

PENANGANAN LONSORAN BADAN JALAN PADA RUAS ENAROTALI – WAGHETE (STA 8 + 845)

Mamik Wantoro, ST., MT¹

¹ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Universitas Yapisa Papua
Jl. Dr. Sam Ratulangi No. 11 Dok V Atas, Tlp (0967)534012, 550355, Jayapura

^{1*} mam_wanto@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini berisi tentang stabilitas tanah dan penanggulangan pada ruas jalan enarotali – waghete STA 8 + 845 Propinsi Papua Pegunungan, Kabupaten Enarotali. Bentang alam pada ruas jalan enarotali - waghete merupakan daerah topografi punggung yang curam sehingga sangat berpotensi longsor. Jalan ini merupakan jalan nasional yang menghubungkan antara kota Paniai – Waghete dan termasuk jalan kelas I yang dibangun untuk menghubungkan antar kabupaten, sehingga sangat menunjang pertumbuhan ekonomi di daerah Paniai dan sekitarnya. Jalan ini melintasi perbukitan yang mengandung lapisan lempung pasir yang berwarna coklat dan bersifat sangat lepas. Longsoran yang terjadi di badan jalan pada ruas enarotali – waghete sejumlah 9 titik longsoran di tahun 2023. Penelitian ini menganalisa nilai faktor keamanan pada badan jalan yang telah mengalami longsor yang dikarenakan telah terjadi pergerakan tanah pada lerengnya yang mengakibatkan tidak stabilnya lereng tersebut. Untuk perhitungan stabilitas lereng dianalisa secara manual dengan menggunakan metode Bishop. Dari hasil analisa dan perhitungan diketahui bahwa bidang gelincir yang terjadi pada kedalaman -9,0 m dari permukaan jalan. Untuk menangani hal tersebut dicoba alternatif penanganan berupa perkuatan dengan bore pile dengan jarak 2 m dan 2.75 m terhadap arah melintang sehingga memotong bidang gelincir sepanjang badan jalan yang longsor dan dikombinasikan dengan perkuatan dinding kantilever. Hasil analisis menunjukkan bahwa perkuatan longsoran berupa bored pile dengan diameter 0.4 m yang diletakkan pada bagian depan, belakang pada daerah yang mengalami longsoran dengan kedalaman 6 m yang dikombinasikan dengan dinding kantilever setinggi 1.5m dengan ketebalan 0.3 m adalah penanganan yang memiliki peningkatan nilai faktor keamanan sangat besar, dimana faktor keamanan dari kondisi eksisting yang semula sebesar 0.875 menjadi factor keamanan stabilitas terhadap geser 2.164, stabilitas terhadap guling 3.551 dan stabilitas terhadap daya dukung 3.175.

Kata kunci : longsoran, stabilitas lereng, metode Bishop, dinding kantilever, bored pile.

ABSTRACT

This research contains soil stability and countermeasures on the Enarotali – Waghete STA 8 + 845 Papua Mountains Province, Enarotali Regency. The landscape on the Enarotali - Waghete road section is an area of steep ridge topography so it has the potential for landslides. This road is a national road that connects the cities of Paniai - Waghete and is a class I road built to connect between districts, so it really supports economic growth in the Paniai area and its surroundings. This road crosses hills which contain layers of brown sandy clay and are very loose. There were 9 landslides that occurred on the road body on the Enarotali - Waghete section in 2023. This research analyzes the value of the safety factor on the road body that has experienced a landslide due to land movement on the slope which resulted in the slope being unstable. To calculate slope stability, it was analyzed manually using the Bishop method. From the results of analysis and calculations it is known that the slip area occurred at a depth of -9.0 m from the road surface. To deal with this, an alternative treatment was tried in the form of strengthening with bore piles at a distance of 2 m and 2.75 m in the transverse direction so as to cut the slip area along the collapsed road body and combined with cantilever wall reinforcement. The results of the analysis show that strengthening the landslide in the form of bored piles with a diameter of 0.4 m placed at the front and back of the area that experienced the landslide with a depth of 6 m combined with a cantilever wall 1.5 m high with a thickness of 0.3 m is a treatment that has greatly increased the value of the safety factor. large, where the safety factor from the existing condition which was originally 0.875 became a safety factor for stability against sliding of 2.164, stability against overturning of 3.551 and stability for bearing capacity of 3.175.

Keywords: landslides, slope stability, Bishop method, cantilever walls, bored pile

1. PENDAHULUAN

Longsor merupakan salah satu bencana alam yang umumnya terjadi di wilayah pegunungan atau daerah perbukitan, terutama disaat musim hujan sehingga dapat mengakibatkan kerugian harta benda maupun korban jiwa. Peristiwa longsor dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasi yang sering terjadi pada lereng-lereng alam atau buatan. Longsor terjadi karena proses alami dalam perubahan struktur muka bumi, yakni adanya gangguan kestabilan pada tanah atau batuan penyusun lereng. Meskipun longsor merupakan gejala fisik alami, namun beberapa hasil aktivitas manusia yang tidak terkendali dalam mengeksploitasi alam juga dapat menjadi faktor penyebab ketidak stabilan lereng yang dapat mengakibatkan terjadinya longsor. Disamping itu perubahan penggunaan lahan yang tidak

sesuai dapat mengakibatkan risiko rawan longsor semakin besar. Beberapa faktor aktivitas manusia yang dapat menyebabkan tanah longsor antara lain pemotongan lereng/penggalian tebing, drainase, konstruksi bangunan dan kepadatan penduduk. Peristiwa tanah longsor (landslides) atau dikenal sebagai gerakan massa tanah (soil mass movement), batuan (rock) atau kombinasinya, type longsor ada 6 yaitu runtuh, jungkiran, gelinciran, gerakan lateral, aliran dan majemuk

