen kasar yang terendapkan di lingkungan darat (fluvial-deltaik). Sedimen ini memiliki karakter mirip dengan endapan pasir yang terendapkan di bawah Formasi Gabon. Hal ini memerlukan penelitian lebih lanjut terkait hasil interpretasi ini. Di sebelah selatan lintasan A – A' ditandai dengan anomali tinggi yang dikonfirmasi merupakan Formasi Gabon yang tersingkap ke permukaan. Batuan dasar di sepanjang lintasan A – A' diduga berada di sekitar kedalaman 3.500 – 6.600 m. Lintasan A – A' memotong 2 sub-Cekungan Citanduy dan sub-Cekungan Majenang yang diduga memiliki deposenter sekitar 6.600 m. Berdasarkan hasil pemodelan ke depan (*forward modeling*) lintasan A – A', *play hidrokarbon* kemungkinan ada di sepanjang lintasan A – A' dan disimpulkan merupakan *play* antiklin.

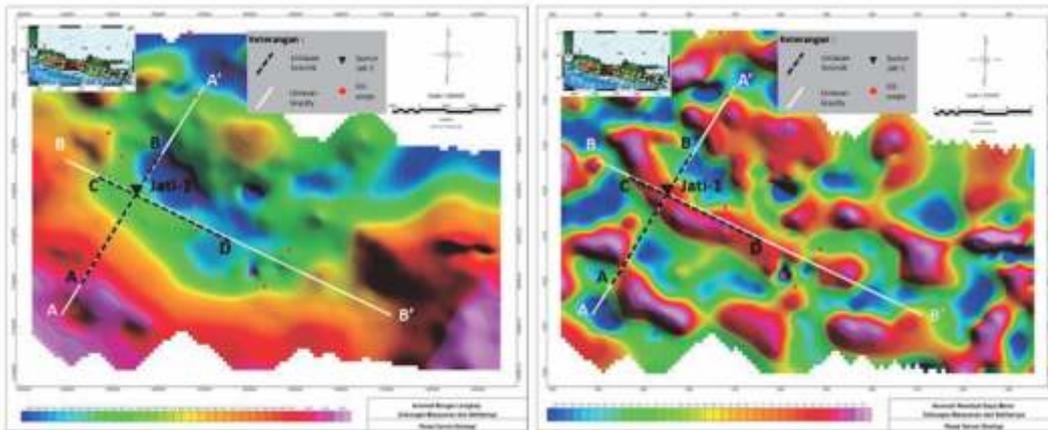
Lintasan B – B'

Agak berbeda dengan lintasan A – A', lintasan B – B' merupakan penampang yang memanjang dari baratlaut – tenggara area penelitian, dan relatif sejajar dengan tren Antiklin Cipari. Lintasan B – B' berpotongan dengan lintasan A – A' di lokasi sumur Jati-1 (Gambar 7). Anomali tinggi di lintasan B – B' bagian baratlaut ditafsirkan sebagai respon keberadaan Antiklin Cipari. Penafsiran ini dikonfirmasi juga oleh 2 lintasan seismik (lintasan seismik A – B dan C – D) yang saling berpotongan, serta hasil model lintasan A – A'. Struktur bawah permukaan diperoleh berdasarkan analisis SVD dan juga dikonfirmasi oleh penampang seismik C – D. *Forward model* 2.5D gaya berat menunjukkan *error*

model terhadap data sebesar 0,795 gr/cc. Berdasarkan model B – B', puncak Antiklin Cipari ditandai dengan posisi sumur Jati-1. Namun, karena lintasan B – B' relatif sejajar dengan tren Antiklin Cipari maka geometri lapisan berupa lipatan tidak terlalu terlihat. Berbeda dengan lintasan A – A', penafsiran ini didukung oleh hasil interpretasi lintasan seismik C – D. Adapun anomali gaya berat (residual) tinggi lainnya di sepanjang lintasan B – B' ditafsirkan merupakan keberadaan beberapa puncak antiklin yang tersesarkan di sebelah timur lintasan B – B'. Beberapa titik rembesan (*oilseeps*) ditemukan juga di sekitar lintasan B – B'. Diduga bahwa sesar yang terdeteksi oleh data gaya berat melalui analisis SVD ini merupakan sesar yang mengontrol munculnya rembesan (*oilseeps*) di permukaan. Sama halnya dengan lintasan A – A', batuan induk berumur Kapur Akhir – Eosen yang diduga berasal dari sedimen kasar yang terendapkan di lingkungan darat (fluvial-deltaik) juga terdeteksi pada lintasan B – B'. Batuan dasar di sepanjang lintasan B – B' diduga berada di

