

ANOMALI GAYABERAT DAN POTENSI BENCANA GEOLOGI
DI KAWASAN JAWA BARAT BAGIAN TENGAH
*GRAVITY ANOMALY AND GEOLOGICAL HAZARD POTENTIALITY
IN CENTRAL PART OF WEST JAVA*

Oleh : Subagio

Pusat Survei Geologi
Jalan Diponegoro No. 57 Bandung

Abstrak

Nilai anomali Bouguer di daerah Jawa Barat bagian Tengah bervariasi antara 5 sampai 125 mGal yang membentuk tinggian dan rendahan. Anomali terendah terletak di bagian timur, di sekitar Tagogapu, Padalarang yang mencerminkan sebuah cekungan sedimen; sedangkan anomali tertinggi terletak di bagian baratdaya di sekitar Pelabuhanratu, yang merupakan pencerminan adanya batuan ultrabasa. Batuan di daerah penelitian dibagi menjadi tiga satuan, yaitu satuan sedimen Tersier dengan rapatmassa rata-rata $2,4 \text{ gr/cm}^3$; Batuan Gunungapi Kuarter dengan rapatmassa rata-rata $2,2 \text{ gr/cm}^3$; dan andesit dengan rapatmassa $2,8 \text{ gr/cm}^3$. Berdasarkan pemodelan, sesar di daerah ini terdiri atas sesar naik, sesar turun dan sesar mendatar, yang sebagian merupakan sesar aktif. Di daerah Puncak dan sekitarnya termasuk zona graben, yang diisi oleh batuan dengan rapatmassa rendah, yaitu batuan gunung api Kuarter dan dikontrol oleh sesar aktif bawah permukaan, sehingga daerah ini sangat potensial terjadi tanah longsor.

Kata kunci : anomali Bouguer, sesar aktif, Puncak, zona graben, tanah longsor.

Abstract

In the Central part of West Java, anomaly Bouguer values vary from 5 to 125 mGals, forming high and low anomalies. The lowest anomaly located around Tagogapu, Padalarang area showing a sediment basin; while the highest anomaly is located around Pelabuhanratu, that are controlled by the existence of ultramafic rocks. In the survey area the rocks are divided into three groups, involving Tertiary sedimentary rocks with density $2,4 \text{ gr/cm}^3$; Quaternary volcanic rocks with density $2,2 \text{ gr/cm}^3$; and andesite with density $2,8 \text{ gr/cm}^3$. Based on the modellings, faults in this area consist of thrust, normal and strike slip faults, partly are active faults. In Puncak area and its surroundings are a graben zone, that filled by low density rocks consisting of Quaternary volcanic rocks, is controlled by sub-surface active faults. Therefore the areas potentially undergo landslides.

Key words: gravity anomaly, active faults, Puncak, graben zone, landslide

Pendahuluan

Jalan raya yang menghubungkan Bandung dan Bogor melalui Puncak selalu padat lalulintasnya, terutama pada tiap akhir pekan atau menjelang liburan. Hal ini disebabkan oleh Puncak merupakan kawasan wisata yang berhawa sejuk. Kawasan wisata ini memiliki pemandangan alam indah dan udara sejuk, sehingga merupakan paru-paru alam bagi penduduk yang tinggal di lokasi tersebut, termasuk bagi pelancong dari ibukota Jakarta dan kota-kota di sekitarnya.

Kawasan Puncak yang telah ditetapkan sebagai daerah hutan lindung, ternyata sudah dipadati penduduk. Pertumbuhan pemukiman nampaknya

makin meningkat dari waktu ke waktu, terbukti dengan penuhnya pemukiman, bangunan rumah makan, hotel/wisma, dan villa. Bangunan-bangunan tersebut yang terletak di sepanjang jalur Gadog (Megamendung) hingga Tugu Utara (Cisarua) diantaranya berstatus liar.

Status hutan lindung di Kawasan Puncak itu terancam dihapus sebagai konsekuensi dari revisi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bogor 2005-2025. Menurut Kepala Subbidang Tata Ruang dan Lingkungan Hidup, Bappeda Kabupaten Bogor, pada revisi RTRW, hutan lindung seluas 8.745 hektar yang 90% berada di Kecamatan Cisarua dan Megamendung itu akan beralih fungsi menjadi hutan produksi, pemukiman, dan perkebunan (Kompas, 2012).

Kebijakan pemerintahan daerah tentang tindakan peninjauan kembali RTRW, serta pelanggaran yang dilakukan masyarakat dengan mendirikan bangunan di kawasan hutan lindung, dikhawatirkan akan menurunkan daya dukung lingkungan di kawasan itu, serta akan meningkatkan peluang terjadinya longsor dan bencana banjir di daerah Bogor, yang berdampak terhadap wilayah Jakarta, dan sekitarnya.

Beberapa peristiwa longsor terjadi pada akhir tahun 2012 dan awal tahun 2013 diantaranya terjadi di:

1. Lintasan kereta api antara Stasiun Bojong Gede dan Stasiun Cilebut tergeser letaknya karena tanah pendukungnya longsor sepanjang 200 meter. Peristiwa ini terjadi tanggal 21 November 2012 (Gambar 1)
2. Di Desa Cipayung Kecamatan Megamendung Kabupaten Bogor, Jawa Barat, terjadi tanah longsor yang menimbun beberapa rumah dan satu mushala serta menewaskan enam orang warga setempat (Gambar 2)

Tanah longsor yang sering terjadi di kawasan Puncak dan sekitarnya, berakibat tertimbunnya fasilitas umum lainnya. Longsor yang terjadi kemungkinan berhubungan dengan gerakan sesar-sesar aktif di kawasan Puncak dan sekitarnya. Oleh karena itu, data tersebut merupakan data penunjang dalam analisis anomali gayaberat.

Permasalahan

Berdasarkan data geologi permukaan (Effendi drr, 2011, dan Sudjatmiko, 2003) di sepanjang jalan Cianjur-Puncak-Bogor tidak tersingkap adanya sesar.



