

LAND SLIDE STABILITY CASUS AT KIIC INDUSTRIAL ESTATE, KERAWANG BARAT Jakarta, 20 Juni 2012

Idrus Muhammad Alatas
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, FTSP
Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN)
Jl. M. Kahfi II, Jagakarsa – Jakarta 12620
e-mail : hb_idrus@yahoo.com

Abstrak :

Dalam perencanaan infra struktur terutama perencanaan stabilitas lereng , baik untuk lereng galian atau lereng urugan, perlu dilakukan perhitungan analisis stabilitas lereng pada beberapa langkah pelaksanaan konstruksi. Terutama pada perencanaan perubahan kemiringan lereng dengan melakukan suatu galian pada lereng. Hal ini diperlukan agar tidak terjadi kegagalan / kelongsoran lereng pada tahap pelaksanaan dan tahap akhir pelaksanaan . Pekerjaan pembuktian sebab sebab terjadinya kelongsoran diperlukan terutapa untuk mendudukan kasus dalam hukum, serta sesuatu yang diperlukan oleh pihak asuransi untuk membayar komplain dari tertanggung.

Kata Kunci : Stabilitas Lereng, Pelaksanaan konstruksi , Kelongsoran,

I. PENDAHULUAN.

Dalam pelaksanaan pekerjaan penggalian lereng di kawasan KIIC, Kerawang Barat telah terjadi kegagalan konstruksi berupa kelongsoran yang terjadi pada lereng yang telah digali dan akan diberi perkuatan oleh kontraktor

Tulisan ini bertujuan untuk melakukan kajian tentang sebab-sebab terjadinya sliding failure berdasarkan data-data yang kami dapat dari Kontraktor dan dari data-data tambahan serta keterangan dari karyawan Kontraktor yang mengikuti perkembangan proyek dari awal sampai akhir.

Dalam laporan ini , telah kami susun tahapan pelaporan sebagai berikut :

1. Pendahuluan
2. Lingkup dan tanggung jawab PT. TCI
3. Tahapan investigasi
4. Data Investigasi .
5. Tahapan pelaksanaan konstruksi
6. Data soil test tambahan saat investigasi
7. Analisis & Kesimpulan

II. LINGKUP DAN TANGGUNG JAWAB KONTRAKTOR

Berdasarkan kontrak antara Owner dan Kontraktor, maka Pasal 5 Tanggung Jawab 1,a. Bahwa Kontraktor wajib melaksanakan

pekerjaan sesuai dengan spesifikasi teknis, peralatan, gambar dan syarat-syarat serta ketentuan-ketentuan sebagaimana ditentukan secara tertulis oleh pemberi kerja

Sedangkan pengertian Gambar dalam hal ini sesuai pasal 1 , 9 adalah gambar-gambar, peta, rancangan dan sketsa sehubungan dengan pekerjaan sebagaimana tercantum dalam perjanjian ini dan/atau perubahannya sebagaimana ditetapkan sendiri oleh Pemberi Kerja.

Dengan demikian gambar-gambar yang diajukan Kontraktor harus disetujui terlebih dahulu oleh pemberi kerja , dan gambar-gambar tersebut merupakan tanggung jawab penuh Kontraktor yang merupakan lampiran dari kontrak yang tidak dapat dipisahkan.

Demikian pula hanya dengan perhitungan analisis stabilitas Lereng dan perhitungan perkuatan lereng yang ada, semuanya merupakan produk Kontraktor dan menjadi tanggung jawab kontraktor.

Sistem ini lebih dikenal dengan istilah kontrak EPC (Engineering Procurement Construction),dimana disain , pelaksanaan dan pengawasan diberikan penuh kepada penerima kontrak.

