

EVALUASI GEOTEKNIK KELONGSORAN LERENG 23 JANUARI 2014 DI PERUMAHAN TRANGKIL SEJAHTERA GUNUNGPATI SEMARANG

Hanggoro Tri Cahyo A.¹, Untoro Nugroho dan Aris Widodo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Gedung E4, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229, Telp. (024) 8508102. ¹Email: hanggs.geotek@gmail.com

Abstract: *Trangkil Housing Welfare and the New Trangkil - Sukorejo Village, District Gunungpati Semarang experiencing heavy rains triggered landslide Continuous Semarang City area since Wednesday (22/01/2014) until Thursday (01/23/2014). Successive landslides occurred early Thursday until 07.30. For 15 years Trangkil Sejahtera housing residents live, the worst avalanche of new events happening this time. Seven houses in Trangkil Sejahtera RT 3 RW 10 damaged by the landslide that occurred. While in New Trangkil Housing RT 6 RW 10, 32 houses were severely damaged and even some of them to the ground. The sliding slope in Housing Trangkil Sejahtera and Trangkil New - Village Sukorejo, District Gunungpati Semarang on January 23, 2014 is one of many landslide in a residential area in the district Gunungpati Semarang declared as landslide prone areas by the Directorate of Environmental Geology, Bandung. It is necessary for geotechnical evaluation to support the effectiveness of the slope reinforcement design selection, the necessary understanding of the physical and mechanical properties of soil based on soil test series. Barrow unfavorable, changes in land use, drainage systems are poorly integrated and rain triggered avalanches are the main factors causing the landslide. These four factors are interrelated core is Trangkil Sejahtera Housing Gunungpati Semarang infrastructure is not well prepared to anticipate landslides.*

Keywords: *Trangkil Semarang, landslides, soil embankment*

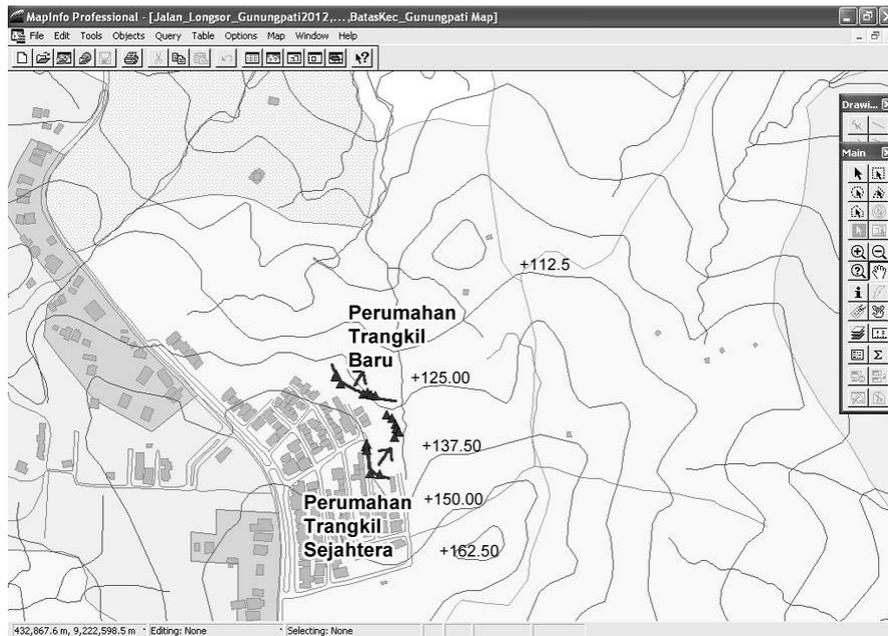
Abstrak: Perumahan Trangkil Sejahtera dan Trangkil Baru – Kelurahan Sukorejo, Kecamatan Gunungpati Semarang mengalami kelongsoran yang dipicu hujan deras yang terus mengguyur wilayah Kota Semarang sejak Rabu (22/1/2014) hingga Kamis (23/1/2014). Longsor secara beruntun terjadi Kamis dini hari sampai pukul 07.30. Selama 15 tahun Perumahan Trangkil Sejahtera ditinggali warga, peristiwa longsor terparah baru terjadi kali ini. Tujuh rumah di Trangkil Sejahtera RT 3 RW 10 rusak akibat kelongsoran yang terjadi. Sedangkan di Perumahan Trangkil Baru RT 6 RW 10, 32 rumah mengalami rusak parah bahkan beberapa di antaranya rata dengan tanah. Terjadinya kelongsoran lereng di Perumahan Trangkil Sejahtera dan Trangkil Baru – Kelurahan Sukorejo, Kecamatan Gunungpati Semarang pada tanggal 23 Januari 2014 merupakan satu dari sekian banyak kejadian longsor pada daerah pemukiman di Kecamatan Gunungpati Semarang yang dinyatakan sebagai daerah rawan longsor oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi geoteknik untuk menunjang efektivitas pemilihan desain perkuatan lereng, diperlukan pemahaman tentang sifat fisik dan mekanis dari tanah berdasarkan serangkaian pengujian tanah. Timbunan tanah yang kurang baik, perubahan tata guna lahan, sistem drainase yang kurang terintegrasi dan terjadinya hujan pemicu longsor adalah faktor utama penyebab terjadinya kelongsoran. Keempat faktor tersebut saling berkaitan yang intinya adalah Perumahan Trangkil Sejahtera Gunungpati Semarang tidak dipersiapkan secara baik infrastrukturnya untuk mengantisipasi bencana longsor..

