

KARAKTERISTIK KETEKNIKAN TANAH DAN HUBUNGANNYA DENGAN PENGEMBANGAN WILAYAH DI KAWASAN PENGEMBANGAN TERPADU - JATINANGOR, KABUPATEN SUMEDANG, JAWA BARAT

Zufialdi Zakaria^{*)}, Yuyun Yuniardi ^{**) & Irvan Sophian, ^{*)}}

^{*)} Lab. Geologi Teknik, Jurusan Geologi, FMIPA, UNPAD

^{*)} Lab. Geofisika, Jurusan Geologi, FMIPA, UNPAD

ABSTRACT

Soil in research areal consist of CH (clay, high plastisitas) and MH. (silt, high plastisitas). Soil activity at area of Jatinangor is vary from low activity to high. But in general soil activity is high-medium. Activity number by Seed is $A = 0.40$ until 0.86 with nature mineral of kaolinitic until illitic. Stability of slope can be designed as according to slope-stability design. At exposition slope, slope with angle 45° , two terrace and ground water level at -2 M , high of slope 5 M and level off 5 M , Safety Factor = 2.094 . Soil bearing capacity for square, circular & continuous foundations have medium-high activity show relationship that: Increasing of soil activity value cause decreasing of value of soil bearing capacity. Safety Factor of slope and soil bearing capacity is very supporting of environmental aspect in Jatinangor development area. Geological evaluation of development area is required to study both aspect (slope safety and bearing capacity).

Environmental management is required before the rains arrive, because ground water rate will increasing at rainfall condition. It is required to manage negative impact. It is required to anticipate or eliminated its impact, or generating positive impact to be managed by improving it. Environmental monitoring is required to be instructed as anticipatory effort of damages or effect of negative impact.

.Key words : Soil activity, slope stability, soil bearing capacity, environmental management

ABSTRAK

Tanah di areal penelitian terdiri atas CH (lempung plastisitas tinggi) dan MH. (lanau plastisitas tinggi). Aktivitas tanah pada Kawasan Jatinangor ini bervariasi mulai dari aktivitas rendah, sedang, sedang-tinggi dan tinggi. Namun pada umumnya aktivitas tanah adalah sedang-tinggi. Angka aktivitasnya dengan cara Seed adalah $A=0.40$ s.d. 0.86 dengan sifat mineral kaolinitik sampai illitik. Tingkat kestabilan lereng dapat dirancang sesuai dengan desain lereng stabil. Pada lereng kupasan, lereng dengan sudut 45° , berundak dua dan muka air tanah -2 meter, tinggi lereng 5 meter dan lahan datar 5 meter, mempunyai Faktor Keamanan = 2.094 . Dayadukung tanah untuk fondasi *square, circular, & continuous* pada tanah beraktivitas *sedang-tinggi* memperlihatkan hubungan bahwa: Peningkatan nilai aktivitas tanah menyebabkan penurunan nilai dayadukung tanah.

Pengelolaan lingkungan diperlukan sebelum musim hujan tiba, karena pada musim hujan diperkirakan kadar air tanah akan meningkat sejalan peningkatan curah hujan. Pemantauan lingkungan perlu diarahkan sebagai upaya mengantisipasi kerusakan-kerusakan yang timbul akibat dampak negatif.

Kata kunci : Aktivitas tanah, kestabilan lereng, dayadukung tanah, pengelolaan lingkungan

PENDAHULUAN

Jatinangor merupakan suatu kawasan yang berkembang pesat. Pada awalnya kawasan ini didukung oleh hadirnya perguruan tinggi besar di tahun 1980-an dengan mengundang banyak pendatang baru terutama para mahasiswa dari berbagai daerah. Kini hampir 25 tahun kemudian, Jatinangor merupakan kawasan yang menyimpan potensi Pendapatan Asli Daerah yang menjanjikan. Di kawasan ini, masih dibutuhkan berbagai fa-

silitas umum yang mendukung kebutuhan masyarakat pendatang dan masyarakat asli di kawasan tersebut.

Sebagai daerah yang masih bisa dikembangkan, ruang penempatan infrastruktur bangunan akan membutuhkan tempat yang stabil baik lereng maupun daya dukung fondasinya yang didukung pula oleh kondisi bentang-alam yang memadai. Selain itu sarana ketersediaan air bersih dan ketersediaan tempat pengolahan sampah maupun tempat pembuangan

sampah merupakan masalah yang perlu dipecahkan.

