

ANALISIS PERKUATAN LERENG PADA SUNGAI WAY BATANGHARI MENGGUNAKAN METODE IRISAN/ *METHOD OF SLICE* (STUDI KASUS PADA LERENG BELAKANG KAMPUS 1 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO)

Yusuf Amran¹, Agus Surandono²

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro^{1,2}

E-mail : yusufamran@yahoo.com¹, agussurandono@yahoo.co.id²

ABSTRAK

Berbagai ragam pemanfaatan fungsi dan potensi sungai yang mungkin dapat dikembangkan agar kelestarian fungsi sungai dan potensinya dapat dipertahankan, maka diperlukan adanya kegiatan pengamanan dari hal-hal yang sifatnya mengganggu atau merusak kelestarian lingkungan sungai. Kegiatan pengamanan tersebut diantaranya dengan pengamanan atau perlindungan dinding sungai. Dalam studi kasus ini, upaya pencegahan dan pengamanan dinding/lereng sungai dapat dilakukan dengan cara perkuatan dan perbaikan lereng dimana harus terlebih dahulu dikaji dan dianalisis sebelum dilakukan perencanaan secara teknis. Perencanaan/analisis perkuatan lereng sungai ini diharapkan dapat meminimalkan beberapa hal yang dapat mengganggu stabilitas gaya geser, stabilitas gaya guling, daya dukung tanah yang dapat mengakibatkan longsoran pada lereng dengan menggunakan beberapa metode diantaranya adalah metode irisan/ *Slice of Method* pada lereng sungai Way Batanghari yang tepatnya terletak di belakang Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Metro. Berdasarkan gambaran kondisi-kondisi geoteknik dan hidro seperti yang dipaparkan di atas, maka sangat perlu dilakukan suatu analisis-analisis yang dibutuhkan sebagai landasan perencanaan perkuatan lereng maupun perencanaan struktur dinding penahan tanah dikemudian hari, meliputi analisis hidrologi dan analisis stabilitas lereng. Dalam analisis hidrologi digunakan metode rasional untuk menentukan perhitungan debit rencana. Perhitungan stabilitas tekanan tanah dihitung dengan menggunakan Teori Rankine dan Coulomb serta perhitungan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah dihitung berdasarkan persamaan Hansen dan Vesic berdasarkan data-data karakteristik keteknikan.

Dari hasil analisis stabilitas lereng tanggul dengan metode irisan (*method of slice*) dengan cara *fellenius*, didapatkan faktor keamanan (FK) terbesar yaitu $3,789 > 1,5$, dalam hal ini lereng tersebut dalam keadaan stabil atau aman dari bahaya longsoran. Berdasarkan perhitungan debit rembesan didapatkan debit rembesan pada tubuh lereng sebesar $= 5,34 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{det}$, rembesan air yang terjadi pada tubuh lereng pada saat banjir dapat mempengaruhi penurunan kestabilan lereng, dimana rembesan tersebut akan menyebabkan gejala *piping* (proses terangkutnya butir-butir tanah halus yang menyebabkan aliran air dalam tubuh lereng).

Kata Kunci : Stabilitas Lereng, Sungai Way Batanghari, Kota Metro

PENDAHULUAN

Stabilitas suatu lereng dan keadaan dinding penahan tanah yang *representatif* adalah hal yang tidak dapat di tawar-tawar lagi demi keselamatan masyarakat yang bermukim dipinggir-pinggir daerah yang mengandalkan lereng yang stabil dan dinding penahan tanah sebagai penopang pondasi bangunannya. Karena banyak bangunan yang berada di daerah aliran sungai, maka kekuatan pondasi pada bangunan yang berada di pinggiran daerah sungai ini harus didukung oleh lereng yang kuat dan stabil yang dapat menahan tekanan tanah beban pondasi, sehingga lereng dan dinding penahan tanah tersebut tidak mengalami keruntuhan/longsor. Adanya morfologi sungai dengan pengertian sungai terbentuk sesuai dengan kondisi geografi, ekologi, dan hidrologi daerah setempat akan mempengaruhi keseimbangan dinamika sungai. Disamping itu, aktivitas manusia (*antropogenik activities*) di sungai merupakan faktor yang sangat penting pada perubahan morfologi sungai.

