Stabilitas Lereng Tanggul Sungai Cimanuk Kabupaten Indramayu

Dhian D. Prayuda, Moh. Agus Wahyudin
Program Studi Teknik Sipil, Fakulas Teknik Universitas Wiralodra, Indramayu, INDONESIA
ddprayudha@unwir.ac.id

ABSTRAK

Kestabilan suatu lereng akan bervariasi sepanjang waktu. Hal ini antara lain disebabkan adanya musim hujan dan musim kemarau sehingga terdapat perubahan musiman dari permukaan air tanah atau terjadi perubahan kekuatan geser material yang diakibatkan oleh proses pelapukan. Penurunan kestabilan lereng dapat juga terjadi secara drastis apabila terjadi perubahan yang tiba-tiba, seperti hujan lebat dengan intensitas yang tinggi. Kondisi ini pernah terjadi di Kabupaten Indramayu pada tahun 2015 yang menyebabkan jebolnya tanggul Sungai Cimanuk. Untuk itu perlu dilakukan analisaterhadap parameter kuat geser tanah tanggul Cimanuk seperti: kohesi (C), gamma (γ), dan sudut geser dalam (ϕ), sehingga dapat diketahui nilai faktor keamanannya.
Hasil uji karakteristik tanah,menunjukkan jenis tanah tanggul sungai Cimanuk di Kabupaten Indramayu merupakan tanah lempung plastisitas tinggi (CH), dengan nilai kohesi 12-25 kPa dan sudut geser 20^o. Selain itu, hasil analisa menggunakan software *Slope/w*diperoleh nilai faktor keamanan lereng tanggulSungai Cimanuk sebesar 1,409dengan kondisi tinggi muka air normal, sedangkan pada kondisi tinggi muka air banjir faktor keamanan lereng sebesar 1,298. Nilai ini tidak jauh berbeda dengan hasil analisa perhitungan manual,dimana nilai faktor keamanan lereng pada kondisi muka air normal 1,55 dan pada kondisi muka air banjir 1,38. Nilai ini menunjukkan faktor keamanan lereng tanggul Sungai Cimanuk Indramayu berada pada kondisi aman karena untuk nilai faktor keamanan diatas 1,25 pada umumnya lereng relatif stabil.

Kata kunci: stabilitas, lereng, tanggul dan faktor keamanan.

ABSTRACT

The stability of a slope will vary over time. This is partly due to the rainy season and the dry season so that there is a seasonal change from the groundwater surface or there is a change of shear strength of material caused by the weathering process. Slope stability decline can also occur drastically in the event of sudden changes, such as heavy rain with high intensity. This condition has occurred in Indramayu 2015 which caused the collapse of Cimanuk river embankment. Therefore, it is necessary to analyze the parameters of Cimanuk embankment shear strength such as cohesion (C), gamma (γ), and internal shear angle (φ), so it can be known the value of its safety factor.
The result of soil characteristic test showed the type of Cimanuk river embankment in Indramayu is high plastic clay (CH), with cohesion value of 12-25 kPa and 20^o shear angle. In addition, the results of analysis using Sloop / W software obtained the value of the Cimanuk river embankment slope safety factor of 1.409 with normal water level conditions, whereas in flood water conditions of slope safety factor was 1.298. This value is not much different from the result of manual calculation analysis, where the value of slope safety factor at normal water level is 1.55 and 1.38 for flood water condition. This value indicates the safety factor of the embankment slope Cimanuk river Indramayu is in a safe condition because for the value of safety factor above 1.25 in general the slope is relatively stable.

Keywords: stability, slope, embankment and safety factor

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanggul merupakan salah satu instrumen bangunan air yang berfungsi mencegah banjir terhadap dataran yang dilindunginya. Permasalahan yang sering terjadi dan berpotensi mengganggu stabilitas tanggul yaitu fenomena banjir, erosi sungai yang menyebabkan perubahan geometri tanggul, serta perubahan tata guna lahan di sekitar DAS (Daerah Aliran Sungai). Kondisi tersebut pernah terjadi di kabupaten Indramayu pada tahun 2015 dimana debit air yang

cukup besar menyebabkan jebolnya tanggul sungai Cimanuk.