Kata kunci: Trangkil Semarang, longsor, tanah timbunan

PENDAHULUAN

Perumahan Trangkil Sejahtera dan Trangkil Baru – Kelurahan Sukorejo, Kecamatan Gunungpati Semarang (Gambar 1) mengalami kelongsoran yang dipicu hujan deras yang terus mengguyur wilayah Kota Semarang sejak Rabu (22/1/2014) hingga Kamis (23/1/2014). Longsor secara beruntun terjadi Kamis dini hari sampai

pukul 07.30. Selama 15 tahun Perumahan Trangkil Sejahtera ditinggali warga, peristiwa longsor terparah baru terjadi kali ini. Tujuh rumah di Trangkil Sejahtera RT 3 RW 10 rusak akibat kelongsoran yang terjadi. Sedangkan di Perumahan Trangkil Baru RT 6 RW 10, 32 rumah mengalami rusak parah bahkan beberapa di antaranya rata dengan tanah.

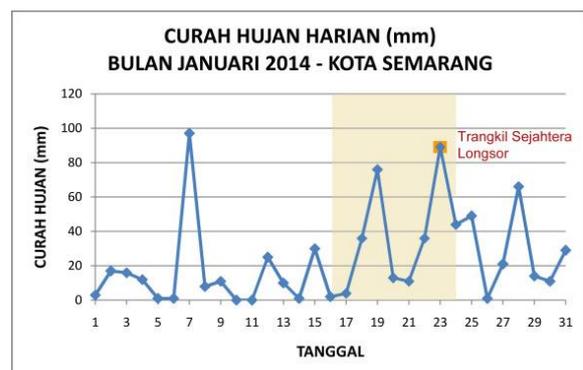


Gambar 1. Hasil tracking GPS rekahan tanah yang terbentuk akibat longsor.

Perkampungan Trangkil Baru yang elevasinya berada di bawah Perumahan Trangkil Sejahtera dibangun sejak 2010 lalu. Sebelumnya, ratusan warga yang tinggal di lokasi tersebut adalah warga eks daerah Tarupolo, Jalan WR Supratman (Partono, 2014). Namun karena ada suatu hal, mereka terpaksa pindah dari tempat semula itu ke lokasi Trangkil Semarang dengan membeli kapling tanah dari pihak pengembang. Perumahan Trangkil Sejahtera dan Trangkil Baru termasuk zona gerakan tanah tinggi yakni daerah yang mempunyai derajat kerentanan tinggi untuk terjadinya gerakan tanah (Sugalang dan Siagian, 1991). Gerakan tanah sering terjadi pada zona ini. Gerakan tanah lama dan baru masih ada dan aktif akibat curah hujan yang tinggi dan proses erosi yang kuat.

Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang curah hujan harian (mm) bulan Januari 2014 di Kota Semarang (Gambar 2), pada saat terjadinya longsor intensitas curah hujan

termasuk hujan lebat (50-100mm/hari). Namun demikian di bulan Januari 2014, curah hujan pada saat terjadinya longsoran bukanlah yang tertinggi. Pada tanggal 7 Januari 2014 curah hujan mencapai 97 mm/hari. Sehingga dapat dikatakan, kelongsoran tidak hanya dipicu oleh terjadinya hujan deras, namun juga dipengaruhi oleh hujan kumulatif (mm) sebelum kelongsoran terjadi.



Gambar 2. Curah hujan bulan Januari 2014 Kota Semarang (BMKG Semarang, 2014).

Berdasarkan pantauan di lapangan pasca terjadinya kelongsoran, perkampungan Trangkil Baru memang belum memiliki infrastruktur jalan dan saluran drainase yang baik. Kondisi drainase yang belum tertata ini menyebabkan

air dapat dengan mudah berinfiltrasi kedalam tanah asli atau urugan sehingga dapat meningkatkan resiko terjadinya kelongsoran tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh informasi ketebalan lapisan tanah dan memprediksi kedalaman serta bentuk bidang gelincir pada ruas jalan yang teridentifikasi mengalami pergerakan tanah.
2. Memperoleh pemahaman tentang sifat mekanis dari tanah untuk menunjang efektivitas pemilihan desain perkuatan lereng.

Adapun manfaat hasil penelitian yang dapat diaplikasikan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui mekanisme kelongsoran lereng pada tanah sehingga akan menunjang efektivitas pemilihan desain perkuatan lereng.
2. Memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang mekanisme terjadinya longsoran di lokasi studi melalui kegiatan sosialisasi.

Mekanisme longsoran lereng yang dipicu oleh terjadinya hujan

Menurut Karnawati (2005), longsoran merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan yang umumnya terjadi pada kemiringan lereng 20° - 40° dengan massa yang bergerak berupa tanah residual, endapan kolumial dan batuan vulkanik yang lapuk. Tanah residual dan kolumial umumnya merupakan tanah yang bersifat lepas-lepas dan dapat menyimpan air. Akibatnya kekuatan gesernya relatif lemah, apalagi bila air yang dikandungnya semakin jenuh dan menekan. Peningkatan kejenuhan air dapat terjadi apabila tanah tersebut menumpang di atas lapisan tanah atau batuan yang lebih kompak dan kedap air. Sehingga air yang meresap ke dalam tanah sulit menembus lapisan tanah atau batuan di bawahnya, dan hanya terakumulasi dalam tanah yang relatif gembur. Kontak antara lapisan

tanah atau batuan yang lebih kedap dengan massa tanah di atasnya sering merupakan bidang gelincir gerakan tanah. Bidang gelincir ini dapat pula berupa zona yang merupakan batas perbedaaan tingkat pelapukan batuan, bidang diskontinuitas batuan, dan lapisan batuan seperti batu lempung, batu lanau, serpih dan tuf. Massa tanah dan batuan yang tidak bergerak merupakan tanah atau batuan dasar yang bersifat lebih kompak dan lebih masif misalnya batuan breksi andesit dan andesit. Munculnya rembesan-rembesan atau mata air pada lereng umumnya terjadi pada zona kontak antara batuan kedap air dengan massa atau lapisan tanah/batuan yang lolos air. Zona kontak ini sering sebagai bidang gelincir gerakan.