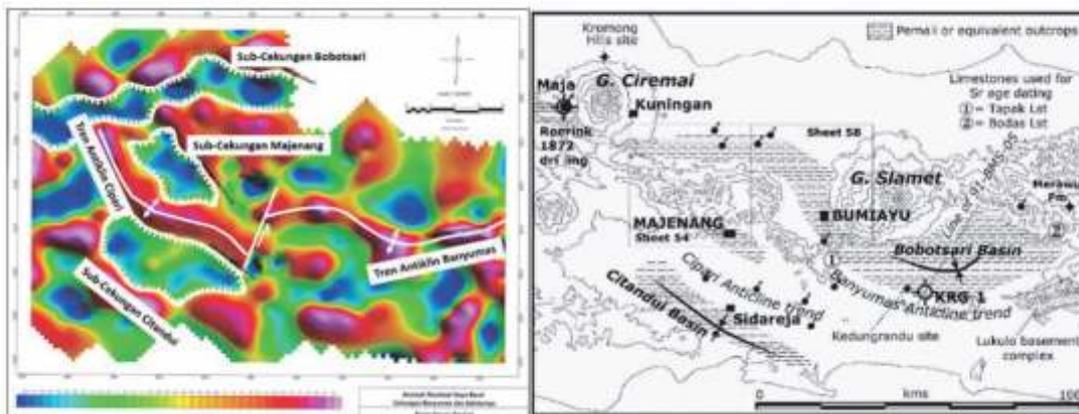
sekitar kedalaman 4.500 – 6.600 m. Berdasarkan hasil pemodelan ke depan (*forward modeling*), dapat dikatakan bahwa *play* hidrokarbon yang kemungkinan ada di sepanjang lintasan B – B' juga disimpulkan merupakan *play* antiklin

Berdasarkan analisis spektrum data gaya berat di sekitar Cekungan Banyumas, diperoleh estimasi kedalaman batuan dasar (*basement*) pada kedalaman sekitar 7.800 m. Penampang vertikal seperti lintasan A – A' dan B – B' (Gambar 6 dan Gambar 7) tampak menggambarkan adanya struktur patahan dan perlipatan di sepanjang kedua lintasan tersebut. Penelitian dengan menggunakan metode gaya berat dan estimasi kedalaman dengan menggunakan analisis spektrum ini terbukti dapat menentukan ketebalan sedimen dengan cukup baik. Hal ini dikonfirmasi oleh hasil metode *passive seismic tomography* (Hidayat, 2020) yang juga menunjukkan adanya kontak antara kontras kecepatan seismik V_p rendah dan tinggi pada kedalaman sekitar 8.000 m.



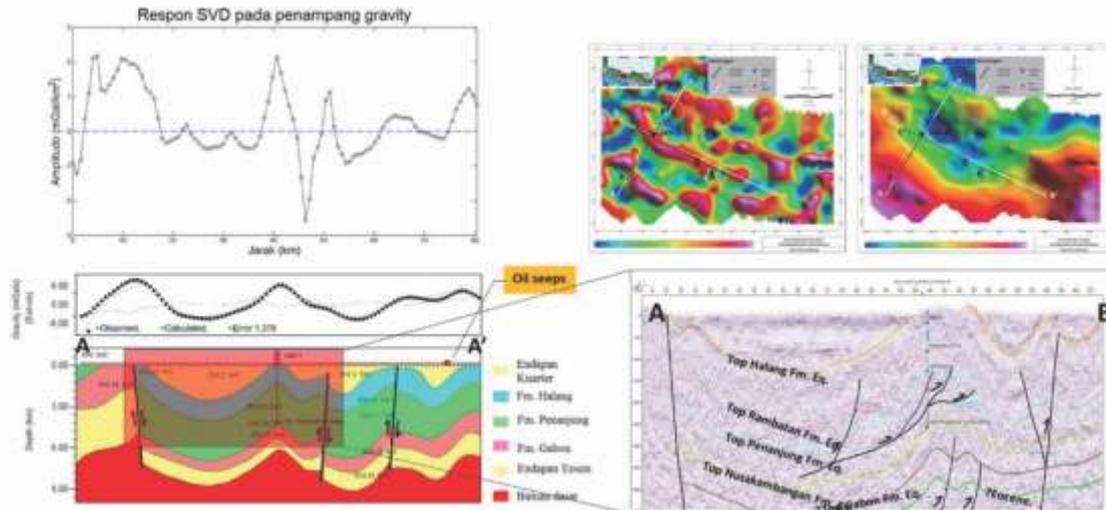
sumber: Junursyah (2018).

