

Pergerakan Tanah Ruas Jalan Tol Cikampek – Purbaleunyi Hubungannya dengan Pola Anomali Bouguer

Soil Movement on Purbaleunyi-Cikampek Toll Road Segment In Relation to Bouguer Anomaly Pattern

Subagio

Pusat Survei Geologi – Badan Geologi, KESDM
Jalan Diponegoro No.57, Bandung – Indonesia

Naskah diterima 24 Oktober 2016, selesai direvisi 07 Agustus 2017, dan disetujui 08 Agustus 2017
e-mail: subagio@yahoo.com

ABSTRAK

Berdasarkan litologinya, daerah penelitian yang mencakup lajur jalan tol Purbaleunyi - Cikampek dan sekitarnya tertutupi oleh tiga jenis batuan, yaitu batuan sedimen, batuan gunung api, dan batuan terobosan. Struktur geologi hanya tersingkap di bagian tengah dan selatan daerah penelitian, berupa sesar, lipatan, kelurusan, dan kekar, serta dijumpai pada batuan berumur Oligosen-Miosen-Pliosen sampai Kuartar. Data anomali gaya berat memperlihatkan pola-pola anomali bergradien tinggi tersebar secara acak di semua bagian daerah penelitian, sedangkan pola anomali bergradien rendah hanya dijumpai di bagian utara daerah penelitian. Keterdapatan pola anomali bergradien tinggi diduga karena adanya perbedaan rapat massa batuan yang tinggi dan disebabkan oleh pensesaran batuan secara vertikal. Ruas jalan tol Purbaleunyi sering mengalami pergerakan tanah berupa longsoran dan amblesan di Km 80 - 100 wilayah ini. Data gaya berat dan data geologi permukaan tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut, sehingga dapat diketahui hubungan antara pola anomali gaya berat dengan pergerakan tanah di ruas jalan tol tersebut.

Kata kunci: litologi, struktur geologi, jalan tol, Purbaleunyi - Cikampek, anomali Bouguer, gradien tinggi, gradien rendah

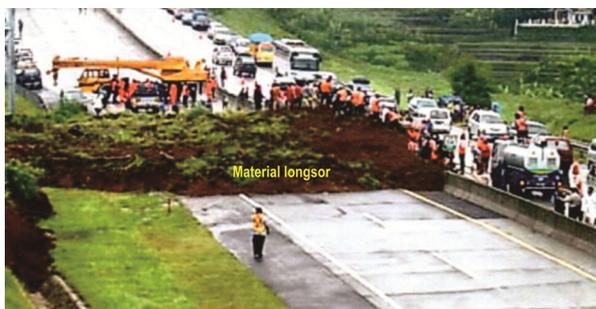
ABSTRACT

Based on its lithology, the researched area of Purbaleunyi - Cikampek toll road segment and its vicinity was covered by three types of rock, namely sediment rock, volcanic rock, and intrusion rock. Its geological structure was only cropped out in the middle and southern part of the researched area in forms of fault, fold, straight, and joint, found on rocks of Oligocene-Miocene-Pliocene to Quarter in ages. Gravity anomaly data showed high gradient anomaly patterns that randomly spread across the researched area, while low gradient anomaly pattern was only found in the northern part of the researched area. The high gradient anomaly pattern supposedly happened due to a very different mass density of rocks resulting from vertically faulting of the rocks. Purbaleunyi toll road segment where landslide and subsidence often occur is at Km 80-100 of the area. Both of the gravity and surface geological data were then further analyzed. Thus, the relationship between Bouguer anomaly pattern and soil movement could be determined.

Keywords: lithology, geological structure, toll road, Purbaleunyi-Cikampek, Bouguer anomaly, high gradient, low gradient

PENDAHULUAN

Jalan penghubung antara Kota Bandung dan Jakarta melalui jalan tol Purbaleunyi - Cikampek mempunyai morfologi relatif datar. Namun, sebagian daerahnya tertutupi oleh lahan yang rawan longsor, terutama di ruas jalan sekitar Km 100. Walaupun lajur jalan ini lebih panjang dibanding lajur jalan melalui Puncak yang mempunyai morfologi perbukitan dan lembah dengan kemiringan yang curam, dan kondisi lahan yang rawan longsor (Subagio, 2013), jalan ini menjadi pilihan utama bagi para pengemudi dari Bandung yang hendak pergi ke Jakarta.



Gambar 1. Material longsor menutupi ruas jalan Tol Purbaleunyi km100 (Sumber : @IRNewscom, 2013).

Lajur jalan Tol Purbaleunyi Km 80 - 100 sering mengalami fenomena tanah longsor dan ambles (*land subsidence*). Tanah longsor yang terjadi pada tanggal 12 Februari 2013 menutupi ruas jalan di Km 100 Desa Sawit, Kecamatan Darangdan, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat, sehingga memutus seluruh lajur jalan tol ruas Bandung - Jakarta (Inilah Koran, 2013).

Data geologi permukaan tidak memperlihatkan gejala struktur geologi yang dapat menimbulkan fenomena alam di atas. Hal ini diduga karena ruas jalan tol tersebut (Km 65 -140) tertutupi sebagian oleh batuan sedimen, dan sebagian lagi tertimbun batuan gunung api (Abidin, H.Z., dan Sutrisno, 1992; Achdan dan Sudana, 1992; Effendi dr., 1998; Silitonga, 2003; Sudjatmiko, 2003; Turkandi dr., 1992). Berbeda dengan data geologi, data gaya berat memperlihatkan pola anomali dengan gradien yang cukup tinggi di beberapa tempat, yang dapat ditafsirkan sebagai gejala struktur geologi berupa kelurusan-kelurusan sesar (Nasution dan Nainggolan, 1994; Nasution dan Sobari, 1994; Rohandi dan Sani, 1990; Rohandi dan Nasution,

1990; Rohandi dan Nainggolan, 1990; Subagio dan Situmorang, 1994).

Pola anomali Bouguer hasil pemetaan gaya berat regional Pusat Survei Geologi (dahulu Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, P3G) merupakan salah satu data dasar kebumihan yang dapat digunakan untuk penelitian potensi geologi, baik potensi positif maupun potensi negatif (Badan Geologi, 2009 dalam Subagio, 2014) :

1. Potensi positif berhubungan dengan sumber daya alam, seperti sumber daya mineral, sumber daya energi, dan air tanah.
2. Potensi negatif berhubungan dengan kebencanaan geologi, seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung api, tanah longsor, banjir.

Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui pola anomali Bouguer dan tataan geologi permukaan sepanjang lajur jalan Bandung - tol Purbaleunyi/ Cikampek - Jakarta, khususnya di sekitar Km 80 - 100, yang sering mengalami fenomena tanah longsor dan ambles.

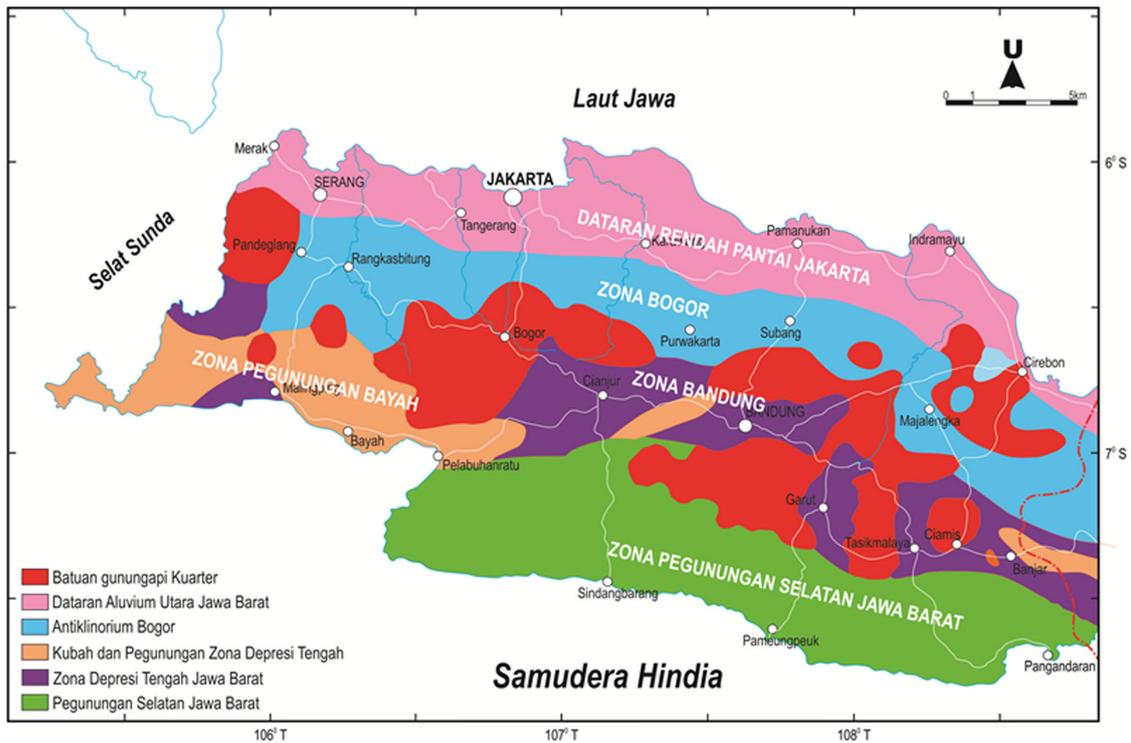
Tujuannya adalah untuk menganalisis pola anomali Bouguer sepanjang lajur jalan di atas, sehingga dapat menafsirkan potensi geologi di daerah tersebut, khususnya potensi negatif.

Rumusan Masalah

Data geologi permukaan hanya menggambarkan unsur-unsur litologi saja (tanpa data struktur geologi). Sementara data gaya berat yang memperlihatkan pola anomali bergradien tinggi yang menandakan keberadaan struktur geologi bawah permukaan menjadi inspirasi untuk dilakukannya penelitian lebih lanjut, sehingga kedua kelompok data tersebut dapat saling menunjang.

Pola anomali gaya berat yang memperlihatkan gradien anomali tinggi dimungkinkan terjadi bila terdapat kontras rapat massa batuan yang tinggi di sekitar daerah tersebut. Dengan demikian, diduga terdapat struktur geologi bawah permukaan berupa sesar yang tidak tersingkap di lapangan karena tertutupi oleh batuan lain yang umurnya lebih muda dari umur sesar tersebut.

Untuk dapat mengungkapkan hal itu, dilakukan



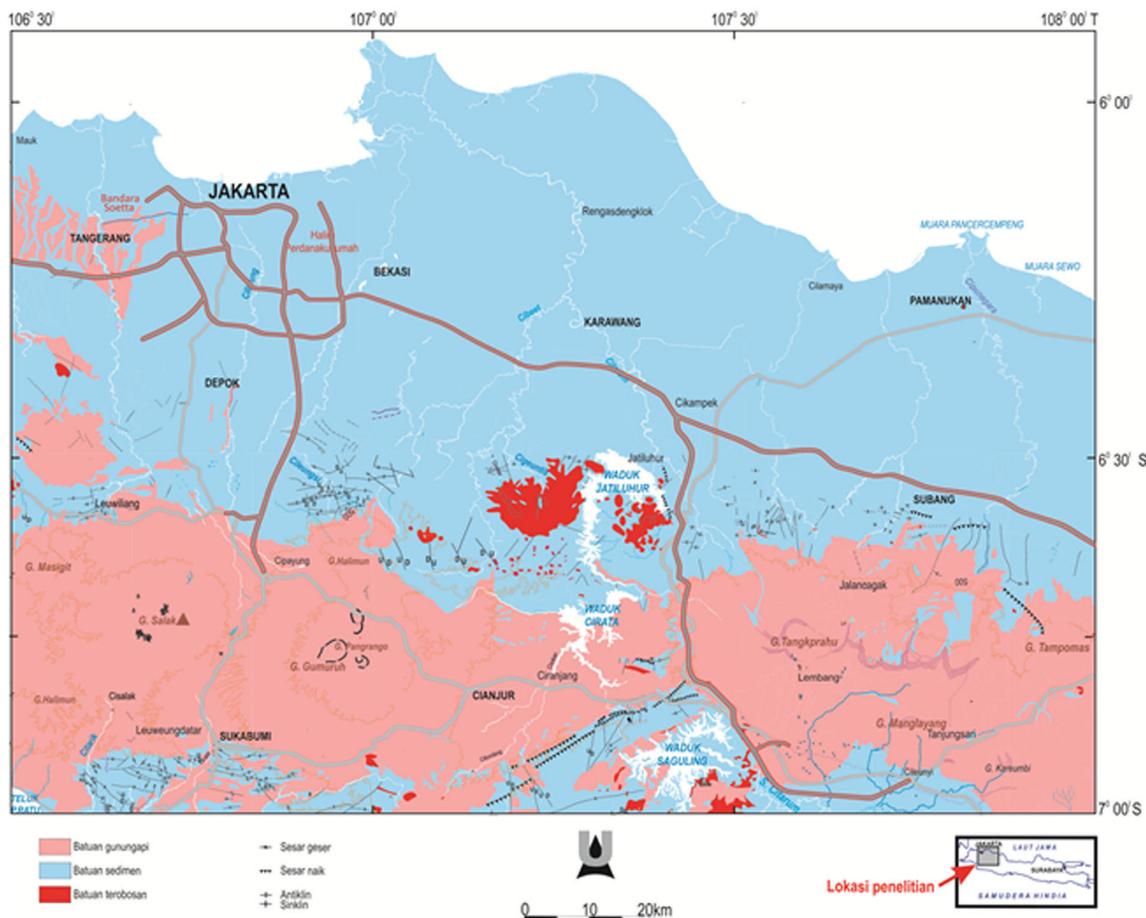
Gambar 2. Fisiografi Jawa Bagian Barat (Bemmelen, 1949 dalam Sidarto, 2008).

