

ANALISIS STABILITAS LERENG BOGOR-CILEBUT DENGAN PENDETAILAN DI STA. 0 + 040

Dede Syamsul Arifin¹, Feril Hariati²

¹Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji tentang analisis stabilitas lereng Bogor-Cilebut digunakan data hasil pengamatan secara langsung, sedangkan untuk Sta.0+040 digunakan data uji CPT (*Sondir*) dan data LHR (Lalu lintas Harian Rata-rata). Analisis lereng Bogor-Cilebut dilakukan berdasarkan peta situasi global kondisi lereng yang didapat. Analisis stabilitas lereng pada Sta.0+040 dilakukan dengan program komputer *Slope W*. Hasil analisis menunjukkan adanya tumbuhan, bangunan dan lereng tidak langsung bersinggungan dengan badan jalan dapat memperkuat stabilitas lereng. Dinding penahan tanah pada Sta.0+040 memenuhi syarat stabilitas lereng dengan nilai Faktor Keamanan yang didapat sebesar 2,021.

Kata kata Kunci: Stabilitas, Lalu lintas harian rata-rata/LHR, CPT Sondir, Faktor Keamanan.

ABSTRACT

This study evaluated the slope stability analysis Bogor-Cilebut used data from direct observation, while for Sta. 0+040 use CPT test data (Sondir) and data LHR (Traffic Daily Average). Analysis of slope-Cilebut Bogor conducted by global situation map obtained slope conditions. Analysis of slope stability Sta. 0+040 done with a computer program Slope W. The analysis revealed the existence of plant, buildings and the slopes are not directly in contact with the body can strengthen the stability of the slope. Retaining wall on slope stability Sta. 0+040 qualified with the value obtained for Safety Factor 2.021.

Keywords: Stability, Traffic Daily Average/LHR, CPT Sondir, Safety Factor.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lereng yang berada di sekitar Sungai Cisadane Empang sepanjang Jalan Cilebut-Bojong Gede sering terjadi longsor yang mengakibatkan badan jalan yang ada menjadi rusak, sehingga mengganggu kelancaran lalu-lintas.

Beberapa tahun belakangan ini sudah dilakukan perbaikan pada lereng yang longsor tersebut, terlihat perbaikan yang dilakukan baru bersifat responsif atas kelongsoran yang terjadi dan belum terkordinasi secara menyeluruh pada beberapa lokasi. Perbaikan tersebut belum dapat menghentikan kelongsoran yang terjadi, bahkan pada lokasi yang sudah dilakukan perbaikan terjadi kelongsoran kembali. Hal ini memperlihatkan perlu diketahuinya kekuatan lereng pada lokasi tersebut, Sehingga kelongsoran yang terjadi dapat diantisipasi sebelumnya.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat analisis stabilitas lereng Bogor-Cilebut dengan pendetailan di Sta. 0+040.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Faktor Keamanan

Salah satu yang dihasilkan dalam analisis stabilitas lereng adalah Faktor Keamanan (FK). Faktor ini digunakan untuk mengindikasikan stabilitas lereng yang digambarkan sebagai berikut :

FK > 1 menunjukkan lereng stabil

FK = 1 menunjukkan lereng tidak stabil

FK < 1 menunjukkan lereng tidak stabil

Besar FK dalam aplikasinya sangat tergantung pada kualitas hasil penyelidikan tanah, fungsi lereng dan pengalaman perencana. Semakin rendah kualitas penyelidikan tanah dan pengalaman perencana, semakin besar faktor keamanan yang diambil.

Berikut adalah besar FK yang direkomendasikan oleh J.M Duncan dan A.L. Buchignani (*An engineering Manual for Slope Stability Studies*, 79).

Tabel 1 Besar faktor keamanan

Biaya dan resiko keruntuhan lereng	Keakuratan pengukuran data	
	Kecil ¹	Besar ²
Perbandingan biaya perbaikan dan pembangunan. Tidak berbahaya terhadap kehidupan atau properti lain bila lereng runtuh	1.25	1.5
Biaya perbaikan lebih besar dari biaya pembangunan, atau berbahaya bagi kehidupan atau properti lain bila lereng runtuh	1.5	2

Sumber An engineering Manual for Slope Stability Studies, 79.

Keterangan

- 1) Kecil jika kondisi tanah seragam dan data yang menggambarkan konsistensi, kelengkapan dan karakteristik kuat tanah tersedia dengan baik.
- 2) besar jika kondisi tanah kompleks dan jika data menggambarkan konsistensi, kelengkapan dan gambaran karakter kuat tanahnya tidak tersedia dengan baik.

Keruntuhan Lereng
Faktor penyebab keruntuhan lereng

Meningkatnya tegangan geser atau berkurangnya kuat geser tanah pada masa tanah dapat menyebabkan sebuah lereng mengalami keruntuhan. Perubahan tegangan geser tanah tersebut dapat disebabkan oleh faktor-faktor dibawah ini.

Tabel 2 Faktor Penyebab Meningkatnya Tegangan Geser Pada Lereng

1. Penghilangan dukungan (<i>removal support</i>)
a). Erosi
b). Gerakan lereng alami
c). Aktivitas manusia
2. Beban yang berlebih
a). Disebabkan oleh alam
b). Disebabkan oleh aktivitas manusia
3. <i>Efek Transitory</i>
4. Removal of underlying material that provided support
a). Akibat sungai atau laut
b). Akibat iklim
c). Akibat di bawah tanah akibat seepage
d). Akibat kegiatan manusia
e). Akibat hilangnya kekuatan material
5. Meningkatnya tekanan lateral
a). Akibat air dalam celah dan fissures
b). Akibat membekunya air di dalam crack
c). Akibat pengembangan tanah

Sumber Highway Research Board, 1978

Tabel 3 Faktor Penyebab Berkurangnya Kuat Geser pada Lereng

1. Faktor yang melekat pada material tersebut
a). Komposisi
b). Struktur
c). Struktur keduanya atau
d). Stratifikasi
2. Perubahan akibat aktivitas iklim dan fisiokimia
a). Proses pengeringan dan pembasahan
b). Hidrasi
c). Pemindahan agen semen
3. Efek tekanan air pori
4. Perubahan strukturnya
a). Penurunan tegangan
b). Degradasi struktur

Sumber : Highway Research Board, 1978

Kecepatan pergerakan tanah dan jenis pergerakannya

Sangat penting untuk membedakan jenis keruntuhan lereng berdasarkan kecepatan pergerakan lereng. Menurut Cruden dan

Varnes (1992) kecepatan pergerakan berkisar kurang dari 6 inch per tahun sampai lebih dari 5 feet perdetik. Kecepatan ini dapat berlipat ganda sampai 100 kali seperti dari tabel di bawah ini.

