



Kajian Stabilitas Tanah Dengan Steel Sheet Pile Dan Corugated Concrete Sheet Pile Pada Tikungan Luar Sungai Citanduy

Andri Kurniawan¹⁾, Hayu Rahayu²⁾

^{1,2}Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Batik Surakarta

Email¹ : andrimartinez1991@gmail.com

Email² : hayurahayu75@gmail.com

Abstrak

Abstrak - Kelongsoran merupakan suatu peristiwa yang sering terjadi pada kondisi penampang yang memiliki kemiringan tertentu. Selain dari faktor kemiringan kondisi tanah serta pengaruh dari air juga menjadi faktor terjadinya longsor. Akibat terjadinya longsor yang ada pada sungai citanduy mengancam permukiman yang berada di bawah tanggul sungai tersebut. Perlu penanganan terhadap kondisi lereng tersebut sehingga permukiman yang berada disekitar sungai tersebut dapat terlindungi. Penanganan yang dilakukan dalam upaya pengamanan lereng tersebut salah satunya dengan perkuatan lereng. Sebelum melakukan analisis design dilakukan terlebih dahulu analisis kondisi eksisting. Pada kondisi eksisting terdapat Corugated Concrete Sheet Pile (CCSP) dengan panjang 12 meter. Hasil analisis eksisting dapat disimpulkan tidak aman terhadap kondisi Rapiddrawdown.hal tersebut menjadi perhatian dikarenakan pada bilir sungai terdapat bendung gerak dimana fluktuasi air yang ada dapat berubah secara cepat. Analisis selanjutnya menggunakan Steel Sheet Pile dengan kedalaman minimal 18 meter. Hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yaitu geostudio memperoleh hasil $2.44 > 1.5$ untuk kondisi normal, $1.69 > 1.3$ untuk kondisi Gempa dan $1.91 > 1.3$ Untuk kondisi rapid drawdown. Ditinjau dari hasil lapisan tanah yang ada pada kedalaman 18 meter posisi ujung pile berada pada lapisan tanah pasir.

Kata Kunci: Safety Factor, Geostudio, Kelongsoran

PENDAHULUAN

Jenis tanah pelapukan yang sering dijumpai di Indonesia adalah hasil letusan gunung api. Tanah ini memiliki komposisi sebagian besar lempung dengan sedikit pasir dan bersifat subur. Tanah pelapukan yang berada di atas batuan kedap air pada perbukitan/punggungan dengan kemiringan sedang hingga terjal berpotensi mengakibatkan tanah longsor pada musim hujan dengan curah hujan berkuantitas tinggi. Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng dunia yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Australia yang bergerak saling menumbuk. Berdasarkan hal tersebut, maka terbentuk penunjaman yang memanjang disebelah barat Pulau Sumatera, disebelah selatan Pulau Jawa hingga ke Bali dan Nusa Tenggara, disebelah utara Kepulauan Maluku, dan disebelah utara Papua. Konsekuensi lain dari tumbukan itu maka terbentuk palung, samudera, lipatan, punggungan, dan patahan di busur kepulauan, sebaran gunung api, dan sebaran sumber gempa bumi. Berdasarkan hal tersebut Indonesia rawan terhadap bencana gempa bumi yang dapat menyebabkan terjadinya kelongsoran. Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang memiliki kemiringan dan membentuk sudut tertentu terhadap bidang horizontal dan tidak terlindungi. Lereng biasanya terdapat di tepi jalan maupun di sungai sungai. Sungai yang berada di tepi sungai apabila lokasinya tidak jauh dari muara, maka akan dipengaruhi juga oleh pasang surut air laut, dan hal ini dapat menyebabkan terganggunya stabilitas lereng di sungai tersebut. Stabilitas lereng merupakan hal penting dalam ilmu geoteknik, karena apabila stabilitas lereng terganggu maka lereng rentan terhadap kelongsoran. Kestabilan lereng di sungai sungai dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya erosi sungai akibat aliran deras sungai, curah hujan yang tinggi, beban yang berlebih, dan pasang surut yang terjadi apabila sungai berada didekat muara laut.

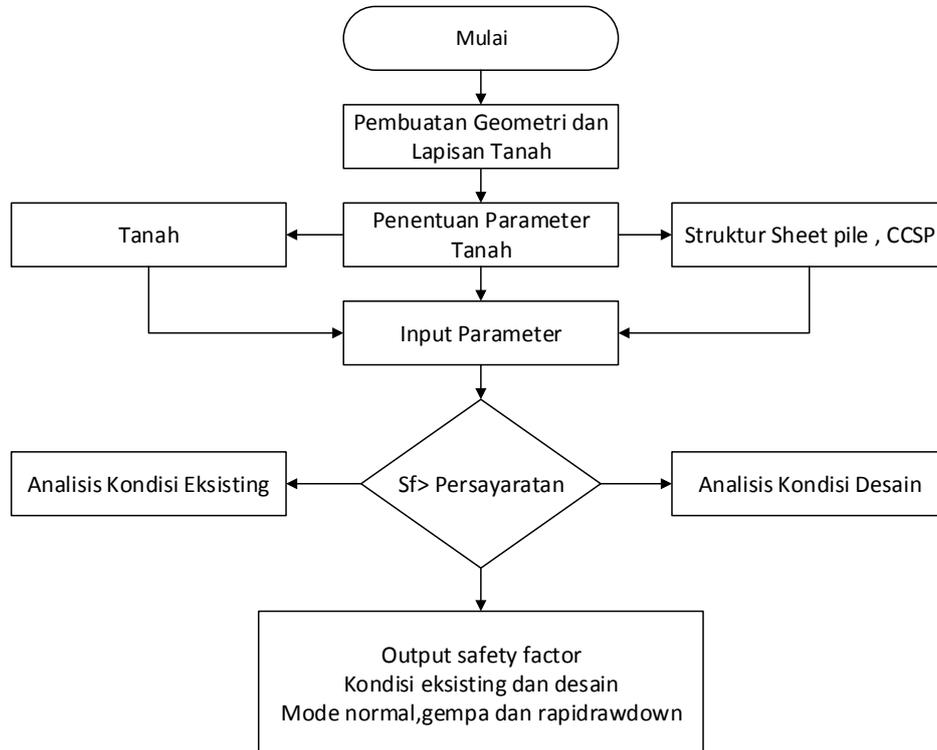
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian

Analisis Stabilitas Lereng di lokasi pekerjaan stabilitas lereng di Pekerjaan Tanggul Penahan Tanah di desa Purwosari Kabupaten Cilacap dilakukan dengan perhitungan menggunakan software geostudio 2018 dengan kondisi muka air kosong, kondisi gempa dan Rapiddrawdown. Analisis stabilitas dilakukan dengan



memperhatikan kondisi topografi lereng serta kondisi tanah di sekitar pekerjaan. Perhitungan serta input data yang dimasukkan sesuai dengan kondisi lapangan. Analisis dilakukan dengan metode Kestimbangan (*limit Equilibrium*) dimana metode ini memperhitungkan semua jenis metode yang telah ada sebelumnya. berikut Metodologi analisis geoteknik kelongsoran dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



