

Perbandingan Analisa Perkuatan Lareng dengan Jangkar: Program dan Manual

K. Wawan¹ and G.L. Wilham²

¹Lecture at The Department of Civil Engineering, National Institute of Science and Technology (ISTN), Jakarta, Indonesia

²Finite Element Lecture at The Department of Civil Engineering,

Postgraduate Program, National Institute of Science and Technology (ISTN), Jakarta, Indonesia

dan Senior Geotechnical Engineer, AECOM Indonesia

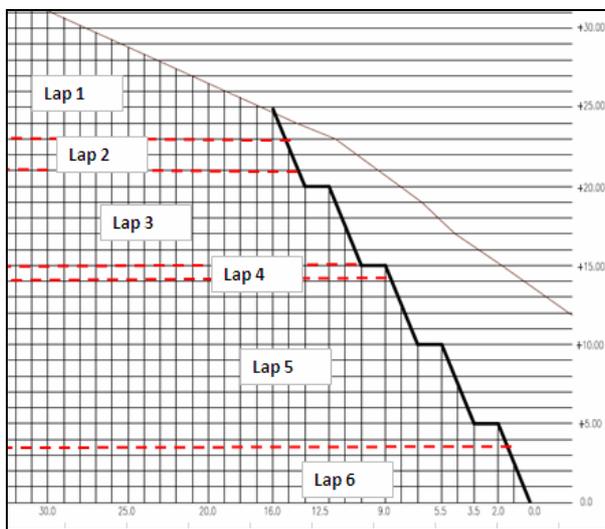
E-mail: wilham.george@gmail.com¹, wilham.loehenapessy@aecom.com¹, wawankuswaya@yahoo.com²

ABSTRACT: Dalam kegiatan pelaksanaan pekejaan dilapangan ada hal-hal yang dapat memberikan kelancaran dalam pelaksanaan yaitu pengetahuan praktis yang di lakukan perhitungan secara manual di bantu dengan program excel untuk dapat mendampingi perhitungan dengan Software (Program Computer) Slide3D. Pada kasus ini dicoba melakukan kajian kestabilan lereng dilakukan perkuatan dengan jangkar,dalam kajiannya tahap awal dilakukan analisa dengan program oleh perencana, kemudian dilakukan analisa dengan cara Fellenius dengan bidang longsor yang dihasilkan dari perhitungan program kondisi statis dan gempa. Dari hasil analisa di peroleh hampir dekat antara hasil program software (Rocscience's SLIDE) dan manual (Microsoft Excel), untuk kondisi statis: SFsoftware = 1,728 (Fillenius) dan 1,339 (Bishop dan GLE), sedangkan SF untuk hitungan manual, SFmanual = 1,450. Untuk kondisi dinamis, SFsoftware-DYN = 0.861 (Fillenius) dan 0,998 dan 0.999 (Bishop dan GLE), sedangkan SF untuk hitungan manual, SFmanual-DYN = 1.036. Sementara, besar gaya jangkar untuuk mencapai harga safety factor, SFsoftware-DYN = 1,095 (Fillenius) dan 1.125 (Bishop) dengan kondisi dinamis gaya jangkar (software dan manual) adalah sebesar 15 ton. Telah dibandingkan pula hasil analisa 2D dan 3D.

Keywords: Jangkar, Limit Equilibrium, Safety Factor (Faktor Keamanan), Kestabilan Lereng

1. PENDAHULUAN

Analisa pekuatan lereng ini di dasarnya atas hasil analisa yang telah dilakukan oleh kami dengan penyelidikan Tanah oleh Tarumenegara Bumiayasa dan Jurusan Teknik Sipil Universitas Cendrawasih. Analisa ke satabilan lereng atas pendekatan data hasil uji Tanah oleh Tarumenegara Bumiayasa dan hasil uji tanah Jurusan Sipil universitas local, dengan model lereng seperti gambar dibawah ini, kimiringan lereng berkisar atas perbandingan H = 2 dan V = 5. (Gambar 1).