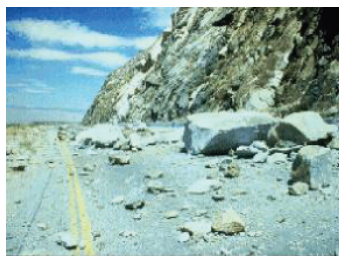
Tabel 4 Klasifikasi Kecepatan pergerakan lereng

Kelas	Deskripsi	Kecepatan (mm/det)
7	Extremely rapid	5×10^3
6	Very rapid	50
5	Rapid	0.5
4	Moderate	5×10^{-3}
3	Slow	50×10^{-6}
2	Very slow	0.5×10^{-6}
1	Extremely slow	

Sumber Abramson et al, 1996, Slope Stability & Stabilitation Methods,31

Cruden dan Varnes berdasarkan kinematika keruntuhan lereng membedakan jenis pergerakan lereng menjadi sebagai

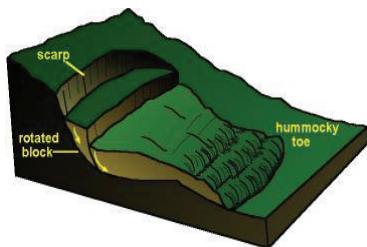
berikut, yang ilustrasinya dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



(a)



(b)



(c)



(d)

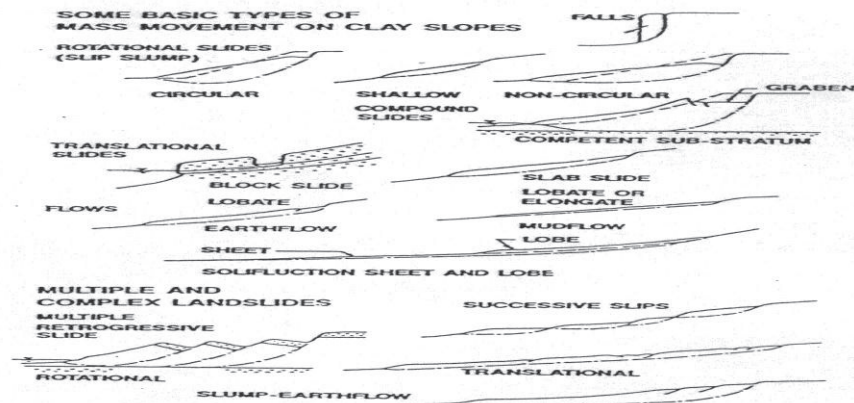
Gambar 1 Beberapa jenis pergerakan lereng (a) Jatuhan (*falling*), (b) Rubuhan (*toppling*), (c) Gelinciran (*sliding*) dapat berupa rotational, translational, compound, (d) Sebaran (*Spreading*).

Jenis pergerakan jatuhan dan rubuhan sering terjadi pada lereng batuan, sedang tiga jenis berikutnya sering terjadi pada lereng tanah.

Pola keruntuhan

Material pembentuk lereng mempengaruhi bentuk bidang keruntuhan,

pada tanah homogen umumnya bentuk bidang keruntuhannya adalah circular sedang pada lereng yang memiliki lapisan tanah lunak bidang keruntuhannya akan berbentuk translasi. Bentuk – bentuk bidang keruntuhan dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2 Beberapa jenis pola keruntuhan [Abramson et.al1996]

Efek Air Terhadap Stabilitas Lereng

Pengetahuan tentang air tanah pada analisis stabilitas adalah salah satu faktor yang sangat penting, karena air tanah ini dapat mempengaruhi stabilitas lereng dengan cara :

- 1) Mengurangi kuat tanah
- 2) Mengubah kandungan mineral melalui peristiwa kimia
- 3) Mengubah berat ini tanah
- 4) Menggenerate tekanan air pori
- 5) Menyebabkan terjadinya erosi

- 1) Analisis Blok
- 2) Analisis lereng *infinite*
- 3) Analisis Permukaan Planar
- 4) Analisis Permukaan *circular*

Pada penelitian ini akan dibahas analisis permukaan circular dengan metoda irisan yang perhitungannya Faktor Keamanannya digunakan metode kesetimbangan batas

Analisis Kestabilan Lereng

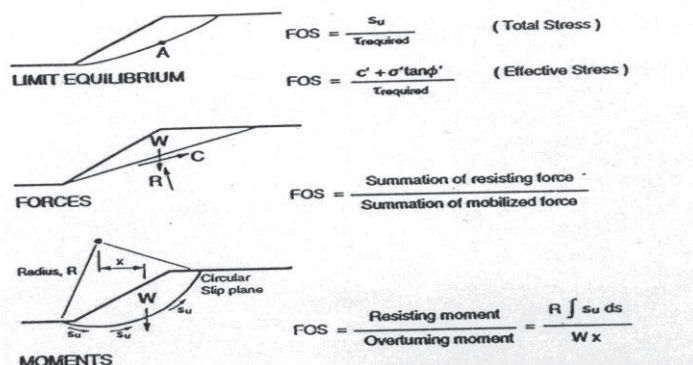
Seperti diterangkan di depan bahwa faktor keamanan merupakan satu parameter yang mengindikasikan kestabilan lereng, dimana nilai ini dipengaruhi oleh perilaku beban yang bekerja, tegangan geser tanah, tegangan pori serta kuat geser tanah yang terjadi. Terdapat beberapa analisis untuk menentukan faktor keamanan tersebut yaitu :

Faktor Keamanan Lereng dengan Metode Kesetimbangan Batas (Limit Equilibrium Method)

Dengan mengasumsikan bahwa massa tanah dibagi menjadi irisan – irisan, maka kestabilan lereng yang dinyatakan sebagai faktor keamanan (FK) dihitung sebagai perbandingan kuat geser tanah (*shear strength*) dan tegangan geser (*shear stress*) yang bekerja pada massa tanah atau dapat dituliskan sebagai berikut :

$$FK = \frac{\text{Shear strength}}{\text{Shear Stress}} \dots\dots\dots(1)$$

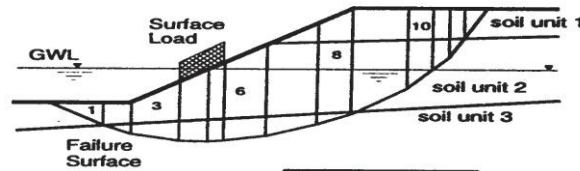
Beberapa variasi definisi besar FK dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3 Variasi definisi Faktor Keamanan berdasarkan metoda kesetimbangan batas [Abramson et al, 1996]

Pada metoda ini diasumsikan tanah sebagai *material rigid-plastic* sehingga tidak ada regangan sampai keruntuhan terjadi, analisis ini sangat tergantung pada bentuk bidang runtuh yang dapat diasumsikan sebagai *planar failure surface; circular arch* atau *logarithmic spiral*.