analisis lebih lanjut terhadap pola-pola anomali tersebut. Analisis data dilakukan sepanjang lintasan-lintasan tertentu dengan melakukan penafsiran secara kuantitatif, sehingga dapat dihasilkan pemodelan geologi dalam dua dimensi.

Analisis data gaya berat regional yang dilaksanakan sebelumnya dilakukan sepanjang tujuh penampang yang memotong Pulau Jawa pada arah selatan - utara dengan pembatas kerak sederhana serta geometri dan sifat fisiknya, yang mengindikasikan bahwa Pulau Jawa pada umumnya dibangun dari blok batuan kerak benua. Pada beberapa tempat, fragmen material mantel atas tersingkap di permukaan. Anomali tinggi berhubungan dengan menipisnya kerak benua, sehingga Moho naik mendekati permukaan. Kerak benua mengalami pemecahan dan penipisan yang diakibatkan oleh tektonik, yang memperkembangkan kegunungapian dan pembentukan cekungan sedimen yang berisikan endapan batuan gunung api Kuartar dan runtunan sedimen Neogen. Runtunan batuan ini dialasi oleh kerak benua yang lebih tipis dari ketebalan standar. Di sekitar zona subdaksi, ketebalan kerak benua sekitar 15 km atau lebih tipis lagi, akan tetapi di tempat lain akan lebih tebal (Sardjono, 2001; dan Sardjono 2006).

Tataan Geologi

Wilayah Jawa bagian barat berdasarkan fisiografinya terbagi atas lima lajur. *Pertama*, Lajur Dataran Rendah Pantai Jakarta yang disusun oleh endapan sungai, endapan pantai, endapan rawa, dan lahar. Batuan ini bersifat lepas dan belum terpadatkan. *Kedua*, di sebelah selatan lajur ini dijumpai Zona Bogor yang membentang sejajar pantai utara, dan disusun oleh batuan endapan laut yang terdiri atas batu lempung, batu pasir, breksi, serta batuan beku terobosan dan lelehan, batuan bersifat padu dan keras. *Ketiga*, di bagian tengah dijumpai Zona Bandung (Cekungan Bandung) yang diapit lajur gunung api di utara dan selatannya, dan terdiri atas endapan alur sungai, lembah banjir, rawa, serta endapan lepas gunung api berupa breksi, lahar, serta tuf gunung api. Batuan ini bersifat lepas dan belum terpadatkan, sehingga lunak. *Keempat*, bagian selatan Jawa bagian barat ditempati Zona Pegunungan Selatan (Lajur Punggungan Selatan Jawa Bagian Barat) yang merupakan dataran tinggi yang disusun oleh batu gamping, napal, batu lempung, dan batu pasir, serta sekelompok batuan gunung api tua berupa breksi (andesit tua). *Kelima*, di sekitar Teluk Pelabuhanratu dijumpai Zona Pegunungan Bayah (Kubah Bayah) yang tersusun oleh breksi (andesit



Gambar 3. Tataan geologi daerah penelitian.

tua), batu lempung, batu pasir, dan tuf berbatu apung. Kedua kelompok batuan ini bersifat keras dan padu, dan diperkirakan merupakan batuan dasar bagi kelompok batuan lainnya (Soehaimi, A., 2011; Sidarto, 2008; Gambar 2).

Berdasarkan litologinya, daerah penelitian ini tertutupi oleh tiga jenis batuan, yaitu batuan sedimen, batuan gunung api, dan batuan terobosan (Gambar 3) (Abidin, H.Z., dan Sutrisno, 1992; Achdan dan Sudana, 1992; Effendi dr., 1998; Silitonga, 2003; Sudjatmiko, 2003; Turkandi dr., 1992).

Batuan sedimen mendominasi bagian utara daerah penelitian dan sebagian kecil tersingkap pula di bagian selatannya. Area ini terdiri atas batuan Kuartar berupa endapan permukaan (lempung, lanau, batu pasir, kerikil, dan kerakal dari batuan gunung api Kuartar, breksi aglomerat tufan, pasir tufan, lapili), dan batuan Tersier (batu pasir tufan dengan batu apung dan lignit, batu pasir glokonit gampingan, batu pasir kuarsa, batu pasir

konglomerat, napal tufan, napal pasiran, serpih tufan, breksi konglomeratan gampingan, breksi bersifat andesit dan basal, konglomerat, breksi, batu gamping, batu lempung).

Di samping batuan sedimen, tersingkap juga batuan gunung api, sebagian kecil di bagian utara sebelah barat daerah penelitian, dan sebagian besar tersingkap di bagian selatannya. Area ini berupa batuan gunung api Kuartar yang terdiri atas pasir tufan, andesit horenblenda, andesit basal dengan piroksen, aliran lava, lahar, breksi tufan dan lapili, breksi bersusunan andesit-basal, breksi gunung api, konglomerat, tuf batu apung pasiran, dan aglomerat.

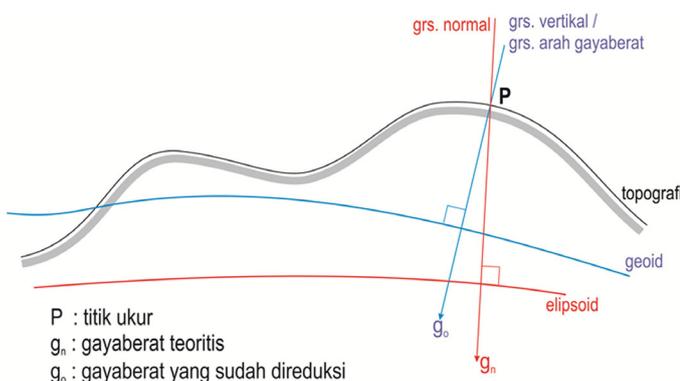
Batuan terobosan berumur Tersier tersingkap di bagian tengah (di sekitar Waduk Jatiluhur) dan di bagian selatan (di sekitar Waduk Saguling), dan terdiri atas andesit dengan oligoklas-andesin, andesit horenblenda, dasit, diorit kuarsa, porfir diorit, basal andesit.