Mekanisme terjadinya longsoran tanah melalui kenaikan muka air tanah sering terjadi pada lereng-lereng tanah residual dan kolumial. Lapisan tanah residual atau kolumial tersebut berfungsi sebagai aquifer bebas dan aquifer yang menggantung (*perched aquifer*) dengan kondisi muka air tanah sangat fluktuatif tergantung besarnya infiltrasi air hujan. (Karnawati, 2005). Aquifer bebas (*phreatic aquifer*) merupakan aliran air dalam kondisi jenuh yang terjadi di dalam aquifer yang mempunyai permukaan air yang tidak bertekanan. Sedangkan aquifer yang menggantung merupakan lapisan jenuh air yang berada di atas suatu lapisan tanah atau batuan yang bersifat kurang kedap air bila dibandingkan dengan aquifer utamanya. Adanya lapisan yang relatif kurang kedap air tersebut menyebabkan air tertahan di atasnya dan membentuk lapisan yang jenuh air. Aquifer yang menggantung umumnya tidak terlalu luas dan hanya berisi air selama musim penghujan saja. Menurut Karnawati (2005), selain mengakibatkan

kenaikan muka air tanah, meresapnya air hujan ke dalam lereng juga dapat mengakibatkan a) peningkatan berat volume tanah dan batuan, b) berkurangnya tekanan air pori negatif (*suction*) di zona tidak jenuh air (*unsaturated*), c) peningkatan tekanan air pori positif, d) erosi internal dan e) perubahan kandungan mineral penyusun massa tanah dan batuan pada lereng. Efektifitas hujan dalam memicu longsoran tergantung pada besarnya curah hujan dan lamanya hujan, tingkat kelulusan air pada tanah dan kondisi kejenuhan air dalam lereng sebelum hujan.

Prediksi Letak Bidang Gelincir Dengan Pengujian Sondir

Tujuan mencari letak dan bentuk bidang gelincir adalah untuk menentukan metode penanggulangan longsoran lereng yang sesuai. Dalam Suryolelono (1993;1999), penentuan letak bidang gelincir di lapangan tidak dilakukan secara langsung, namun dikaitkan dengan menentukan besarnya tegangan geser tak terdrainase dalam tanah berdasarkan hasil korelasi nilai konus (q_c) dari pengujian sondir (CPT) yang nilainya berbanding lurus. Keruntuhan lereng dapat disebabkan oleh adanya gangguan terhadap stabilitas, bilamana tegangan geser tanah lebih besar dari tegangan geser yang diijinkan dalam tanah maka proses gerakan tanah akan terjadi. Berdasarkan hasil pengujian sondir di beberapa titik sejajar arah longsoran, didapatkan potongan lereng dengan posisi titik-titik nilai konus terendah. Bilamana titik-titik ini dihubungkan akan terlihat sesuatu bidang yang merupakan kumpulan titik-titik lemah atau disebut bidang gelincir. Selain itu dengan metode ini potensi terjadinya longsoran lanjutan juga dapat diprediksi

apabila terjadi gangguan-gangguan pada lereng tersebut. Lereng akan menyesuaikan sampai bentuk lereng baru dengan sudut lereng lebih kecil dari sudut lereng alam dari jenis tanah pembentuk lereng tersebut.

Pengujian kelongsoran *embankment* skala penuh dengan curah hujan pernah dilakukan di Public Works Research Institute di Jepang (Kutara dan Ishizuka (1982) dalam Ling et al (2009)). Jenis tanah *embankment* adalah lempung kelanauan dengan ketinggian timbunan 4 meter, lebar puncak 2 meter dan kemiringan lereng 3:2 (h:v) diuji dengan curah hujan 15 mm/jam. Keretakan pada lereng terjadi ketika akumulasi curah hujan mencapai 250 mm. Derajat kejenuhan tanah (S_r) dan nilai konus (q_c) dari pengujian sondir diukur setelah pengujian curah hujan. Pada Gambar 3, hasil penelitian menunjukkan peningkatan derajat kejenuhan setelah pengujian. Nilai konus menurun secara drastis mengikuti peningkatan kejenuhan tanah. Pengujian triaksial dalam kondisi tidak jenuh menunjukkan nilai sudut geser dalam (ϕ) tidak dipengaruhi oleh derajat kejenuhan, tetapi besarnya kohesi (c) berkurang sesuai derajat kejenuhannya dan mendekati nol ketika tanah dalam kondisi jenuh ($S_r=100\%$).

Analisis Stabilitas Lereng

Kelongsoran lereng terjadi karena kekuatan geser material pada bidang longsor tidak cukup untuk menahan tegangan geser yang terjadi. Saat ini ada dua pendekatan dalam analisis stabilitas lereng yakni metode irisan keseimbangan batas (*limit equilibrium*) dan analisis numeris *elasto-plastic* menggunakan metode elemen hingga (*finite element method*). Menurut Wong (1984) dalam Griffiths and Lane (1999), keunggulan utama dari pendekatan *finite*

element pada analisis stabilitas lereng dibandingkan dengan metode *limit equilibrium* adalah tidak diperlukannya asumsi perkiraan sebelumnya tentang gaya yang bekerja pada irisan, lokasi atau bentuk dari bidang gelincir. Keruntuhan yang terjadi secara alami melalui zone lereng dimana kekuatan geser tanah tidak mampu menahan gaya geser yang terjadi. Dalam teknik reduksi kekuatan geser (*shear strength reduction technique*) metode elemen hingga (SSR-FEM), lereng di modelkan sebagai *plain-strain* 2 dimensi dengan model material tanah digunakan Mohr-Coulomb. Pada model material tanah Mohr-Coulomb material ada 6 parameter tanah yang diperlukan yakni sudut geser dalam tanah (ϕ), kohesi tanah (c), sudut dilatasi (ψ), modulus Young's (E), poisson rasio (ν) and berat volume tanah (γ). Dalam metode ini, parameter kekuatan geser tanah yang tersedia berturut-turut direduksi secara otomatis hingga kelongsoran terjadi. Sehingga faktor aman (SF) stabilitas lereng menjadi :

$$\Sigma M_{sf} = \frac{\tan \phi_{input} / \tan \phi_{reduksi}}{C_{input} / C_{reduksi}}$$