III. TAHAPAN INVESTIGASI

Sehubungan dengan pekerjaan tersebut diatas, maka kami melakukan tahapan tahapan investigasi sebagai berikut :

1. Pertama tama kami melakukan survey ke lapangan, yang dilakukan pada tanggal 29 Maret 2012.
2. Pengumpulan data yang ada dari pihak asuransi , dan mengkaji data tersebut.
3. Membuat pertanyaan tertulis kepada kontraktor , sehubungan dengan kelengkapan data atau konfirmasi tentang data yang dimiliki oleh kontraktor.
4. Melakukan Survey ke lapangan yang kedua, dengan agenda site visit, dan melakukan rapat dengan team kontraktor dan mengumpulkan data-data lainnya. Hal ini dilakukan pada tanggal 18 April 2012
5. Melakukan Re Soil Investigation berupa uji CPT, Shallow Boring dan Test Laboratory,
6. Melakukan kajian dengan data-data yang ada, untuk membuat suatu kesimpulan tentang terjadinya kelongsoran pada lereng yang tertulis dalam laporan akhir

4. DATA INVESTIGASI

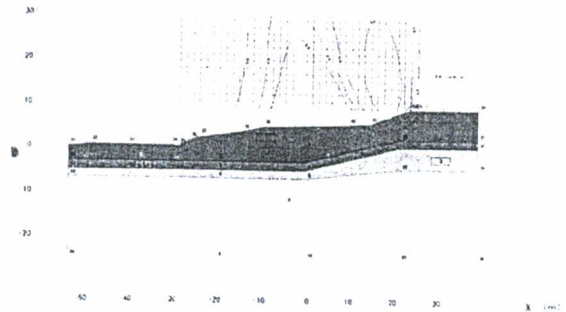
Dari Tahapan Investigasi pada bab 3, didapat data sebagai berikut :

1. Survey Pertama

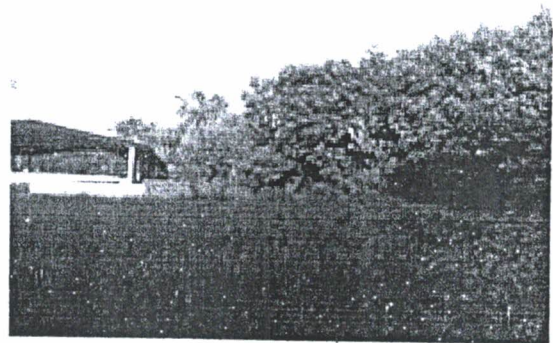
- A. Pada survey pertama, kami melihat dilapangan bahwa PT. TCI sudah selesai membuat perkuatan lereng berupa Reinforced Concrete Wall dari sisi barat ke sisi timur.
- B. Pada Badan lereng sudah terpasang geogrid untuk perkuatan stabilitas lereng dengan finishing berupa pemasangan rumput pada sisi atas lereng.
- C. Mat Drain telah terpasang untuk mengalirkan air yang ada pada lereng bila terjadi hujan, untuk menghindari turunnya kekuatan tanah akibat bertambahnya kadar air tanah.
- D. Pada sisi atas lereng sedang dilakukan perapihan lereng, dan sedang dilakukan pemasangan pagar pembatas dengan menggunakan pondasi strauz pall diameter 30 cm, kedalaman 3,00 meter.

2. Pengumpulan Data

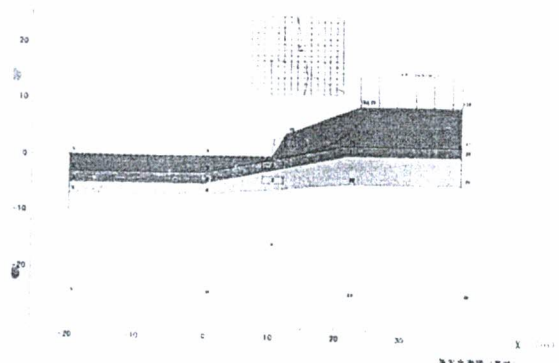
Dari Pihak PT. ATMI kami memperoleh data satu set pada tanggal 7 April 2012, dengan suatu kesimpulan yang kami sampaikan dari data tersebut sebagaimana kami sajikan dalam tabel 1.