Struktur geologi hanya tersingkap di bagian tengah dan selatan daerah penelitian berupa sesar, lipatan, kelurusan dan kekar, dijumpai pada batuan berumur Oligosen-Miosen-Pliosen sampai Kuartar. Sesar terdiri atas sesar geser dan sesar normal, pada umumnya berarah utara - selatan, barat daya – timur laut, dan barat laut - tenggara. Pola lipatan berupa antiklin dan sinklin, berarah barat daya – timur laut, barat - timur, dan barat laut - tenggara. Kekar umumnya berkembang baik pada batuan andesit yang berumur Kuartar.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian geofisika bermaksud melakukan penelitian kebumihan dengan cara mempelajari sifat fisik batuan penyusun kerak bumi. Dalam metode gaya berat, sifat fisik batuan yang dipelajari adalah perbedaan kecil medan gaya berat yang diakibatkan oleh tidak meratanya sebaran massa jenis batuan pada kerak bumi. Data gaya berat yang diukur di permukaan bumi harus direduksi ke bidang ekuipotensial gaya berat (geoid), kemudian dikurangi dengan data gaya berat teoritis yang beracuan ke bidang acuan matematik, sehingga diperoleh nilai anomali gaya berat. Bidang acuan matematik ini adalah elipsoid referensi yang didefinisikan mempunyai rapat massa homogen. Bila data gaya berat hasil ukuran yang sudah direduksi ke geoid disebut sebagai g_0 , dan data gaya berat pada bidang elipsoid referensi (disebut pula bumi normal/teoritis) dikenal sebagai gaya berat normal g_n , maka nilai anomali gaya berat dapat dihitung berdasarkan persamaan matematik berikut ini (Gambar 4, Heiskanen and Moritz, 1967) :

$$\text{Anomali Gayaberat} = g_0 - g_n$$



Gambar 4. Gaya berat ukuran, gaya berat reduksi, dan gaya berat normal.

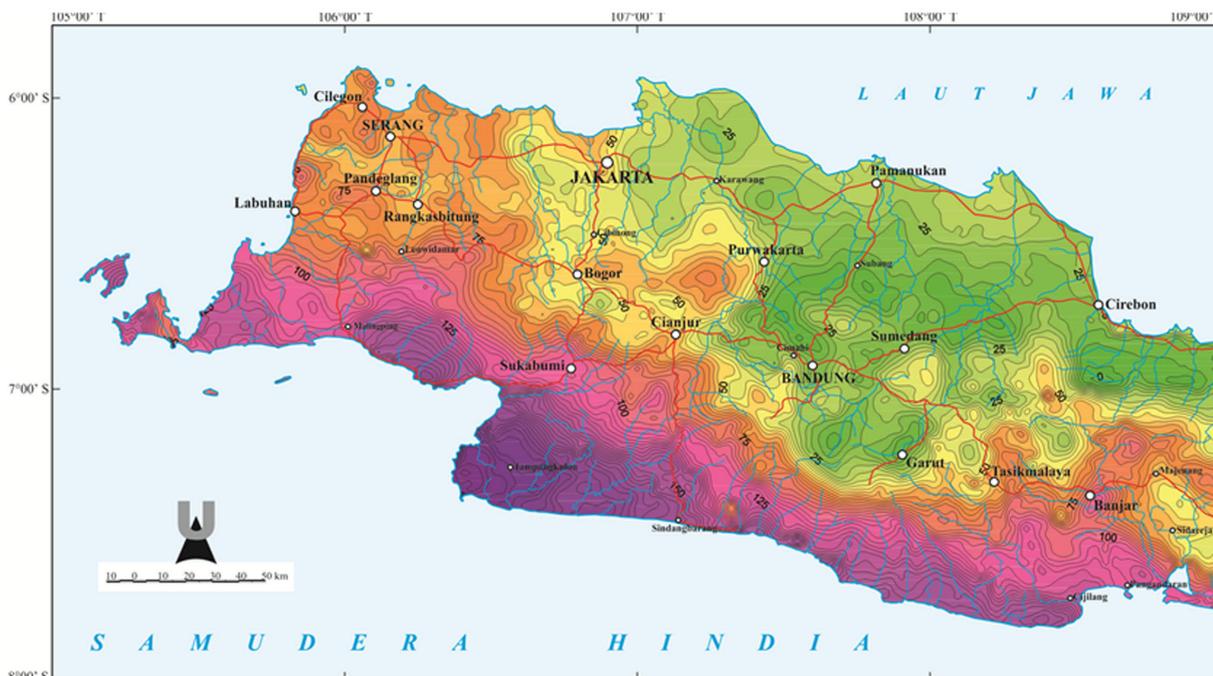
Berdasarkan cara melakukan reduksinya, dikenal dua macam anomali, yaitu anomali Bouguer (*Bouguer anomaly*) dan anomali udara bebas (*free air anomaly*). Anomali udara bebas dimanfaatkan untuk pemecahan masalah geodesi, sedangkan anomali Bouguer banyak digunakan dalam pemecahan masalah geologi (Subagio, 2012).

Pemetaan sistematik anomali Bouguer regional telah selesai dilaksanakan PSG pada tahun 2008 dengan menghasilkan peta berskala 1:100.000 untuk daerah Jawa dan Madura, dan skala 1:250.000 untuk daerah lainnya di luar kedua pulau tersebut. Nilai anomali Bouguer diperoleh setelah melakukan reduksi lengkap data ukuran ke bidang acuan, yaitu dengan memberikan koreksi Bouguer, koreksi udara bebas, dan koreksi medan. Densitas batuan yang digunakan dalam reduksi ini adalah 2,67 gr/cm³ (Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN Anomali Bouguer Regional Jawa Bagian Barat

Pola anomali regional Jawa bagian barat melajur berarah hampir barat laut - tenggara dengan kemiringan (*gradient*) berarah barat daya – timur laut. Nilai anomali bervariasi, dari 15 mgal di pantai utara (sekitar Pamanukan) hingga 240 mgal di pantai selatan Pelabuhanratu (sekitar Genteng, Kabupaten Sukabumi). Di Bandung dan daerah di utaranya, pola anomali berubah tiba-tiba menjadi pola rendahan, dikelilingi oleh tinggian anomali di bagian selatannya. Kedua kelompok anomali ini dibatasi oleh kelurusan anomali dengan kemiringan tinggi 2 mgal/km. Hal ini diduga disebabkan oleh kontras rapat massa batuan mantel atas Jawa Barat Selatan dengan batuan kerak bumi Bandung akibat terjadinya sesar normal di wilayah tersebut (Subagio, 2009; Gambar 5).