SF = Kekuatan geser yang tersedia

Kekuatan geser saat runtuh
= Nilai ΣM_{sf} pada saat kelongsoran.

dengan,

C_{input} = kohesi tanah (kN/m^2)
 ϕ_{input} = sudut geser dalam tanah ($^\circ$)
 $C_{reduksi}$ = kohesi tanah tereduksi (kN/m^2)
 $\phi_{reduksi}$ = sudut geser dalam tereduksi ($^\circ$)

Definisi keruntuhan lereng dalam metode elemen hingga terjadi pada saat alogaritma tidak konvergen di dalam batas ketetapan interaksi maksimum oleh pengguna, hal ini menyebabkan tidak adanya distribusi tegangan

yang dapat ditemukan yang secara bersamaan dapat memenuhi kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb dan keseimbangan global. Jika alogaritma tidak dapat memenuhi kriteria ini, maka dapat dikatakan keruntuhan telah terjadi. Keruntuhan lereng dan kondisi non-konvergen terjadi secara bersamaan dan ditandai oleh penambahan perpindahan titik (nodal displacements) yang dramatis di dalam mesh. (Griffiths and Lane,1999).

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah Perumahan Trangkil Sejahtera Gunungpati Semarang. Penelitian dilakukan melalui 5 (lima) tahapan penelitian yaitu :

1. Tahap 1, penelitian diawali dengan survey di lapangan yang meliputi survey kondisi drainase lereng, survey rekahan tanah, survey rembesan air dan arah longsor yang mungkin terjadi. Survey kemudian dilanjutkan dengan pengukuran topografi lereng untuk menghasilkan potongan lereng yang diperlukan pada saat analisis stabilitas lereng.
2. Tahap 2, penelitian dilanjutkan dengan penyelidikan tanah di lapangan untuk mengetahui kemampuan penetrasi tanah dengan alat Sondir sebanyak 5 (lima) titik.
3. Tahap 3, analisis stabilitas lereng untuk mendapatkan nilai faktor aman (SF) stabilitas lereng, lokasi bidang gelincir dan mekanisme kelongsoran.
4. Tahap 4, memverifikasi hasil analisis stabilitas lereng berdasarkan hasil analisis numerik dengan metode elemen hingga dengan kondisi nyata di lapangan.

HASIL DAN ANALISIS

Hasil Survey lapangan dan pengukuran topografi

Survey lapangan dan pengukuran topografi dimaksudkan untuk memperoleh gambaran yang lebih detil tentang pola rekahan yang menandakan posisi bidang longsor dan kondisi kemiringan lereng. Pada Gambar 1, hasil tracking GPS menunjukkan bahwa bidang longsor yang terbentuk di perumahan Trangkil Sejahtera dan Trangkil Baru diduga saling berkaitan. Arah gerakan tanah yang terjadi searah dengan arah aliran anak sungai Kaligarang yang berada di belakang perumahan. Survey lapangan baru dapat dilakukan pada tanggal 24 Januari 2014, satu hari setelah longsor terjadi. Pada Gambar 4 menunjukkan pola bidang longsor yang terjadi di perumahan Trangkil Sejahtera. Sedangkan Gambar 5 menunjukkan pola bidang longsor yang terjadi di perumahan Trangkil Baru dan rumah yang mengalami pergeseran akibat gerakan tanah yang arahnya menuju anak sungai Kaligarang di belakang rumah. Berdasarkan pengukuran potongan jalan lingkungan di perumahan Trangkil Sejahtera, kemiringan lereng pada lokasi studi berkisar 7° hingga 11° .

Berdasarkan wawancara dengan pengurus RW 10 di perumahan Trangkil Sejahtera, tanah yang bergerak merupakan tanah timbunan yang dilakukan ketika pengembang membuka lahan untuk perumahan Trangkil Sejahtera 15 tahun yang lalu. Batas tanah timbunan adalah batas rekahan tanah hingga anak sungai Kaligarang di belakang perumahan pada Gambar 6. Tanah timbunan di atas lereng seringkali menjadi penyebab terjadinya longsor karena biasanya berupa

tanah timbunan non-engineered yang menghasilkan nilai penetrasi uji sondir yang rendah dan kekuatan geser tanah yang rendah.

Sistem drainase yang selama ini ada hanya melayani sebatas lingkungan perumahan saja, untuk pembuangan saluran kolektor dari perumahan ke anak sungai Kaligarang hanya dibuat saluran yang tidak kedap air (Gambar 6). Kolektor sistem drainase yang tidak kedap air ini merupakan salah satu penyebab terjadinya longsor yang dipicu oleh hujan setelah terjadi perubahan tata guna lahan di lokasi Trangkil Baru. Pada tahun 2010, perkampungan Trangkil Baru yang terletak di bawah Perumahan Trangkil Sejahtera dikapling oleh pengembang untuk dijual murah tanahnya. Kapling tanah tersebut sebelumnya telah dihijaukan oleh warga Perumahan Trangkil Sejahtera untuk mengantisipasi terjadinya kelongsoran.