Gambar 1 : Cross section original slope (before cutting)



Gambar 2 : Kondisi leeng asli sebelum pekerjaan



Gambar 3 : Cross section after cutting

3. Pertanyaan Tertulis

Setelah mempelajari data yang kami terima dari PT. ATMI, kami sampaikan beberapa pertanyaan tertulis melalui e-mail untuk PT. TCI sehubungan dengan klarifikasi dari data

serta menanyakan tentang data lain yang kami butuhkan.

4. Survey Kedua

Pada Survey yang kedua, dilakukan tinjauan dilapangan dan semua pekerjaan telah selesai dikerjakan oleh Kontraktor. Pada survey kali ini, kami melakukan rapat dengan pihak Kontraktor di kantor lapangan

Pada rapat tersebut kami membuat agenda rapat sbb :

1. Membahas tentang pertanyaan tertulis yang kami ajukan
2. Membahas tentang proses pelaksanaan pembuatan lereng dari awal konstruksi, terjadinya kegagalan lereng / kelongsoran, sampai penanganan permasalahan, serta solusi akhir penanganan masalah, hingga selesai pekerjaan. Juga dibahas tentang proses perubahan disain yang pernah terjadi.
3. Mengumpulkan data tambahan berupa gambar metode pelaksanaan dan foto foto pelaksanaan.

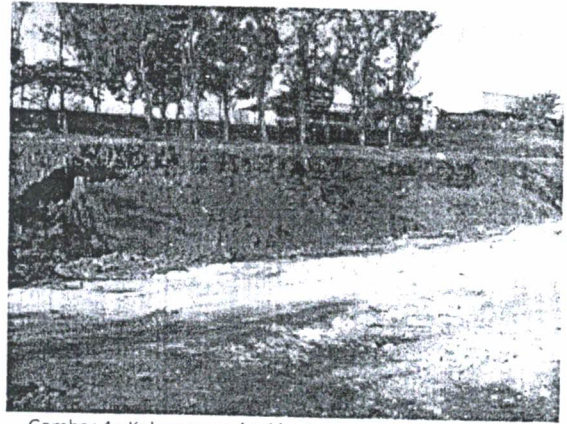
5. TAHAPAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI

Penjelasan berikut ini adalah merupakan penjelasan tahapan pelaksanaan konstruksi, terjadinya kelongsoran dan penanggulangannya yang dijelaskan oleh engineer kontraktor yang disampaikan pada rapat dengan pihak kami pada tanggal 18 April 2012.

- a. Pekerjaan dimulai dengan pemotongan lereng tanah dengan metode free cutting yang dimulai dari sisi barat hingga selesai seluruhnya disisi timur, yang secara bersamaan dikerjakan juga pembuatan Reinforced Concrete Wall (RCW) yang dimulai dari sisi barat. Pada pelaksanaan di tahap ini, cuaca adakalanya terjadi hujan dan cuaca cerah. Khusus kondisi tanah di sisi barat dijelaskan bahwa permukaan tanah lereng hingga 1 meter sampai dengan 2 meter berupa tanah lempung merah, dan dibawah lapisan tanah

tersebut terdapat lapisan tanah hitam dengan konsistensi keras.

- b. Kelongsoran (Land slide) pertama kali terjadi pada tanggal 27 Juli 2011 di daerah B2 , dua hari setelah kontraktor selesai mengerjakan pemotongan tanah di sisi timur. Pada saat kejadian tersebut cuaca cerah (tidak terjadi hujan). Pada saat terjadinya land slide di daerah B2 tersebut, pekerjaan konstruksi RCW tengah berlangsung.