Kestabilan suatu lereng akan bervariasi sepanjang waktu. Hal ini antara lain disebabkan adanya musim hujan dan musim kemarau sehingga terdapat perubahan musiman dari permukaan air tanah atau terjadi perubahan kekuatan geser material yang diakibatkan oleh proses pelapukan. Penurunan kestabilan lereng dapat juga terjadi secara drastis apabila terjadi perubahan yang tiba-tiba, seperti hujan lebat dengan intensitas yang tinggi, erosi pada kaki lereng atau pembebanan pada permukaan lereng.

Perencanaan struktur yang aman dan stabil berdasarkan umur rencana merupakan tujuan utama dari suatu analisis stabilitas lereng. Maka dari itu diperlukan suatu pemahaman terkait perilaku tanah, struktur geologi, hidrologi, dan karakteristik tanah dalam penerapan prinsip-prinsip stabilitas lereng.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari karakteristis tanah pada tanggul sungai Cimanuk bagian hilir yang masuk dalam wilayah Kabupaten Indramayu. Selain itu juga untuk mengetahui nilai parameter kuat geser tanah seperti kohesi (c), gamma (γ) dan susdut geser dalam material (ϕ) serta faktor keamanan lereng dari tanggul sungai tersebut.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lereng

Lereng merupakan suatu kondisi permukaan tanah dimana terdapat perbedaan elevasi antara satu daerah dengan daerah yang lain dan membentuk kemiringan tertentu (Das, 1995). Sedangkan menurut Hidayah dan Gratia (2007), lereng didefenisikan sebagai suatu permukaan tanah yang membentuk sudut tertentu terhadap bidang horizontal sehingga berbentuk bidang miring.

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, jalan kereta api,bendungan,tanggul sungai dan kanal.

Suatu lereng yang terjadi secara alamiah maupun hasil rekayasa manusia, akan terdapat di dalamnya gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi akan cenderung bergerak ke arah bawah.Mengingat lereng terbentuk oleh banyaknya variabel dan banyaknya faktor ketidakpastian antara lain parameter-parameter tanah seperti kuat geser tanah, kondisi tekanan air pori maka dalam menganalisis selalu dilakukan penyederhanaan dengan berbagai asumsi (Hidayah dan Gratia, 2007).

2.2 Stabilitas Lereng

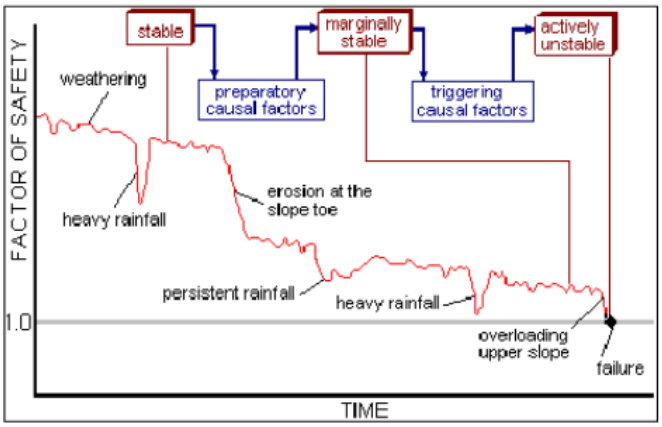
Stabilitas lereng (*slope stability*) sangat erat kaitannya dengan kelongsoran tanah. Kelongsoran tanah (*landslides*) merupakan proses perpindahan massa tanah secara alami dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Hal ini terjadi karena tanah kehilangan kesetimbangan daya dukungnya dan akan terhenti jika telah mencapai kesetimbangan baru (Zaikadansyafi'ah, 2011).