Gambar 4. Identifikasi rekahan dan gerakan tanah di perumahan Trangkil Sejahtera



Gambar 5. Identifikasi rekahan dan gerakan tanah di perumahan Trangkil Baru



Gambar 6. Daerah tanah timbunan yang mengalami gerakan tanah dan sistem drainase yang belum terintegrasi secara kawasan

Hasil Penyelidikan tanah di lapangan

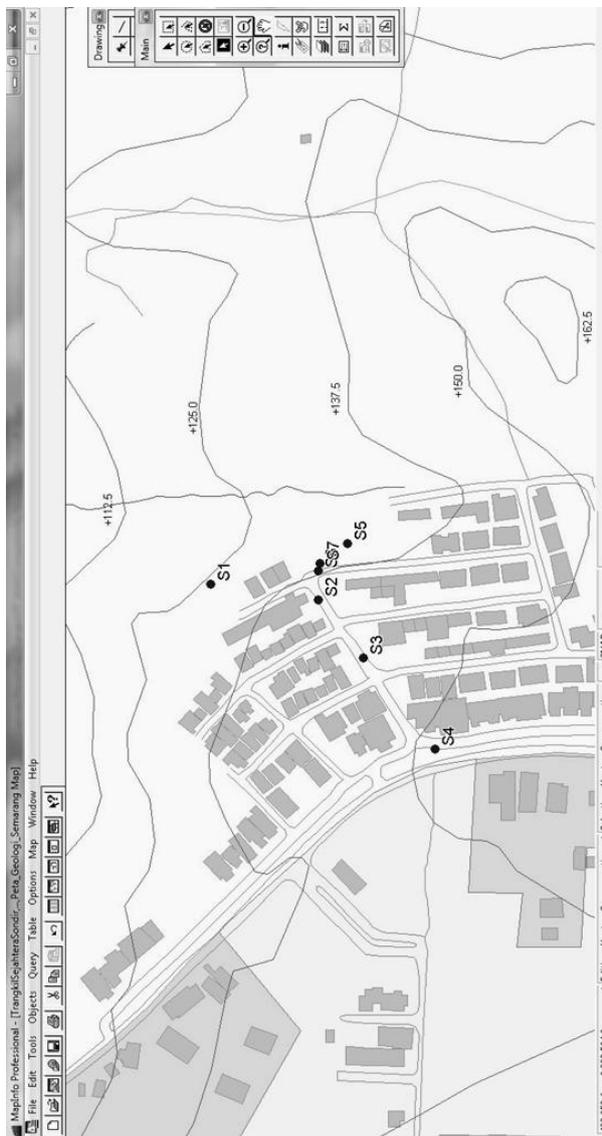
Penyelidikan tanah di lapangan dilakukan dengan alat Sondir kapasitas 2,5 ton dan 5,0 ton yang dilakukan oleh Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Negeri Semarang (Gambar 7). Penyelidikan dilakukan 2 tahap yakni pada bulan Maret 2014 dan September 2014 dengan jumlah titik sondir sebanyak 7 (tujuh) titik dengan sebaran seperti pada Gambar 8. Tujuan dilaksanakannya pengujian ini adalah untuk mengetahui kedalaman tanah keras dan prediksi bidang longsor yang mungkin terjadi.



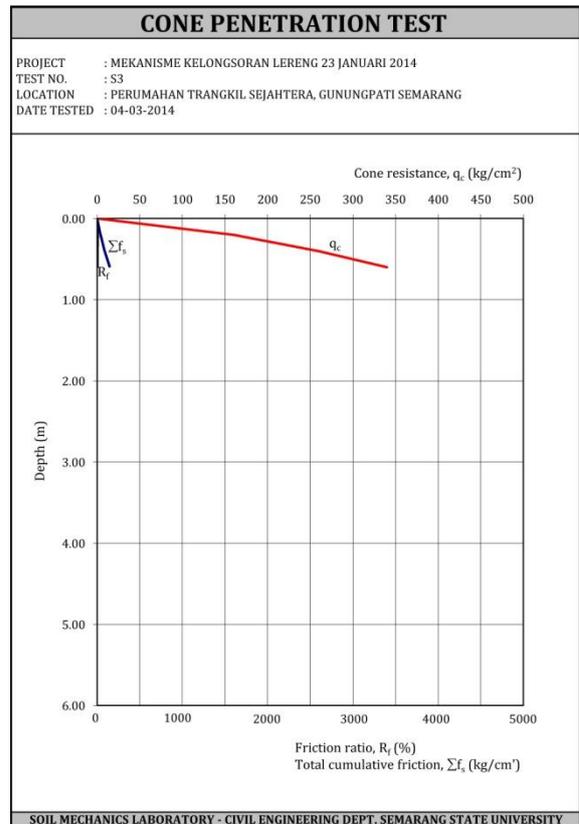
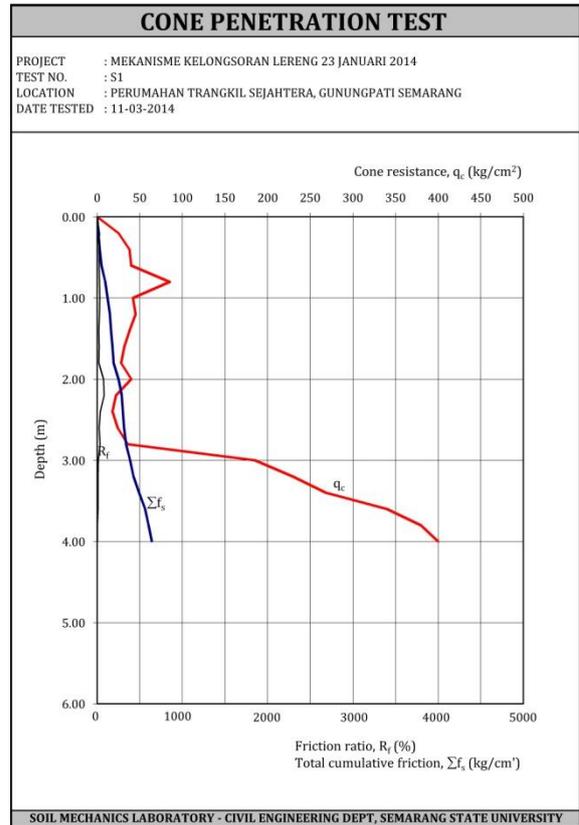
Gambar 7. Penyelidikan sondir sebanyak 7 titik

