

**ANALISIS STABILITAS LERENG BADAN JALAN DESA KAWENGEN
UNGARAN KABUPATEN SEMARANG**

**Ferens Miftahul Hudha¹, Pembimbing Utama Kusrin¹,
Pembimbing Anggota Diah Setyati Budiningrum²**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Semarang
Jl. Soekarno Hatta, Tlogosari, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

Email : ferenmifhud@gmail.com

ABSTRAK

Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial, yaitu dengan menghitung besarnya kekuatan geser untuk mempertahankan kestabilan lereng dan menghitung kekuatan geser yang menyebabkan kelongsoran. Penelitian ini menganalisis lereng yang terdapat pada badan jalan Desa Kawengen KM 5. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil contoh tanah dari lokasi titik yang ditentukan dan diuji di laboratorium tanah untuk dihitung memakai Metode Fellenius. Hasil analisis data secara manual (Metode Fellenius) didapat nilai keamanan (FK) longsor lereng yaitu sebesar 1,33 yang menunjukkan nilai keamanan di atas 1 dengan kriteria lereng stabil.

Kata kunci : stabilitas lereng, kelongsoran, metode fellenius

ABSTRACT

Slope stability analysis was carried out to determine the safety factor of the potential landslide area, namely by calculating the shear strength to maintain slope stability and calculating the shear strength that caused the slide. This study analyzes the slopes found on the road body of Kawengen Village KM 5. The method of data collection is done by taking soil samples from the specified point location and tested in the soil laboratory to be calculated using the Fellenius method. The results of manual data analysis (Fellinius method) obtained the safety value (FK) of slope failure, namely 1.33 which indicates a safety value above 1 with stable slope criteria.

Keywords : slope stability, slide, fellenius method

PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana transportasi yang sangat penting karena dengan adanya jalan daerah yang satu dengan daerah yang lain dapat terhubung dalam rangka pemenuhan kebutuhan ekonomi, sosial, budaya, dan hubungan politik suatu daerah. Kondisi keadaan jalan yang baik diperlukan untuk kelancaran kegiatan transportasi dan untuk mempercepat mobilisasi barang atau jasa secara aman dan nyaman. Untuk menjamin masyarakat agar jalan dapat memberikan pelayanan yang maksimal agar masyarakat merasa nyaman dalam melakukan semua kegiatan, maka selalu diusahakan peningkatan dan pemeliharaan jalan diberbagai titik jalan yang sudah mengalami kerusakan.

Tanah longsor adalah salah satu bencana alam yang paling sering terjadi pada daerah perbukitan di Desa Kawengen. Tanah longsor ini sering terjadi pada musim hujan yang disebabkan oleh adanya penambahan beban pada lereng, penggalian atau pemotongan kaki lereng, penggalian yang mempertajam kemiringan lereng, perubahan posisi muka air secara cepat, kenaikan tanah lateral oleh air, getaran atau gempa yang kadang menyokong kejadian tersebut.

Untuk menentukan metode perbaikan dan perkuatan lereng yang tepat, diperlukan suatu analisis stabilitas lereng. Analisis ini berguna untuk mendukung perancangan yang aman dan ekonomis dari lereng badan jalan Desa Kawengen. Untuk itu, pada lokasi ruas jalan perlu dilakukan analisis stabilitas lereng dan pengaruhnya terhadap badan jalan di sepanjang ruas jalan tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Metode Fellinius memberikan faktor aman yang relatif lebih rendah dari cara hitungan yang lebih teliti. Batas-batas nilai kesalahan dapat mencapai kira-kira 5% sampai 40% tergantung dari faktor aman, sudut pusat lingkaran yang dipilih, dan besarnya tekanan air pori, walaupun analisisnya ditinjau dalam tinjauan tegangan total, kesalahannya masih merupakan fungsi dari faktor aman dan sudut pusat dari lingkarannya (Whitman dan Baily, 1967)

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian pengembangan. Penelitian pengembangan adalah jenis penelitian skripsi yang dilakukan untuk memperbaiki praktik. Adapun metode yang dipakai dalam penelitian pengembangan, antara lain:

- Deskriptif, memperlihatkan kondisi lereng pada lokasi penelitian.
- Evaluatif, mengevaluasi proses uji coba sample tanah di laboratorium.
- Eksperimental, menguji hasil uji coba dalam pelaksanaan penanggulangan.