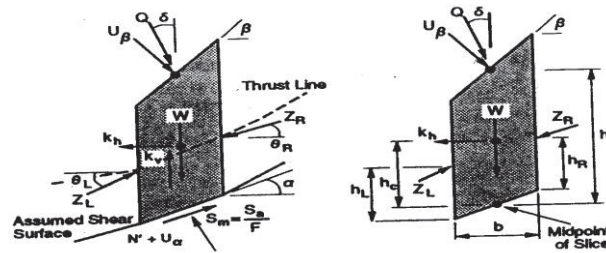
Analisis kestabilan lereng berdasarkan metoda kesetimbangan batas dilakukan dengan cara membagi massa tanah yang menggelincir menjadi beberapa irisan yang dipandang sebagai suatu blok geser yang unik seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Pembagian massa tanah yang menggelincir [Abramson et al, 1996]

Pada perhitungannya dalam metoda ini dianalisa gaya - gaya yang bekerja pada setiap irisan. Gaya tersebut dapat berupa gaya

horizontal, vertikal termasuk gaya horiontal dan vertikal akibat beban dinamik yang bila digambarkan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Gaya –gaya yang bekerja pada irisan [Abramson et, al 1996]

- | | | | |
|----------------|----------------------------------|----------------|-------------------------------|
| SF | Faktor keamanan | Z _L | Gaya antar irisan kiri |
| S _a | Kuat geser Tanah
= C + N'tanφ | Z _R | Gaya antar irisan kanan |
| S _m | Gaya Geser yang termobilisir | θ _L | Sudut gaya antar irisan kiri |
| U _α | Tekanan air pori | θ _R | Sudut gaya antar irisan kanan |
| U _β | Tekanan air permukaan | h _L | Tinggi gaya Z _L |
| W | Berat isi | h _R | Tinggi gaya Z _R |
| N' | Tegangan normal efektif | α | Sudut kemiringan dasar irisan |
| Q | Gaya luar | β | Sudut kemiringan atas irisan |
| K _v | Koef. gempa vertikal | B | Lebar irisan |
| K _h | Koef. gempa horisontal | h | Tinggi irisan rata-rata |
| | | h _c | Tinggi irisan rata-rata |

Dengan memperhatikan gaya-gaya tersebut didapat beberapa rumusan untuk

menghitung faktor keamanan sebuah lereng seperti tabel di bawah ini :

Tabel 5 Kondisi keseimbangan statik yang dipenuhi metode kesetimbangan batas

Metode	Keseimbangan		Kesetimbangan momen
	Arah X	Arah Y	
Ordinary method of Slice	Tidak	Tidak	Ya
Bishop's simplified	Ya	Tidak	Ya
Janbu's simlified	Ya	Ya	Tidak
Corps of Engineering	Ya	Ya	Tidak
Lowe and karafiah	Ya	Ya	Tidak
Janbu's generalized	Ya	Ya	Tidak
Bishop's rigorous	Ya	Ya	Ya
Spencer's	Ya	Ya	Ya
Sarma's	Ya	Ya	Ya
Morgenstern-Price	Ya	Ya	Ya

Sumber Abramson et al, 1996, Slope Stability and Stabilization Methods,365

Pada penelitian ini hanya metode Irisan sederhana (*Ordinary Method of Slice*) yang

akan diturunkan rumusnya sedang metoda lain tidak. Metode ini dikemukakan pertamakali oleh Fellinius (1927, 1936).

Gaya yang diperhitungkan adalah gaya yang memiliki sudut kemiringan paralel dengan dasar irisan FK dihitung dengan kesetimbangan momen.

Kesetimbangan gaya yang didapat adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Sigma F_{\alpha} &= N' + U_{\alpha} + k_h W \sin \alpha - W(1 - k_v) \cos \alpha - U_{\beta} \cos(\beta - \alpha) - Q \cos(\delta - \alpha) \\ \Sigma F_{\alpha} &= 0 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Dari persamaan 2.1 didapat nilai N'

$$N' = -U_{\alpha} - k_h W \sin \alpha + W(1 - k_v) \cos \alpha - U_{\beta} \cos(\beta - \alpha) + Q \cos(\delta - \alpha) \quad (2.2)$$

Jika faktor keamanan terhadap keruntuhan geser diasumsikan sama untuk semua irisan, maka kuat geser *Mohr-Coulomb*

yang dapat termobilisasi sepanjang dasar tiap irisan (S_m) dinyatakan sebagai

$$S_m = \frac{c' + N' \tan \phi}{FK} \quad (2.3)$$

Kesetimbangan momen akibat gaya-gaya yang bekerja terhadap pusat dari

permukaan keruntuhan circular pada tiap irisan dinyatakan :

$$\begin{aligned} \Sigma M_0 &= \sum_{i=1}^n [W(1 - k_v) + U_{\beta} \cos \beta + Q \cos \delta] r \sin \alpha - \sum_{i=1}^n [U_{\beta} \sin + Q \sin \delta] (r \cos \alpha - h) \\ &- \sum_{i=1}^n [S_m] r + \sum_{i=1}^n [k_h W (r \cos \alpha - h_c)] = 0 \end{aligned} \quad (2.4)$$

Pengaruh dari gaya antar irisan tidak dimasukkan dalam persamaan di atas karena

resultan dari gaya gaya tersebut sama dengan nol.