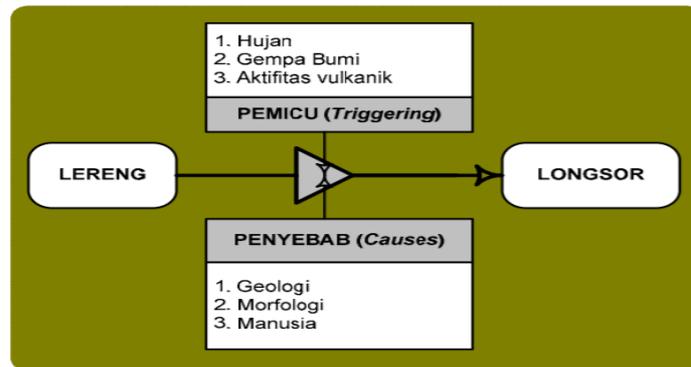
Gambar 1. Metodologi Penelitian

Teori Umum

Tanah longsor adalah proses terjadinya pergerakan tanah yang mengakibatkan perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Proses terjadinya tanah longsor dapat dijelaskan sebagai berikut. Air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah dan jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, selain itu masuknya air kedalam tanah mengakibatkan tegangan pada tanah menjadi berkurang, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng.

Faktor – Faktor Penyebab dan Pemicu Kelongsoran Tanah

Kejadian tanah longsor memiliki dimensi ruang dan waktu. Longsor hanya dapat terjadi pada suatu lereng baik pada perbukitan, pegunungan, bantaran sungai, atau struktur timbunan. Tanah longsor dapat dimungkinkan untuk diketahui melalui identifikasi faktor-faktor penyebab dan pemicu terjadinya tanah longsor. Faktor-faktor penyebab dan pemicu kelongsoran tanah dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1 sebagai berikut.



Gambar 2. faktor-Faktor penyebab dan Pemicu Tanah Longsor (varnes,1978)

Tabel 1 Penyebab Umum Kelongsoran Tanah

Kelompok Faktor Penyebab	Sumber penyebab
Faktor Geologi	Lapisan batuan yang lemah dan sensitif
	Pelapukan batuan
	Pergeseran batuan
	Retakan atau pertemuan lapisan batuan
	Perbedaan permeabilitas lapisan tanah
	Perbedaan kekuatan batuan (kaku,padat,plastis)
Faktor morfologi	Pengangkatan tektonik atau vulkanik
	Lapisan es
	Erosi
	Perubahan letak beban pada lereng
	Kerusakan tanaman pelindung pada lereng
Faktor Fisik	Curah hujan yang sangat tinggi
	Pencairan es
	Hujan yang sangat lama
	Perubahan muka air tanah
	Gempa bumi
	Letusan vulkanik
Faktor Manusia	Penggalian lereng
	Penggundulan hutan (<i>Deforestation</i>)
	Penambangan
	Getaran-getaran batuan seperti percobaan Nuklir

Penyebab longsor dapat diartikan sebagai faktor-faktor yang membuat lereng menjadi rentan terhadap keruntuhan atau longsor pada lokasi dan pada waktu tertentu. Faktor penyebab dapat disebut sebagai faktor-faktor yang membuat lereng mengalami kegagalan struktur, yang kemudian membuat lereng menjadi tidak stabil. Pemicu adalah kejadian tunggal yang akhirnya bisa menyebabkan terjadinya tanah longsor sehingga bisa disimpulkan bahwa kombinasi faktor-faktor penyebab membuat kondisi struktur lereng mengalami kegagalan, hal tersebut sebagai pemicu yang akhirnya menyebabkan terjadinya keruntuhan/pergerakan. Faktor pemicu mudah ditentukan setelah terjadinya tanah longsor, meskipun secara umum sangatlah sulit menentukan secara pasti kejadian alam yang memicu terjadinya tanah longsor dari sebuah peristiwa keruntuhan/pergerakan Ketidakstabilan lereng atau mekanisme kegagalan struktur dapat dikelompokkan pada peningkatan nilai tegangan geser dan kuat geser tanah (Varnes, 1978).



Tipikal Tanah Longsor

Tanah longsor dapat didefinisikan sebagai pergerakan masa tanah/batuan ke arah bawah yang disebabkan dan dipicu oleh faktor-faktor alam seperti jenis batuan, bentuk lahan, struktur dan perlapisan batuan, kemiringan lereng, tebal tanah/bahan lapuk, curah hujan danutupan vegetasi. Proses pergerakan ini dapat secara bergeser (*sliding*), menggelinding (*rolling*), reruntuhan (*falling*), atau mengalir (*flowing*). Longsor biasanya terjadi pada lahan berbukit, lahan hasil pemotongan lereng untuk jalan atau permukiman, dan juga lahan-lahan galian tambang. Longsor terjadi karena lereng tidak stabil, sehingga material/batuan di atas lereng kemudian bergerak menurun. Ketidakstabilan lereng dapat dikarenakan beberapa sebab, yang utama adalah penjumlahan material oleh air (hujan). Penjumlahan material menyebabkan beban material semakin bertambah kemudian karena pengaruh gravitasi, aliran air yang tidak tertampung dan juga adanya batas kontak antara material stabil dan tidak stabil yang berfungsi sebagai bidang gelincir, material tidak stabil ini bergerak menuruni lereng sampai pada area dimana gravitasi tidak berpengaruh lagi. Klasifikasi pergerakan lereng dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Klasifikasi Pergerakan Lereng (Varnes, 1978)

Jenis Pergerakan	Jenis Material			
	Tanah			
	Batuan	Butir Kasar	Butir halus	
Reruntuhan (<i>Falls</i>)	Reruntuhan batu	Reruntuhan Debris	Reruntuhan tanah	
Jatuhan (<i>topples</i>)	Jatuhan batu	Jatuhan Debris	Jatuhan Tanah	
Longsoran (<i>Slides</i>)	Rotasi Translasi	Longsoran batu	Debris Slide	Earth Slide
Lateral (<i>Lateral Spread</i>)	Batuan Menyebar	Debris menyebarkan	Tanah menyebarkan	
Aliran (<i>flow</i>)	Aliran Batu	Aliran Debris	Tanah Menyebarkan	
	Rayapan Batu	Rayapan Tanah	Rayapan Tanah	
Komplek (<i>complex</i>)	Kombinasi dua atau lebih dari jenis pergerakan tanah			