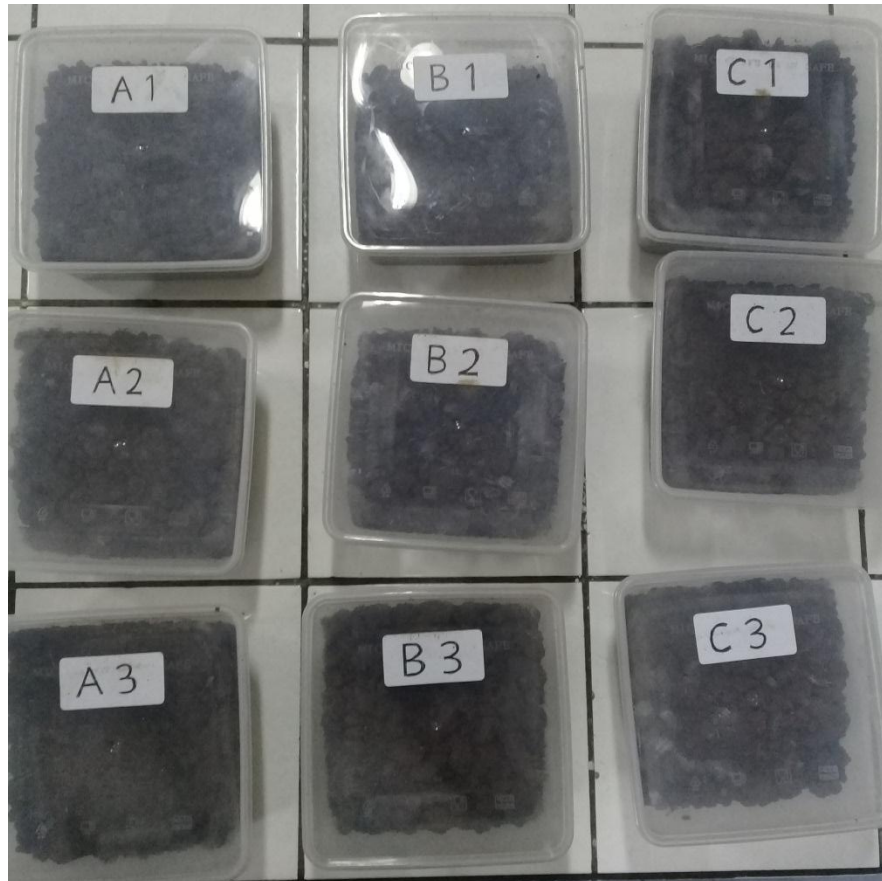
Teknik Analisa Data

1. Persiapan / studi literatur Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Secara Umum Studi Literatur adalah cara untuk menyelesaikan persoalan dengan menelusuri sumber-sumber tulisan yang pernah dibuat sebelumnya.
2. Pengambilan sample tanah di lokasi penelitian Desa Kawengan dengan titik yang sudah ditentukan pada lereng yang akan dianalisis stabilitas. Pengambilan sample tanah ada 3 titik masing-masing pada kedalaman 1 meter, 2 meter dan 3 meter. Kemudian sample tanah dimasukkan pada wadah yang sudah disiapkan untuk diuji di laboratorium.
3. Melakukan uji tanah di laboratorium pada sample tanah yang sudah diambil dari lokasi penelitian. Uji laboratorium antara lain berupa uji:
 - a) Uji Tanah Soil Properties
 - b) Direct Shear Test (D.S.T)
 - c (Kohesi)
 - ϕ (Sudut Geser dalam Tanah)
 - c) Sieve Analysis
 - d) Hidrometer
4. Pengolahan Data dari hasil uji laboratorium yang telah dilakukan untuk menghasilkan informasi. Informasi yang dibutuhkan untuk melanjutkan penelitian ke tahap selanjutnya.
5. Menghitung stabilitas lereng dengan metode Fellenius dari data yang sudah diolah sebelumnya. Tahap ini dilakukan secara manual dengan cara menggambar irisan dan memasukan angka kedalam table untuk dilakukan penghitungan.
6. Setelah didapatkan hasil nilai keamanan (FK) longsor lereng selanjutnya merencanakan dinding penahan batu kali sebagai penanggulangan longsor.
7. Kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan agar berguna untuk pembelajaran dan bisa dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

a. Pengambilan sample tanah

Sample tanah di ambil di lokasi penelitian yaitu Desa Kawengan dengan titik yang sudah ditentukan pada lereng yang akan dianalisis stabilitas. Pengambilan sample tanah ada 3 titik masing-masing pada kedalaman 1 meter, 2 meter dan 3 meter. Kemudian sample tanah dimasukan pada wadah yang sudah disiapkan untuk diuji di laboratorium.



