Aplikasi Metode Tahanan Jenis 2D untuk Mengidentifikasi Potensi Daerah Rawan Longsor di Gunung Kupang, Banjarbaru

Sri Cahyo Wahyono[1)], Tris Armando Hidayat[2)], Pariadi[2)], Putri Hapsari[2)], Resty Faradilla Novianti[2)] Raisa Kusuma Dewi[2)] dan **Ori Minarto[3)]**

Abstrak: Telah dilakukan penelitian identifikasi potensi daerah rawan longsor dengan metode tahanan jenis 2D di Gunung Kupang, Kota Banjarbaru. Daerah pengukuran merupakan daerah bekas penambangan batubara, kaolin, intan, emas dan kuarsa. Gunung Kupang berada dalam formasi Dahor yang terdiri dari batu pasir kurang padu, batu konglomerat, dan batu lempung lunak dengan sisipan lignit 5-10 cm, koalin 30-100 cm dan limonit. Hasil dari penelitian ini adalah adanya dua lapisan tanah/batuan yang nilai tahanan jenisnya sangat kontras, yaitu lapisan atas dengan nilai tahanan jenis > 70,70 Ohm.meter dan lapisan bawah antara 1,27 – 70,70 Ohm.meter. Adanya dua bidang gelincir dengan sudut kemiringannya berbeda, yaitu pertama pada jarak 40 - 100 meter dengan sudut 25,26^o dan kedua pada jarak 0 - 40 meter dengan sudut 7,36^o terhadap arah horisontal. Bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*) pada daerah pengukuran adalah lurus dan sejajar.

Kata Kunci: *tahanan jenis, longsor, bidang gelincir, Gunung Kupang*

PENDAHULUAN

Longsor atau sering disebut gerakan tanah/batuan adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Longsoran merupakan salah satu masalah yang banyak terjadi pada lereng alam maupun buatan, dan merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, terutama pada musim hujan yang mengakibatkan kerugian materiil yang cukup besar serta menelan korban jiwa. Berdasarkan dari berbagai penelitian yang pernah dilakukan disebutkan bahwa karakteristik hujan yang memicu terjadinya longsoran sulit untuk diketahui besar intensitas dan durasinya. Hujan yang sebagian berinfiltrasi dianggap sebagai salah satu faktor yang cukup berperan dalam proses terjadinya longsoran karena dapat mempengaruhi proses penjenuhan tanah untuk berubah dalam dimensi ruang dan waktu.

Secara umum kejadian longsor disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor pendorong dan pemicu. Faktor pendorong adalah faktor yang mepengaruhi kondisi material sendiri, sedangkan faktor pemicu adalah faktor

[1)] Staf Pengajar Prodi Fisika, FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
[2)] Mahasiswa Prodi Fisika, FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
[3)] Teknisi Kasublab Fisika, FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

yang menyebabkan bergeraknya material tersebut. Meskipun penyebab utama kejadian ini adalah gravitasi yang memengaruhi suatu lereng yang curam, namun ada pula faktor-faktor lainnya yang turut berpengaruh. Erosi yang disebabkan sungai-sungai atau gelombang laut yang menciptakan lereng-lereng yang terlalu curam, lereng dari bebatuan dan tanah diperlemah melalui saturasi yang diakibatkan hujan lebat, gempa bumi menyebabkan tekanan yang mengakibatkan longsornya lereng-lereng yang lemah, gunung berapi menciptakan simpanan debu yang lengang, hujan lebat dan aliran debu, getaran mesin, lalu lintas, penggunaan bahan-bahan peledak, berat yang terlalu berlebihan dan bahkan petir, misalnya dari berkumpulnya hujan atau salju. Beberapa indikator lapangan lainnya yang memberikan informasi bahwa suatu lereng akan mengalami longsor atau memiliki potensi longsor yang cukup besar dapat dilihat dari perubahan fluktuasi muka air tanah yang secara tiba-tiba meninggi dari batas normal sebelumnya serta ditandai dengan kekeruhan pada beberapa sumur penduduk setempat. Kondisi vegetasi di lereng yang mengalami deformasi atau sebagain besar mengalami perpindahan.

