

KAJIAN STABILITAS LERENG PADA KONDISI *DRAINED* DAN *UNDRAINED* DI DUSUN LEGOK 2 DENGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER

Vivy Nurfauziah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Galuh, Jl. R.E. Martadinata No.150, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat, 46274, Indonesia

E-mail : vivynurfauziah26@gmail.com

Abstrak

Panawangan Kabupaten Ciamis termasuk daerah rawan terhadap peristiwa tanah longsor, karena memiliki bentuk yang berbukit-bukit. Artinya adanya perbedaan elevasi antara tempat yang satu dengan lainnya sehingga membentuk suatu lereng. Daerah panawangan sering terjadi tanah longsor yaitu di Dusun Legok 2 Desa Indragiri. Berdasarkan peristiwa tersebut, perlu diadakan suatu kajian mengenai stabilitas lereng serta penanganan longsoran pada daerah tersebut. Tujuannya untuk mengetahui nilai faktor keamanan (FK) serta kemungkinan deformasi yang dihasilkan dari perkuatan lereng yang direncanakan sehingga penanganan longsoran tersebut tepat dan lereng menjadi aman. Penelitian ini menggunakan metode elemen hingga dengan program Plaxis 2D versi 8.6. Penanganan longsoran ini menggunakan perkuatan dinding penahan tanah dengan struktur beton k300, k350, k400, k450, k500 *silinder* dan *trapping*. Parameter tanah yang digunakan merupakan hasil pengujian tanah sampel dari lokasi penelitian di laboratorium serta hasil korelasi. Dalam menentukan penanganan longsoran lereng tersebut mengikuti syarat keamanan lereng menurut SNI 8460:2017. Hasil perhitungan yang dilakukan sebelum adanya penanganan, nilai FK pada lereng awal atau eksisting yaitu 0,9750 dan pada saat tanah jenuh atau hujan, nilai FK yaitu 0,9737, nilai dari 2 kondisi tersebut kurang dari 1,5 yang artinya tidak aman. Setelah dilakukan penanganan dengan kekuatan dinding penahan tanah kantilever dan *trapping* tanpa menggunakan beban pemukiman, nilai FK yang paling besar yaitu dengan menggunakan DPT Kantilever k500. Pada kondisi *drained* yaitu 1,530 dengan deformasinya 1,338 mm dan untuk kondisi *undrained* nilai FK yaitu 1,532 dengan deformasi 4,682 mm.

Kata Kunci: Kondisi *Drained* dan *Undrained*, Perkuatan Dinding

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Peristiwa tanah longsor merupakan peristiwa yang banyak terjadi di berbagai wilayah Indonesia. tanah longsor adalah peristiwa terjadinya pergerakan tanah, seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah yang bergerak menuju tempat yang lebih rendah. Dampak dari peristiwa tersebut dirasakan salah satunya oleh masyarakat Panawangan Kabupaten Ciamis.

Daerah Panawangan yang sering terjadi tanah longsor atau kelongsoran lereng di Dusun Legok 2 Desa Indragiri. Berdasarkan

peristiwa tersebut, perlu diadakan suatu kajian mengenai stabilitas lereng serta penanganan kelongsoran pada daerah tersebut agar lereng menjadi aman atau dampak yang ditimbulkan tidak lebih parah, maka peneliti mengambil judul “Kajian Stabilitas Lereng pada Kondisi *Drained* dan *Undrained* di Dusun Legok 2 Dengan Menggunakan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Kantilever”.

1.2 Rumusan Masalah

Melakukan pengkajian mengenai stabilitas lereng di Dusun Legok 2 dengan melakukan pengecekan nilai faktor keamanan lereng beserta deformasinya yang harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku dengan

menentukan mutu beton pada perkuatan dinding penahan tanah kantilever yang digunakan.

1.3. Maksud dan Tujuan

Berikut beberapa maksud dan tujuannya yaitu, untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng besera deformasinya pada keadaan eksisting dengan *Finite Element Method* menggunakan program Plaxis 2D, mendapatkan nilai faktor keamanan lereng besera deformasinya pada keadaan lereng dengan beban dan tanpa beban pemukiman pada kondisi *drained* dan *undrained*.