Gambar 4 : Kelongsoran hari ke 3, tanggal 29 Juli 2011

- c. Dengan kejadian land slide tersebut, pihak management kontraktor memutuskan untuk dilakukan back fill material di kaki lereng dengan ukuran ketebalan 4 meter lebar 6 meter dan panjang 160 meter. Dan diputuskan juga untuk melanjutkan konstruksi RCW di sisi barat dengan tahapan konstruksi per section 6 meter. Pekerjaan konstruksi RCW ini berhasil diselesaikan hingga 60 meter.
- d. Karena kelongsoran pada daerah B2 terus menerus terjadi dan pelaksanaan konstruksi RCW terus berlangsung, maka pihak management kontraktor memutuskan pemberhentian pekerjaan RCW, sambil menunggu metode disain selanjutnya yang sedang dibuat oleh engineer kontraktor
- e. Dengan menggunakan data soil test yang ada, engineer kontraktor melakukan perubahan disain Retaining Wall dari RCW menjadi menggunakan Concrete Sheet Pile, dengan kedalaman penetrasi 4,5 meter sampai 5,00 meter.

- f. Pemancangan sheet pile concrete dimulai pada daerah sliding A dan B2 sepanjang 50 meter pada tanggal 28 september 2011 sampai dengan 4 november 2011, seperti tertulis dalam berita acara tanggal 7 desember 2011.
- g. Penggunaan Sheet Pile Concrete untuk menggantikan disain RCW gagal, karena terjadi lateral displacement yang cukup besar akibat tekanan tanah aktif dari lereng. Panjang sheet pile faulure mencapai 35 meter, dan hanya tersisa 15 meter sheet pile concrete yang masih baik pada posisinya.
- h. Dengan terjadinya kegagalan dalam konstruksi sheet pile concrete, pihak management kontraktor melakukan Soil Test ulang yang dilaporkan hasilnya pada tanggal 5 dan 25 januari 2012. Management kontraktor memutuskan untuk kembali menggunakan RCW, dengan terlebih dahulu Engineer kontraktor melakukan perhitungan yang mendetail terhadap faktor keamanan lereng pada saat Konstruksi dilaksanakan, dan pada kondisi akhir pelaksanaan. Sementara pihak management kontraktor memutuskan untuk membongkar seluruhnya konstruksi sheet pile concrete yang telah terpasang.
- i. Engineer kontraktor melakukan technical dan Investigation Report (lampiran 10-1) yang hasilnya menyimpulkan, bila dilakukan free cutting untuk mengerjakan RCW, Faktor keamanan lereng 0,761 (tidak aman). Dengan demikian Engineer kontraktor melakukan suatu perhitungan dan disain perkuatan lereng sementara sebagai metoda kerja, sehingga RCW dapat dikerjakan.
- j. Engineer kontraktor membuat analisa metoda kerja menjadi 2 type. Type pertama disebut System shoring 1 yang dipakai untuk daerah B1, dan type yang kedua disebut system shoring 2 yang dipakai untuk daerah A dan B2. (lihat gambar terlampir). Perhitungan dan gambar diatas dapat dilihat pada lampiran 10-2 yang dibuat kontraktor pada tanggal 14 januari 2012.
- k. Untuk meningkatkan faktor keamanan lereng setelah konstruksi RCW, maka pada timbunan lereng diperkuat dengan menempatkan geogrid sofix GXR-200 lima lapis (lapis demi lapis) . Hal ini dilakukan pada area A ; B1 dan B2. Faktor keamanan lereng menjadi $1,372 > 1,25$ (aman). Secara keseluruhan setelah metode konstruksi system shoring 1 dan system shoring 2 dipraktikkan , maka tidak terjadi lagi kelongsoran sampai pekerjaan selesai

6. DATA SOIL TEST TAMBAHAN

Pada saat awal pekerjaan penyelidikan land slide ini dilakukan, kami telah menerima beberapa data soil investigation antara lain :