Penerapan metode geofisika berdasarkan karakteristik kelistrikan bumi adalah teknik aplikasi yang banyak dipakai untuk memperoleh gambaran karakteristik fisis tanah/ batuan pada permukaan dan bawah permukaan suatu daerah (Hendrajaya & Arif, 1990). Distribusi nilai tahanan jenis tanah/batuan dapat diasosiasikan dengan kondisi geologi lokal daerah tersebut (Fetter, 1994). Penerapan metode tahanan jenis dalam penelitian tanah longsor pernah dilakukan antara lain, penerapan variasi tahanan jenis 2D pada daerah bencana gerakan tanah di Megamendung dan Ciputat (Surono, 2002), penentuan bidang gelincir tanah longsor berdasarkan sifat kelistrikan bumi (Priyantari & Wahyono, 2005), penentuan distribusi tahanan jenis struktur bawah permukaan daerah rawan longsor Desa Lumbang Rejo, Prigen menggunakan metode geolistrik 2-D (Wahyono dkk, 2003), penerapan metode geolistrik dalam penentuan kestabilan tanah/batuan berdasarkan sifat kelistrikan bumi (Wahyono dan Sari, 2004), penentuan pola longsor di daerah rawan longsor berdasarkan nilai resistivitas bumi di Desa Sungai Langsat, Kabupaten Banjar (Utami, 2010). Struktur lapisan bawah permukaan ini dapat memberikan gambaran kondisi hidrogeologis dan

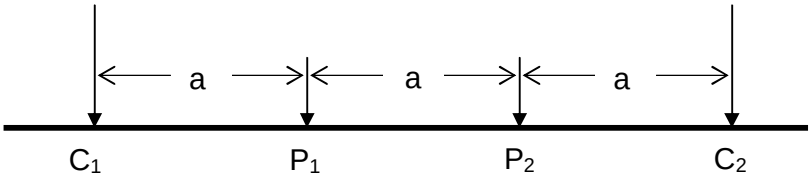
jenis tanah/batuan berdasarkan nilai resistivitas yang terukur (Telford dkk, 1998 dan Reynold, 1997).

Gunung Kupang berada di wilayah Cempaka Kota Banjarbaru yang merupakan daerah penambangan batubara, kaolin, intan, emas dan kuarsa yang mengakibatkan banyak dampak negatif. Perumahan dan lahan pertanian penduduk berada di daerah bekas penambangan yang berupa lereng yang curam dan kubangan air yang dalam. Sehingga, untuk mitigasi bencana khususnya tanah longsor bekas penambangan, maka dapat digunakan metode tahanan jenis. Mengingat beberapa hal di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang aplikasi metode tahanan jenis 2D untuk mengidentifikasi potensi daerah rawan longsor di daerah Gunung Kupang Banjarbaru.

Gunung Kupang berada dalam formasi Dahor yang terdiri dari batu pasir kurang padu, batu konglomerat, dan batu lempung lunak dengan sisipan lignit (5-10 cm), koalin (30-100 cm) dan limonit. Formasi ini terendapkan dalam lingkungan paralas dengan tebal formasi diperkirakan 250 m. Umur batuan batuan diduga pada zaman plio-plistosen (Sikumbang, 1995).

Metode tahanan jenis merupakan salah satu metode geofisika yang dimanfaatkan dalam survei bawah permukaan. Prinsip kerja metode tahanan jenis adalah mempelajari aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi yang didasari oleh hukum Ohm. Tujuan pengukuran adalah untuk mengetahui jenis pelapisan batuan didasarkan pada distribusi nilai tahanan jenis pada tiap lapisan. Arus yang diinjeksikan melalui dua elektroda akan mengakibatkan beda potensial yang dapat terukur pada elektroda potensial.

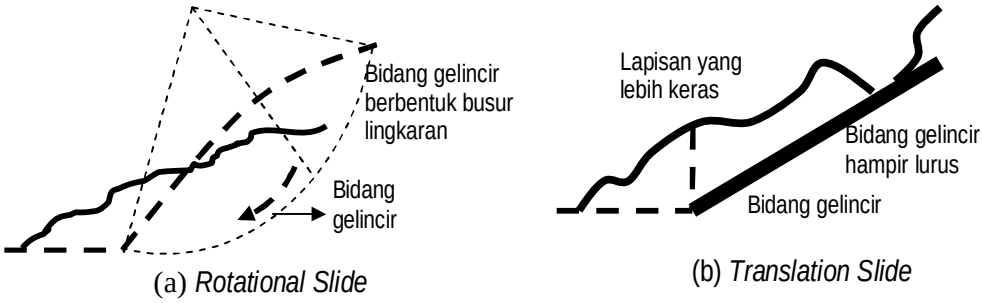
Konfigurasi Wenner yang digunakan dalam pengukuran ini seperti Gambar 1, yaitu jarak antar elektoda sama dan urutannya adalah C_1, P_1, P_2 dan C_2. Perubahan jarak elektroda arus akan diikuti dengan perubahan jarak elektroda potensial, maka target kedalaman yang akan dideteksi juga akan mengalami perubahan dan semakin dalam.