Pada studi kasus ini, peneliti akan membahas analisis/perencanaan perkuatan lereng sebagai dasar peningkatan stabilitas lereng tanah pada daerah aliran sungai Way Batanghari yang tepatnya terletak di belakang Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Metro. Daerah ini merupakan daerah yang terletak di kawasan tempat pendidikan, di manana disekililing rusunawa ini berdiri berbagai jenis bangunan. Bangunan tersebut berupa gedung perkuliahan (kampus), sekolah, dan kantor-kantor pemerintahan. Kampus perguruan tinggi yang berdiri di sekitar lokasi ini diantaranya, Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Metro dan IAIN Jurai Siwo Kota Metro. Terdapat pula sekolah, yaitu MAN 1 Metro, SMP N 2 Metro, dan lainnya. Selain itu juga masih banyak gedung pemerintahan lainnya, seperti Kantor Dinas Pendidikan

Kota Metro, ada juga tempat pelayanan kesehatan yaitu PUSKESMAS Iringmulyo. Otomatis daerah ini sangat ramai dan padat dengan berbagai macam kegiatan yang berlangsung di kawasan ini, sehingga lambat laun pasti akan mempengaruhi tata guna lahan pada daerah tersebut. Apalagi rusunawa yang belum lama berdiri ini terletak di dekat bantaran sungai, dimana akan dipastikan mempengaruhi kondisi sungai yang letaknya di belakang rusunawa tersebut.

Lokasi titik ini membutuhkan adanya *proteksi* tanah, dengan adanya perubahan tata guna lahan tersebut guna untuk mencegah terjadinya pergerakan tanah yang mengakibatkan perubahan kondisi tanah setempat dan gerusan sungai. Keadaan pada titik lokasi ini, sudah terdapat gerusan yang mengikis lereng sungai karena tidak terawatnya tumbuh-tumbuhan yang tumbuh di sekitar lokasi penelitian ini. Di lokasi ini belum ada usaha perkuatan tanah pada lereng sungai, sehingga lambat laun pada lokasi ini perlu dibangunnya konstruksi perkuatan lereng sungai atau dinding penahan tanah sungai. Dengan adanya perkuatan ini diharapkan mampu mengatasi gerusan sungai dan aman dari bahaya penurunan tanah, pengikisan atau longsor. Struktur tanah ini diharapkan juga dapat meningkatkan kapasitas tanggul/lereng sunai serta mengamankan tanah sungai agar aman terhadap debit arus sungai yang mengalir.

Dalam sebuah perencanaan perkuatan lereng sungai, dibutuhkan perhitungan-perhitungan yang menentukan kestabilan lereng sungai itu sendiri yang salah satu parameternya didasarkan pada pertimbangan kestabilan lereng terhadap berbagai kondisi agar kekuatan daya dukung lereng yang direncanakan aman dan sesuai dengan perencanaan yang telah diperhitungkan. Secara definitif lereng sungai merupakan suatu penahan buatan manusia yang memiliki fungsi utama untuk mencegah longsor dan

penurunan tanah sebagai akibat beban dan kecepatan aliran sungai.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Sungai

Sungai atau saluran terbuka menurut Triatmodjo (2003:103) adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit aliran dan sebagainya. Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (*Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor. 28/PRT/M/2015, Tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau*).

Morfologi Sungai

Morfologi sungai adalah ilmu yang mempelajari tentang bentuk dan ukuran (geometri) jenis, sifat dan perilaku sungai dengan segala aspek dan perubahannya dalam dimensi ruang dan waktu. Dengan demikian, morfologi sungai tersebut menggambarkan keterpaduan antara karakteristik abiotik (fisik-hidrologi-sedimen, dll) dan karakteristik biotik (biologi atau ekologi-flora fauna) daerah yang dilaluinya, faktor yang berpengaruh terhadap morfologi sungai tidak hanya faktor abiotik dan biotik, namun juga campur tangan manusia dalam aktifitasnya mengadakan pembangunan-pembangunan di wilayah sungai (*sosial antropogenik*). Pengaruh campur tangan ini dapat mengakibatkan perubahan morfologi sungai yang jauh lebih cepat dari pada pengaruh alamiah biotik dan abiotik saja.