Gambar 1. Potongan Lereng Sebagai Dasar Analisa Kestabilan

2. DATA TANAH DALAM ANALISA KESTABILAN

Data lapisan tanah yang menjadi data analisa kestabilan lereng di dekati hasil penyelidikan pada kaki lereng dengan sebaran nilai parameter tanah adalah seperti pada Tabel 1 dan Gambar 2

3. HASIL ANALISA PROGRAM DAN GAMBAR BIDANG LONGSOR

Hasil analisa kestabilan lereng dengan bantuan Program dengan dua (2) kali analisa kestabilan, nilai kestabilannya di peroleh nilainya Dari hasil analisa di peroleh hampir dekat antara hasil program software (Rocscience's SLIDE) dan manual (Microsoft Excel), untuk kondisi statis: SF_{software} = 1,728 (Fillenius) dan 1,339 (Bishop dan GLE), sedangkan SF untuk hitungan manual, SF_{manual} = 1,450. Letak

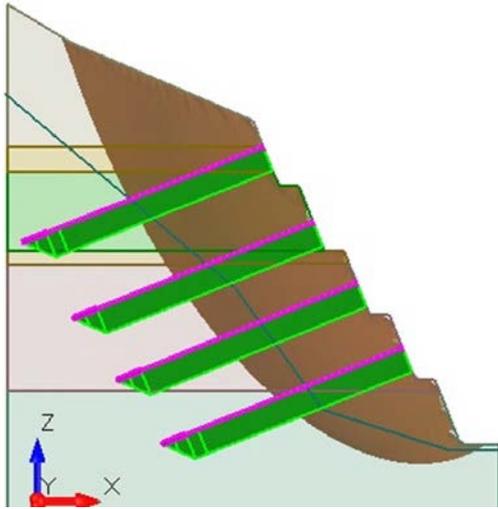
bidang longsor dari analisa ini seperti gambar dibawah ini dengan bidang longsor terjadi pada lereng.

Table 1 Resume Data Lapisan Tanah

Lapis	Tebal (m)	Berat isi	Sudut ges	Kohesi	Level
		T/m ³	dalam	t/m ³	
1	Sesuai gambar	1.62	14°	1.750	Sesuai gambar
2	2.00	1.68	38°	1.610	+(21-23)
3	5.80	1.68	36°	2.078	+(15.2-21)
4	1.00	1.72	39°	2.152	+(14.2-15.2)
5	10.60	1.68	33°	4.865	+(4.6-14.2)
6	12.40	1.68	32°	6.034	-7.8 s- +4.6

DEPTH m	TERAL LAPISAN m	JENIS TANAH	NILAI SPT				NILAI SPT RATA-RATA	PROFIL	
			depth	N1	N2	N3			N4
0.00		Top soil	0.00	-	-	-	0		
0.00-2.00	2.00	Top soil pasir, lanauan, coklat kemerahan, sangat lunak	2.00	6	7	9	16		
2.00-7.80	5.80	Batuhan dasar berkekar terisi tanah lembab dan kering, (batu pasir lanauan, berkerak-kerakal bercampur boulder, berkekar terisi tanah lembab, pada kekar terdapat selipan pasir, Lepas-agak padat (didapati rongga antara boulder)	4.00	7	5	6	11	13	
			6.00	9	8	8	16		
			7.80-8.80	1.00	Batuhan dasar berkekar terisi tanah kering, (boulder, batu pasir lanauan) agak padat-padat	8.00	13		
9.00-19.60	10.60	batuahan dasar berkekar terisi tanah lembab berselingan batuan dasar berkekar terisi tanah kering bercampur selipan pasir berkerak-kerakal-boulder) agak lepas-agak padat	10.00	9	8	11	14	15	
			12.00	9	8	7	15		
			14.00	9	9	8	17		
			16.00	8	7	6	13		
			18.00	9	8	7	15		
19.60-32.00	12.40	batuahan dasar berkekar terisi tanah lembab berselingan batuan dasar berkekar terisi tanah kering bercampur selipan pasir berkerak-kerakal) agak lepas-agak padat	20.00	9	11	10	21	16	
			22.00	8	7	6	13		
			24.00	8	7	7	14		
			26.00	9	8	7	15		
			28.00	6	6	8	14		
			30.00	7	7	7	14		
			32.00	9	11	12	23		
32.00-50.00	18.00	Batuhan dasar berkekar terisi tanah kering, berselingan batuan dasar berkekar terisi tanah lembab bercampur sedikit selipan pasir lanauan, berkerak-kerakal, (batu pasir lanauan sedikit lempung) agak lepas-agak padat	34.00	10	11	11	22	21	
			36.00	8	9	10	19		
			38.00	9	9	11	20		
			40.00	9	8	9	17		
			42.00	8	10	11	21		
			44.00	7	9	11	20		
			46.00	8	10	12	22		
			48.00	10	13	13	26		
50.00	11	12	13	25					

