

POTENSI LONGSORAN PADA KOMPLEK BMKG PELABUHAN RATU DENGAN METODA GEOLISTRIK

Eddy Z Gaffar¹

¹Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Jalan Sangkuriang Bandung 40135

Telpon: +62 022 2503654, Fax: +62 022 2504593

Email: eddy010@geotek.lipi.go.id

Sari

Lokasi bangunan gedung Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) di bawah Gunung Jayanti di Kampung Jayanti, Desa Citarik, Kecamatan Palabuhanratu, dinilai berbahaya karena lahannya sering kali terjadi pergeseran tanah. Untuk itu telah dilakukan studi geofisika dengan menggunakan metode geolistrik dipole-dipole pada 6 lintasan berarah hampir utara selatan dan timur barat. Dari penampang dua dimensi yang didapat pada enam lintasan geolistrik pada kompleks BMKG Pelabuhan Ratu, terlihat bahwa pada bagian atasnya merupakan lapisan penutup dengan resistifitas sedang sampai cukup tinggi yaitu 6 sampai 30 ohm.m yang diinterpretasikan sebagai batuan yang cukup keras seperti batupasir. Sedangkan bagian bawahnya terdapat nilai resistifitas yang bervariasi mulai dari yang cukup rendah sampai 0,12 ohm.m yang merupakan lapisan lanau lempung atau lempung lanauan dengan sifat mudah mengalami perubahan volume sampai nilai resistifitas yang tinggi sebagai batuan dasar lava atau breksi vulkanik. Oleh sebab itu dibawah batuan penutup diduga merupakan lapisan yang merupakan bidang gelincir untuk terjadinya longsor apabila di musim hujan.

Kata kunci: longsor, tahanan jenis, bidang gelincir

Abstract

Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) Office Building location under of the Mount Jayanti, Citarik Village, Palabuhanratu District, considered dangerous because their land is often shifting ground. Geophysical studies have been carried out by using dipole-dipole geoelectricity at 6 line with directional nearly north - south and east - west. From the two-dimensional cross-sections obtained at six tracks BMKG complex in Pelabuhan Ratu, shows that the top cover layer consist of medium to high resistivity 6 to 30 ohm.m is interpreted as a fairly hard rock like sandstone. While there underneath the resistivity values ranged from a low until 0.12 ohm.m consist of silty clay and clayey silt that easy to change in volume to high resistivity value as a rock basic volcanic lava or breccia volcanics. Therefore, under the cover of rock layers is the sliding plane for the occurrence of sliding especially in the rainy season.

Keywords: landslide, resistivity, sliding plane

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lokasi bangunan gedung Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di bawah Gunung Jayanti di Kampung Jayanti, Desa Citarik, Kec. Palabuhanratu, Kab. Sukabumi dinilai berbahaya karena lahannya sering kali terjadi pergeseran tanah. Pergerakan tanah di lokasi tersebut telah menyebabkan tanah retak dan amblas hingga menimbun sebagian badan jalan provinsi yang menuju Kota Palabuhanratu. Kendati gundukan tanah yang menimbun badan jalan kini sudah dibersihkan, berpotensi tertimbun kembali longsor mengingat lokasi tanah itu

sering terjadi pergeseran. Berdasarkan pemantauan, di lokasi sekitar Gedung BMG, tampak permukaan tanah di depan gedung amblas dengan kedalaman sekira 20-30 cm. Kondisi tanah amblas dan retak-retak itu memanjang hingga ke badan jalan provinsi, sehingga pos jaga di depan jalan masuk ke gedung tersebut nyaris roboh tertimbun longsor tanah. Jika terjadi hujan besar, aliran air dari puncak gunung yang bebatuan itu jatuh menyerupai air terjun dan mengalir tepat ke arah gedung BMG tersebut. Walaupun sekarang telah dilakukan perbaikan dengan membuat konstruksi rock fill dan pembuatan bronjong namun masih ada kemungkinan terjadinya longsor. Untuk itu atas kerjasama Puslitbang Geoteknologi-LIPI, BMKG dan Chiba University, dilakukan pengukuran geolistrik di dalam kompleks BMKG Pelabuhan Ratu.