1. Soil Investigation pertama yang dilakukan pada bulan Juli 2011 yang dilakukan oleh PT. Geotama Trinita, yang terdiri dari 3 titik bor dalam, 6 titik CPT test dan 8 Undisturbed sample untuk mengujian laboratorium. Pengujian laboratorium lengkap termasuk pengujian swelling pressure yang menunjukkan bahwa tanah asli tersebut (Greyish Brown Clay) adalah tanah swelling dengan hasil swelling pressure maximum sebesar 1,90 kg/cm². Cohesion Undrained (Cu) berkisar antara 0,08 sampai dengan 0,42 kg/cm². Soil Investigation ini dilakukan sebelum terjadinya land slide dan datanya dipakai oleh engineer kontraktor untuk mendisain stabilitas lereng dan perhitungan perkuatan RCW.
2. Soil Investigation kedua yang dilakukan pada tanggal 5 January 2012 yang dilakukan oleh PT.Surya Jenar Mandiri, yang terdiri dari 4 titik bor dalam , 3 titik CPT test dan undisturbed sample untuk pengujian di laboratorium. Soil investigation ini dilakukan setelah terjadinya land slide, dan pengujian dilapangan difokuskan pada area terjadinya land slide.
3. Soil Investigation yang ketiga dilakukan pada tanggal 15 januari 2012, hanya berupa pengujian CPT test data sebanyak

- 5 titik, yang dimaksudkan untuk menambah data uji CPT yang telah dilakukan sebelumnya. Soil Investigation yang ketiga ini dilakukan oleh PT.Surya Jenar Mandiri.
4. Kami juga menambahkan soil investigation pada saat kami melakukan investigasi land slide. Test ini kami ajukan untuk memastikan tentang soil parameter yang telah dipakai oleh engineer kontraktor pada saat melakukan perhitungan, apakah sudah memakai soil parameter yang akurat. Test tambahan soil investigation ini kami lakukan uji compaction laboratory, yang belum pernah dilakukan oleh soil investigator sebelumnya. Test ini juga berkasud untuk mencari prosentase field density of soil pada slope terhadap kepadatan maksimum di laboratorium.
 5. Pengujian yang kami lakukan pada soil investigation tambahan berupa 3 titik CPT Test, 2 titik shallow boring dengan kedalaman 6 meter, 3 titik Short Boring dengan kedalaman 0,50 meter sampai 1,00 meter, pengambilan 9 undisturbed sample untuk laboratory test, serta pengambilan 2 sample disturbed soil berupa sampel tanah asli (Greyish Brown Clay) dan imported soil (Red Clay) yang akan dilakukan compaction test di laboratoium.
 6. Hasil uji ulang soil investigation yang kami lakukan hasilnya dapat dilihat pada lampiran berikut. Namun secara umum, hasil uji ulang di lapangan dan laboratorium yang kami lakukan, hasilnya relatif sama dengan hasil pengujian yang dilakukan oleh soil investigator sebelumnya. Jika ada perbedaan hasil soil properties, hal itu masih dapat diterima karena kondisi kadar air asli tidak sama pada saat soil test terdahulu dan yang terkini.

7. ANALISA DAN KESIMPULAN

7.1 Analisa

Dari dokumen yang kami terima dari kontraktor, serta data yang kami amati sendiri dengan melakukan penyelidikan tanah, maka kami melakukan pengecekan dari perhitungan stabilitas lereng yang telah dilakukan oleh

kontraktor, khususnya dalam menentukan faktor keamanan lereng.

Pengecekan slope analysis yang kami lakukan dalam menentukan faktor keamanan lereng, kami lakukan dengan mengikuti pola keruntuhan slip circle yang sama dihitung oleh kontraktor. Pengecekan perhitungan kami lakukan sebanyak dua kali. Pertama, saat kontraktor sebelum melakukan pekerjaan (Juli 2011), kedua, dilakukan pada saat setelah terjadinya sliding (December 2011).

