



Struktur Geologi Bawah Permukaan Pegunungan Selatan Jawa Barat Ditafsir dari Anomali Bouguer

Subsurface Geological Structure of The Southern Mountain of West Java Based interpreted on Bouguer Anomaly

Subagio

Pusat Survei Geologi, Jl.Diponegoro No.57 Bandung

email: subagio060855@gmail.com

Naskah diterima : 8 Oktober 2018, Revisi terakhir : 25 Oktober 2018 Disetujui : 29 Oktober 2018, Online : 8 November 2018

DOI: <http://dx.doi.org/10.33332/jgsm.geologi.19.4.187-200>

Abstrak- Pola anomali Bouguer Pegunungan Selatan Jawa Barat mengindikasikan struktur geologi bawah permukaan yang dicirikan oleh pola gradien anomali tinggi, terutama di sepanjang pantai selatan. Besar gradien anomali tersebut adalah sekitar 4-8 mGal/km, yang diduga merupakan pencerminan keberadaan sesar normal di sepanjang pantai selatan. Anomali tinggi di sekitar Ciletuh, Sukabumi mencapai 240 mGal, sementara nilai anomali di wilayah bagian utara mencapai hanya 10 mGal. Tingginya anomali tersebut diperkirakan akibat keterdapatan singkapan batuan ultrabasa di Ciletuh dan meningginya Moho hingga kedalaman sekitar 13 km di bawah muka laut. Sementara rendahan anomali di bagian utara merupakan pencerminan keberadaan cekungan sedimen, namun cekungan ini sebagian tertutupi oleh batuan gunungapi Kuartar. Struktur geologi di wilayah ini dipengaruhi oleh aktifitas tumbukan Lempeng Samudra Hindia dan Lempeng Benua Eurasia. Sesar aktif yang ada menjadi potensi negatif (merusak, bencana geologi), sedangkan sesar yang berkaitan dengan gunungapi Kuartar mengontrol terbentuknya jebakan panasbumi.

Katakunci : Anomali Bouguer, Pegunungan Selatan Jawa Barat, gradien anomali tinggi, sesar normal, cekungan sedimen, bencana geologi, jebakan panasbumi.

Abstract- West Java Southern Mountain Bouguer Anomaly Pattern indicated subsurface geological structures, characterized by high anomaly gradient patterns, mainly along south coast. The anomaly gradients are about 4-8 mGal/km, that are reflected normal fault as along as south coast. High anomaly around Ciletuh, Sukabumi shows 240 mGals, while in the northern area is 10 mGals. The high anomaly is interpreted ultramafic outcrop at Ciletuh and the Moho level is at about 13 kms under sea level, while low anomaly in northern indicates sedimentary basin, which is partly covered by Quaternary volcanic rocks. The geological structures were affected by the collision of the Indian Ocean Plate and the Eurasian Continent Plate. The active faults controls negative potential (damage, geological hazard), while faults related to Quaternary volcanoes controlled the formation of geothermal traps.

Keywords : Bouguer anomaly, Southern Mountain of West Java, high anomaly gradient, normal faults, sediment basins, geological hazard, geothermal traps.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keragaman struktur geologi di wilayah Jawa bagian barat diakibatkan oleh proses tektonik, yang dikontrol oleh aktifitas tumbukan dua lempeng yaitu Lempeng Eurasia berada di sebelah utara yang berkomposisi granitis dan Lempeng Samudra Hindia di sebelah selatan yang berkomposisi basaltis. Lempeng samudera menunjng ke bawah lempeng benua, zona tumbukan ini membentuk morfologi palung laut yang di dalamnya terakumulasi batuan sedimen laut dalam, batuan malihan, dan batuan beku berkomposisi basa hingga ultrabasa. Percampuran berbagai jenis batuan tersebut membentuk batuan banchuh (*mélange*), dan tersingkap di berbagai tempat di Jawa, seperti di Ciletuh-Sukabumi, dan Karangsambung-Kebumen sebagai penciri zona penunjngan pada Awal Tersier.

Kondisi geologi tersebut menjadi faktor pendukung utama keterdapatn mineral-mineral ekonomis, seperti emas, perak, tembaga, timah hitam, dan seng. Emas banyak ditambang di daerah Banten Selatan, yaitu di Cikotok, G.Pongkor (berada di Jalur Pegunungan Selatan). Jalur Pegunungan Selatan terletak di bagian selatan dari Jawa bagian barat), batuan penyusunnya di antaranya adalah Formasi Andesit Tua (Bemmelen, 1949), yang mengandung tufa pasiran dan tufa berbutir sedang sampai kasar, yang dapat berfungsi sebagai batuan *reservoir* untuk minyak dan gas bumi (Nahrowi dkk., 1978).

Sumberdaya alam lainnya yang dikandung wilayah ini adalah energi panasbumi, antara lain dijumpai di lapangan panasbumi Darajat, Kamojang, dan Wayang-Windu (Alzwar dkk, 1992), yang masing-masing lapangan panas bumi tersebut sudah menghasilkan energi sebesar 150 *megawatt*, 140 *megawatt*, dan 110 *megawatt* (Bronto dan Hartono, 2004).

Pemunculan sumber mata air panas di sekitar Kawah Kamojang dan Kawah Darajat juga tersebar di beberapa lokasi lainnya, sebagai manifestasi permukaan dari suatu keberadaan lapangan panasbumi.

Selain potensi geologi yang sifatnya positif seperti diutarakan di atas, terdapat juga potensi negatif yang dapat menimbulkan bencana geologi akibat keberadaan beberapa sesar aktif, seperti Sesar Cileunyi-Tanjungsari, Sesar Lembang, Sesar Jati, Sesar Legok Kole (Marjiyono dkk, 2008), Sesar Cimandiri, Citarik, Sesar Ciliwung-Cisadane (Soehaimi, 2011). Kebencanaan geologi gempa bumi, gerakan tanah,

banjir, dan letusan gunungapi rentan terjadi di bagian timurlaut daerah penelitian. Gempabumi tektonik terjadi tahun 1979 dan 1980, masing-masing sebesar 6 dan 7 skala Richter. Daerah yang terkena bencana berada dalam satu jalur dengan arah bersesuaian dengan arah sesar regional di daerah ini (Budhitrisna, 1987).

Berhubung kompleksnya kondisi geologi di wilayah ini, selain penelitian geologi, juga disertai penelitian gayaberat. Survei ini telah dilaksanakan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), sekarang Pusat Survei Geologi (PSG) tahun 1990-1995. Berdasarkan hasil survei ini, dihasilkan peta pola anomali gayaberat (anomali Bouguer) skala 1:100.000. Berdasarkan analisis pola anomali secara kualitatif dan kuantitatif, dapat dilakukan pemodelan geologi bawah permukaan.