Berikut disajikan hasil tipikal uji sondir S1 sampai dengan S7 seperti pada Gambar 9. Kedalaman tanah keras (q_c sondir $> 250 \text{ kg/cm}^2$) bervariasi dari 0,4 meter hingga ada yang 20 meter belum mencapai tanah keras. Jika ditumpangsusunkan antara layer kedalaman tanah keras dan hasil tracking

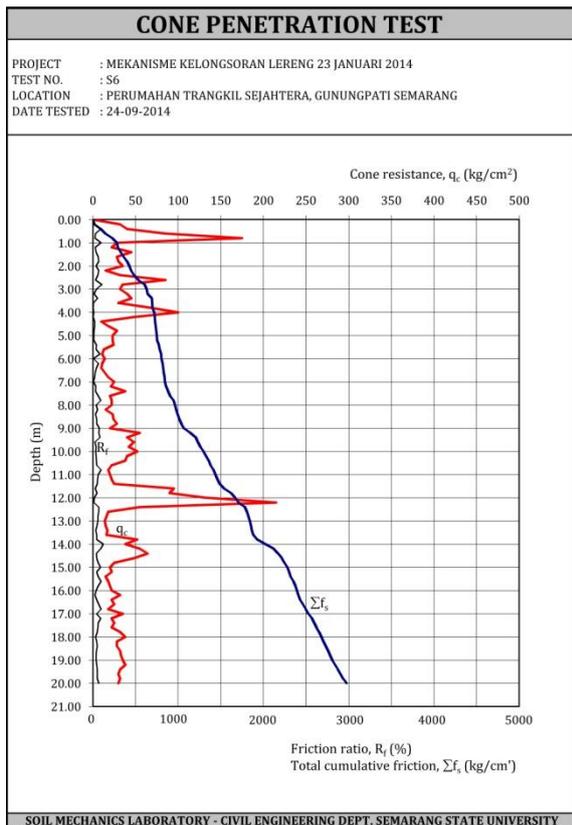
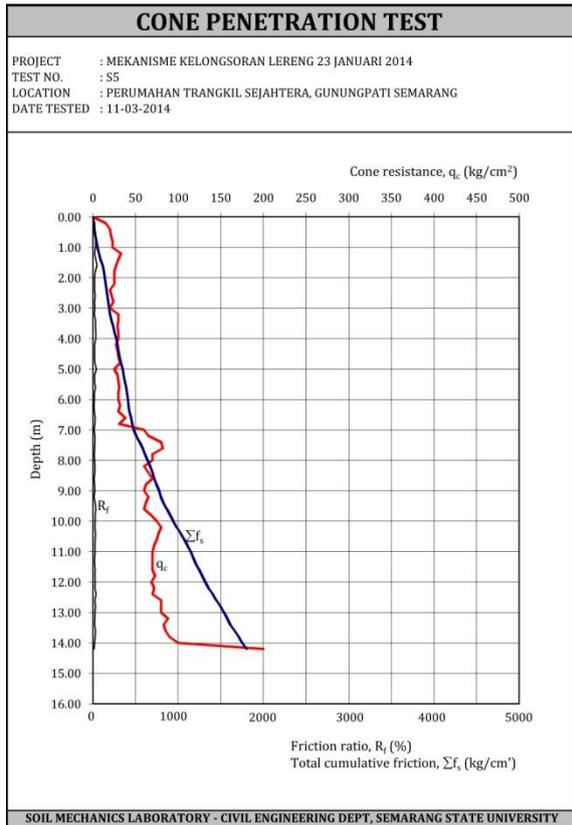
rekahan tanah dari koordinat GPS dihasilkan peta batas area timbunan di atas lereng yang diprediksi mengalami gerakan tanah seperti pada Gambar 10. Nilai pengujian sondir yang diduga sebagai tanah timbunan yakni titik S5, S6 dan S7 hanya memiliki nilai rata-rata $q_c = 20$ hingga 25 kg/cm^2 . Secara pengamatan visual dan berdasarkan korelasi data sondir, tanah timbunan berupa tanah lanau kelempungan lunak yang beresiko mengalami gerakan tanah jika dalam kondisi jenuh air.