Banjir

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (kali) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang. (*Suripin, "Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan"*). Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan atau jebolannya air banjir, disebabkan oleh kurangnya kapasitas penampang saluran pembuang. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

Analisis Stabilitas Lereng

Pada permukaan tanah yang miring, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas lereng mempunyai banyak faktor yang mempengaruhi hasil hitungan. Faktor tersebut misalnya, kondisi tanah berlapis-lapis, kuat geser tanah anisotropis, aliran rembesan dalam tanah dan lain-lain. Secara umum longsor suatu lereng dikarenakan bertambahnya tegangan geser (*shear stress*) dan berkurangnya kuat geser tanah (*shear strength*). Bertambahnya tegangan geser dapat disebabkan antara lain bagian penahan lereng seperti dinding penahan tanah, perubahan muka air tanah yang begitu cepat, dan beban akibat gempa bumi.

Analisis stabilitas tanah pada permukaan yang miring ini disebut analisis stabilitas lereng. Analisis ini sering-sering juga digunakan pada perencanaan-perencanaan konstruksi sipil seperti : jalan, kereta api, bandara, tanggul, dan lain-lain. Maksud analisis

stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor. Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding anatar gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan.

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

dimana :

τ = Tahanan Geser Maksimum Yang Dapat Dikerahkan Oleh Tanah

τ_d = Tegangan Geser Yang Terjadi Akibat Gaya Berat Tanah Yang Akan Longsor

FK = Faktor Keamanan

Untuk maksud memberikan faktor aman terhadap masing-masing komponen kuat geser, faktor aman dapat dinyatakan oleh:

$$F_c = \frac{c}{c_d}$$

$$F_\phi = \frac{\text{tg } \phi}{\text{tg } \phi_d}$$

Dengan F_c = faktor aman pada komponen kohesi dan F_ϕ = faktor keamanan pada komponen gesekan. Secara teoritis tingkat nilai faktor keamanan.

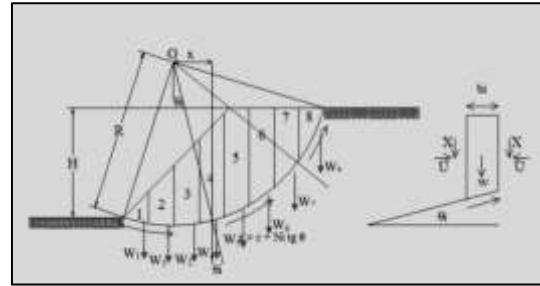
Tabel 1. Tingkat Nilai Faktor keamanan (FK)

FK	Keterangan
>1,5	Stabil
= 1,5	Kritis
< 1,5	Labil

Sumber: ASTM

Metode Irisan (*Slice Of Method*)

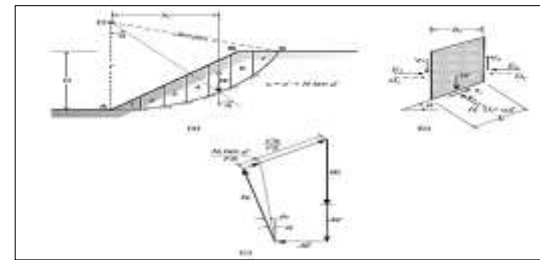
Dalam metode irisan, massa tanah yang longsor dipecah-pecah menjadi beberapa irisan vertikal. Kemudian, keseimbangan dari tiap-tiap irisan. Pada gambar dibawah ini memperlihatkan satu irisan dengan gaya-gaya yang bekerja padanya. Gaya-gaya yang terdiri dari gaya geser (X_r, X_l) dan gaya normal efektif (E_r, E_l) di sepanjang sisi irisannya, dan juga resultan gaya geser efektif (T_i) dan resultan gaya normal efektif (N_i) yang bekerja di sepanjang dasar irisan



Gambar 1. Gaya-Gaya Yang Ada Pada Tiap Bidang Longsor

Metode Fellenius

Analisis stabilitas lereng cara *Fellenius* (1936) menganggap gaya – gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor. $E_1 = E_2$ dan $V_1 = V_2$.