Gambar 1. Rel kereta api jalur Bogor-Jakarta rusak akibat tanah longsor di Kampung Babakan Sirna, Cilebut Timur - Bogor (Koran Tempo, 23-11-2012)

Padahal sesar tersebut dimungkinkan menyebabkan terjadinya amblesan atau longsor di permukaan, sebagaimana yang sering terjadi akhir-akhir ini. Sedangkan yang tersingkap di permukaan hanyalah batuan gunung api yang telah lapuk kuat. Namun data anomali Bouguer (Rohandi dan Sani, 1990; Nasution dan Sobari, 1994) menunjukkan bahwa jalur jalan di sekitar Puncak terletak pada lereng tinggian anomali dengan landaian cukup tinggi (2,5 mGal/km), sehingga kemungkinan besar jalur jalan tersebut memotong (tegak lurus atau menyudut) sesar (Gambar 4, Gambar 7).

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran pola anomali gayaberat daerah Puncak dan sekitarnya yang merupakan daerah wisata dan sering dilanda bahaya longsor. Tujuannya adalah untuk mengetahui struktur geologi bawah permukaan melalui penafsiran pola anomali gayaberat dan kemudian dihubungkan dengan kestabilan lahan di wilayah tersebut.

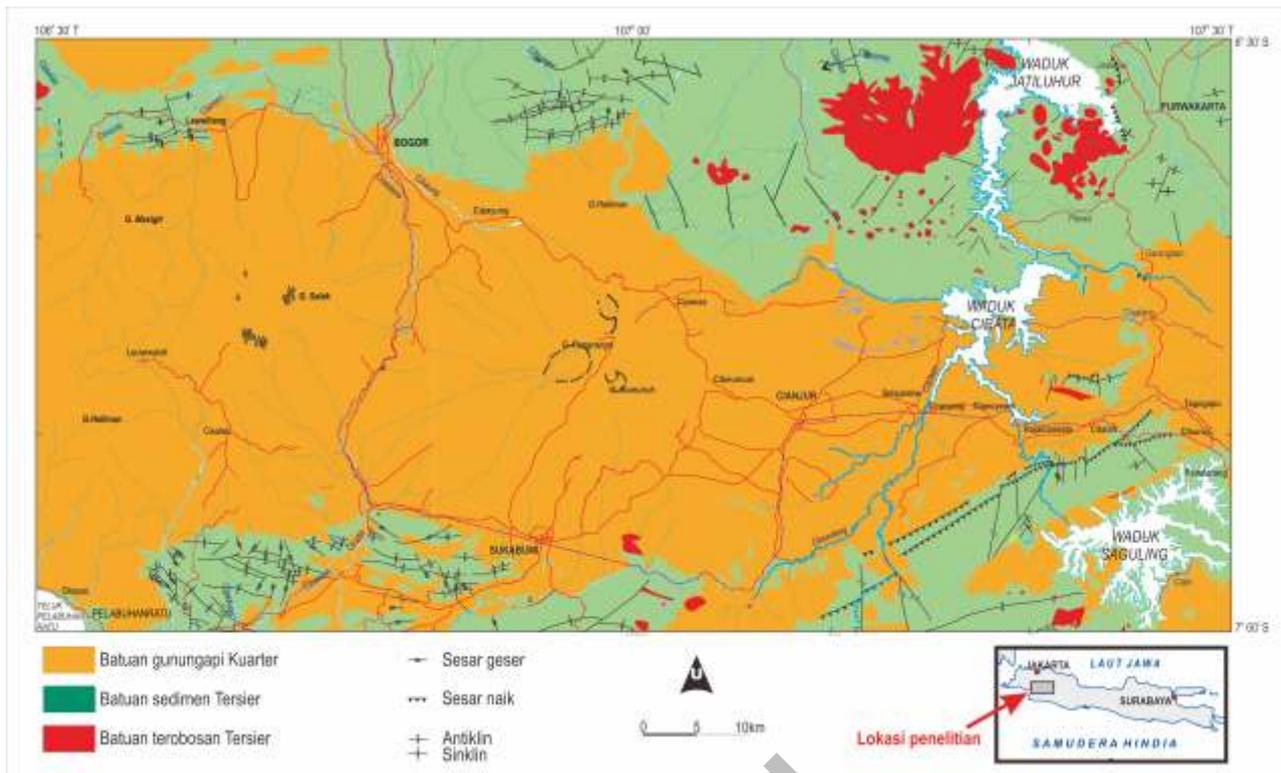
Pada kenyataannya, struktur geologi tersebut tidak nampak di permukaan, karena tertutup oleh batuan gunungapi (Gambar 3).

Lokasi Penelitian

Daerah penelitian terletak di Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, dan daerah sekitarnya. Lokasi ini terletak dalam selang koordinat :06°30'- 07°00'S dan 106°30'-107°30'T, sedangkan dalam peta geologi dan peta geofisika sistematik skala 1:100.000 yang diterbitkan oleh Pusat Survei Geologi termasuk ke dalam Lembar Peta Cianjur dan Lembar Peta Bogor.



Gambar 2. Evakuasi korban yang tertimbun tanah longsor dari tebing di kawasan Puncak, Desa Cipayung Kecamatan Megamendung Kabupaten Bogor, Jawa Barat (Harian Kompas, 16-1-2013)



Gambar 3. Peta geologi daerah Cianjur-Bogor (disederhanakan dari : Sudjtmiko, 2003, dan Effendi dr, 2011)

Metodologi

Penafsiran kuantitatif diproses menggunakan perangkat lunak Gravmag (Pedley, 1991). Analisis dilakukan pada dua lintasan pemodelan gayaberas AB dan CD (Gambar 5). Pemodelan geologi dilakukan dengan mengacu data geologi permukaan (Gambar 3), data densitas batuan (Tabel 1), dan data ketebalan sedimen (Gambar 6). Penarikan kedua lintasan pemodelan didasarkan kepada pola anomalnya, khususnya arah kelurusan anomali. Garis-garis kelurusan anomali ditarik pada daerah-daerah yang mempunyai pola kontur anomali sejajar dengan kelandaian anomali relatif tinggi, sehingga diduga di daerah ini terjadi perbedaan rapatmassa batuan relatif tinggi juga, yang artinya terjadi kontak batuan berbeda rapatmassanya dan diperkirakan merupakan kelurusan sesar. Posisi garis kelurusan ini terletak di daerah yang mempunyai kelandaian maksimum.