1.4. Kegunaan Penelitian

Manfaat teoritis, diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan teknik sipil di bidang geoteknik mengenai stabilitas lereng pada kondisi *drained* dan *undrained* dengan *Finite Element Method* (FEM) serta penanganannya dengan perkuatan dinding penahan tanah kantilever menggunakan program Plaxis 2D. Manfaat praktis, dapat dijadikan sebagai sumber informasi yang akurat bagi instansi terkait mengenai kelongsoran lereng serta hasil penelitian dapat dijadikan referensi oleh peneliti berikutnya.

2. Kajian Pustaka dan Kerangka Pemikiran

2.1 Tanah

Tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat yang tidak terikat satu dengan yang lain yang di antara terdiri dari material organik, rongga-rongga di antara material tersebut berisi udara dan air. Tanah juga dapat diartikan sebagai bagian kerak bumi yang tersusun dari 45% mineral (pasir, lanau, lempung), 5% bahan organik (mikroorganisme, akar, humat), 25% air dan 25% udara.

2.2 Bencana Tanah Longsor

Tanah longsor (*lindslide*) merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau ke luar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng. terdapat beberapa macam

tanah longsor yaitu, longsor translasi, longsor rotasi, longsor translasi blok batu (pergerakan tanah), runtuh batu, rayapan tanah, aliran bahan rombakan. Dampak dari bencana tanah longsor yaitu adanya korban jiwa, rusaknya bangunan dan infrastruktur, keseimbangan ekosistem di lingkungan menjadi terganggu, adanya lahan yang terhalangi maupun tertutup tanah longsor.

2.3 Stabilitas Lereng

Lereng akan stabil jika gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak. Cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan stabilitas lereng yaitu menentukan penanganan longsorannya dengan menaikan nilai faktor keamanan lereng, di antaranya sebagai berikut :

1. Memperkecil gaya penggerak atau momen penyebab longsor

Gaya dan momen penggerak dapat diperkecil dengan merubah bentuk lereng, yaitu dengan membuat geometri lereng menjadi lebih datar, mengurangi sudut kemiringan dengan memperkecil ketinggian lereng dan merubah lereng menjadi lebih bertingkat.

2. Memperbesar gaya lawan atau momen penahan longsor

Untuk memperbesar gaya penahan, dapat dilakukan dengan cara adanya perkuatan pada lereng tersebut, di antaranya dengan perkuatan dinding penahan tanah, *sheet pile* dan adanya timbunan di kaki lereng. Parameter yang dapat dihasilkan yaitu bidang keruntuhan dan FK yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$FK = \frac{\tau_f}{\tau}$$

keterangan :

FK = nilai faktor keamanan

τ_f = kuat geser tanah (kN/Km²)

τ = tegangan geser (kN/Km²)

Berikut adalah tabel penentuan faktor keamanan lereng yang dijadikan acuan pada stabilitas lerengnya:

Tabel 1
Faktor Keamanan untuk Lereng Tanah

Faktor Keamanan (FK)	Tingkat Ketidakpastian Kondisi Analisis
$FK \geq 1,25$	Rendah
$FK \geq 1,50$	Tinggi

Sumber: SNI 8460, 2017

Tingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan rendah, jika kondisi geologi dapat dipahami, kondisi tanah seragam, penyelidikan tanah konsisten, lengkap dan logis terhadap kondisi di lapangan. Kemudian, tingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan tinggi, jika kondisi geologi sangat kompleks, kondisi tanah bervariasi, dan penyelidikan tanah tidak konsisten dan tidak dapat diandalkan.

2.4 Metode Elemen Hingga (FEM)

Metode elemen hingga atau *Finite Element Method* (FEM) adalah metode yang digunakan sebagai pendekatan dari *problem* matematis yang sering ada di rekayasa teknik. Nilai faktor keamanan didapatkan dengan cara mencari bidang lemah pada struktur lapisan tanah. Faktor keamanan didapatkan dengan cara mengurangi nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah secara bertahap hingga tanah mengalami keruntuhan. Nilai faktor keamanan kemudian dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$\Sigma MSF = \frac{c}{c_{reduced}} = \frac{\tan \phi}{\tan \phi_{reduced}}$$

Keterangan :

