

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL (STUDI KASUS: BANTARAN SUNGAI CODE, KECAMATAN JETIS, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)

Radhitya Pradhana¹, Muhammad Rifqi Abdurrozak²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: radhitpradhana1995@gmail.com

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 135111101@staf.uui.ac.id

Abstract Slopes that take place in river banks are tend to experience scouring due to the flow of river water that causes the occurrence of landslides. Slope reinforcement is required in order to minimize the occurrence of landslides on the slopes of the river, which can be done by geotextiles reinforcement. Geotextiles are often used in slope reinforcement as well as others such as highways. The advantages of this geotextile are that they are easy to implement, and it increases the stability of the slope effectively. Prior to the reinforcement of geotextiles, it is necessary to have a slope stability analysis to determine the safety factor of the slope. Slope stability analysis can be done manually or using a computer program such as Geoslope. This study aims to determine the safety factor (SF) of the slope before landslide, slope of existing condition, and slope with geotextile reinforcement using Geoslope program. Each review use two variations of vertical load (10 kN/m³ and 20 kN/m³), two groundwater variations (-19 m and -16 m), and earthquakes. Based on the result of the research, it is found that the safety factor (SF) of the slope before the landslide variation of vertical load 1 (10 kN /m³) is 1,055, the variation of vertical load 2 (20 kN /m³) is 1,040, groundwater variation 1 (-19 m) is 1,039 , groundwater variation 2 (-16 m) is 0,981, and an earthquake of 0,861. The slope of existing condition was obtained by security factor (SF) variation of vertical load 1 (10 kN /m³) as much as 1,070, variation of vertical load 2 (20 kN /m³) as much as 1,044, groundwater variation 1 (-19 m) as much as 1,053, ground water 2 (-16 m) as much as 0.952, and an earthquake of 0,832. As for slopes with geotextile reinforcement obtained a safety factor (SF) 1 vertical load variation (10 kN/m³) of 1,662, variation of vertical load 2 (20 kN/m³) of 1.653, groundwater variation 1 (-19 m) of 1,623, groundwater 2 (-16 m) variation of 1,567, and an earthquake of 1,252. From slope planning to geotextile reinforcement, it is found that the value of the safe factor (SF) is $\geq 1,25$ which means stable slopes and small amount of landslides occur.

Keyword: slope stability, geotextile, Geoslope

1. PENDAHULUAN

Fenomena kerusakan-kerusakan tebing di Indonesia pada umumnya terjadi di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS). Kerusakan - kerusakan ini biasanya disebabkan oleh derasnya aliran arus sungai yang sedikit demi sedikit mengikis tebing di kiri dan kanan sungai sehingga dapat menyebabkan terjadinya erosi pada awalnya

dan apabila dibiarkan akan menyebabkan terjadinya keruntuhan tebing sungai tersebut. Hal ini diperparah dengan perilaku masyarakat di Indonesia yang masih sering membangun bangunan rumah atau prasarana pemukiman di kiri dan kanan tebing daerah aliran sungai, sehingga apabila banjir terjadi akan menyebabkan rumah-rumah mereka rawan mengalami kerusakan dan keruntuhan

akibat tebing-tebing sungai yang mulai tererosi dan kehilangan kekuatan dan kestabilannya.

Pemakaian perkuatan tanah kiranya sangat cocok untuk digunakan pada lereng dan timbunan untuk pemakaian pada jalan raya, umumnya dengan perkuatan tanah akan mempermudah area yang lebih sedikit mengganggu lalu lintas dibanding metode konvensional yang lainnya.

Di Kali Code, tepatnya di Kampung Gondolayu, Kecamatan Jetis, Kabupaten Yogyakarta, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta terdapat tebing yang longsor. Banyaknya rumah dan pertokoan yang berdiri diatas tebing bantaran Kali Code menjadikan daerah ini sangat rawan terhadap longsor. Kerusakan tebing yang terjadi di Kali Code disebabkan karena sifat tanah dari pada tebing itu sendiri termasuk jenis tanah yang tidak stabil, mudah tererosi, dan longsor.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu usaha perkuatan tebing baik dengan cara konvensional maupun dengan geotekstil. Beberapa metode perkuatan yang dapat dilakukan dengan material geotekstil adalah dengan menggelar lembaran *geocell*, dengan *strip reinforcement* dan dengan *sheet reinforcement geotextile*.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka perlu dilakukan suatu kajian analisis sistem perkuatan struktur tebing Kali Code dengan menggunakan sistem perkuatan geotekstil. Penelitian ini dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *Geoslope*, untuk mempermudah dalam menganalisis pola keruntuhan pada lereng. Dari analisis stabilitas lereng dengan menggunakan perangkat lunak *Geoslope* ini, dapat mengetahui pada bagian manakah yang berpotensi terjadinya kelongsoran dan dapat mencegah terjadinya longsor pada lereng, dengan merencanakan perkuatan tanah pada lereng.

