

**Deliniasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik, MASW, dan Data Mekanika Tanah
(Studi Kasus: Malausma-Majalengka-Jawa Barat)**

Zaenudin. A ⁽¹⁾, Romosi. M ⁽¹⁾, Kristianto ⁽²⁾, Suharno ⁽¹⁾, Mulyatno. B.S ⁽¹⁾.

⁽¹⁾Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung

⁽²⁾Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Bandung

Sari

Telah dilakukan penelitian gerakan tanah di Dusun Cigintung Desa Cimuncang Kec. Malausma Kab. Majalengka menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger, MASW, dan data mekanika tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil pemodelan bawah permukaan yang terukur. Dari hasil pemodelan geolistrik diperoleh nilai tahanan jenis <25 ohm.m diduga merupakan lapisan lempung, nilai tahanan jenis antara 25-75 ohm.m diduga merupakan lapisan tufa dan nilai tahanan jenis >75 ohm.m diduga merupakan lapisan breksi tak terkonsolidasi. Dari pemodelan MASW diperoleh nilai kecepatan gelombang S sekitar 40-183 m/s diduga merupakan lapisan tanah lunak dan nilai kecepatan gelombang S sekitar 183-366 m/s diduga merupakan lapisan tanah kaku. Dari hasil pemodelan Geoslope diperoleh nilai Faktor Keamanan (FK) lintasan 1 sekitar 1,261 yang berarti lereng tersebut relatif stabil dan lintasan 4 sekitar 0,980 yang berarti lereng tersebut termasuk lereng labil.

Kata kunci : gerakan tanah, tahanan jenis, gelombang S

Pendahuluan

Proses geodinamika Indonesia yang aktif menjadikan kejadian letusan gunungapi, gerakan tanah, gempa bumi, dan bahaya geologi lainnya terus terjadi dari waktu ke waktu. Dari waktu ke waktu semakin terasa bahwa frekuensi kejadian gerakan tanah semakin meningkat (Wirakusumah, 2012).

Salah satu daerah di Indonesia yang rawan akan bencana gerakan tanah yaitu Provinsi Jawa barat, diantaranya yang terjadi di Dusun Cigintung Desa Cimuncang Kec. Malausma Kab. Majalengka pada tanggal 14 April 2013 yang mengakibatkan pemukiman warga, lahan pertanian, dan jalan di dusun tersebut mengalami kerusakan.

Gerakan tanah merupakan gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Gangguan kestabilan tanah diakibatkan oleh terganggunya gaya yang bekerja pada lereng yang disebabkan karena adanya suatu proses yang menaikkan gaya pendorong atau mengurangi gaya penahan pada lereng (Imam, 1998 dalam Indrawati, 2009). Faktor-faktor yang mengontrol terjadinya gerakan tanah

adalah kondisi geologi, morfologi, keairan dan tata guna lahan. Faktor pemicu umumnya curah hujan dan getaran gempabumi, pemicu lainnya bisa akibat ulah manusia. Pada saat terjadi hujan, air hujan akan meresap dan menembus tanah hingga ke lapisan kedap air. Lapisan inilah yang akan berperan sebagai bidang gelincir, sehingga menyebabkan gerakan tanah atau longsor. Dalam penyelidikan gerakan tanah keberadaan bidang gelincir ini menjadi salah satu faktor yang menarik untuk dikaji.

Untuk mengetahui keadaan bawah permukaan bumi khususnya bidang gelincir, dapat digunakan survei geofisika. Metode geofisika yang digunakan dalam mencari keberadaan bidang gelincir pada daerah penelitian ini yaitu menggunakan metode geolistrik tahanan jenis, MASW (*Multichannel Analysis of Surface Wave*), dan data mekanika tanah. Metode- metode tersebut digunakan dalam penelitian ini disebabkan dengan metode-metode tersebut dapat menghasilkan gambaran lapisan bawah permukaan secara dua dimensi berdasarkan nilai tahanan jenis batuan penyusun lapisan tersebut. Dan bisa digunakan metode analisis kecepatan untuk mengetahui lapisan yang dianggap bidang lemah berdasarkan analisis nilai kecepatan penjalaran gelombang geser hingga kedalaman 30 meter ($V_s 30$).