Kebutuhan penempatan semua infrastruktur perlu melihat kondisi daerah yang akan ditematinya, baik di daerah relatif datar-landai, maupun daerah berkemiringan seperti di bukit-bukit atau di kaki bukit dengan stabilitas lereng dan kondisi material batuan/tanahnya masing-masing. Kelemahan dan kekuatan dari kondisi geologi-teknik setempat sangat menentukan untuk berhasilnya pengembangan wilayah di kawasan ini, karenaantisipasi keruntuhan lereng, antisipasi kegagalan fondasi dan penempatan infrastruktur akan terdeteksi sedini mungkin.

Perilaku keteknikan tanah, yang pada umumnya merupakan hasil lapukan breksi vulkanik, perlu diketahui untuk menghindari atau mengatasi berbagai kelemahan geologi yang dapat merembet ke masalah lingkungan lainnya, antara lain terhadap kerusakan bangunan, kerusakan jalan dan ketidakstabilan lereng. Dari pembahasan di atas, permasalahan dirumuskan sebagai berikut:

- Sejauhmanakah kondisi keteknikan tanah lapukan breksi vulkanik di kawasan Jatinangor dapat diketahui?
- Sejauhmana keterkaitan karakteristik keteknikan tanah dengan tingkat stabilitas lereng di Jatinangor?
- Sejauhmana keterkaitan karakteristik keteknikan tanah dengan daya dukung untuk penempatan fondasi di Jatinangor?
- Sejauhmana peran faktor keamanan lereng dan nilai daya dukung tanah dalam menunjang pengembangan wilayah di Jatinangor?

Tinjauan Pustaka

Daerah Jatinangor terletak di sebelah timur Bandung dengan salah satu daerahnya adalah merupakan kaki bukit dari G. Manglayang. Jatinangor termasuk daerah Jawa Barat bagian tengah. Menurut Sulistijono dkk. (1996), lalu lintas di Jawa Barat

bagian tengah umumnya rawan longsor karena pada umumnya melalui daerah dengan topografi curam, pelapukan dan curah hujan tinggi.

Masalah lain dalam pengembangan wilayah adalah perlunya penilaian faktor pengembangan wilayah dilihat dari faktor geologi (Hirawan, 2004), yaitu: 1) Kemiringan lereng; 2) Stabilitas wilayah dan karakter batuan (termasuk deskripsi batuan-batuan yang rawan *ground shaking* terkait fondasi dan deformasi); 3) Sifat fisik material : lempung, pasir, breksi, batuan beku. Lempung: *swelling clay, shrinkage, expansive*; 4) Tingkat kesulitan fondasi; 5) Ancaman bencana geologi dan kelemahan geologi; 6) Ketersediaan air; 7) Ketersediaan bahan bangunan; 8) Areal buangan limbah

Fondasi dan kestabilan lereng merupakan bagian dari kriteria untuk pengembangan wilayah, maka diperlukan analisis kestabilan lereng dan analisis daya dukung tanah untuk fondasi. Sifat keteknikan tanah yang diperlukan untuk dua kriteria tersebut adalah : kohesi (c , KN/M²) dan sudut-geser dalam (ϕ ,^o) sebagai salah satu variabel dalam perhitungan faktor keamanan lereng dan daya dukung tanah (Zakaria, 2004).

Analisis kestabilan lereng dan analisis daya dukung tanah memerlukan nilai Faktor Keamanan (F) yang tepat agar tidak terjadi kegagalan baik berupa keruntuhan lereng maupun keruntuhan fondasi. Tanah halus hasil lapukan breksi (terutama jenis tanah lempung maupun lanau) mempunyai sifat-karakteristik yang khas sesuai dengan komposisi mineral penyusunnya. Sifat tersebut adalah sifat swelling terutama jika ada air dan mudah hancur jika terkena udara atau terlapukkan secara fisik berupa remuknya lempung, pecah berkeping-keping & urai (Brotodihardjo, 1990). Sifat swelling umumnya menyebabkan tanah ekspansif, yaitu menyusut dan mengembang yang besar sesuai perubahan kadar air tanah karena terjadinya perubahan volume apabila

kandungan air dalam tanah berubah (Mudjihardjo dkk, 1997).