2. STUDI PUSTAKA

Penelitian mengenai stabilitas lereng perkuatan geotekstil menggunakan program *Geoslope* sudah banyak dilakukan oleh akademisi sebelumnya, hal tersebut memberikan banyak referensi bagi analisis yang akan dilakukan. Tugas akhir ini mengacu pada perencanaan dan penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya. Chasanah (2012) melakukan penelitian mengenai Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil menggunakan program *geoslope*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kemiringan lereng, panjang geotekstil, dan jarak antar geotekstil (S_v) terhadap angka keamanan lereng yang dilakukan dengan membandingkan dua perhitungan yaitu, perhitungan manual, dan program *Geoslope*. Peneliti meninjau variasi-variasi yang terdapat pada jarak vertikal antar geotekstil (S_v), stabilitas internal, dan stabilitas eksternal untuk mengetahui gaya tegangan yang terjadi pada lereng. Hasil analisis menunjukkan perbandingan rata-rata selisih SF menggunakan perhitungan manual dan program, solusi peningkatan nilai SF dengan menghemat geotekstil sesuai besaran bidang longsohnya dengan menggunakan program *Geoslope*.

Surjandari, dkk (2012) melakukan penelitian Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil yang berisi tentang mencari nilai faktor aman (SF) pada lereng sebelum dan sesudah diberi perkuatan geotekstil dengan beberapa variasi, menggunakan program komputer dan manual. pemodelan lereng yaitu dua variasi kemiringan lereng (1:2 dan 1:3), dua variasi kuat tarik geotekstil (54 kN/m dan 64 kN/m), dan dua variasi panjang geotekstil (3h dan 4h). Seluruh variasi dibebani oleh 2 beban titik seberat 10 ton.

Azizah, dkk (2014) melakukan penelitian Penggunaan Geotekstil Pada Lereng Sungai Gajah Putih Surakarta yang berisi tentang mencari nilai faktor aman (SF) sebelum dan sesudah penggunaan geotekstil pada lereng sungai Gajah Putih Surakarta. Pengaruh

panjang geotekstil dan jarak vertikal antar geotekstil (S_v) terhadap angka keamanan lereng dihitung secara manual menggunakan metode bishop. Faktor keamanan (SF) lereng sungai Gajah Putih Surakarta dihitung dalam kondisi tanpa geotekstil dan setelah perbaikan lereng dengan geotekstil. Penelitian ini juga memperhitungkan pengaruh fluktuasi muka air tanah (MAT), penambahan akibat beban mati dan beban mati + beban hidup.

Prasetyo (2017) melakukan penelitian Analisis Stabilitas Lereng Bertingkat Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Metode Elemen Hingga yang berisi tentang pemodelan stabilitas lereng dengan beberapa variasi pada panjang geotekstil dan tebal tanah timbunan pengisi. Metode penelitian menggunakan metode elemen hingga dengan menggunakan Plaxis 8.2. permodelan elemen hingga yang dipilih dalam penelitian ini berupa *plane strain*. Permodelan material tanah yang dipilih adalah *Mohr-Coulumb*. Model *Mohr-Coulumb* dipilih karena model ini merupakan suatu pendekatan ordo pertama dari perilaku tanah dan batuan. Perhitungan elemen hingga dalam penelitian ini menggunakan perhitungan (*calculation type*) menggunakan *plastic* dan *phi/c reduction*. Jenis *plastic* adalah jenis proses analisis yang digunakan pada model karena dianggap apabila beban yang diberikan sudah tidak bekerja lagi, model dianggap pada kondisi plastis, sedangkan jenis *phi/c reduction* digunakan untuk analisis faktor keamanan.

Pamungkas, dkk (2015) melakukan penelitian Analisis Stabilitas Lereng Memakai Perkuatan Geotekstil Dengan Bantuan Perangkat Lunak yang berisi tentang peristiwa longsor yang terjadi di kabupaten Trenggalek. Lereng memiliki ketinggian antara 8 m sampai 8,5 m dengan panjang dinding penahan 375 m dan mengalami kelongsoran pada bagian struktur sepanjang 90 m. Dianalisa menggunakan perangkat lunak SLOPE/W pada lereng

tersebut didapatkan angka keamanan hanya 0,660 sehingga terjadi longsor. Dilakukan desain ulang lereng tersebut dengan menggunakan perkuatan geotekstil dengan jumlah 5 lapis, kapasitas tarik 400 kN/m, kohesi 0 kN/m dan sudut geser terhadap tanah 38°, jarak vertikal 1 m. Dengan analisa menggunakan SLOPE/W didapatkan angka keamanan 1,893.

3. LANDASAN TEORI

3.1. Klasifikasi Tanah Longsor

Menurut Mitchell, And Villet (1987), Kriteria yang digunakan dalam pengelompokan ini, pertama adalah tipe gerakan tanah dan kedua adalah jenis materialnya. Tipe gerakan tanah dibagi menjadi lima kelompok utama yaitu: runtuhan, jungkiran, longsor, penyebaran lateral dan aliran. Kelompok keenam adalah majemuk yaitu kombinasi dua atau lebih tipe gerakan tersebut di atas.

Material dibagi menjadi dua kelas yaitu batuan dan tanah. Tanah selanjutnya dibagi menurut ukuran butirannya yaitu bahan rombakan (tanah berbutir kasar) dan tanah berbutir halus.

3.2. Stabilitas Lereng

Menurut Hardiyatmo (2014), pada permukaan tanah yang tidak horizontal atau miring, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsohnya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring ini, disebut analisis stabilitas lereng. Analisis ini sering digunakan dalam perancangan - perancangan bangunan seperti jalan kereta api, bandara, bendungan, urugan tanah, saluran, dan lain-lain. Umumnya, analisis stabilitas lereng dilakukan untuk mengecek keamanan dari alam, lereng galian, dan lereng urugan tanah.