Gambar 1. Susunan elektroda untuk konfigurasi Wenner

Gerakan tanah adalah perpindahan massa tanah/batuan pada arah gerak tegak, mendatar atau miring dari kedudukannya semula (Wilson, 1993). Faktor–faktor yang menyebab-kan ketidakstabilan tanah secara umum dapat diklasifikasikan sebagai faktor yang menyebabkan naiknya tegangan geser yang bekerja dalam tanah dan faktor yang menyebabkan turunnya kekuatan geser tanah. Faktor-faktor yang menyebabkan naiknya tegangan geser yang bekerja dalam tanah, meliputi naiknya berat unit tanah karena pembasahan, adanya beban eksternal seperti bangunan, bertam-bahnya kecuraman lereng karena erosi alami atau penggalian, dan bekerjanya beban goncangan. Kehilangan kekuatan geser tanah dapat terjadi dengan adanya adsorbsi air, kenaikan tekanan pori, beban goncangan atau beban berulang, pengaruh pembekuan dan pencairan, hilangnya sementasi material, proses pelapukan, hilangnya kekuatan karena regangan berlebihan pada lempung sensitif. Bertambahnya kadar air adalah faktor dari kebanyakan keruntuhan lereng, karena kadar air menyebabkan naiknya tegangan maupun turunnya kekuatan (Dunn, *et al*, 1992).

Biasanya tanah yang longsor bergerak pada suatu bidang tertentu. Bidang ini disebut bidang gelincir (slip surface) atau bidang geser (shear surface). Bentuk bidang gelincir ini sering mendekati busur lingkaran, dalam hal ini tanah longsor tersebut disebut rotational slide, yang bersifat berputar. Ada juga tanah longsor yang terjadi pada bidang gelincir yang hampir lurus dan sejajar dengan muka tanah, dalam hal ini tanah longsor disebut translational slide, yaitu bersifat bergerak dalam suatu jurusan. Tanah longsor semacam ini biasanya terjadi bilamana terdapat lapisan agak keras yang sejajar dengan permukaan lereng. Pada Gambar 2, diperlihatkan contoh dari kedua macam kelongsoran (Wesley, 1977).



(a) *Rotational Slide* (b) *Translation Slide*

Gambar 2. Macam-macam tanah longsor

Tarzaghi (1960) membagi faktor pengaruh kestabilan lereng atas dua kelompok utama, yaitu gangguan luar dan gangguan dalam (Nayoan, 1981).

a. Gangguan luar

Terjadi karena meningkatnya kuat tegangan geser yang bekerja dalam tanah. Berdasarkan keadaan di atas dapat diuraikan:

- Tegangan horisontal menurun, kondisi seperti ini sering terjadi bila kaki lereng tererosi oleh aliran air sungai atau aliran air hujan, akibat galian oleh manusia dan karena pembongkaran tiang pancang atau tembok penahan.
- Tekanan horisontal meningkat, kondisi ini sering terjadi pada retakan (permukaan tanah) karena adanya pengisian air, pembengkakan dari tanah karena adanya timbunan galian.
- Tegangan sesaat, kondisi ini terutama akibat gaya gempa dan gaya vibrasi ledakan mesiu. Pada keadaan gempa bumi dua buah gelombang naik dari tanah, rambatan gelombang melewati berbagai lapisan sehingga menimbulkan perubahan pada sistem tegangan semula.
- Pergerakan tektonik, kondisi ini dapat merubah keadaan geometri lereng. Pelandaian lereng berarti menambah kestabilan sebaliknya penegakan lereng berarti mengurangi kestabilan.

b. Gangguan dalam

Terjadi karena menurunnya kuat tegangan geser tanah. Berdasarkan keadaan tersebut dapat diuraikan:

- Sifat bawaan, kondisi yang dapat menurunkan kuat geser tanah adalah komposisi, struktur geologi dan geometri lereng.
  - ✓ Komposisi, kondisi material dapat menjadi lemah (*weak*) pada peningkatan kadar air. Hal ini terjadi pada tanah lempung (OC dan HOC), serpih dan tanah organik.
  - ✓ Struktur geologi dan geometri lereng, berupa bidang dis-kontinuitas (sesar, perlapisan, kekar, cermin sesar dan breksiasi), lapisan yang berada di atas tanah lempung yang lemah, selang-seling antar lapisan lulus air (pasir) dengan kedap air (lempung).
- Pelapukan dan reaksi kimia-fisika, antara lain berupa:
  - ✓ Hidrasi dari mineral lempung seperti adsorbsi air oleh mineral lempung sehingga

kadar air meningkat. Hal ini biasanya diikuti dengan penurunan harga kohesi (lempung montmorillonit).