Secara umum kelurusan anomali berarah hampir barat-laut-tenggara, untuk menafsirkan struktur geologinya dipilih arah lintasan penafsiran anomali tegak lurus arah kelurusan anomali, yang berarah hampir baratdaya-timurlaut. Lintasan AB ditarik melalui tinggian anomali di G. Halimun, yang terletak

di sebelah barat dari Kawasan Puncak, sedangkan Lintasan CD terletak di sebelah timur kawasan Puncak, melalui pinggir Waduk Jatiluhur (Gambar 5).

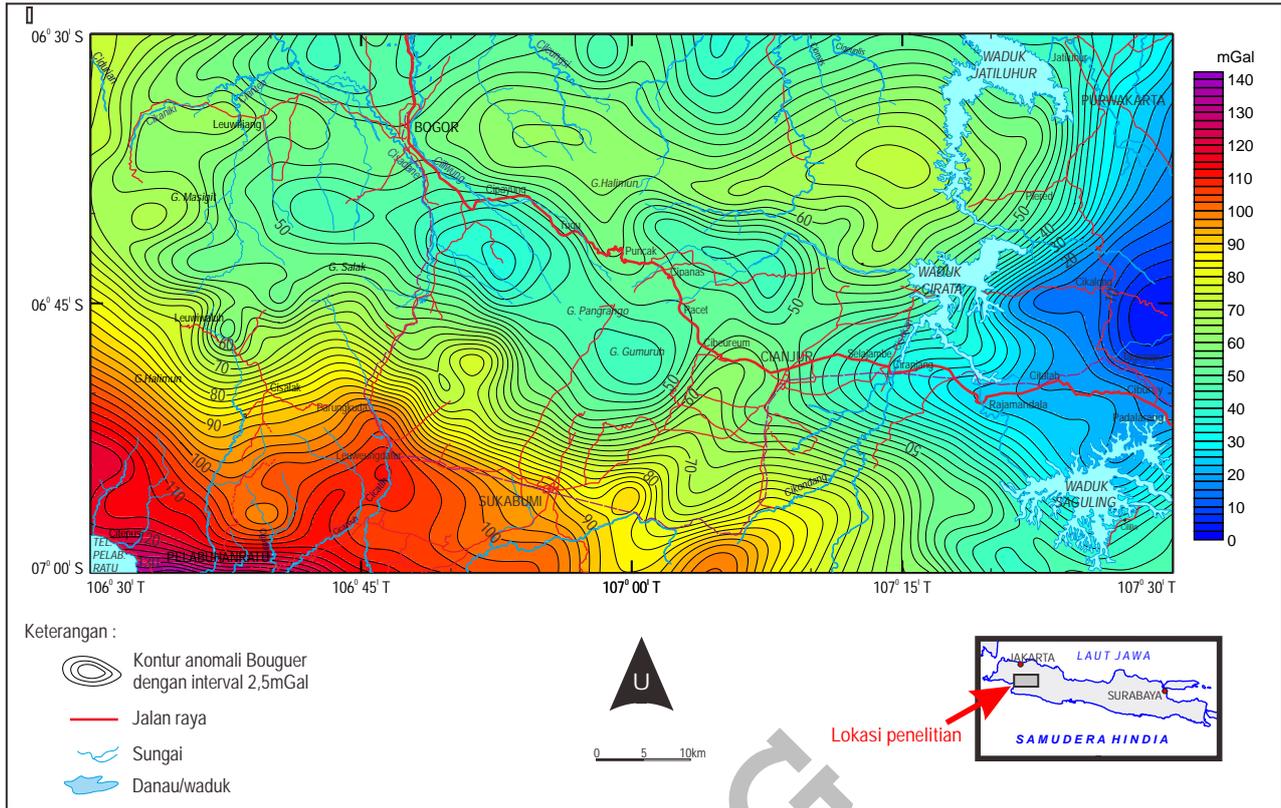
Maka hasil analisis sepanjang kedua lintasan tersebut diharapkan akan memberikan gambaran umum tentang struktur geologi bawah permukaan Kawasan Puncak.