Upaya pencegahan dampak yang ditimbulkan oleh pengaruh sifat ekspansif tanah, dapat dilakukan melalui pemantauan dan pengelolaan lingkungan, antara lain dengan perkuatan lereng dan rekayasa tanah dengan mengurangi potensi mengembang (*swelling potential*) agar peningkatan volume tanah pada saat basah (jenuh air) maupun penyusutan pada saat kering tidak terlampau besar (Hirnawan, 1997).

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi karakteristik keteknikan tanah hasil pelapukan breksi vulkanik dan juga implikasinya terhadap kestabilan lereng dan daya dukung untuk fondasi. Penelitian ini juga bertujuan menganalisis dampak sifat-sifat keteknikan tanah tersebut terhadap lingkungan, sehingga dapat mengantisipasi jika terdapat sifat tanah yang mengembang dan mengerut serta menerapkan perencanaan bagi manajemen lingkungan maupun monitoringnya sebagai upaya mengantisipasi kelemahan geologi daerah setempat.

Hasil penelitian bermanfaat sebagai masukan bagi para perencana maupun pengambil keputusan sebagai bahan pertimbangan dalam pembangunan maupun pengembangan wilayah di Jatiningor, terutama dalam inventarisasi lahan pengembangan wilayah yang aman dan stabil secara geologi. Penelitian juga memberikan masukan dalam upaya pengelolaan lingkungan daerah pengembangan.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian secara garis besar dilakukan sebagai berikut :

- Survey lapangan untuk mengidentifikasi material litologi dan lapukan breksi vulkanik di lapangan.
- Analisis data sampel tanah hasil laboratorium mengenai sifat fisik dan mekanik tanah, terutama: ko-

hesi, sudut geser dalam, dan bobot satuan isi tanah; termasuk batas-batas Atterberg (batas cair, batas plastis dan indeks plastis) dan digabung dengan % fraksi lempung akan digunakan untuk mencari angka aktivitas (A).

- Analisis sifat ekspansif melalui pengelompokan nilai aktivitas (A) tanah lapukan lempung dengan metoda Seed atau metoda Gillot.
- Analisis kestabilan lereng tanah.
- Analisis daya dukung tanah untuk fondasi.
- Analisis kewilayahan dan arahan pengelolaan lingkungan berdasarkan hasil yang didapat di atas.
- Pekerjaan laporan di studio termasuk pembuatan gambar maupun tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geomorfologi daerah penelitian berupa perbukitan bergelombang, kemiringan lereng ke selatan sebagai suatu pedataran tinggi di kaki Gunung Manglayang. Susunan litologi yang terdiri atas breksi vulkanik, tuff dan tuff lapili sebagai produk vulkanisme kompleks Gunung Sunda (Gunung Tangkuban Perahu dan gunung-gunung sekitarnya) dan Gunung Tampomas.

Tanah di areal penelitian terdiri atas CH (lempung plastisitas tinggi) dan MH. (lanau plastisitas tinggi). Angka aktivitasnya dengan cara Seed adalah $A = 0.40$ sampai 0.86 dengan sifat mineral kaolinitik sampai ilitik. Aktivitas A dengan cara Skempton memperlihatkan rentang nilai A sebesar 0.38 sampai 0.81 . Berdasarkan penafsiran dari Metoda Gillot aktivitas termasuk rendah sampai tinggi.

Hubungan Aktivitas dengan Dayadukung

Hubungan q_a (dayadukung tanah yang diijinkan) dengan A (angka aktivitas *sedang-tinggi*) pada fondasi dangkal jenis segiempat atau *square* (dengan dimensi lebar sisi-sisi fondasi 1×1 meter dan kedalaman 1 meter)

dapat disampaikan dengan rumus $q(a) = 165.498567 - 172.369437 A$ ($R = -0.8014098$). Pada gambar 5.3. terlihat bahwa: Terjadi penurunan dayadukung tanah untuk fondasi *square* sejalan dengan meningkatnya nilai aktivitas tanah.

Hubungan q_a (dayadukung tanah yang diijinkan) dengan A (angka aktivitas *sedang-tinggi*) pada fondasi dangkal jenis lingkaran atau *circular* (dengan dimensi lebar diameter fondasi 1 meter dan kedalaman 1 meter) dapat disampaikan dengan rumus $q(a) = 165.6579794 - 172.852546 A$ ($R = -0.800802$). Pada gambar 5.4. terlihat bahwa: Terjadi penurunan dayadukung tanah untuk fondasi *circular* sejalan dengan meningkatnya nilai aktivitas tanah.