Tujuan penelitian dengan menggunakan alat geolistrik ini adalah untuk mengetahui kedalaman lapisan batuan/tanah yang bisa menjadi bidang gelincir suatu kelompok batuan. Dengan diketahuinya kedalaman lapisan batuan yang bisa sebagai bidang gelincir, bisa memberikan solusi terhadap adanya suatu daerah yang kerap kali terjadi longsor

Geologi Regional

Batuan tertua yang tersingkap terdiri dari pasir kuarsa dan lempung dari Formasi Ciletuh, kemudian di atasnya adalah satuan napal tufaan, lempung napalan, batupasir dan lensa-lensa batugamping yang merupakan Formasi Walat, Batuasih dan Rajamandala. Secara selaras di atasnya diendapkan breksi aliran bersusunan andesit yang tersemen baik dari Formasi Jampang. Formasi di atas ditutupi secara tidak selaras oleh rempah gunungapi berupa breksi, breksi tufaan, batupung, aliran lava dan batupasir tufaan, umumnya berlapis kurang baik. Selanjutnya secara tidak selaras di atasnya diendapkan Formasi Lengkong terdiri dari batupasir gampingan, perselingan pasir halus, lanau dan batulempung. Di atasnya diendapkan Formasi Citarum, Formasi Cimandiri dan Formasi Bojonglopang. Secara selaras di atasnya diendapkan Formasi Nyalindung yang terdiri dari batupasir gampingan, batulempung, napal pasiran, konglomerat, breksi, batugamping yang diikuti oleh pengendapan Formasi Bentang dan Besar terdiri dari batupasir tufaan dan batupung, napal tufaan, serpih tufaan dan breksi konglomeratan. Di atas batuan sedimen tersebut di atas, diendapkan batuan breksi gunungapi yang terdiri dari breksi bersusunan fragmen andesit, basal, setempat aglomerat lapuk dan batuan lava yang berumur Kuartar. Selanjutnya di atasnya diendapkan aluvial yang terdiri dari fragmen berukuran lempung, lanau, kerikil, kerakal (Sukanto, 1975). Struktur pada daerah penelitian adalah struktur sesar Cimandiri yang berarah barat-timur dan diduga masih aktif (Gaffar, E 2005).

Pada kampus BMKG Pelabuhan Ratu tersingkap dua batuan yaitu batuan breksi dan lava gunung api yang berumur kuartar. Lava gunung api terdiri dari andesit dengan ologoklas-andesin dan banyak sekali hornblenda, sedangkan breksi gunung api terdiri dari andesit-basal, setempat aglomerat, dan mengalami pelapukan.

METODE PENELITIAN

Metode resistivitas merupakan metode geolistrik yang mempelajari sifat tahanan jenis dari lapisan batuan di dalam bumi, yaitu dengan mengalirkan arus ke dalam tanah melalui titik elektroda, dan kemudian mengukur harga potensial dengan elektroda lain yang segaris atau dekat dengan titik arus yang dialirkan. Kemudian kita akan dapat menghitung harga tahanan jenis berdasarkan besar arus dan potensial yang terukur (Telford, 1990).

Penyelidikan yang dilakukan pada kegiatan ini menggunakan metoda sounding-profiling (2 dimensi) bertujuan untuk mempelajari variasi tahanan jenis secara vertikal maupun horizontal.

Metoda ini diawali dengan melakukan pengukuran dengan spasi tetap pada lintasan yang lurus, setelah selesai lalu pengukuran diulang kembali pada titik awal lintasan dengan memakai jarak spasi elektroda yang lebih besar dan merupakan kelipatan dari spasi pertama. Semakin sensitif dan besar arus yang dapat dihasilkan alat tersebut maka semakin leluasa pula kita memperbesar jarak spasi elektroda, sehingga semakin dalam pula lapisan yang dapat kita amati. Hasil pengukuran ini akan didapat data resistivitas setiap lapisan yang nantinya dapat dibuat kontur harga resistivitas secara vertikal (*pseudosection*). Dari kontur tersebut kita dapat mengetahui posisi dan kedalaman lapisan yang kita inginkan. Dengan diketahuinya kedalaman lapisan batuan yang bisa sebagai bidang gelincir, bisa memberikan solusi terhadap adanya suatu daerah yang kerap kali terjadi longsor.

Penelitian dilakukan dengan mengukur resistivitas pada 6 lintasan dalam kompleks BMKG Pelabuhan Ratu (Gambar 1). Tiga lintasan berarah hampir barat – timur (sejajar dengan arah longsor) dan 3 lintasan lagi berarah hampir utara-selatan (memotong arah longsor) .