Gambar 1.1 Sample Tanah

b. Uji Laboratorium

1. Uji Tanah Soil Properties

Tujuan percobaan ini adalah untuk mencari kadar air tanah (water content) = w.

NO	URAIAN	1 M	2 M	3 M
1	W	20,27 %	20,82 %	27,34 %
2	Gs	2.27	2.31	2.15
3	γ_b (gram / cm ³)	1,87	1,96	1,72
4	γ_d (gram / cm ³)	1,55	1,62	1,35
5	n (%)	31,52	26,75	37,03
6	e	0,24	0,21	0,27

Tabel 4.3 Hasil Kesimpulan Soil Test

2. Direct Shear Test

Tujuan percobaan ini adalah untuk menentukan sudut geser (ϕ) dan besar kohesi (c) dari tanah.

Sample tanah			Berat ring	F (cm ²)	Bacaan Dial	Tegangan Normal	Tegangan Geser
1 m	I	2,01	0,7	31,16	10	0,087	0,064
	II	6,03	0,7	31,16	15	0,216	0,096
	III	10,05	0,7	31,16	18	0,345	0,115
2 m	I	2,01	0,7	31,16	8	0,087	0,051
	II	6,03	0,7	31,16	13	0,216	0,083
	III	10,05	0,7	31,16	16	0,345	0,102
3 m	I	2,01	0,7	31,16	12	0,087	0,077
	II	6,03	0,7	31,16	16	0,216	0,102
	III	10,05	0,7	31,16	20	0,345	0,128

Tabel 4.4 Perhitungan Direct Shear Test

1. Dari hasil percobaan Direct Shear Test didapat untuk kedalaman 1 meter tanah mempunyai kohesi (c) = 0,037 kg/cm² dengan sudut geser (θ) = 17°.

2. Dari hasil percobaan Direct Shear Test didapat untuk kedalaman 2 meter tanah mempunyai kohesi (c) = 0,028 kg/cm² dengan sudut geser (θ) = 15°.

3. Dari hasil percobaan Direct Shear Test didapat untuk kedalaman 3 meter tanah mempunyai kohesi (c) = 0,047 kg/cm² dengan sudut geser (θ) = 19°

3. Sieve Analysis (Grain Size)

Tujuan percobaan ini adalah untuk menentukan gradasi dari butiran tanah.

NO	URAIAN	1 M	2 M	3 M
1	(n) = Kadar Lumpur (%)	86,79	86,55	79,27

Tabel 4.8 Hasil Kesimpulan Sieve Analysis

4. Hidrometer

Tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui butiran yang lolos lewat saringan no.200 (ϕ 0,074 mm) atau dengan kata lain untuk mengetahui prosentase kandungan lumpur yang di kandung oleh tanah.