Tingginya gradien anomali Jawa bagian barat bagian selatannya diduga akibat menipisnya fragmen kerak benua dan meningginya Moho oleh kinematika kompresi oblik di dekat lajur penunjaman kerak Samudra Hindia. Di beberapa tempat, kemiringan anomali meninggi hingga



Gambar 5. Pola anomali Bouguer Jawa bagian barat (Subagio, 2009).

4 mgal/km. Bahkan di Pelabuhan Ratu mencapai 8 mgal/km, diduga sebagai akibat mendekatnya mantel atas ke permukaan (Subagio, 2013; Sardjono dan Simandjuntak, 2004).

Anomali Bouguer Ruas Jalan Tol Purbaleunyi-Cikampek dan Sekitarnya

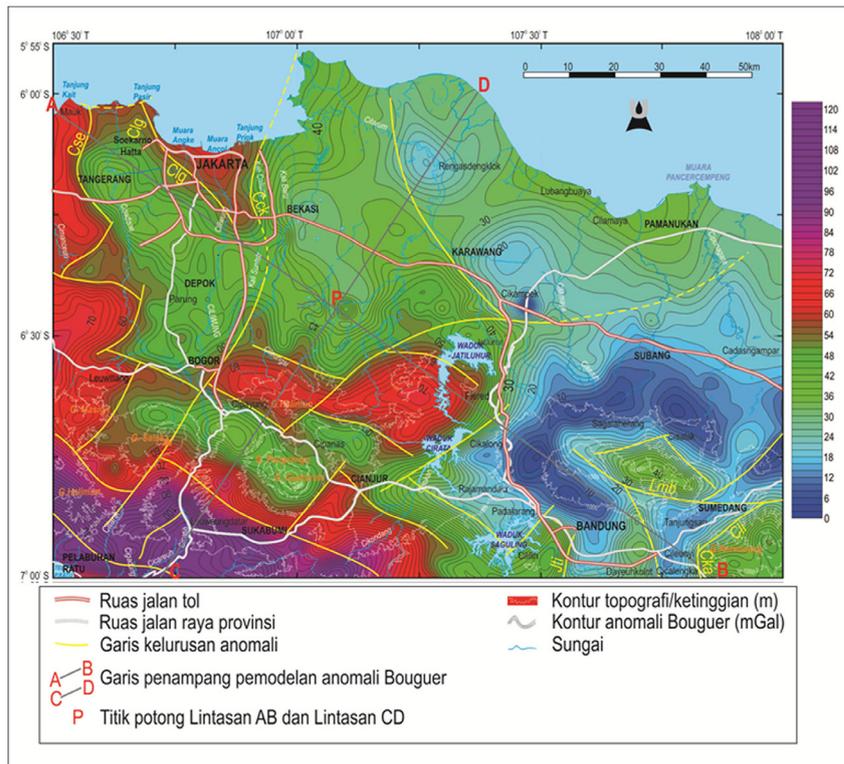
Anomali Bouguer daerah penelitian berpola melingkar, membentuk rendahan anomali yang dicirikan oleh warna biru hingga hijau, dan tinggian anomali yang dicirikan oleh warna merah hingga ungu. Nilai anomali terkecil adalah 0 mgal, terletak pada jarak 10 km di sebelah timur tenggara Cicalong. Dari titik ini rendahan anomali menyebar ke arah timur laut (Subang dan sekitarnya) dan ke arah tenggara (Bandung, Lembang, dan sekitarnya) hingga membentuk rangkaian cekungan anomali (berwarna biru tua, terletak di bagian tenggara daerah penelitian). Nilai anomali tertinggi mencapai angka 100 mgal di daerah Sukabumi, bahkan di daerah Teluk Pelabuhan Ratu mencapai nilai 130 mgal (berwarna ungu). Secara umum, pola anomali di daerah ini membentuk kelurusan berarah barat laut -

tenggara, dengan kemiringan anomali atau gradien (*gradient*) yang cukup tinggi (Gambar 6).

Menurut Subagio dan Widijono (2009), anomali di sekitar Bandung berpola melingkar negatif, dikelilingi oleh tinggian anomali Jawa Barat bagian selatan. Anomali di daerah ini mempunyai kemiringan anomali (*gradient*) yang tinggi, sekitar 2 mgal/km, dan diduga merupakan gambaran kelurusan sesar di daerah tersebut.

Untuk dapat menggambarkan struktur geologi tersebut, dilakukan penafsiran pola anomali secara kuantitatif sepanjang Lintasan AB dan Lintasan CD sedemikian rupa, sehingga kedua lintasan tersebut berpotongan hampir tegak lurus pada satu titik (titik P). Di samping itu, kedua lintasan penafsiran anomali tersebut juga memotong ruas jalan tol Cikampek - Purbaleunyi, sehingga kedudukan ruas jalan tol tersebut dalam hubungannya dengan struktur geologinya dapat dianalisis lebih lanjut.

Penafsiran pola anomali secara kuantitatif dilakukan dengan program Gravmag (Pedley, 1991), sehingga dihasilkan penampang pemodelan geologi (Gambar 7 dan 9).