MSF = faktor keamanan

c = kohesi

ϕ = sudut geser dalam tanah

2.5 Program Plaxis 2D

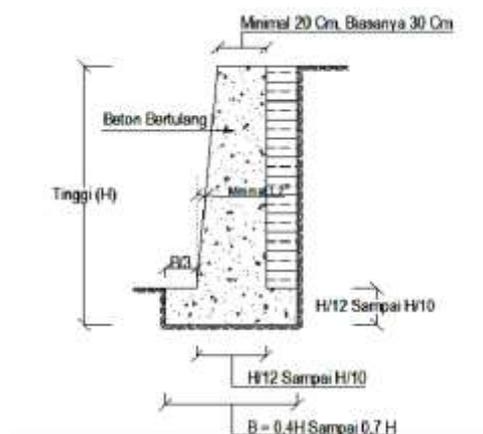
Program plaxis merupakan sebuah program dalam bidang geoteknik yang menggunakan *Finite Element Method* (FEM) untuk aplikasi geoteknik menggunakan model-model tanah untuk menganalisis deformasi dan stabilitas struktur geoteknik atau simulasi terhadap perilaku dari tanah.

2.6 Drained dan Undrained

Kondisi *drained* terjadi ketika tidak ada perubahan tekanan air pori akibat adanya pembebanan dari luar. Air pori ini dapat keluar dari tanah dengan mudah. Sedangkan untuk kondisi *undrained* terjadi ketika air pori tidak mampu mengalir keluar dari tanah, karena laju beban yang ada jauh lebih cepat daripada laju dari air pori sehingga tekanan air pori meningkat.

2.7 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan salah satu perkuatan lereng yang sering diterapkan, karena mampu menahan tanah dan mencegah keruntuhan tanah miring yang keamanannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah tersebut yang diakibatkan oleh beban hujan, beban yang terdapat di atas tanah tersebut maupun akibat berat tanahnya. Dinding penahan tanah tipe Kantilever merupakan persatuan dinding menggunakan beton bertulang yang bentuknya huruf T. Perkuatan ini sering diterapkan karena ekonomis serta mudah untuk diaplikasikan. Struktur dari DPT yang memiliki fungsi sebagai i kantiliver, yakni pada bagian dinding vertikal (*steem*), tumit tapak dan ujung kaki tapak (*toe*). Dinding ini biasanya digunakan untuk menahan tanah dengan ketinggian tidak lebih dari 8 meter. Berikut merupakan contoh dinding penahan tanah kantilever :



Sumber : Hardiyatmo, 2014

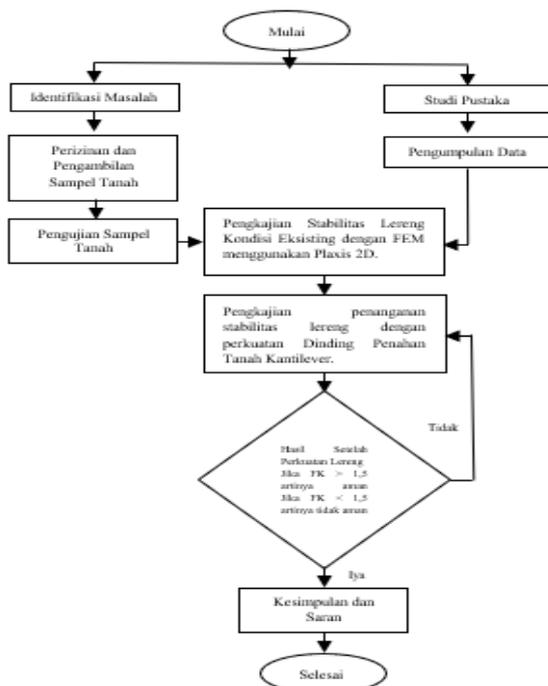
Gambar 1 : Contoh Tipe Kantilever

3. Objek dan Metode Penelitian

Pengambilan sampel tanah pada penelitian ini dilakukan di Dusun Legok 2 Desa Indragiri Kecamatan Panawangan Kabupaten Ciamis Jawa Barat. Pengujian sampel tanah dilakukan di Laboratorium Balai Hidrolik dan Geoteknik Keairan Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian PUPR Bandung. Titik koordinat daerah penelitian yaitu 7°06'70" Lintang Selatan dan 108°21'00" Bujur Timur. Ketinggian lokasi penelitian ini 500-1.000 mdpl dengan kemiringan lereng berkisar 2% - 40% dengan luas 119,468 Ha. Berikut merupakan gambar peta kontur topografi Desa Indragiri :