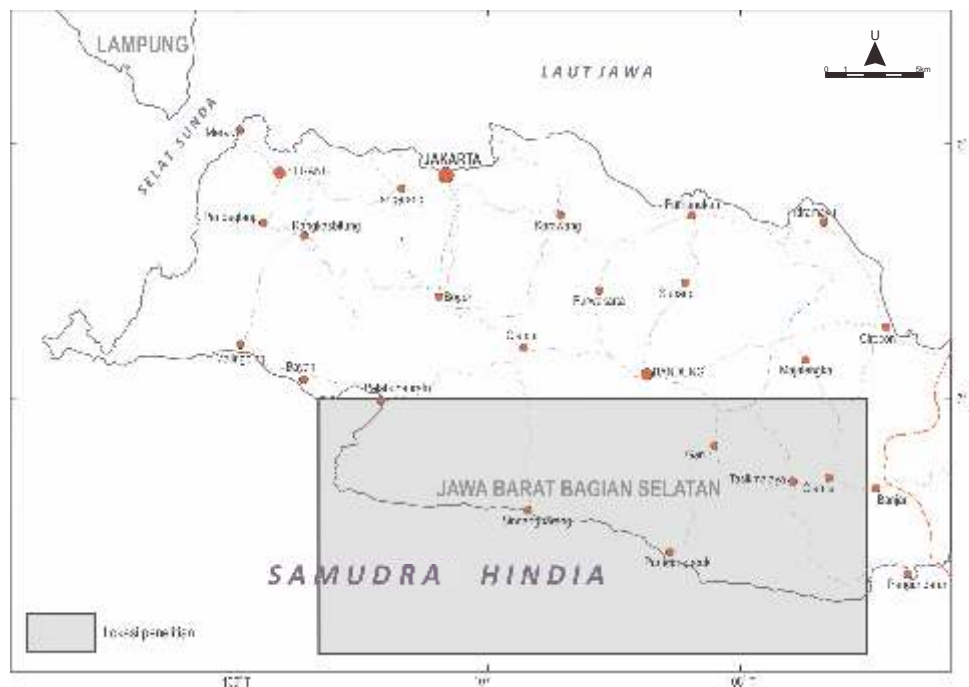
Struktur geologi permukaan daerah penelitian dapat diketahui berdasarkan peta geologi skala 1:100.000 yang dihasilkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi tahun 1987-2010. Namun struktur geologi bawah permukaan belum dapat diketahui. Oleh sebab itu, analisis pola anomali gayaberat dilaksanakan agar dapat mengungkapkan struktur geologi bawah permukaan. Tulisan ini akan membahas struktur geologi bawah permukaan daerah Jawa Barat bagian selatan.

Lokasi Penelitian

Berdasarkan peta geologi sistematik Jawa skala 1:100.000, daerah penelitian termasuk ke dalam Lembar Jampang dan Balekambang (Sukanto, 1975), Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru (Koesmono, dkk, 1996), Lembar Garut dan Pameungpeuk (Alzwar, dkk., 1992), Lembar Tasikmalaya (Budhitrisna, 2010), dan Lembar Karangnunggal (Supriatna, dkk., 1992). Daerah penelitian secara geografi terletak dalam 10620-10830 BT dan 700-800 LS (Gambar 1).

METODOLOGI PENELITIAN

Metode gayaberat merupakan salah satu metode geofisika yang tergolong paling tua dan paling umum digunakan untuk membantu memecahkan permasalahan geologi. Metode penelitian ini di Indonesia sudah dilaksanakan sejak tahun 1923, yaitu sejak Vening Meinesz melakukan pengukuran gayaberat di sekitar perairan laut Indonesia, menggunakan peralatan pendulum yang dipasang di dalam kapal selam. (Bemmelen, 1949 dalam Subagio



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian.

dan Setiadi, 2016).

Menjelang awal REPELITA (Rencana Pembangunan Lima Tahun) I, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi, PSG), mulai melakukan pemetaan gayaberat bersistem di Indonesia. Tujuannya adalah untuk mencari sumberdaya alam dan energi, serta menentukan struktur geologi yang berkaitan dengan potensi geologi.

Pola anomali Bouguer hasil pemetaan gayaberat merupakan salah satu data dasar yang dapat digunakan untuk penelitian potensi geologi, baik potensi positif maupun potensi negatif (Subagio, 2014; Subagio, 2017).

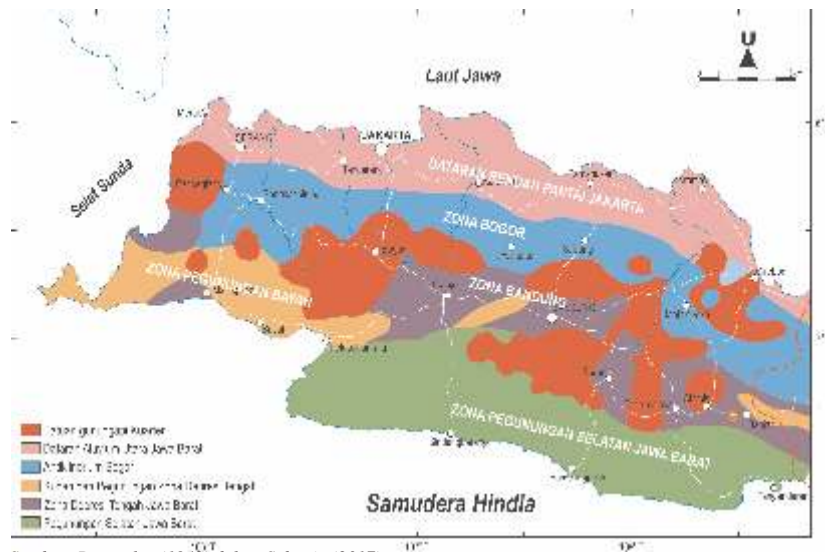
Pola anomali Bouguer daerah Pegunungan Selatan Jawa bagian barat diambil dari peta anomali Bouguer skala 1:100.000, mencakup Lembar Jampang (Rohandi dan Gunawan, 1990), Lembar Karangnunggal (Tasno dan Djaswadi, 1990), Lembar Tasikmalaya (Nasution dan Pandu, 1994), Lembar Sindangbarang (Nainggolan, dkk., 1995), Lembar Garut (Nasution, dkk., 1995), dan Lembar Pemeungpeuk (Subagio, dkk., 1995). Pola anomali Bouguer dihitung berdasarkan reduksi anomali gayaberat teoritis menggunakan Formula *Geodetic Reference Systems* 1967, yang sesuai dengan peta dasar rupabumi Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional yang beracuan formula tersebut.

TATAAN GEOLOGI

Fisiografi Daerah Penelitian

Secara fisiografi, daerah penelitian bagian utara termasuk ke dalam Zona Bandung yang tersusun oleh batuan gunungapi Kuarter, sedangkan di bagian selatan termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan Jawa Barat yang memanjang dari Teluk Pelabuhan Ratu sampai dengan Pulau Nusakambangan (Bemmelen, 1949; Gambar 2).

Morfologi daerah penelitian ini terbagi 4 satuan, yaitu kerucut gunungapi, pebukitan bertimbulan kasar, pebukitan menggelombang, dan pedataran. Kerucut gunungapi menempati bagian utara dan tengah, tersusun oleh batuan gunungapi Kuarter, dengan puncak-puncaknya antara lain G.Malabar (2321 m), G.Papandayan (2622 m), G.Cikuray (2820 m), G.Kracak (1838 m), G.Sawal (1764 m), G.Sanggabuana (1721 m), dan G.Galunggung-Baturahong-Sadakeling (700-2000 m). Pebukitan bertimbulan kasar menempati bagian selatannya, dan merupakan bagian dari Pegunungan Selatan Jawa Barat, tersusun terutama oleh batuan gunungapi Tersier Akhir (Pliosien) hingga Kuarter Tua. Puncak-puncaknya antara lain G.Sorok (1416 m), G.Sembung (1230 m), G.Puncakgede (1801



Sumber: Bemmelen (1949) dalam Subagio (2017)

Gambar 2. Fisiografi Jawa Barat.

m), G.Mandalagiri (1813 m), G.Cupu (1457 m), G.Harendong (1000 m), G.Dongeng (771 m), G.Taman (731 m), G.Gedebong (441 m), dan G.Parang (755 m). Pebukitan menggelombang menempati daerah di bagian selatan daerah penelitian, dibentuk oleh batuan sedimen Tersier. Pebukitan ini pada umumnya rendah (dibawah 1000 m), dengan lereng yang tidak terjal. Puncak-puncaknya antara lain Pr.Sodongparat (116 m), Pr.Gintung (136 m), Pr.Genteng (284 m), Pr.Anggalasan (434 m), dan G.Kecapi (494 m). Daerah pedataran menempati wilayah yang sempit, di sepanjang pantai selatan dan di antara kerucut gunungapi (di bagian tengah). Satuan pedataran tersusun oleh endapan pantai dan sungai, serta endapan rempah lepas gunungapi muda.