Jika persamaan di atas disederhanakan dengan dibagi jari –jari (r) maka didapat :

$$\begin{aligned} \frac{\Sigma M_0}{r} &= \sum_{i=1}^n [W(1 - k_v) + U_{\beta} \cos \beta + Q \cos \delta] \sin \alpha \\ &- \sum_{i=1}^n [U_{\beta} \sin + Q \sin \delta] \left(\cos \alpha - \frac{h}{r} \right) \\ &- \sum_{i=1}^n [S_m] + \sum_{i=1}^n \left[k_h W \left(\cos \alpha - \frac{h_c}{r} \right) \right] = 0 \end{aligned} \quad (2.5)$$

jika persamaan (2.3) disubstitusikan ke dalam persamaan (2.5) maka didapat :

$$FK = \frac{\sum_{i=1}^n c' + N' \tan \phi}{\sum_{i=1}^n A_1 + \sum_{i=1}^n A_2 + \sum_{i=1}^n A_3} \quad (2.7)$$

dimana

$$A_1 = \sum_{i=1}^n [W(1 - k_v) + U_{\beta} \cos \beta + Q \cos \delta] \sin \alpha \quad (2.7a)$$

$$A_2 = \sum_{i=1}^n [U_{\beta} \sin + Q \sin \delta] \left(\cos \alpha - \frac{h}{r} \right) \quad (2.7b)$$

$$A_3 = \sum_{i=1}^n [S_m] r + \sum_{i=1}^n \left[k_h W \left(\cos \alpha - \frac{h_c}{r} \right) \right] \quad (2.7c)$$

Mencari Parameter tanah

Untuk menentukan berat jenis tanah (γ), sudut geser tanah (ϕ), dan nilai kohesi (C) dapat ditentukan dengan cara konversi.

dan angka penetrasi standar (N), seperti pada tabel di bawah ini:

Dalam menentukan jenis tanah didapat dari hubungan antara tahanan ujung konus (q_c)

Tabel 6 Perkiraan hubungan antara tahanan ujung konus (q_c) dengan angka penetrasi standar (N)

Jenis Tanah	q_c/N	
	$q_c = \text{KN/m}^2$	$q_c = \text{ton/ft}^2$
Pasir halus dan lanau	150 - 350	1,5 - 3,5
Pasir halus sampai	350 - 500	3,5 - 5,0
Pasir kasar	500 - 750	5,0 - 7,5
Kerikil	750 - 1500	7,5 - 15,0

Sumber Braja M.Das. diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar, Mekanika Tanah Jilid 2

Nilai γ yang di dapat adalah nilai γ_d (berat volume kering), nilai γ_d dapat kita tentukan setelah kita mengetahui jenis tanah

yang didapatkan dari pengujian sondir seperti pada tabel diatas. Berikut ini nilai berat isi (γ_d) dan sudut geser (ϕ) untuk beberapa jenis tanah

Nilai Kohesi (C) di dapat dari tabel di bawah ini :

Tabel 7 Mencari nilai kohesi

Data dari	C
Sondir (q_c)	$C = q_c / 20$
SPT (N)	$C = 0,10 \cdot N$

Sumber Ir. Sunggono kh, Buku Teknik Sipil

Karakteristik volume lalu lintas

Lalu lintas di jalan raya terdiri dari campuran dari berbagai jenis kendaraan. Dalam hubungannya dengan kapasitas jalan adalah pengaruh setiap jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan,

sedangkan pada perhitungan yaitu dengan membandingkannya terhadap Satuan Mobil Penumpang (SMP).

Berikut ini tabel faktor konversi terhadap Satuan Mobil Penumpang (SMP) untuk setiap jenis kendaraan.

Tabel 8 Faktor Konversi Terhadap SMP

Jenis Kendaraan	Faktor Konversi
Sepeda Motor	0,5
Mobil Penumpang/Roda Tiga	1,0
Truk Ringan/Mikro Bis (< 5 Ton)	2,0
Truk Sedang (5 – 10 T)	2,5
Bis	3,0
Truk Berat	3,0

Sumber Hendra Suryadharma dan Benidiktus Susanto, Rekayasa Jalan Raya, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Program Aplikasi Komputer Slope W

Program Slope W digunakan khusus untuk menganalisis lereng yang mengacu kepada metoda limit equilibrium. Program ini merupakan keluaran GEO-SLOPE International, Ltd. Dan versi yang akan digunakan adalah versi 5.11 tahun 1991-2002.

Didalam program tersebut terdapat beberapa metoda analisis, yang terdiri dari :

- 1) Ordinary method of Slice
- 2) Bishop's simplified
- 3) Janbu's simlified
- 4) Spencer's
- 5) Morgenstern-Price
- 6) GLE
- 7) Corps of Engineers #1
- 8) Corps of Engineers #2

9) Lowe-Karafiath

Data yang dibutuhkan untuk menjalankan program ini adalah:

- 1) Kontur lereng
- 2) Parameter tanah (c , γ dan ϕ)
- 3) Asumsi titik pusat lingkaran
- 4) Batas daerah lingkaran (grid)

Dari program ini akan didapat pengeluaran berupa nilai faktor keamanan paling kritis dan lokasi bidang keruntuhan pada keadaan kritis tersebut sesuai dengan lokasi grid yang diasumsikan.

Proses kerja program ini didasarkan atas input yang kita masukkan, lalu secara otomatis akan memproses data tadi.

Selain untuk mengetahui nilai angka keamanan (*Safety Factor/SF*), dengan program

ini juga dapat menganalisis suatu kasus yang hasil analisisnya dapat ditampilkan, yang terdiri dari :

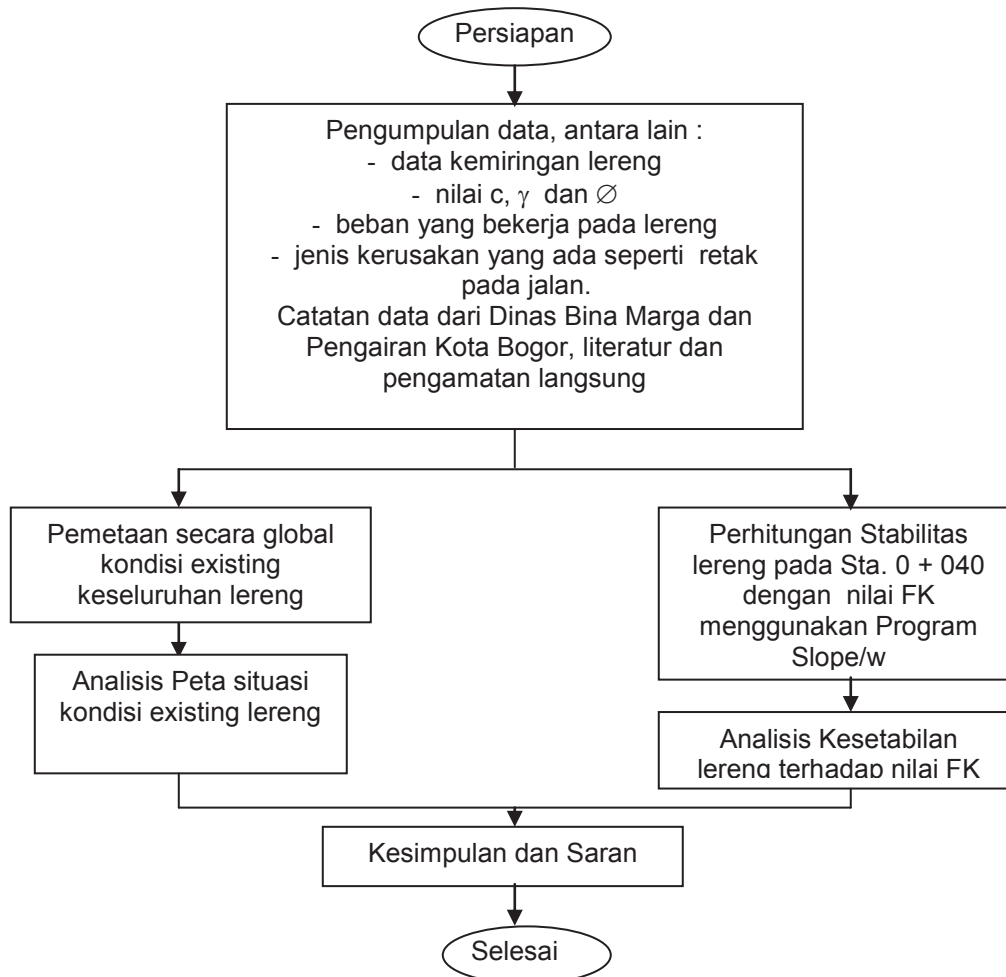
- 1) Permukaan bidang runtuh yang dianalisis yang sesuai dengan angka keamanan yang ditinjau.
- 2) Plot kontur angka keamanan.