Mekanisme Tanah Longsor

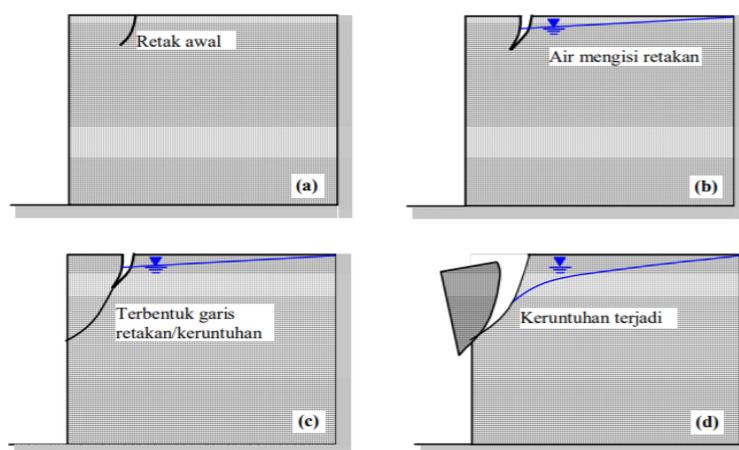
Varnes (1978) menyebutkan bahwa proses tanah longsor merupakan rangkaian kejadian yang menerus dari penyebab (*causes*) hingga dampak (*effect*). Suatu lereng akan mengalami keruntuhan atau longsor secara mekanika disebabkan oleh dua komponen yaitu meningkatnya tegangan geser dan berkurangnya kuat geser. Peningkatan tegangan geser pada lereng dapat disebabkan karena beberapa hal sebagai berikut.

1. Penambahan beban pada lereng seperti penambahan struktur bangunan dan timbunan di bagian atas lereng.
2. Meniadakan struktur perkuatan karena pemotongan dan pemindahan bagian kaki lereng, atau keruntuhan lereng yang tertahan (*retarded slope failure*).
3. Perubahan tinggi muka air tanah yang sangat cepat pada lereng (*sudden drawdown*).
4. Gaya dari gempa bumi yang menyebabkan meningkatnya gaya yang mendorong blok tanah pada arah horizontal.

Ralph dan Peck (1967) menyebutkan terkait penyebab pertama bahwa bila pada area yang pernah terjadi longsor kemungkinan tidak akan terjadi longsor lagi maka biasanya aktivitas konstruksi akan segera dimulai di dekat area tersebut. Area longsor tersebut kemungkinan terjadi lagi, maka konstruksi sekecil apapun akan menyebabkan longsor yang lebih luas. Berkurangnya kuat geser dapat ditimbulkan karena beberapa faktor sebagai berikut.

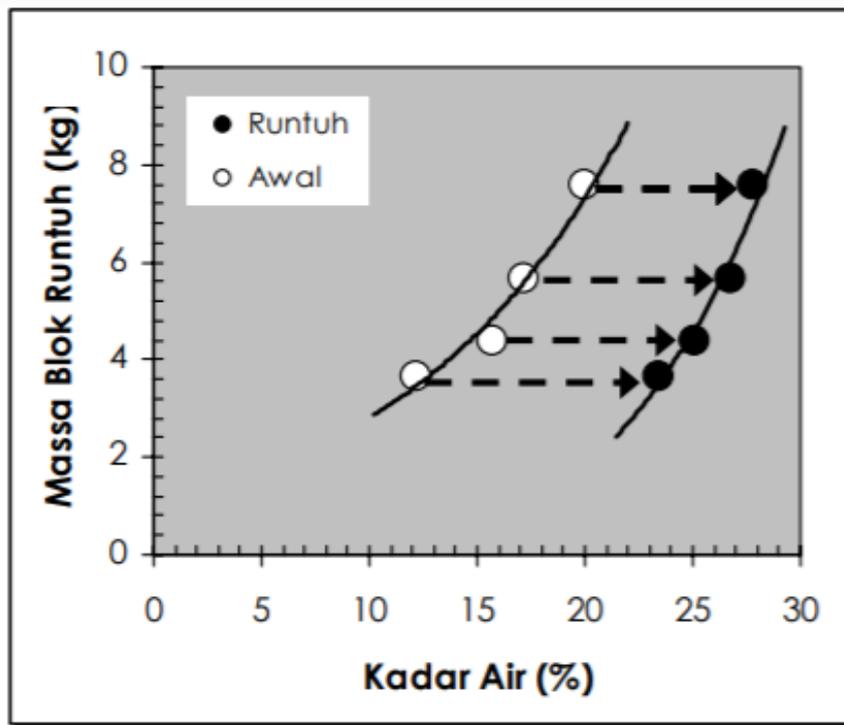
1. Meningkatnya tekanan air pori karena infiltrasi air ke dalam lereng, debit air yang tidak terkontrol pada saluran drainase, atau gempa bumi yang mengakibatkan naiknya tekanan air pori.
2. Tanah pada lereng mengandung mineral lempung yang mengembang sehingga mudah menyerap air tetapi dapat menghilangkan lekatan tanah.
3. Pelapukan dan degradasi fisika – kimia karena pertukaran ion, proses hidrolisis, penggaraman.
4. Keruntuhan yang bertahap karena penguatan regangan geser (*shear strain softening*).

Muntohar (2006) membuat suatu kajian terhadap mekanisme keruntuhan lereng karena infiltrasi air. Berdasarkan hasil uji keruntuhan ini dapat terlihat bahwa bentuk keruntuhan yang terjadi pada satu benda uji dengan benda uji yang lain berbeda namun mempunyai mekanisme keruntuhan. Berdasarkan gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa keretakan (*crack*) tanah terjadi pada permukaannya terlebih dahulu (Fase I), kemudian akibat adanya rembesan air dalam tanah akan menyebabkan terbentuknya aliran air pada bagian lereng tersebut (Fase II), genangan air yang terjadi pada permukaan tanah merupakan akibat dari tekanan air yang naik dari dalam tanah yang akan menimbulkan erosi di permukaan tanah tersebut. Keretakan tersebut semakin lama akan semakin memanjang di sepanjang permukaan tanah dan membuat garis keruntuhan pada lereng (Fase III) hingga akhirnya akan terjadi keruntuhan secara tiba-tiba dan membentuk blok runtuh sendiri (Fase IV). Shang-Lin dan Yu-Ku (2002) juga mensimulasikan bahwa perambatan retak (*crack propagation*) terjadi sebelum terjadinya keruntuhan. Tahapan keruntuhan lereng akibat infiltrasi air dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3 Tahapan Keruntuhan Lereng Akibat Infiltrasi Air, (a) Tahap I: Retak Awal, (b) Tahap II: Infiltrasi Air, (c) Tahap III: Retak Merambat, dan (d) Tahap IV: Keruntuhan (Muntohar, 2006)