Tataan Geologi

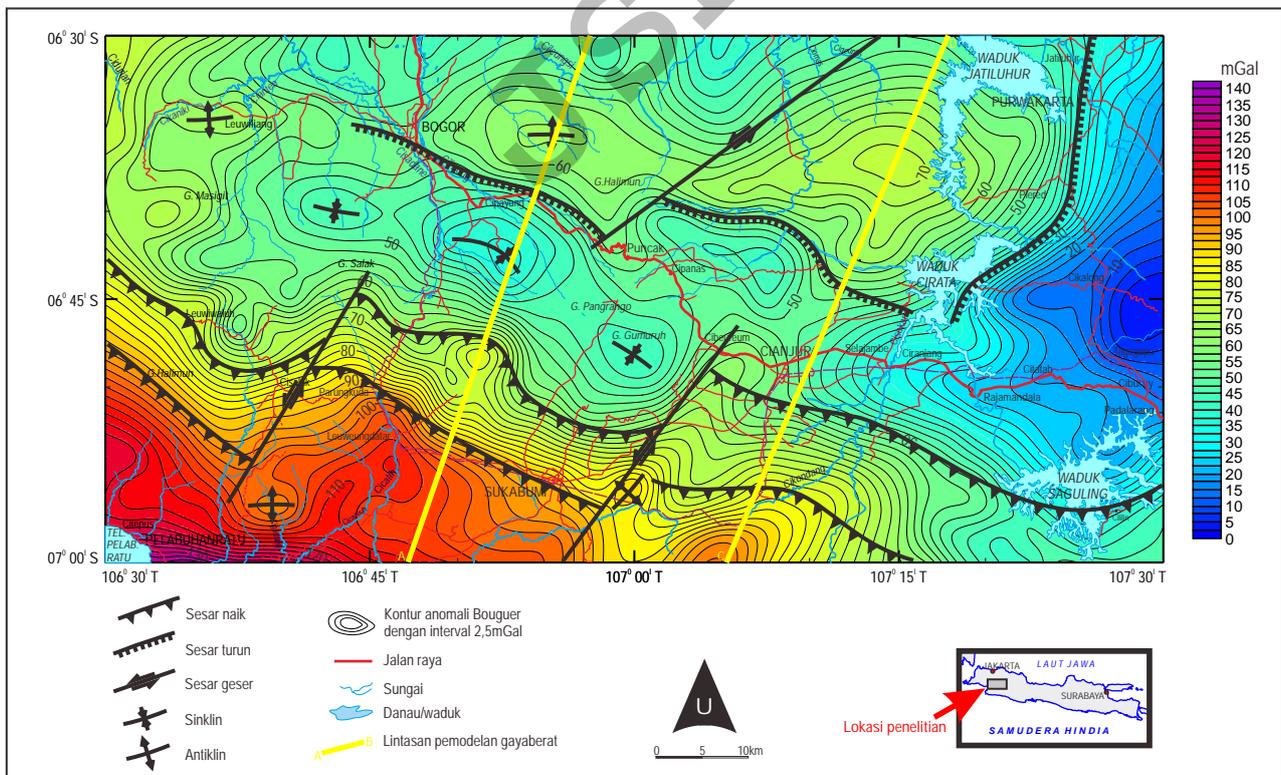
Litologi

Menurut Sudjtmiko (2003) dan Effendi dr. (2011), litologi yang berkembang di wilayah penelitian didominasi batuan gunungapi Kuarter yang tersebar di bagian tengah dan memanjang dari bagian barat hingga bagian timur daerah penelitian, sedangkan di bagian utara dan selatannya tersingkap batuan sedimen, dan batuan terobosan. Batuan terobosan tersebar sebagian besar di bagian utara (sekitar Waduk Jatiluhur) dan sebagian kecil tersingkap di bagian selatannya (sekitar Waduk Saguling) (Gambar 3).

Batuan gunung api Kuarter yang tersingkap tersebut terdiri atas aliran lava bersusunan andesit basal, lahar, breksi tufan dan batu lapili, tuf batupung pasir.



Gambar 4. Peta anomali Bouguer Kawasan Puncak dan sekitarnya (Nasution dan Sobari, 1994, dan Rohandi dan Sani, 1990)



Gambar 5. Peta anomali Bouguer Kawasan Puncak dan sekitarnya dan hasil interpretasi struktur geologi

Tabel 1. Nilai rapatmassa batuan, Dobrin dan Savit, 1986)

JENIS BATUAN	KISARAN RAPATMASSA BATUAN gram/cm ³	NILAI RATA-RATA RAPATMASSA BATUAN gram/cm ³
Batuan sedimen Tersier	2,17 - 2,66	2,4
Endapan gunung api Kuarter	2,17 - 2,33	2,2
Andesit Tersier	2,721 - 2,960	2,8
Kerak benua	2,516 - 2,809	2,68

Batuan gunung api Pliosen (Tersier) yang terdiri atas breksi, breksi tuf batupungan, aliran lava, batupasir tufan, konglomerat bersusunan andesit dan basal. Sedimen Kuarter berupa endapan permukaan yang terdiri atas aluvium dan kipas aluvium tersebar di sepanjang pantai dari Teluk Pelabuhanratu dan di sebagian besar bagian utara dari wilayah ini. Sedangkan batuan sedimen Tersier tersebar di bagian selatan dan utara dari wilayah ini. Batuan sedimen Tersier ini terdiri atas batupasir tufan, napal tufan, serpih tufan, breksi konglomeratan gampingan, batu lempung, napal, napal pasiran, konglomerat, breksi, dan batu gamping. Batuan terobosan terdiri atas andesit hornblenda, andesit biotit, porfir diorit hornblenda, porfir basal, dolerit, shoshonit, vitrofir, mangerit, gabro eseksit, andesit, basal. Batuan terobosan berumur Oligosen yang tersingkap antara lain berupa andesit horenblenda dan porfir diorit horenblenda, andesit biotit, basal.

Struktur dan Tektonik

Struktur geologi yang tersingkap di wilayah penelitian ini berupa sesar, lipatan, kelurusan, dan kekar yang dijumpai pada batuan berumur Oligosen-Miosen-Pliosen sampai Kuarter. Sesar terdiri atas sesar geser dan sesar normal, pada umumnya berarah utara-selatan, baratdaya-timurlaut, dan baratlaut-tenggara. Pola lipatan yang dijumpai berupa antiklin dan sinklin, berarah baratdaya-timurlaut, barat-timur, dan baratlaut-tenggara. Kekar umumnya berkembang baik pada batuan andesit yang berumur Kuarter.

Tektonik yang terjadi pada akhir Miosen Akhir menghasilkan dua pola struktur yang berbeda, yaitu pengangkatan, kemudian diikuti oleh terobosan batuan andesit (Sudjatmiko, 2003, dan Effendi dr., 2011).

Rapatmassa Batuan

Berdasarkan peta geologi tersebut, secara garis besar batuan yang tersingkap di daerah penelitian ini dapat digolongkan menjadi tiga kelompok batuan, yaitu batuan sedimen Tersier, batuan gunung api

Kuarter yang didominasi endapan lahar, dan andesit yang berumur Tersier.