Tataan Stratigrafi

Batuan tertua tersingkap adalah lava dan breksi andesit serta tuf setempat terpropilitkan, berumur Oligosen Akhir hingga bagian awal Miosen Tengah yang dapat dikorelasikan dengan Batuan gunungapi Formasi Jampang (Tomjv). Batuan ini berhubungan menjemari dengan Batuan sedimen Formasi Jampang (Tomjc). Batuan tersebut diterobos oleh diorit kuarsa (Tmdi) yang berumur akhir Miosen Tengah. Formasi Jampang ditindih secara tidak selaras oleh Formasi Bentang (Tmjb) yang berumur Miosen Akhir hingga Pliosen Awal. Bagian bawah formasi ini tersusun oleh konglomerat, batupasir tufan, sisipan lempung dengan lensa lignit dan mengandung moluska. Bagian atasnya terdiri atas tuf kaca berbatuapung, sisipan batupasir tuf

kasar yang mengandung foram kecil. Di bagian timur Formasi Jampang ditindih secara selaras oleh Batugamping Kalipucang, dan ditindih secara tak selaras oleh Formasi Halang (Tmh). Formasi Halang menjemari dengan Formasi Bentang, dan tertindih tak selaras Formasi Tapak (Tpt) yang berumur Pliosen. Sebagian besar di bagian timurlaut ditempati Formasi Pemali (Tpm) yang berumur Miosen Bawah, dan ditindih secara selaras oleh Formasi Halang. Formasi Kaliwangu (Tpkw) dan Formasi Cijulang (Tpc) yang berumur Pliosen menindih tak selaras Formasi Halang. Di bagian utara daerah penelitian dijumpai lava dan breksi tuf yang bersusunan andesit dan mengandung fragmen batuapung, diduga batuan gunungapi ini termasuk ke dalam Formasi Besar (Tmb) yang berumur Miosen Akhir.

Batuan gunungapi berumur Pliosen (Tpv) menindih tak selaras Formasi Bentang, yang terdiri atas tuf hablur, tuf sela, dan breksi tuf andesit. Formasi Bentang diterobos oleh piroksen (Tpap) dan andesit hornblenda (Tpah), dan ditindih tak selaras oleh batuan gunungapi lebih muda berumur Plio-Plistosen (QTV), terdiri atas tuf hablur, breksi tuf berbatuapung, breksi, dan lava andesit. Batuan gunungapi Kuartir Tua yang menindih tak selaras batuan gunungapi Plio-Plistosen, diduga merupakan hasil kegiatan G.Waringin, G.Bedil, G. Malabar Tua, Komplek Gunung Sunda, Komplek Gunung Guntur-Pangkalan dan Kendang, Gunung Kracak-Puncakgede, Gunung Mandalawangi-Mandalagiri, dan Gunung Malabar-Tilu. Batuan Gunungapi Kuartir Muda dihasilkan dari G.Windu, G.Papandayan, G.Cikuray, G.Masigit, G.Haruman, dan

G.Kaledong. Endapan paling muda adalah endapan danau, koluvium, dan aluvium.

Untuk lebih menyederhanakan permasalahan, khususnya dalam hubungannya dengan pemanfaatan data geofisika berupa data gayaberat (pola anomali Bouguer), tataan geologi permukaan dapat disederhanakan seperti tersaji dalam Gambar 3. Dalam gambar tersebut, stratigrafi daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 6 satuan, yaitu: batuan malihan Tersier, batuan gunungapi Tersier, batuan sedimen Tersier, batuan terobosan Tersier, batuan gunungapi Kuarter, dan endapan permukaan.

Struktur dan Tektonik

Struktur geologi permukaan yang terdapat di daerah ini adalah lipatan, sesar, dan kekar. Lipatan berarah barat baratlaut-timur tenggara yang terdapat dalam Formasi Bentang, dan berarah utara baratlaut-selatan tenggara dalam Formasi Jampang. Sesar yang dijumpai adalah sesar normal dan sesar mendatar. Sesar normal utama merupakan bagian unsur pembentukan depresi (Zona Bandung) yang dicirikan sebagai sesar Pegunungan Selatan, berarah barat-timur. Di Bagian tenggara, sesar normal berarah baratlaut-tenggara, dan utara-selatan. Sesar mendatar umumnya berarah baratdaya-timurlaut, beberapa berarah hampir barat-timur dan baratlaut-tenggara, yang melibatkan batuan Tersier dan Kuarter. (Alzwar, dkk, 1992). Sesar regional di bagian timur berarah utara baratlaut-selatan tenggara, dan menerus ke arah Pangandaran. Sesar ini disebut sebagai Sesar Citanduy (Simandjuntak, 1979 dalam Budhitrisna, 1987). Tektonik di daerah ini pada Zaman Tersier sangat dipengaruhi oleh penunjaman Lempeng Samudra Hindia ke bawah Lempeng Eurasia yang terjadi pada Oligosen Akhir – Miosen Awal/Tengah. Tunjaman ini menghasilkan kegiatan gunungapi yang bersusunan andesit dan diikuti dengan sedimentasi karbonat pada laut dangkal (Alzwar, dkk, 1992).

Potensi Geologi

Potensi geologi yang dimiliki daerah penelitian ini terbagi dua, yaitu potensi positif dan potensi negatif. Potensi positif merupakan potensi geologi yang sifatnya menguntungkan, seperti potensi sumberdaya mineral dan energi. Sedangkan yang termasuk ke dalam potensi negatif adalah potensi geologi yang sifatnya merusak, seperti bencana geologi akibat gempabumi.

Potensi sumberdaya mineral yang dijumpai di daerah penelitian sebagian besar berasal dari bahan galian golongan C, seperti andesit, basalt, pasir batu, obsidian, batupung, batugamping, pasir, dan lempung.

Disamping itu, dijumpai juga bahan galian golongan B, seperti belerang, pirit, besi titan, dan emas (Alzwar dkk, 1992). Jebakan emas terdapat di daerah Salopa (Cipanawar), berupa endapan emas letakan (Supriatna dkk, 1992).

