

Alternatif Penanganan Lereng Di Desa Hatalai, Kota Ambon

Rangers Robert Chr. Runtukahu¹, N. Paulus² dan N. M. Y. Lewaherilla³

¹Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon
Gmail : rangers14@gmail.com

^{2,3}Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon
Gmail : npaulus@gmail.com, nusyelewaherila@gmail.com

Abstract

Ambon City has a land area of 359.45 km². Because it is located on a volcanic arc island, 73% of the city area is hilly with steep slopes (30-45 °) to very steep (> 45 °) and only about 17% of the land area can be grouped flat or flat with less than slope 30 °. In this study there are several objectives to be achieved, among others; Analyze the stability of the slope based on the number of safety factors, Analyze the factors causing landslides, and they improve slope stability. Data analysis is to do calculations with the analysis process, among others, soil classification, calculation of slope safety number factors, factors causing landslides and slope stability improvement. The existing safety factor for slope stability in Hatalai Village produced by the Fellenius and Bishop 1.7 <SF ≤ 2 methods means that the susceptibility of the ground movement can occur. After making improvements to the results of the plan security figures with the Geometry Method used for STA 00 ± 050 that is safe and efficient is with a height of 6 meters and an angle of 35 ° with a safety number of 1.7 <SF ≤ 2.0 ie vulnerability to low ground motion: ground motion rarely happening. For STA 00 ± 100 the slope engineering for both samples results in a low ground motion susceptibility of 1.7 <SF ≤ 2.0, and the more efficient one is with a height of 8 meters and a slope angle of 45°.

Keywords: Slope Stability, Fellenius, Landslides

1. PENDAHULUAN

Kota Ambon memiliki luas daratan 359,45 km². Karena letaknya di pulau busur vulkanis, 73% wilayah kota merupakan daerah perbukitan dengan kemiringan lereng terjal (30-45°) hingga sangat terjal (>45°) dan hanya sekitar 17% dari wilayah daratannya yang dapat dikelompokkan datar atau landai dengan kemiringan kurang dari 30°. (https://id.wikipedia.org/wiki/Kot_Ambon). Tanah merupakan lapisan permukaan bumi yang sangat dinamis karena itu perubahannya dipengaruhi oleh : air, udara, berat sendiri dan gempa bumi. Salah satu akibat dari perubahan itu adalah adanya lereng. Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horisontal. Lereng dapat terbentuk secara alamiah karena proses geologi atau karena dibuat oleh manusia. Lereng yang terbentuk secara alamiah misalnya lereng bukit dan tebing sungai, sedangkan lereng buatan manusia antara lain yaitu galian dan timbunan untuk membuat jalan raya, bendungan, tanggul sungai dan kanal serta tambang terbuka. Meskipun suatu lereng telah stabil dalam jangka waktu yang lama, lereng tersebut dapat menjadi tidak stabil karena beberapa faktor seperti, penambahan kadar air pada tanah (misalnya terdapat rembesan air atau infiltrasi hujan), berat dan distribusi beban dan getaran atau gempa. Maka dari itu terjadi longsor. Suatu longsoran adalah keruntuhan dari

massa tanah yang terletak pada sebuah lereng sehingga terjadi pergerakan massa tanah ke bawah dan ke luar. Longsoran dapat terjadi dengan berbagai cara, secara perlahan-lahan atau mendadak serta dengan ataupun tanpa tanda-tanda yang terlihat. Kelongsoran lereng kebanyakan terjadi pada saat musim peng- hujan. Itu terjadi akibat peningkatan tekanan air pori pada lereng. Hal ini berakibat pada terjadinya penurunan kuat geser tanah (c) dan sudut geser dalam (Ø) yang selanjutnya menyebabkan kelongsoran. (Pangemanan,dkk., 2014). Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Ambon mendata 32 titik bencana tanah longsor dan pohon tumbang dalam sepekan, 1-8 Juni 2019. Kepala BPBD Kota Ambon, Demy Paays mengatakan, kejadian di Kota Ambon pada rentang tersebut tersebar di 32 titik dan lima kecamatan. Dari 32 titik bencana tersebar di lima kecamatan di antaranya kawasan STAIN, Gunung Malintang, Batu Merah, Rumah tiga, Taeno, kelurahan Batu Meja, Batu Gajah, Kayu Tiga, Batu Gantung, Kudamati, Benteng dan Hatalai," katanya, Ahad. (REPUBLIKA.co.id 9/6/2019) Pada lokasi jalan penghubung desa Hatalai - Naku terdapat lereng di sisi kiri dan kanan jalan. Salah satu lereng di lokasi tersebut sudah dibuat bangunan pelindung lereng yaitu dinding penahan tanah sementara pada sisi lainnya belum ada penanganan khusus dan sering terjadi

longsor. Longsor yang terjadi dapat membahayakan para pengendara yang melewati jalur tersebut. Berdasarkan penjelasan diatas maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul **“Alternatif Penanganan Lereng Di Desa Hatalai, Kota Ambon”**

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Secara Umum

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*), ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah, berupa proses fisik maupun proses kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia yang lain. Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Akan tetapi, istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis. (Hardiyatmo. C. H. 2012)

2.2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok kelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci (Das, 1995 : 64). Jenis dan sifat tanah yang sangat bervariasi ditentukan oleh perbandingan banyak fraksi-fraksi (kerikil, pasir, lanau dan lempung), sifat plastisitas butir halus. Klasifikasi bertujuan untuk membagi tanah menjadi beberapa golongan tanah dengan kondisi dan sifat yang serupa diberi simbol nama yang sama. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastis. Ada dua buah sistem klasifikasi tanah yang biasa digunakan, yaitu Sistem Klasifikasi AASHTO dan Sistem Klasifikasi USCS.

1) Sistem Klasifikasi AASHTO

AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*).

Sistem klasifikasi AASHTO membagi ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah berbutir yang 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3. Tanah berbutir yang lebih dari 35% butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

Tabel 2.1 Sistim klasifikasi berdasarkan AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)					
	A-1		A-3	A-2		
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-3	A-2-6
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35 Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10 Min 11	Min 41 Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung		
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik					
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)					
	A-4		A-5		A-6	
Klasifikasi kelompok	A-4		A-5		A-6	
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36		Min 36		Min 36	
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10		Maks 41 Maks 10		Maks 40 Maks 11 Min 41 Min 11	
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau				Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Buruk sampai jelek					

2) Unified Soil Classification System (USCS)

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers* selama Perang Dunia II. Dalam rangka kerja sama dengan *United States Bureau of Reclamation* tahun 1952, sistem ini disempurnakan (Das, 1995 : 70). Kemudian *American Society for Testing and Materials* (ASTM) memakai USCS sebagai metode standar untuk mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik.