Secara fisika batuan, setiap anggota ketiga kelompok batuan tersebut mempunyai variasi rapat massa batuan yang beragam, dengan deviasi yang relatif kecil. Deviasi densitas yang kecil tersebut sulit untuk dibedakan dengan metoda penelitian geofisika seperti metoda gayaberat. Oleh sebab itu, dalam makalah ini variasi densitas tersebut kemudian diratakan menurut kelompok batuanya. Menurut Dobrin dan Savit (1986), rapat masa batuan tersebut seperti tercantum dalam tabel 1.

Pola Anomali Gayaberat

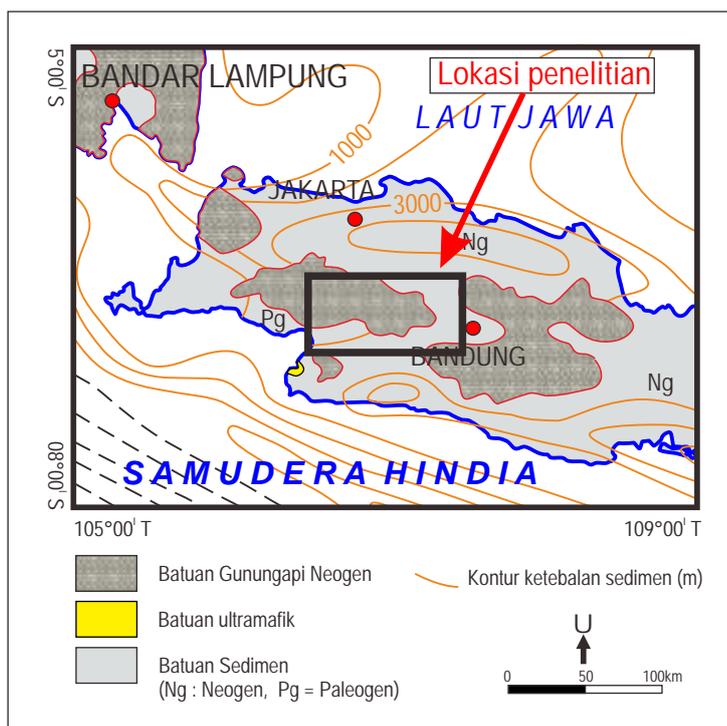
Penelitian gayaberat di lokasi penelitian dilakukan oleh Rohandi dan Sani (1990), serta Nasution, dan Sobari (1994), yang mencakup daerah seluas 0,5° x 1,0° atau mencakup 2 lembar peta gayaberat skala 1:100.000, yaitu Lembar Bogor dan Lembar Cianjur. Anomali Bouguer di kedua lembar peta tersebut berpola elips membentuk rendahan dan tinggian anomali, dengan kisaran nilai 5 – 125 mGal (Gambar 4).

Penafsiran pola anomali Bouguer dilakukan dengan kendali data geologi permukaan, data rapatmassa batuan, dan data ketebalan sedimen. Ketebalan sedimen diperoleh berdasarkan pendapat Hamilton (1974) (Gambar 6).

Penafsiran kualitatif anomali Bouguer

Rendahan anomali terdalam terletak di bagian timur, di sekitar Tagogapu, Padalarang, sedangkan tinggian anomali terbesar terletak di bagian baratdaya, yaitu di sekitar Teluk Pelabuhanratu.

Meningginya nilai anomali ke arah Pelabuhanratu ini diduga akibat keberadaan batuan ultrabasa di sekitar daerah Ciletuh, serta meningginya Moho ke arah kawasan tersebut. Merendahnya anomali ke bagian timur, di sekitar daerah Tagogapu-Padalarang, diperkirakan karena merendahnya Moho, sehingga batuan sedimen di daerah tersebut semakin menebal.



Gambar 6. Ketebalan sedimen Pulau Jawa dan Madura (Hamilton, 1974)

Sedangkan tinggian anomali di sebelah barat Waduk Jatiluhur dan Waduk Cirata diduga disebabkan oleh adanya batuan andesit yang mempunyai rapatmasa tinggi. Tinggian anomali di sekitar G. Halimun diduga bukan merupakan kelanjutan tinggian anomali di sebelah barat kedua waduk di atas, namun diduga disebabkan oleh pelipatan batuan yang membentuk antiklin.

Adanya nilai anomali Bouguer rendah hingga tinggi memberikan gambaran bahwa kelandaian anomali cukup tinggi, yang berarti terdapat kontras rapat masa batuan yang relatif tinggi di daerah tersebut. Kekontrasan ini diduga diakibatkan oleh pensesaran batuan. Pemetaan sesar berdasarkan analisis kualitatif ini, menghasilkan sebaran sesar di seluruh lokasi penelitian, termasuk di sekitar Waduk Jatiluhur, Waduk Cirata, dan Waduk Saguling (Gambar 5).

Penafsiran kuantitatif anomali Bouguer Lintasan AB

Lintasan AB sepanjang 60 km, berarah baratdaya-timurlaut, ditarik dari tinggian anomali 110mGal terletak di sekitar Cicitih (Sukabumi), melalui rendahan anomali 37,5mGal di sekitar Cipayung, kemudian melalui tinggian anomali 62,5mGal di G. Halimun, dan diakhiri di rendahan anomali 47,5mGal di Cileungsi (Gambar 5). Penafsiran kualitatif sepanjang lintasan ini, menghasilkan pemodelan struktur geologi bawah permukaan

berupa lipatan dan pensesaran batuan yang diduga akibat proses tektonik pada akhir Miosen Akhir (Effendi dr. 2011). Proses tektonik tersebut menyebabkan terjadinya sesar turun di km 43, sehingga batuan sedimen (rapatmasa 2,4 gr/cm³) setebal 8 km yang tersingkap di km 43-60 turun sekitar 2 km. Namun di km 26 dan km 14 terdapat sesar naik, yang menyebabkan batuan sedimen tersebut naik kembali mendekati permukaan di km 26 dan tersingkap di permukaan pada km 0-14. Lapisan batuan sedimen tersebut, yang sudah terlipatkan, membentuk pasangan sinklin-antiklin, kemudian tersesarkan sehingga dari km 14 hingga km 43 terbentuk cekungan (graben) yang kemudian terisi endapan lahar (rapatmasa 2,2 gr/cm³) sedalam 4 km. Sesar-sesar tersebut diduga mencapai lapisan kerak (rapatmasa 2,67 gr/cm³) hingga kedalaman kira-kira 14km. Tinggian anomali yang mencapai nilai 75-110 mGal di km 0-26 diduga diakibatkan oleh