Gambar 2. Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Irisan

Faktor keamanan didefinisikan sebagai,

$$FK = \frac{\sum M_r}{\sum M_d}$$

$$\sum M_d = R \sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta_i$$

dimana:

R = Jari-Jari Lingkaran Bidang Longsor

n = Jumlah Irisan

W_i = Berat Massa Tanah Irisan Ke-i

θ_i = Sudut Yang Didefinisikan Pada Gambar

Dengan cara yang sama, momen yang menahan tanah yang akan longsor, adalah :

$$\sum M_r = R \sum_{i=1}^{i=n} (c_i + w_i \cos \theta \tan \phi)$$

Sehingga persamaan untuk faktor keamanan menjadi,

$$FK = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (c_i + w_i \cos \theta \tan \phi)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta}$$

Bila ada rembesan (ada pengaruh tegangan air pori) maka persamaan *Fellenius* menjadi :

$$FK = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (C \cdot \Delta L + (W_i \cos \theta - U_n \cdot \Delta L) \cdot \tan \varphi)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta}$$

dimana:

FK= Faktor Keamanan

C = Kohesi Tanah (kN/m²)

φ = Sudut Geser Dalam Tanah (derajat)

ΔL = b/cos α (m)

W_i = Berat Irisan Tanah Ke - i (kN)

U_n = Tek. Air Pori Pada Pias Ke - n

Debit Rembesan

Debit rembesan (aliran) adalah kapasitas rembesan air yang mengalir ke hilir melalui tubuh dan pondasi tanggul. Debit rembesan suatu tanggul mempunyai batas-batas tertentu yang mana apabila debit rembesan melampaui batas tersebut, maka kehilangan air yang terjadi akan cukup besar. Disamping itu debit rembesan yang besar dapat menimbulkan gejala suforsi (*piping*) serta gejala sembulan (*boiling*) yang sangat membahayakan kestabilan tubuh tanggul (*Sosrodarsono dan Takeda, 1977*).

Hukum *Darcy* tepat untuk aliran rembesan di dalam tanah. Hukum ini mengansumsikan bahwa aliran air di dalam tanah merupakan aliran laminier dan merupakan konsep dasar proses aliran air di dalam tanah dengan beberapa pengecualian. Asumsi lain adalah interaksi antara cairan dan tanah tidak menghasilkan perubahan dalam *fluidity* atau *permeability* dengan berubahnya gradient serta kondisi *isothermal* atau (*isotropik*) berlaku pada contoh tanah (*Tampubolon, 1988*).

Hukum *Darcy* dapat digunakan untuk menghitung debit rembesan yang melalui struktur bendung. Dalam merencanakan sebuah bendungan, perlu diperhatikan stabilitasnya terhadap bahaya longsor, erosi lereng dan kehilangan air akibat rembesan yang melalui tubuh bendung. Terdapat beberapa cara untuk menghitung debit rembesan yang melewati tanggul yang

dibangun dari tanah urugan homogen diantaranya adalah :

a. Cara A. Cassagrande

A. *Cassagrande* (1973) dalam *Hardiyatmo* (2002) mengusulkan cara untuk menghitung rembesan lewat tubuh tanggul yang didasarkan pada pengujian model. Parabola AB (Gambar 2.4) berawal dari titik A' seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.7 dengan $A'A = 0,3 \times (AD)$. Menurut A. *Cassagrande* debit rembesan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$q = k a \sin^2 \alpha$, dan

$$a = \sqrt{(d^2 + H^2)} - \sqrt{d^2 + H^2 \text{ctg}^2 \alpha}$$

dimana:

q = Debit Rembesan (m²/det)

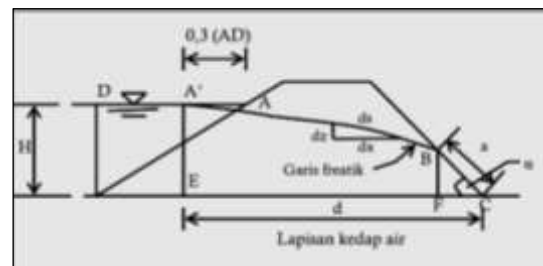
k = Koefisien Permeabilitas (m/det)

α = Sudut Hilir Tanggul

d = Jarak Horisontal Antara E dan C (m)

a = Panjang Zona Basah (m)