Hubungan q_a (dayadukung tanah yang diijinkan) dengan A (angka aktivitas *sedang-tinggi*) pada fondasi dangkal jenis lajur atau *continuous* (lebar diameter fondasi 1 meter dan kedalaman 1 meter) dapat disampaikan dengan rumus $q(a) = 126.558745 - 130.0455701 A$ ($R = -0.8040546$). Hal ini memberikan indikasi bahwa peningkatan angka aktivitas akan menurunkan dayadukung tanah. Nilai dayadukung untuk semua fondasi, menggunakan cara Terzaghi (Bowles, 1984). Hasil dapat dilihat pada Tabel 1b.

Kestabilan Lereng

Dari hasil analisis regresi korelasi hubungan kadar airtanah ($\omega, \%$) dengan kohesi ($c, \text{kN/m}^2$), sudut geser dalam ($\phi, ^\circ$), bobot satuan isi tanah basah ($\gamma_{\text{-wet}}, \text{kN/m}^3$) didapat hasil jenis hubungan, hubungan regresi-korelasi dapat dilihat pada Tabel 1a.

Hubungan antara sudut geser dalam maupun kohesi dengan kadar air tanah adalah tidak signifikan, maka diambil kondisi terburuk dengan melibatkan nilai terkecil dari variabel tersebut. Variabel-variabel tersebut dilibatkan dalam menghitung Faktor Keamanan cara Fellenius. Berdasarkan simulasi dan desain lereng stabil didapat hasil sebagai berikut: Tingkat

kestabilan lereng dapat dirancang sesuai dengan desain lereng stabil. Pada lereng kupasan, lereng dengan sudut 45° , berundak dua dan muka air tanah -2 meter, tinggi lereng 5 meter dan lahan datar 5 meter, mempunyai Faktor Keamanan = 2.094. Jika lereng dibuat bertambah miring, maka Faktor Keamanan akan menjadi lebih kecil. Sebaliknya jika lereng dilandaikan, maka faktor Keamanan akan meningkat.

Evaluasi Pengembangan Wilayah Berdasarkan Faktor Geologi

a. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng pada lahan yang akan dikembangkan (namun tidak terlalu luas) perlu dirancang sesuai dengan hasil perhitungan Faktor Keamanan ditambah dengan rekayasa lain untuk perkuatan lereng, sesuai dengan kondisi daerahnya, antara lain

- Pembuatan lereng-lereng teras pada lereng yang terjal.
- Pengurangan muka air tanah dengan penyalir air dari pipa/paralon atau bambu.
- Pembuatan boronjong kawat berisi batu atau pembuatan dinding penahan
- Pengurangan beban di puncak lereng dan penambahan beban di kaki lereng..
- Penanaman pepohonan tanaman keras di kaki-kaki lereng
- Peliputan rerumputan di atas dan di tubuh lereng.

b. Stabilitas Wilayah dan Karakter Batuan

Stabilitas wilayah bergantung kepada karakter batuan dan tanah hasil lapukan batuan. Dalam hal ini diperlukan deskripsi batuan-batuan yang rawan *ground shaking* terkait fondasi dan deformasi. Fondasi hendaknya diletakkan pada massa batuan atau tanah yang telah diketahui dayadukungnya. Dayadukung yang diijinkan hendaknya mengambil Faktor Keamanan yang cukup. Bila daerah berada pada areal yang rentan gerakan

tanah atau getaran maupun goncangan, maka desain fondasi yang kuat perlu dipertimbangkan.

c. Sifat Fisik Material

Sifat fisik material batuan dan lapukannya perlu diselidiki. Masing-masing batuan mempunyai sifat fisik/mekanik yang menandakan kekuatan dan kelemahannya. Lempung, pasir, breksi, dan batuan beku mempunyai karakteristik sifat material yang berbeda secara visual maupun secara keteknikan. Pada material tertentu, seperti lempung misalnya, kelemahan-kelemahan geologi dapat ditemui. Beberapa tanah lempung mempunyai sifat *swelling*, *slacking* dan *expansive* tergantung jenis mineral lempung yang dikandungnya. Sifat *swelling* menyebabkan tanah mudah mengembang jika basah namun mudah mengkerut jika kering. Sifat *slacking* menyebabkan tanah mudah hancur, urai atau luluh jika seringkali berulang-ulang terkena udara bebas dan panas sinar matahari lalu terkena hujan, atau hanya berada di udara bebas pun sifat *slacking* bisa terjadi.