Gambar 2 Hasil Uji Bor (Borelog) dan Nilai SPT



Gambar 3. Bidang Kelongsoran Yang mendapatkan SF Terendah Hasil Analisa (Lihat Appendix A)

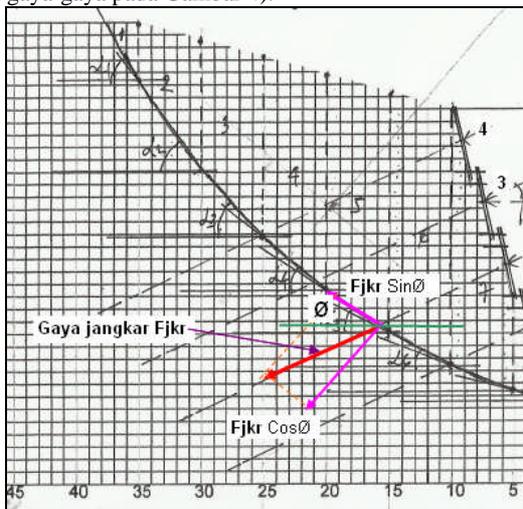
Melihat nilai kestabilan hasil hitungan ke dua ini sebesar SFsoftware_DYN = 0,875 dengan gempa, suatu nilai yang dirasa terlalu kecil membuat kekhawatiran sehingga perlu di lakukan perbaikan lereng sedemikian sehingga nilai kestabilan di rasa cukup (bisa naik).

4. ANALISA PERKUATAN LERENG

Dalam menganalisa perkuatan lereng ini adalah untuk meningkatkan tahanan atau perlawanan terhadap longsor sehingga nilainya dirasa cukup, dasarkan analisa mengacu pada rumus ke stabilan lereng seperti dibawah ini.

$$SF = \frac{C * L + \sum W * Cos\alpha * \tan\phi}{\sum W * Sin\alpha} \tag{1}$$

Melihat rumus diatas perlawanan longsor adalah sebesar, C*L + W*Cosα*tanφ, dari elemen rumus ini kami memilih meningkatkan nilai W yaitu nilai yang diperoleh dengan melakukan penjangkaran yang membuat sudut sedemikian sehingga arah gaya menjadi perlawanan longsor dengan rumus Fjkr*Sin Ø + Fjkr*Cos Ø*Tanφ (sketsa gaya-gaya pada Gambar 4).

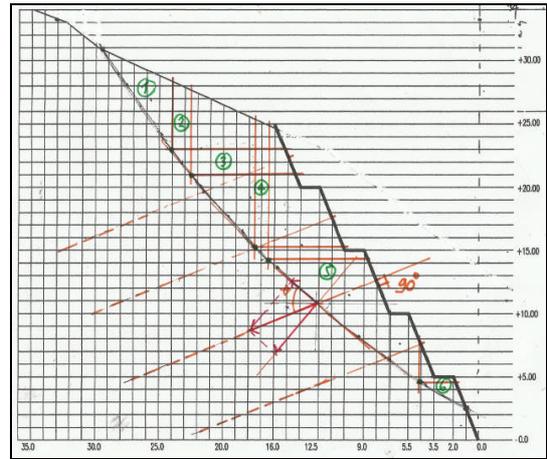


Gambar 4. Gaya-gaya sistim penjangkaran.