Gambar 6.
Pola anomali Bouguer Lajur
Cipularang dan sekitarnya (Sumber :
Nasution dan Sobari, 1994; Nasution
dan Nainggolan, 1994; Rohandi
dan Nainggolan, 1990; Rohandi dan
Nasution, 1990; Rohandi dan Sani,
1990; Subagio dan Situmorang, 1994)

Penafsiran Pola Anomali Bouguer Kuantitatif Sepanjang Lintasan AB

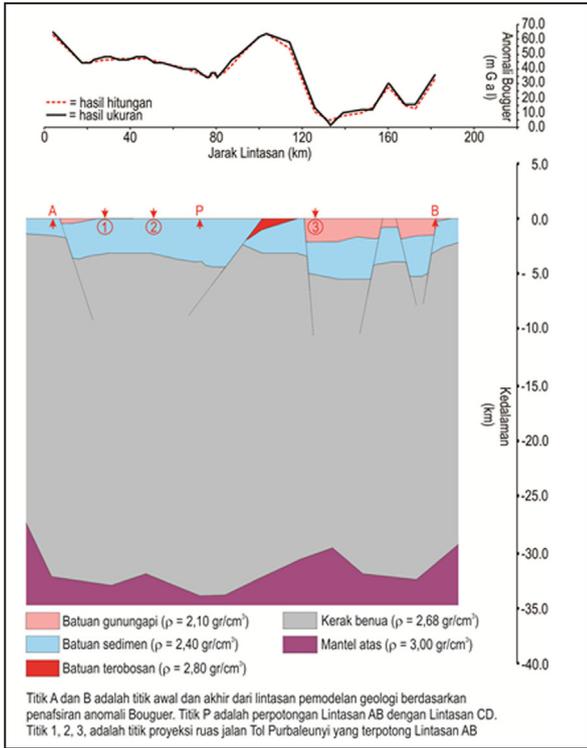
Lintasan AB ditarik dari daerah Mauk (Tangerang, titik A) ke arah tenggara hingga mencapai daerah Cileunyi (Bandung, titik B), dan memotong ruas jalan tol di tiga titik, yaitu : Titik 1, Titik 2, dan Titik 3 (Gambar 6 dan 7). Penampang anomali sepanjang lintasan ini mempunyai pola bergelombang, dengan gradien tinggi hingga rendah. Gradien anomali pada Km 0 - 18 adalah sekitar 1,4 mgal/km, kemudian hingga Km 79 gradien anomali menurun rendah sekitar 0,6 mgal/km, dan kemudian menaik kembali pada Km 79 - 103 hingga mencapai 1,5 - 2,2 mgal/km. Mulai Km 10 - 173 gradien anomali kembali merendah hingga mencapai nilai 0,1 mgal/km, dan di ujung lintasan sekitar Km 173 - 183 gradien anomali kembali meninggi sekitar 2,2 mgal/km.

Anomali bergradien tinggi diduga disebabkan oleh adanya pensesaran batuan ke arah vertikal, sehingga kontak dua jenis batuan di permukaan mempunyai beda (kontras) rapat massa batuan yang besar. Sementara anomali bergradien rendah diakibatkan oleh perbedaan rapat massa batuan yang rendah, yang diduga disebabkan oleh adanya pelipatan batuan saja

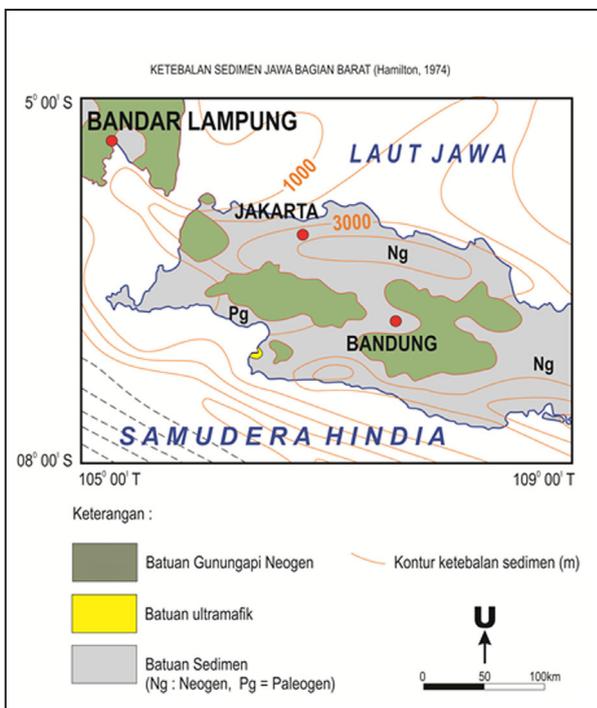
(Widiyono, B.S. dan Subagio, 2004

Menurut Hamilton (1974, Gambar 8), penampang AB tersebut memotong cekungan sedimen hingga ketebalan 4 km. Cekungan ini termasuk ke dalam Cekungan Jawa Barat Utara (Badan Geologi, 2009). Data ketebalan sedimen ini menjadi data pengikat dalam penafsiran kuantitatif sepanjang lintasan ini.

Bila dihubungkan dengan pola anomalnya, maka Titik 1 dan Titik 2 terletak di wilayah yang mempunyai gradien rendah, sehingga dianggap daerah ini mempunyai kontras densitas batuan kecil. Artinya batuan di wilayah ini mempunyai kekompakan yang relatif sama karena batumannya homogen, sehingga relatif stabil. Sementara Titik 3 terletak di wilayah yang mempunyai gradien tinggi, sehingga kontras densitas batuan besar. Kontras densitas yang besar tersebut diakibatkan oleh adanya pensesaran batuan ke arah vertikal, sehingga bila sesarnya aktif, akan menimbulkan ketidakstabilan lahan di permukaan. Dalam kenyataan di lapangan, di wilayah ini (sekitar Km 80 - 100) sering terjadi tanah longsor dan ambles, sehingga dari waktu



Gambar 7. Model geologi, berdasarkan penafsiran kuantitatif pola anomali Bouguer sepanjang lintasan AB.

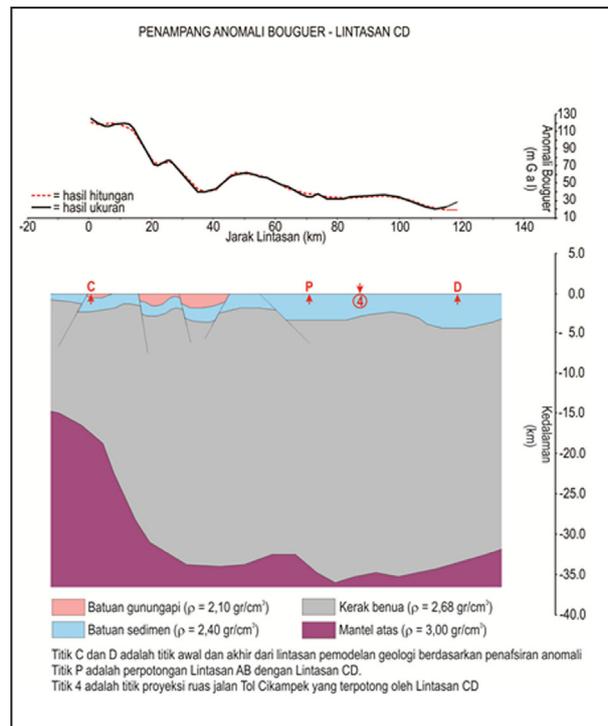


Gambar 8. Ketebalan sedimen di Jawa bagian barat (Sumber : Hamilton, 1974 dalam Subagio, 2013).

ke waktu bagian ruas jalan ini retak-retak dan sering diperbaiki.