d. Tingkat Kesulitan Fondasi

Perencanaan fondasi dan tingkat kesulitannya bergantung kepada batuan atau tanah lapukannya yang bertindak sebagai *mass properties*. Berbagai macam *mass properties* batuan ataupun tanah untuk perencanaan fondasi perlu mempertimbangkan kondisi geologi setempat untuk mendapatkan jenis fondasi yang aman. Misalnya pada wilayah yang sering terkena gempa, perencanaan fondasinya akan lain dengan wilayah lain yang aman dari gempa. Dalam hal ini pekerja desain dan perencanaan sipil dan bangunan memegang peranan penting.

e. Ancaman Bencana dan Kelemahan Geologi

Bencana dan kelemahan geologi pada umumnya berkisar pada ancaman longsor (gerakan tanah), letusan gunungapi, gempa bumi, dan

tsunami. Namun di Kawasan Jatinangor ancaman yang mungkin ada adalah gerakan tanah dan gempa. Tsunami tidak perlu dipikirkan karena bukan daerah pantai. Letusan gunungapi pun tidak begitu penting karena jauh dari gunungapi yang aktif.

Berdasarkan kerentanan gerakan tanah (longsor), kawasan Jatinangor dan sekitarnya memiliki tiga Zona Kerentanan Gerakan tanah, yaitu :

- 1) Zona kerentanan gerakan tanah menengah berada di daerah yang berbatasan dengan lembah, sungai, gawir, tebing jalan, atau pada daerah dengan lereng yang mengalami gangguan misalnya oleh *cut & fill* saat pembukaan lahan untuk pengembangan wilayah. Kemiringan zona ini 5-15% curam hingga hampir tegak, tergantung sifat fisik dan keteknikan batuan dan tanah lapukannya.
- 2) Zona kerentanan gerakan tanah rendah. Pada zona ini jarang terjadi gerakan tanah jika tidak mengalami gangguan terhadap lerengnya. Gerakan tanah berdimensi kecil mungkin terjadi pada lembah, sungai, gawir, tebing jalan, atau jika lereng mengalami gangguan a.l. *cut & fill* pada pembukaan lahan.
- 3) Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah daerah dengan hampir tidak pernah terjadi gerakan tanah kecuali pada daerah-daerah yang tidak luas (skala tapak) di sekitar lembah, sungai, gawir, tebing jalan, atau pada lereng landai.

Kawasan Jatinangor melewati zona percepatan puncak 0.20 (Siagian & Sudarsono, 1991). Lokasi terdekat pusat gempa terletak sekitar 30 KM di selatan dengan magnitude > 5 Skala Richter dengan kedalaman > 60 KM. Ke arah timur kira-kira 35 KM dari Kawasan Jatinangor terdapat pusat gempa kedalaman < 60 KM dengan magnitude antara 4 sampai 5 Skala Richter.

f. Ketersediaan Air

Rata-rata hujan 2000 – 2500 mm di Kawasan ini per tahun. Daerah kawasan Jatinangor memiliki akifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir dari morfologi lereng gunung. Arah aliran air tanah hampir dari utara-selatan yaitu dari sekitar Gunung Manglayang ke arah kaki bukit. Produktivitas akifer termasuk sedang dengan penyebaran luas. Komposisi batuan berupa endapan vulkanik tak teruraikan, campuran rempah gunungapi lepas dan padu. Kelulusan (permeabilitas) rendah sampai sedang; permeabilitas rendah pada tanah lapukan jenis lempung yang umumnya berplastisitas tinggi (CH), permeabilitas sedang pada tanah jenis MH atau lanau berplastisitas tinggi. Akifer mempunyai ketahanan sangat beragam, kedalaman muka air tanah umumnya dalam, debit sumur umumnya kurang dari 5 l/detik. (Sutrisno, 1983).

g. Ketersediaan Bahan Bangunan

Pengembangan wilayah untuk suatu kawasan akan memerlukan bahan bangunan ataupun bahan urugan. Ketersediaan bahan bangunan merupakan hal yang penting, namun jika bahan bangunan tidak ada di daerah yang akan dikembangkan, maka bisa didatangkan dari luar daerah tersebut.