Gambar 4. Perbandingan anomali bouguer lengkap dan anomali residual gaya berat yang di-overlay dengan beberapa koordinat lokasi rembesan migas, posisi sumur Jati-1 dan lintasan *forward modeling* 2.5D pada area penelitian.

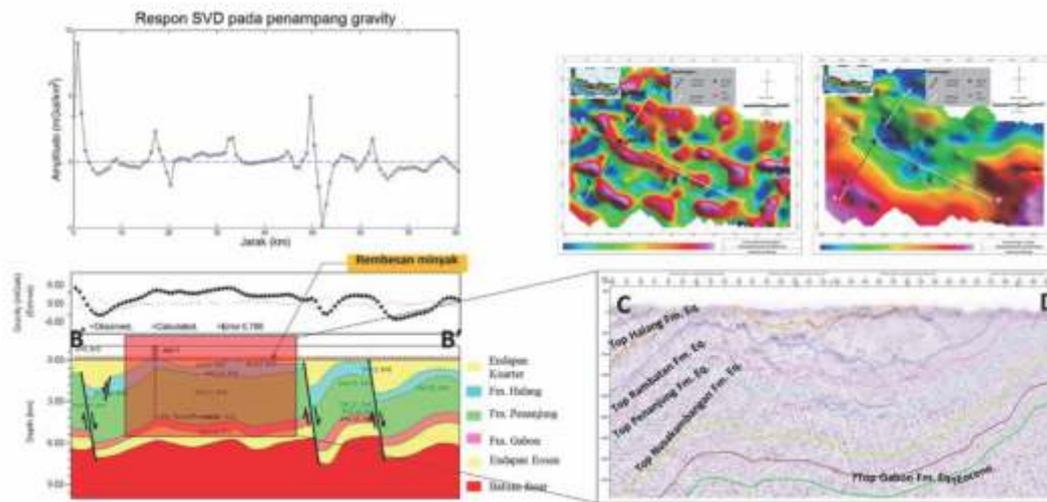


sumber: Lunt and Burgon (2008).

Gambar 5. Interpretasi kualitatif dari peta anomali residual gaya berat hasil dari *band pass filter* dikomparasi dengan interpretasi penelitian terdahulu.



Gambar 6. Lintasan I (A – A') berdasarkan data Seismik A – B, sumur Jati-1 dan analisis SVD dengan orientasi NE – SW yang relatif tegak lurus Antiklin Cipari dengan error model 1.37 gr/cc



Gambar 7. Lintasan II (B – B') berdasarkan data Seismik C – D, sumur Jati-1 dan analisis SVD dengan orientasi relatif baratlaut - tenggara yang relatif sejajar dengan Antiklin Cipari dengan error model 0,795 gr/cc.

KESIMPULAN

Studi ini berhasil mengkonfirmasi bahwa tren Atiklin Cipari memisahkan dua anomali rendah yang ditafsirkan sebagai sub-Cekungan Majenang dan sub-Cekungan Citanduy. Berdasarkan hasil analisis spektrum diperoleh kedalaman batuan dasar di sekitar area penelitian berada pada kedalaman 7.800 m di bawah permukaan. Analisis terkait struktur bawah permukaan digambarkan oleh dua model penampang, yaitu lintasan A –A' dan B – B' yang dibuat secara terintegrasi berdasarkan analisis SVD dan data seismik refleksi yang telah diinterpretasi berdasarkan data sumur Jati-1. Berdasarkan hasil tersebut, beberapa struktur bawah permukaan pada lintasan A –A' dan B –B' memperlihatkan adanya pola tren antiklin tersesarkan yang kemungkinan mengontrol