Tabel 2.2 Klasifikasi tanah berdasarkan USCS

Nama Urutan	Simbol	Nama Urutan	Kriteria Klasifikasi
Tanah bergradasi baik (well graded) $U_{max} \geq 60$ $W_{max} \leq 5$ $W_{max} \leq 10$ $W_{max} \leq 15$ $W_{max} \leq 20$ $W_{max} \leq 25$ $W_{max} \leq 30$ $W_{max} \leq 35$ $W_{max} \leq 40$ $W_{max} \leq 45$ $W_{max} \leq 50$ $W_{max} \leq 55$ $W_{max} \leq 60$ $W_{max} \leq 65$ $W_{max} \leq 70$ $W_{max} \leq 75$ $W_{max} \leq 80$ $W_{max} \leq 85$ $W_{max} \leq 90$ $W_{max} \leq 95$ $W_{max} \leq 100$	GW	Kerikil bergradasi baik dan komposisi kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Gravel with sand and little or no fines
	GP	Kerikil bergradasi baik dan komposisi kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Gravel with sand and little or no fines
	GM	Kerikil bergradasi baik, komposisi kerikil pasir-lempung	Gravel with sand and silt
	GC	Kerikil bergradasi baik, komposisi kerikil pasir-lempung	Gravel with sand and silt
	SW	Pasir bergradasi baik, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Sand with little or no fines
	SP	Pasir bergradasi baik, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Sand with little or no fines
Tanah bergradasi buruk (poorly graded) $U_{max} < 60$ $W_{max} > 5$ $W_{max} > 10$ $W_{max} > 15$ $W_{max} > 20$ $W_{max} > 25$ $W_{max} > 30$ $W_{max} > 35$ $W_{max} > 40$ $W_{max} > 45$ $W_{max} > 50$ $W_{max} > 55$ $W_{max} > 60$ $W_{max} > 65$ $W_{max} > 70$ $W_{max} > 75$ $W_{max} > 80$ $W_{max} > 85$ $W_{max} > 90$ $W_{max} > 95$ $W_{max} > 100$	GM	Pasir bergradasi buruk, komposisi pasir-lempung	Sand with silt
	GC	Pasir bergradasi buruk, komposisi pasir-lempung	Sand with silt
	ML	Lempung bergradasi baik, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and little or no fines
	CL	Lempung bergradasi baik, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and little or no fines
	OL	Lempung bergradasi baik, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and little or no fines
	OH	Lempung bergradasi baik, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and little or no fines
Tanah bergradasi buruk (poorly graded) $U_{max} < 60$ $W_{max} > 5$ $W_{max} > 10$ $W_{max} > 15$ $W_{max} > 20$ $W_{max} > 25$ $W_{max} > 30$ $W_{max} > 35$ $W_{max} > 40$ $W_{max} > 45$ $W_{max} > 50$ $W_{max} > 55$ $W_{max} > 60$ $W_{max} > 65$ $W_{max} > 70$ $W_{max} > 75$ $W_{max} > 80$ $W_{max} > 85$ $W_{max} > 90$ $W_{max} > 95$ $W_{max} > 100$	GM	Lempung bergradasi buruk, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and silt
	GC	Lempung bergradasi buruk, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and silt
	ML	Lempung bergradasi buruk, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and silt
	CL	Lempung bergradasi buruk, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and silt
	OL	Lempung bergradasi buruk, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and silt
	OH	Lempung bergradasi buruk, pasir bergradasi, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran lempung	Silt with sand and silt
Formula untuk menentukan batas-batas klasifikasi tanah berdasarkan USCS: $U_{max} = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ (Koefisien Seragam) $W_{max} = \frac{d_{60} - d_{10}}{d_{60} - d_{20}}$ (Indeks Plastisitas) $PI = W_{max} - W_L$ (Indeks Plastisitas) $U_{min} = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ (Koefisien Seragam) $W_{min} = \frac{d_{60} - d_{10}}{d_{60} - d_{20}}$ (Indeks Plastisitas) $PI_{min} = W_{min} - W_L$ (Indeks Plastisitas) Batas-batas klasifikasi tanah berdasarkan USCS: Gravel: $d_{60} \geq 60$ mm Sand: $d_{60} < 60$ mm Silt: $d_{60} < 60$ mm, $PI \leq 4$ Clay: $d_{60} < 60$ mm, $PI > 4$ Organic: $PI > 10$ and $PI > 10 - 100 \times \frac{d_{60}}{d_{10}}$ Peat: $PI > 10$ and $PI > 10 - 100 \times \frac{d_{60}}{d_{10}}$			

Dengan :

- G = Kerikil (*gravel*)
 S = Pasir (*sand*)
 M = Lanau (*silt*, huruf M singkatan dari *MO*, bahasa Skandinavia)
 C = Lempung (*clay*)
 O = organik (*organic*)
 Pt = Gambut (*peat*). Huruf –huruf kedua dari klasifikasi dinyatakan dalam istilah-istilah.
 W = gradasi baik (*well graded*)
 P = gradasi buruk (*poor Graded*)
 L = plastisitas rendah (*low plasticity*)
 H = plastisitas tinggi (*high plasticity*)

2.3. Kuat Geser Tanah

Jika tanah dibebani, maka akan mengakibatkan tegangan geser. Apabila tegangan geser akan mencapai harga batas, maka massa tanah akan mengalami deformasi dan cenderung akan runtuh. Keruntuhan tersebut mungkin akan mengakibatkan fondasi mengembang atau pergerakan/pergeseran dinding penahan tanah atau longsor timbunan tanah. Keruntuhan geser dalam tanah adalah akibat gerak relative antara butir – butir massa tanah. Jadi kekuatan geser tanah ditentukan untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan. Kekuatan geser tanah dapat dianggap terdiri dari tiga komponen sebagai berikut:

1. Geseran struktur karena perubahan jalinan antara butir-butir massa tanah.
2. Geseran dalam ke arah perubahan letak antara butir – butir tanah sendiri dan titik – titik kontak yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.
3. Kohesi atau adhesi antara permukaan butir – butir tanah yang tergantung pada jenis tanah dan

kepadatan butirnya (Soedarmo, G. Djatmiko dan Purnomo, S. J. Edy. 1993)

2.4. Penyelidikan longsor

Identifikasi longsor : Longsor merupakan gerakan massa tanah pembentukan lereng. Penyebab dan sifat dari longsor umumnya tidak bisa terlihat, karena penyebabnya tertutup oleh berbagai endapan geologi dan sistem air tanah. Untuk memprediksi sifat, bentuk dan penyebab longsor, bukan suatu hal yang mudah. Identifikasi longsor, penting untuk menentukan tipe dan penyebabnya, seringkali di lihat dari adanya penurunan jalan menggenbangnya perkerasan jalan dan terjadinya retakan.

Kanampakan ini diikuti dengan adanya kerutan tanah dan adanya adanya permukaan *scarp*. Semakin tua lokasi bekas longsor, semakin banyak pohon-pohonan dan drainase terbentuk di atas tempat tersebut. Pohon-pohonan dan drainase ini dapat memberikan informasi perkiraan umur longsor dan stabilitasnya.

2.4.1. Penyebab Terjadinya Longsor

Banyak faktor semacam kondisi-kondisi geologi dan hidrologi, topografi, iklim, dan perubahan cuaca dapat mempengaruhi stabilitas lereng yang mengakibatkan terjadinya longsor. Longsor jarang terjadi oleh satu sebab saja. Ada pun sebab-sebab longsor lereng alam yang sering terjadi adalah :

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 angin dan lain-lain.
2. Penggalan atau pemotongan tanah pada kaki lereng.
3. Penggalan yang mempertajam kemiringan lereng.
4. Perubahan posisi muka air secara cepat (*rapid drawdown*) (pada bendungan, sungai dan lain-lain)
5. Kenaikan tekanan lateral oleh air (air yang mengisi retakan akan mendorong tanah kearah lateral).
6. Gempa bumi atau getaran berlebihan.
7. Penurunan tahanan geser tanah pembentukan lereng oleh akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh genangan air didalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung yang mudah kembang susut dan lain-lain. (Hardiyatmo : 2014)

2.5. Kestabilan Lereng

Kestabilan lereng adalah potensi lereng tanah tertutup untuk menahan dan mengalami pergerakan. Stabilitas ditentukan oleh keseimbangan tegangan geser dan kekuatan geser. Kemiringan yang sebelumnya stabil pada awalnya dipengaruhi oleh berbagai faktor,

sehingga lereng secara kondisional menjadi tidak stabil (Kliche dan Charles A., 1999 dan Eberhardt dan Erik, 2003).

Tabel 2.3 Kisaran Faktor Keamanan

Faktor Keamanan	Kerentanan Gerakan Tanah
$\leq 1,2$	Tinggi : Gerakan Tanah Sering Terjadi
$1,2 < SF \leq 1,7$	Menengah : Gerakan Tanah Dapat Terjadi
$1,7 < SF \leq 2,0$	Rendah : Gerakan Tanah Jarang Terjadi
$> 2,0$	Sangat Rendah : Gerakan Tanah Sangat Jarang Terjadi

Sumber : Ward, R, 1987 dalam SNI 13-7124-2005, 2005

Kestabilan suatu lereng adalah resistansi bidang miring terhadap kegagalan dengan cara menggeser atau merosot (longsor). Tujuan utama dari menganalisis stabilitas lereng adalah menemukan daerah yang terancam runtuh, menyelidiki mekanisme kegagalan potensial, menentukan kepekaan lereng terhadap mekanisme pemicu yang berbeda, merancang lereng optimal berkenaan dengan keamanan dan keselamatan, keandalan dan pertimbangan ekonomi, merancang kemungkinan tindakan perbaikan, seperti pencegahan longsor atau stabilisasi lereng. (Kliche dan Charles A., 1999 dan Eberhardt dan Erik, 2003). Dengan kata lain bahwa analisa kestabilan lereng ditujukan untuk mendapatkan angka faktor keamanan dari suatu bentuk lereng tertentu. Dengan diketahuinya faktor keamanan lereng, akan memudahkan pekerjaan pembentukan atau perkuatan lereng untuk memastikan apakah lereng yang telah dibentuk mempunyai risiko longsor atau cukup stabil.

Pada dasarnya kestabilan lereng adalah tentang tegangan dan kekuatan. Gaya gravitasi dan faktor lainnya bergabung untuk menghasilkan "kekuatan pendorong" yang berpotensi untuk mampu memobilisasi massa tanah hingga terjadi keruntuhan. Kekuatan geser di dalam tanah dan/atau massa batuan memberikan "kekuatan penahan" untuk membantu mempertahankannya. Salah satu cara memeriksa stabilitas lereng adalah dengan menghitung Faktor Keamanan (*safety factor*, SF), yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara daya tahan terhadap gaya penggerak. Faktor Keamanan memberitahu kita, secara persentase, seberapa besar kekuatan penahannya daripada kekuatan pendorong. Ketika Faktor Keamanan mendekati 1, kekuatan penangkal dan penggerak seimbang, dan kegagalan diasumsikan segera terjadi hanya dengan sedikit pengurangan kekuatan penahan atau sedikit peningkatan tekanan pendorongnya. Faktor keamanan didefinisikan sebagai nilai bidang antara gaya yang menahan dan gaya menggerakkan, atau

$$SF = \frac{\tau}{\tau_d}$$

Yang mana :

τ = Tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah.

τ_d = Tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor

SF = factor keamanan

Menurut teori Mohr – Columnb, tahanan terhadap tegangan geser (τ) yang dapat dikerahkan oleh tanah, disepanjang bidang longsornya, dapat dinyatakan oleh :

$$\tau = C + \tau \tan \theta$$

Yang mana :

C = Kohesi.

τ = Tegangan normal.

θ = Sudut geser dalam tanah.