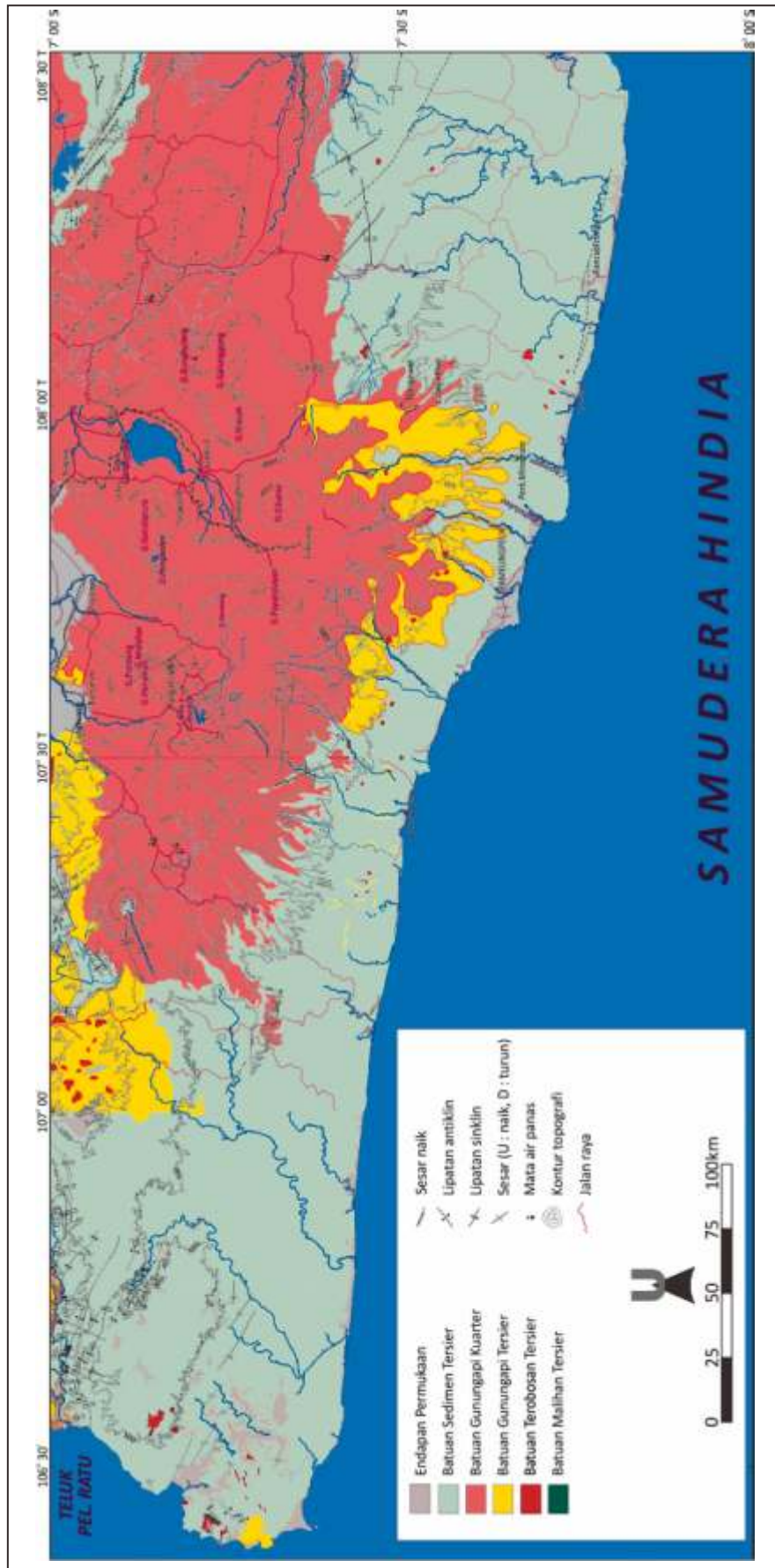
Sumberdaya energi yang dijumpai berupa sumber energi tenaga air (S.Citarum), dan energi panasbumi (G.Kamojang). Energi panasbumi dari Kawah Kamojang dan Kawah Darajat bernilai ekonomis, karena mempunyai potensi tenaga listrik dengan nilai cadangan 100-250 Mw (Bronto dan Hartono, 2004).

Kebencanaan geologi berupa gempabumi, gerakan tanah, banjir, dan letusan gunungapi rentan terjadi di bagian timur laut daerah penelitian. Gempabumi tektonik terjadi tahun 1979 dan 1980, masing-masing sebesar 6 dan 7 skala Richter. Daerah yang terkena bencana berada dalam satu jalur dengan arah bersesuaian dengan arah sesar regional di daerah ini (Budhitrisna, 1987). Daerah di bagian utara juga mempunyai potensi kebencanaan geologi, karena berdasarkan hasil penelitian kegempaan yang dilaksanakan Marjiyono dkk. (2008) diketahui bahwa di wilayah ini terdapat Sesar Legok Kole, Sesar Jati, dan Sesar Cicalengka yang merupakan sesar aktif. Kemudian Soehaimi (2011) juga melakukan penelitian seismotektonik di wilayah Jawa bagian barat, dan menyatakan bahwa Sesar Cimandiri di bagian baratlaut diperkirakan aktif. Sesar-sesar aktif ini kemungkinan besar merupakan sumber bencana geologi di wilayah ini.