Gambar 2 : Peta Kontur Topografi Desa Indragiri



Gambar 3 : Diagram Alir Penelitian

Pengambilan sampel tanah dengan cara *hand boring* pada kedalaman 01,00 – 01,50 meter. Berikut hasil dari pengujian sampel tanah yang dilakukan di laboratorium :

Tabel 2
Hasil Pengujian Tanah

Jenis Pengujian	Satuan	Sampel CA (01,00-01,50)	Sampel CB (00,50-01,00)
Properties			
Kadar Air	%	58,73	59,18
Berat Volume Tanah	gr/cm ³	4,69	5,94
Berat Jenis Tanah	-	2,64	2,67
Atterberg Limit			
Batas Cair	%	96,27	92,11
Batas Plastis	%	67,86	58,56
Indeks Plastisitas	%	28,41	33,55
Grain Size Analysis (#200)			
Batu (<i>gravel</i>)	%	00,00	00,00
Pasir (<i>sand</i>)	%	01,42	01,82
Lanau (<i>silt</i>)	%	40,80	40,16
Lempung (<i>clay</i>)	%	57,78	58,02
Koef. Keseragaman (Cu)	-	20,00	30,00
Direct Shear			
Kohesi (c)	kg/cm ²	00,43	
Sudut Geser Dalam Tanah (Φ)	°	25,23	
Triaxial UU			
Kohesi (c)	kg/cm ²	0,180	
Sudut Geser Dalam Tanah (Φ)	°	7,069	

Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

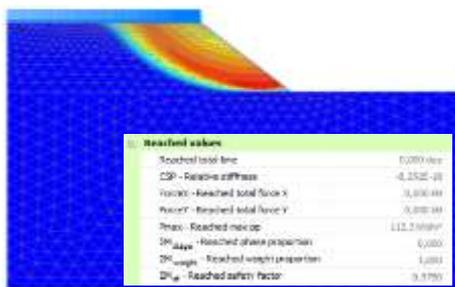
Pengolahan data pada penelitian ini yaitu dengan cara mengkaji hasil pengujian sifat fisis dan mekanis tanah yang dijadikan sebagai bahan input parameter tanah untuk mengetahui faktor keamanan serta deformasinya dengan menggunakan metode elemen hingga atau *Finite Element Method* dan program *Plaxis 2D* yang telah ditentukan untuk stabilitas lereng di daerah tersebut.

deformasi horizontalnya yaitu 0,2108 meter. Untuk kondisi jenuh sebagai berikut :

4. Hasil dan Pembahasan

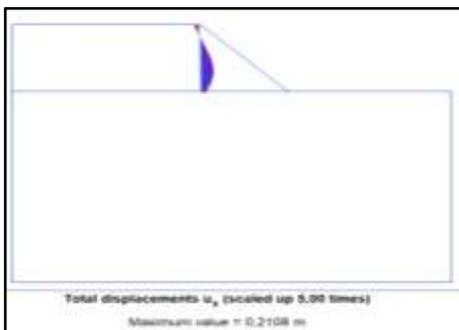
4.1 Hasil Pengujian Sampel Tanah

Untuk hasil analisis pada pemodelan eksisting, yaitu kondisi lereng tak jenuh atau muka air normal dan kondisi lereng jenuh atau muka air maksimum, dapat dilihat sebagai berikut ini :



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

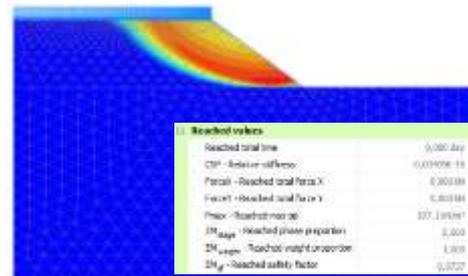
Gambar 3 : FK Lereng Tak Jenuh



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

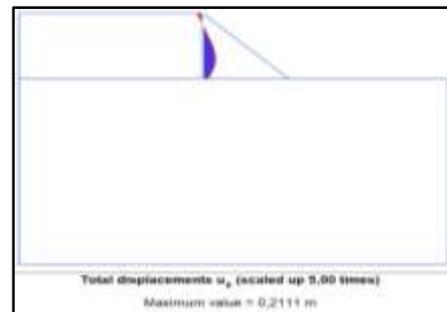
Gambar 4 : Deformasi Lereng Tak Jenuh

Nilai faktor keamanan atau *factor of safety* (FK), pada kondisi muka air tanah normal atau tak jenuh dengan beban pemukiman warga yaitu 0,975 dan untuk