H = Tinggi Muka Air (m)



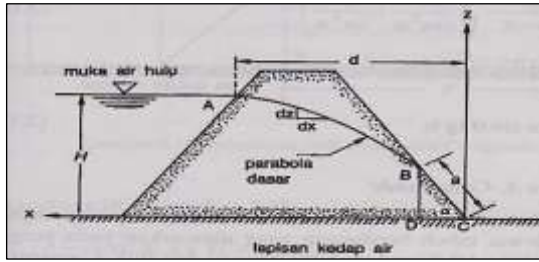
Gambar 3. Hitungan rembesan cara *Casagrande*

b. Cara *Schaffernak*

Untuk menghitung rembesan yang lewat tanggul atau bendungan, *Schaffernak* (1917) menganggap bahwa permukaan freatis akan merupakan garis AB yang memotong garis kemiringan hilir pada jarak a dari dasar lapisan kedap air. Menurut cara *Schaffarnak* menghitung debit rembesan menggunakan persamaan berikut :

$$q = ka \sin \alpha \text{tg} \alpha$$

$$a = \frac{d}{\cos \alpha} - \sqrt{\left(\frac{d^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{H^2}{\sin^2 \alpha}\right)}$$



Gambar 4. Hitungan rembesan cara Schaffernak

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Gambar 5. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Lereng Daerah Aliran Sungai Way Batanghari tepatnya di titik lokasi penelitian ini yang berada di belakang Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Metro.

Data dan Informasi Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan data-data untuk perhitungan baik data primer maupun data sekunder. Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

a. Data Primer

Data primer adalah data utama, data yang diperoleh langsung oleh peneliti dari lokasi penelitian. Data-data tersebut diantaranya:

1. Kondisi *ekisting* lereng
2. Data pengujian tanah asli pada lereng (gambaran sifat mekanis tanah pada lereng), meliputi:
 - a. Nilai Kohesi tanah (c)
 - b. Nilai Berat volume tanah (γ)
 - a. Nilai Sudut geser dalam tanah (ϕ)
 - b. Nilai Koefisien permeabilitas tanah (k)

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang mendukung proses pembahasan yang diperoleh dari buku-buku referensi, karya ilmiah yang berhubungan dengan penelitian dan instansi terkait untuk meminta data yang diperlukan seperti, Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) dan data curah hujan harian yang diambil dari 2 (dua) stasiun pos hujan yang berpengaruh pada lokasi penelitian selama 10 tahun dari tahun 2009-2018.

Langkah Perencanaan dan Analisis

Perencanaan perkuatan stabilitas lereng diperlukan pemahaman tentang berbagai data yang saling terkait. Untuk itu di perlukan pengkajian secara detail sehingga setiap data yang digunakan akan sangat efektif dan efisien untuk digunakan sebagai masukan analisis lebih lanjut.

Beberapa langkah-langkah yang dapat dilakukan :

1. Langkah awal yaitu survei lokasi penelitian untuk mendapatkan data-data primer atau data utama mengenai kondisi lokasi penelitian.
2. Mengambil sampel tanah pada lokasi penelitian
3. Melakukan pengujian tanah untuk mendapatkan data tanah yang digunakan pada perhitungan perkuatan stabilitas lereng. Pengujian tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro dan Universitas Lampung. Sampel tanah yang diambil untuk bahan pengujian adalah tanah tidak terganggu dan terganggu, sampel tanah diambil menggunakan alat *hand bor* jenis auger dan tabung serta cangkul pada kedalaman 30-50 cm. Data yang dibutuhkan dalam pengujian tanah sebagai berikut:
 - a. Nilai Kohesi tanah (c) (kN/m^2)
 - b. Nilai Sudut geser dalam tanah (ϕ) ($^\circ$)

- c. Nilai Berat volume tanah (γ) (t/m^3)
 - d. Nilai Koefisien Permeabilitas tanah (K) (cm^2/det)
4. Meminta data sekunder atau data pendukung pada instansi terkait dalam hal ini pada pihak Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Kota Metro.
 5. Setelah data-data tersebut didapatkan, nantinya menjadi sebuah paparan peneliti tentang apa yang diteliti dengan solusi yang akan diwujudkan oleh peneliti.