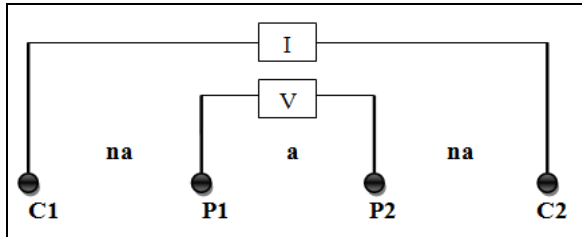
Metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode geolistrik yang digunakan untuk mempelajari keadaan bawah permukaan dengan cara mempelajari sifat aliran listrik di dalam batuan di bawah permukaan bumi. Metode ini dilakukan dengan mengalirkan arus listrik searah ke dalam bumi melalui elektroda arus, selanjutnya distribusi medan potensial diukur dengan elektroda potensial. Variasi nilai tahanan jenis dihitung berdasarkan besar arus dan potensial yang terukur (Santoso, 2002).

Metode ini diasumsikan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak tergantung pada spasi elektroda. Pada kenyataannya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda-beda sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka harga yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar.

$$\rho a = \frac{K\Delta V}{I} \quad (1)$$

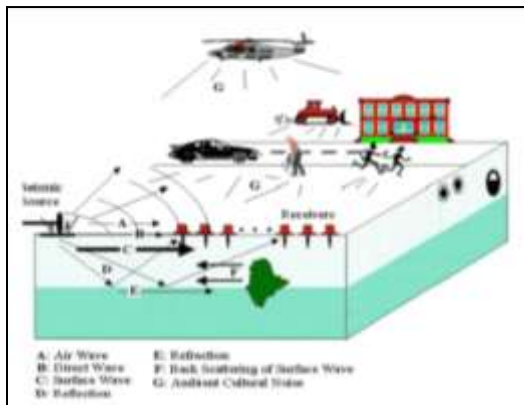
Dengan ρa merupakan resistivitas semu yang bergantung pada spasi elektroda.

Konfigurasi Wenner-Schlumberger merupakan konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 atau C2-P2 dengan spasi antara P1-P2 seperti pada Gambar 1. Jika jarak antar elektroda potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah $2na+a$. Proses penentuan resistivitas menggunakan empat buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus (Sakka, 2002).



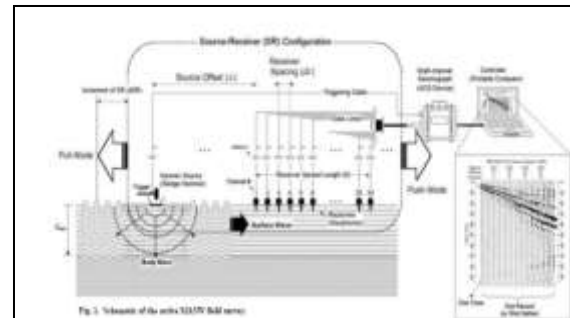
Gambar 1. Pengaturan elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger.

Metode MASW merupakan metode yang memanfaatkan fenomena dispersi gelombang permukaan yang bertujuan untuk mengevaluasi karakter suatu medium solid. Metode ini akan mengukur variasi kecepatan gelombang permukaan seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pengukuran metode ini membutuhkan sumber seismik pasif dan atau aktif untuk menghasilkan gelombang permukaan dengan 12 sampai 24 *geophone*. Metode ini terbagi menjadi dua jenis yaitu metode MASW aktif dan pasif. Perbedaan dari kedua jenis metode ini yaitu terletak pada sumber gelombang yang digunakan. Metode MASW aktif menggunakan sumber gelombang yang memiliki frekuensi tinggi yaitu dapat berupa palu atau *weightdrop*, sedangkan metode MASW pasif menggunakan sumber dengan frekuensi rendah seperti pasang surut air laut, lalu lintas kendaraan ataupun kerumunan pejalan kaki (Park, dkk).