Gambar 1. Lintasan pengukuran geolistrik di kompleks BMKG Pelabuhan Ratu

Alat yang digunakan adalah Geolistrik “*Multi Channel SuperSting Resistivity*” (Gambar 2) jumlah elektroda 56 buah, panjang bentangan/profil maks 1375 meter, jarak antar elektroda maks. 25 meter Pengukuran dilakukan dengan mengambil jarak antar elektroda dua macam jarak, yaitu jarak 10 dan 5 meter.



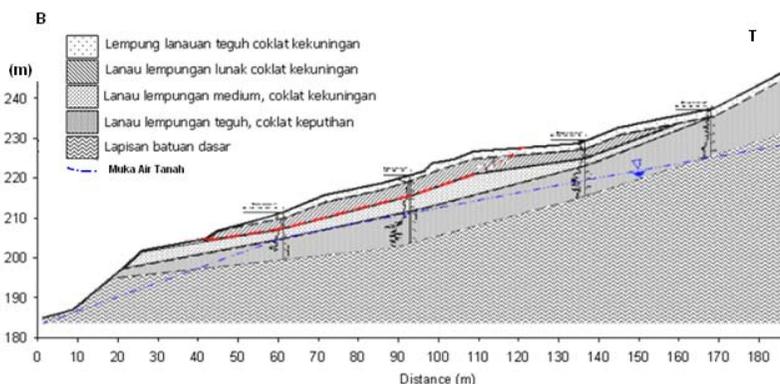
Gambar 2. SuperSting dengan perlengkapan utama-nya: Inbox adalah kartun metoda pengukuran

Metode ini digunakan berdasarkan adanya fenomena alam bahwa batuan/tanah yang mengandung air dan bersifat lempungan, mempunyai tahanan jenis kecil atau bersifat lebih menghantar arus listrik daripada batuan yang tidak mengandung air dan bersifat pasiran. Peralatan lapangan supersting didukung oleh perangkat lunak “*Earth Imager*”. Pada dasarnya software tersebut akan menghubungkan nilai-nilai resistivitas yang sama ke arah lateral serta kedalaman sehingga akan membentuk suatu kontur. Karena kedalaman yang didapat belum tentu menunjukkan kedalaman yang sebenarnya maka disebut dengan *Pseudodepth Section*. Kombinasi penggunaan peralatan lapangan dan perangkat komputer tersebut memungkinkan untuk mengetahui konfigurasi lapisan bawah permukaan sampai kedalaman tertentu dengan lebih cepat dan akurat.

HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

Pengukuran dengan jarak elektroda 5 dan 10 meter dilakukan pada 6 lintasan dimana 3 lintasan sejajar berarah hampir barat–timur, yaitu lintasan 1, lintasan 4 dan lintasan 5 sedangkan 3 lintasan lagi berarah hampir utara-selatan, yaitu lintasan 2, lintasan 3 dan lintasan 6. Pada pemaparan kali ini akan dibahas hanya pengukuran dengan jarak antar elektroda 5 meter saja karena akan melihat lebih detil penampang batuan sampai kedalaman 15 atau 20 meter dengan tingkat ketelitian yang lebih baik. Adapun dari hasil proses data menjadi dua dimensi sudah diselesaikan semua dari 6 lintasan geolistrik namun masih terdapat beberapa data yang tingkat kesalahannya masih besar (di atas 50 persen), sehingga dalam pembahasan nanti dua lintasan yaitu lintasan 1 dan lintasan 2 yang error nya lebih dari 50 % tidak akan dimasukkan dalam pembahasan.

Hasil interpretasi data uji sondir, bor tangan dan data tahanan jenis dari peneliti terdahulu (Tohari, A 2008) yang membagi jenis batuan dan besar tahanan jenis sebagai berikut: 1. Lempung lanauan teguh, coklat kekuningan, kerikil dan kerakal, ketebalan < 2,0 m, tahanan jenis >10 Ω m. 2. Lanau lempungan lunak, coklat kekuningan, ketebalan < 2.5 meter, tahanan jenis antara 2 Ω m dan 10 Ω m. 3. Lanau lempungan teguh hingga sangat teguh, coklat keputihan. Tahanan jenis <2 Ω m, dan 4. Lanau lempungan medium. Adapun hasil penampang penelitian terdahulu (Tohari, 2008) seperti terlihat pada Gambar 3 berikut :