- ✓ Penyusutan tanah lempung akibat perubahan temperatur dapat menimbulkan retakan susut sehingga kohesi tanah menurun dan memberi kesempatan air mengalir masuk kedalamnya.
- ✓ Erosi oleh air pada tanah lempung dispersif menyebabkan membentuknya rongga yang menurunkan kuat geser tanah.

- Perubahan tekanan air pori dan berat volume, antara lain berupa:
  - ✓ Berat volume yang menjadi jenuh mengurangi tegangan efektif tanah.
  - ✓ Muka air naik karena air hujan, kolam waduk dan lainnya.

Perubahan sistem pembebanan, antara lain karena tegangan pada tanah berkurang, kemudian terjadi perubahan beban pada lapisan.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahap awal penelitian ini adalah survei dengan kegiatan melakukan perijinan, studi literatur, pembuatan proposal dan survei lapangan untuk mengamati daerah yang diperkirakan mempunyai potensi rawan longsor di daerah Gunung Kupang, Banjarbaru. Tahap ini juga mempelajari mengenai kondisi struktur tanah dan kandungannya yang terdapat di Gunung Kupang yang dapat kemudian dilihat seberapa besar potensi rawan longsor. Selain itu juga mengukur posisi geografisnya dengan menggunakan GPS dan menentukan daerah serta posisi garis ukur yang akan dilakukan akusisi data.

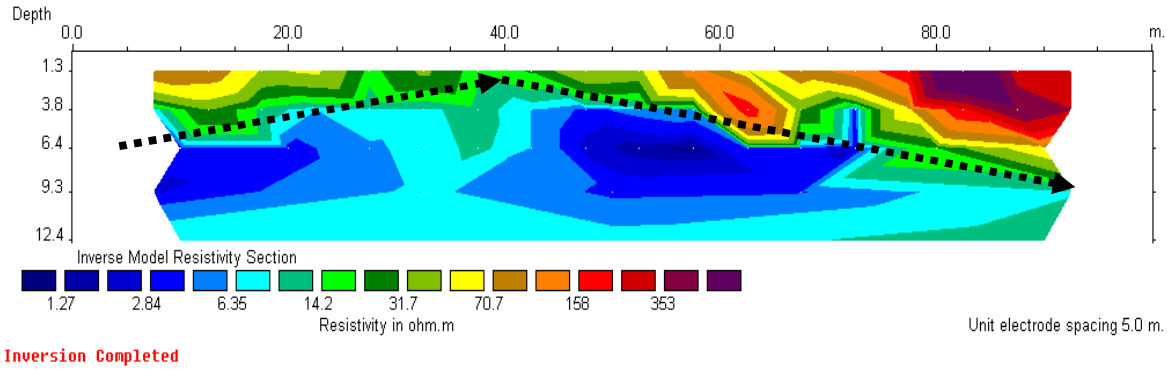
Tahap kedua adalah akusisi data yaitu pengukuran dan pengambilan data di daerah Gunung Kupang yang telah ditentukan sebelumnya melalui survei awal. Data yang diambil dengan metode tahanan jenis 2D konfigurasi Wenner dengan panjang lintasan 100 m. Jarak antar elektroda bertambah kelipatan 5 m dari 5-25 m dengan pergeseran masing-masing pengukuran 5 m.

Tahap terakhir adalah pengolahan data dan interpretasi hasil. Tahap pengolahan data adalah mengolah data primer dari lapangan yang dikalikan dengan faktor geometrinya untuk mendapatkan tahanan jenis semu, kemudian diolah dengan perangkat lunak (*software*) Res2Dinv. Hasil kontur tahanan jenis 2D menampilkan 3 (tiga) hasil, yaitu kontur

pengukuran, kontur perhitungan dan kontur dengan inversi *leastsquares*. (Loke & Barker, 1996). Kontur yang diperoleh kemudian diinterpretasi dengan mempertimbangkan kondisi geologis, literatur dan kondisi lokasi pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Topografi daerah merupakan kunci utama dalam menentukan aktivitas gerakan tanah dan ketidakstabilan tanah. Penggunaan model gaya dinamik dari lereng memakai analisis kestabilan dinamik yang dikembangkan oleh Newmark (1965). Metode Newmark juga digunakan dalam menafsirkan sebuah longsoran yang terjadi yang dianggap sebagai sebuah blok kaku yang menggelincir pada bidang miring.