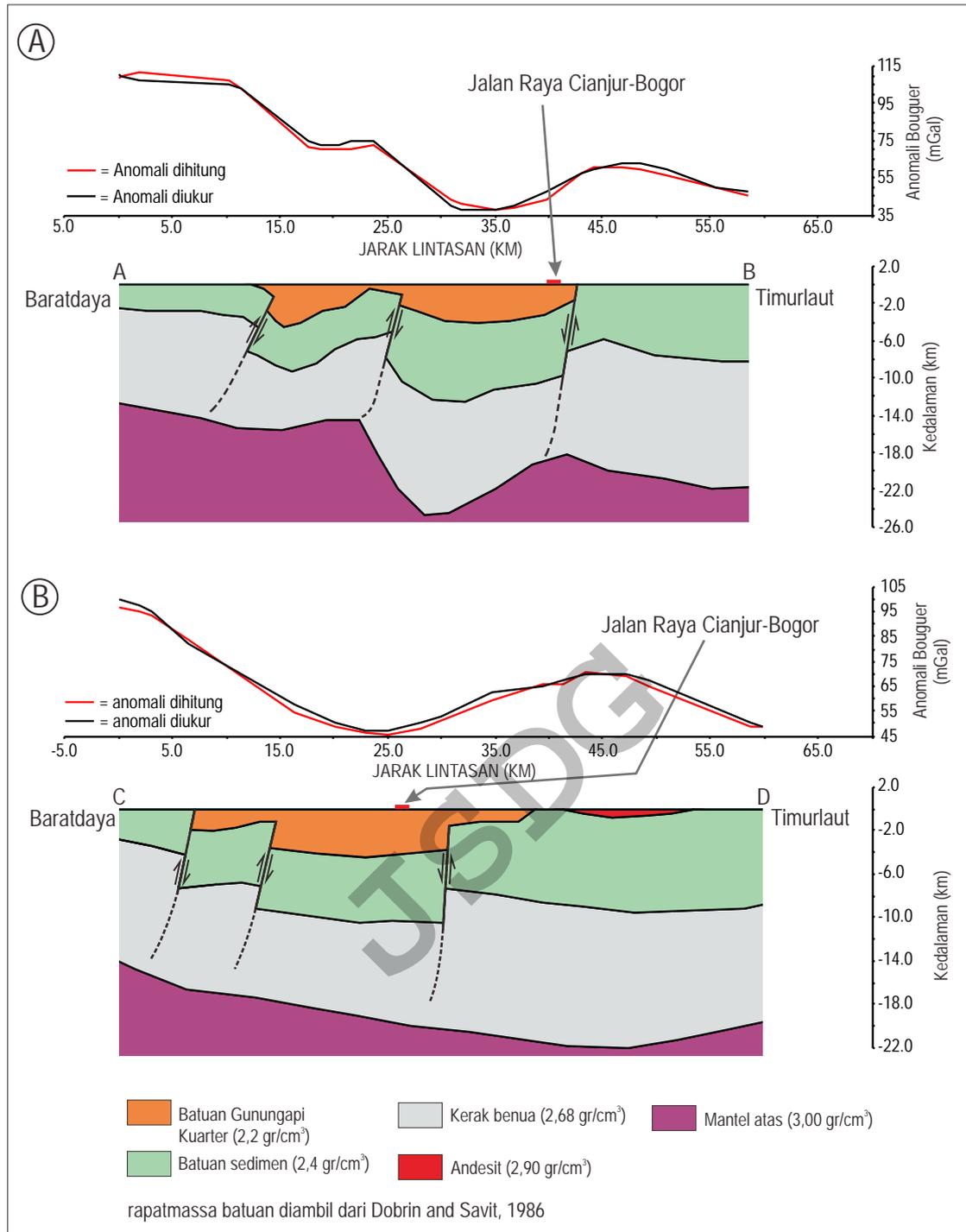
mendangkalnya Moho hingga kedalaman sekitar 14 km dibawah muka laut (dml), serta akibat adanya sesar naik yang menyebabkan naiknya blok batuan sedimen hingga mendekati sampai tersingkap di permukaan. Turunnya anomali di km 35 diperkirakan sebagai akibat turunnya Moho hingga kedalaman 24 km, serta akibat adanya cekungan endapan lahar pada km 14-43. Kemudian anomali naik kembali di km 40-60 membentuk tinggian anomali 65mGal, diduga sebagai akibat mendangkalnya kembali Moho hingga kedalaman 17km.

Sesar-sesar di km 26 dan km 43 tidak nampak di permukaan, akibat tertutupi oleh endapan lahar sepanjang 29 km (dari km 14 hingga km 43) (Gambar 7A).

Lintasan pemodelan ini memotong tegaklurus jalan raya Bandung-Puncak-Bogor di daerah sekitar Cipayung. Menurut Gambar 7A, posisi jalan raya tersebut terletak di km 40, di sebelah barat dari lokasi sesar turun.

Penafsiran kuantitatif anomali Bouguer Lintasan CD

Lintasan CD mempunyai panjang sekitar 60 km, berarah baratdaya-timurlaut, dan terletak di sebelah barat dari Waduk Jatiluhur, Waduk Cirata, dan Waduk Saguling.



Gambar 7. Analisis model gayaberat bagian atas kerak sepanjang Lintasan AB dan CD

Lintasan ini dimulai dari tinggian anomali 100mGal di bagian selatan, kemudian melewati rendahan anomali 50mGal di Cianjur, terus berlanjut ke tinggian anomali 70mGal di sebelah barat Waduk Jatiluhur, dan berakhir di rendahan anomali 50 mGal di bagian utara (Gambar 5).