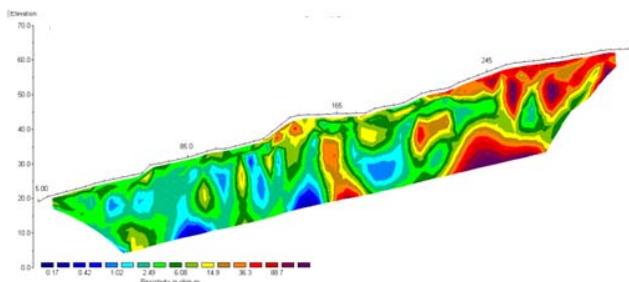


Gambar 3. Penampang dari barat ke timur oleh peneliti terdahulu (Tohari, A, 2008)

Dalam penelitian ini ditambahkan bahwa pada tahanan jenis antara 10 – 20 Ohm-m merupakan batu lempung pasiran yang tersingkap pada selokan pada tengah lintasan 3 dan yang lebih besar

dari 20 Ohm-m mencerminkan batuan keras (batu pasir atau lava andesit) seperti terlihat pada lintasan 4 dan 5 bagian timur, di permukaan terdapat singkapan batuan lava andesit dan batupasir (nilai tahanan jenisnya lebih besar dari 20 Ohm-m).

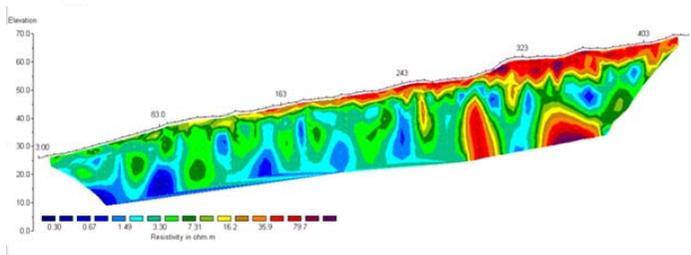
Dari penampang 5 (Gambar 4) yang terletak paling utara dari daerah penelitian berarah hampir barat - timur dan membelok ke arah tenggara pada ujung timurnya, dari titik yang rendah (barat) ke arah titik yang tinggi (timur) terlihat bahwa penampang yang berwarna biru tua sampai biru muda yaitu dari besar tahanan jenis 0,17 sampai 2 Ohm-m adalah merupakan lanau lempungan teguh sampai sangat teguh, dari penampang berwarna biru muda sampai kuning adalah merupakan lanau lempungan dan dari warna kuning sampai jingga merupakan lempung lanauan teguh dan dari warna jingga sampai merah merupakan batupasir atau lava. Dari permukaan sampai sekitar kedalaman dua meter terdapat lapisan dengan tahanan jenis berwarna hijau muda sampai hijau tua yang menunjukkan batuan lanau lempungan lunak dan pada bagian tengah sampai bagian timur terdapat batuan lempung lanauan teguh dengan ketebalan hampir 5 meter. Lapisan ini disebut sebagai lapisan penutup. Dibawah lapisan ini terdapat lapisan lanau lempungan teguh hingga sangat teguh berwarna hijau muda sampai biru tua dengan tahanan jenis yang sangat rendah dan dengan ketebalan bervariasi dan ada yang mencapai 20 meter pada bagian barat sampai bagian tengah dan ke timur tahanan jenisnya bervariasi dari rendah sampai tinggi mencapai 10 - 15 Ohm-m yang merupakan lempung pasir sampai batupasir pada bagian timur dari penampang. Pada bagian bawah dari penampang bagian timur terdapat batuan dengan tahanan jenis yang lebih besar dari 20 ohm-m sampai 100 ohm-m yang mencerminkan batu pasir dan lava.