Analisis stabilitas lereng tidak mudah, karena terdapat banyak faktor yang sangat mempengaruhi hasil hitungan. Faktor-faktor tersebut, misalnya kondisi tanah yang berlapis-lapis, kondisi tanah yang anisotropis, aliran rembesan air dalam tanah dan lain - lainnya. Terzaghi (1950) didalam Hardiyatmo (2014) membagi penyebab longsor lereng terdiri dari akibat pengaruh dalam, dan pengaruh luar. Pengaruh luar, yaitu pengaruh yang menyebabkan bertambahnya gaya geser dengan tanpa adanya perubahan kuat geser tanah. Contohnya, akibat perbuatan manusia mempertajam kemiringan tebing atau memperdalam galian tanah dan erosi sungai. Pengaruh dalam, yaitu longsor yang terjadi dengan tanpa adanya perubahan kondisi luar atau gempa bumi. Contoh yang umum untuk kondisi ini adalah pengaruh bertambahnya tekanan air pori di dalam lereng. Kelongsoran lereng alam dapat terjadi dari hal-hal sebagai berikut.

1. Penambahan beban pada lereng. Tambahan beban lereng dapat berupa bangunan baru, tambahan beban oleh air yang masuk ke pori-pori tanah maupun yang menggenang di permukaan tanah dan beban dinamis oleh tumbuh-tumbuhan yang tertiuip angina dan lain-lain.
2. Penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng.
3. Penggalian yang mempertajam kemiringan lereng.
4. Perubahan posisi muka air secara cepat.
5. Kenaikan tekanan lateral oleh air.
6. Gempa bumi atau getaran berlebihan.
7. Penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng oleh akibatkenaikan kadar air, kenaikan tekanan pori, tekanan rembesan oleh genangan air didalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung yang mudah kembang susut dan lain-lain.

Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya

yang menggerakkan dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$SF = \tau / \tau_d \quad (1)$$

dengan:

SF = faktor aman
 τ = tahanan geser maksimum
 τ_d = tahanan geser yang timbul akibat gaya berat tanah yang akan longsor

3.3. Geotekstil

Menurut Hardiyatmo (2013), geotekstil adalah material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil *polymeric*, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (*non woven*), rajutan atau ayaman (*woven*) yang digunakan dalam kontak dengan tanah/batu dan/atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil.

Geotekstil umumnya dibuat dari polimer *polypropylene* (beberapa dibuat dari *polyester* atau *polyethylene*), yang dibuat dalam bentuk fiber-fiber atau benang-benang, dan akhirnya dipakai untuk membuat lembaran kain anyam (*woven*) atau nir-anyam (*non woven*). Ketika kain tekstil ini diletakkan didalam tanah, maka disebut geotekstil.

Pada umumnya, kata kain (*fabric*) dan geotekstil (*geotextile*) dapat saling ditukarkan. Di Indonesia, umumnya kain dari bahan *polymer* yang dipakai untuk aplikasi proyek pembangunan ini sering disebut geotekstil. Karena tipe geotekstil yang sangat banyak, maka aplikasi harus mempertimbangkan fungsi dari material ini terhadap macam struktur yang akan dirancang.

Hitungan dengan cara coba-coba memerlukan waktu yang lama. Pada analisis stabilitas lereng bertulang, kuat tarik, panjang dan jarak tulangan geosintetik perlu diestimasi terlebih dahulu dengan cara pendekatan. Pada dasarnya banyak hitungan dengan menggunakan grafik, contohnya grafik yang disarankan oleh Schemertmann

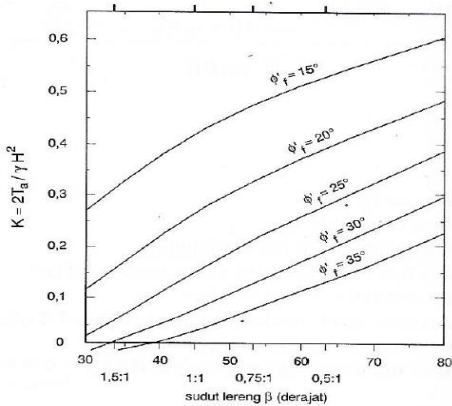
et al (1987) dalam Hardiyatmo (2013). Sebelum mencari nilai K menggunakan grafik, terlebih dahulu mencari nilai sudut gesek dalam tanah urug terfaktor ($\phi'f$). berikut adalah persamaan nilai sudut gesek dalam tanah urug terfaktor dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$\phi'f = \arctan(\tan \phi / SF) \quad (2)$$

dengan,

- SF = faktor aman
- ϕ = sudut geser ($^\circ$)

Dibawah ini akan dipelajari cara pendekatan untuk menghitung kebutuhan tulangan dengan menggunakan grafik yang diberikan oleh Schemertmann et al (1987) di dalam Hardiyatmo (2013). Pada Gambar 1 digunakan untuk menentukan nilai koefisien tekanan tanah lateral (K) yang akan digunakan untuk menghitung gaya tarik tulangan total. Berikut adalah grafik nilai K dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik Penentuan Nilai K
(Sumber: Schmertman et al., 1987 dalam Hardiyatmo, 2013)

Setelah mendapatkan nilai K, selanjutnya mencari tegangan horizontal (σ_h) dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$\sigma_h = K \cdot \gamma \cdot Z_i \quad (3)$$

dengan,

- K = nilai koefisien tekanan tanah lateral
- γ = berat volume tanah (t/m^3)
- Z_i = tinggi lapisan ke-i pada geotekstil (m)