Ruas jalan Enarotali - Waghete merupakan jalan nasional yang berada di kabupaten Waghete Propinsi Papua Pegunungan. Sebagian besar wilayah pada ruas jalan ini terdiri dari lereng yang curam, menciptakan tantangan ekstra dalam menjaga kestabilan lereng. Daerah ini menampilkan perbedaan ketinggian yang signifikan, dari puncak pegunungan hingga lembah yang dalam. Variasi ini dapat memengaruhi distribusi tekanan tanah dan memperumit perencanaan dimensi dinding penahan tanah. Tipe tanah yang beragam mulai dari lempung hingga tanah berbatu, menambah tingkat kompleksitas dalam menentukan dimensi dinding penahan tanah yang optimal. Salah satu titik pada ruas jalan Enarotali – Waghete STA 8 + 845 mengalami kelongsoran saat musim hujan seperti yang terlihat pada Gambar disamping.



Problem longsor yang mengganggu jalan nasional ruas Enarotali – Waghete di Provinsi Papua Pegunungan sudah berlangsung sejak tahun 2022. Lokasi longsor tepatnya berada di ruas jalan enarotali – waghete STA.8 + 845 dari Paniai. Jenis longsorannya adalah gelinciran (rotasi) dengan lereng sedang sampai curam 30° - 60° , tata guna lahan di bagian atas merupakan hutan dengan aneka pohon heterogen. Panjang Longsor adalah 10 meter membentang dari barat dengan ketinggian lereng bawah 4 meter dan di tengah mencapai 10 meter.

Mengingat prasarana tersebut cukup vital, sehingga diperlukan penanggulangan dengan tepat, cepat, dan ekonomis untuk menanggulangi kerugian-kerugian dalam pemanfaatan prasarana tersebut untuk masyarakat. Berdasarkan pertimbangan diatas, maka penulis melakukan analisis Penanganan Longsor Pada Ruas Jalan Enarotali – Waghete STA 8 + 845. Sehingga hasil penelitian ini akan dapat memberikan rekomendasi jenis penanganan yang tepat dengan mempertimbangkan kondisi aktual dilapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, karena perubahan alami di bawah pengaruh air, udara, dan macam-macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Tanah berasal dari pelapukan batuan yang prosesnya dapat secara fisik atau kimia. Sifat-sifat Teknik tanah dipengaruhi oleh sifat dari induk batuan dan juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut. Beberapa partikel yang terkandung di tanah antara lain yaitu :

- Berangkal (boulders), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (cobbles).
- Kerikil (gravel), partikel yang batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- Pasir (sand), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
- Lanau (silt), partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis Pantai pada muara Sungai.
- Lempung (clay), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. partikel – partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- Koloid (colloids), partikel mineral yang diam yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Klasifikasi Tanah Longsor

Gerakan tanah (mass movement) adalah gerakan perpindahan atau gerakan lereng dari bagian atas atau perpindahan massa tanah maupun batu pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Longsor merupakan bagian dari gerakan tanah. Tanah longsor yang disesuaikan dengan dasar klasifikasi yang dipergunakan masing- masing ahli, berikut ini dijelaskan nama- nama kelas gerakan tanah yang umum dipakai (Ritter, 1986).

1. Tanah longsor tipe jatuhan (falls)
2. Tanah longsor tipe robohan (topples)
3. Tanah longsor tipe gelincir (slides)

4. Tanah longsor tipe aliran (flows)
5. Tanah longsor tipe rayapan (creep)

Analisis Stabilitas Lereng

Pada umumnya suatu lereng dapat dikatakan stabil apabila faktor keamanannya lebih besar dari pada satu. Kestabilan lereng tergantung dari kekuatan geser tanahnya. Pergeseran tanahnya terjadi karena adanya gerakan relatif antara butir-butir tanah. Oleh karena itu, kuat geser tanah tergantung pada gaya yang bekerja antara butir-butirnya. Tanah yang padat dengan susunan butir seperti pembagian ukuran butir interlocking dan besarnya kontak antara butir, lebih besar kekuatannya gesernya dari tanah yang lepas (Braja M. Das., 1993). Lereng dapat terjadi secara alami maupun sengaja dibuat oleh manusia dengan tujuan tertentu (Bowles, 1984). Menurut SNI 8460 (2017), lereng terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah:

1. Lereng alam
Lereng alam terbentuk akibat kegiatan alam (erosi, gerakan tektonik, dan sebagainya).
2. Lereng galian
Lereng galian terbentuk akibat kegiatan penggalian atau pemotongan pada tanah asli.
3. Lereng timbunan (embankment)
Lereng timbunan umumnya digunakan untuk badan jalan raya, jalan kereta api, dan bendungan tanah.

Stabilitas sebuah longsor dapat diselidiki dari faktor keamanannya yaitu perbandingan antara gaya yang menahan massa tanah pada lereng dibandingkan dengan gaya yang akan menggerakannya (Cornforth, 2005). Untuk mendapatkan nilai faktor keamanan, dapat dilakukan pemodelan longsor menjadi bidang dua dimensi yang terbagi menjadi banyak pias yang kesetimbangannya masing-masing dijaga oleh gaya dalam pada tiap pias. Cara ini disebut metode Irisan, dan faktor keamanan dihitung secara kumulatif dari faktor keamanan masing-masing pias.