4.1 Pendekatan Bidang Longsor Sebagai Dasar Analisa

Untuk melakukan analisa ini maka perlu membuat gambar pendekatan dengan bidang longsor seperti pada hasil analisa diatas

yaitu Gambar 2 dan kami peroleh seperti gambar pendekatannya dibawah ini (Gambar 5).



Gambar 5. Pendekatan Bidang Longsor Sebagai Dasar Analisa

4.2 Pembagian Vias* dan Data-data Analisa

Dari gambar bidang longsor di atas selanjutnya melakukan pembagian Vias dan mendapatkan data-data sebagai dasar analisa. Bidang longsor akan di bagi menjadi 6 vias, vias No 1 paling atas dan vias No 6 paling bawah, kemudian setiap vias di hitung beratnya sesuai dengan berat isi masing-masing lapisan (γ t/m³) dan di ukur nilai α (sudut kemiringan bidang longsor setiap vias) serta panjang bidang longsor (L), hasil dari perhitungan di peroleh serti pada table dibawah ini.

Tabel 2 Berat dan Sudut kelongsoran setiap Vias.(Slice)

No	Wi (ton)	α °	L (m)
1	23.612	54.81	10.00
2	14.670	53.13	2.60
3	68.120	49.24	8.00
4	15.860	45.00	1.50
5	151.320	38.60	16.00
6	7.661	30.76	4.400

4.3 Analisa Kestabilan

Atas nilai berat dan sudut kelongsoran pada table diatas dan nilai parameter kekutan geser tanah sesuai dengan data lapisan tanah (kohesi C t/m² dan sudut geser φ °), maka dapat di hitung nilai ketsabilan seperti dengan sistim table dibawah ini.

Tabel 3 Komponen Kestabilan Lereng

No.	C*L (ton)	W*sinα (ton)	W*cosα*tanφ (ton)
1	17.500	19.291	3.386
2	4.186	11.736	6.874
3	16.627	51.567	32.339
4	3.227	11.213	9.083
5	77.847	94.423	76.797
6	26.549	3.861	4.137
Jumlah	145.936	192.091	132.616

* Vias = Slice

Dari table diatas maka dapat di hitung nilai kestabilan lereng dari bidang longsor pendekatan di atas tanpa beban gempa yang nilainya adalah sebesar.

$$SF = \frac{145,963 + 132.616}{192.091} = 1,450$$

(lebih besar dari hasil program computer SF = 1,301)

Melihat nilai FS = 1,45 diatas lereng cukup aman, namun jika bidang longsor ini di kenakan beban gempa dengan kegempaan 0,2* W (20% dari berat, W), maka akan di peroleh SF menjadi sangat kecil dengan gempa ini akan menambah gaya pelongsor seperti pada Table 4 dibawah ini.

Tabel 4 Gaya Pelongsor Akibat Gempa.

0.2*W	0.28W*Cosa	0.2*W*sina	0.2*W*cosa*tanφ
4.72	2.720	3.860	3.860
2.93	1.760	2.350	2.350
13.62	8.900	10.310	10.320
3.17	2.240	2.240	2.240
30.26	23.670	18.880	18.890
1.53	1.320	0.770	0.770
40.610	38.420	38.430	

Besar keamanan longsor akaibar gempa ini menjadi seperti rumus di bawah ini

$$SF = \frac{145,963 + 132.616}{192.091 + 38,42 + 38,43} = 1,036$$

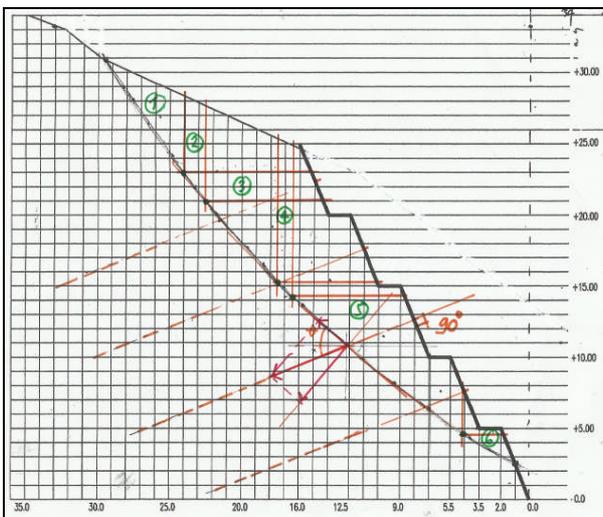
(sedikit lebih besar dari SF=0.998) .