Penafsiran Pola Anomali Bouguer Kuantitatif sepanjang Lintasan CD

Lintasan CD ditarik pada arah barat daya – timur laut, memotong hampir tegak lurus Lintasan AB di Km 77,2 (titik P). Berhubung titik potong ini (titik P) sudah memiliki data hasil pemodelan geologi Lintasan AB, maka titik tersebut dapat dijadikan titik acuan untuk pemodelan Lintasan CD. Lintasan ini memotong Cekungan Jawa Barat Utara yang diperkirakan mempunyai ketebalan sedimen hingga 4.000 m (Hamilton, 1974). Atas dasar data acuan tersebut, dapat dihasilkan model geologi Lintasan CD yang diperkirakan sepanjang 120 km (Gambar 9).



Gambar 9. Model geologi, berdasarkan penafsiran kuantitatif pola anomali Bouguer sepanjang lintasan CD.

Penampang anomali Lintasan CD di Km 14 - 34 mempunyai gradien anomali tinggi, sekitar 4,8 mgal/km. Tetapi mulai Km 53 gradien anomali menurun hingga mencapai 1,4 mgal/km. Kondisi ini diduga erat kaitannya dengan adanya perubahan rapat massa batuan. Anomali bergradien tinggi

diperkirakan akibat adanya perbedaan rapat massa batuan yang tinggi, sedangkan anomali bergradien rendah diperkirakan akibat adanya kontras densitas batuan rendah, atau akibat batuanannya relatif homogen. Atas dasar ini, pada pemodelan geologi Lintasan CD diperlihatkan struktur geologi berupa sesar untuk menggambarkan adanya kontras densitas batuan yang tinggi, dan pelipatan batuan untuk menggambarkan kontras densitas batuan rendah (Gambar 9).

Pembahasan

Tingginya gradien anomali bagian selatan Jawa bagian barat diduga akibat menipisnya fragmen kerak benua dan meningginya Moho oleh kinematika kompresi oblik di dekat lajur penunjaman kerak Samudra Hindia. Pada beberapa tempat, kemiringan anomali meninggi hingga 4 mgal/km, bahkan di Pelabuhan Ratu mencapai 8 mgal/km, diduga sebagai akibat mendekatnya mantel atas ke permukaan (Subagio, 2013; Sardjono dan Simandjuntak, 2004).

Titik 1 dan Titik 2 yang terletak di Km 20 - 40 Lintasan AB merupakan perpotongan lintasan ini dengan ruas jalan tol lingkaran luar Jakarta (Gambar 6). Titik-titik tersebut terletak di wilayah yang mempunyai pola anomali bergradien rendah, sehingga diduga relatif stabil dan aman dari bencana tanah longsor. Namun, pada Km 0 - 20 Lintasan AB ditafsirkan terdapat sesar yang diduga merupakan Sesar Cisadane. Kajian seismotektonik sepanjang Lajur Pelabuhanratu-Bogor-Jakarta memperlihatkan dua lajur Sesar Aktif Cimandiri-Citarik (*Cck*) dan Sesar Potensi Aktif Ciliwung (*Clg*) - Cisadane (*Cse*) (Soehaimi, 2011). Keberadaan sesar Citarik dapat pula diidentifikasi berdasarkan interpretasi citra *Landsat* (Sidarto, 2008).

Titik 3 yang terletak di Km 120 - 140 Lintasan AB, merupakan perpotongan lintasan ini dengan ruas jalan Tol Purbaleunyi. Titik ini terletak di ruas jalan tol Km 100, dan berada di wilayah berpola anomali gradien tinggi. Tingginya gradien anomali tersebut diduga diakibatkan oleh adanya perbedaan rapat massa batuan yang tinggi. Kemungkinan disebabkan oleh pensesaran batuan ke arah vertikal. Data di lapangan menunjukkan bahwa wilayah tersebut merupakan daerah rawan longsor dan ambles, sehingga tampaknya berhubungan dengan keberadaan sesar tersebut. Sesar ini

memanjang dari Purwakarta ke arah Plered-Cikalong, memotong Waduk Cirata, dan berakhir di Cianjur. Oleh sebab itu, sesar ini disebut sebagai Sesar Cikalong.

Pada Lintasan CD, Titik 4 merupakan titik potong antara ruas jalan tol Cikampek dengan lintasan ini. Titik ini terletak di Km 89,3 Lintasan CD atau berada di Km 31 ruas jalan tol Cikampek. Titik ini berada di wilayah antara Bekasi dan Karawang, beranomali gradien rendah, sehingga diperkirakan daerahnya stabil dari gerakan tanah. Kondisi ini didukung data lapangan yang memperlihatkan kondisi lingkungan yang stabil, terbebas dari gerakan tanah.

Berdasarkan penelitian lapangan, ternyata beberapa sesar dinyatakan aktif, seperti Sesar Tanjungsari-Cileunyi (*Cli*), Sesar Cicalengka (*Cka*), Sesar Lembang (*Lba*), dan Sesar Jati (*Jti*) (Marjiyono drr., 2008). Sesar Lembang yang berarah hampir barat - timur, mempunyai kemiringan sesar ke arah selatan, ke arah Depresi Bandung (Subagio dan Widijono, 2009; Brahmantyo, 2005). Patut diduga daerah ini (Bandung dan sekitarnya) merupakan daerah rawan terhadap bencana geologi. Di antara sesar-sesar ini, hanya Sesar Jati yang dilalui ruas jalan tol Purbaleunyi di Km 131. Berdasarkan pola anomalinnya, daerah ini termasuk daerah beranomali gradien tinggi, sehingga diduga rentan terhadap bencana geologi. Namun, belum ada data lapangan yang memberitakan tentang bencana geologi di wilayah ini (Gambar 6).

KESIMPULAN

Pola anomali Bouguer sepanjang ruas jalan tol Purbaleunyi - Cikampek dan sekitarnya berpola rendahan anomali yang dibatasi di bagian selatan dan baratnya dengan pola tinggian anomali. Rendahan anomali tersebut mencapai nilai 4 mgal, dan tinggian anomali mencapai nilai 100 mgal. Oleh karena itu, gradien anomali di wilayah ini bervariasi, dari gradien tinggi hingga gradien rendah secara bergantian. Kisaran nilai gradien anomali adalah sekitar 0,6 – 4,8 mgal/km.