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 5 : FK Lereng Jenuh



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

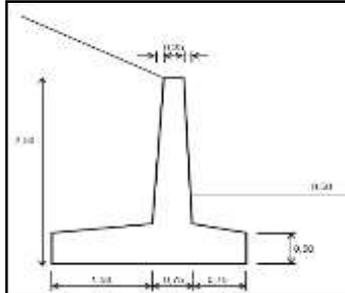
Gambar 6 : Deformasi Lereng Jenuh

Pada kondisi lereng jenuh ini mendapatkan nilai faktor keamanan / *factor of safety* (FK) sebesar 0,9737 dan deformasi horizontalnya yaitu 0,2111 meter. Berdasarkan hasil analisis, nilai faktor keamanan pada kondisi eksisting kurang dari 1,5 yang artinya tidak aman, karena lereng tersebut sudah atau sering mengalami kelongsoran. Maka dari itu, diperlukan penanganan agar lereng tersebut menjadi aman.

4.2 Penanganan Stabilitas Lereng

Penanganan ini dilakukan dengan beberapa tahapan dan metode agar mendapatkan hasil efektif dalam penanganan longsor yang terjadi, metode yang diterapkan yaitu melandaikan lereng terlebih dahulu dengan membuat *traping* pada lereng. Akan tetapi nilai faktor keamanannya belum memenuhi persyaratan karena hanya 1,235. Maka dibuatlah penambahan perkuatan berupa Dinding Penahan Tanah (DPT) di kaki lereng bawah dengan dimensi tinggi DPT sekitar 3

meter. Dimensi dinding penahan tanah yang dapat digunakan dalam penanganan longsoran pada lereng (satuan meter) sebagai berikut :



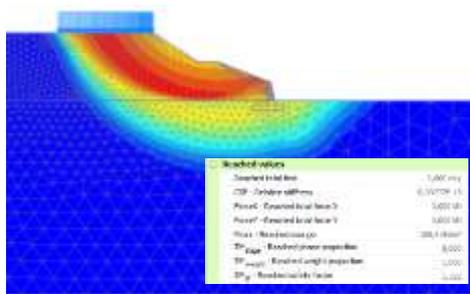
Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 7 : Dimensi DPT

Penanganan lereng menggunakan dinding penahan tanah Kantilever dengan mutu beton K-300, K-350, K-400, K-450 dan K-500, hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan nilai efektif, dengan melakukan analisis variasi mutu beton. Berikut macam penanganannya :

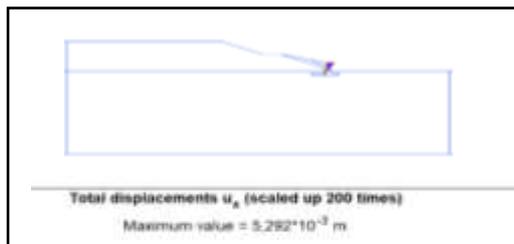
4.3 Kondisi Drained

Nilai faktor keamanan lereng yang paling besar dan deformasinya paling kecil yaitu pada analisis K-500, yaitu sebagai berikut :



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 8 : FK DPT K-500 dan *Traping* dengan Beban



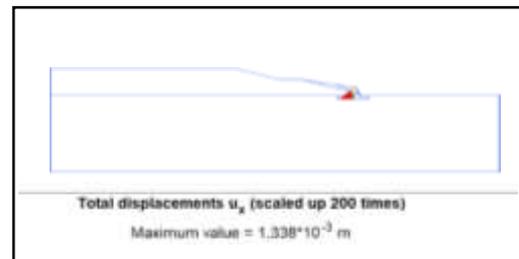
Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 9 : Deformasi DPT K-500 dan *Traping* Dengan Beban