Peneliti merencanakan perkuatan lereng yang didesain mampu menahan debit banjir yang berasal dari luapan air sungai way batanghari sehingga lereng mampu menahan debit banjir dan mencegah longsoran/penurunan tanah serta gerusan/pengikisan yang terjadi pada lereng di lokasi penelitian.

Pengujian Tanah di Laboratorium

Pengujian tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Metro dan Universitas Lampung, Pengujian tanah yang dilakukan yaitu berupa :

1. Pengujian Kadar Air Tanah
2. Pengujian Berat Volume Tanah
3. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity Test*)
4. Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)
5. Pengujian Batas Plastis dan Batas Cair
6. Pengujian Pematatan Tanah Standar
7. Pengujian Permeabilitas Tanah (*Permeability Test*)

Analisis Hasil Perencanaan Perkuatan Lereng (Metode Irisan)

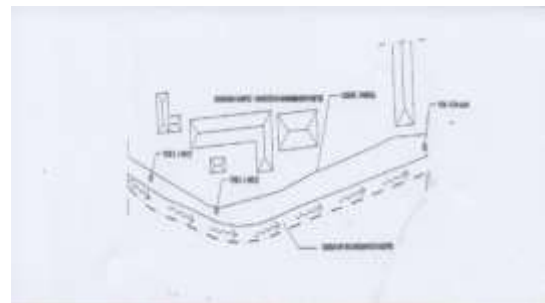
1. Perhitungan perkuatan stabilitas lereng, perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan (F_k) pada bidang longsor lereng.
2. Menghitung debit rembesan pada tubuh lereng.

3. Membuat gambar rencana perkuatan lereng.

HASIL PENELITIAN

Perhitungan Stabilitas Eksisting Lereng Tanggul

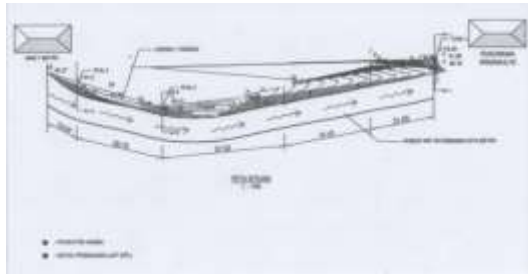
Untuk menghitung stabilitas lereng tanggul diperlukan data dimensi lereng tanggul eksisting, rencana dan hasil pengujian tanah asli pada lereng tanggul, pengambilan sampel tanah dilakukan pada 3 (tiga) titik lokasi, yaitu titik 1 (satu) di bagian hulu lereng (batas tanah dengan Rusunawa Iringmulyo, di STA \pm 0.00 yaitu pada ketinggian 42,60 m DPL, titik 2 (dua) di bagian tengah bentang lereng, tepatnya di STA + 169.22 pada ketinggian 45,41 m DPL, sedangkan titik 3 (tiga) di bagian hilir lereng tanggul (mendekati batas tanah dengan MAN 1 Metro yaitu di STA + 188.26 pada ketinggian 41,27 m DPL. Lokasi Pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6. Peta Situasi Lereng/ Tanggul dan Lokasi Pengambilan Sampel Tanah di Lokasi Penelitian

Kemudian sampel tanah yang didapatkan dari lokasi penelitian dibawa ke Laboratorium mekanika tanah dan dilakukan pengujian untuk mendapatkan data tanah yang diperlukan dalam perhitungan stabilitas lereng tanggul dan debit rembesan tanggul.

Berdasarkan pengukuran langsung di lapangan maka didapatkan data –data eksisting lereng tanggul dan potongan memanjang serta melintang lereng sebagai berikut :



Gambar 7. Potongan Memanjang Lereng di Lokasi Penelitian (Hasil Pengukuran) di Lokasi Penelitian

Pengujian Sampel Tanah

Acuan Standarisasi Pengujian berupa :

- Pengujian Berat Jenis : SNI 1964 – 2008
- Berat volume tanah : SK SNI T-15-1990-03
- Kuat Geser Tanah Langsung : SK SNI T-15-1990-03
- Pengujian Permeabilitas Tanah : SNI 03-1744-2012