Mecari nilai kuat tarik tulangan yang terjadi (P_{req}) dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$P_{req} = \sigma_h \cdot S_{v_i} \cdot SF \quad (4)$$

dengan,

- σ_h = tegangan horizontal (t/m^2)
- S_{v_i} = jarak antar geotekstil zona ke-i (m)
- SF = faktor aman

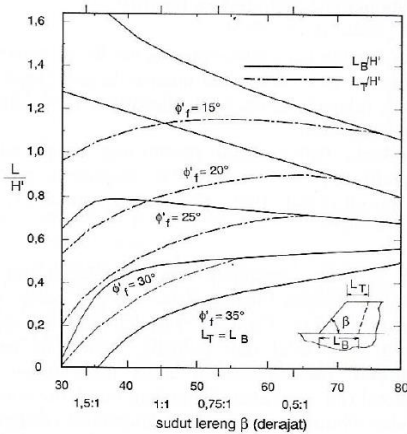
Untuk faktor aman yang digunakan untuk mencari P_{req} adalah faktor aman minimum yang digunakan untuk perencanaan perkuatan geotekstil $SF \geq 1,3$. Adapun persyaratan dalam merencanakan P_{req} dapat dilihat pada Persamaan 5.

$$P_u \geq P_{req} \quad (5)$$

dengan,

- P_u = kuat tarik geotekstil (t/m)
- P_{req} = kuat tarik tulangan yang terjadi (t/m^2)

Setelah memenuhi persyaratan, selanjutnya menghitung panjang tulangan geosintetik di bagian atas (L_T) dan bawah lereng (L_B) digunakan cara grafik L/H' Schemertmann et al (1987) dalam Hardiyatmo (2013). Berikut adalah grafik L/H' dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Penentuan Nilai L/H'
(Sumber: Schmertman et al., 1987 dalam
Hardiyatmo., 2013)

Nilai L/H' digunakan dalam menghitung panjang penjangkaran di bagian atas (L_T) dan bawah lereng (L_B), setelah menghitung panjang penjangkaran selanjutnya menentukan panjang geotekstil *overlapping* (L_o) yang diambil panjang minimum sebesar 1 m. Rumus panjang penjangkaran di bagian atas (L_T) dan bawah lereng (L_B) dapat dilihat pada Persamaan 6.

$$L_B = (L/H') \cdot (H + (q/\gamma)) \cdot SF \quad (6)$$

dengan,

- H = tinggi lereng (m)
- q = beban merata (t/m^2)
- γ = berat volume tanah (t/m^3)

3.4. Pemetaan Pada Lereng

Menurut Wongsosotjtro (1980), untuk menganalisis stabilitas lereng diperlukan survey pemetaan terlebih dahulu, guna mengetahui topografi pada lereng yang akan ditinjau. Tanpa survey pemetaan, maka stabilitas lereng tidak dapat di analisis karena tahap awal dalam merencanakan stabilitas lereng harus mengetahui topografi dan kontur pada lereng yang akan ditinjau. Pada survey pemetaan dapat digunakan alat seperti *theodolite*, *waterpass*, *total station*, dan lain-lain sebagai alat pengukur, biasanya pada survey pemetaan lereng seringkali digunakan

alat ukur *theodolite* dan *total station*. *Theodolite* adalah sebuah alat optis yang mempunyai fungsi utama untuk mengukur sudut, baik sudut vertikal maupun horizontal, serta alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur jarak dan beda tinggi yang akan menjadi acuan dalam membuat gambar peta kontur.

3.5. Program *Geoslope*

Menurut *International* (2008), *Geoslope Office* adalah sebuah paket aplikasi untuk pemodelan geoteknik dan geo-lingkungan. Software ini melingkupi *SLOPE / W*, *SEEP / W*, *SIGMA / W*, *QUAKE / W*, *TEMP / W*, dan *CTRAN / W*. Yang sifatnya terintegrasi sehingga memungkinkan untuk menggunakan hasil dari satu produk ke dalam produk yang lain. Ini unik dan fitur yang kuat sangat memperluas jenis masalah yang dapat dianalisis dan memberikan fleksibilitas untuk memperoleh modul seperti yang dibutuhkan untuk proyek yang berbeda.

SLOPE / W merupakan produk perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan tanah dan kemiringan batuan. Dengan *SLOPE / W*, kita dapat menganalisis masalah baik secara sederhana maupun kompleks dengan menggunakan salah satu dari delapan metode kesetimbangan batas untuk berbagai permukaan yang miring, kondisi tekanan pori-air, sifat tanah dan beban terkonsentrasi. Kita dapat menggunakan elemen tekanan pori air yang terbatas, tegangan statis, atau tekanan dinamik pada analisis kestabilan lereng. Anda juga dapat melakukan analisis probabilitistik.

SEEP / W adalah salah satu software yang digunakan untuk menganalisis rembesan air tanah, masalah kelebihan disipasi tekanan pori-air, dengan *SEEP / W*, kita dapat mempertimbangkan analisis mulai dari masalah tingkat kejenuhan yang tetap sampai yang tidak jenuh, tergantung dari masalah itu terjadi.

SIGMA / W adalah salah satu software yang digunakan untuk menganalisis tekanan geoteknik dan masalah-masalah deformasi. Dengan *SIGMA / W*, kita dapat mempertimbangkan analisis mulai dari masalah deformasi sederhana hingga masalah tekanan-efektif lanjutan secara bertahap dengan menggunakan model konstitutif tanah seperti linier-elastis, anisotropik linier-elastis, nonlinier-elastis (hiperbolik), elastis-plastik atau Cam-clay.