Dari kedua perhitungan tersebut, kami lakukan analisa sebagai berikut:

1. Analisa yang dibuat pertama kali oleh kontraktor sebagai dasar pelaksanaan pekerjaan (Juli 2011) analisisnya hanya melakukan perhitungan stabilitas lereng pada saat lereng telah digali sesuai rencana dan telah dilakukan perkuatan dengan konstruksi RCW (Reinforced Concrete Wall) pada daerah cutting (Final Condition). Dari analisa tersebut didapat faktor keamanan sebesar 1,56. Dengan faktor keamanan ini artinya dapat disimpulkan bahwa pada kondisi diakhir pekerjaan (Final Condition), lereng tersebut aman, karena $SF > 1,25$ (standard minimum SF lereng).
2. Dengan kondisi yang sama, kami telah menghitung pula faktor keamanan tersebut, dengan menggunakan parameter shear strenght tanah yang berbeda (yang lebih moderate) didapat FK sebesar 1,34 $> 1,25$. Perbedaan parameter shear strenght yang kami pakai adalah pada penggunaan Internal Angle Friction (ϕ), kontraktor menggunakan $15,9^{\circ}$, sedangkan kami menggunakan ϕ sebesar $10,9^{\circ}$. Kami menilai bahwa kontraktor memakai parameter tersebut sangat optimis, karena parameter yang dipakai tersebut adalah yang terbesar dari seluruh parameter ϕ yang ada dari hasil soil investigation. Namun walaupun kami menurunkan parameter tersebut menjadi $10,9^{\circ}$ (average parameter), hasilnya faktor keamanan masih aman, karena $> 1,25$. (see attachment)
3. Dalam analisa yang dibuat kontraktor pada Juli 2011 tersebut, dilakukan juga perhitungan retaining wall (RCW) yang meliputi perhitungan stabilitas, dan perhitungan structure dari RCW.