Penafsiran kuantitatif sepanjang lintasan ini, menghasilkan pemodelan struktur geologi bawah

permukaan berupa pelipatan dan pensesaran batuan yang diduga akibat proses tektonik pada akhir Miosen Akhir (Effendi drr, 2011). Adanya sesar turun di km 30, dicirikan oleh batuan sedimen (rapatmassa 2,4 gr/cm³) setebal 6 km yang tersingkap di km 37-41turun sedalam 2 km, sedangkan keberadaan sesar naik di km 15 ditandai oleh batuan sedimen mendekati permukaan, dan di

km 7 terdapat sesar naik yang dicirikan oleh batuan sedimen tersebut tersingkap di km 0-7, serta di sepanjang km 7-37 terbentuk graben yang terisi endapan lahar (rapatmassa $2,2 \text{ gr/cm}^3$) sedalam 4 km.

Meningginya anomali dari km 25 ke km 0 hingga mencapai nilai 100 mGal diduga diakibatkan oleh mendangkalnya Moho hingga kedalaman 13 km, dan adanya sesar naik di km 7 yang menyebabkan terangkatnya kerak benua dan batuan sedimen tersingkap di permukaan. Pada km 5-25 anomali menurun hingga mencapai 47,5 mGal, diperkirakan akibat menurunnya Moho sampai kedalaman 22 km, dan akibat tebalnya lapisan endapan batuan gunung api hingga kedalaman 4 km. Nilai anomali menaik kembali dari km 25 sampai km 45, hingga mencapai harga 70 mGal. Kondisi ini diduga karena naiknya Moho hingga kedalaman 16 km, serta akibat keberadaan andesit di km 41-60 yang diduga berapatmassa tinggi (rapatmassa $2,80 \text{ gr/cm}^3$) (Gambar 7B). Menurut Sudjatmiko (2003), andesit ini merupakan batuan terobosan, namun berdasarkan model gayaberat, batuan ini tidak menerobos batuan yang lebih tua sehingga diduga lava produk gunungapi.

Kerak benua yang mengalasi batuan sedimen pada pemodelan anomali Bouguer kedua lintasan di atas diduga berumur pra-Tersier dan tersingkap di daerah Ciletuh (Soehaimi, 2011).

Potensi Bencana Geologi

Jalan raya yang menghubungkan Bandung – Puncak – Bogor secara geografis melalui perbukitan yang berlereng terjal, terutama di sekitar Padalarang dan Puncak, sedangkan di daerah Ciranjang sampai Cianjur bermorfologi datar. Secara geofisika, jalur Puncak-Bogor terletak di lereng tinggian anomali yang mempunyai kelandaian cukup tinggi ($2,5 \text{ mGal/km}$) sehingga jalur jalan tersebut diduga terletak sepanjang kelurusan sesar. Sedangkan jalur Padalarang-Cianjur diduga terletak di rendahan anomali yang diperkirakan sebagai cekungan sedimen (Gambar 5).

Berdasarkan kajian seismotektonik di wilayah Lajur Pelabuhanratu-Bogor-Jakarta, di daerah penelitian terdapat dua lajur sesar aktif, yaitu Sesar Aktif Cimandiri-Citarik dan Sesar Potensi Aktif Ciliwung-Cisadane. Sesar Citarik merupakan salah satu dari kedua sesar utama di lajur di atas, berarah baratdaya-timurlaut, dimulai dari Teluk Ciletuh,

Teluk Pelabuhanratu, Citarik, G. Salak, serta S. Cikeas / Bekasi. Sesar utama kedua adalah Sesar Potensi Aktif Cisadane-Ciliwung, yang keberadaannya mengikuti kelurusan S. Cisadane dan S. Ciliwung (Soehaimi, 2011). Keberadaan sesar Citarik dapat pula diidentifikasi berdasarkan interpretasi citra Landsat (Sidarto, 2008).

Sesar Citarik (Sidarto, 2008) dan Sesar Cisadane-Ciliwung (Soehaimi, 2011) dapat pula diidentifikasi beracuan pola anomali Bouguer. Berdasarkan penafsiran kualitatif anomali Bouguer, Sesar Citarik diduga sebagai sesar geser, sedangkan Sesar Cisadane-Ciliwung diperkirakan merupakan sesar turun yang menerus dari dalam hingga mendekati permukaan (Gambar 5).

Disamping kedua sesar aktif tersebut, terdapat pula sesar lainnya yang diduga merupakan sesar naik aktif. Sesar tersebut melewati Kota Sukabumi, berarah baratlaut-tenggara, dan diperkirakan melewati dua titik pusat kegempaan yang terletak di sebelah baratlaut dan di sebelah tenggara Sukabumi, serta berada pada kedalaman kurang dari 30 km (Soehaimi drr, 2004).

Dengan demikian, di daerah penelitian ini minimal diketahui tiga buah sesar aktif, sedangkan sesar-sesar lainnya belum diketahui status keaktifannya.

Penampang anomali Bouguer Lintasan AB (Gambar 7A) memperlihatkan bentuk dua dimensi dari sesar-sesar yang dilewati penampang ini. Pada km 40-41, diperlihatkan posisi dari jalan raya Cianjur-Puncak-Bogor, yang terletak di sekitar sesar turun Ciliwung-Cisadane yang diduga aktif.

Pada penampang anomali Bouguer Lintasan CD (Gambar 7B) diperlihatkan pula bentuk dua dimensi dari sesar-sesar yang dilewati penampang ini. Lokasi jalan raya berada di atas blok batuan gunungapi Kuarter yang mengisi graben. Diduga lokasi ini juga merupakan daerah rawan bencana, karena terletak di atas graben yang terbentuk akibat adanya sesar naik di baratdaya jalan raya dan sesar turun di sebelah timurlaut jalan raya.