Kondisi kestabilan lereng berdasarkan tahapan kondisi kestabilannya dapat dibagi menjadi tiga tahap sebagai berikut:

a) Sangat stabil, pada tahap ini lereng mempunyai tahanan yang cukup besar untuk mengatasi gaya-gaya yang menyebabkan lereng menjadi tidak stabil;

b) Cukup stabil, pada kondisi lereng-lereng mempunyai kekuatan tahanan yang sedikit lebih besar daripada gaya-gaya yang menyebabkan lereng menjadi tidak stabil serta terdapat kemungkinan untuk terjadi keruntuhan lereng pada suatu waktu apabila gaya-gaya yang menyebabkan terjadinya longsoran mencapai suatu nilai tertentu;

c) Tidak stabil, lereng dinyatakan berada dalam kondisi tidak stabil apabila telah terdapat pergerakan secara kontinyu atau berselang-seling.



Gambar 1. Variasi dari faktor keamanan terhadap waktu

Pembagian ketiga tahapan kondisi kestabilan tersebut sangat berguna dalam mempelajari penyebab terjadinya ketidakstabilan lereng dan membaginya menjadi dua berdasarkan fungsinya, yaitu:

a) Faktor-faktor penyebab pendahuluan yaitu faktor-faktor yang dapat menyebabkan lereng menjadi

rentan terhadap longsoran sehingga merubah kondisi kestabilan lereng dari sangat aman menjadi cukup aman.

b) Faktor-faktor pemicu longsoran yaitu faktor-faktor yang memicu sehingga terjadi pergerakan pada lereng atau lereng mengalami longsoran. Faktor pemicu akan menurunkan kondisi kestabilan lereng dari cukup aman menjadi tidak stabil.

2.3 Kemantapan Lereng (Faktor Keamanan)

Pada daerah dimana tanahnya tidak datar (lereng), terdapat kekuatan yang cenderung menimbulkan gerakan tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Bila suatu titik pada sembarang bidang dari suatu massa tanah memiliki tegangan geser yang sama dengan kekuatan gesernya, maka keruntuhan akan terjadi pada titik tersebut.

Lereng dapat dianalisis melalui perhitungan faktor keamanan lereng (*safety factor*) dengan melibatkan data sifat fisik tanah, mekanika tanah (geoteknis tanah) dan bentuk geometri lereng (Pangular, 1985).Analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan plastis batas.Adapun maksud analisis stabilitas adalah untuk menentukan faktor aman daribidang longsor yang potensial.

Faktor keamanan (SF) adalah nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan, faktor aman hasil hitungan harus lebih besar dari 1 (satu). Nilai faktor keamanan (SF) tepat sama dengan 1 (satu) adalah nilai kritis, posisi kesetimbangan antara gaya penahan longsor dan gaya penggerak longsor. Saat pertambahan nilai gaya penggerak longsor melebihi dari nilai gaya penahan longsor maka saat itulah mulai terjadinya longsor.

$$SF = \frac{\tau}{\tau d} \quad (1)$$

Dengan:

τ = tahanan geser maksimum yang dapat dikerahkan oleh tanah,
τd = tegangan geser yang timbul akibat gaya berat tanah yang akan longsor,
SF = faktor aman (*safety factor*)

3 METODOLOGI

3.1 Deskripsi Wilayah Studi

Penelitian ini dilakukan pada tanggul Sungai Cimanuk yang mengalami keruntuhan/jebol pada banjir tahun 2015 yaitu tanggul di Desa Arahan Lor Kecamatan Arahan Kabuapten Indramayu. Peta lokasi penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 5.

3.2 Pengujian

Untuk mendapatkan sifat-sifat fisik tanah, ada beberapa ketentuan yang harus diketahui terlebih dahulu, diantaranya adalah sebagai berikut:

a) Kadar Air
Kadar air suatu tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen (ASTM D 2216-98).