- 3) Gaya-gaya yang bekerja pada irisan dan bidang runtuh minimum.

3. TATA KERJA

Tata Kerja

Tahapan-tahapan didalam program kerja seperti ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Tata kerja Penelitian

4. HASIL DAN BAHASAN

Kondisi Existing Lokasi Penelitian

Ruas jalan Bogor-Cilebut sebelumnya merupakan jalan kabupaten, dimana pada waktu perencanaan jalan tersebut termasuk ke dalam jalan lokal atau jalan kelas IV. Yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan yang masuk tidak

dibatasi. (Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung*)

Pada tahun 1995 terjadi pengembangan luas wilayah daerah kota Bogor, sehingga sebagian titik longsor hampir seluruhnya masuk kedalam wilayah kota Bogor. Panjang jalan Bogor-Cilebut yang termasuk ke dalam wilayah kota Bogor lebih kurang 3,5 km yang berbatasan dengan Kabupaten Bogor.

Tabel 9 Hasil survey pada Sta.) + 000 – 3 + 500

Stationing	Kondisi di lapangan
STA. 0+000 – 0+100	- Terjadi kelongsoran tanah, sedang dilakukan perbaikan. Terdapat retak tapi tidak terlalu besar.
STA. 0+100 – 0+200	- Kondisi Stabil, sudah terdapat perbaikan, terdapat bangunan rumah dibawah lereng.
STA. 0+200 – 0+300	- Kondisi Stabil, sudah terdapat perbaikan, banyak terdapat tumbuhan.
STA. 0+300 – 0+400	- Kondisi Stabil, sudah Terdapat Perbaikan, terdapat rumah dibawah lereng.
STA. 0+400 – 0+500	- Kondisi Stabil, sudah Terdapat Perbaikan, terdapat rumah dibawah lereng.
STA. 0+500 – 0+600	- Terjadi kelongsoran.
STA. 0+600 – 0+700	- Kondisi Stabil, sudah terdapat perbaikan.
STA. 0+700 – 0+800	- Kondisi Stabil, tidak terjadi keruntuhan.
STA. 0+800 – 0+900	- Kondisi Stabil, tidak terjadi kelongsoran, terdapat banyak tumbuhan, terjadi keretakan pada badan jalan.
STA. 0+900 – 1+000	- Kondisi Stabil, tidak terjadi kelongsoran, ada bangunan rumah penduduk.
STA. 1+000 – 1+100	- Kondisi Stabil, terdapat banyak rumah penduduk, tidak terjadi kelongsoran.
STA. 1+100 – 1+200	- Kondisi Stabil, sudah terdapat perbaikan, ada bangunan rumah penduduk, ada retak di jalan.
STA. 1+200 – 1+300	- Kondisi Stabil, sebagian sudah ada perbaikan, terdapat retak pada badan jalan, banyak tumbuhan.
STA. 1+300 – 1+400	- Kondisi Stabil, sudah ada perbaikan, terdapat bangunan rumah penduduk, terjadi retak pada badan jalan.
STA. 1+400 – 1+500	- Terjadi kelongsoran pada lereng.
STA. 1+500 – 1+600	- Kondisi Stabil, sudah terdapat perbaikan, terdapat bangunan, banyak tumbuhan.
STA. 1+600 – 1+700	- Sebagian sudah ada perbaikan, bagian lain terjadi kelongsoran.
STA. 1+700 – 1+800	- Di sebagian yang sudah diperbaiki terjadi kelongsoran, terdapat bangunan.
STA. 1+800 – 1+900	- Kondisi Stabil, terdapat banyak tumbuhan.
STA. 1+900 – 2+000	- Kondisi Stabil, banyak tumbuhan, terdapat bangunan, terjadi retak pada badan jalan
STA. 2+000 – 2+100	- Terjadi kelongsoran, terdapat retak pada badan jalan, ada tumbuhan.
STA. 2+100 – 2+200	- Kondisi Stabil, terdapat banyak tumbuhan.
STA. 2+200 – 2+300	- Ada perbaikan.
STA. 2+300 – 2+400	- Kondisi Stabil, banyak bangunan, banyak tumbuhan.
STA. 2+400 – 2+500	- Kondisi Stabil, banyak tumbuhan, terdapat bangunan di bawah.
STA. 2+500 – 2+600	- Kondisi Stabil, banyak bangunan, banyak tumbuhan.
STA. 2+600 – 2+700	- Sebagian terjadi kelongsoran, pada bagian lain sudah ada perbaikan.
STA. 2+700 – 2+800	- Kondisi Stabil, banyak bangunan rumah, terdapat banyak tumbuhan.
STA. 2+800 – 2+900	- Kondisi Stabil, banyak bangunan rumah, terdapat banyak tumbuhan.
STA. 2+900 – 3+000	- Sedang di lakukan perbaikan.
	- Kondisi Stabil, banyak bangunan rumah, terdapat banyak tumbuhan.
	- Kondisi Stabil, banyak bangunan rumah.