Nilai-nilai faktor keamanan (FK) atau safety factor (SF) untuk menilai kestabilan suatu lereng menurut Joseph E. Bowles (1984) sebagai berikut:

- SF < 1,07 : Keruntuhan biasa terjadi (labil)
- 1,07 < SF < 1,25 : Keruntuhan pernah terjadi (kritis)
- SF ≥ 1,25 : Keruntuhan jarang terjadi (stabil)

Dalam menganalisa stabilitas lereng harus ditentukan terlebih dahulu faktor keamanan (FK) dari lereng tersebut. Secara umum faktor keamanan didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya penahan dan gaya penggerak longsor

$$F_{\diamond} = \frac{\text{Gaya Penahan}}{\text{Gaya Penggerak}}$$

Metode Irisan (Method Bishop)

Analisa stabilitas dengan menggunakan metode irisan, dapat dijelaskan dengan menggunakan gambar 1. Dengan AC merupakan lengkung lingkaran sebagai permukaan bidang longsor percobaan. Tanah yang berada di atas bidang longsor percobaan dibagi dalam beberapa irisan tegak. Lebar tiap-tiap irisan tidak harus sama. Perhatikan satu satuan tebal tegak lurus irisan melintang talud, gaya-gaya yang bekerja pada irisan tertentu (irisannya n) ditunjukkan dalam gambar. W_n adalah berat irisan. Gaya-gaya N_r dan T_r adalah komponen tegak dan sejajar dari reaksi R_n dan P_{n+1} adalah gaya normal yang bekerja pada sisi-sisi irisan. Demikian juga, gaya geser yang bekerja pada sisi irisan adalah T_n dan T_{n+1} . Untuk memudahkan, tegangan air pori dianggap sama dengan nol. Gaya P_n , P_{n+1} , T_n , dan T_{n+1} adalah sulit ditentukan. Tetapi, kita dapat membuat asumsi perkiraan bahwa resultan P_n dan T_n adalah sama besar dengan resultan P_{n+1} dan T_{n+1} , dan juga garis-garis kerjanya segaris. Untuk pengamatan keseimbangan

Gaya geser perlawanan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$T_r = \tau_d(\Delta L) = \frac{\tau_f(\Delta L_n)}{F_s} = \frac{1}{F_s} [c + \sigma \tan \phi] \Delta L_n$$

Tegangan normal σ dalam persamaan diatas adalah :

$$\frac{N_r}{\Delta L_n} = \frac{W_n \cos \alpha_n}{\Delta L_n}$$

sama dengan momen gaya perlawanan terhadap titik O, atau

$$\sum_{n=1}^{n=p} W_n r \sin \alpha_n = \sum_{n=1}^{n=p} \frac{1}{F_s} \left(c + \frac{W_n \cos \alpha_n}{\Delta L_n} \tan \phi \right) (\Delta L_n) (r)$$

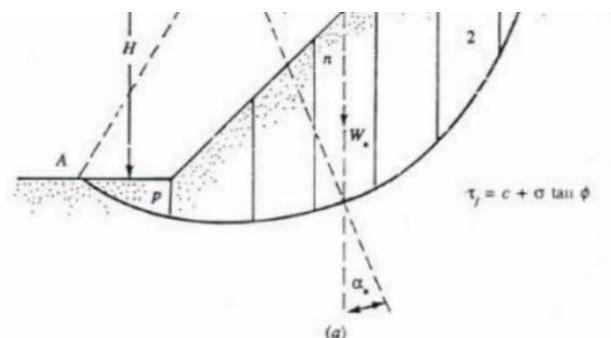
atau

$$F_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (c \Delta L_n + W_n \cos \alpha_n \tan \phi)}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \sin \alpha_n}$$

Catatan :

$$\Delta L_n = \frac{(b_n)}{\cos \alpha_n}, \text{ dengan } b_n = \text{lebar potongan}$$

nomor n.



Gambar 1. Gaya – Gaya yang bekerja pada bidang irisan

Teknik Penanganan

Beberapa teknik penangan longsoran dapat ditempuh dengan mengubah geometrik lereng, mengendalikan air permukaan, mengendalikan air rembesan, penambatan (bronjong, bor pile, tiang pancang) dan Teknik penguatan tanah. Dari beberapa cara penanggulangan longsoran tersebut namun yang akan digunakan adalah bored pile di kombinasikan dengan dinding kantilever. Bore pile adalah pondasi dalam yang dicor di tempat, yang dibangun dalam sebuah lubang yang telah distabilisasi supaya peletakan tulangan baja dan cor beton dapat terkontrol. Diameternya yang besar memberikan tahanan yang baik terhadap penggeseran dan penggulingan (US Department of Transportation, 2010). Pada suatu barisan bored pile yang ditanamkan ke dalam tanah sampai pada kedalaman tanah keras, dapat terbentuk soil arching effect, yaitu perpindahan tegangan dari tanah di depan (upslope) barisan bored pile menuju tanah di belakang (downslope) bored pile, karena tanah berusaha bergerak melalui sela-sela antar bored pile yang kaku (Liang dan Zeng, 2002). Perencanaan bored pile sebaiknya memperhitungkan soil arching effect untuk desain yang optimal.