Gambar 2. Gambaran umum survei metode MASW.

Dan berikut skema survei lapangan metode MASW aktif seperti pada Gambar 3.

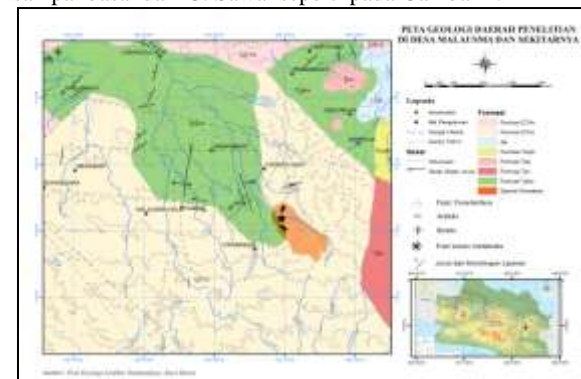


Gambar 3. Skema survei lapangan metode MASW aktif.

Kelebihan metode ini dibandingkan metode seismik lainnya, yaitu sebagai berikut:

1. Non eksplosif, sehingga tidak mudah merusak lingkungan.
2. Lebih mudah dikarenakan tidak diperlukan pengeboran.
3. Peralatannya mudah dibawa dengan tenaga manusia.
4. Dapat digunakan survei dangkal maupun mencapai ratusan meter.
5. Mudah dalam menentukan persebaran nilai rata-rata V_s 30 untuk menentukan jenis tanah.

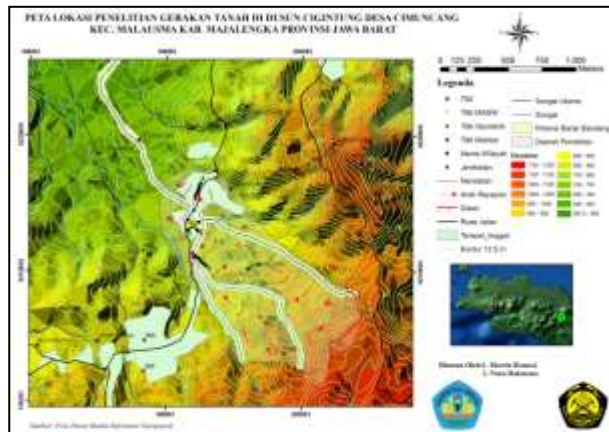
Berdasarkan keadaan morfologi daerah penelitian merupakan daerah dengan morfologi dataran tinggi (perbukitan terjal) yang memiliki kemiringan sekitar 25-40% dan ketinggiannya sekitar 400-2000 mdpl. Sedangkan berdasarkan keadaan geologi daerah penelitian berada di Formasi Kaliwangu (Tpkw) yang tersusun oleh batuan lempung bersisipan batupasir tufaan, konglomerat, batupasir gampingan dan batu gamping yang umurnya sekitar Pliosen bawah serat berada pada Formasi Qvts (Hasil Gunungapi tua) yang tersusun oleh breksi gunungapi, breksi aliran, tuva, dan lava bersusunan andesit sampai basal dari G. Sawal seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta geologi daerah penelitian (Budhitrisna dkk, 1986).