Nilai – nilai c dan θ adalah parameter kuat geser tanah di sepanjang bidang longsornya. Dengan cara yang sama, dapat dituliskan persamaan tegangan geser yang terjadi (τ_d) akibat beban tanah dan beban – beban lain pada bidanganya:

$$\tau_d = cd + \tau \tan \theta d$$

Dengan cd dan θd adalah kohesi dan sudut gesek dalam yang terjadi atau yang dibutuhkan untuk keseimbangan pada bidang longsornya. Substitusi nilai τ dan τ_d ke persamaan: faktor keamanan, akan diperoleh persamaan faktor keamanan sebagai berikut :

$$SF = \frac{C + \tau \tan \theta}{cd + \tau \tan \theta d}$$

Persamaan keamanan dapat pula dituliskan dalam bentuk :

$$C + \tau \tan \theta = \frac{C}{SF} + \tau \frac{\tan \theta}{SF}$$

2.6. Metode Fellenius

Analisis kestabilan lereng dengan cara Fellenius (1927), didasarkan pada asumsi bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol ($R=0$) pada arah tegak lurus bidang longsornya. Persamaan untuk faktor keamanannya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (ca_i + N_i \tan \phi)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \phi_i}$$

Yang mana :

SF = faktor keamanan.

C = kohesi tanah.

ϕ = sudut gesek dalam tanah.

a_i = panjang bagian lingkaran pada irisan ke -i

W_i = berat irisan tanah ke -i

ϕ_i = sudut yang di defenisikan

Walaupun analisisnya ditinjau dalam tinjauan tegangan total, kesalahan masih merupakan fungsi dari faktor keamanan dan sudut pusat dari lingkarannya (Whitman dan Baily, 1967). Cara ini telah banyak digunakan dalam praktek rekayasa pada konstruksi lereng. Karena cara hitungannya

yang sederhana dan kesalahan yang terjadi masih dianggap berada pada sisi yang aman.

2.7 Metode Bishop Sederhana (*Simplified Bishop method*)

Metode Bishop (1955), juga didasarkan pada metode irisan yang telah dikembangkan sebelumnya. Metode ini menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal. Persamaan factor keamanan dapat dituliskan dalam bentuk lain untuk analisis stabilitas lereng cara Bishop, adalah :

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^n [cb + W \tan \theta] \left(\frac{1}{\cos \theta (1 + \tan \theta \tan \varphi / F)} \right)}{W \sin \theta}$$

SF = factor keamanan

C = kohesi tanah

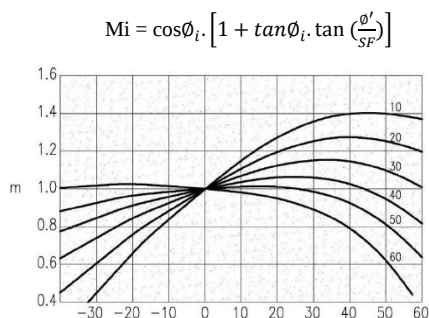
φ = sudut gesek dalam tanah

b = lebar irisan

W = lebar irisan tanah ke - i

θ = sudut lereng

Persamaan faktor keamanan Bishop ini lebih sulit pemakainya dibandingkan dengan metode Fellenius. Lagi pula metode ini masih membutuhkan cara coba-coba (trial and error), karena nilai faktor keamanan SF nampak di kedua sisi persamaannya. Akan tetapi, cara ini telah terbukti memberikan nilai faktor keamanan yang mendekati nilai faktor keamanan dari hitungan yang dilakukan dengan cara lain yang lebih teliti. Untuk mempermudah hitungan dengan metode Bishop, dapat digunakan metode grafis dari Janbu (1965), untuk menentukan nilai fungsi M_i , dengan persamaan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Diagram untuk menentukan M_i , (Janbu dkk., 1965)

Lokasi lingkaran longsor kritis dari metode bishop (1995), biasanya mendekati nilai dari hasil pengamatan di lapangan karena itu, walaupun metode fellenius lebih muda, metode bishop (1995) lebih disukai karena menghasilkan penyelesaian yang lebih teliti. Dalam praktek, diperlukan untuk melakukan cara coba-coba, dalam menemukan bidang longsor dengan nilai faktor keamanan yang terkecil.

2.8 Perbaikan Stabilitas Lereng

Penanggulangan longsor yang dilakukan bersifat pencegahan sebelum longsor terjadi pada daerah potensial dan stabilisasi, setelah longsor terjadi jika belum runtuh total. Penanggulangan yang tepat pada kedua kondisi diatas dengan memperhatikan penyebab utama longsor, kondisi pelapisan tanah dan juga aspek geologinya.

Ada beberapa cara untuk menstabilkan lereng yang berpotensi terjadi kelongsoran. Pada prinsipnya ada dua cara yang dapat digunakan untuk menstabilkan suatu lereng, yaitu:

1. Memperkecil gaya penggerak atau momen penyebab longsor.

Gaya atau momen penyebab longsor dapat diperkecil dengan cara merubah bentuk lereng, yaitu dengan cara:

- a. Merubah lereng lebih datar atau memperkecil sudut kemiringan
- b. Memperkecil ketinggian lereng
- c. Merubah lereng menjadi lereng bertingkat (*multi slope*)

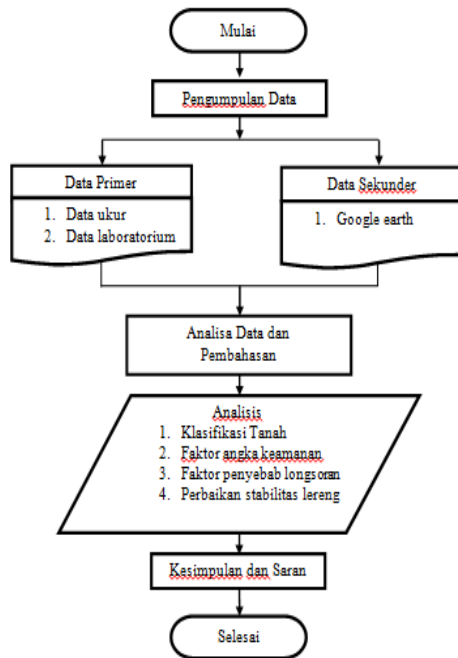
2. Memperbesar gaya lawan atau momen penahan longsor.