Bore Pile

Pondasi Tiang terdiri dari berbagai macam konstruksi, sering digunakan sebagai salah satu metode dinding penahan tanah sementara atau permanen yang efisien. Bore Pile dengan diameter yang kecil maupun dapat digunakan sebagai dinding penahan tanah yang ekonomis. Sedangkan pemakaian tiang pancang untuk konstruksi yang sama, lebih mahal bila dibandingkan dengan Bore Pile, akan tetapi kontrol terhadap kekuatan strukturnya lebih baik. Konstruksi ini sangat cocok dan memenuhi syarat untuk digunakan pada basement yang dalam, struktur bawah tanah serta pada konstruksi jalan pada lereng perbukitan. Pondasi bore pile ini dapat membantu untuk mencegah kelongsoran dan membantu pergerakan tanah pada lereng akibat adanya tekanan lateral tanah serta penambahan beban lalu lintas yang terjadi. Beban ultimate yang dapat ditanggung oleh sebuah bore pile sama dengan jumlah tahanan dasar dan tahanan cerobong (shaft resistance). Tahanan ujung merupakan hasil kali luas dasar (A_b) dan daya dukung ultimate (q_r) pada elevasi dasar lorong. Tahanan Gesek adalah hasil kali luas keliling cerobong (A_s) dan nilai rata-rata tahanan geser ultimate tiap satuan luas (f_s) yang lazim disebut ‘friksi kulit’ (skin friction) antara bored pile dan tanah. Berat tanah yang dipindahkan atau disingkirkan biasanya diasumsikan sama dengan berat bore pile. Pilihan dari masing-masing tipe tiang tersebut diatas tergantung dari jenis tanah (granular atau kohesif, lunak atau keras), profil muka air tanah, tinggi tanah maksimum yang ditahan, waktu konstruksi yang tersedia, biaya dan umur rencana.

Analisa Daya Dukung Tanah (Bearing Capacity)

Metode Skempton Kemampuan tanah untuk mendukung beban baik dari beban diatas atau pondasinya agar tidak terjadi keruntuhan geser.

Daya dukung bored pile tunggal

$$Q_{uit} = Q_b + Q_s = (\mu \cdot A_b \cdot N_c \cdot c_b) + (\Sigma 0,45 \cdot c \cdot A_s) \text{ (Sumber : Hardiyatmo Hary Chistady, 1997)}$$

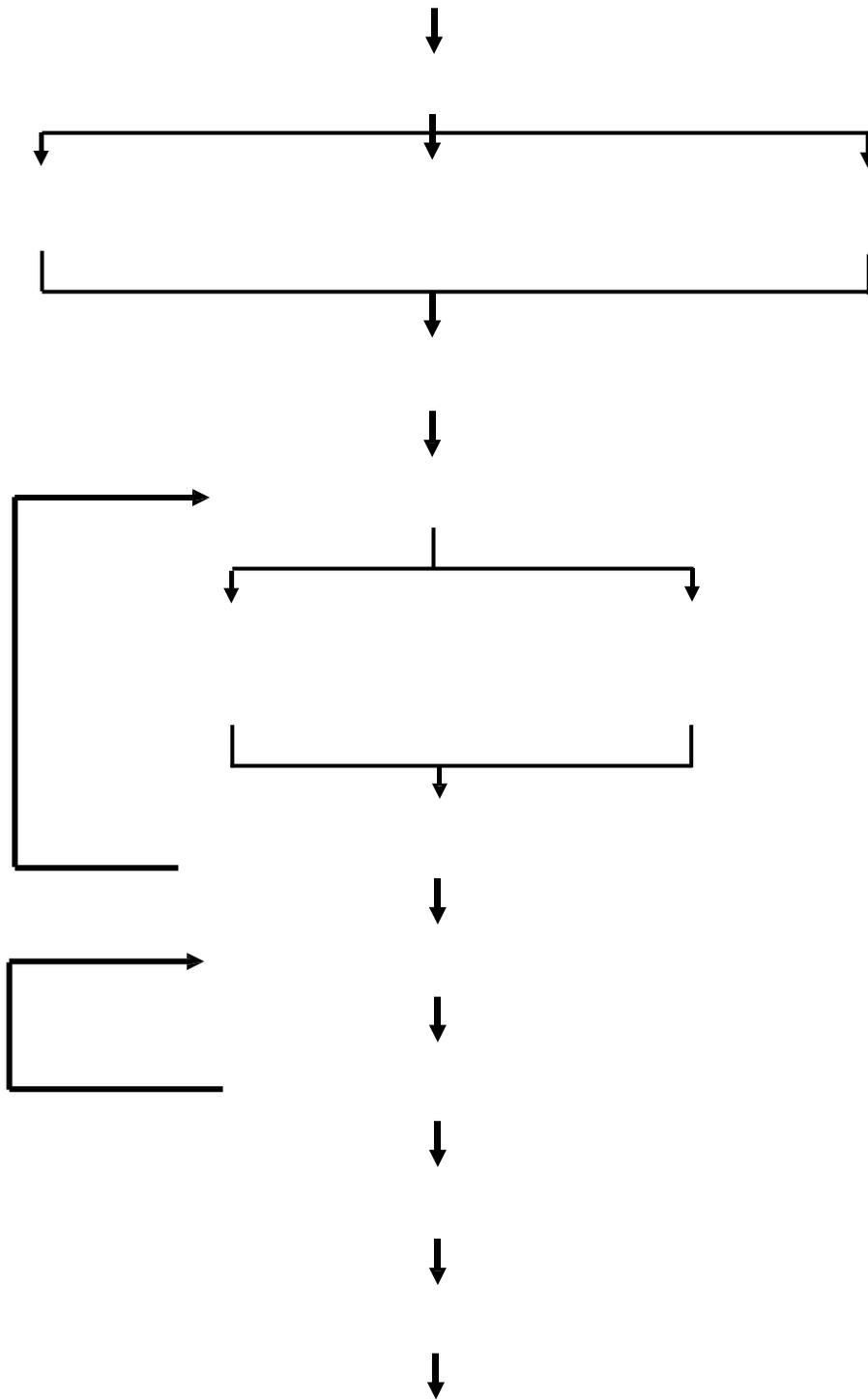
Dimana:

- Q_{uit} = Daya Dukung Tiang Maksimum (ultimate) pada bored pile
- Q_b = Tahanan ujung ultimit (kN)
- Q_s = Tahanan gesek ultimit (kN)
- A_b = Luas Penampang tiang (m^2)
- μ = faktor koreksi, dengan $\mu = 0,8$ untuk $d < 1$ $\mu = 0,75$ untuk d
- N_c = Faktor kapasitas dukung menurut Skempton = 9
- C_b = Kohesi tanah di bawah ujung tiang

3. METODE PENELITIAN

Jurnal ini membahas mengenai desain dan analisis stabilitas lereng untuk menanggulangi longsoran yang terjadi di ruas jalan Enarotali – Waghete pada STA 8 + 845. Secara umum prosedur perancangan dan analisis secara sederhana ditunjukkan dengan bagan alir seperti pada Gambar 2.