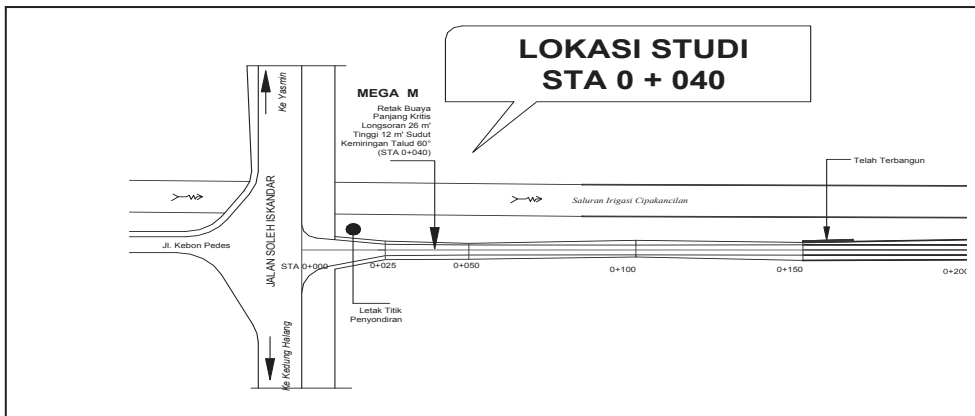
STA. 3+000 – 3+100	- Kondisi Stabil, banyak bangunan rumah, terdapat banyak tumbuhan.
STA. 3+100 – 3+200	- Kondisi Stabil, banyak bangunan rumah.
STA. 3+200 – 3+300	- Kondisi Stabil, banyak bangunan rumah. (Kawasan Stasiun Kereta Api Cilebut)
STA. 3+300 – 3+400	
STA. 3+400 – 3+500	

Sumber Hasil survey tgl, 02, Oktober 2005

Data untuk Sta. 0 + 040

Dari tabel diatas dapat diketahui titik-titik lokasi kelongsoran yang ada atau sudah dilakukan perbaikan. Dan dari beberapa titik tersebut salah satunya akan dilakukan analisis dalam tugas akhir ini.

Titik kelongsoran yang dianalisis yaitu pada Sta. 0+040, seperti gambar di bawah ini :



Gambar 7 Peta Situasi Lokasi Studi Pada Sta. 0 + 040

Data-data tanah yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

Data sondir

Pemeriksaan kekuatan tanah dengan alat sondir ini bertujuan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah. Hasil sondir ini dapat juga digunakan untuk memperkirakan konsistensi

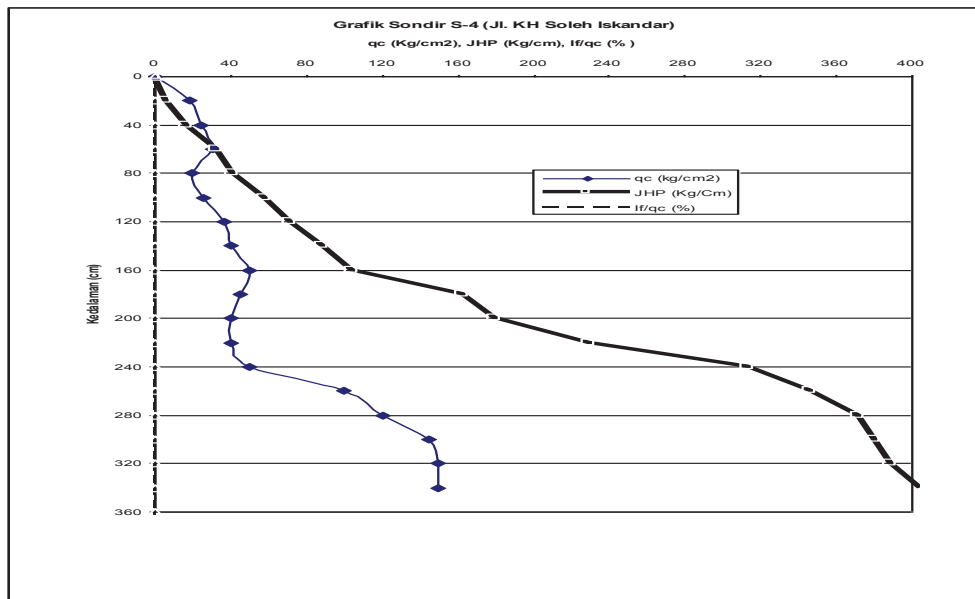
dan kepadatan suatu tanah. Percobaan ini menggunakan sondir menengah berkapasitas 1,5 ton, dengan pembacaan interval manometer setiap 20 cm. Penetrasi dihentikan setelah mendapatkan tanah keras dengan nilai konus > 150 kg/cm².

Berdasarkan hasil penyelidikan didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 10 Hasil pengujian sondir

Kedalaman	qc	JHP	If/qc
0	0	0,000	0,000
20	18	6,671	0,000
40	24	16,677	0,000
60	30	33,354	0,028
80	20	41,693	0,021
100	25	58,370	0,033
120	37	71,712	0,018
140	40	88,389	0,021
160	50	105,066	0,017
180	45	163,436	0,065
200	40	180,113	0,021
220	40	230,144	0,063
240	50	313,529	0,083
260	100	346,884	0,017
280	120	371,899	0,010
300	145	380,238	0,003
320	150	388,576	0,003
340	150	405,253	0,006

Sumber Dinas Bina Marga dan Pengairan Kota Bogor



Gambar 8 Grafik Hasil Pengujian Sondir

Data lapisan tanah

Berdasarkan hasil dari tahapan pengerjaan perhitungan parameter lapisan tanah secara konversi didapat data sebagai berikut :

Tabel 11 Lapisan Tanah Pada Sta. 0 + 040

Kedalaman (meter)	γ_d (KN/m ³)	ϕ (°)	C (KN/m ²)	Jenis Tanah
-1	15.5	32	0,00975	Pasir berlanau (lepas)
-2.40	18	39	0,021571	Pasir halus (padat)
-3.40	20	50	0,0665	Kerikil (padat)

Data beban

Data beban diperlukan untuk mengetahui beban yang bekerja pada permukaan lereng. Data beban tersebut didapat dari hasil perhitungan data lalulintas, yang terdiri dari :

Lalu lintas harian rata-rata

Data volume lalu lintas didapat dari hasil pengamatan lalu lintas pada ruas jalan Bogor – Cilebut. Data volume lalu lintas hasil pengamatan terdapat pada tabel di bawah ini:

Tabel 12 Volume Kendaraan Hasil Survey

No	Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan Rata - rata
1	Kendaraan Tak Bermotor	153,5
2	Sepeda motor	2506
3	Mobil penumpang	3380,5
4	Truk 2 As (sedang)	190
5	Bus Sedang	17,5
Jumlah Volume Kendaraan Rata-rata		24.247,5

Sumber Heriyanto, Tinjauan Keruntuhan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Wall, (Studi Kasus : Ruas Jalan Bogor – Cilebut), Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor, 2003.