HASIL

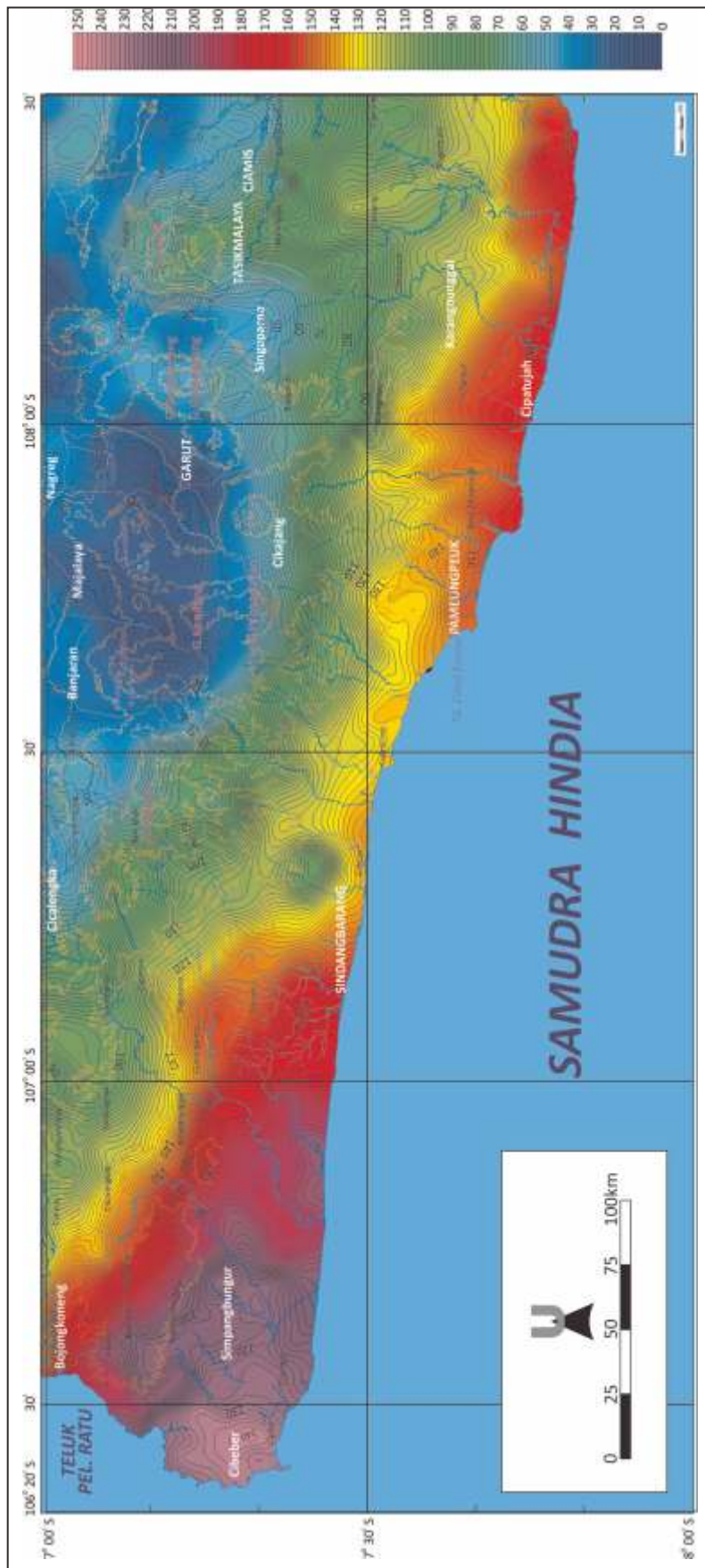
Pola Anomali Bouguer

Pola anomali Bouguer daerah penelitian (Gambar 4) berpola melajur berarah baratlaut-tenggara, dengan kisaran nilai 10 mGal (di Tarogong Garut dan di G.Malabar) sampai 250 mGal (pantai selatan di sekitar Ciletuh Pelabuhanratu-Sukabumi). Pola anomali ini memperlihatkan gambaran sebaran densitas batuan. Secara umum densitas batuan di daerah penelitian dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok batuan densitas tinggi yang dicirikan oleh pola anomali tinggi (ditandai dengan pola kontur berwarna merah hingga ungu), kelompok batuan berdensitas menengah (ditandai dengan pola kontur berwarna hijau hingga kuning), dan kelompok batuan yang mempunyai densitas rendah (ditandai dengan pola kontur berwarna biru muda hingga biru tua). Secara kuantitatif, ketiga kelompok batuan tersebut masing-masing ditempati oleh kelompok anomali tinggi (145-250 mGal),



Sumber: Alzwar dkk (1992); Supriama dkk (1992); Budhisrisna (1987); Sukanto (1990); Koesmono dkk (1996)

Gambar 3. Peta geologi yang disederhanakan daerah penelitian.



Sumber: Rohandi & Gunawan (1990); Tasno & Djaswadi (1990); Nasution & Panda (1994); Nainggolan dkk (1995); Nasution dkk (1995); Subagio dkk (1995)

Gambar 4. Pola anomali Bouguer daerah penelitian

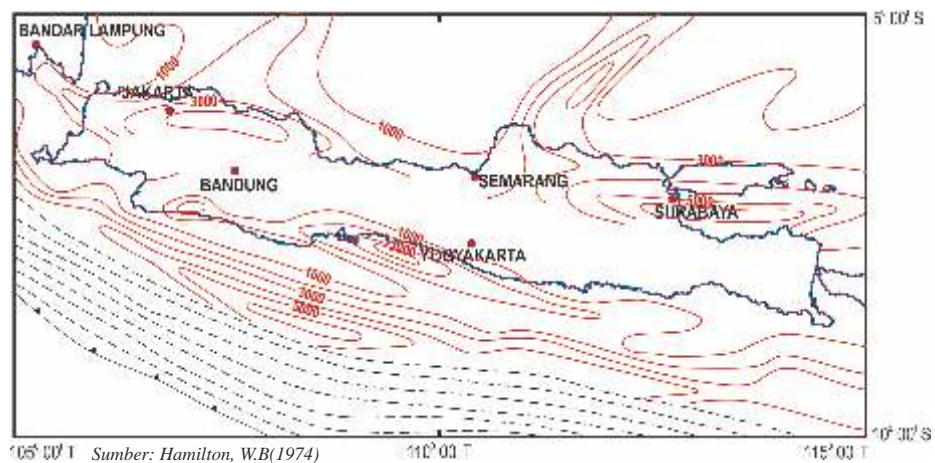
kelompok anomali menengah (65-145 mGal), dan kelompok anomali rendah (10-65 mGal).

Hasil olahan data gayaberat menunjukkan nilai anomali tinggi (sekitar 250 mGal) terletak di sekitar daerah Ciletuh, yaitu daerah tempat tersingkapnya batuan bancuh (melange) yang mempunyai densitas tinggi. Tingginya nilai anomali tersebut diakibatkan oleh ketersediaan batuan bancuh di sekitar Ciletuh, dan juga mungkin diakibatkan oleh menipisnya fragmen kerak benua, dan meningginya *Moho* oleh kinematika kompresi oblik di dekat lajur penunjaman kerak Samudra Hindia. Gradien anomali ini meninggi hingga 4 mGal/km, bahkan di sekitar Pelabuhanratu mencapai nilai hingga 8 mGal/km (Sardjono dan Simandjuntak, 2004).

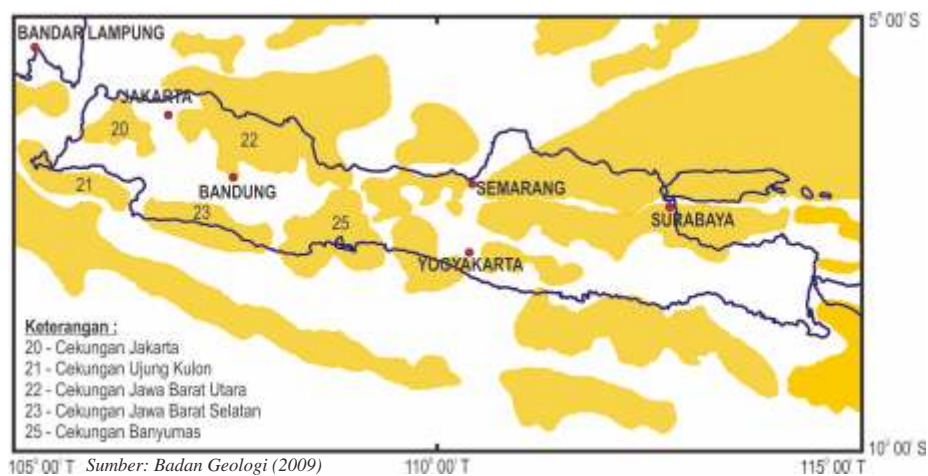
Kelompok anomali menengah yang ditandai dengan kontur berwarna hijau hingga kuning, menjalur dengan arah barat-laut-tenggara, dan gradien anomali sebesar 4

mGal/km. Tingginya gradien anomali ini diduga merupakan pencerminan sesar normal berarah relatif barat-timur, blok utara relatif turun terhadap blok selatan. Kondisi ini menyebabkan terbentuknya cekungan sedimen di blok utara tersebut. Menurut Hamilton (1974), ketebalan batuan sedimen di wilayah tersebut adalah sekitar 1km (Gambar 5).