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 10 : FK DPT K-500 dan *Traping* Tanpa Beban



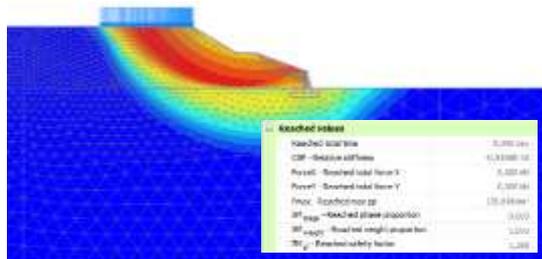
Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 11 : Deformasi DPT K-500 dan *Traping* Tanpa Beban

Nilai faktor keamanan pada kondisi *drained* dengan beban pemukiman menggunakan kekuatan DPT K-500 dan *traping* yaitu 1,322. Untuk nilai deformasinya yaitu 0,005292 meter yang artinya kemungkinan pergerakan tanah di lereng tersebut kecil sehingga lereng mendekati aman. Kemudian untuk kondisi *drained* tanpa beban pemukiman menggunakan kekuatan DPT K-500 dan *traping*, nilai faktor keamanannya yaitu 1,530. Untuk nilai deformasinya yaitu 0,001338 meter yang artinya kemungkinan pergerakan tanah di lereng tersebut semakin kecil sehingga lereng tersebut menjadi aman.

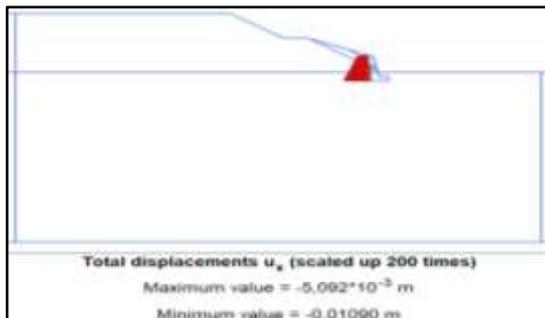
4.4 Kondisi Undrained

Pada kondisi *undrained* dengan adanya beban dan tanpa beban pemukiman, nilai faktor keamanan yang paling mendekati aman juga didapatkan oleh DPT K-500, berikut pemodelannya:



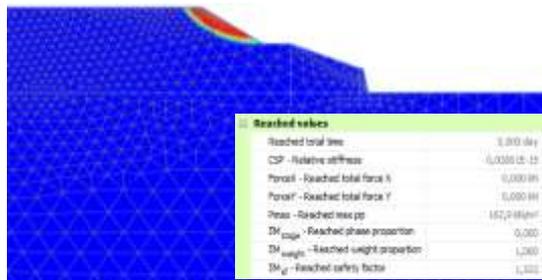
Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 14 : FK DPT K-500 dan *Traping* Dengan Beban Kondisi *Undrained*



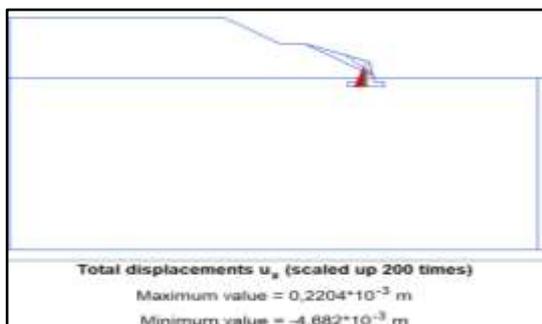
Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 15 : Deformasi DPT K-500 dan *Traping* Dengan Beban Kondisi *Undrained*



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 16 : FK DPT K-500 dan *Traping* Tanpa Beban Kondisi *Undrained*



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

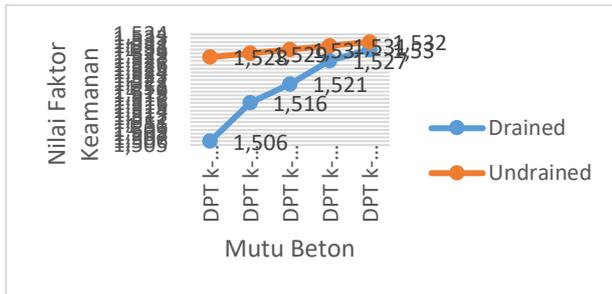
Gambar 17 : Deformasi DPT K-500 dan *Traping* Tanpa Beban Kondisi *Undrained*