Gaya lawan atau momen penahan longsor dapat diperbesar dengan beberapa cara yaitu:

- a. Menggunakan *counter weight* yaitu tanah timbunan pada kaki lereng. Cara ini mudah dilaksanakan asalkan terdapat tempat dikaki lereng untuk tanah timbunan tersebut.
- b. Dengan mengurangi air pori di dalam lereng
- c. Dengan cara mekanis yaitu dengan memasang tiang pancang atau tembok penahan tanah.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi yang di pilih untuk melaksanakan penelitian adalah di jalan penghubung desa Hatalai - Naku, Desa Hatalai, Ambon.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

3.3. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan sampai selesai yang dimana dilakukan pengukuran untuk mengetahui keadaan lereng dan kemudian membawa sampel tanah untuk dilakukan pengujian di laboratorium, setelah itu di lakukan analisa untuk kestabilan lereng.

3.4. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam proses pengambilan data adalah :

1. Alat tulis untuk pencatatan
2. Roll meter untuk pengukuran
3. Camera untuk dokumentasi penelitian
4. Wadah untuk menyimpan sampel (tanah)

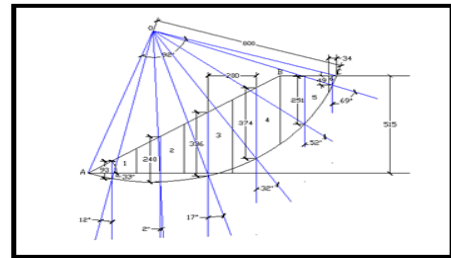
3.5. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1. Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dengan pengamatan dan pencatatan langsung di lapangan berupa data :

- a. Data ukur, yang diperoleh dari pengukuran di lokasi.
- b. Hasil laboratorium, yang diperoleh dari hasil pengujian sampel tanah di laboratorium.



Gambar 4.1. Potongan existing bidang longsor sampel 1 : STA 00 ± 000
Sumber : Hasil analisa

2. Sekunder

Data sekunder adalah data yang berupa dokumentasi yang telah ada sebelumnya yang digunakan untuk melengkapi data primer. Adapun data sekunder yang diperoleh berupa :

- a. Google Earth, yang dipakai untuk mengambil foto satelit lokasi penelitian.

3.6. Analisa Data

Analisa data yaitu melakukan perhitungan dengan proses analisa sebagai berikut :

1. Klasifikasi tanah
2. Perhitungan faktor angka keamanan lereng
3. Faktor penyebab longsor
4. Perbaikan stabilitas lereng

4. HASIL PENELITIAN

a. Penyelidikan Tanah

Data – data yang disajikan merupakan data yang didapatkan dari pengambilan sample dilapangan (*test pit*) dan melakukan pengujian di laboratorium berupa pengujian berat jenis, analisa saringan, berat isi, pemadatan dan uji geser langsung (*direct shear test*).

Tabel 4.1 Hasil pengujian Laboratorium sampel 1 : STA 00+000

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
1	Berat jenis tanah (Gs)	2,68	-
2	Kadar air (w)	14,17	%
3	Berat volume tanah kering (γd)	1,41	gr/cm ³
4	Derajat kejenuhan (Sr)	49,50	%
5	Porositas (n)	47,39	%
6	Angka pori (e)	0,90	-
7	CBR	20,04	%
8	Kohesi (C)	0,18	kg/cm ²
9	Sudut geser dalam (φ)	36	°

Sumber : Hasil analisa

Tabel 4.2 Hasil pengujian Laboratorium sampel 2 : STA 00+050

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
1	Berat jenis tanah (Gs)	2,65	-
2	Kadar air (w)	33,53	%
3	Berat volume tanah kering (γ _d)	1,68	gr/cm ³
4	Derajat kejenuhan (Sr)	54,08	%
5	Porositas (n)	36,71	%
6	Angka pori (e)	0,58	-
7	CBR	19,32	%
8	Kohesi (C)	0,21	kg/cm ²
9	Sudut geser dalam (φ)	37	°

Sumber : Hasil analisa

Tabel 4.3 Hasil pengujian Laboratorium sampel 3 : STA 00+100

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
1	Berat jenis tanah (Gs)	2,66	-
2	Kadar air (w)	18,06	%
3	Berat volume tanah kering (γ _d)	1,64	gr/cm ³
4	Derajat kejenuhan (Sr)	61,41	%
5	Porositas (n)	38,20	%
6	Angka pori (e)	0,62	-
7	CBR	18,22	%
8	Kohesi (C)	0,21	kg/cm ²
9	Sudut geser dalam (φ)	38	°

Sumber : Hasil analisa

b. Analisa Perhitungan Stabilitas Lereng

Analisa perhitungan manual dipakai dua metode dengan menggunakan lengkungan lingkaran sebagai permukaan bidang longsor percobaan dan dibagi dalam beberapa irisan tegak. Metode yang digunakan yaitu Metode Fellenius (*Ordinary Method of Slice*) dan Metode Bishop Disederhanakan (*Simplified Bishop Method*).

Potongan existing bidang longsor pada STA 00 ± 000 dimana tinggi lereng (h) 5,15 meter dengan sudut kemiringan lereng (α) 33° yang telah dibagi dalam beberapa irisan.

Perhitungan dibuat berupa tabel dengan nilai yang diambil pada Gambar 4.1

Tabel 4.4. Perhitungan Metode Fellenius STA 00 ± 000

Irisan No.	h (m)	b (m)	Volm (m)	W (kN)	θ (°)	W Cos θ (kN)	W Sin θ (kN)
1	0.93	2	1.86	25.67	-12	25.11	-5.34
2	2.4	2	4.8	66.25	2	66.21	2.31
3	3.36	2	6.72	92.75	17	88.70	27.12
4	3.74	2	7.48	103.24	32	87.56	54.71
5	2.51	2	5.02	69.29	52	42.66	54.60
6	2.49	0.34	0.8466	11.69	69	4.19	10.91
				Σ		314.43	144.31