4. Namun dalam analisa yang dibuat kontraktor pada July 2011, tidak terdapat perhitungan slope stability pada saat proses cutting selesai dilakukan dan sebelum pekerjaan RCW dilakukan (during construction). Karena pada saat selesai cutting inilah terjadinya slope failure di area B.
5. Dalam analisa yang dibuat kontraktor pada Juli 2011 tersebut, tidak dilakukan juga perhitungan slope stability pada kondisi slope asli.
6. Slope failure terjadi hanya pada daerah B-1, B-2 dan A dengan waktu kejadiannya yang berbeda beda, sedang pada daerah sisi barat tidak terjadi kelongsoran. Bahkan saat terjadi kelongsoran pada daerah B-1, kontraktor dapat melaksanakan konstruksi RCW pada sisi daerah barat sepanjang 60 meter ke arah timur.
7. Dengan terjadinya slope failure yang terus menerus, maka kontraktor menghentikan pekerjaan, dan melakukan perhitungan untuk mengetahui stabilitas slope. Maka dibuatlah analisa pada bulan december 2011. Dari analisa tersebut dilakukan perhitungan faktor keamanan lereng pada kondisi awal (kondisi slope asli), pada kondisi akhir cutting (during construction) dan pada kondisi akhir pelaksanaan (Final Construction). Tahapan analisa ini adalah tahapan standard yang harus dilakukan pada saat melakukan pekerjaan perencanaan pekerjaan seperti ini. Dari analisa yang dilakukan oleh kontraktor pada december 12 2011 didapat hasil sebagai berikut : a. Faktor keamanan slope asli adalah $FK = 1,607$ ($FK > 1,25$ Save); b. Faktor keamanan pada saat akhir cutting (during construction) adalah $FK = 0,761$ ($FK < 1,25$, Not Save) ; c. Dan pada saat akhir pekerjaan konstruksi setelah RWC selesai serta menggunakan geogrid, di daerah A $FK = 1,608$; di daerah B-1 $FK = 1,272$; dan di daerah B-2 $FK = 2,272$. Semuanya $FK > 1,25$ dan dinyatakan aman.
8. Dengan dibuktikan sendiri oleh engineer kontraktor pada dokumen Technical and Investigation Report on cause of land slide, Desember 12 th 2011, bahwa akibat penggalan bebas (free cutting) pada slope sampai dasar galian rencana, Faktor keamanan slope menjadi $FK = 0,761$ ($FK < 1,25$). Dengan faktor keamanan $FK = 0,761$ artinya bahwa slope tersebut akan slidding jika free cutting dikerjakan. Dan ternyata pada tanggal 27 Juli 2011 land slide terjadi pada daerah B-2.
9. Dan kenapa land slide tidak terjadi pada seluruh sisi lereng lain yang telah di cutting (terutama di daerah sisi barat)? Hal ini dapat dijelaskan dengan alasan bahwa kondisi lapisan tanah serta shear strength tanah pada setiap lereng tentu tidak seragam. Sedang perhitungan slope stability yang menghasilkan $SF = 0,761$ tersebut diambil pada suatu daerah disekitar titik bor BH-1 atau pada daerah B-2 (lihat attachment 9-3). Pada daerah sisi barat mempunyai karakteristik tanah yang berbeda dan relatif lebih baik kondisi lapisannya dibanding sisi lainnya. (see minute meeting point-2). Sehingga dengan demikian, walaupun pada daerah B-2 telah terjadi slidding, akan tetapi di sisi barat tidak terjadi slidding, bahkan dapat menyelesaikan konstruksi RCW hingga 60 meter ke arah timur.
10. Kegagalan pada konstruksi sheet pile concrete yang bertujuan menggantikan disain RCW untuk bagian A dan B-2, karena gaya lateral aktif yang bekerja pada sheet pile lebih besar dari pada gaya pasif yang bekerja pada sheet pile dengan system free earth support. Hal ini terjadi karena kedalaman penetrasi sheet pile tertanam masih lebih kecil dari kedalaman penetrasi yang disyaratkan. Hal lain yang menyebabkan terjadinya kegagalan dengan menggunakan sheet pile concrete adalah tanah pada bagian atas merupakan tanah expansive, dengan tekanan expansive yang terukur dari test swelling pressure maximum sebesar 19 t/m^2 . Tekanan swelling ini sangat berpengaruh terhadap penambahan tekanan lateral aktif tanah, sehingga menyebabkan keruntuhan.
11. Dengan diketahuinya dalam analisis kontraktor yang dibuat pada Desember 12 2011, bahwa faktor keamanan slope pada saat selesainya dilakukan cutting $FS <$

0,761, maka diperlukan suatu construction methode agar supaya land sliding tidak terjadi pada saat soil cutting dilakukan. Construction methode yang dipakai dalam menyelesaikan pekerjaan ini ada 2 type shoring methode. Pertama, type shoring methode 1, yaitu dengan membuat soil retaining dari baja WF 300 yang ditanam serta di support pada bagian atasnya sebagai tahanan gaya active lateral. Supporting beam dengan WF 300 bertumpu pada WF 300 yang ditanam 5,00 meter ke dalam tanah. Shoring methode 1 ini dipakai pada daerah B-1. Kedua, type shoring methode 2, yaitu dengan memberikan penahanan sementara pada daerah yang akan di cutting dengan menimbun material lime stone setinggi 4,00 meter, lebar 10,00 meter, kemudian ditanam baja HB-300 sebanyak 3 titik dengan jarak 4, meter dan 6,50 meter. Kemudian dilakukan lime stone cutting dan pemasangan strut beam dari HB-300. Shoring Methode 2 ini dipakai untuk daerah A dan B-2. Gambar kedua type methode tersebut dapat dilihat dalam lampiran berikut. Dengan methode shoring tersebut, maka Retaining Concrete Wall (RCW) dapat dikerjakan hingga selesai.

12. Penambahan Geogrid pada slope bertujuan untuk menambah faktor keamanan terhadap sliding. Penambahan Mat Drain pada slope bertujuan untuk menurunkan kadar air jika terjadi hujan, kelebihan air tersebut segera dialirkan lewat Mat Drain, dan dialirkan keluar dari daerah slope. Sehingga shear strenght tanah tetap terjaga baik, sehingga penurunan Faktor keamanan slope bisa dihindari.