NO	URAIAN	1 M	2 M	3 M
1	(n) = Kadar Lumpur (%)	78,56	81,33	85,79

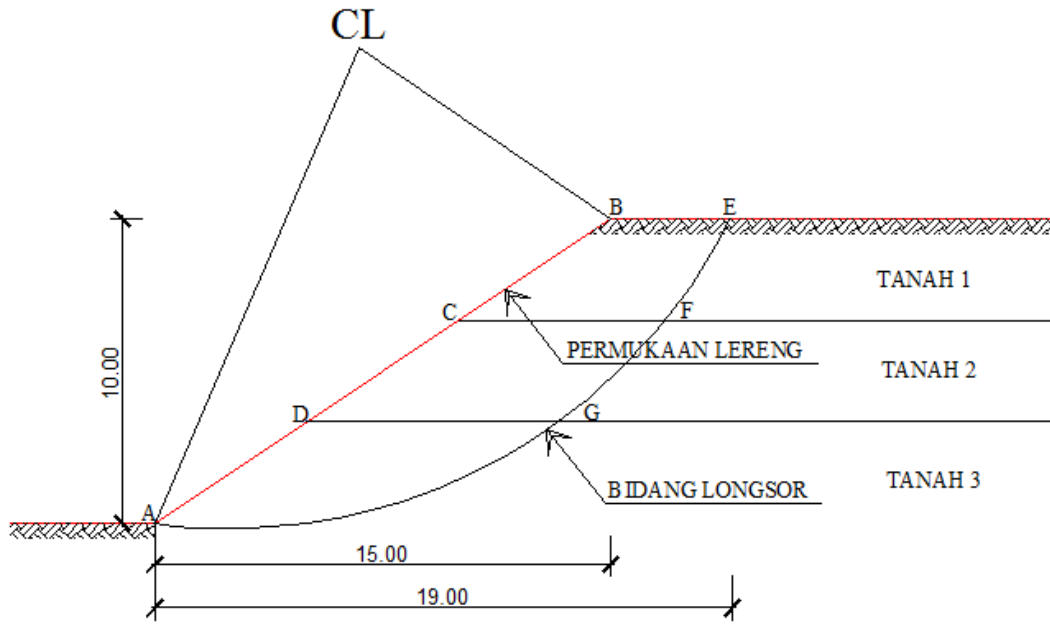
Tabel 4.12 Hasil Kesimpulan Hidrometer

c. Analisis Secara Manual

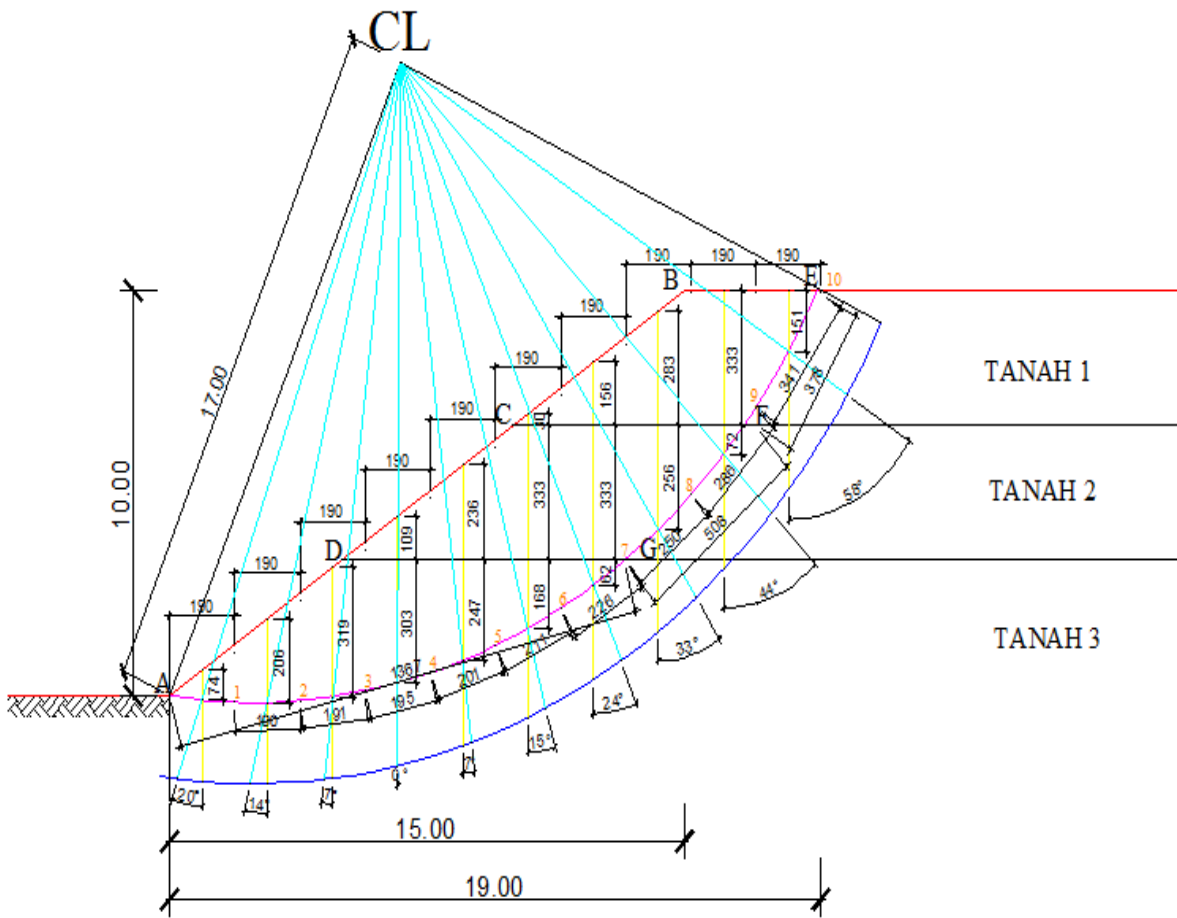
1. Perhitungan Faktor Keamanan (FK) Longsor Metode Fellenius

Analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan batas plastis (*limit plastic equilibrium*). Adapun maksud analisis stabilitas adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Dalam Tugas Akhir ini, dasar-dasar teori yang dipakai untuk menyelesaikan masalah tentang stabilitas longsor dan daya dukung tanah menggunakan Metode Fellenius.

Perhitungan Fk longsor Desa Kawengen adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Percobaan Fellenius (Fk Longoran)



Gambar 4.4 Metode Fellenius (Fk Longoran)

Hasil perhitungan Fk dengan metode Fellinius, sebagai berikut :
STABILITAS LERENG JALAN KAWENGEN - UNGARAN

Diketahui :	Jenis tanah 1	Jenis tanah 2	Jenis tanah 3
	Tanah lempung pasir	Tanah lempung pasir	Tanah lempung
Tinggi lereng : 10 m	$\gamma b1 = 17,5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma b2 = 16,4 \text{ kN/m}^3$	$\gamma b3 = 16,7 \text{ kN/m}^3$
Kemiringan lereng : 25,5 m	$c'1 = 37 \text{ kN/m}^2$	$c'2 = 28 \text{ kN/m}^2$	$c'3 = 47 \text{ kN/m}^2$
Lebar lereng : 15 m	$\phi'1 = 17^\circ$	$\phi'2 = 15^\circ$	$\phi'3 = 19^\circ$

No. irisan	b (m)	h1 (m)	h2 (m)	h3 (m)	i θ	W1 = $\gamma b h1$ (kN)	W2 = $\gamma b h2$ (kN)	W3 = $\gamma b h3$ (kN)	Wi = W1+W2+W3 (kN)	ti (m)	Wi sin i (kN) θ	Wi cos i (kN) θ	ui (kN)	ai (m)	Ui = ui x ai (kN)	Wi cos i - Ui (kN)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	1,90	-	-	0,74	-20	0,00	0,00	12,36	12,36	0,74	-1,00	11,61	7,25	0,92	6,67	4,94
2	1,90	-	-	2,06	-14	0,00	0,00	34,40	34,40	2,06	-5,31	33,37	20,18	0,92	18,56	14,81
3	1,90	-	-	3,19	-7	0,00	0,00	53,27	53,27	3,19	-19,84	52,87	31,26	0,93	29,07	23,8
4	1,90	-	1,09	3,03	4	0,00	17,87	50,60	68,47	4,12	42,59	68,47	40,37	0,95	38,35	30,12
5	1,90	-	2,36	2,47	7	0,00	38,70	41,25	79,95	4,83	85,87	79,35	47,33	0,98	46,38	32,97
6	1,90	0,30	3,33	1,68	15	5,25	54,61	28,05	87,91	5,31	143,25	84,91	52,04	1,04	54,12	30,79
7	1,90	1,56	3,33	0,62	24	27,3	54,61	10,35	92,26	5,51	153,18	84,28	53,99	1,12	60,46	23,82
8	1,90	2,83	2,56	-	33	49,52	41,98	0,00	91,5	5,39	147,23	76,73	52,82	1,25	66,02	10,71
9	1,90	3,33	0,72	-	44	58,27	11,81	0,00	70,08	4,05	122,57	50,41	39,69	1,49	54,66	-4,25
																167,71
10	1,90	1,51	-	-	58	26,42	0,00	0,00	26,42	1,51	58,16	14	14,79	2,09	30,78	-16,78
JUMLAH TOTAL											726,7	556			405,07	150,93