Setelah didapatkan nilai faktor keamanan (FK) dan besar deformasi pada lereng sehingga menjadi aman, maka direkomendasikan adanya relokasi pemukiman warga dari atas lereng tersebut agar tidak terjadi lagi kelongsoran yang dapat merugikan warga sekitar dan tertutupnya jalan. Selain itu juga, hal tersebut dikarenakan warga tidak memiliki Ijin Mendirikan Bangunan (IMB) yang artinya pemukiman tersebut ilegal. Berikut rekapitulasi hasil penanganan dari lereng menggunakan *traping* dan DPT :

Tabel 3 :
Hasil Penanganan Lereng Menggunakan *Traping* dan DPT

Kondisi	Faktor Keamanan		Deformasi (mm)	
	Tanpa Beban	Dengan Beban	Tanpa Beban	Dengan Beban
Drained + DPT k300	1,506	1,117	1,357	5,307
Drained + DPT k350	1,516	1,118	1,354	5,303
Drained + DPT k400	1,521	1,143	1,352	5,301
Drained + DPT k450	1,527	1,322	1,341	5,299
Drained + DPT k500	1,530	1,322	1,338	5,292
Undrained + DPT k300	1,528	1,394	4,701	10,930
Undrained + DPT k350	1,529	1,395	4,698	10,920
Undrained + DPT k400	1,530	1,395	4,698	10,920
Undrained + DPT k450	1,531	1,395	4,694	10,900
Undrained + DPT k500	1,532	1,395	4,682	10,900

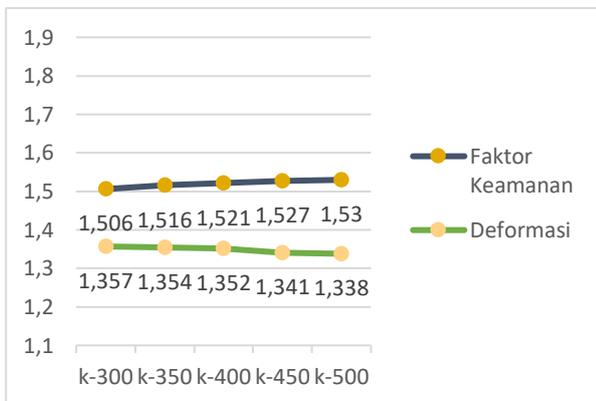
Berdasarkan tabel di atas, maka dapat disimpulkan, setelah adanya penangan menggunakan perkuatan DPT dan *Trapping* dengan kemiringan 1;1,5 tanpa beban pemukiman nilai faktor keamanannya lebih dari 1,5 yang artinya sudah aman sesuai dengan peraturan SNI 8460:2017. Selain itu juga, semakin besar nilai faktor keamanan suatu lereng maka deformasi atau pergerakan tanah yang terjadi semakin kecil. Agar lebih mudah memahaminya, hal ini dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 18 : Perbandingan Nilai FK Pada Kondisi *Drained* dan *Undrained*

Pada grafik tersebut terlihat semakin mutu betonnya besar, maka semakin besar nilai faktor keamanannya. Nilai faktor keamanan pada kondisi *undrained* lebih besar dari pada dari *drained*. Hal tersebut disebabkan karena pada kondisi *undrained* ini air tidak dapat ke luar masuk secara bebas. Selain itu juga terdapat hubungan antara nilai faktor keamanan dengan deformasi, yaitu sebagai berikut :



Sumber: Hasil Analisis Data, 2021

Gambar 19 : Hubungan Nilai FK dan Deformasi Kondisi *Drained*

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan simpulan sebagai berikut:

- Untuk nilai faktor keamanan (FK) lereng awal (eksisting) atau sebelum adanya penanganan lereng yaitu 0,9750 dengan besar deformasi 0,210 meter.