Jalan raya Cianjur-Puncak-Bogor secara umum terletak di zona graben yang terisi batuan gunungapi Kuarter, sehingga tidak terlalu kompak, dan pada umumnya membentuk morfologi tinggi dengan kelereng curam. Secara struktur geologi menunjukkan adanya sesar di bawah permukaan. Berdasarkan kedua faktor tersebut, jalan ini relatif labil. Kenyataan di lapangan menunjukkan kondisi jalan raya tersebut sering tertimbun tanah longsor

(Koran Tempo, 23 November 2012; Harian Kompas, 16 Januari 2013).

Di bagian timur daerah penelitian, diduga terdapat tiga buah sesar yang memotong waduk, yaitu paling selatan diduga merupakan sesar naik memotong Waduk Saguling, di tengah diduga merupakan sesar turun memotong Waduk Cirata, sedangkan paling utara diduga sesar turun mengelilingi sisi timur Waduk Jatiluhur. Walaupun ketiga sesar ini belum diketahui statusnya (aktif atau tidak aktif), namun wajib untuk diwaspadai, karena akan berpotensi menimbulkan bencana gerakan tanah yang dapat menjebol waduk-waduk tersebut, sehingga mengakibatkan bencana banjir.

Maka kondisi ini perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah, terutama dari pihak PLN/PLTA.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Hasil analisis data gayaberas menunjukkan batuan di daerah penelitian dikelompokkan menjadi 5 kelompok, yaitu batuan mantel atas dengan rapatmassa $3,0 \text{ gr/cm}^3$, batuan terobosan Tersier dengan rapatmassa $2,90 \text{ gr/cm}^3$, kerak benua dengan rapatmassa $2,68 \text{ gr/cm}^3$, batuan sedimen Tersier dengan rapatmassa $2,4 \text{ gr/cm}^3$, dan batuan gunung api Kwartir dengan rapatmassa $2,2 \text{ gr/cm}^3$. Hasil analisis tersebut juga menunjukkan keberadaan struktur geologi bawah permukaan yang terdiri atas sesar naik, sesar turun, sesar geser, dan pelipatan batuan berupa antiklin dan sinklin.

Hasil analisis anomali Bouguer memperlihatkan bahwa Sesar Citarik dan Sesar Cisadane-Ciliwung diduga merupakan sesar dalam yang menerus hingga mendekati permukaan. Sesar naik yang melewati Sukabumi juga diduga merupakan sesar dalam yang menerus hingga mendekati permukaan. Mendekati permukaan diartikan sebagai tidak tersingkap di permukaan, karena data

geologi tidak menunjukkan hal itu.

Daerah Puncak ternyata terletak dalam zona graben yang dikontrol oleh sesar bawah permukaan, dan diisi oleh batuan gunung api Kwartir. Secara geologi daerah tersebut merupakan daerah berpotensi adanya tanah longsor.

Data anomali Bouguer dapat digunakan untuk menentukan wilayah labil yang menyebabkan terjadinya bencana geologi.

Saran

Sehubungan dengan tersebarnya beberapa sesar di daerah penelitian (Gambar 5), tiga buah diantaranya berstatus sesar aktif, maka disarankan untuk dilakukan monitoring pergerakan sesar dengan metode GPS pada beberapa titik pasti yang didirikan di atas pilar beton (*benchmark*). Penempatan *benchmark* harus diatur sedemikian rupa sehingga lokasinya stabil dan terletak diantara sesar-sesar di atas. *Benchmark* harus dibangun secara kokoh, sehingga bertahan secara permanen hingga tahunan. Pengukuran dilakukan secara periodik, minimal setiap 6 bulan, setiap titik minimal diamati selama 5 jam terus-menerus, sehingga bila terdapat pergerakan titik akan menghasilkan koordinat baru yang berbeda dengan koordinat sebelumnya. Dengan demikian arah dan jarak pergerakan titik dapat ditentukan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih pertama kali ditujukan kepada Bapak A. Soehaimi yang telah membantu penambahan data pendukung, sehingga makalah ini dapat tersusun dengan lebih akurat. Disamping itu, ucapan terima kasih ini juga ditujukan kepada rekan-rekan kerja, khususnya sdr. Ir. Bambang S. Widijono, berkat bantuannya penulis dapat menyusun makalah ini dengan lancar.

Acuan

- Dobrin, M.B., and Savit, C.H., 1986. *Introduction to Geophysical Prospecting*, Fourth Edition, McGraw-Hill International Editions
- Effendi, A.C., Kusnama, dan Hermanto, B., 2011. *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa, Sekala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Kompas, 2012. Puncak Mengancam Jakarta, Pemkab Bogor Akan Ubah Hutan Lindung Jadi Hutan Produksi dan Pemukiman. PT Kompas Media Nusantara, 16 Januari 2013.
- Nasution, J., dan Sobari, I., 1994. *Peta Anomali Bouguer Lembar Cianjur, Jawa, Sekala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- 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
- Sidarto, 2008. Dinamika Sesar Citarik, *Jurnal Sumber Daya Geologi*, XVIII (3), h.149-162
- Soehaimi, A., Effendi, I., Djuhanda, A., Hayat, D.Z., dan Hutubessy, S., 2004. *Peta Seismo Tektonik Daerah Selat Sunda dan sekitarnya, Skala 1:500.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Soehaimi, A., 2011. *Seismotektonik Jawa Barat dan Mikrozonasi Potensi Bencana Gempa Bumi DKI Jakarta*, Badan Geologi.
- Subagio, dan, Widijono, B. S., 2012. Interpretasi Pola Anomali Gayaberat Regional Kaitan nya Terhadap Potensi Sumber Daya Geologi Daerah Lengan Selatan Sulawesi, *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 22 : 49-64
- Sudjatmiko, 2003. *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa, Sekala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Koran Tempo, 2013. Enam Tewas Tertimbun Tanah Longsor di Puncak. PT Tempo Inti Media Tbk, Jakarta. Terbit, 23 November 2012.