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} x100\% \quad (2)$$

Dimana: ω = kadar air (%)
Ww = berat air (gram)
Ws = berat tanah kering (gram)

b) Berat Jenis
Berat jenis (*specific gravity*) tanah (Gs) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air pada temperatur 4^0C. Seperti terlihat pada persamaan di bawah ini:

$$LI = \frac{\omega - P_L}{PI} \quad (3)$$

Dimana: LI = *liquidity index*
ω = kadar air (%)
PI = *plastic index*
PL = batas platis

c) Batas *Attenberg*
Batas *Attenberg* adalah batas konsistensi dimana keadaan tanah melewati keadaan lainnya dan terdiri atas batas cair, batas plastis dan indek plastisitas.

1) batas cair
batas cair adalah kadar air minimum dimana tanah tidak mendapat gangguan dari luar.

$$LL = \frac{(W_1 - W_2)}{PILog\left(\frac{N_2}{N_1}\right)} \quad (4)$$

Dimana: W = kadar air (%)
N = jumlah pukulan

2) batas plastis
batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah dapat dibentuk secara plastis. Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat (ASTM D 4318-00).

$$LL = \frac{(W_1 - W_2)}{PILog\left(\frac{N_2}{N_1}\right)} \quad (5)$$

Dimana: W = kadar air (%)
N = jumlah pukulan

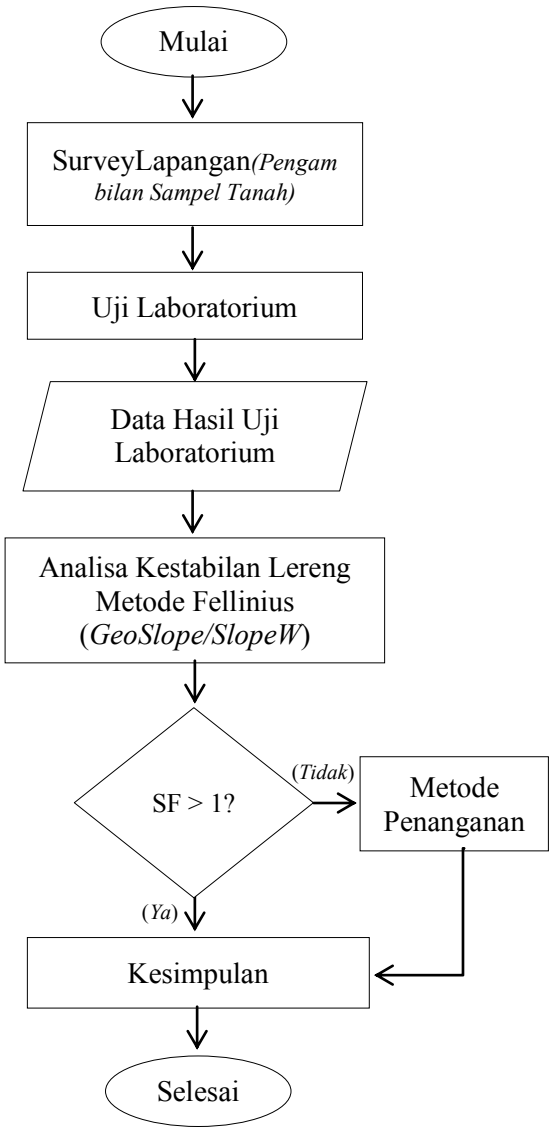
3) indeks plastisitas
indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis. Seperti pada persamaan berikut:

$$PI = LL - PL \quad (6)$$

Dengan: PI = *plastic indeks*
LL= *liquid limit*
PL= *plastic limit*

3.3 Tahapan Penelitian

Secara umum, tahapan penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan penelitian