QUAKE / W adalah salah satu software yang digunakan untuk menganalisis gerakan dinamis dari struktur bumi hingga menyebabkan gempa bumi. *QUAKE / W* sangat cocok sekali untuk menganalisis perilaku dinamis dari bendungan timbunan tanah, tanah dan kemiringan batuan, daerah di sekitar tanah horizontal dengan potensi tekanan pori-air yang berlebih akibat gempa bumi.

TEMP / W adalah salah satu software yang digunakan untuk menganalisis masalah panas bumi. Software ini dapat menganalisis masalah konduksi tingkat panas yang tetap. Kita dapat mengontrol tingkat di mana panas diserap atau dibebaskan selama fase perubahan. Kondisi batas termal dapat ditentukan dari memasukkan data iklim, dan kondisi batas disediakan untuk thermosyphons dan pipa pembekuan.

CTRAN / W adalah salah satu software yang dalam penggunaannya berhubungan dengan *SEEP / W* untuk pemodelan transportasi kontaminasi. *CTRAN / W* dapat menganalisa masalah yang sederhana seperti pergerakan partikel dalam gerakan air atau serumit menganalisis proses yang melibatkan difusi, dispersi, adsorpsi, peluruhan radioaktif dan perbedaan massa jenis.

VADOSE / W adalah salah satu software yang berhubungan dengan lingkungan, permukaan tanah, zona *vadose* dan daerah air tanah lokal. Software ini dapat menganalisa masalah batas *fluks* seperti:

- a. rancangan dan memonitor performa satu atau lebih lapisan yang menutupi tambang dan fasilitas limbah rumah,
- b. menentukan iklim yang mengontrol distribusi tekanan pori-air pada lereng untuk digunakan dalam analisis stabilitas, dan
- c. menentukan infiltrasi, evaporasi dan transpirasi dari proyek-proyek pertanian atau irigasi.

Seep3D digunakan untuk pemodelan 3D dari air tanah yang jenuh atau tidak jenuh. Dengan menggunakan *Seep3D*, kita dapat memperluas analisis aliran air tanah regional dengan menyertakan geometri struktur tertentu seperti waduk dan bendungan, hambatan arus *cut off*, rembesan saluran air atau sumur, gabungan aliran dari samping dan bawah lereng, dan infiltrasi dan aliran dalam sistem penghalang limbah.

4. METODOLOGI

Tahapan yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini menggunakan data primer berupa survey pemetaan lereng, selain itu data yang digunakan pada penelitian ini ada data sekunder berupa data tanah, dan data material geotekstil. Setelah mendapatkan data primer, dan data sekunder, selanjutnya dilakukan analisis stabilitas lereng dengan berbagai variasi pemodelan dengan variasi yaitu, kondisi sebelum longsor, kondisi eksisting, dan kondisi setelah diperkuat dengan geotekstil. Pada masing-masing pemodelan tersebut divariasikan pada 2 kondisi beban (10 kN/m^3 dan 20 kN/m^3), 2 variasi muka air tanah (-19 m dan -16 m), dan gempa. Variasi pemodelan di *Solve* satu per-satu untuk mendapatkan nilai SF setiap variasi pemodelan, lalu membandingkan hasil SF untuk setiap variasi pemodelan dengan variasi kondisi sebelum longsor, kondisi eksisting, dan kondisi setelah diperkuat dengan geotekstil yang masing-masing pemodelan tersebut divariasikan pada 2 kondisi beban (10 kN/m^3 dan 20 kN/m^3), 2 variasi muka air tanah (-19 m dan

-16 m), dan gempa. Setelah di bandingkan, selanjutnya membuat kesimpulan hasil penelitian tugas akhir, dan membuat saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

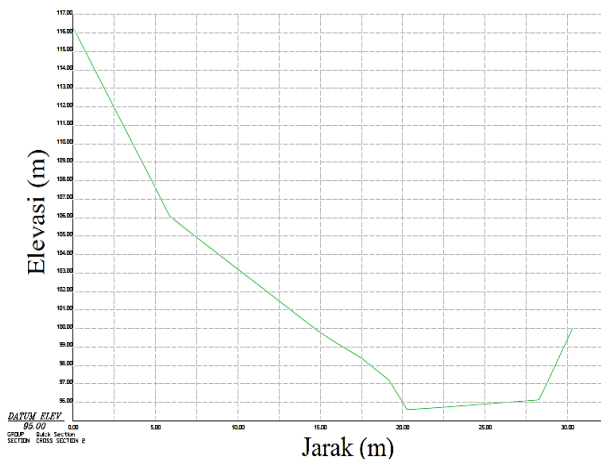
5. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Data Pengukuran Lereng

Analisis data pengukuran lereng dilakukan dengan melakukan survey pemetaan / topografi lereng menggunakan alat theodolite, statif, rambu ukur, meteran, alat tulis. Sedangkan untuk mengolah data pengukuran menggunakan program *Microsoft Excel*, dan *AutoCAD 2017*. Diketahui tinggi alat 1,6 m, elevasi muka air laut 100 m, dan koordinat X = 100, Y = 100. Dari hasil pengukuran survey pemetaan, data yang didapat pertama kali hanya ditulis di kertas menggunakan alat tulis. Data yang didapat tersebut lalu di masukan ke program *Microsoft Excel* untuk di rapikan dan di analisis menggunakan rumus-rumus yang telah disediakan sebelumnya. Berikut adalah data hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar kontur lereng, dan tampak melintang lereng dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Kontur Lereng Bantaran Sungai Code