Perubahan kadar air akibat adanya resapan air yang masuk ke dalam tanah akan segera meningkatkan kadar air dan menurunkan kekuatan geser dalam tanah. Aliran air dalam tanah akan mempercepat terjadinya keruntuhan lereng karena air dapat menurunkan tingkat kelekatan butiran tanah. Air yang bertambah masuk ke dalam pori-pori tanah maupun yang menggenang di permukaan tanah akan mempercepat terjadinya keruntuhan tanah. Ohsuka dan Yoshifumi (2001) menyebutkan bahwa peningkatan tekanan air pori menyebabkan terjadinya deformasi menjadi sangat cepat hingga mencapai keruntuhan. Peningkatan tekanan air pori adalah salah satu penyebab utama keruntuhan lereng. Air yang mengalir dan mengisi retakan akan mendorong tanah ke arah lateral. Kekuatan geser tanah akan berkurang apabila mempunyai kadar air yang tinggi atau dalam kondisi yang sangat jenuh air. Peningkatan kadar air tanah hingga mencapai keruntuhan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Hubungan Antara Peningkatan Kadar Air Tanah dan Blok Keruntuhan (Muntohar, 2006)

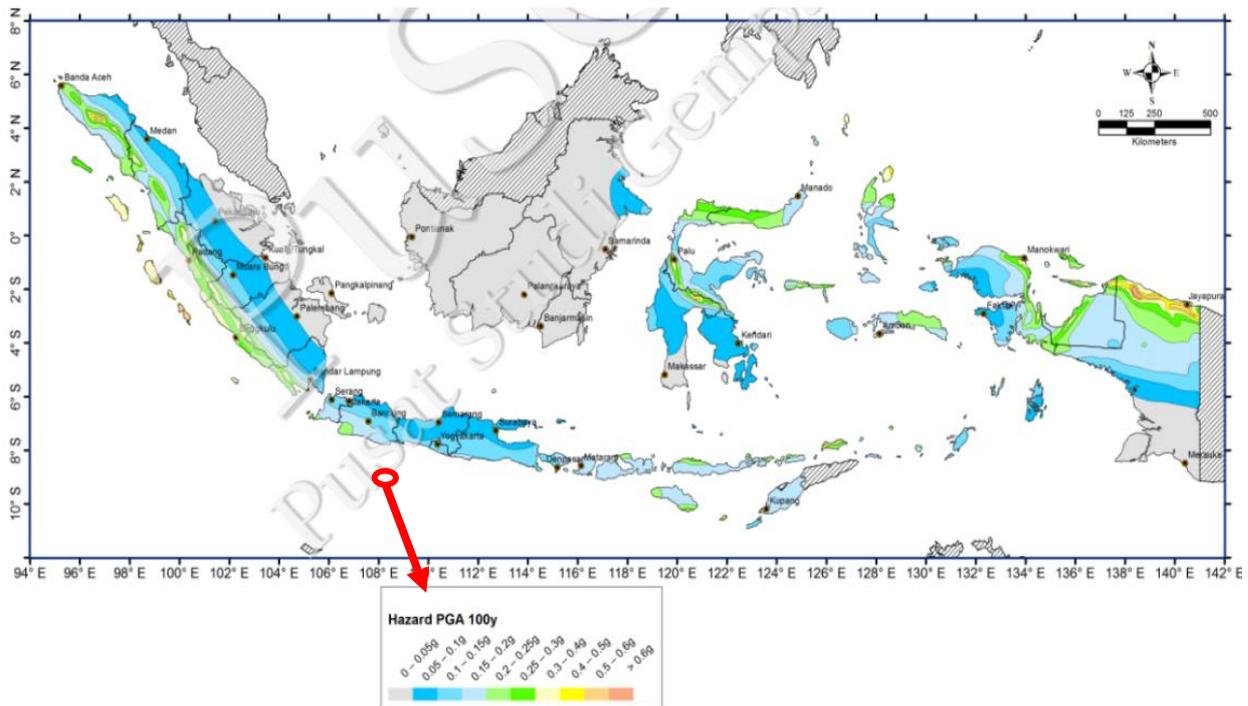
Kriteria umum Perencanaan Stabilitas Lereng

Kriteria Pembebanan

Analisis stabilitas lereng harus mempertimbangkan beban hidup (*live load*), mati (*dead load*) dan gempa sesuai peruntukan lereng galian dan timbunan. Beban tambahan (*surchage load*) 10 kN/m² harus diterapkan untuk memperhitungkan beban yang bekerja pada permukaan atas lereng kecuali ada persyaratan lain sesuai peruntukannya. Analisis pseudostatik dari lereng galian, maupun timbunan, beban gempa yang lebih spesifik disarankan sesuai dengan kondisi geologi dan area kegempaan serta kepentingan lereng.

Kriteria Faktor Gempa

Parameter kegempaan yang digunakan dalam analisis menggunakan perangkat lunak Geostudio 2018 adalah percepatan gempa pada lokasi Sungai Cintanduy desa Purwosari. Percepatan gempa tersebut sebagai berikut.



Gambar 5. Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) untuk Probabilitas Terlampaui 10% dalam 10 Tahun (Sumber: Buku Peta Gempa 2017)

Berdasarkan gambar di atas tersebut nilai percepatan gempa pada lokasi adalah 0,1 g – 0,15 g. Nilai percepatan yang digunakan dalam analisis adalah nilai percepatan maksimum yaitu 0,15g.

Kriteria Faktor Keamanan

Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan dan studi-studi yang menyeluruh tentang keruntuhan lereng, maka dibagi 3 kelompok rentang Faktor Keamanan (F) ditinjau dari intensitas kelongsorannya (Bowles, 1989):

- SF < 1.07 → Kelongsoran pasti terjadi
- 1.07 < SF < 1.25 → Kelongsoran pernah terjadi (kondisi kritis)
- 1.25 < SF → Kelongsoran jarang terjadi (relative stabil)

Berdasarkan kriteria di atas dan hasil dari kondisi aktual pengamatan lapangan di lokasi proyek, maka lereng pada kasus ini masuk dalam kategori kondisi nilai SF < 1.07 (longsor telah terjadi). Dan persyaratan faktor keamanan minimum sesuai SIN.8460-2017 Perancangan Geoteknik sebagai berikut:

Tabel 3. Persyaratan Faktro Keamanan

No	Potensi Kegagalan Eksternal	Faktor Keamanan (FK) Minimum	Persyaratan Lain	Langkah Perbaikan Jika FK Tidak Terpenuhi
1.	Geser Lateral pada dasar	1,5	-	Perpanjang L
2.	Eksentrisitas Gaya-gaya (momen guling)	2 (guling)	$e \leq L/6$	Perpanjang L
3.	Daya dukung	2,5	-	Perbaikan tanah fondasi atau perdalam D_m
4.	Stabilitas global	1,3		Perpanjangan L atau perbaiki tanah Fondasi