Pola anomali bergelombang seperti dijelaskan di atas memungkinkan untuk ditarik garis kelurusan anomali yang kemudian dapat ditafsirkan sebagai kelurusan struktur sesar. Berdasarkan penelitian di lapangan, beberapa sesar di antaranya termasuk sesar aktif, seperti Sesar Cimandiri-Citarik, Sesar Ciliwung-Cisadane, Sesar Lembang, Sesar

Tanjungsari-Cileunyi, Sesar Cicalengka, dan Sesar Jati.

Sesar-sesar aktif tersebut dilalui oleh ruas jalan tol Cikampek - Purbaleunyi, sehingga ruas jalan tersebut rawan terhadap bencana geologi, khususnya bencana tanah longsor dan ambles. Kenyataan di lapangan, ruas jalan Tol Purbaleunyi Km 80 - 100 sering dilanda tanah longsor dan ambles.

SARAN

Untuk memastikan besaran deformasi yang dialami ruas jalan tol Purbaleunyi, harus dilakukan pengukuran GPS Diferensial di beberapa jalur sesar yang diduga aktif. Pengukuran tersebut harus dilakukan secara periodik, misalnya setiap enam bulan sekali, sehingga sifatnya monitoring. Dengan demikian, dapat diketahui besaran panjang dan arah pergerakan sesar di wilayah tersebut.

Sesar yang membatasi Cekungan Bandung di sebelah barat laut diduga merupakan sesar besar karena dimulai dari Purwakarta ke arah Plered-Cikalong, memotong Waduk Cirata, dan berakhir di Cianjur. Oleh sebab itu, disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut tentang keaktifan sesar tersebut karena melalui beberapa tempat penting seperti tersebut di atas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini disusun berdasarkan data utama berupa data anomali Bouguer hasil penelitian Pusat Survei Geologi dan data-data tambahan hasil penelitian geologi dan geofisika dari berbagai instansi penelitian. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada para ahli yang telah menghasilkan karya ilmiah tersebut di atas. Secara khusus, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi, dan kepada Kepala Bidang Geosains PSG yang telah memberikan fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H.Z., dan Sutrisno, 1992. *Peta Geologi Lembar Pamanukan, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Achdan, A., dan Sudana, D. 1992. *Peta Geologi Lembar Karawang, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Brahmantyo, B., 2005. *Geologi Cekungan Bandung, Catatan Kuliah, Penerbit ITB, Bandung*.

Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, 1995. *Penyusunan Peta Anomali Gaya Berat, Standardisasi Nasional Indonesia*.

Effendi, A.C., Kusnama, dan Hermanto, B., 1998 *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Hamilton, W.B., 1974. *Map of Sedimentary Basin of The Indonesian Region, U.S. Geological Survey, Washington*.

Heiskanen, W.A., and Moritz, H., 1967. *Physical Geodesy*, W.H. Freeman and Company, San Francisco and London : 126-146.

Inilah Koran, Jejak Longsor di Cipularang, Inilah Koran, 14 Februari 2013, Bandung.

Marjiono, Soehaimi, A., dan Kamawan, 2008. *Identifikasi Sesar Aktif Daerah Cekungan Bandung Dengan Data Citra Landsat dan Kegempaan. Jurnal Sumber Daya Geologi, XVIII (2), h.81-88*.

Nasution, J., dan Nainggolan, D.A., I., 1994, *Peta Anomali Bouguer Lembar Bandung, Jawa, Sekala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Nasution, J. dan Sobari, I., 1994. *Peta Anomali Bouguer Lembar Cianjur, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Pedley, R.C., 1991. *Interactive 2.5D Gravity and Magnetic Modelling Program (Gravmag). User Manual, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham*.

Rohandi, U., dan Sani, M., 1990. *Peta Anomali Bouguer Lembar Bogor, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Rohandi, U., dan Nainggolan, D.A., 1990. *Peta*

- Anomali Bouguer Lembar Pamanukan, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Rohandi, U. dan Nasution, J., 1990. *Peta Anomali Bouguer Lembar Karawang, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sardjono, 2001. Anomali Gayaberat dan Dinamika Kerak Bumi. *Prosiding Laporan Tahunan KGN*, Komite Gayaberat Nasional, Bandung.
- 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 Loka-Karya Cekungan Bandung*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Sardjono, 2006, Crustal Architecture of Java Island Indonesia – An Approach via Constrained Gravity Modelling, *Proceedings, Jakarta 2006 International Geoscience Conference and Exhibition*, Jakarta, August 14-16, 2006.
- Sidarto, 2008. Dinamika Sesar Citarik, *Jurnal Sumber Daya Geologi*, XVIII (3), h.149-162.
- Silitonga, P.H., 2003. *Peta Geologi Lembar Bandung, Jawa, Skala Peta 1:100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Soehaimi, A., 2011. *Seismotektonik Jawa Barat dan Mikrozonasi Potensi Bencana Gempa Bumi DKI Jakarta*, Badan Geologi.
- Subagio, dan Situmorang, B., 1994, *Peta Anomali Bouguer Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Subagio dan Widijono, B.S., 2009. Struktur Geologi Bawah Permukaan Lintasan Pangalengan-Subang, Implikasinya Terhadap Kestabilan Lahan, *Jurnal Sumber Daya Geologi* Vol.19, No.6, Pusat Survei Geologi : 397-413.
- Subagio, 2012. Aplikasi Gayaberat Untuk Studi Potensi Geologi, makalah untuk bahan presentasi di Balitbang Geologi Kementerian ESDM, sebagai syarat kenaikan jabatan dari Pejabat Peneliti Madya ke Pejabat Peneliti Utama.
- Subagio, 2013. Anomali Gayaberat dan Potensi Bencana Geologi di Kawasan Jawa Barat Bagian Tengah, *Jurnal Sumber Daya Geologi*, Vol.23, No.2, Pusat Survei Geologi : 59-68.
- 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 dari Peneliti Madya ke Peneliti Utama, KESDM.
- Sudjatmiko, 2003. *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Turkandi, T., Sidarto, Agustyanto, D.A., dan Hadiwidjojo, P.M.M., 1992. *Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu, Skala 1:100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Widijono, B.S. dan Subagio, 2004. Struktur Geologi dan Implikasinya Terhadap Potensi Geologi Daerah Jakarta dan sekitarnya Berdasarkan Analisis Data Gayaberat, *Jurnal Sumber Daya Geologi*, XIV :168-180.