Setelah di konversikan terhadap SMP maka hasilnya sebagai berikut :

Tabel. 13 Volume Kendaraan Hasil Konversi Dalam SMP

Jenis Kendaraan	Faktor Konversi	Volume Kendaraan	Volume Kendaraan Dalam SMP
Kendaraan Tak Bermotor	0	153.5	0
Sepeda motor	0.5	2506	1253
Mobil penumpang	1	3380.5	3380,5
Truk 2 As (sedang)	2.5	190	35
Bus Sedang	2	17.5	475
Jumlah Volume Kendaraan Dalam SMP			5143,5

Dari hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jalan yang berada di atas permukaan lereng tersebut termasuk kedalam jalan kelas IV, sehingga beban jalan yang diambil yaitu 8 ton.

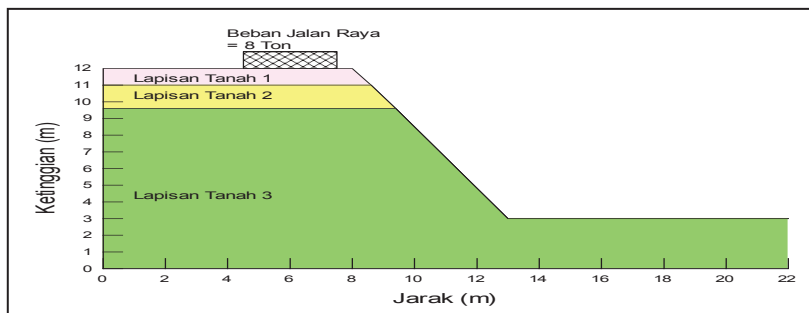
Data input untuk program Slope W

Dari seluruh data yang ada, maka di dapat data input untuk program SlopeW adalah sebagai berikut :

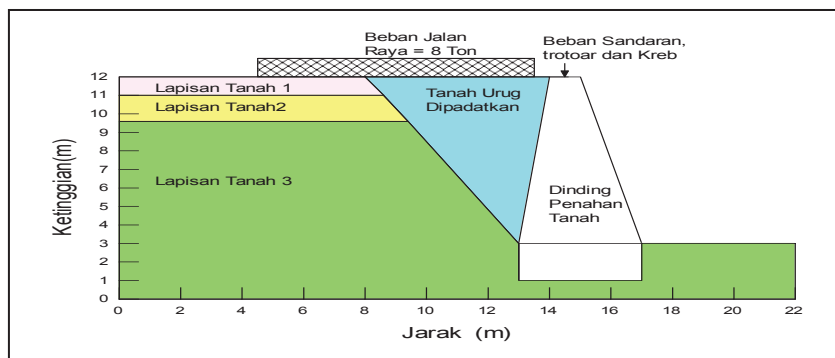
Tabel. 14 Data Input Program Slope W

Parameter	Nilai Yang Didapat	Satuan
Kontur Lereng :		
- Tinggi Lereng	12	Meter
- Lebar Jalan	3	Meter
- Lebar Perbaikan	5	Meter
- Sudut Kemiringan	60	Drajat
Lapisan Tanah		
1. Pasir Berlanau (lepas)	15,5	
- Berat Jenis (γ)	32	KN/m ³
- Sudut Geser Dalam (ϕ)	0,00975	Drajat
- Kohesi (C)		KN/m ³
2. Pasir Halus (padat)	18	KN/m ³
- Berat Jenis (γ)	39	Drajat
- Sudut Geser Dalam (ϕ)	0,021571	KN/m ³
- Kohesi (C)		
3. Kerikil	20	KN/m ³
- Berat Jenis (γ)	50	Drajat
- Sudut Geser Dalam ϕ	0,0665	KN/m ³
- Kohesi (C)		
Berat Jenis Tanah Timbunan (Padat)	19,61	KN/m ^{3*}
Berat Jenis Pas. Batu kali	21,57	KN/m ^{3#}
Beban Jalan Raya	24,51	KN/m ^{3*}
1. Berat Jenis Pek. Jalan Aspal	78,43	KN/m ¹
2. Beban Lalu lintas		
Beban Sandaran, Trotoar, Dan Kreb.		
1. Muatan Beban Trotoar	4,9	KN/m ^{2*}
2. Muatan Beban Kreb	4,9	KN*
3. Muatan Sandaran	0,98	KN/m ^{1*}

Secara visual data tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 9 Data input untuk Sta. 0+040 Sebelum Perbaikan



Gambar 10 Data input untuk Sta. 0+040 rencana perbaikan

Berdasarkan tabel diatas didapat kondisi lereng Bogor-Cilebut sebagai berikut :

Lereng stabil jika :

- 1) Sudah dilakukan perbaikan dan dinding penahan tanah berfungsi baik
- 2) Terdapat banyak tumbuhan dan bangunan pada sisi lereng.
- 3) Lereng tidak langsung bersinggungan dengan badan jalan raya
- 4) Kondisi drainase jalan berfungsi cukup baik.

Lereng tidak stabil jika :

- 1) Dinding penahan tanah tidak berfungsi dengan baik

- 2) Lereng langsung bersinggungan dengan badan jalan raya.
- 3) Kondisi drainase jalan tidak berfungsi dengan baik.