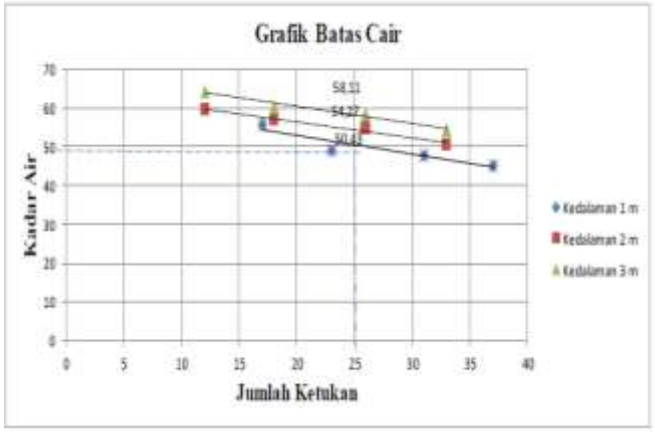
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Parameter Tanah

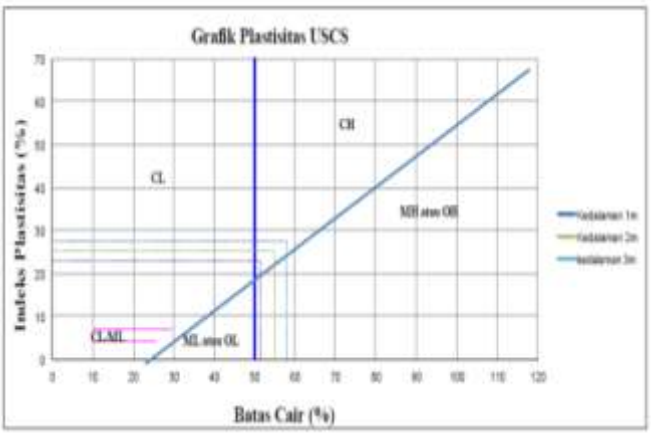
Parameter tanah diperlukan untuk menentukan nilai-nilai yang berkaitan dengan kuat geser suatu tanah. Dalam aplikasi geoteknik, parameter kuat geser tanah digunakan untuk menganalisis stabilitas pondasi, stabilitas lereng, dan lain-lain. Adapun data Parameter kuat geser tanah yang diperlukan dalam menganalisis stabilitas lereng tanggul tersebut meliputi: berat isi tanah kohesi, dan sudut geser dalam.

Hasil pengujian laboratorium yang telah dilakukan terkait sifat-sifat fisis tanah yang meliputi: pengujian berat isi tanah, pengujian kadar air tanah, pengujian berat jenis tanah, penentuan batas-batas Atterberg, yaitu batas cair dan batas plastis dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