Gambar 4. Penampang geolistrik lintasan 5

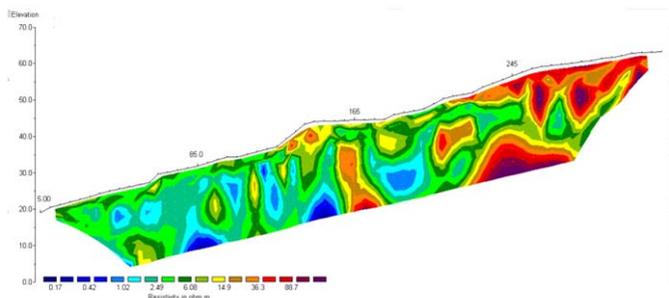
Penampang 4 (Gambar 5) yang terletak paling selatan dari daerah penelitian berarah hampir barat - timur, dari titik yang rendah (barat) ke arah titik yang tinggi (timur) terlihat pola yang hampir sama dengan penampang 5 yaitu penampang yang berwarna biru tua sampai biru muda yaitu dari besar tahanan jenis 0,17 sampai 2 Ohm-m adalah merupakan lanau lempungan teguh sampai sangat teguh, dari penampang berwarna biru muda sampai kuning adalah merupakan lanau lempungan dan dari warna kuning sampai jingga merupakan lempung lanauan teguh dan dari warna jingga sampai merah merupakan batupasir atau lava. Dari permukaan sampai sekitar kedalaman dua meter terdapat lapisan dengan tahanan jenis berwarna hijau muda sampai hijau tua yang menunjukkan batuan lanau lempungan lunak dan pada bagian tengah sampai bagian timur terdapat batuan lempung lanauan teguh dan batupasir pada bagian timur dengan ketebalan lebih dari 10 meter. Lapisan ini disebut sebagai lapisan penutup. Dibawah lapisan ini terdapat lapisan lanau lempungan teguh hingga sangat teguh berwarna hijau muda sampai biru tua dengan tahanan jenis yang sangat rendah dan dengan ketebalan bervariasi dan ada yang mencapai 20 meter pada bagian barat sampai bagian tengah dan ke timur tahanan jenisnya bervariasi dari rendah sampai tinggi mencapai 10 - 15 Ohm-m yang merupakan lempung pasir

sampai batupasir pada bagian timur dari penampang. Pada bagian bawah dari penampang bagian timur terdapat batuan dengan tahanan jenis yang lebih besar dari 20 ohm-m sampai 100 ohm-m yang mencerminkan batu pasir dan lava.



Gambar 5. Penampang geolistrik lintasan 4

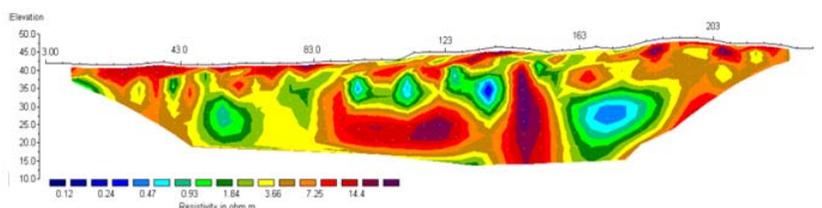
Dari penampang 6 (Gambar 6) yang terletak di tengah dari daerah penelitian berarah hampir utara - selatan, dari titik utara ke arah titik selatan terlihat bahwa penampang yang berwarna biru tua sampai hijau muda yaitu dari besar tahanan jenis 0,1 sampai 2 Ohm-m adalah merupakan lanau lempungan teguh sampai sangat teguh, dari penampang berwarna hijau muda sampai jingga (2 - 10 Ohm-m) adalah merupakan lanau lempungan dan dari warna jingga sampai merah tua (10 - 20 Ohm-m) merupakan lempung pasir dan dari warna merah tua sampai hitam (>20 Ohm-m) merupakan batupasir. Dari permukaan sampai sekitar kedalaman dua meter terdapat lapisan dengan tahanan jenis berwarna oranye sampai merah tua yang menunjukkan batuan lempung pasir. Lapisan ini disebut lapisan penutup. Dibawah lapisan ini terdapat lapisan lanau lempungan teguh hingga sangat teguh diselingi dengan lempung lanauan teguh (berwarna hijau muda sampai hijau tua) dengan tahanan jenis yang sangat rendah sampai sedang dengan ketebalan bervariasi, ada yang mencapai 20 meter. Pada bagian bawah dari penampang bagian selatan terdapat batuan dengan tahanan jenis yang lebih besar dari 20 ohm-m sampai 100 ohm-m yang mencerminkan batuan pasir dan lava.



Gambar 6. Penampang geolistrik lintasan 6

Dari penampang 3 (Gambar 7) yang terletak di bagian barat dari daerah penelitian berarah hampir utara - selatan, dari titik utara ke arah titik selatan terlihat bahwa penampang yang berwarna biru tua sampai hijau tua yaitu dari besar tahanan jenis 0,1 sampai 2 Ohm-m adalah merupakan lanau lempungan teguh sampai sangat teguh, dari penampang berwarna hijau tua sampai jingga (2 - 10 Ohm-m) adalah merupakan lanau lempungan dan dari warna jingga sampai merah tua (10 - 20 Ohm-m) merupakan lempung pasir dan batupasir. Dari permukaan sampai sekitar kedalaman dua meter terdapat lapisan dengan tahanan jenis berwarna oranye sampai merah tua yang menunjukkan batuan lempung pasir.

oranye sampai merah tua yang menunjukkan batuan lempung pasiran padat . Lapisan ini disebut sebagai lapisan penutup. Dibawah lapisan ini terdapat lapisan lanau lempungan teguh hingga sangat teguh diselingi dengan lempung pasiran padat (berwarna hijau tua sampai jingga) dengan tahanan jenis yang sangat rendah sampai sedang dengan ketebalan bervariasi, ada yang mencapai 20 meter .