Untuk data mekanika tanah yang digunakan dalam perhitungan perkuatan stabilitas lereng dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

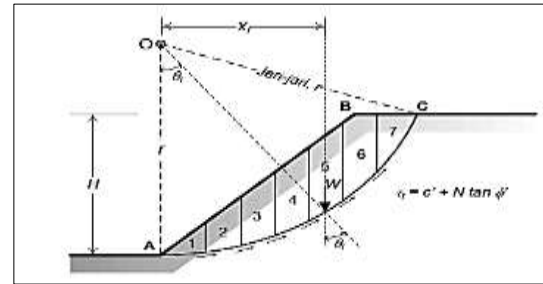
Tabel 2. Data Mekanika Tanah

Parameter	Titik 1 (P.1)	Titik 2 (P.2)	Titik 3 (P.3)	Rata-rata
Kohesi (c)	0,18 kg/c m ²	0,15 kg/c m ²	0,17 kg/c m ²	0,167 kg/c m ²
Sudut Geser Dalam (θ)	44,27°	37,70°	42,36°	41,44°
Berat Volume (γ)	4,3 t/m ³	3,46 t/m ³	3,01 t/m ³	3,59 t/m ³
Koefisien Permeabilitas (K)	3,62 x 10 ⁻⁴ cm/s	3,62 x 10 ⁻⁴ cm/s	3,62 x 10 ⁻⁴ cm/s	3,62 x 10 ⁻⁴ cm/s

Sumber :Laporan hasil Pengujian tanah

Perhitungan Perkuatan Stabilitas Lereng

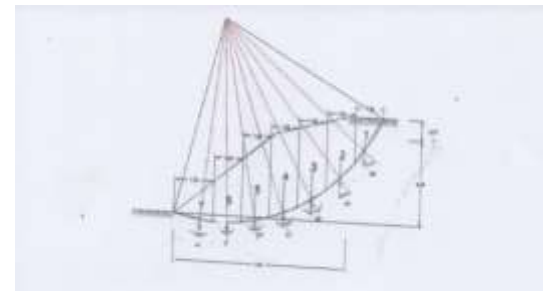
Stabilitas lereng tanggul dihitung menggunakan Metode Irisan (*Method of Slice*) dengan cara *Fellenius*, Analisis stabilitas lereng cara *Fellenius* menganggap gaya –gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor. $E_1 = E_2$ dan $V_1 = V_2$.



Gambar 8. Metode Irisan Cara *Fellenius*

Nilai yang digunakan untuk perhitungan stabilitas lereng tanggul adalah nilai rata-rata dari data mekanika tanah di atas. Perhitungan stabilitas lereng dilakukan dilakukan dengan cara coba-coba untuk mendapatkan faktor keamanan yang lebih besar dari 1,5 yang didefinisikan lereng dalam keadaan stabil. Pada Penelitian ini telah dilakukan sebanyak 9 (Sembilan) kali percobaan perhitungan perkuatan stabilitas lereng di lokasi penelitian, dan pada publikasi hasil penelitian ini hanya dipaparkan satu percobaan perhitungan stabilitas lereng dengan nilai Faktor Keamanan tertinggi :

- Kohesi Tanah (c) = 0,17 kg/cm² = 17 kN/m²
- Sudut Geser Dalam (θ) = 42,36°
- Berat Volume Tanah (γ) = 3,01 t/m³ = 29,518 kN/m³



Gambar 9. Irisan Perkuatan Stabilitas Lereng Tanggul

Faktor keamanan (FK) :

$$FK = \frac{\sum (c \times \Delta L_n + W \cos \alpha \times \tan \theta)}{\sum W \sin \alpha}$$

$$= \frac{18 \times 10,343 + 486,855 \times \tan(44,27)}{163,565}$$

FK = 3,789 > 1,5 , lereng stabil.

Berdasarkan perhitungan pada percobaan yang telah dilakukan nilai Faktor Keamanan diatas mempunyai nilai lebih besar dari (>1,5), yang artinya lereng dalam keadaan stabil, maka nilai Faktor Keamanan (FK) yaitu sebesar **FK = 3,789**.