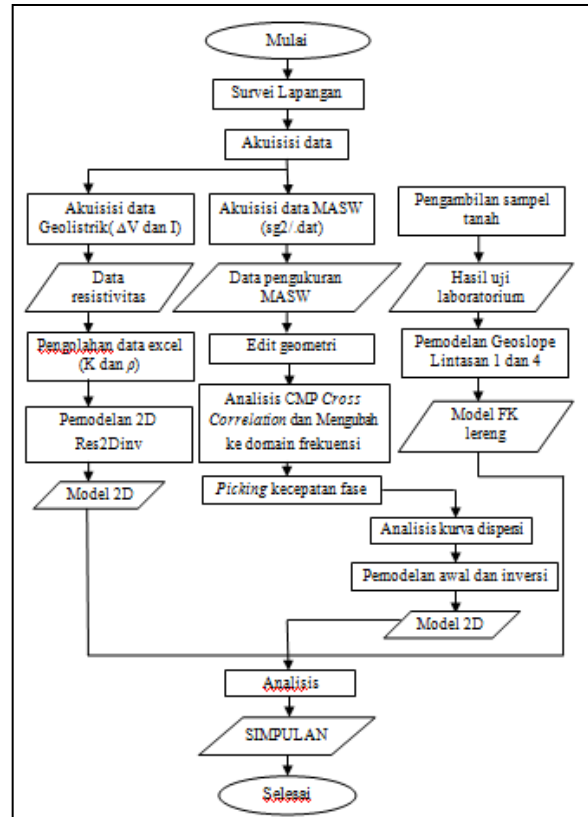
Data dan Metode

Penelitian ini dilakukan di Dusun Cigintung desa Cimuncang Kecamatan Malusma Kabupaten Majalengka yang terletak pada koordinat sistem proyeksi UTM WGS84 antara 199737-199882 UTM X dan 9219893-9220507 UTM Y menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger sebanyak tiga lintasan dengan menggunakan spasi 5 meter dengan jarak bentangan 115 meter, MASW (*Multichannel Analysis of Surface Wave*) aktif sebanyak dua lintasan menggunakan 24 *geophone* dengan spasi antar *geophone* 2 meter dan panjang lintasan 47 meter, dan data mekanika tanah sebanyak dua lintasan. Lintasan pengukuran ditentukan dengan melihat kondisi keadaan daerah penelitian. Akuisisi dan pengolahan data geolistrik tahanan jenis dilakukan dengan menggunakan alat *resistivitymeter* serta *software* Res2Dinv dan Rockwock 14 guna mengetahui lapisan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai tahanan jenis batuan yang terukur. Akuisisi dan pengolahan data MASW dilakukan dengan menggunakan alat Oyo McSeis serta *software* Seismager McSeis Pickwin, WaveEq, dan GeoPlot guna mengetahui lapisan tanah yang dianggap lemah berdasarkan penalaran gelombang geser (V_s). Sedangkan pengolahan data mekanika tanah dilakukan dengan *software* Geoslope 2004 guna mengetahui nilai faktor keamanan lereng daerah penelitian.



Gambar 5. Peta lokasi daerah penelitian di Desa Cimuncang.

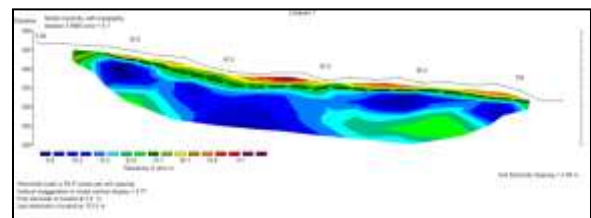
Proses penelitian ini dilakukan berdasarkan diagram alir seperti pada Gambar 6. Pada metode geolistrik dilakukan proses akuisisi data, pengolahan data dan pemodelan 2D. Pada metode MASW dilakukan proses akuisisi data, pengolahan data dan pemodelan 2D, begitu juga dengan metode mekanika tanah. Dari pemodelan 2D tersebut kemudian dilakukan analisis hasilnya yang akan digunakan dalam proses analisis bidang gelincir.



Gambar 6. Diagram alir penelitian.

Hasil dan Diskusi

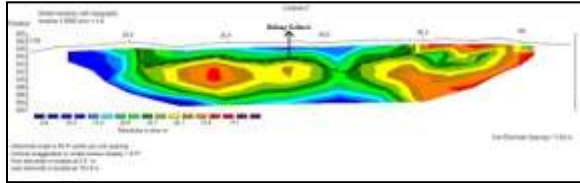
Dari pengolahan data geolistrik tahanan jenis dihasilkan model 2D seperti pada Gambar 7 (Lintasan 1), Gambar 8 (Lintasan 2), dan Gambar 9 (Lintasan 3).