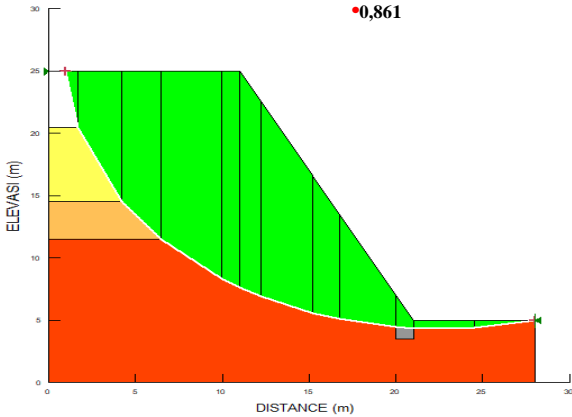


Gambar 4. Tampak Melintang Lereng

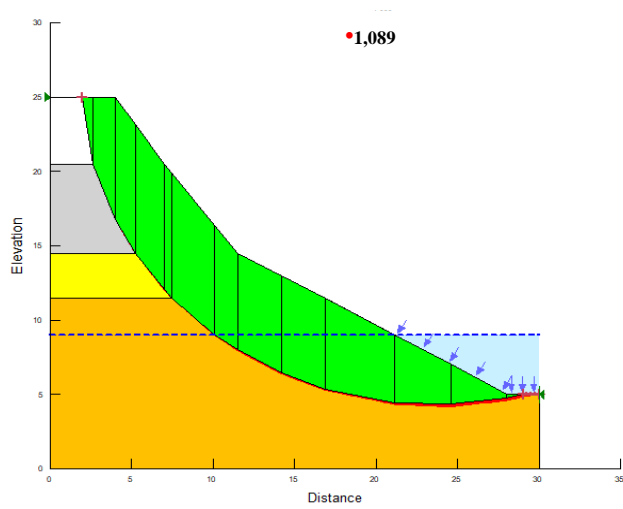
5.2. Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Program *Geoslope*

Stabilitas lereng yang dianalisis menggunakan program *Geoslope* pada penelitian ini meliputi, analisis stabilitas lereng sebelum longsor, analisis stabilitas lereng kondisi eksisting, dan analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil. Dengan masing-masing menggunakan 2 variasi beban vertikal, 2 variasi muka air tanah, dan gempa. Metode yang digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng adalah *Fellenius Sliced Method*. Digunakan *Fellenius Sliced Method* karena metode ini dapat menghasilkan faktor aman yang lebih rendah dari cara hitungan yang lebih teliti. Besarnya nilai kesalahan dapat tergantung dari faktor aman, sudut pusat lingkaran yang dipilih, dan besarnya tekanan air pori. Walaupun analisis ditinjau dalam tinjauan tegangan total, kesalahan analisis masih merupakan fungsi dari faktor aman dan sudut pusat dari lingkaran. Cara ini telah banyak digunakan dalam praktek, karena cara hitungan sederhana dan kesalahan hitungan yang dihasilkan masih pada sisi yang aman.

Berikut adalah hasil beberapa *output Geoslope* dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7.

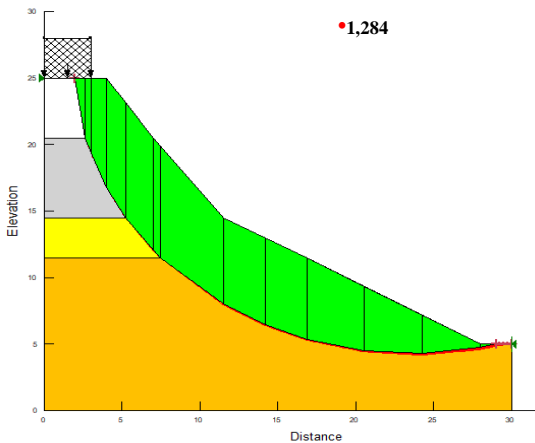


Gambar 5. Hasil Analisis Kelongsoran Pada Lereng Sebelum Longsor Akibat Gempa

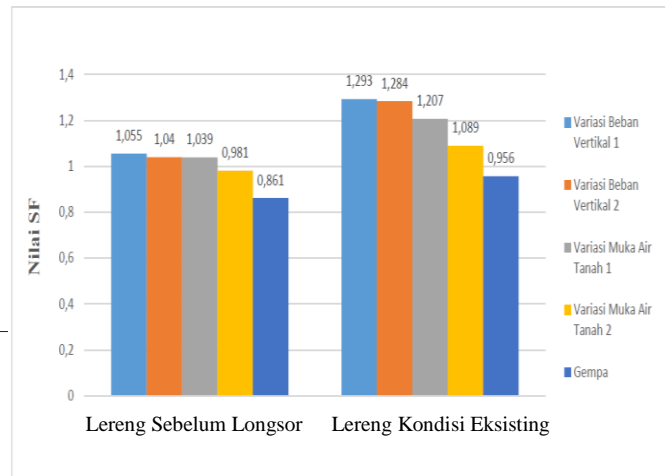


Gambar 7. Hasil Analisis Kelongsoran Pada Lereng Kondisi Eksisting Variasi Muka Air Tanah 2 (-16 m)

Berikut adalah grafik hasil analisis nilai faktor keamanan (SF) lereng sebelum longsor, dan lereng kondisi eksisting dapat dilihat pada Gambar 8.