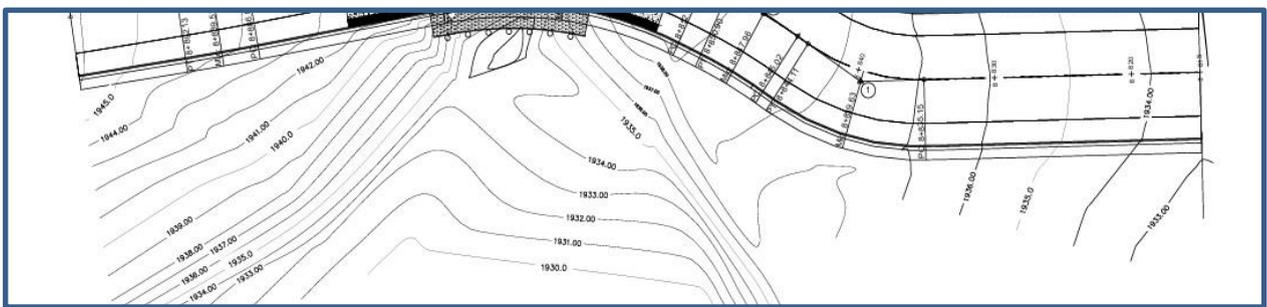




4. HASIL DAN PEMBAHAS
Survei topografi

Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

Survei topografi dilakukan menggambarkan situasi dilapangan pada peta. Pemetaan situasi meliputi pengukuran kerangka horizontal dan kerangka vertikal. Kerangka horizontal menggunakan metode polygon sedangkan kerangka vertikal menggunakan metode tacheometry. Hasil survey topografi seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengukuran Topografi