Perhitungan Debit Rembesan

Perhitungan Debit Rembesan pada tubuh tanggul menggunakan cara *Schaffernak*. Menurut cara *Schaffarnak* menghitung debit rembesan menggunakan persamaan berikut :

$$q = k \cdot a \sin \alpha \tan \alpha$$

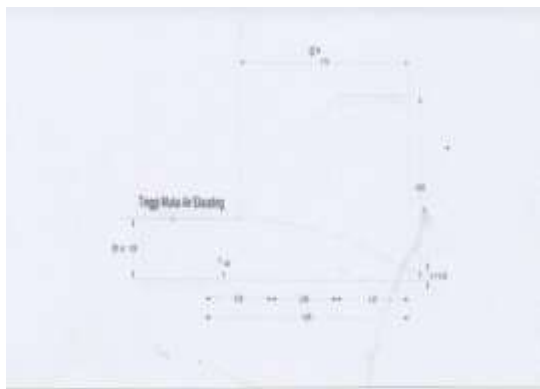
$$a = \frac{d}{\cos \alpha} - \sqrt{\left(\frac{d^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{H^2}{\sin^2 \alpha}\right)}$$

dimana:

- q = debit rembesan (m³/det)
- k = koefisien permeabilitas (m/det)
- α = sudut hilir tanggul
- d = jarak horisontal A dan B (m)
- a = panjang zona basah (m)
- H = tinggi muka air (m)

Nilai Koefisien permeabilitas diperoleh dari nilai rata-rata pengujian permeabilitas tanah pada lokasi penelitian yaitu sebesar :

$$k = 3,623 \times 10^{-4} \text{ cm/s}^2$$



Gambar 10. Rembesan Pada Tubuh Lereng

$$a = \frac{d}{\cos \alpha} - \sqrt{\left(\frac{d^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{H^2}{\sin^2 \alpha}\right)}$$

$$= \frac{7,70}{\cos 44} - \sqrt{\left(\frac{7,70^2}{\cos^2 44} - \frac{1,5^2}{\sin^2 44}\right)} = 0,221 \text{ m}$$

$$q = k \cdot a \sin \alpha \tan \alpha$$

$$= 3,623 \times 10^{-4} \times 0,221 \times \sin 44 \times \tan 44$$

$$= 0,534 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{det.}$$

$$= 5,34 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{det.}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian/ penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Dari hasil analisis dan perhitungan percobaan perkuatan stabilitas lereng tanggul dengan metode irisan (*method of slice*) dengan cara *fellenius*, didapatkan faktor keamanan (FK) terbesar yaitu 3,789 > 1,5, dalam hal ini lereng tersebut dalam keadaan stabil atau aman dari bahaya longsor. Berdasarkan perhitungan debit rembesan didapatkan debit rembesan pada tubuh lereng sebesar = 5,34 x 10⁻⁵ m³/det, rembesan air yang terjadi pada tubuh lereng pada saat banjir dapat mempengaruhi penurunan kestabilan lereng, dimana rembesan tersebut akan menyebabkan gejala *piping* (proses terangkutnya butir-butir tanah halus yang menyebabkan aliran air dalam tubuh lereng).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. AASTM D-4318, AASTM D-422, AASTM D-854, AASTM D-698-78, AASTM D 4429-04.
- Anonim, 2003. *Pengaman Sungai*; Balai Sungai, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung.
- Asdak, Chay, 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- ASTM D-698. *Standart Test Methods for Compaction* Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji Sekampung

- Hardiyatmo, H. C., 2012. *Mekanika Tanah I, Edisi ke enam*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta ASTM D 2487-66T. Standart Classification of Soil for Engineering
- Hardiyatmo, H. C., 2010 . *Mekanika Tanah II, Edisi ke lima*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo, Christady Hary, 2014. *Analisis dan Perencanaan Fondasi I, Gajah Mada University Press*, Yogyakarta
- Karmiana, I Made, 2011. *Teknik perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Palangkaraya.
- Muntohar A. S., *Tanah Longsor*, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 28/PRT/M/2015, tentang *Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau*. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015
- Soedarmono. D., Purnomo. E., 1993. *Mekaniaka Tanah I*, Kanisius, Malang
- SNI, 2415 : 2016, *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*, Jakarta, (BSN) Badan Standar Nasional