Sumber : Hasil analisa

Perhitungan faktor keamanan

Data dari laboratorium :

$$\gamma = 13,80 \text{ kN/m}^3$$

$$C = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = 36^\circ$$

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n ca + (W \cos \theta) \tan \phi}{\sum_{i=1}^n W \sin \theta}$$

$$a = \frac{2\pi r \delta}{360}$$

$$a = \frac{2 \times 3.14 \times 8 \times 92}{360} = 12,84 \text{ m}$$

$$F = \frac{0,18 \times 12,84 + 314,43 \tan 36}{144,31} = 1,6$$

Tabel 4.5. Perhitungan Metode Bishop Disederhanakan STA 00 ± 000

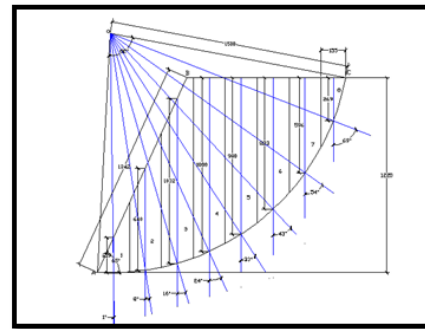
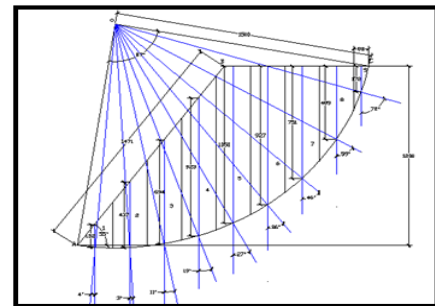
No. Irisan	b (m)	h (m)	θ (°)	W=γbh (kN)	W Sin θ (kN)	W Tan φ (kN)	c b (kN)	(6) + (7)	M _i
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1.00	2.00	0.93	-12	25.67	-5.34	18.65	0.36	19.01	0.90
2.00	2.00	2.40	2	66.25	2.31	48.14	0.36	48.50	1.01
3.00	2.00	3.36	17	92.75	27.12	67.39	0.36	67.75	1.07
4.00	2.00	3.74	32	103.24	54.71	75.01	0.36	75.37	1.05
5.00	2.00	2.51	52	69.29	54.60	50.34	0.36	50.70	0.92
6.00	0.34	2.49	69	11.69	10.91	8.49	0.06	8.55	0.72
									144.31

Sumber : Hasil analisa

Tabel 4.6. Lanjutan

(8) : (9)	Hitungan Faktor Aman
F = 1.9	F = 2.00
(10a)	(10b)
21.16	21.06
47.89	47.92
63.43	63.76
71.74	72.43
55.29	56.22
11.95	12.26
271.45	273.65
	F ₁ = $\frac{271,45}{144,31} = 1,9$
	F ₂ = $\frac{273,65}{144,31} = 1,9$

Sumber : Hasil analisa

Gambar 4.3. Potongan existing bidang longsor sampel 3 : STA 00 ± 100
Sumber : Hasil analisaGambar 4.2. Potongan existing bidang longsor sampel 2 : STA 00 ± 050
Sumber : Hasil analisa

Potongan existing bidang longsor pada STA 00 ± 050 dimana tinggi lereng (h) 12 meter dengan sudut kemiringan lereng (α) 55° yang telah dibagi dalam beberapa irisan.

Tabel 4.7. Perhitungan Metode Fellenius STA 00 ± 050

Irisan No.	h (m)	b (m)	Volm (m)	W (kN)	θ (°)	W Cosθ (kN)	W Sinθ (kN)
1	1.52	2.0	3.04	50.03	-4	40.47	29.41
2	4.37	2.0	8.74	143.83	3	143.64	7.53
3	6.94	2.0	13.88	228.42	11	224.23	43.59
4	9.53	2.0	19.06	313.67	19	296.58	102.12
5	10.5	2.0	21.00	345.60	27	307.93	156.90
6	9.27	2.0	18.54	305.11	36	246.84	179.34
7	7.51	2.0	15.02	247.19	46	171.71	177.81
8	4.89	2.0	9.78	160.95	59	82.90	137.96
9	1.72	0.8	1.38	22.64	72	7.00	21.54
Σ						1521.30	856.19

Sumber : Hasil analisa

Perhitungan faktor keamanan

Data dari laboratorium :

$$\begin{aligned}\gamma &= 16,46 \text{ kN/m}^3 \\ C &= 0,21 \text{ kN/m}^2 \\ \phi &= 37^\circ\end{aligned}$$

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n ca + (W \cos \theta) \tan \phi}{\sum_{i=1}^n W \sin \theta}$$

$$a = \frac{2\pi r \delta}{360}$$

$$a = \frac{2 \times 3.14 \times 15 \times 87}{360} = 22,77 \text{ m}$$

$$F = \frac{0,21 \times 22,77 + 1521,30 \tan 37}{856,19} = 1,3$$

Tabel 4.8. Perhitungan Metode Bishop Disederhanakan STA 00 ± 050

No. Irisan	b (m)	h (m)	θ (°)	W=γbh (kN)	W Sin θ (kN)	W Tan φ (kN)	c b (kN)	(6)+(7)	Mi	F = 1.6	F = 1.40
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9a)	(9b)		
1	2.00	1.52	-4	50.03	-3.49	37.70	0.42	38.12	0.96	0.96	
2	2.00	4.37	3	143.83	7.53	108.39	0.42	108.81	1.02	1.03	
3	2.00	6.94	11	228.42	43.59	172.13	0.42	172.55	1.07	1.08	
4	2.00	9.53	19	313.67	102.12	236.37	0.42	236.79	1.10	1.12	
5	2.00	10.50	27	345.60	156.90	260.43	0.42	260.85	1.10	1.14	
6	2.00	9.27	36	305.11	179.34	229.92	0.42	230.34	1.09	1.13	
7	2.00	7.51	46	247.19	177.81	186.27	0.42	186.69	1.03	1.08	
8	2.00	4.89	59	160.95	137.96	121.28	0.42	121.70	0.92	0.98	
9	0.80	1.72	72	22.64	21.54	17.06	0.17	17.23	0.76	0.82	
Σ										823.29	

Sumber : Hasil analisa

Tabel 4.9. Lanjutan

(8) : (9)	Hitungan Faktor Aman
F = 1.6	F = 1.40
(10a)	(10b)
39.51	39.71
106.33	105.97
161.04	159.13
215.49	211.28
236.10	229.75
212.13	204.67
180.65	172.56
132.47	124.64
22.77	20.99
1306.48	1268.70

Sumber : Hasil analisa

Potongan existing bidang longsor pada STA 00 ± 100 dimana tinggi lereng (h) 12,20 meter dengan sudut kemiringan lereng (α) 65° yang telah dibagi dalam beberapa irisan.