Panjang EF=	3.78	m																
Panjang FG=	5.08	m																
Panjang GA=	13.67	m																
$\sum c_i a_i =$	$(EF \times c1) + (FG \times c2) + (GA \times c3)$																	
	$= (3.78 \times 37) + (5.08 \times 28) + (13.67 \times 47)$																	
	$= 924.59$																	
$\phi =$	$(\sum 1-7 Wi \cos \theta_i - U_i \times \tan v^{\circ} + \sum 8 Wi \cos \theta_i - U_i \times \tan v^{\circ})$																	
	$= 167.71 \times \tan 17^\circ + 51.27 + - 5.77 - 16 \times \tan 19^\circ$																	
	$= 45.5$																	
faktor aman F =	$(\sum c_i a_i + \sum Wi \cos \theta_i - U_i \times \tan v^{\circ})$																	
	$\sum Wi \sin \theta_i$																	
	$= \frac{924.59 + 45.5}{726.7}$																	
	$= 1.33$																	

d. Perencanaan Dinding Penahan Sebagai Penanganan Longsor

Dari hasil analisa jenis tanah lereng jalan Desa Kawengen Ungaran telah didapatkan nilai faktor keamanannya, maka dalam penelitian ini dibutuhkan konstruksi untuk mencegah longsor di sekitar ruas jalan tersebut. Untuk penanganan ini penulis memilih menggunakan konstruksi dinding penahan tanah batu kali.

Konstruksi penanganan berjarak 1 meter dari badan jalan. Beban rencana adalah beban merata berupa beban kendaraan, yaitu beban "T" sebesar 10 ton (PPJR.SKBI.1.3.28.1987), beban manusia dan beban konstruksi jalan di atasnya. Muka air tanah diketemukan pada kedalaman 1 meter.

Perhitungan gaya-gaya menggunakan data sebagai berikut :

a. Lapisan tanah 1 : Lempung Berpasir

- $\gamma_1 = 17,5 \text{ kN/m}^3$
- $\theta_1 = 17^\circ$
- $c_1 = 37 \text{ kN/m}^2$

b. Lapisan tanah 1 : Lempung Berpasir

- $\gamma_1 = 16,4 \text{ kN/m}^3$
- $\theta_1 = 15^\circ$
- $c_1 = 28 \text{ kN/m}^2$

c. Lapisan tanah 1 : Lempung

- $\gamma_1 = 16,7 \text{ kN/m}^3$
- $\theta_1 = 19^\circ$
- $c_1 = 47 \text{ kN/m}^2$

Pembebanan q :

$$\text{Beban hidup kendaraan } ((100 \times 4) + (50 \times 2)) / (4 \times 6 \times 2) = 10,417 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Beban hidup manusia} = 0,1 \text{ kN/m}^2$$