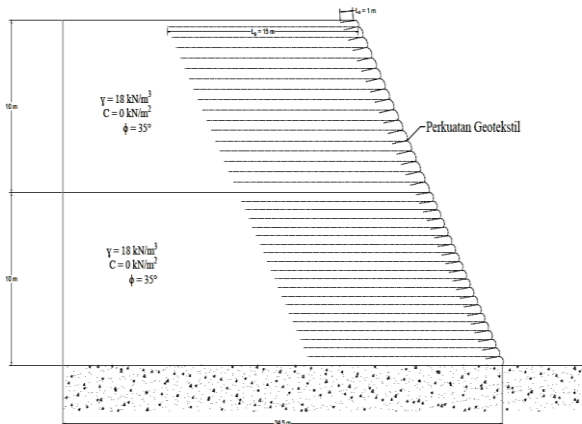
Gambar 6. Hasil Analisis Kelongsoran Pada Lereng Kondisi Eksisting Variasi Beban Vertikal 2 (20 kN/m³)



Gambar 8. Grafik Hasil Analisis Stabilitas Lereng Sebelum Longsor, dan Lereng Kondisi Eksisting Menggunakan Program *Geoslope*

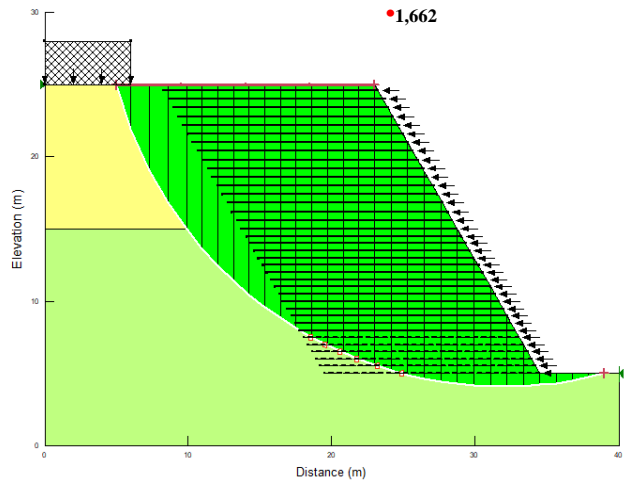
Berdasarkan pada Gambar 8 diatas, menurut Bowles (1989) tentang hubungan nilai faktor keamanan lereng dan intensitas longsor, untuk lereng sebelum longsor dengan berbagai variasinya, didapatkan $SF \leq 1,07$ yang berarti lereng keadaan labil. Untuk lereng kondisi eksisting dengan variasi beban vertikal didapatkan $SF \geq 1,25$ yang berarti lereng relatif stabil, untuk variasi muka air tanah didapatkan SF antara 1,07 sampai 1,25 yang berarti lereng keadaan kritis, sementara untuk gempa didapatkan $SF \leq 1,07$ yang berarti lereng keadaan labil.

Pada lereng perkuatan geotekstil dilakukan perhitungan manual, di dapatkan nilai $\phi'_f = 29,53^\circ$, nilai P_{req} terbesar 2,7 t/m², panjang penjangkaran ($L_B = L_T$) 15 m, dan panjang geotekstil *overlapping* sebesar 1 m. Berikut adalah gambar geometri lereng perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 9.

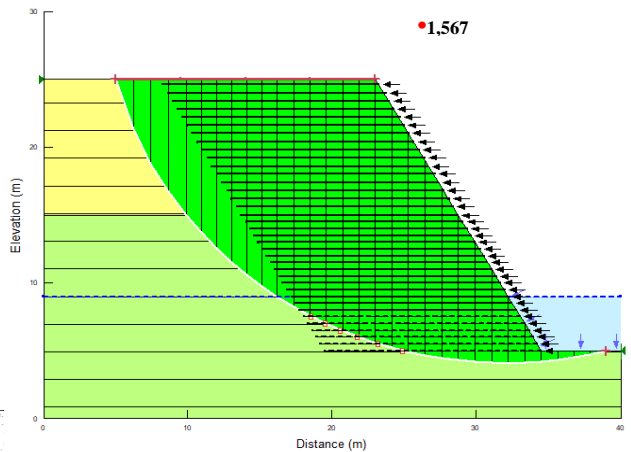


Gambar 9. Geometri Lereng Perkuatan Geotekstil

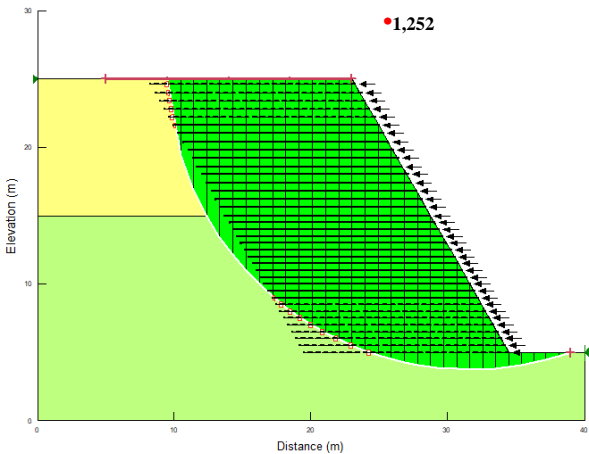
Berikut adalah hasil beberapa *output Geoslope* dapat dilihat pada Gambar 10, Gambar 11, dan Gambar 12.