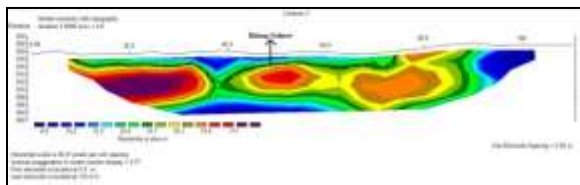
Gambar 7. Hasil dua dimensi tahanan jenis Lintasan 1.

Dari model 2D geolistrik tersebut menunjukkan 3 lapisan bawah permukaan yaitu dengan nilai tahanan jenis < 25 ohm.m, 25-75 ohm.m dan >75 ohm.m (Telford, 1990). Gambar 7 menunjukkan model 2D dengan nilai tahanan jenis < 25 ohm.m diduga merupakan lapisan lempung, lapisan dengan nilai tahanan jenis antara 25-75 ohm.m diduga merupakan lapisan tufa, dan lapisan dengan nilai

tahanan jenis >75 ohm.m diduga merupakan lapisan breksi tak terkonsolidasi. Ketebalan lapisan lempung sekitar 6-20 m di bawah permukaan. Ketebalan lapisan tufa sekitar 4-6 m di bawah permukaan dan ketebalan lapisan breksi tak terkonsolidasi sekitar 0-4 m di bawah permukaan.



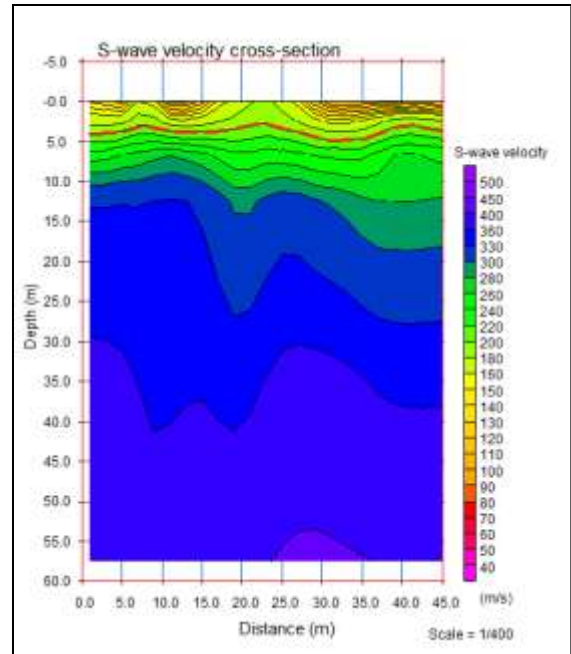
Gambar 8. Hasil dua dimensi tahanan jenis lintasan 2.



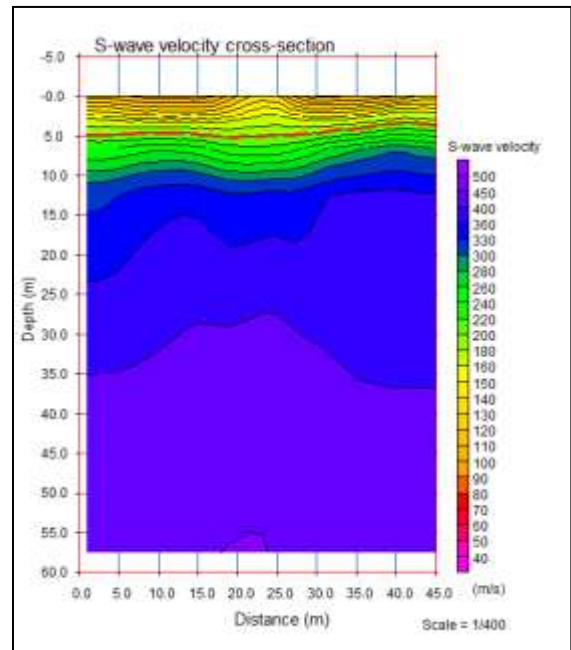
Gambar 9. Hasil dua dimensi tahanan jenis lintasan 3.

Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan model perlapisan dengan nilai tahanan jenis < 25 ohm.m diduga merupakan lapisan lempung, lapisan dengan nilai tahanan jenis 25-75 ohm.m diduga merupakan lapisan tufa, dan lapisan dengan nilai tahanan jenis >75 ohm.m diduga merupakan lapisan breksi tak terkonsolidasi. Dengan ketebalan lapisan lempung sekitar 10 m, ketebalan lapisan tufa sekitar 3-6 m dan ketebalan lapisan breksi tak terkonsolidasi sekitar 4-5 m di bawah permukaan.

Dari pengolahan data MASW dihasilkan model 2D seperti pada Gambar 10 (lintasan 2 berdampingan dengan lintasan 2 geolistrik) dan Gambar 11 (lintasan 3 berdampingan dengan lintasan 3 geolistrik).



Gambar 10. Hasil dua dimensi MASW lintasan 2.



Gambar 11. Hasil dua dimensi MASW lintasan 3.

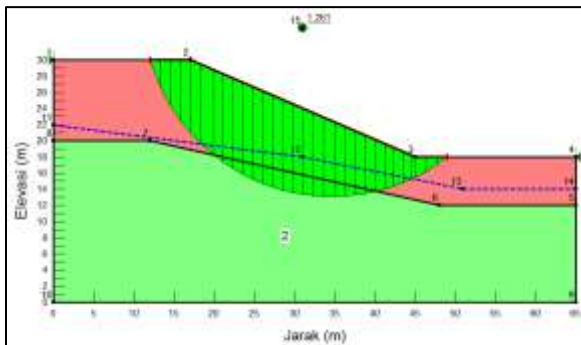
Gambar 10 dan Gambar 11 menunjukkan kecepatan gelombang S (V_s) dengan nilai 40-183 m/s yang diduga merupakan lapisan tanah lunak, dan nilai 183-366 m/s

merupakan lapisan tanah kaku (Hunter dkk, 2007). Ketebalan lapisan tanah lunak sekitar 0-5 m dan ketebalan lapisan tanah kaku sekitar 5-30 m.

Dari model 2D geolistrik dapat diduga bahwa bidang gelincir merupakan kontak antara lapisan lempung dengan lapisan tufa. Bidang gelincir ini teridentifikasi berada pada kedalaman 5 m di bawah permukaan. Bidang gelincir ditunjukkan oleh tahanan jenis berwarna hijau (Gambar 7, 8 dan 9). Dan dari model 2D MASW bidang kontak antara lapisan tanah lunak dan lapisan tanah kaku. Kontak lapisan ini berada pada kedalaman sekitar 5 m, seperti ditunjukkan ada Gambar 10 dan Gambar 11 yang ditandai oleh arsiran berwarna merah.

Metode mekanika tanah dilakukan dengan pengambilan sampel di beberapa titik di permukaan pada kemiringan lereng yang akan diuji. Sampel kemudian diuji sifat kohesi, sudut geser dalam dan berat isi asli di laboratorium. Hasil uji besaran fisika tersebut digunakan untuk pembuatan model keamanan lerengnya.

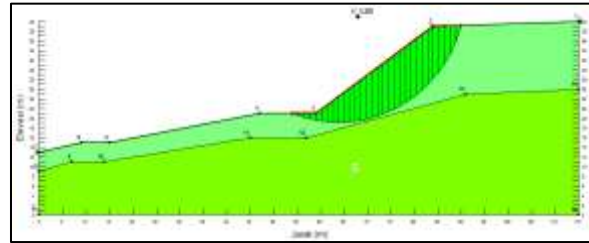
Pengolahan data mekanika tanah menggunakan *software* Geoslope 2004 metode Morgenstern-Price dihasilkan model 2D seperti pada Gambar 12 (lintasan 1) dan Gambar 13 (lintasan 4).