munculnya rembesan minyak ke permukaan. Model A –A' dan B – B' mendukung kesimpulan beberapa peneliti terdahulu bahwa salah satu *play* migas di sekitar area penelitian merupakan *play* antiklin. Hasil interpretasi juga mendukung bahwa terdapatnya batuan sedimen kasar (pasiran) yang terendapkan di bawah Formasi Gabon. Berdasarkan analisis biomarker untuk mengetahui *oil to source rock correlation* menyatakan bahwa batuan induk kemungkinan berasal dari sedimen kasar yang terendapkan di lingkungan darat (fluvial-deltaik).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PSG yang telah mendanai penelitian ini, juga kepada reviewer yang memberikan masukan sehingga penulisan publikasi ini

menjadi lebih baik. Selanjutnya, kami ucapkan terimakasih kepada Bapak G.M Lucky Junursyah dan Bapak Ruly Setiawan yang telah memberi masukan dalam pembuatan model 2.5D gaya berat berdasarkan hasil kegiatan lapangan Tim Rekomendasi Wilayah

Kerja Migas Cekungan Banyumas dan Tim Survei Geologi Cekungan Banyumas. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh anggota tim dan seluruh pihak yang terlibat dalam pengambilan data gaya berat Cekungan Banyumas.

ACUAN

- Armandita, C., Mukti, M.M., and Satyana, A.H., 2009. Intra-Arc Trans-Tension Duplex of Majalengka to Banyumas Area: Prolific Petroleum Seeps and Opportunities in West-Central Java Border. *Proceeding Indonesian Petroleum Association, Thirty-Third Annual Convention and Exhibition*.
- Asikin, S., Handoyo, A., Hendrobusono, S., Gafoer, S., 1992. *Geology of the Kebumen Quadrangle, Java, scale 1:100.000*. Geological Research and Development Centre, Bandung.
- Badan Geologi, 2009. *Peta Cekungan Sedimen Indonesia*. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Bandung.
- Blakely, R. J., 1996. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Budhitrisna, T., 1986. *Peta Geologi Lembar Tasikmalaya, Jawa skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Djuri, M., Samodra, H., Amin, T.C., dan Gafoer, S., 1996. *Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, edisi ke-2*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Hidayat, 2020. Delineasi Struktur Kecepatan Seismik 3-D pada Cekungan Banyumas, Jawa Tengah, Menggunakan Tomografi Waktu Tempuh. Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung (tidak terbit).
- Junursyah, G.M.L., Suteja, A., dan Setyanta, B., 2019. Survei Geomagnet untuk Mendelineasi Cekungan Sedimen yang Tertutupi Batuan Vulkanik di Daerah Banyumas, *Publikasi Khusus Eksplorasi Hidrokarbon di Sistem Vulkanik*, 51 – 64
- Junursyah, G.M.L., 2018. The Integration of Gravity, Magnetotelluric, Magnetic, and Seismic Data in Delineating the Banyumas Basin. Pusat Survei Geologi, Bandung (tidak terbit).
- Kastowo, 1975. *Peta Geologi Lembar Majenang: Jawa, Skala 1:100.000*. Direktorat Geologi Indonesia: Bandung
- LaFehr, T.R. and Nabighian, M.N., 2012. *Fundamental of Gravity Exploration, Geophysical Monograph, Series 17*. Society of Exploration Geophysicists.
- Lunt, P., and Burgon, G., 2008. The Pemali Formation of Central Java and Equivalents: Indicators of Sedimentation on an Active Plate Margin. *Journal of Asian Earth Sciences*.
- Muchsin, N., Ryacudu, R., Widyokunto, Budiyani, Y.S., Yulihanto, B., Wiyanto, B., Nurjayadi, A., Rahardjo, K., and Riandra, F., 2002. Miocene Hydrocarbon System of the Southern Central Java Region. *Proceeding. Annual. IAGI 2002*.
- Pulunggono, A. dan Martodjojo, S., 1994. Perubahan Tektonik Paleogen – Neogen Merupakan Peristiwa Terpenting di Jawa. *Proceedings Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa: 37-50*.
- Satyana, A.H., 2015. Subvolcanic Hydrocarbon Prospectivity of Java: Opportunities and Challenges. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association, Thirty-Ninth Annual Convention and Exhibition, May 2015, IPA15-G-105*.
- Satyana, A.H., 2007. Central Java, Indonesia – A “Terra Incognita” In Petroleum Exploration: New Considerations on the Tectonic Evolution and Petroleum Implications. *Indonesian Pet. Assoc., 31st Annual Convention Proceeding*.
- Society of Exploration Geophysicists, 2016. Seismic Velocity, https://wiki.seg.org/wiki/Seismic_velocity.