7.2 Kesimpulan

Dari pengamatan dilapangan, data perhitungan yang kami dapatkan, penjelasan dari team engineer kontraktor, dan analisa yang kami lakukan sehubungan terjadinya land slide pada casus tersebut, Dapat kami simpulkan sebagai berikut :

1. Terjadinya land slide pada bulan juli 27 th 2011 disebabkan oleh kurang detailnya engineer kontraktor melakukan

perencanaan. Dalam dokumen perencanaan yang kami terima pada Juli 2011 (lampiran 9-1), kontraktor hanya melakukan perhitungan faktor keamanan slope pada akhir konstruksi, setelah slope retaining wall (RCW) selesai dikerjakan. Faktor keamaan pada saat akhir konstruksi ini sebesar $FS = 1,56$ (lebih besar 1,25, save) dihitung oleh engineer kontraktor, sedangkan perhitungan kami pada kondisi failure plan yang sama sebesar $FS = 1,34$. Pada saat yang sama engineer kontraktor tidak menghitung Faktor keamanan saat during construction (saat proses soil cutting selesai dikerjakan). Sedangkan land slide terjadi pada saat soil cutting selesai dikerjakan, dan RCW belum dikerjakan.

2. Faktor keamanan terhadap sliding saat soil cutting selesai dikerjakan cutting dihitung oleh engineer kontraktor (lampiran 10.1) pada desember 12 th 2011, dan diperoleh hasil FS sebesar 0,761, dan nilai $FS=0,761$ lebih kecil dari yang disyaratkan minimal sebesar 1,25. Ini artinya slope tersebut berpotensi sliding / failure. Dan ternyata terjadi pertama kali di daerah B-2 (27 Juli 2011).
3. Tidak terjadinya land slide pada daerah lain (contoh daerah barat) setelah soil cutting dilakukan, dikarenakan kondisi tanah asli didaerah barat tersebut tanahnya lebih baik dari daerah B-2. Terdiri dari tanah merah 1,00 meter sampai 2,00 meter, dan dibawahnya berupa tanah keras berwarna hitam. Sehingga di daerah barat ini pihak kontraktor dapat mengerjakan RCW hingga 60 meter ke arah timur dengan tahapan per segment 6,00 meter.
4. Pemilihan Reinforced Concrete Wall type L (RCW) sebagai Retaining Wall pada slope sudah tepat, hanya memerlukan metode kerja yang benar untuk mewujudkan konstruksi tersebut, sehingga tidak terjadi land slide pada saat konstruksi dikerjakan. Metode Konstruksi yang telah dibuat oleh kontraktor dengan menggunakan 2 methode untuk mengantisipasi terjadinya kelongsoran saat during construction sudah tepat. Type Shoring Methode 1 untuk daerah B-1 dan Type Shoring methode 2 untuk daerah A dan B-2.
5. Kami yakin bila perhitungan yang dibuat oleh kontraktor pada tanggal 12 Dec 2011

jika dilakukan sebelum pekerjaan soil cutting dilakukan, maka Pihak kontraktor tidak akan melakukan soil cutting tanpa membuat construction methode untuk perkuatan sementara.

6. Penggunaan Geogrid bermanfaat untuk meningkatkan faktor keamanan terhadap sliding dari slope. Sedang penggunaan Drain Mat bermanfaat untuk mengurangi kadar air pada tanah akibat hujan dengan mengalirkan air tersebut keluar slope. Penanaman rumput pada slope bermanfaat untuk erosi pada slope.

Referensi :

1. Braja Das, Principles of Geotechnical Engineering, Texas El Paso University, 1985
2. Technical Report, Asuransi Tokio Marine Indonesia, 2012.
3. Soil Investigation report, Geotama Trinita PT, Juli 2012
4. PT. ATMI, Technical dan Investigation Report, Januari 2012 .