Gambar 7. Penampang geolistrik lintasan 3

Dari penampang tahanan jenis tersebut di atas, bisa disimpulkan bahwa lapisan paling atas disebut sebagai lapisan penutup yang terdiri dari lapisan dengan nilai tahanan jenis yang bervariasi 2 sampai 20 Ohm-m yang merupakan lanau lempungan sampai batupasir. Batuan yang lebih keras seperti batupasir terdapat pada bagian paling timur dari kampus BMKG yang lebih dekat ke singkapan lava gunung api dan pada bagian lain juga sudah ada pengerasan dan pembuatan jalan seperti pada lintasan 3 bagian atasnya merupakan lapisan pengerasan. Di bawah lapisan penutup terdapat lapisan dengan resistivitas dibawah 2 Ohm-m yang merupakan batuan yang lunak merupakan lanau lempungan terdiri dari lapisan lanau lempungan lunak dan lanau lempungan medium. Lapisan lanau lempungan ini mempunyai sifat mengembang apabila terkena air. Pada musim hujan, permukaan air tanah yang terdapat pada kedalaman sekitar 10 meter (Gambar 3) akan menjadi naik sampai kedalaman 5 - 7 meter dimana lapisan lanau lempungan ini akan mengembang. Oleh sebab itu, lapisan lanau lempungan ini adalah merupakan bidang lemah dan merupakan bidang gelincirnya. Hasil ini mendukung hasil peneliti terdahulu bahwa bidang gelincir diperkirakan terletak pada lapisan lanau lempungan lunak dan medium.

KESIMPULAN

Dari penampang dua dimensi yang didapat pada enam lintasan geolistrik pada kompleks BMKG Pelabuhan Ratu, terlihat bahwa pada bagian atasnya merupakan lapisan penutup dengan tahanan jenis sedang sampai cukup tinggi yaitu 6 sampai 30 ohm.m yang merupakan batuan lempung sampai batupasir. Sedangkan bagian bawahnya terdapat nilai tahanan jenis yang bervariasi mulai dari yang cukup rendah sampai 0,12 ohm.m yang merupakan lapisan lempung lanauan dengan sifat mudah mengalami perubahan volume. Pada musim hujan air tanah akan naik sampai kedalaman 5 – 7 meter yang menyebabkan lempung lanauan ini mengembang dan menjadi bidang gelincir. Paling bawah terdapat lapisan dengan nilai resistifitas yang tinggi sekali sampai dengan 100 Ohm.m yang merupakan batuan dasar terdiri dari lava gunung api dan breksi gunung api.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Prof Katsumi Hattori yang telah mensponsori kegiatan ini, Kepala BMKG Stasiun Bandung dalam memberikan izin dan fasilitas tempat serta Yayasan Sudradjat, Djupriono yang telah membantu dalam pengukuran lapangan dan proses data.

DAFTAR PUSTAKA

- Tohari, A., 2008, *Kajian Longsoran dan Metode Stabilisasi Longsoran di Lokasi Pembangunan Kantor BMG, Pelabuhan Ratu, Sukabumi*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan-XII Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia, Bandung, 18-19 Nopember 2008.
- Gaffar, E., Ruslan, Suwiyanto, Widarto, D., Ruswandi, D., Sudrajat, Y., dan Ashari, P., 2005, *Deformasi Kerak Bumi Segmen-Segmen Sesar Daerah Busur Sunda: Aplikasi Pada Mitigasi Bencana Geologi*, Laporan Penelitian Penelitian Ilmu Pengetahuan dasar – Puslit Geoteknologi, LIPI.
- RAB. Sukanto, 1975., *Peta Geologi lembar Jampang dan Balekambang, Jawa Skala 1 : 100.000*, Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan Indonesia, Bandung.
- Telford, W. M., Geldart, L. P. and Sheriff, R. E., 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press.