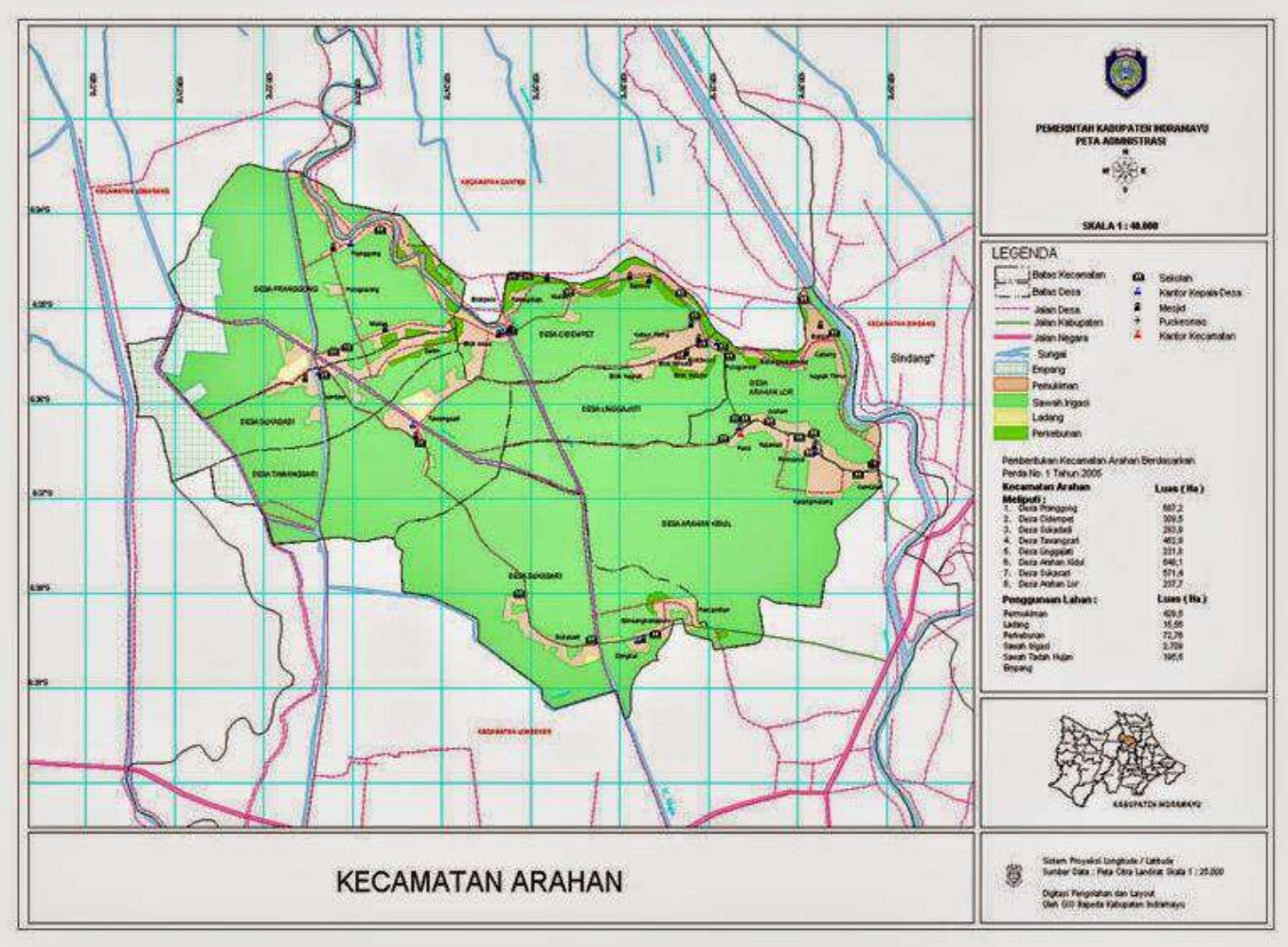
Dari data pada Tabel 1, maka selanjutnya dapat diplot grafik batas cair dan grafik indeks plastisitas, seperti yang ditunjukkan pada Gamar 3 dan Gambar 4 berikut di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Batas Cair



Gambar 4. Grafik Plastisitas



Gambar 5. Peta daerah penelitian

Table 1. Hasil uji sifat fisik tanah

Pengujian	Kedalaman 1m	Kedalaman 2m	Kedalaman 3m
Berat isi tanah	1,55 gr/cm^3	1,63 gr/cm^3	1,83 gr/cm^3
Kadar air tanah	44,67%	48,62%	56,76%
Berat jenis tanah	2,58	2,68	2,65
Batas cair	50,43%	54,27%	58,11%
Batas plastis	27,11%	28,11%	31,14%
Indeks platis	23,32%	26,16%	26,97%

Adapun jenis tanah pada tanggul sungai cimanuk Desa Arahan Lor Kecamatan Arahan Kabupaten Indramayu pada kedalaman 1 m, 2m, dan 3m adalah jenis tanah yang sama yaitu CH (lempung plastisitas tinggi) hasil tersebut didapatkan melalui pengujian Batas-batas *Attterberg* yang kemudian diplotkan dalam grafik Indeks Plastisitas USCS. Dari analisis tersebut didapatkan nilai untuk indeks plastisitas tanah tersebut berada pada area tanah CH (lempung plastisitas tinggi).