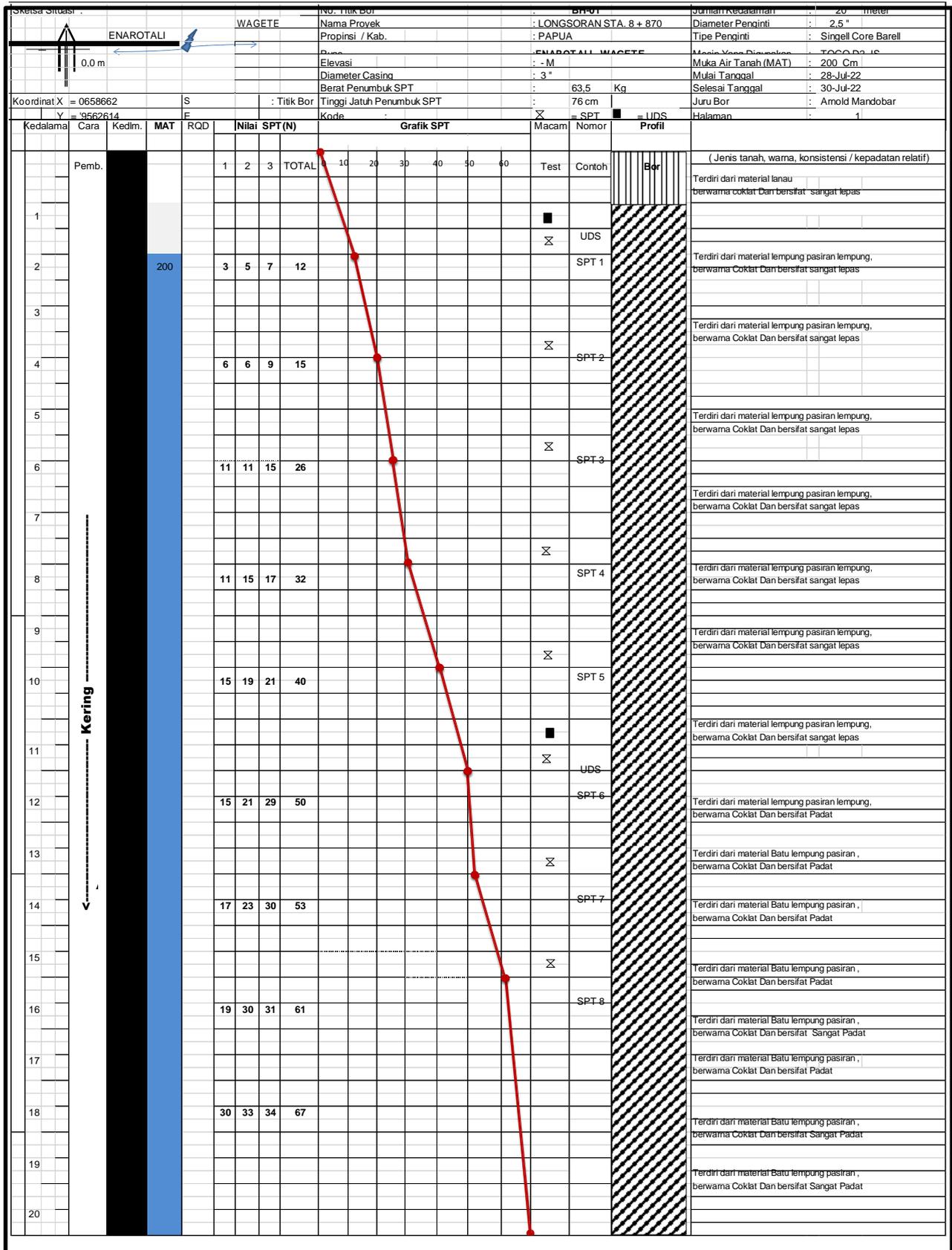
Pengujian Karakteristik Tanah

Parameter tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari data bor log dan hasil uji laboratorium dengan data parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 1, data hasil pengeboran BH. 01 dapat dilihat pada Lampiran 1, Tabel 2 (a) (b) terdapat urutan jenis lapisan tanah, kedalaman dan nilai N-SPT masing-masing lapisan tanah, data kohesi tanah dapat dilihat pada Tabel 3, dan pada Tabel 4 data modulus elastisitas tanah dan data poisson ratio tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Tanah

Jenis tanah, lapisan	Parameter Tanah							
	Kadar Air (Wc) %	Berat Jenis (SG)	Berat Isi Basah (sat) gr/cm ³	Berat Isi Kering (dry) gr/cm ³	Angka Pori (e)	Isi Pori (n) %	Sudut Geser	Kohesi (C) Kpa
Lempung pasiran berwarna coklat dan bersifat lepas	23.41	2.65	1.26	1.56	1.01	33.87	13	1.82

Tabel 2 . Hasil Pengeboran BH.01



30 35 37 72

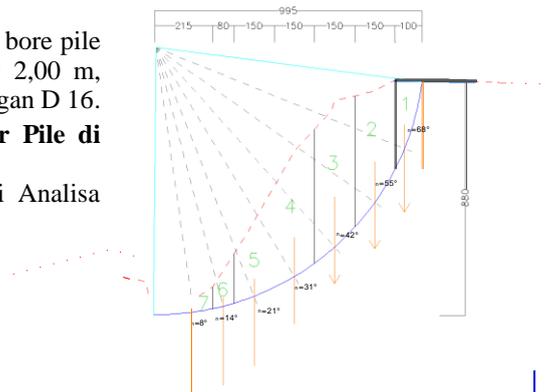
Terdiri dari material Batu lempung pasir, berwarna Coklat Dan bersifat Sangat Padat

Parameter Bore Pile

Tiang bore Pile yang digunakan dalam penelitian ini adalah tiang bore pile berbentuk lingkaran dengan diameter 0,40 m, jarak antar tiang 2,00 m, dengan menggunakan mutu beton K-350 dan penggunaan penulangan D 16.

Analisis Stabilitas Lereng Sebelum di Perkuat Dengan Bor Pile di Kombinasikan Dinding Kantilever

Pemodelan lereng diperlakukan seperti pada gambar dengan di Analisa menggunakan metode simplifiel Bishop,s.



Tabel. 2 Analisa Stabilitas Lereng Sebelum Perkuatan

Sline No	A_n	(kN/m^2)	W_n	α_n	$\sin(\alpha_n)$	$\cos(\alpha_n)$	b_n	$W_n \sin(\alpha_n)$	c' (kPa)	$\tan(\phi)$	$A = c' b_n + W_n \tan(\phi)$	F_s	$B = (C \cos \alpha_n + (W_n \sin \alpha_n) / F_s)$	A/B	FS
1	1.66	15.60	25.90	68	0.927	0.375	1.00	24.010	18.20	13.00	0.231	24.179	0.88	0.619	39.045
2	6.17	15.60	96.29	55	0.819	0.574	1.50	78.877	18.20	13.00	0.231	49.531	0.88	0.790	62.720
3	7.40	15.60	115.36	42	0.669	0.743	1.50	77.192	18.20	13.00	0.231	53.933	0.88	0.920	58.643
4	6.56	15.60	102.26	31	0.515	0.857	1.50	52.667	18.20	13.00	0.231	50.908	0.88	0.993	51.264
5	1.07	15.60	16.72	21	0.358	0.934	1.50	5.993	18.20	13.00	0.231	31.161	0.88	1.028	30.308
6	4.23	15.60	65.99	14	0.242	0.970	0.80	15.964	18.20	13.00	0.231	29.795	0.88	1.034	28.811
7	0.89	15.60	13.92	8	0.139	0.990	2.15	1.937	18.20	13.00	0.231	42.343	0.88	1.027	41.231
kendaraan			100.00	90	1.000	0.000		100.000							
Jumlah								356.64						312.02	

Analisis Stabilitas Lereng Perkuatan dengan Bore Pile di Kombinasikan Dinding Kantilever

Pemodelan lereng diperlakukan seperti pada gambar 3 dengan galian tanah sedalam 1.5 meter. Simulasi model dilakukan dengan menambahkan bore pile sedalam ± 6 meter, menggunakan mutu beton K350 ($f'c = 30$ MPa) dengan jarak antar tiang 2 m dengan diameter 0,40 m dan dinding kantilever dengan tebal beton 0,3 m.