Keterangan :
L adalah Panjang Perkuatan ; e adalah eksentrisitas resultan gaya-gaya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Visual Lokasi

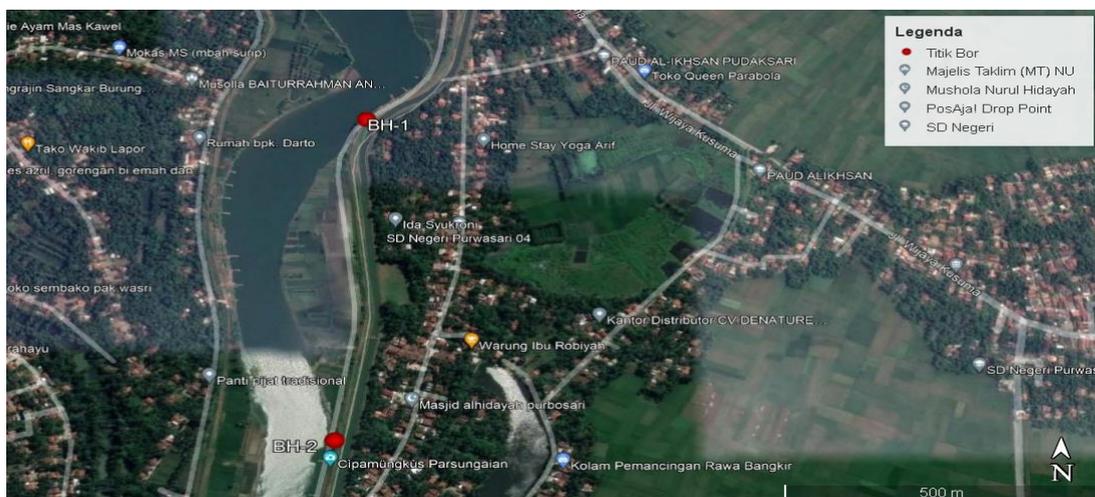
Kondisi di lapangan pada saat survei visual lapangan yang dilakukan pada tanggal 31 Oktober 2022, dapat dilihat pada foto dokumentasi berikut:



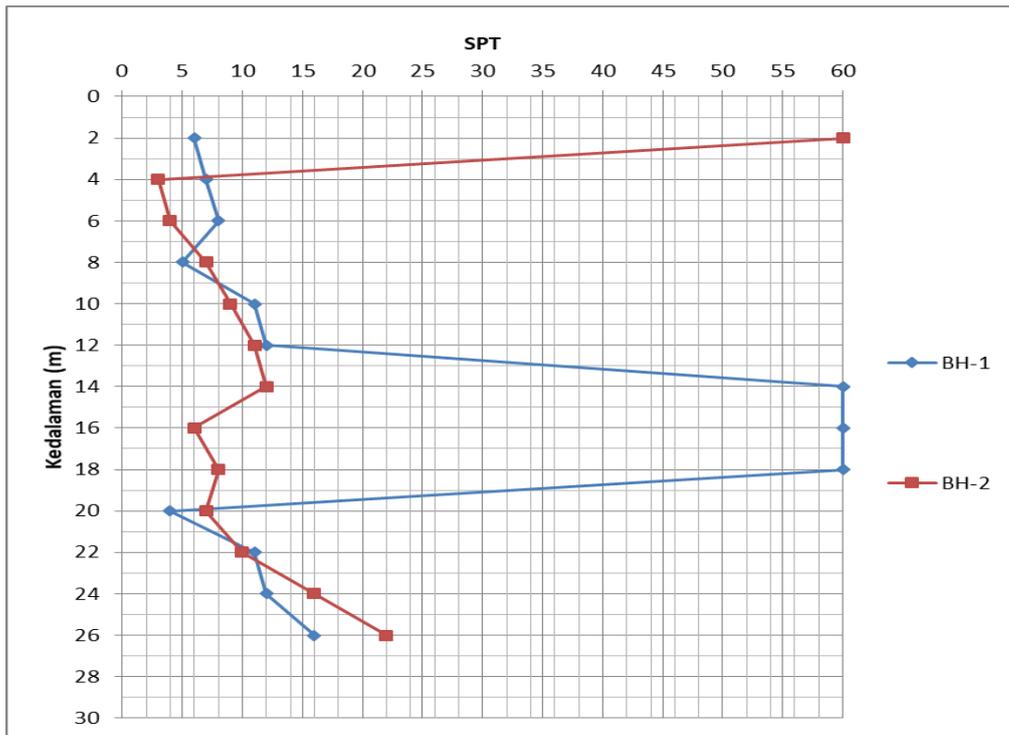
Gambar 6. Kondisi Kelongsoran yang terjadi di Sungai Citanduy desa Purwasari

Data Tanah

Untuk keperluan Analisis stabilitas lereng ini, telah dilakukan penyelidikan tanah untuk mendapatkan parameter tanah yang diperlukan. Penyelidikan tanah dilakukan oleh CV. Feldspar geotechnical Engineering pada bulan September 2022, meliputi 2 titik bor dan 4 titik sondir, pengambilan sampel, dan pengujian laboratorium. Posisi penyelidikan tanah ditempatkan sedapat mungkin untuk mendapatkan gambaran stratigrafi tanah, terutama pada areal yang mengalami keruntuhan. Lokasi penyelidikan tanah ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Titik Bor di Lokasi Penyelidikan



Gambar 8. Hasil Pengujian *Standard Penetration* pada setiap titik bor.