Bila bahan bangunan terdapat di daerah yang akan dikembangkan dan ditambang sebagai bahan galian C, maka perlu penanganan masalah lingkungan. Dampak negatif perlu dihindari sehingga Pemerintah Daerah dan masyarakat tidak ada yang dirugikan. Cara yang paling aman dengan tidak merusak lingkungan adalah dengan mendatangkan atau membeli dari luar daerah. Cara ini memerlukan biaya yang lebih besar tapi akan tergantikan bila kawasan yang dikembangkan mendatangkan keuntungan yang optimal.

h. Areal Buangan Limbah

Areal buangan limbah menampung bermacam-macam limbah yang perlu disortir lebih dahulu. Limbah dapat berasal dari rumah tangga, pertokoan, industri, atau rumah sakit dan sebagainya. Areal pembuangan limbah hendaknya mempunyai permeabilitas yang rendah, aman dari longsoran, fondasi diperkuat di tempat-tempat tertentu. Permeabilitas rendah seperti material lanau atau lanau lempungan dimaksudkan agar lahan pembuangan limbah dapat menahan air lindi yang akan masuk atau infiltrasi ke air tanah. Areal pembuangan limbah memerlukan lokasi tersendiri yang aman dan cukup jauh dari fasilitas-fasilitas umum lainnya agar kesehatan masyarakat tidak terganggu.

Evaluasi Manajemen Lingkungan

Pada lereng rawan longsor pengelolaan meliputi konservasi lereng (revegetasi dan rancangbangun lereng dengan melandaikan lereng, atau membuat undak-undak). Selain itu diperlukan pula pengendalian air larian dan penurunan muka air tanah.

Faktor keamanan lereng dan dayadukung tanah sangat menunjang aspek lingkungan dalam pengembangan wilayah di Jatinangor. Evaluasi pengembangan wilayah secara geologi di suatu kawasan perlu mengkaji kedua aspek (keamanan lereng dan dayadukung tanah) di atas.

Pengelolaan lingkungan diperlukan sebelum musim hujan tiba, karena pada musim hujan diperkirakan kadar air tanah akan meningkat sejalan peningkatan curah hujan. Yang perlu dikelola adalah: hal-hal yang menimbulkan dampak negatif perlu diantisipasi dengan cara dikurangi dampaknya atau dihilangkan, hal-hal yang menimbulkan dampak positif perlu dikelola dengan cara meningkatkannya.

Pemantauan lingkungan perlu diarahkan sebagai upaya mengantisipasi-

si kerusakan-kerusakan yang timbul akibat dampak negatif. Perlu direncanakan pula sistem drainase yang baik sebagai upaya pengendalian air sehingga tubuh lereng tidak jenuh air.

KESIMPULAN DAN SARAN

- a. Kondisi keteknikan tanah secara detail melalui penyelidikan lokasi tapak di Kawasan Jatiningor perlu diketahui untuk: 1) Menghitung nilai Aktivitas tanah lempung yang mempunyai indikasi tanah ekspansif; 2) Menghitung dayadukung tanah fondasi yang sesuai dengan penempatan infrastrukturnya; 3) Menghitung Faktor Keamanan lereng terutama pada lahan-lahan yang dibuka dengan cara memotong lereng.
- b. Tanah di areal penelitian terdiri atas CH (lempung plastisitas tinggi) dan MH. (lanau plastisitas tinggi). Aktivitas tanah pada Kawasan Jatiningor ini bervariasi mulai dari aktivitas rendah, sedang, sedang-tinggi dan tinggi. Namun pada umumnya aktivitas tanah adalah sedang-tinggi. Angka aktivitasnya dengan cara Seed adalah $A = 0.40$ sampai 0.86 dengan sifat mineral kaolinitik sampai ilitik.
- c. Tingkat kestabilan lereng dapat dirancang sesuai dengan desain lereng stabil. Pada lereng kupasan, lereng dengan sudut 45° , berundak dua dan muka air tanah -2 meter, tinggi lereng 5 meter dan lahan datar 5 meter, mempunyai Faktor Keamanan = 2.094. Jika lereng dibuat bertambah miring, maka Faktor Keamanan akan menjadi lebih kecil. Sebaliknya jika lereng dilandaikan, maka faktor Keamanan akan meningkat.
- d. Pada lereng rawan longsor pengelolaan meliputi konservasi lereng (revegetasi dan rancangbangun lereng dengan melandaikan lereng, atau membuat undak-undak). Selain itu diperlukan pula pengendalian air larian dan penurunan muka air tanah.

- e. Dayadukung tanah untuk fondasi *square, circular, & continuous* pada tanah beraktivitas *sedang-tinggi* memperlihatkan hubungan bahwa: Peningkatan nilai aktivitas tanah menyebabkan penurunan nilai dayadukung tanah.