Berikut peta situasi kondisi global eksisting lereng Bogor-Cilebut :

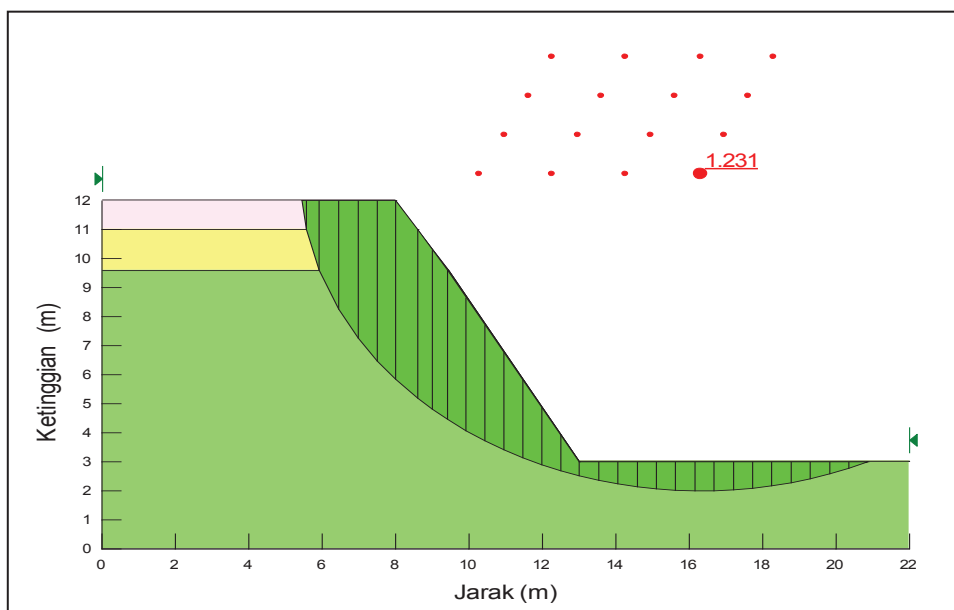
Perhitungan dan Analisis Stabilitas Lereng Sta. 0+040

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan Program Komputer Slope W didapat nilai Faktor Keamanan untuk masing-masing metode adalah sebagai berikut :

Lereng sebelum diperbaiki

Tabel. 15 Hasil Perhitungan Slope W Sebelum Perbaikan

Metode	Momen	Gaya
Ordinary	1.231	-
Bishop	1.617	-
Janbu	-	1.260
Spencer	1.918	1.918

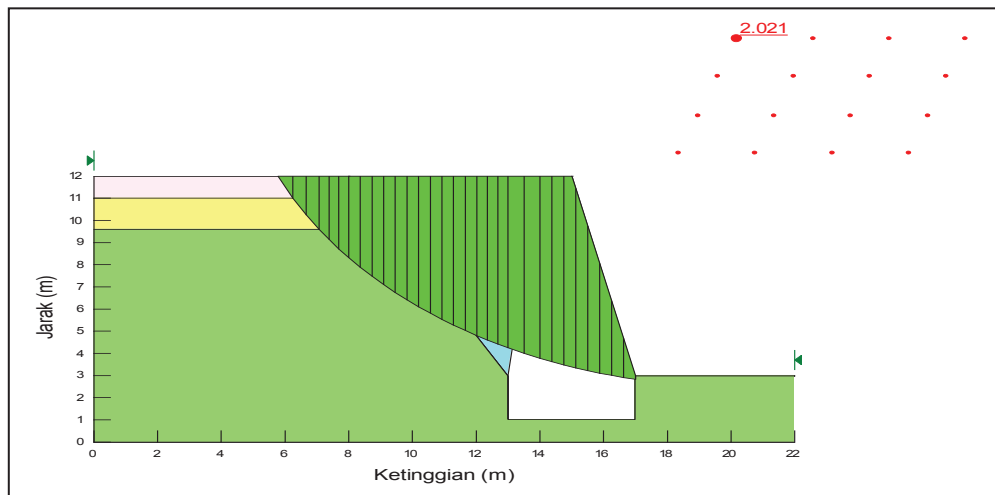


Gambar 11 Bidang keruntuhan sebelum perbaikan (FK terkecil)

Lereng rencana perbaikan

Tabel 16 Hasil Perhitungan Slope W Rencana Perbaikan

Metode	Momen	Gaya
Ordinary	2.021	-
Bishop	2.931	-
Janbu	-	2.695
Spencer	2.828	2.830



Gambar 12 Bidang keruntuhan rencana perbaikan (FK terkecil)

Berdasarkan tabel diatas data yang tersedia termasuk kategori besar, jika terjadi keruntuhan berbahaya bagi kehidupan atau property lain sehingga nilai Faktor Keamanan yang diperlukan adalah 2.

Dari hasil perhitungan sebelum dilakukan perbaikan nilai Faktor Keamanan yang didapat adalah 1,231, sedangkan setelah dibangun dinding penahan tanah didapat nilai Faktor Keamanan sebesar 2,021.

5.. PENUTUP

Kesimpulan

- 1) Pada lereng ruas jalan Bogor-Cilebut terdapat daerah yang stabil dan tidak stabil.
- 2) Adanya Tumbuhan, bangunan, dan lereng tidak langsung bersinggungan dengan badan jalan dapat meningkatkan kestabilan lereng.
- 3) Pembangunan dinding penahan tanah pada Sta 0 + 040 telah dapat memenuhi standar keamanan lereng yaitu didapat nilai Faktor Keamanan sebesar 2,021 atau > 2 .

Saran

- 1) Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, sebaiknya dilakukan tes laboratorium, yaitu untuk mendapatkan nilai γ , ϕ , dan C.
- 2) Perlu dilakukan analisis secara detail untuk lokasi-lokasi lain.

DAFTAR PUSTAKA

Abramson, L. W. Lee Y. S., Sharma S., and Boyce G. M., *Slope Stability and Stabilization Method*, John Wiley and Sons, Inc. New York, 1996.

Das, Braja M., *Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid II*, diterjemahkan oleh Noor Endah, Indra Surya B. Mochtar., Erlangga, Jakarta, 1994.

Heriyanto, *Tinjauan Keruntuhan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Wall, (Studi Kasus : Ruas Jalan Bogor – Cilebut)*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Pakuan Bogor 2003.

In situ Testing and Soil Properties Correlations, In Conjunction With International Conference on In Situ Measurement of Soil Properties and Case Histories Bali-Indonesia, May 21-24, 2001, Universitas Katolik Parahiyangan, 2001.

Joseph E. Bowles, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Erlangga, Jakarta, 1994.

KH. V. Sunggono, *Buku Teknik Sipil*, Nova, Bandung, 1995.

Modul Pelatihan Training Program Paket Slope W PT. Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur, Laboratorium Geoteknik – PPAU-IR, Institut Teknologi Bandung, 2002.

Peraturan Muatan Untuk Jembatan Jalan Raya No. 12/1970, Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1976.

Siswandi, Andi, S.T., *Analisis Kelongsoran Lereng Dan Penanggulangannya Di Jalur Kereta Api Ciganea KM 111+0/1*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, 2002.

Suryadharma, Hendra dan Susanto, Benidiktus, *Rekayasa Jalan Raya*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, 1999.

Sutan Sati M. Taib, *Buku Polyteknik*, Sumur Bandung, 1961.

Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Raya Antar Kota, Departemen Pekerjaan Umum No. 038/T/BM/1997.