Berdasarkan hasil penelitian geologi dan geofisika yang dilaksanakan oleh Badan Geologi (2009), di wilayah Jawa Barat bagian selatan terdapat Cekungan Jawa Barat Selatan yang lokasinya bertampalan (*overlapping*) dengan lokasi cekungan sedimen di blok utara, bahkan melebar hingga ke arah laut selatan (Gambar 6). Bila cakupan Cekungan Jawa Barat Selatan ini ditampalkan dengan pola anomali Bouguer dalam Gambar 4, maka akan timbul permasalahan baru yaitu cekungan sedimen yang berada di bagian laut selatan tersebut berada di wilayah anomali tinggi. Sehingga dapat ditafsirkan bahwa Cekungan Jawa



Gambar 5. Kontur ketebalan sedimen di P.Jawa dan sekitarnya



Gambar 6. Cekungan sedimen di sekitar P.Jawa.

Barat Selatan ini tidak melebar hingga ke laut, dan di bagian selatannya dibatasi oleh sesar normal.

Hasil penafsiran pola anomali secara kualitatif memberikan gambaran struktur geologi bawah permukaan berupa sesar-sesar, baik sesar normal maupun sesar geser. Diduga fenomena ini diakibatkan oleh kegiatan tektonik pada zaman Tersier yang dipengaruhi oleh penunjaman Lempeng Samudra Hindia ke bawah Lempeng Benua Eurasia (Alzwar dkk, 1992). Sesar normal yang berarah baratlaut-tenggara, terjadi di sepanjang pantai selatan daerah penelitian. Sesar-sesar ini seolah-olah terpotong oleh sesar-sesar geser, sehingga sesar-sesar tersebut pada arah lateral membentuk garis zig-zag sedemikian rupa, blok bagian utara turun secara relatif terhadap blok selatan. Disamping struktur sesar, diduga pula terbentuk struktur pelipatan di bagian barat dengan sumbu berarah hampir barat-timur, dan di bagian timur dengan sumbu berarah hampir utara selatan (diduga antiklin) dan utara baratlaut – tenggara selatan yang diduga sinklin (Gambar 7).

Penafsiran Kuantitatif Pola Anomali Bouguer

Penafsiran kuantitatif dilakukan sepanjang tiga lintasan AB, CD, dan EF yang ditarik dengan arah tegak lurus struktur geologi daerah penelitian.

Metode gayaberat merupakan salah satu metode penelitian geofisika yang mempunyai tingkat ambiguitas tinggi, seperti halnya dengan metode geomagnet. Untuk dapat meningkatkan ketelitian hasil penafsiran metode gayaberat, diperlukan data penunjang lainnya yang dapat berfungsi sebagai data ikat atau data kontrol. Dalam hal ini, data geologi permukaan dan data densitas batuan sebagai data ikat penafsiran kuantitatif.

Data geologi permukaan yang digunakan sebagai acuan penafsiran ini didasarkan kepada (Alzwar dkk, 1992), (Supriatna dkk, 1992), (Budhitrisna, 1987), (Sukamto, 1975), dan (Koesmono dkk., 1996). Sedangkan untuk data densitas batuan digunakan acuan (Subagio, 2014), dan (Sardjono dan Simandjuntak, 2004).

Pemodelan geologi berdasarkan pola anomali gayaberat ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Gravmag 2,5 D (Pedley, 1991). Penafsiran secara kualitatif yang menghasilkan sebaran kelurusan anomali menjadi panduan dalam melaksanakan penafsiran kuantitatif pola anomali Bouguer sepanjang Lintasan AB, CD, dan EF (Gambar 7). Berdasarkan penafsiran kuantitatif kelurusan anomali di atas

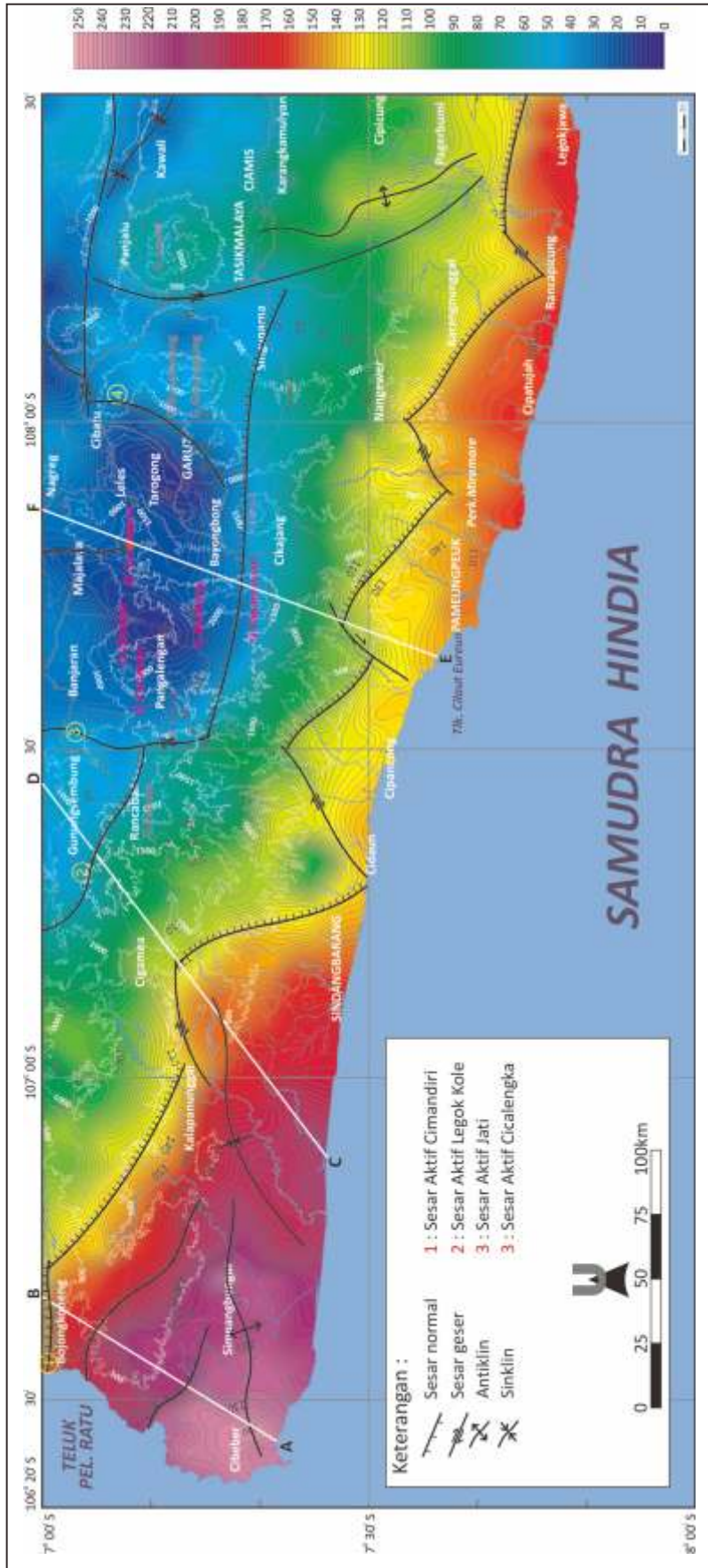
merupakan gambaran tentang keberadaan sesar-sesar yang tersebar di daerah penelitian. Tingginya anomali di bagian pantai selatan Jawa bagian barat, diduga diakibatkan 2 (dua) hal sebagai berikut (Sardjono, 2006):

- merupakan akibat mendekatnya batuan mantel atas yang berdensitas tinggi (3,10 gr/cm³) dengan permukaan.
- keberadaan batuan ultrabasa (densitas batuan 2,90 gr/cm³) yang dihasilkan akibat proses penunjaman Lempeng Samudra Hindia ke bawah Lempeng Benua Eurasia.