Tabel 4.10. Perhitungan Metode Fellenius STA 00 ± 100

Irisan No.	h (m)	b (m)	Volm (m)	W (kN)	θ (°)	W Cosθ (kN)	W Sinθ (kN)
1	2.19	2	4.38	72.08	1	72.07	1.26
2	6.4	2	12.8	210.65	8	208.60	29.32
3	10.32	2	20.64	339.67	16	326.52	93.63
4	10.88	2	21.76	358.11	24	327.15	145.65
5	9.8	2	19.6	322.56	33	270.52	175.68
6	8.23	2	16.46	270.88	43	198.11	184.74
7	5.96	2	11.92	196.17	54	115.30	158.70
8	2.69	1.55	4.1695	68.62	69	24.59	64.06
Σ						1542.86	853.04

Sumber : Hasil analisa

Perhitungan faktor keamanan

Data dari laboratorium :

$$\begin{aligned}\gamma &= 16,46 \text{ kN/m}^3 \\ C &= 0,21 \text{ kN/m}^2 \\ \phi &= 38^\circ\end{aligned}$$

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n ca + (W \cos \theta) \tan \phi}{\sum_{i=1}^n W \sin \theta}$$

$$a = \frac{2\pi r \delta}{360}$$

$$a = \frac{2 \times 3.14 \times 15 \times 82}{360} = 22,46 \text{ m}$$

$$F = \frac{0,21 \times 22,46 + 1542,86 \tan 38}{853,04}$$

$$= 1,4$$

Tabel 4.11. Perhitungan Metode Bishop Disederhanakan STA 00 ± 100

No. Irisan	b (m)	h (m)	θ (°)	W=γbh (kN)	W Sin θ (kN)	W Tan φ (kN)	c b (kN)	(6)+(7)	Mi	F = 1.4	F = 1.6
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9a)	(9b)		
1	2	2.19	1	70.53	1.23	55.11	0.42	55.53	1.01	1.01	
2	2	6.40	8	206.12	28.69	161.04	0.42	161.46	1.07	1.06	
3	2	10.32	16	332.37	91.61	259.68	0.42	260.10	1.12	1.10	
4	2	10.88	24	350.40	142.52	273.77	0.42	274.19	1.14	1.11	
5	2	9.80	33	315.62	171.90	246.59	0.42	247.01	1.14	1.10	
6	2	8.23	43	265.06	180.77	207.09	0.42	207.51	1.11	1.06	
7	2	5.96	54	191.95	155.29	149.97	0.42	150.39	1.04	0.98	
8	1.55	2.69	69	67.14	62.68	52.46	0.33	52.78	0.88	0.81	
Σ										834.70	

Sumber : Hasil analisa

Tabel 4.12. Lanjutan

(8) : (9)	Hitungan Faktor Aman
F = 1.8	F = 1.9
(10a)	(10b)
55.00	55.06
151.19	152.57
233.25	237.34
240.40	246.54
216.18	223.62
186.61	194.96
144.71	153.01
60.02	64.82
1287.36	1327.93

Sumber : Hasil analisa

i. Rekapitulasi Hasil Analisa Faktor Keamanan

Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan berikut adalah perbandingan antara faktor aman dari lereng yang ditinjau dengan menggunakan perhitungan dari dua metode berbeda yakni Metode Fellenius dan Metode Bishop Disederhanakan.

Tabel 4.13 Rekap hasil Faktor Keamanan

STA	Faktor Keamanan	
	Metode Fellenius	Metode Bishop Disederhanakan
00 ± 000	1.6	1.9
00 ± 050	1.3	1.6
00 ± 100	1.4	1.6

Sumber : Hasil analisa

Berdasarkan hasil rekap angka keamanan lereng diatas dan dicocokkan dengan Kisaran Faktor Keamanan terdapat perbedaan antara analisis Fellenius dan Bishop Disederhanakan. Pada STA 00 ± 000 dengan Metode Fellenius kerentanan gerakan tanah menengah atau gerakan tanah dapat terjadi sedangkan Metode Bishop Disederhanakan kerentanan tanah masuk ke kategori rendah atau gerakan tanah jarang terjadi. Pada STA 00 ± 050 dengan Metode Fellenius dan Bishop Disederhanakan kerentanan gerakan tanah masuk dalam kategori menengah gerakan tanah dapat terjadi begitupum untuk STA 00 ± 100 dengan Metode Fellenius dan Bishop Disederhanakan kerentanan gerakan tanah masuk dalam kategori menengah gerakan tanah dapat terjadi.

c. Identifikasi Faktor Penyebab Longsor

Berdasarkan hasil analisa tanah yang ditinjau kerentanan gerakan tanah dapat terjadi. Pada STA 00 ± 025 - STA 00 ± 050 dan STA 00 ± 075 - STA 00 ± 100 lereng mengalami longsor. Longsor yang terjadi diakibatkan oleh penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng dan penggalian yang mempertajam kemiringan lereng selain itu longsor juga terjadi karena intensitas hujan yang tinggi sehingga berat lereng bertambah dan mengalami keruntuhan.

d. Perbaikan Stabilitas Lereng

Pada hasil analisa dengan menggunakan Metode Fellenius dan Bishop Disederhanakan lereng pada STA 0 ± 000 dapat dikatakan aman namun lereng pada STA 0 ± 050 dan STA 0 ± 100 dalam kondisi tidak aman dapat dilihat pada Tabel 4.13. Stabilitas Lereng dengan Metode Geometri akan digunakan untuk merekayasa lereng pada STA 0 ± 050 dan STA 0 ± 100 setelah itu digunakan Metode Fellenius dan Bishop Disederhanakan untuk mencari faktor angka aman. Proses ini akan menggunakan cara coba-coba (*trial and error*) hingga mendapat SF yang diinginkan.

Setelah melakukan rekayasa dengan Metode Geometri. Angka keamanan lereng yang diinginkan berkisaran $1,7 < SF \leq 2,0$ dengan kerentanan gerakan tanah rendah.