- Pada kondisi tanah jenuh atau hujan, nilai faktor keamanan (FK) 0,9737 dan besar deformasi yang terjadi yaitu 0,211 meter.
- Dalam kondisi *drained* nilai faktor keamanan (FK) paling besar keamanannya yaitu 1,530 dan deformasinya 1,338 dengan menggunakan DPT k-500.
- Kondisi *undrained* memiliki nilai faktor keamanan yang paling besar yaitu 1,532 dengan besaran deformasinya 4,682 yang menggunakan DPT k-500.
- Nilai faktor keamanan pada kondisi *undrained* lebih besar dari pada dari *drained*.

Daftar Pustaka

- Darwis. 2018. Dasar-Dasar Mekanika Tanah. Yogyakarta : Pena Indis.
- Endayanti, M., & Marpaung, K. (2019). Analisis Perkuatan Lereng Dengan Menggunakan Dinding Penahan Tanah Di Skyland Jayapura Selatan. *Jurnal Teknik Vol. 8 No. 1, Februari 2019, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Darma Agung.*
- Fauzi, I. M., & Indra, N. H. 2019. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Woven Akibat Pengaruh Termal Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal RekaRacana : Jurnal Teknik Sipil Vol. 5 No. 2, Juni 2019, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung.*
- Fianti, L., Munirwansyah., Halida, Y. 2020. Analisis Bentuk Geometri Terhadap Stabilitas Lereng Pada Tambang Terbuka Dari Aspek Geoteknik. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan Vol. 3 No. 2, Juni 2020, Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.*
- Hidayat, R. 2018. Analisis Stabilitas Lereng Pada Longsor Desa Caok Purworejo Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Air Vol. 14 No.1, Mei 2018, Balai Litbang Sabo, Sopalan, Maguwoharjo, Kecamatan*

- Depok Kabupaten Sleman D.I. Yogyakarta.
- Nuryanto., & Wulandari, S. 2017. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Metode Kesetimbangan Batas (*Limit Equilibrium*) Dan Elemen Hingga (*Finite Element*). *Jurnal Desain Konstruksi Vol. 16 No. 1, Juni 2017, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma Depok.*
- Pramulandani, A., & Hamdhan, I, N. 2020. Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan *Geocell* Menggunakan Metode Elemen Hingga (PLAXIS 2D). *Jurnal Teknik Sipil Vol. 6 No. 2, Juli 2020, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung.*
- Ramadhan, R., Munirwansyah., Sungkar, M. 2020. Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Pada Kondisi Eksisting dan Setelah Diperkuat Dinding Penahan Tanah Tipe *Counterfort* dengan Program Plaxis. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia Vol. 5 No. 1, 2020, Jurusan Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala.*
- Rinanditya, R, F. 2016. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Dinding Penahan Tanah Kantilever Menggunakan Program Plaxis (Studi Kasus Jalan Piyungan-Batas Gunung Kidul, Yogyakarta). *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.*
- Sahfitri, P, I., Fikri, A., Iswan. 2021. *Finite Element Analysis* Pada Dinding Penahan Tanah Simpang *Underpass* Universitas Lampung. *Jurnal Teknosia Vol. 1 No. 1, Juni 2021, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Lampung.*
- Pentawan, Y., Afriani, L., Siregar, A. M. 2017. Simulasi Penggunaan Program *Geostudio Slope/W 2007* dalam Menganalisis Stabilitas Lereng Dengan Jenis Tanah Lempung Berpasir pada Kondisi Tidak Jenuh, Kondisi Jenuh Sebagian, dan Kondisi Jenuh. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain Vol. 5 No. 3, September 2017, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.*
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Penataan Ruang. 2007. Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007. Jakarta : *Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Penataan Ruang.*
- Widorini, T., Ngudi, H, C., Bambang, P. 2020. Analisis Perbandingan Stabilisasi Tanah Asli Dengan Hasil Preboring Pada Proyek Menara USM Dengan Campuran Pasir Dan Kapur Untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanah. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Semarang.*
- Wihardi., Munirwansyah., Sofyan, M. S. 2018. Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Software Plaxis 8.6 Dengan Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*) (Studi Kasus Ruas Jalan Nasional Banda Aceh-Medan Sta 83+135 Gunung Seulawah). *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan Vol. 1 No. 3, Agustus 2018, Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.*
- Zainul, Busthan., & Ratna, H. 2021. Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Elemen Hingga (MEH) Pada Ruas Jalan Tawaeli – Toboli Km 23 + 700. *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation) Vol. 5 No. 1, Maret 2021, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar.*