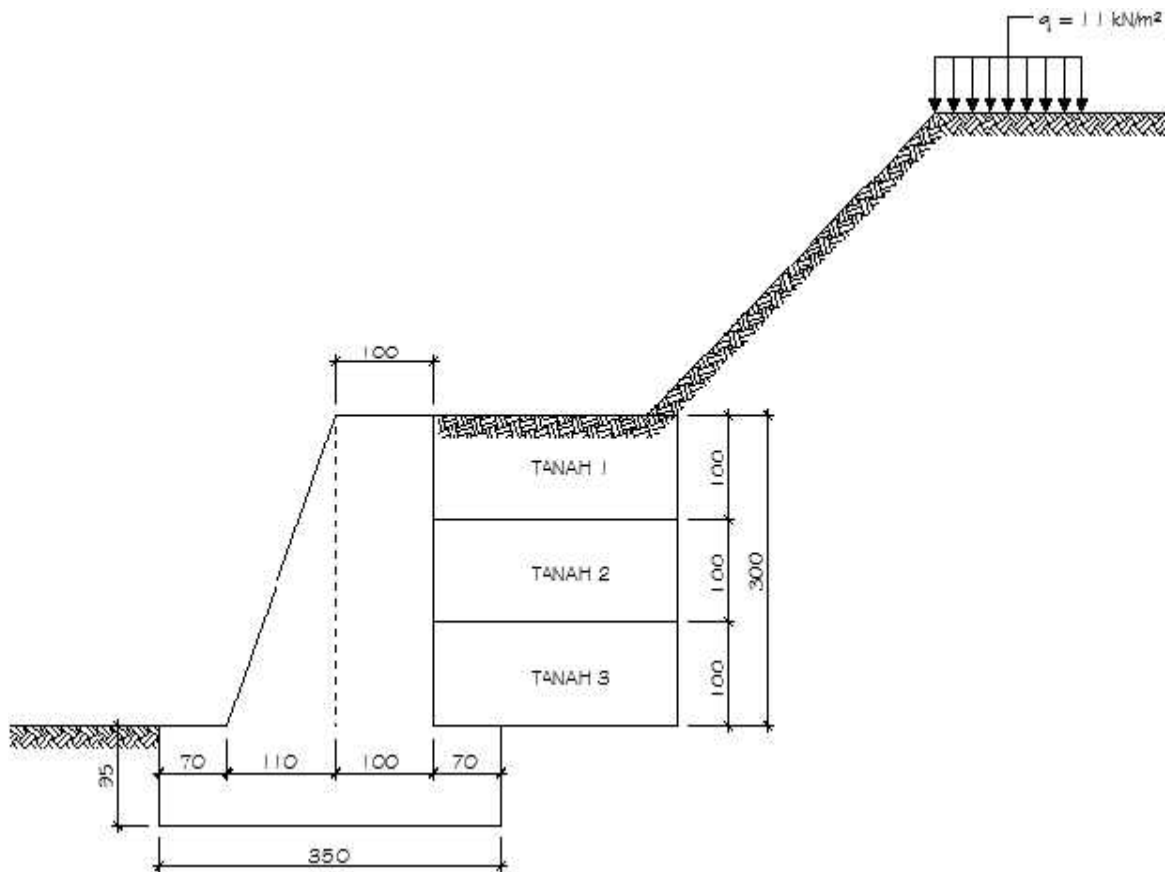
$$\text{Beban q total} = 10,517 \text{ dibulatkan} \\ 11,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma \text{ pasangan batu} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\sigma_{\text{ijin}} \text{ desak pasangan batu} = 1500 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{ijin}} \text{ tarik pasangan batu} = 300 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau \text{ geser pasangan batu} = 150 \text{ kN/m}^2$$



Besarnya gaya dan momen aktif pada pondasi :

No.	Tekanan Tanah Aktif	Lengan terhadap titik A (m)	Momen terhadap titik A (mKN)
1	9,349	$\frac{1}{2} h_1 + 2,95 \text{ m} = 3,45 \text{ m}$	32,254
2	-38,813	$\frac{1}{2} h_1 + 2,95 \text{ m} = 3,45 \text{ m}$	-133,905
3	7,473	$\frac{1}{3} h_1 + 2,95 \text{ m} = 3,28 \text{ m}$	24,511
4	8,437	$\frac{1}{2} h_2 + 1,95 = 2,45 \text{ m}$	20,671
5	-57,802	$\frac{1}{2} h_2 + 1,95 = 2,45 \text{ m}$	-141,612
6	13,423	$\frac{1}{2} h_2 + 1,95 = 2,45 \text{ m}$	32,886
7	6,289	$\frac{1}{3} h_2 + 1,95 = 2,28 \text{ m}$	14,339
8	17,901	$\frac{1}{2} h_3 = 0,975 \text{ m}$	17,454

9	- 164,325	$\frac{1}{2} h_3 = 0,975 \text{ m}$	-160,217
10	28,442	$\frac{1}{2} h_3 = 0,975 \text{ m}$	27,731
11	26,649	$\frac{1}{3} h_3 = 0,65 \text{ m}$	17,322
	$\sum Pa = -142,987 \text{ KN}$		$\sum Ma = -248,566 \text{ mKN}$

Besarnya gaya dan momen Pasif pada pondasi :

No.	Berat KN	Lengan terhadap titik A (m)	Momen terhadap titik A (mKN)
1	$1 \cdot 0,7 \cdot 17,5 = 12,25$	$3,5 - 0,35 = 3,15$	38,588
2	$1 \cdot 0,7 \cdot 16,4 = 11,48$	$3,5 - 0,35 = 3,15$	36,162
3	$1 \cdot 0,7 \cdot 16,7 = 11,69$	$3,5 - 0,35 = 3,15$	36,824
4	$1 \cdot 3 \cdot 20 = 60$	$3,5 - 1,2 = 2,3$	138,000
5	$\frac{1}{2} \cdot 1,1 \cdot 3 \cdot 20 = 33$	$3,5 - (\frac{1}{3} \cdot 1,1) - 1 - 0,7 = 1,43$	47,190
6	$0,95 \cdot 3,5 \cdot 20 = 66,5$	1,75	116,375
	$\sum V = 194,92 \text{ KN}$		$\sum Mp = 413,139 \text{ mKN}$