Pemetaan skala besar diperlukan dalam memetakan areal pengembangan Kawasan Jatiningor sehingga berbagai jenis kekuatan dan kelemahan geologi dapat diinventarisir. Perhitungan dayadukung untuk fondasi maupun Faktor Keamanan lereng perlu berpatokan pada kadar air maksimum, yaitu kondisi terburuk dimana beberapa variabel yang lain akan menurun sejalan peningkatan kadar air. Untuk itu antisipasi terhadap kelemahan geologi akan lebih baik lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Ketua Lembaga Penelitian UNPAD yang telah membiayai penelitian ini melalui dana DIPA PNBP Universitas Padjadjaran, sehingga penelitian ini dapat selesai. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Dekan FMIPA UNPAD atas dorongan, bantuan dan kepercayaannya kepada penulis untuk melakukan penelitian ini.

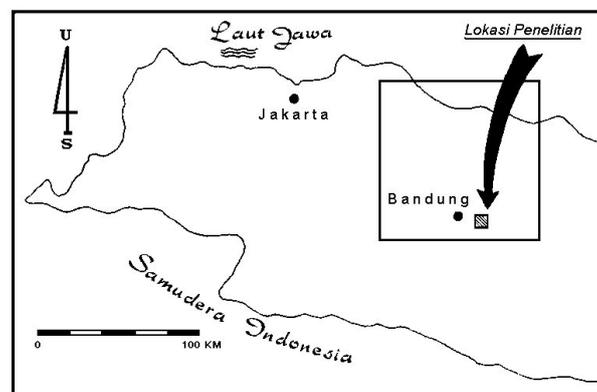
DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1984, *Foundation Analysis and Design*, Mc. Graw-Hill Int. Book Company, Singapore, 3rd edition, p. 130-143
- Bowles, J.E., 1989, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Penerbit Erlangga, JKT., 562 hal.
- Brotodihardjo, A.P.P., 1990, Masalah Geoteknik di Sekitar Rencana Terowongan/Saluran irigasi Karedok Kanan, DAS Cimanuk, *Proceedings Pertemuan Ilmiah Tahunan IAGI XIX, 11-13 Desember 1990*, hal. 132-142
- Hirnawan, R. F., & Zufialdi Zakaria, 1991, *Sikap fisik tanah lapukan*

- breksi volkanik terhadap kadar air sebagai dasar simulasi geometris Lereng kupasan Stabil di Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, Proceeding Indonesian Association of Geologists (IAGI) , 1991, hal. 553-571
- Hirawan, R.F., 1997, Perilaku Tanah Ekspansif dan Peningkatan Parameter Ketahanan oleh Peran Vegetasi, *Buletin Geologi Tata Lingkungan*, No. 19, Juni 1997, ISSN 1410/1696, hal, 1-11
- Hirawan, R.F., 2004, *Analisis potensi dan kendala kewilayahan pertambangan*, modul pendidikan dan pelatihan di PPPTMB, Tekmira, 80 hal.
- Mudjihardjo, D., Sucipto, & Cindarto, 1997, Karakteristik Tanah Ekspansif Studi Kasus Rencana Pabrik Glukose Cimalaya-Cikampek, *Bulletin Pusair, Th. VII, September No. 25, 1997, ISSN: 0852-5919.* hal. 16-24.
- Siagian, Y.O.P., & Sudarsno, U., 1991, *Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah, Lembar Bandung, Jawa Barat Skala 1:100.000*, Direktorat Geologi Tata Lingkungan
- Soetrisno, S., 1983, *Peta Hidrogeologi Indonesia Skala 1:250.000, Lembar V Bandung (Jawa)*, Direktorat Geologi Tata Lingkungan
- Sulistijo, B., Gde Suratha dan Sugalang, 1996, Ketidakstabilan lereng di beberapa jalur ekonomi di Jawa Barat, Prosiding Seminar Sehari Kemantapan Lereng di Pertambangan Indonesia, Jurusan Teknik Pertambangan ITB – Direktorat Teknik Pertambangan, Departemen Pertambangan dan Energi, 1996, hal. 47-53
- Zakaria, Z., 2004, *Aplikasi c dan ϕ untuk analisis kestabilan lereng dan analisis daya dukung tanah untuk fondasi*, Lab. Geologi Teknik, Jurusan Geologi, FMIPA, UNPAD,