Parameter yang digunakan sebagai berikut :

- Berat Volume (γ) = 1.56 ton/m³
- Kohesi (C) = 1.82 ton/m²
- Sudut geser (ϕ) = 13
- Tinggiakibat tekanan tanah = 3.5 m

Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

$$K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$$

$$K_a = \tan^2(45 - 13/2)$$

$$K_a = 0.63$$

Tekanan Tanah Aktif

$$P_a = 0.5 \times \gamma \times H^2 \times K_a$$

$$P_a = 0.5 \times 1.56 \times 7.5^2 \times 0.63$$

$$P_a = 6.046 \text{ ton}$$

Momen Aktif

$$M_a = 1/3 \times P_a \times H$$

$$M_a = 1/3 \times 6.046 \times 3.5$$

$$M_a = 7.053 \text{ tonm}$$

Perhitungan Tekanan Tanah Aktif akibat beban merata

$$Q = 4 \times 0.3 \times 2.4 = 2.6 \text{ ton/m}$$

$$K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$$

Tekanan Tanah Aktif

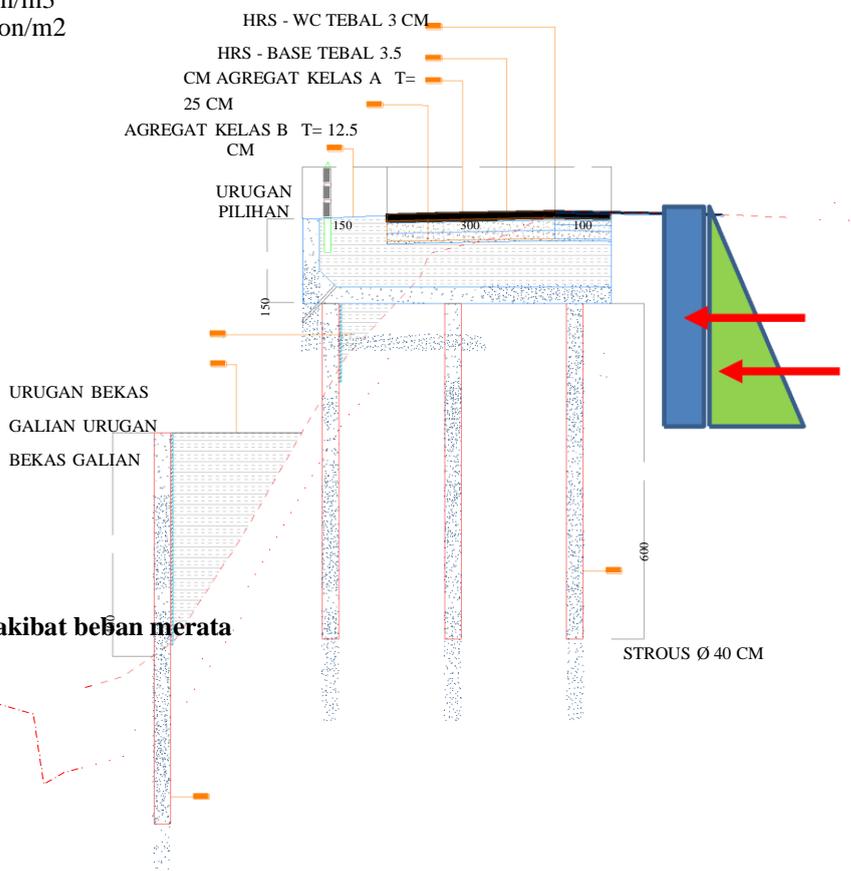
$$P_a = q \times H \times K_a$$

$$P_a = 2.6 \times 3.5 \times 0.63$$

$$P_a = 1.64 \text{ ton}$$

Momen Aktif

$$M_a = 1/2 \times P_a \times H$$



$M_a = 1/2 \times 1.640 \times 3.5$
 $M_a = 0.823 \text{ tonm}$

STROUS Ø 40 CM

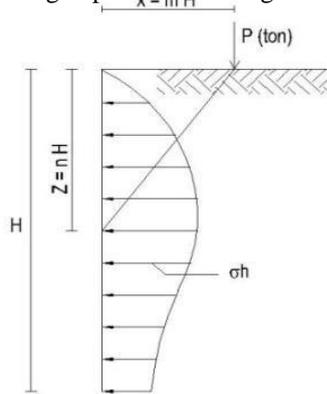
Gambar 3. Permodelan Struktur

Tekanan Tanah Aktif Akibat Beban Kendaraan (P = 10 ton)

Maka tekanan tanah lateral akibat beban titik dapat di tulis dengan persamaan sebagai berikut

$$h = \frac{1.77 P}{1.77 \cdot 10}$$

$$h = \frac{3.5^2}{1.45}$$



Tekanan Tanah Akibat Beban Mobil

$$P_a = h \times H$$

$$P_a = 1.45 \times 3.5$$

$$P_a = 5.057 \text{ ton}$$

Momen Aktif

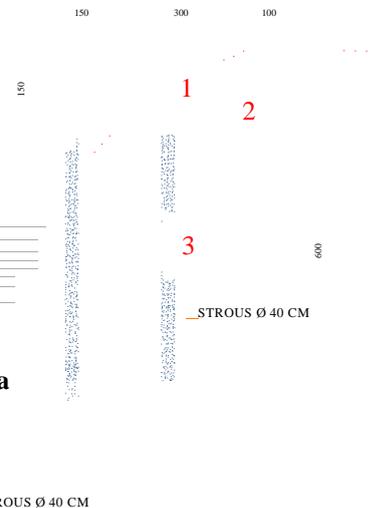
$$M_a = 1/2 \times h \times H^2$$

$$M_a = 1/2 \times 5.057 \times 3.5$$

$$M_a = 8.85 \text{ tonm}$$

Tabel 3 Menghitung Berat Sendiri Yang bekerja dan Momen Yang Bekerja

Bidang	L	H	Luas	(ton/m ³)	Berat per satuan Panjang	Jarak Momen Terhadap Titik A	Momen
1	5.2	1.2	6.24	1.8	11.23	2.60	29.20
2	5.5	0.3	1.65	2.4	3.96	2.60	10.30
3	0.4	6	1.51	2.4	7.23	2.75	19.90
Jumlah					22.42656		59.39