KESIMPULAN

Kenyataan yang ada di lapangan adalah terjadi kelongsoran pada lereng badan jalan. Melalui analisa data tanah serta analisa kestabilan lereng dengan Metode Fellenius serta dengan pengamatan secara langsung di lapangan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis tanah pada lokasi kajian adalah lempung berpasir (lapisan 1), lempung berpasir (lapisan 2), dan lempung (lapisan 3).
2. Kelongsoran disebabkan karena kurang kuatnya lapisan tanah pada badan jalan dengan beban lalu lintas yang ada, yang disertai tidak adanya perkuatan pada lereng jalan dan drainase untuk air hujan yang menjenuhkan permukaan lereng.
3. Hasil analisa secara manual (Metode Fellenius) didapat nilai keamanan (FK) longsor lereng yaitu sebesar 1,33 yang menunjukkan nilai keamanan di atas 1 dengan kriteria lereng stabil.
4. Perencanaan Dinding Penahan Tanah Batu Kali Sebagai Penanganan Longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahan-bahan Mata Kuliah atau Buku Ajar Mekanika Tanah 1 dan 2.
- Bahan-bahan Mata Kuliah atau Buku Ajar Rekayasa Pondasi 1 dan 2.
- Bahan-bahan Mata Kuliah atau Buku Ajar Stabilisasi Tanah.
- Balai Pengujian dan Informasi Konstruksi, Dinas Permukiman dan Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah.
- Das, Braja M, 1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M, 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Dirjen Bina Marga, 2007, *Petunjuk Teknis (Analisa Biaya dan Harga Satuan Pekerjaan Jalan)*, Pusat Informasi Bangunan, Semarang.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Djojonegoro, Wardiman, 1997, *Rekayasa Pondasi I (Konstruksi Penahan Tanah)*, Gunadarma, Jakarta.
- Djojonegoro, Wardiman, 1997, *Rekayasa Fundasi II (Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam)*, Gunadarma, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Perencanaan Penanggulangan Longsor*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah, Balai Pengujian dan Informasi Konstruksi, 2009, *Harga Satuan Pekerjaan Bahan dan Upah Pekerjaan Konstruksi Provinsi Jawa Tengah Kabupaten Cilacap Edisi Maret*, Pusat Informasi Bangunan, Semarang.
- Dharmawansyah, 2011, ALTERNATIF PERKUATAN LERENG PADA RUAS JALAN TRENGGALEK-PONOROGO KM 23 +650, Teknik Sipil FTSP – ITS, Ponorogo.
- Konstruksi, 2009, *Harga Satuan Pekerjaan Bahan dan Upah Pekerjaan Konstruksi Provinsi Jawa Tengah Kabupaten Cilacap Edisi Maret*, Pusat Informasi Bangunan, Semarang.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2006, *Teknik Pondasi 1*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2007, *Mekanika Tanah 2*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Hendra, 2010, Stabilisasi tanah lempung dengan abu terbang dan kapur, wahana teknik sipil, Jogjakarta.
- Jawa Tengah, 2008, *Analisa Biaya dan Harga Satuan Pekerjaan Jalan Kota Semarang* / Kh, V Sunggono, 1995, *Buku Teknik Sipil*, Nova, Bandung.
- Rachman Sobarna, 2011, Penyelidikan Stabilitas Lereng pada Jalur Jalan Krui_liwa, Kabupaten Lima, Provinsi Lampung.
- Roesyanto, 2009, ANALISIS STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN PERKUATAN GEOGRID, Teknik Sipil, USU Medan.
- SUSI, 2009, PROGRAM ANALISIS STABILITAS LERENG, SLOPE STABILITY ANALYSIS PROGRAM, Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Sutikno, 2012, *Stabilisasi tanah ekspansif dengan penambahan kapur aplikasi pada pekerjaan timbunan*, Jogjakarta.
- Tjokorda, 2010, ANALISIS STABILITAS LERENG PADA BADAN JALAN DAN PERENCANAAN PERKUATAN DINDING PENAHAN TANAH, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.