Tabel 8. Hasil *Laboratory* Penyelidikan Tanah

SUMMARY HASIL UJI LABORATORIUM											
Penyelidikan Geoteknik di Kali Cimeneng, Bantarari, Cilacap, Jawa Tengah											
NO.	Hole No.	Depth (m)	Description	SPT	Water Con (%)	Unit Weight			Specific G Gs	Direct Shear	
						γ Wet	γ Dry	γ Sat		c kg/cm ²	ϕ degree
						gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³			
BORE HOLE											
1.	BH-1	01,50-02,00	LEMPUNG Kepasiran, abu-abu, sangat lunak	2	62.37	1.57	0.96	1.58	2.54	0.117	5.23
2.	BH-1	04,50-05,00	LEMPUNG Kepasiran, coklat keabu-abuan, lunak	4	56.58	1.59	1.01	1.62	2.59	0.127	6.82
3.	BH-1	09,50-10,00	LEMPUNG, abu-abu, lunak	4	65.05	1.58	0.96	1.58	2.56	0.132	7.22
4.	BH-1	14,50-15,00	LEMPUNG Kepasiran, abu-abu, teguh	5	50.01	1.56	1.04	1.64	2.56	0.152	10.37
5.	BH-1	19,50-20,00	LEMPUNG, abu-abu, teguh	8	53.93	1.58	1.03	1.63	2.58	0.162	12.69
6.	BH-1	24,50-25,00	LEMPUNG, abu-abu, sangat kaku	18	48.30	1.59	1.07	1.65	2.57	0.376	20.10
7.	BH-1	29,50-30,00	LEMPUNG, abu-abu kekuningan, sangat kaku	27	47.62	1.59	1.07	1.66	2.59	0.416	22.20
8.	BH-2	01,50-02,00	LEMPUNG, coklat, lunak	3	65.65	1.54	0.93	1.56	2.53	0.122	5.63
9.	BH-2	04,50-05,00	LEMPUNG Kepasiran, coklat, teguh	7	58.97	1.53	0.96	1.58	2.54	0.142	11.92
10.	BH-2	09,50-10,00	LEMPUNG, abu-abu, teguh	7	61.49	1.59	0.99	1.61	2.59	0.157	9.98
11.	BH-2	14,50-15,00	LEMPUNG Kepasiran, abu-abu, teguh	6	68.18	1.56	0.93	1.56	2.55	0.142	8.80
12.	BH-2	19,50-20,00	LEMPUNG, abu-abu, kaku	10	60.98	1.59	0.99	1.61	2.59	0.259	16.09
13.	BH-2	24,50-25,00	LEMPUNG, abu-abu, sangat kaku	16	55.65	1.58	1.01	1.62	2.59	0.361	21.16
14.	BH-2	29,50-30,00	LEMPUNG, abu-abu, sangat kaku	26	51.16	1.59	1.05	1.64	2.58	0.406	22.89

Steel Sheet Pile dan Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)

Parameter geoteknik komponen *steel sheet pile* dan *Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)* digunakan dalam analisis stabilitas lereng Sungai Cimeneng dengan bantuan perangkat lunak Geostudio 2018.



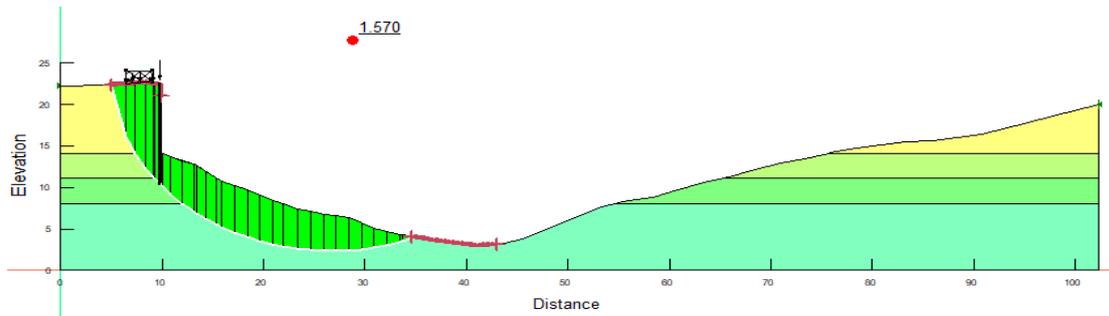
Tabel 9. Material Struktur Perkuatan

Material	<i>Shear Force</i>
	(<i>kN</i>)
<i>Steel Sheet Pile</i>	250
<i>Corrugated Sheet Pile</i>	165

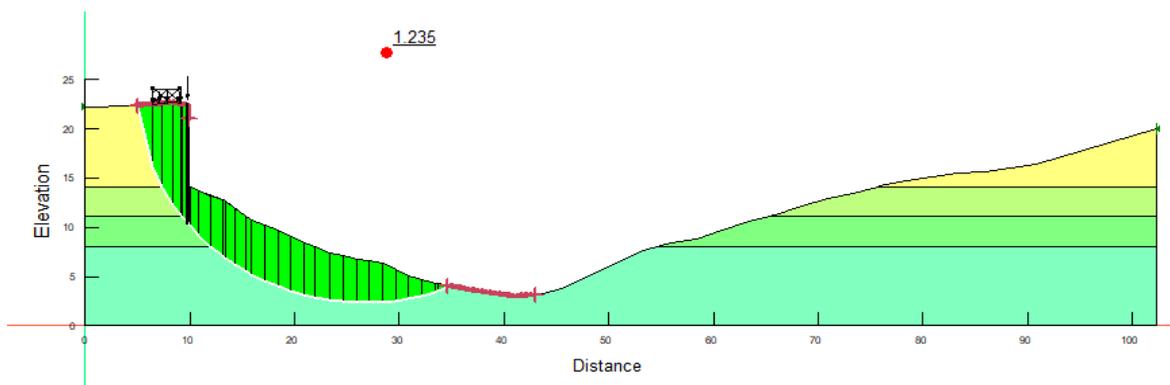
Back Calculation

Back calculation (perhitungan kembali) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bidang gelincir kelongsoran yang menyerupai dengan bidang gelincir yang terjadi di lapangan. Berdasarkan hal tersebut, *Back calculation* dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut.

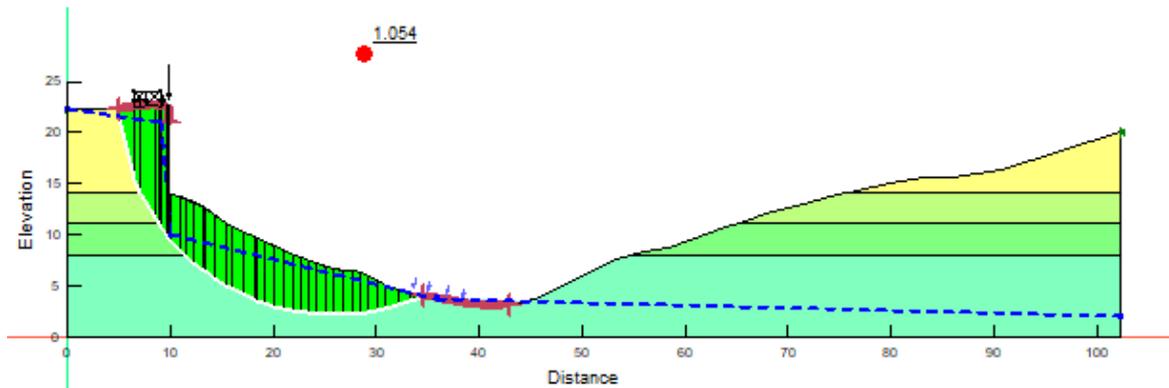
1. Melakukan pemeriksaan terhadap geometri pada *cross section* yang belum mengalami kelongsoran dan parameter tanah awal yang diketahui.
2. Melakukan analisis stabilitas lereng sungai dengan *cross section* yang belum mengalami kelongsoran menggunakan parameter tanah awal yang diketahui. Menentukan bidang gelincir yang sesuai dengan bidang gelincir yang terjadi di lapangan
3. Menentukan parameter tanah yang menghasilkan bidang gelincir yang sesuai dengan bidang gelincir di lapangan.
4. Melakukan analisis pada *cross section* lain yang sudah mengalami kelongsoran dengan parameter tanah yang menghasilkan bidang gelincir yang sesuai dengan bidang gelincir di lapangan.