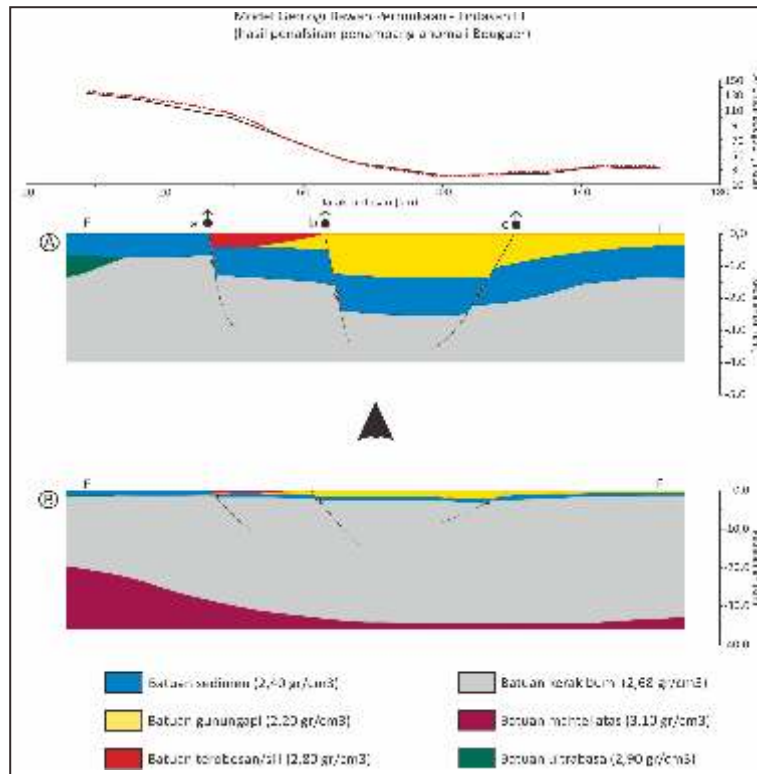
Anomali di sepanjang pantai selatan ini mempunyai gradien tinggi sekitar 4-8 mGal/km, sehingga dapat ditafsirkan sebagai gambaran keberadaan sesar normal (Gambar 8, 9, dan 10). Akibat sesar tersebut, bagian di sebelah utara relatif turun, menyebabkan terbentuknya cekungan, cekungan ini dinamakan sebagai Cekungan Jawa Barat Selatan. Penamaan cekungan ini disesuaikan dengan penamaan cekungan pada Peta Cekungan Sedimen Indonesia (Badan Geologi, 2009). Keberadaan cekungan sedimen ini kurang tersingkap seluruhnya di permukaan, karena sebagian besar tertutup oleh batuan gunungapi, seperti yang diungkapkan pada model geologi lintasan CD dan EF (Gambar 9 dan 10). Pada Lintasan AB, endapan batuan ~~sedimen hampir tersingkap di sepanjang lintasan ini, di~~ km 20-40 dan km 60-80 batuan ini tertutupi batuan terobosan (Gambar 8).

PEMBAHASAN DAN DISKUSI

Keberagaman struktur geologi ini menimbulkan potensi geologi, baik negatif (kebencanaan geologi) maupun positif (sumber daya energi, sumber daya mineral). Potensi negatif ditimbulkan oleh sesar-sesar aktif di sekitar wilayah anomali rendah yang berada di bagian utara daerah penelitian. Penelitian sesar aktif yang dilakukan di Cekungan Bandung dengan data citra landsat dan kegempaan telah mengidentifikasi lima sesar di sekitar cekungan tersebut yang diperkirakan aktif, tiga diantaranya terletak di wilayah penelitian ini, yaitu Sesar Legok Kole (2), Sesar Jati (3), dan Sesar Cicalengka (4) (Marjiyono dkk, 2008). Kemudian Soehaimi (2011) juga melakukan penelitian seismotektonik di wilayah Jawa bagian barat, dan menyatakan bahwa Sesar Cimandiri (1) yang diperkirakan memanjang sepanjang Sungai Cimandiri juga aktif. Walaupun keaktifan sesar-sesar di atas tidak dapat ditentukan dari data anomali Bouguer, namun



Gambar 7. Struktur geologi bawah permukaan. Hasil penafsiran kualitatif dan kuantitatif pola anomali Bouguer.



Gambar 10. Model geologi Lintasan EF berdasarkan analisis pola anomali Bouguer. A adalah perbesaran ke arah vertikal dari Gambar B, terbatas hingga kedalaman 4,5 km.

keberadaannya dicirikan oleh pola kelurusan anomali yang mempunyai gradien cukup tinggi, sekitar 2 mGal/km.

Sesar-sesar aktif tersebut, dua diantaranya terpotong oleh lintasan pemodelan geologi yang didasarkan kepada penafsiran pola anomali Bouguer, Sesar Cimandiri dipotong oleh Lintasan AB, Sesar Legok Kole dipotong oleh Lintasan CD. Lintasan EF ditarik melalui tiga titik tempat tersingkapnya mata air panas yang berada di daerah Garut dan sekitarnya. Lintasan ini tidak memotong sesar aktif yang berada di daerah tersebut (Gambar 7).

Selain kedua sesar aktif di atas, Lintasan AB dan Lintasan CD juga memotong sesar-sesar lainnya yang belum diidentifikasi keaktifannya. Lintasan EF juga memotong tiga sesar yang belum diketahui keaktifannya. Ketiga lintasan di atas dapat dianggap mewakili daerah penelitian, karena ditarik memotong daerah penelitian dengan arah hampir utara-selatan, dengan posisi berada di tengah wilayah ini. Keberadaan sesar aktif tersebut merupakan kendala bagi kestabilan wilayah ini, sehingga perlu dihindari untuk membangun infrastruktur di wilayah yang dilewati oleh sesar aktif

tersebut.

Selain potensi negatif, di daerah penelitian ini juga terdapat potensi geologi positif berupa tenaga panasbumi. Keterdapatn panasbumi ditunjukkan oleh keberadaan mata air panas di beberapa daerah penelitian. Menurut Sukanto (1975) di sekitar daerah Cadasmalang (di sebelah selatan S.Cimandiri) terdapat 5 titik mata air panas. Menurut Alzwar, dkk. (1992) di sekitar G. Patuha terdapat 4 titik mata air panas, di sekitar Pangalengan terdapat 7 titik, di G.Kendang terdapat 4 titik, di G.Papandayan dijumpai 3 titik, dan di G.Gandapura dijumpai 2 titikmata air panas. Menurut Budhitrinsa (1987), di sekitar Ciawi terdapat 2 titik mata air panas, dan di selatan Tasikmalaya dijumpai 2 titik mata air panas. Keberadaan mata air panas ini dapat diidentifikasi pada pola anomali Bouguer bergradien tinggi, karena di wilayah tersebut diduga terdapat sesar yang mengontrol munculnya air panas.