Gambar 3. Hasil kontur tahanan jenis 2D dengan inverse

Berdasarkan kontur pada Gambar 3 terlihat dua lapisan yang sangat kontras, yaitu lapisan atas dengan nilai tahanan jenis > 70,70 Ohm.meter dan lapisan bawah antara 1,27 – 70,70 Ohm.meter. Lapisan tersebut menunjukkan bekas penambang karena lapisan bawah merupakan tanah penutup (*top soil*), karena awalnya berada di atas kemudian tertutupi oleh beberapa batuan yang dulunya berada di lapisan bagian bawah. Kondisi pada bekas penambangan lebih rawan lagi karena berada pada dataran tinggi dari daerah geologi, dimana kemiringan sisi lereng dari *base station* membentuk sudut rata-rata 16,45^{o}.

Sudut gelincir antara jarak 40 - 100 meter adalah penjumlahan antara sudut gelincir pada bidang datar hasil pengolahan data dengan inversi mendapatkan sudut kemiringan topografi daerah pengukuran, yaitu

$8{,}81^o + 16{,}45^o = 25{,}26^o$ terhadap arah horisontal. Sedangkan sudut gelincir pada jarak antara 0 - 40 meter adalah sebesar $16{,}45^o - 9{,}09^o = 7{,}36^o$ terhadap arah horisontal. Bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*) pada daerah pengukuran adalah lurus dan sejajar berdasarkan perbedaan nilai tahanan jenisnya, dalam hal ini tanah longsor disebut *translational slide,* yaitu bersifat bergerak dalam suatu jurusan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Adanya dua lapisan tanah/batuan yang nilai tahanan jenisnya sangat kontras, yaitu lapisan atas dengan nilai tahanan jenis > 70,70 Ohm.meter dan lapisan bawah antara 1,27 – 70,70 Ohm.meter.
2. Adanya dua bidang gelincir dengan sudut kemiringannya berbeda, yaitu pertama pada jarak 40 - 100 meter dengan sudut $25{,}26^o$ dan kedua pada jarak 0 - 40 meter dengan sudut $7{,}36^o$ terhadap arah horisontal.

Bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*) pada daerah pengukuran adalah lurus dan sejajar.

DAFTAR PUSTAKA

Dunn, I.S, Anderson, L.R and Kiefer, F.W (1992), Dasar-dasar Analisis Geoteknik, Ed: Toekiman A, IKIP Semarang Press, Semarang.

Fetter, C.W. 1994. Applied Hydrogeology. Macmillan Pub. Co

Hendrajaya, L. dan Arif, I., (1990), Geolistrik Tahanan Jenis, Monografi: Metoda Eksplorasi, Laboratorium Fisika Bumi, Institut Teknologi Bandung.

Loke, M.H. and Barker, R.D., (1996), *Rapid Least-Squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by A Quasi-Newton Method,* Geophysical Prospecting, 44, 131-152.

Priyantari, N dan **Wahyono, S. C**, (2005), Penentuan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi (Determination of Slip Surfaces Based on Geoelectricity Properties), Jurnal Ilmu Dasar, No. 2 Vol. 6, hal. 137 - 141.

Reynold J.M, (1997), An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, John Wiley and Sons Ltd., New York.

Surono, (2002), *Variasi Tahanan Jenis 2-D Pada Daerah Bencana Gerakan Tanah di Megamendung dan Ciputat,* Jurnal Geofisika, I, 35-42.

Telford, W.M (1998), Applied Geophysics, Cambridge University Prees, London.

Utami, M., (2010), Penentuan Pola Longsor di Daerah Rawan Longsor Berdasarkan Nilai Resistivitas Bumi di Desa Sungai Langsat Kabupaten

Banjar, Skripsi S1, Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

Wahyono, S.C, Priyantari N., Jaya M.S. dan Utama W., (2003), *Interpretasi Bawah Permukaan 2-D dengan Metode Geolistrik pada Daerah Rawan Bencana Gerakan Tanah di Desa Lumbang Rejo, Prigen, Pasuruan,* Prosiding Seminar Pascasarjana III-2003 ITS.

Wahyono, S.C dan Sari N., (2004), Penerapan Metode Geolistrik dalam Penentuan Kestabilan Tanah/Batuan Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi, Kalimantan Scientiae, Th. XXII, No. 64, hal. 80 - 92.

Wesley, L.D (1977), Mekanika Tanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Wilson, E.M (1993), Hidrologi Teknik, Ed: Purbohadiwidjoyo, M. M, Terbitan Keempat, Penerbit ITB, Bandung.