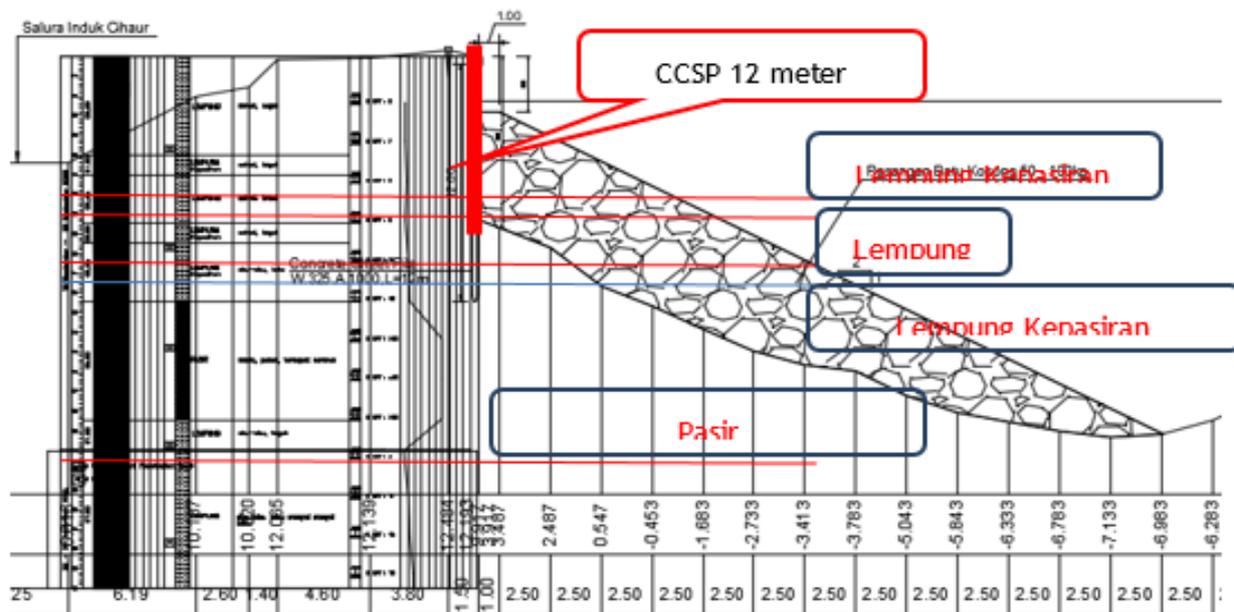
Gambar 9. Analisis Stabilitas lereng kondisi Penanganan dengan CCSP 12 meter pada *cross* CT 10 didapat *safety Factor* 1.57 = 1.5 pada kondisi normal



Gambar 10. Analisis Stabilitas lereng dengan kondisi Penanganan dengan CCSP 12 meter pada *cross* CT 10 didapat *safety Factor* 1.23 = 1.2 pada kondisi gempa



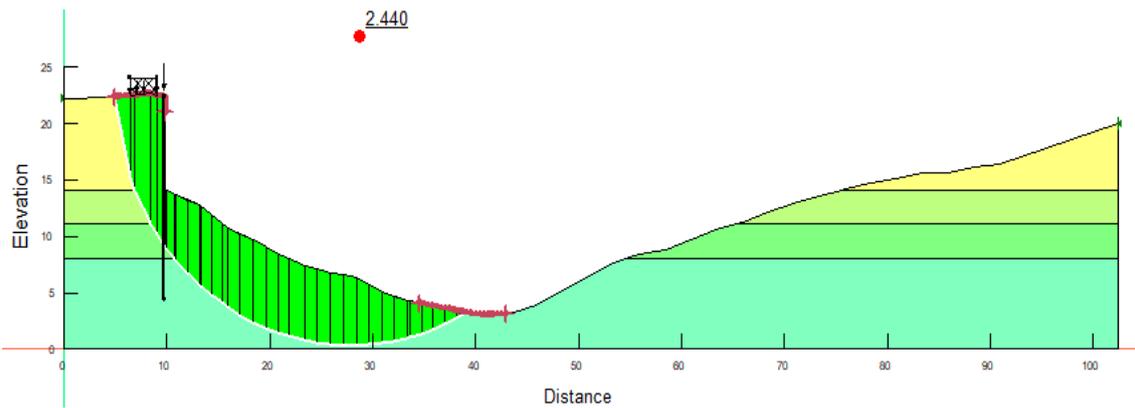
Gambar 11. Analisis Stabilitas lereng dengan kondisi Penanganan dengan CCSP 12 meter pada *cross* CT 10 didapat *safety Factor* $1.05 < 1.3$ pada kondisi *rap drawdown*



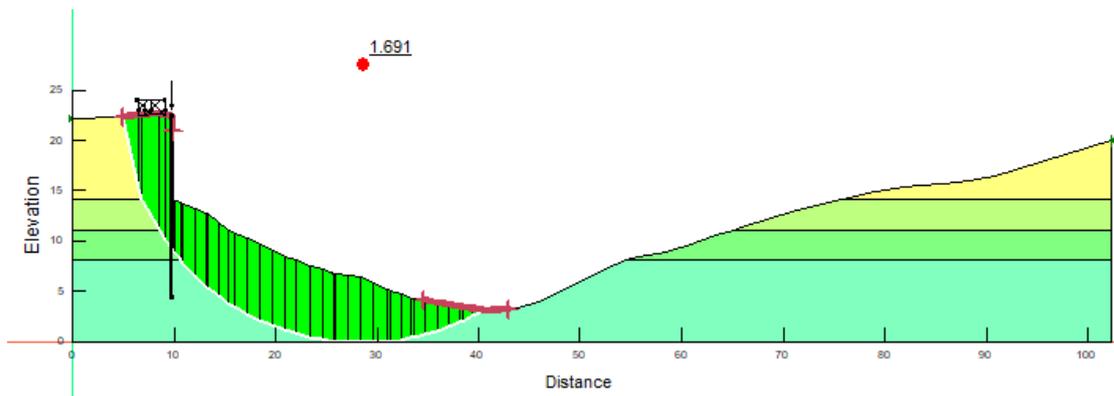
Gambar 12. Stratigrafi Lapisan Tanah Berdasarkan Hasil Pengeboran Pada Existing