Tabel 1. Hubungan regresi korelasi

Kadar airtanah (ω) vs kohesi (c)	$c = 1.2294 - 0.0181 \omega$	$R = -0,1997$; $n = 10$ tidak signifikan
Kadar airtanah (ω) vs sudut geser dalam (ϕ)	$\phi = 12.1882 + 0,0637 \omega$	$R = 0,0767$; $n = 10$ tidak signifikan
Kadar airtanah (ω) vs Bobot satuan isi tanah basah ($\gamma_{\text{-wet}}$)	$\gamma_{\text{-wet}} = 2.1293 - 0,0086 \omega$	$R = -0,8403$; $n = 10$

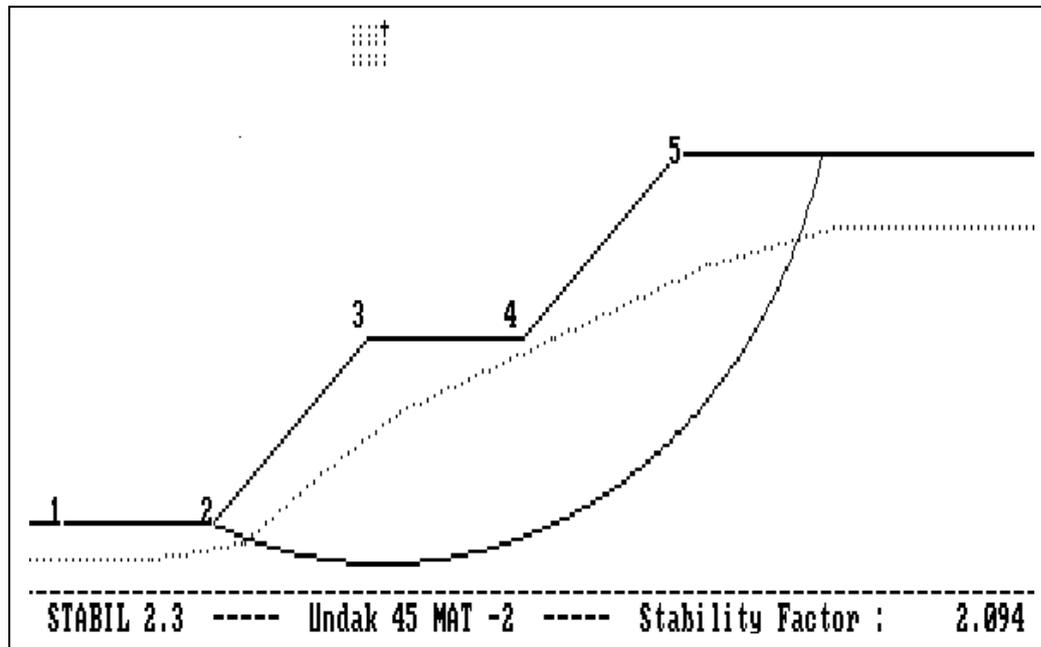


Gambar 1. Lokasi penelitian
Tabel 1. Beberapa variabel yang dibutuhkan untuk menghitung FS

Variable		Nilai (1)		Nilai (2)	
W	kadar air	51.26	%	51.26	%
γ -wet	bobot satuan isi tanah basah	1.690	T/M3	16.574	KN/M3
γ -dry	bobot satuan isi tanah kering	1.117	T/M3	10.954	KN/M3
C	Kohesi	0.400	kg/cm2	39.228	KN/M2
ϕ	sudut geser dalam	11.000	derajat	11.000	derajat

Tabel 2. Hasil perhitungan Faktor Keamanan dengan cara simulasi Lereng 45 derajat menggunakan Program Stabil.21

No.	Kondisi Lereng Sudut lereng 45°	F, Faktor Keamanan
1	Lereng 45° Lereng tunggal. Muka Air Tanah –2 meter. Tinggi lereng 10 m.	1.744
2	Lereng 45° Lereng tunggal. Muka Air Tanah diturunkan menjadi –3 meter. Tinggi lereng 10 m.	1.750
3	Lereng 45° Lereng dua teras. Muka Air Tanah –2 meter. Tinggi lereng @ 5 m, teras 5 meter.	2.094
4	Lereng 45° Lereng dua teras. Muka Air Tanah diturunkan menjadi –3 meter. Tinggi lereng @ 5 m, teras 5 meter.	2.199



Gambar 2. Lereng 45° dengan dua teras dan muka air tanah –2 meter