Kontrol kekuatan Bor pile Terhadap Tekanan Horisontal Beban Yang Bekerja

Momen akibat Beban (M_n) = 16, 725 tm
 Diameter bore pile = 40 cm
 Mutu beton = 30 Mpa
 Digunakan tulangan 11 D 16 = 2210.56 mm²

$$A_s = 11 \times \frac{\pi}{4} \times 16^2 = 2210.56 \text{ mm}^2$$

$$d = 0.85 \times 400 = 340 \text{ mm}$$

$$J_d = d - 0.5 \times a$$

$$J_d = 400 - (0.5 \times 55.48) = 372.260 \text{ mm}$$

$$M_n = x \times F_y \times A_s \times J_d$$

$$M_n = 0.8 \times 3200 \times 2210.56 \times 372.260$$

$$M_n = 191511800.6 \text{ Nmm} = 19.15 \text{ tm}$$

Mn untuk 2 bor pile = 38.302 tm > 16.725 tm (maka tiang bore pile mampu menahan momen yang bekerja)

Jadi Kemampuan bor pile menahan terhadap gaya geser sebesar 38.302/3 = 12.76 ton

Analisis stabilitas lereng setelah ada perkuatan dinding kantilever dan bor pile

Stabilitas terhadap guling

$$S_g = \frac{59.394}{7.053 + 0.822 + 8.85} = 3.55$$

Stabilitas terhadap geser

$$S_g = \frac{V \cdot \tan \phi + c + P \cdot \tan \alpha}{V + P}$$

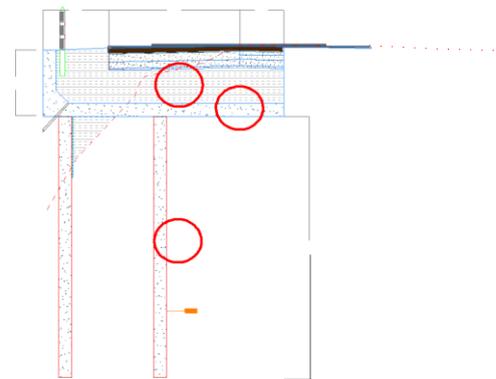
$$S_g = \frac{(22.426 \tan 13^\circ) + (5 \times 1.82)}{6.045 + 1.64 + 5.057} = 14.278$$

= 2.16

Stabilitas terhadap daya dukung

$N = 20$

$A_b = 0.25 \times 3.14 \times 0.4^2 = 0.1256 \text{ m}^2$



$$A_s = 3.14 \times 0.4 \times 6 = 7.536 \text{ m}^2$$

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = (A_b \times C_b \times N_c) + (A_s \times 0.45 \times C_u)$$

$$Q_u = (0.1256 \times 0.8 \times 18.2 \times 32) + (7.536 \times 0.45 \times 30)$$

$$Q_u = 160.252 \text{ kN} = 16.02 \text{ Ton jadi untuk 2 tiang } q_u = 32.04 \text{ ton}$$

Daya Dukung plat lantai

$$Q_u = (A_b \times C_b \times N_c)$$

$$Q_u = 1 \times 0.75 \times 18.2 \times 12 = 162 \text{ kN} = 16.2 \text{ ton}$$

Daya dukung total = 32.04 + 16.2 = 48.02 ton

$$S = \frac{48.02}{11.232+3.96} = 3.18$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan data yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu, kondisi lokasi perencanaan berupa lereng berada jalan ruas enarotali – waghete STA 8 + 845 dengan sudut kemiringan lereng 57° dengan ketinggian 9.0 m, dengan hasil pengujian di laboratorium didapatkan nilai kadar air sebesar 23,41 %, bobot isi kering sebesar 12,60 KN/m³, serta bobot isi jenuh sebesar 15,60 KN/m³. Sudut geser dalam sebesar 13° dan kohesi sebesar 18,2 kN/m². Dari Hasil analisis lereng dengan menggunakan metode Bishop didapat faktor keamanan untuk lereng aktual dalam kondisi lereng jenuh $FK < 1.5$ yaitu sebesar 0.875 sehingga kondisi tersebut sesuai dengan kondisi dilapangan sudah terjadinya runtuh/longsor. Untuk mengatasi longsor, digunakan bored pile dengan diameter 0,4 m, jarak as tiang 2 m, panjang tiang 6 m, mutu beton ($f'c$) 30 MPa, mutu baja (f_y) 400 MPa, penulangan 11D16 dan di kombinasikan dengan dinding kantilever. Kenaikan faktor keamanan setelah bored pile dan dikombinasikan dengan dinding kantilever ditanamkan adalah sebagai berikut yang semula factor keamanan 0.875 menjadi 2.16 di tinjau dari stabilitas geser, 3.55 di tinjau dari stabilitas gulingnya dan 3.18 ditinjau dari stabilitas daya dukungnya.

Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di atas, maka penulis menyarankan untuk peneliti selanjutnya agar mengkaji ulang menganalisis dengan metode elemen hingga dengan perangkat lunak komputer sehingga akan mereduksi nilai kohesi dan sudut geser dalam sampai mendapatkan bidang gelincir yang lebih tepat, hal ini akan memberikan hasil yang lebih baik daripada analisis menggunakan metode keseimbangan batas seperti metode Bishop.

PUSTAKA

- Bowles, J. E. (1984). Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (1993). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (2011). Principles of Foundation Engineering. USA: Stamford, CT Cengage Learning.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-8640:2017. Tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. (2017). Jakarta: Dewan Standardisasi Indonesia.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia. Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Jalan Perumahan, Permukiman dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. Indonesia, 2012. Implementasi Penanganan Lereng Terhadap Bahaya Longsor