Design

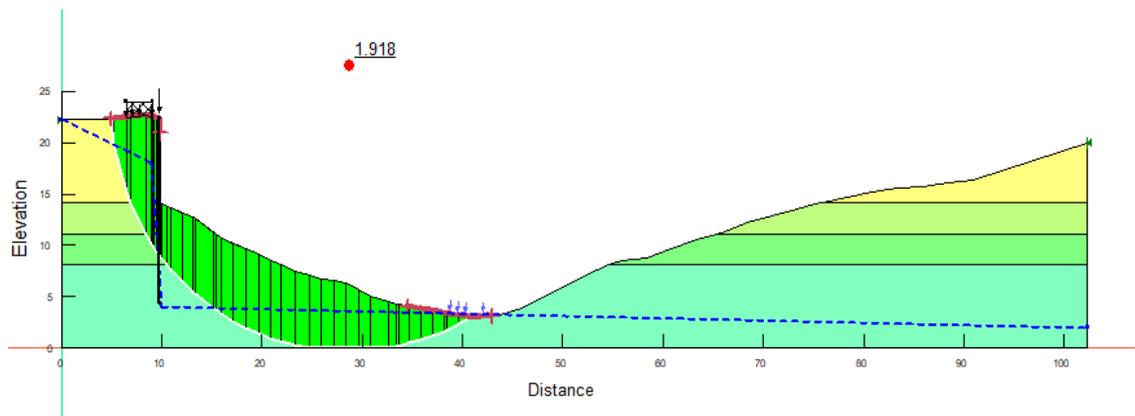
Perencanaan penanganan kelongsoran lereng Sungai Citanduy dilakukan dengan beberapa metode dan desain yaitu dengan Pemasangan *steel sheet pile* yang bertujuan untuk menahan beban tanah dan sebagai komponen kendali rembesan air.



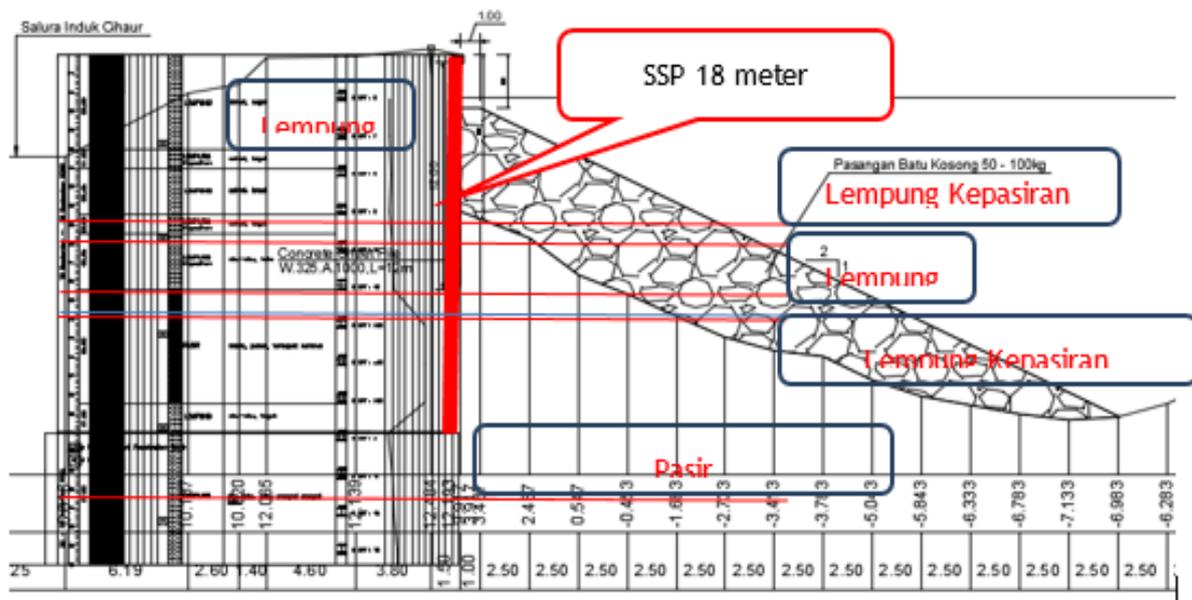
Gambar 13. Analisis Stabilitas lereng dengan *Steel Sheet Pile* 18 meter pada *cross* CT 10 didapat *safety Factor* $2.44 > 1.5$ pada kondisi normal



Gambar 14. Analisis Stabilitas lereng dengan *Steel Sheet Pile* 18 meter pada *cross* CT 10 didapat *safety Factor* $1.69 > 1.2$ pada kondisi gempa



Gambar 15. Analisis Stabilitas lereng dengan *Steel Sheet Pile* 18 meter pada *cross* CT 10 didapat *safety Factor* $1.91 > 1.3$ pada kondisi *rap drawdown*



Gambar 16. Stratigrafi Lapisan Tanah Berdasarkan Hasil Pengeboran Pada Desain

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis stabilitas diatas dapat disimpulkan bahwa analisis stabilitas dengan menggunakan *Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)* panjang 12 meter mengalami keruntuhan karena bagian tekanan tanah pasif lebih sedikit sedangkan analisis stabilitas dengan menggunakan *Steel Sheet Pile* panjang 18 meter tidak terjadi keruntuhan karena bagian tekanan tanah pasif lebih banyak pada. Angka keamanan pada masing-masing analisis bervariasi akan tetapi dalam analisis sangat dipengaruhi oleh akibat kondisi surut secara cepat (*rap drawdown*) sehingga diperlukan konstruksi selain menahan gaya horizontal juga memperpanjang garis rembesan yang terjadi. Hasil kajian didapatkan pada kedalaman 16-18 meter kondisi tanah berada pada lapisan tanah pasir sehingga elevasi dasar pada konstruksi berada pada lapisan tanah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI-8640:2017. Tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- Buku Peta Gempa 2017 https://vsi.esdm.go.id/index.php/kegiatan-pvmbg/download-center/cat_view/251-publikasi-mitigasi-gempabumi/258-buku
- Bowles, J.E. 1989. Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga
- Mekanisme Keruntuhan Lereng Tegak dan teknik perkuatannya dengan geotekstile (A.S. Muntohar)
- Ohtsuka, S., and Yoshifumi, 2001, Consideration on landslize mechanism based on pore water pressure loading test, The 15th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 27-31 August 2001, Istanbul, Turkey.
- Shang Lin, J. dan Yu Ku, C., 2002, Simulation of slope failure using a meshed based partition of unity method, The 15th Engineering Mechanics Conference (EM2002), 2-5 June 2001, Columbia University, New York.
- Terzaghi, Karl, Peck, Ralph B.. (1967). *SOIL MECHANICS IN ENGINEERING PRACTICE* (Second Edition). America: Jhon Wiley & Sons.
- Vernes, D. J. 1978. Slope Movement Types and Processes, 11-12.