Nilai SF = 1,036 suatu suatu nilai yang sangat kecil perlu di lakukan perbaikan dengan minimal SF menjadi 1,25 dan sehingga penambahan gaya untuk menahan kelongsoran adalah sebesar :
 Tambahan Gaya = 1,25*(192.091+38.433+38.418) - (132.616+145,963)

$$= 57,624 \text{ ton.}$$

4.4 Perkuatan Dengan Sistim Jangkar.

Prinsip Pekuatan dengan sistim jangkar adalah seperti sket gambar di bawah ini.



Gambar 6 Sket gaya-gaya pada sistim Jangkar.

Gaya penahan yang di timbulkan oleh sistim penjangkaran sesuai dengan sket gambar di atas dimana kemiringan penjangkaran adalah adalah tegak lurus bidang lereng galian,

maka besarnya gaya penahannya seperti dari penjumlahan dibawah ini.

$$F_{\text{penahan}} = \sum(F_{jkr} \sin\theta + F_{jkr} \cdot \cos\theta \cdot \tan\phi) \quad (2)$$

Dengan memasukkan nilai gaya Fjkr secara coba-coba seperti pada table dibawah ini, maka di peroleh nilai Fjkr adalah sebesar 15 ton.

Tabel 5 Perhitungan Gaya-gaya Penahan dari Sistim Jangkar Dalam Ton.

No.	Ø	sin Ø	cos Ø	Fjkr*sinØ	Fjkr*cosØ*tanφ
1	73	0.956	0.292	14.34	3.5458
2	68	0.927	0.375	13.905	4.556
3	63	0.891	0.454	13.365	4.42
4	59	0.857	0.515	12.855	5.014
				54.465	17.537
Total :					72.002

Nilai tambahan gaya penahan dari sistim penjangkaran adalah 57,624 ton yang membuat sedemikian sehingga nilai SF menjadi 1,25 dari yang sebelumnya 1,036.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan terlihat bahwa perbedaan nilai factor keamanan (SF) antara hasil software dan analisa manual mendekati (Tabel 6), yaitu:

1. Kondisi statis SF_{software} = 1,339 (Bishop 2D), hitungan manual 1,450
2. Kondisi dinamis SF_{software} = 0. 861 (Bishop 2D) hitungan manual 1,036.
3. Besar gaya jangkar untuuk mencapai SF_{manual} = 1,25 dalam kondisi dinamis besar gaya jangkar manual 15 ton , gaya ini sama dengan dari Software, 15 ton, namun SF_{software} = 1.095 (Fillenius) dan 1.125 (Bishop).
- 4.

Tabel 6 Summary Hasil Perhitungan

	SFAnalisa Manual Fillenius (Excel)	SF Analisa Program Komputer			SF Syarat	Gaya Jangkar
		Fillenius 2D	Bishop 2D,3D	GLE 2D, 3D		
Tanpa Jangkar						
Static	1.45	1.728	1.339 1.488	1.339 1.446	1.5	-
Gempa	1.036	0.860	0.875 0.998	0.873 0.999	1.0	-
Dengan Jangkar						
Static	1.825	1.71	1.729 1.811	1.731 1.800	1.5	15
Gempa	1.25	1.095	1.155 1.125	1.146 1.126	1.0	15

6. REFERENSI

- RocNews (Spring 2017) "Slide3 - Introducing 3D Limit Equilibrium Slope Stability Analysis , Rocscience, Toronto, Canada"
 technology.pitt.edu (2013) "Microsoft Excel 2013 Fundamentals Workshop"

APPENDIX A: Hasil Perhitungan SLIDE3D (Rocscience)