Gambar 10. Hasil Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Variasi Beban Vertikal 1 (10 kN/m³)

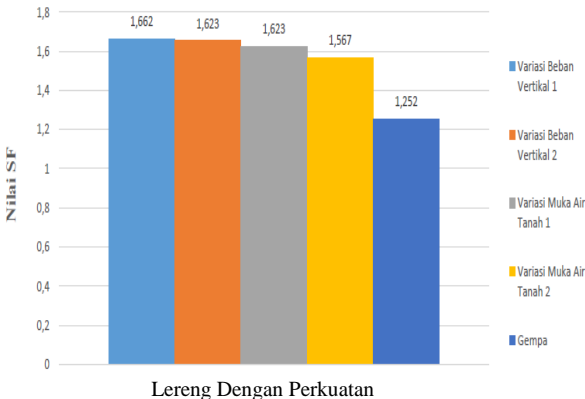


Gambar 11. Hasil Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Variasi Muka Air Tanah 2 (-16 m)



Gambar 12. Hasil Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Akibat Gempa

Berikut adalah grafik hasil analisis nilai faktor keamanan (SF) lereng perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Hasil Analisis Stabilitas Lereng Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Geoslope

Berdasarkan pada Gambar 13 diatas, Bowles (1989) tentang hubungan nilai faktor keamanan lereng dan intensitas longsor, untuk perencanaan lereng dengan perkuatan geotekstil variasi beban vertikal, variasi muka air tanah, dan akibat gempa didapatkan $SF \geq 1,25$ yang berarti lereng dengan variasi tersebut relatif stabil.

6. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Dari hasil penelitian diatas, kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu.

1. Pada lereng sebelum longsor, hasil analisis menggunakan program *Geoslope* didapatkan SF lereng setelah longsor dengan variasi beban vertikal 1, dan beban vertikal 2 adalah 1,055 dan 1,040. Variasi muka air tanah 1, dan muka air tanah 2 adalah 1,039 dan 0,981. Sedangkan gempa didapatkan SF sebesar 0,861.
2. Berdasarkan analisis menggunakan program *Geoslope* lereng setelah longsor didapatkan SF dengan variasi beban vertikal 1, dan beban vertikal 2 adalah 1,293 dan 1,284. Variasi muka air tanah 1, dan muka air tanah 2 adalah 1,207 dan 1,089. Sedangkan gempa didapatkan SF sebesar 0,956.
3. Hasil perencanaan menggunakan perkuatan geotekstil pada lereng dengan mengubah sedikit geometri dari lereng asli setelah longsor, didapatkan SF variasi beban vertikal 1, dan beban vertikal 2 adalah 1,662 dan 1,653. Variasi muka air tanah 1 dan muka air tanah 2 adalah 1,623 dan 1,567. Sedangkan gempa didapatkan SF sebesar 1,252. Hasil dari perencanaan ini relatif stabil menurut Bowles (1989).

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka perlu adanya penelitian lanjut untuk penelitian ini. Adapun saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu, membandingkan dengan jenis perkuatan lain, misalnya dengan dinding penahan tanah, soil nailing, strip reinforcement, pemodelan *Geoslope* dengan menggunakan metode lain, seperti metode Janbu, Bishop, metode elemen hingga, dan lain-lain, pemodelan

selanjutnya dapat dilakukan dengan software geoteknik lain, seperti Miraslope, STABB, dan lain-lain, penambah variasi beban vertikal, menambah variasi muka air tanah, mengubah geometri lereng dengan variasi geometri yang lain.

Daftar Pustaka

- Azizah, F.N., Surjandari, N.S., Dan Asád, Sholihin. 2014. Penggunaan Geotekstil Pada Lereng Sungai Putih Surakarta. Penelitian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Bowles, J.E. 1989. Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah. Erlangga. Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta.
- Chasanah, Uswatun. 2012. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Geoslope. Tugas Akhir. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Hardiyatmo, H.C.. 2013. Geosintetik Untuk Rekayasa Jalan Raya (Perancangan Dan Aplikasi), 2nd Ed. Gadjah Mada University Press. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C.. 2014. Mekanika Tanah 2, 5th Ed. Gadjah Mada University Press. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- International, GEO-SLOPE. 2008. Stability Modeling With SLOPE/W 2007 Version. (<http://downloads.geoslope.Com/geostudioresources/8/0/6/books/slope%20modeling.pdf?v=8.0.7.6129>). Diakses 18 Desember 2017.
- Mitchell, J.K., And Villet, Willem C.B. 1987. Reinforcement Of Earth Slopes And Embankments. National Corporation Highway Research Program. Transportation Research Board. Washington, D.C..
- Pamungkas, Fika., Suyadi, Widodo., Dan Zaika, Yulvi. 2015. Analisis Stabilitas Lereng Memakai Perkuatan Geotekstil Dengan Bantuan Perangkat Lunak (Studi Kasus Pada Sungai Parit Raya). Penelitian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Prasetyo, Ichsan. 2017. Analisis Stabilitas Lereng Bertingkat Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Metode Elemen Hingga. Tugas Akhir. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Surjandari, N.S., Setiawan, Bambang., Nindyantika, Ernha. 2012. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil. Penelitian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Wongsosotjitra, Soetomo. 1980. Ilmu Ukur Tanah. Kanisius Media. Daerah Istimewa Yogyakarta.