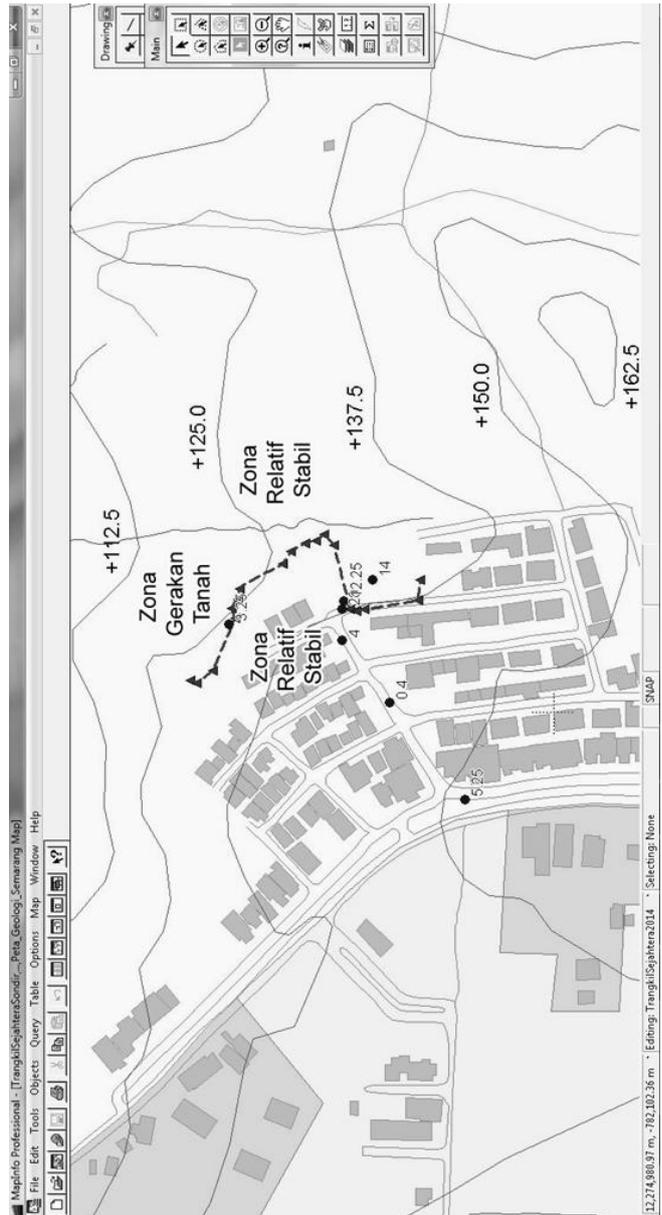
Gambar 8. Lokasi titik sondir S1 s/d S7



Gambar 9. Hasil pengujian titik sondir S1 dan S3 di Perumahan Trangkil Baru



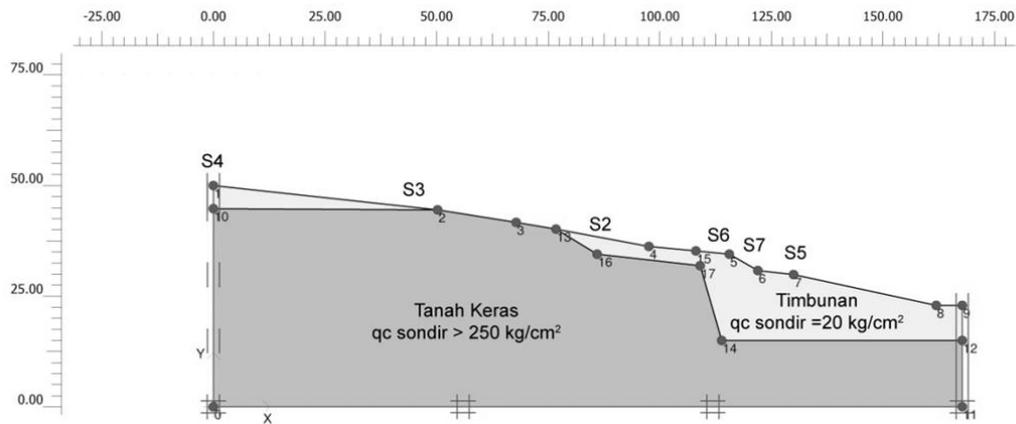
Gambar 10. Hasil pengujian titik sondir S5 dan S6 di Perumahan Trangkil Baru



Gambar 11. Kedalaman tanah keras dan posisi rekahan di Perumahan Trangkil Sejahtera dan Trangkil baru.

Hasil Analisis stabilitas lereng

Berdasarkan hasil pengujian sondir sebanyak 7 (tujuh) titik pada lokasi studi dan pengukuran topografi sederhana pada potongan jalan diperoleh model lereng seperti pada Gambar 12 untuk potongan S4-S3-S2-S6-S7.

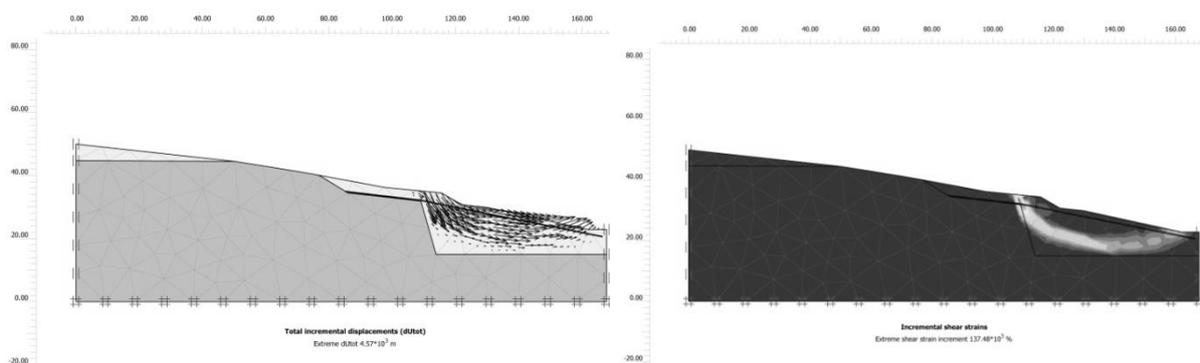


ID	Name	Type	γ_{unsat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ν [-]	E_{ref} [kN/m ²]	c_{ref} [kN/m ²]	ϕ [°]
1	Timbunan	Drained	16.0	18.0	0.25	10000.0	5.0	18.0
2	Tanah Keras	Non-porous	16.0	0.0	0.30	40000.0	10.0	35.0

Gambar 12. Model lereng pada potongan S4-S3-S2-S6-S7.