Dari hasil klasifikasi jenis tanah, maka didapatkan nilai kohesi untuk jenis tanah tersebut yaitu material *cohesive soil* dengan deskripsi *Soft* nilai kohesinya adalah 12 – 25 kPa (Terzaghi dan Peck, 1967).Berdasarkan korelasi nilai sudut geser dalam dengan jenis tanah, maka nilai sudut geser dalam (φ) untuk jenis tanah lempung plastisitas tinggi yaitu 20° (Weasley, L.D., 1997).

4.2 Analisa Stabilitas Lereng Tanggul Dengan Kondisi Muka Air Normal.

Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan terkait dimensi serta penampang dari model tanggul eksisting yang akan dilakukan analisis stabilitasnya. Kondisi tanggul pada penelitian ini berada pada kondisi muka air normal. Adapun data-data parameter tanah berdasarkan hasil pengujian lapangan dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Table 2. Data parameter tanah tanggul

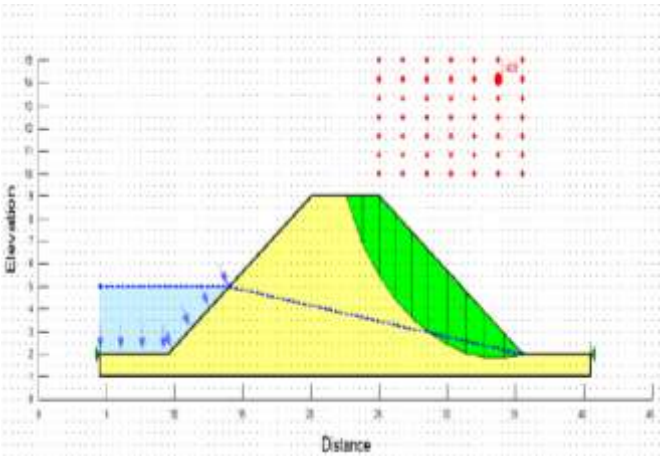
No	Parameter	Satuan
1	Tinggi tanggul	7 m
2	Lebar tanggul	5 m
3	Tinggi muka air	3 m
4	Sudut kemiringan	34^o
5	Kemiringan lereng	1 : 1,5
6	Berat isi tanah	18,3 kN/m^3
7	Kohesi	12 kPa
8	Sudut geser dalam	20^O

Hasil analisis stabilitas lereng tanggul pada kondisi muka air normal menggunakan program *Slope/W* dengan metode Fellenius, nilai faktor aman yang didapat adalah sebesar 1,409. Berdasarkan tabel nilai faktor keamanan lereng dan intensitas kelongsorannya, maka lereng tanggul tersebut berada pada kondisi aman. Hasil analisa ini tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan secara manual dengan menggunakan metode yang sama yaitu metode Fellinius, dimana hasil yang di dapat untuk nilai factor keamanan lereng (*safety factor)* adalah sebesar 1,5.

$$SF = \frac{\sum(C.\beta + (N-U)x\ Tan\ \varphi)}{\sum W_{Sin\ \alpha}}$$

$$SF = \frac{410{,}51}{264{,}44}$$

$$SF = 1{,}5$$



Gambar 6. Tahapan penelitian

4.3 Analisa Stabilitas Lereng Tanggul Dengan Kondisi Muka Air Banjir.

Sama halnya dengan analisa stabilitas lereng tanggul dengan kondis muka air normal, pada analisa stabilitas lereng tanggul untuk kondisi tinggi muka air banjir, berdasarkan pengamatan dan wawancara dengan masyarakat setempat diketahui tinggi muka air banjir bisa mencapai 5m. Berdasarkan hasil pengujian dan survey lapangan maka data-data parameter tanah tanggul pada kondisi muka air banjir dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Table 3. Data parameter tanah tanggul

No	Parameter	Satuan
1	Tinggi tanggul	7 m
2	Lebar tanggul	5 m
3	Tinggi muka air	3 m
4	Sudut kemiringan	34^o
5	Kemiringan lereng	1 : 1,5
6	Berat isi tanah	18,3 kN/m^3
7	Kohesi	12 kPa
8	Sudut geser dalam	20^O