Pada Gambar 10, lintasan pemodelan dibuat melalui tiga titik mata air panas a, b, c. Mata air panas a terletak di sekitar sungai S.Ciarinem, mata air panas b terletak di G.Papandayan, sedangkan mata air panas c terletak di G.Gandapura, yang keseluruhannya terletak di wilayah Garut. Dari ketiga titik mata air panas tersebut, mata air

panas di titik c (lapangan panasbumi Darajat) sudah menghasilkan energi sebesar 140 megawatt (Bronto dan Hartono, 2004). Berdasarkan model geologi sepanjang lintasan EF yang melalui ketiga sumber mata air panas ini, mata air panas di titik a dan titik b diduga sebagai manifestasi permukaan suatu lapangan panasbumi. Diperkirakan sebagai sumber panas dari sistem panasbumi ini adalah magma dari batuan gunungapi Kuartar. Hasil penafsiran pola anomali Bouguer secara relatif menunjukkan formasi batuan sedimen tersesarkan, sehingga mengakibatkan terbentuknya rekahan dan hancuran yang dapat berfungsi sebagai porositas sekunder. Porositas sekunder ini dapat berfungsi sebagai *reservoir* panasbumi yang lebih besar, dan batuan penutupnya terdiri atas batuan gunungapi Kuartar yang telah teralterasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pegunungan Selatan Jawa Barat yang tersebar dari Teluk Pelabuhanratu hingga Pulau Nusakambangan dicirikan oleh pola anomali tinggi dengan gradien anomali sekitar 4-8 mGal. Gradien anomali tersebut tergolong tinggi, diduga karena keberadaan batuan yang mempunyai kontras densitas tinggi dengan batuan di sekitarnya, sebagai akibat adanya pensesaran normal. Batuan di blok utara relatif turun terhadap batuan di blok selatan, yang mengontrol terbentuknya Cekungan Jawa Barat Selatan. Cekungan ini diduga tidak meluas

ke Samudra Hindia, karena anomali Bouguer di sepanjang pantai selatan ini merupakan anomali tinggi. Kelurusan anomali hasil penafsiran kualitatif memanjang hampir sejajar pantai selatan, diduga merupakan kelurusan sesar. Beberapa diantara sesar tersebut, bersesuaian posisinya dengan sesar aktif yang diinterpretasi pada citra landsat dan kegempaan dan dihasilkan dari penelitian seismotektonik. Dengan demikian, sesar-sesar tersebut terdiri atas Sesar Aktif Cimandiri, Sesar Aktif Legok Kole, Sesar Aktif Jati, dan Sesar Aktif Cicalengka. Sesar-sesar aktif ini terletak di bagian utara daerah penelitian, yang dapat menyebabkan potensi negatif di wilayah yang dilaluinya. Hasil pemodelan geologi lintasan EF mengidentifikasi bahwa mata air panas di sekitar S.Ciarinem (titik a) dan di G.Papandayan (titik b) merupakan manifestasi permukaan lapangan panasbumi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini terwujud berkat terlaksananya pemetaan gayaberat dan pemetaan geologi skala 1:100.000 Lembar Jampang, Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru, Lembar Garut dan Pameungpeuk, Lembar Tasikmalaya, dan Lembar Karangnunggal. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh penyusun peta-peta tersebut, semoga hasil karya tersebut dapat bermanfaat bagi kepentingan negara. Selain itu, ucapan terima kasih juga ditujukan kepada manajemen Pusat Survei Geologi, khususnya kepada Kepala Pusat, Kepala Bidang Geosains, dan Kepala

Subbidang Geofisika Dasar dan Terapan, yang telah memfasilitasi penulis dalam penyusunan makalah ini.

ACUAN

- Alzwar, M., Akbar, N., dan Bachri, S., 1992. *Peta Geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat
- Badan Geologi, 2009. *Peta Cekungan Sedimen Indonesia Berdasarkan Data Gayaberat dan Geologi, Skala 1:5.000.000*. Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung
- Bemmelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia, Vol. IA*. Gov. Printing office, Martinus Nijhoff, The Hague
- Bronto, S., dan Hartono, U., 2004. *Potensi Sumber Daya Geologi di Daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya*, Buku Panduan Lokakarya Cekungan Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung (tidak diterbitkan)
- Budhitrisna, 2010. *Peta Geologi Lembar Tasikmalaya, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, Bandung, Jawa Barat
- Budhitrisna, 1987. *Geologi Lembar Tasikmalaya, Jawa Barat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung.
- Hamilton, W.B., 1974. *Map of Sedimentary Basins of The Indonesian Region*, U.S. Geological Survey, Washington.

- Koesmono, M., Kusnama, dan Suwarna, N., 1996. *Peta Geologi Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat.
- M., Kusnama, dan Suwarna, N., 1996. *Peta Geologi Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat.
- Nahrowi, T.Y., Suratman, Namida, S., Hidayat, S., 1978. Geologi Pegunungan Selatan Jawa Timur, Bagian Eksplorasi PPTKGD Lemigas Cepu (tidak diterbitkan).
- Nainggolan, D.A., Hutubessy, S., dan Suharyono, S., 1995. *Peta Anomali Bouguer Lembar Sindangbarang, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat
- Nasution, J., dan Pandu, D. 1994. *Peta Anomali Bouguer Lembar Tasikmalaya, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat
- Nasution, J., Suharyono, S., Djaswadi, I., dan Otong, H.G., 1995. *Peta Anomali Bouguer Lembar Garut, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat
- Marjiyono, Soehaimi, A., dan Kamawan, 2008. Identifikasi Sesar Aktif Daerah Cekungan Bandung Dengan Data Citra Landsat dan Kegempaan. *Jurnal Sumber Daya Geologi, Pusat Survei Geologi*, Vol. XVIII, No.2 : 81-88
- Pedley, R.C., 1991. *Interactive 2.5D Gravity and Magnetic Modelling Program (Gravmag)*. User Manual, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham
- Rohandi, U., dan Gunawan, W., 1990. *Peta Anomali Bouguer Lembar Jampang, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat
- Sardjono dan Simandjuntak, T.O., 2004. Anomali Gayaberat dan Arsitektur Cekungan di Wilayah Barat Pulau Jawa, Implikasi terhadap Batuan Landasan dan Tektonika Kewilayahan Anggitan Tektonogenesis Cekungan Bandung, *Buku Panduan Lokakarya Cekungan Bandung*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Soehaimi, A., 2011. Seismotektonik Jawa Barat dan Mikrozonasi Potensi Bencana Gempabumi DKI Jakarta, Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, Bandung (tidak terbit)
- Subagio, Padmawidjaja, T., Mirnanda, E., Djaswadi, I., dan Budiman, I., 1995. *Peta Anomali Bouguer Lembar Pameungpeuk, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat
- Subagio, 2014. Pola Anomali Bouguer Jawa Bagian Barat Implikasi Terhadap Potensi Geologi, Karya Tulis Ilmiah untuk presentasi di Balitbang KESDM dalam rangka kenaikan Jabatan Fungsional Peneliti Madya ke Peneliti Utama, tidak terbit
- Subagio, dan Setiadi, I., 2016. Benchmark Titik Pangkal Gayaberat Lintasan Kalibrasi Gravimeter Museum Geologi – G. Tangkuban Parahu, Pusat Survei Geologi, tidak terbit
- Subagio, 2017. Pergerakan Tanah Ruas Jalan Tol Cikampek-Purbaleunyi, Hubungannya dengan Pola Anomali Bouguer. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, v., no.: 91-101
- Sukamto, R., 1975. *Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat
- Supriatna, S., Sarmili, L., Sudana, D., dan Koswara, A., 1992. *Peta Geologi Lembar Karangnunggal, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat
- Tasno, D., dan Djaswadi, I., 1995. *Peta Anomali Bouguer Lembar Karangnunggal, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung, Jawa Barat