Sifat fisik dan mekanis tanah timbunan dan tanah keras diperoleh dari hasil korelasi data sondir. Pengujian tanah di laboratorium tidak dilakukan untuk sementara ini karena studi ini hanya untuk memperoleh informasi awal penyebab kelongsoran yang ditinjau dari aspek geoteknik. Kondisi muka air tanah dimodelkan berada di kedalaman mendekati permukaan tanah. Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng dengan software Plaxis 8.6 dihasilkan

bidang longsor dan arah gerakan tanah seperti pada Gambar 12. Nilai faktor aman stabilitas lereng (SF) berdasarkan hasil analisis adalah $1,19 < 1,30$ (=kondisi SF yang relatif aman) yang secara pendekatan praktis masih beresiko mengalami kelongsoran jika tidak ada upaya perbaikan sistem drainase yang lebih kedap air seperti kelongsoran yang terjadi pada tanggal 23 Januari 2014.



Gambar 12. Pola gerakan tanah dan bidang longsor yang terjadi pada lereng tanah timbunan dengan faktor aman SF = 1,19

Pembahasan

Kegiatan penelitian evaluasi geoteknik kelongsoran lereng 23 Januari 2014 di Perumahan Trangkil Sejahtera Gunungpati Semarang yang berlangsung dari bulan Januari sampai dengan September 2014, telah menghasilkan informasi awal dugaan penyebab kelongsoran. Timbunan tanah yang kurang baik, perubahan tata guna lahan, sistem drainase yang kurang terintegrasi dan terjadinya hujan pemicu longsoran adalah faktor utama penyebab terjadinya kelongsoran. Keempat faktor tersebut saling berkaitan yang intinya adalah Perumahan Trangkil Sejahtera Gunungpati Semarang tidak dipersiapkan secara baik infrastrukturnya untuk mengantisipasi bencana longsor. Perumahan Trangkil Sejahtera dan Trangkil Baru termasuk zona gerakan tanah tinggi yakni daerah yang mempunyai derajat kerentanan tinggi untuk terjadinya gerakan tanah (Sugalang dan Siagian, 1991). Gerakan tanah sering terjadi pada zona ini. Gerakan tanah lama dan baru masih ada dan aktif akibat curah hujan yang tinggi dan proses erosi yang kuat.

Nilai pengujian sondir yang diduga sebagai tanah timbunan yakni titik S5, S6 dan S7 hanya memiliki nilai rata-rata $q_c = 20$ hingga 25 kg/cm^2 . Secara pengamatan visual dan berdasarkan korelasi data sondir, tanah timbunan berupa tanah lanau kelembungan lunak beresiko mengalami gerakan tanah jika dalam kondisi jenuh air. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis stabilitas lereng yang menghasilkan bidang longsor lereng timbunan (Gambar 15) di Perumahan Trangkil Sejahtera dengan pola dan posisi bidang longsor sama dengan foto yang ada pada Gambar 4 dan 5. Berdasarkan hasil uji sondir, tanah timbunan

yang kurang baik juga dijumpai di perkampungan Trangkil Baru akibatnya sejumlah rumah yang pondasinya hanya menumpang di atas tanah mengalami rusak parah sebanyak 32 rumah bahkan beberapa di antaranya telah rata dengan tanah.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah: (1) Timbunan tanah yang kurang baik, perubahan tata guna lahan, sistem drainase yang kurang terintegrasi dan terjadinya hujan pemicu longsoran adalah faktor utama penyebab terjadinya kelongsoran; (2) Keempat faktor tersebut saling berkaitan yang intinya adalah Perumahan Trangkil Sejahtera Gunungpati Semarang tidak dipersiapkan secara baik infrastrukturnya untuk mengantisipasi bencana longsor; (3) Secara pengamatan visual dan berdasarkan korelasi data sondir, tanah timbunan yang berupa tanah lanau kelembungan lunak diatas lereng beresiko mengalami gerakan tanah jika dalam kondisi jenuh air.

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah : (1) Warga perlu mengantisipasi terjadinya longsor kembali disetiap musim penghujan dengan perawatan dan perbaikan sistem drainase untuk meminimalkan infiltrasi air hujan yang dapat meningkatkan kejenuhan tanah timbunan; (2) Perlunya sosialisasi ke warga perumahan Trangkil Sejahtera Gunungpati Semarang agar dalam membangun kembali rumahnya yang rusak menggunakan pondasi telapak atau sumuran yang mencapai tanah keras dan antar pondasi struktur kolomnya saling mengikat; (3) Untuk penelitian selanjutnya perlu dilanjutkan ke arah desain perkuatan lereng yang sederhana dan sesuai

untuk perumahan Trangkil Sejahtera Gunungpati Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Griffiths, D.V., Lane, P.A., 1999, Slope stability analysis by finite elements, *Geotechnique* 49, No.3.
- Karnawati, D., 2005, Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya, Penerbit Jurusan Teknik Geologi FT Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Ling, H.I, Wu, M.H, Leshchinsky, D., Leshchinsky, B., 2009, Centrifuge modeling of slope instability, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, June 2009.
- Nian, T.K, Chen, G.Q., Wan, S.S., Luan, M.T., 2011, Non-convergen on slope stability FE analysis by strength reduction method, *Journal of Convergence Information Technology*, Vol.6, No.5, Mei 2011.
- Sugalang, Siagian, Y.O.P, 1991, Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah, Jawa Lembar Semarang dan Magelang Skala 1:100.000, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Pratono, 2014, Digusur dari Tarupolo, Longsor di Trangkil, Jawa Pos Radar Semarang – 25 Januari 2014, <http://radarsemarang.com>.
- Suryolelono, K.B., 1993, Letak bidang gelincir dan penanggulangan keruntuhan lereng utara stadion Mulawarman PT. Pupuk Kaltim Bontang, *Forum Teknik Sipil* No. 11/ 1 Agustus 1993, Jurusan Teknik Sipil UGM, Jogjakarta.
- Suryolelono, K.B., 1999, Letak bidang longsor lereng Candi Selogriyo Kab. Magelang, *Forum Teknik* Jilid 23, No. 3 / 3 November 1999, Fakultas Teknik UGM, Jogjakarta.