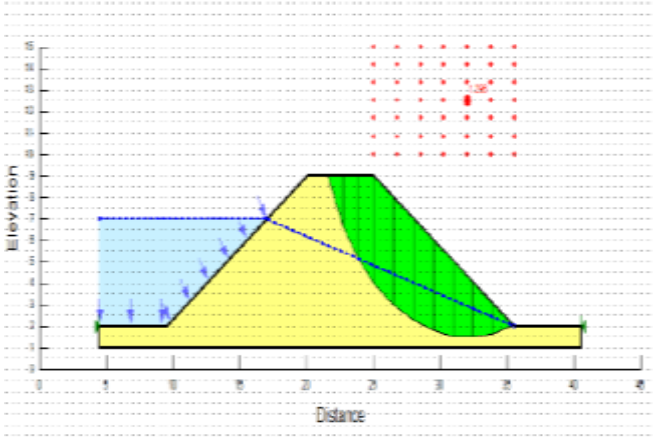
Dari data pada Tabel 3 di atas, maka hasil analisis stabilitas lereng tanggul pada kondisi muka air banjir menggunakan program *Slope/W* dengan metode Fellenius, diperoleh nilai faktor aman sebesar 1,296. Berdasarkan tabel nilai faktor keamanan lereng dan

intensitas kelongsorannya, maka lereng tanggul tersebut juga berada pada kondisi aman. Begitu juga dengan hasil perhitungan secara manual dengan menggunakan metode yang sama yaitu metode Fellinius, nilai factor keamanan (*safety factor*) yang diperoleh relatif sama yaitu sebesar 1,38.

$$SF = \frac{\sum(C.\beta + (N-U)x\,Tan\,\varphi)}{\sum W_{Sin\,\alpha}}$$

$$SF = \frac{444{,}27}{321{,}58}$$

$$SF = 1{,}38$$



Gambar 7. Tahapan penelitian

5 KESIMPULAN

a) Karakteristik tanah pada tanggul sungai Cimanuk merupakan jenis tanah lempung plastisitas tinggi (CH), dengan sifat fisis tanah rata-rata memiliki kadar air 50,02%, berat jenis 2,64, batas cair pada ketukan 25 yaitu: 54,48% dan batas plastis sebesar 28,79%.

b) Hasil pengujian menunjukkan berat isi tanah (γ) rata-rata adalah 1,67 gr/cm³, nilai kohesi jenis tanah lempung plastisitas tinggi dengan deskripsi tanah *soft* adalah 12-25 kPa dan nilai sudut geser dalamnya adalah 20°.

c) Hasil analisa stabilitas lereng tanggul sungai Cimanuk dengan menggunakan software *Slope/w* pada kondisi muka air normal, didapatkan nilai *safety factor* sebesar 1,409. Sedangkan untuk tanggul pada kondisi muka air banjir diperoleh nilai *safety factor* sebesar 1,298. Dari hasil analisa ini maka dapat dinyatakan kondisi lereng tanggul Sungai Cimanuk Indramayu masih dalam kondisi aman.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO, AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures 1972, AASHTO Washington DC., chapter III revised 1981.

Das, Braja.M., 1995. *Mekanika Tanah 1*. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Hidayah, S., Gratia, Y.R.,2007. *Program Analisis Stabilitas Lereng*.Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Sematang.

Pangular, D., 1985, *Petunjuk Penyelidikan & Penanggulangan Gerakan Tanah*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Terzaghi, K., Peck, R.B., 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Wesley, L.D., 1997. *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Zaika,Y., Syafi'ah.,2011. *Pengaruh Beban Dinamis Dan Kadar Air Tanah Terhadap Stabilitas Lereng Pada Tanah Lempung Berpasir*, Jurnal Rekayasa Sipil, Vol.5 No. 1.