Tabel 4.14. Rekapitulasi Perbaikan Stabilitas Lereng Metode Geometri

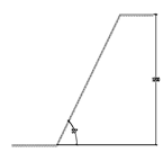
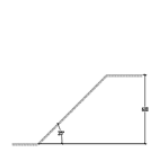
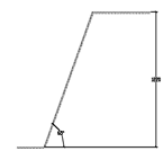
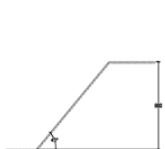
STA	00 ± 050 h = 6 m $\alpha = 35^\circ$	00 ± 050 h = 8 m $\alpha = 45^\circ$	00 ± 100 h = 7 m $\alpha = 45^\circ$	0 ± 100 h = 8 m $\alpha = 45^\circ$
Metode Fellenius	1,8	1,6	1,8	1,71
Bishop Disederhanakan	2,0	1,8	2,1	2,0
Keterangan	Menengah Rendah			

Sumber : Hasil analisa

Hasil angka keamanan dengan Metode Geometri yang diperoleh untuk STA 00 ± 050 dengan tinggi 6 meter

dan sudut kemiringan 35° adalah $1,7 < SF \leq 2,0$ (Fellenius dan Bishop) sedangkan STA 00 ± 050 dengan tinggi 8 meter dan sudut kemiringan 45° adalah $1,2 < SF \leq 1,7$ (Fellenius) dan $1,7 < SF \leq 2,0$ (Bishop). Untuk STA 00 ± 100 dengan tinggi 7 meter dan sudut kemiringan 45° adalah $1,7 < SF \leq 2,0$ (Fellenius) sedangkan STA 00 ± 100 dengan tinggi 7 meter dan sudut kemiringan 45° adalah > 2 (Bishop). Untuk STA 00 ± 100 dengan tinggi 8 meter dan sudut kemiringan 45° adalah $1,7 < SF \leq 2,0$ (Fellenius dan Bishop).

Tabel 4.15. Perbandingan Existing dan Rencana

STA	Existing	Rencana
STA 00±050	 SF = 1,3 (F) dan 1,6 (B)	 SF = 1,8 (F) dan 2,0 (B)
STA 00±100	 SF = 1,4 (F) dan 1,6 (B)	 SF = 1,71 (F) dan 2,0 (B)
Catatan : - F : Metode Fellenius - B : Metode Bishop Yang Disederhanakan		

Sumber : Hasil analisa

Hasil angka keamanan dengan Metode Geometri yang dipakai untuk STA 00 ± 050 yang aman dan efisien adalah dengan ketinggian 6 meter dan sudut 35° dengan angka keamanan $1,7 < SF \leq 2,0$ yaitu kerentanan gerakan tanah rendah : gerakan tanah jarang terjadi. Untuk STA 00 ± 100 rekayasa lereng untuk kedua sampel mendapat hasil kerentanan gerakan tanah rendah $1,7 < SF \leq 2,0$, dan yang lebih efisien adalah dengan ketinggian 8 meter dan sudut lereng 45° .

5. PENUTUP

a. Kesimpulan

1. *Safety factor* stabilitas lereng di Desa Hatalai yang dihasilkan pada STA00 ± 000 Metode Fellenius $1,2 < SF \leq 1,7$ dengan arti kerentanan gerakan tanah dapat terjadi dan Bishop Disederhanakan $1,7 < SF \leq 2$ dengan arti kerentanan gerakan tanah jarang terjadi dimana terdapat perbedaan. Pada STA00 ± 050 dan STA00 ± 100 nilai $1,7 < SF \leq 2$ dengan arti kerentanan gerakan tanah dapat terjadi.
2. Longsor yang terjadi diakibatkan oleh penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng dan penggalian yang mempertajam kemiringan lereng selain itu longsor juga terjadi karena intensitas hujan yang tinggi sehingga berat lereng bertambah dan mengalami keruntuhan.

3. Hasil angka keamanan rencana dengan Metode Geometri yang dipakai untuk STA 00 ± 050 yang aman dan efisien adalah dengan ketinggian 6 meter dan sudut 35° dengan angka keamanan $1,7 < SF \leq 2,0$ yaitu kerentanan gerakan tanah rendah : gerakan tanah jarang terjadi. Untuk STA 00 ± 100 rekayasa lereng untuk kedua sampel mendapat hasil kerentanan gerakan tanah rendah $1,7 < SF \leq 2,0$, dan yang lebih efisien adalah dengan ketinggian 8 meter dan sudut lereng 45°.

b. Saran

1. Dibuatnya perbaikan kemiringan dengan memperkecil sudut lereng dan perbaikan pada kaki lereng dan agar resiko longsoran dapat dikurangi.
2. Pada penelitian penulis tidak memasukan nilai curah hujan dalam perhitungan, oleh sebab itu kedepannya bila ada penelitian sejenis agar menggunakan curah hujan sebagai faktor tambahan.

DAFTAR PUSTAKA

Bishop, A. W. 1955, *The Use the Slip Circle in the Stability Analisis of Slopes*, Geotechnique, Vol 5, No 1, Hal 7-17.

Bowles, Joseph E., Hainin Johan K., 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah)*, edisi kedua, penerbit erlangga, Jakarta.

Fellenius, W. (1927), *Erdstaticche Derechnungen mit Reibung and Kohesion*, Berlin, Ernst

Hardiyatmo, H. C., 2006. *Teknik Fondasi II*, Yogyakarta

Hardiyatmo, H. C., 2014. *Mekanika Tanah 2*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

https://id.m.wikipedia.org/wiki/Kota_ambon. “Kota Ambon” Kementerian PUPR. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Ditjen Cipta Karya.

https://www.republika.co.id/berita/nasional/daerah/19/06/09/psu81v284bpbd_ambon-data-32-titik-bencana-longsor

Janbu, N., Bjerrum, L. And Kjaernsli, B.(1956). *Veiledning ved Losning av Fundamentering soppgaver*, Publ. 16, Norwegian Geotechnical Institute, Oslo, pp.30-32

K, Nakuzawa, dkk., 2005. *Mekanika Tanah dan teknik Fondasi*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Kliche, Charles. A., 1999, *Rock Slope Stability*, The Society for Mining, Metallurgy, London, England

Pangemanan, dkk. 2014. *Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fillenius*. (Studi kasus : Kawasan Citraland). Universitas Sam Ratulangi Manado, Manado.