Gambar 12. Hasil Geoslope lintasan 1 metode Morgenstern-Price.

Model tersebut menggunakan analisis metode entry dan exit sehingga diperoleh radius seperti pada Gambar 12. Dari model tersebut diketahui bahwasannya nilai Faktor Keamanan (FK) pada Lintasan 1 sekitar 1,261 yang berarti lereng tersebut termasuk lereng relatif stabil (Bowles, 1989).

Gambar 13 menunjukkan model keamanan lereng pada lintasan 4. Dari model tersebut diketahui bahwasannya nilai Faktor Keamanan (FK) lintasan 1 sekitar 0,980 yang berarti lereng tersebut termasuk lereng labil (Bowles, 1989).



Gambar 13. Hasil Geoslope lintasan 4 metode Morgenstern-Price.

Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan geolistrik 2D dapat menunjukkan 3 lapisan dengan nilai tahanan jenis <25 ohm.m diduga merupakan lapisan lempung, nilai tahanan jenis 25-75 ohm.m diduga merupakan lapisan tufa, dan nilai tahanan jenis >75 ohm.m diduga merupakan lapisan breksi tak terkonsolidasi. Bidang gelincir diduga merupakan kontak antara lapisan lempung dengan lapisan tufa pada kedalaman 5 m.
2. Pemodelan MASW menunjukkan nilai kecepatan gelombang S antara nilai 40-183 m/s diduga merupakan lapisan tanah lunak dan nilai kecepatan gelombang S antara nilai 183-366 m/s diduga merupakan lapisan tanah kaku. Bidang kontak antara lapisan tanah lunak berada pada kedalaman 5 m.
3. Pemodelan kestabilan lereng dengan *software* Geoslope 2004 menunjukkan nilai Faktor Keamanan (FK) lereng sebesar 1,261 pada Tenggara yang berarti lereng tersebut termasuk lereng relatif stabil dan nilai Faktor Keamanan lereng sebesar 0,980 yang berarti lereng tersebut termasuk lereng labil pada bagian Baratlaut.
4. Metode geolistrik dan MASW menunjukkan kesesuaian analisis bidang gelincir dan sangat akurat dalam mitigasi bencana geologi khususnya gerakan tanah.

Pustaka

- Bowles, J.E., 1989, *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta, 562 hal.
- Budhitrisna, T., Supandjono, J.B., Pangabea, H., dan Marino, 1986, Peta Geologi Lembar Tasikmalaya Jawa Barat skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Hunter, J.A., Burns, R.A., Good, R.L., Aylsworth, J.M., Pullan, S.E., Perret, D., dan Douna, M., 2007, *Borehole Shear-Wave Velocity Measurements of Champlain Sea Sediments in the Ottawa-Montreal Region*, Geological

PROSIDING SEMINAR NASIONAL GEOFISIKA 2016

Optimalisasi Geosains Dalam Era MEA

Makassar, 6 Agustus 2016

- Survey of Canada, Open File 5345, Ottawa, Ontario, Canada.
- Park, C.B., Miller, R.D., dan Xia, J., 1999, Multichannel Analysis of Surface Wave, *Geophysics*, Vol. 64, No. 3, P. 800-808.
- Pujiastuti, D., Edwiza, D., Mustafa, B., dan Indrawati, 2009, Penentuan Kedalaman Bidang Gelincir Daerah Rawan Gerakan Tanah Dengan Metode Tahanan Jenis, *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Andalas*, 42-54.
- Sakka, 2002, *Metode Geolistrik Tahanan Jenis*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam-Unhas, Makassar.
- Santoso, D., 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Telford, W.M. Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University.
- Wirakusumah, A.D., 2012, *Gunungapi Ilmu dan Aplikasinya*, Pusat Survei Geologi, Bandung.

UcapanTerimaKasih

Diucapkan terimakasih kepada Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Bandung atas kerjasama dan bantuannya dan seluruh pihak yang telah membantu dalam makalah ini.