

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS (Studi Kasus : Jalan Kumudasmoro Kelurahan Gisikdrono Kota Semarang)

Muhamad Ari Syafi'i¹, Muhamad Muzaki Rohman¹, Soedarsono², Pratikso²

¹mahasiswa Teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

Email:

²Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

Email:

Abstrak - Tanah longsor di jalan Kumudasmoro kelurahan Gisikdrono Kota Semarang. Pada tanggal 2 november 2019 sekitar pukul 07.00 wib sebuah dinding penahan tanah setinggi 10 m runtuh dikarenakan hujan mengakibatkan longsor sepanjang 20m. Longsor tebing mengakibatkan 3 rumah warga rusak namun tidak ada korban jiwa. Untuk menanggulangi tanah longsor penulis merencanakan dinding penahan tipe kantilever dengan memperhitungkan faktor keamanan terhadap stabilitas terhadap gaya pergeseran, stabilitas terhadap gaya penggulingan, dan stabilitas terhadap daya dukung tanahnya menggunakan perhitungan manual dan bantuan program *Plaxis*. Metode perhitungan dilakukan dengan menganalisis stabilitas lereng existing dengan program *Plaxis* dengan cara meningkatkan muka air tanah secara bertahap hingga mencapai keruntuhan. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil lereng dalam kondisi kering memiliki SF sebesar $1,41 < 1,5$ (tidak aman) dan dalam kondisi muka air semakin tinggi didapatkan SF faktor yang semakin menurun dengan kondisi yang tidak aman. Setelah didapatkan angka keamanan dari lereng existing selanjutnya merencanakan dinding penahan tanah tipe kantilever yang mampu menahan kondisi muka air tanah setinggi 10 m dari dasar tanah. Dengan melakukan dua kali perhitungan yaitu dengan perhitungan manual dan program *Plaxis* didapatkan hasil perhitungan manual stabilitas terhadap gaya geser $1,57 > 1,5$ (aman), stabilitas terhadap gaya penggulingan $1,65 > 1,5$ (aman), stabilitas terhadap daya dukung tanah $3,07 > 3$ (aman) dan nilai stabilitas dari program *Plaxis* didapatkan SF $1,65 > 1,5$ (aman).

Kata kunci : Dinding penahan tanah , kantilever, program *Plaxis*

Abstract - Landslide in Kumudasmoro street Gisikdrono, Semarang City On November 2, 2019 at around 07.00 WIB a 10 m high retaining wall collapsed due to rain resulting in a 20m long landslide. The cliff landslide caused 3 houses to be damaged but no casualties. To cope with landslides, the authors plan a cantilever type retaining wall by taking into account the safety factor for stability against shear forces, stability against overturning forces, and stability to the bearing capacity of the soil using manual calculations and the help of the Plaxis program. The calculation method is carried out by analyzing the stability of the existing slopes with the Plaxis program by increasing the ground water level gradually until it reaches collapse. After calculating the results of the slope in dry conditions have an SF of $1.41 < 1.5$ (unsafe) and in conditions of higher water level, the SF factor is decreasing with unsafe conditions. After obtaining the safety figures from the existing slopes, then plan a cantilever type retaining wall that is able to withstand the ground water level as high as 10 m from the ground floor. By doing two calculations, namely the manual calculation and the Plaxis program, the results of the manual calculation of the stability to the shear force are $1.57 > 1.5$ (safe), the stability to the rolling force is $1.65 > 1.5$ (safe), the stability of the bearing capacity soil $3.07 > 3$ (safe) and the stability value of the Plaxis program obtained SF $1.65 > 1.5$ (safe).

Keywords: Retaining wall, cantilever, Plaxis program.

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia merupakan daerah yang banyak perbukitan dan pegunungan sehingga rawan terjadi longsor salah satunya di Jalan Kumudasmoro RT 5 RW 5 kelurahan Gisikdrono kota Semarang Jawa Tengah. Daerah tersebut berada di perbukitan kelurahan Gisikdrono. Tebing di daerah tersebut dipadati rumah penduduk dan struktur dinding penahan tanah di tempat tersebut kurang memenuhi standar sehingga ketika mendapati beban berlebih serta dengan curah hujan yang tinggi membuat tanah mengalami pergeseran dan mengakibatkan dinding penahan tanah tidak mampu menahan beban. Pada tanggal 2 november 2019 sekitar pukul 07.00 WIB. Sebuah dinding penahan tanah di Jalan Kumudasmoro RT 5 RW 5 kelurahan Gisikdrono kota Semarang terjadi longsor sepanjang 20 meter. Longsor tebing diawali dengan bunyi retak tanah di dalam rumah salah satu warga. Longsornya tebing mengakibatkan tiga rumah mengalami rusak parah. Namun tidak ada korban jiwa. Dinding penahan dapat dikatakan aman apabila dinding penahan tersebut telah diperhitungkan faktor keamanannya, baik terhadap bahaya pergeseran, bahaya penggulingan, penurunan daya dukung tanah, dan *sliding*/longsor. Pada dinding penahan, perhitungan stabilitas merupakan salah satu aspek yang tidak boleh diabaikan maupun dikesampingkan, karena stabilitas dinding penahan sangat mempengaruhi desain dinding penahan itu sendiri, serta kondisi tanah disekitar bangunan tersebut. (Budi Dwi Santoso¹, Hikmad Lukman², Wiratna³) oleh karena itu dibutuhkan perhitungan dinding penahan tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Longsor atau sering disebut gerakan tanah adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Secara umum kejadian longsor disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Kesetabilan dinding penahan tanah diperoleh terutama dari berat sendiri struktur dan berat tanah yang berada di atas pelat fondasi. Besar dan distribusi tekanan tanah pada dinding penahan tanah, sangat bergantung pada gerakan kearah lateral tanah relative terhadap dinding. Adapun beberapa tipe dinding penahan tanah yaitu 1. Dinding gravitasi, adalah dinding penahan yang dibuat dari beton tak bertulang atau pasangan batu. 2. Dinding semi gravitasi adalah dinding gravitasi yang berbentuk agak ramping. Karena ramping, pada strukturnya diperlukan penulangan beton, namun hanya pada bagian dinding saja. 3. Dinding kantilever adalah dinding yang terdiri dari kombinasi dinding dan beton bertulang yang berbebtuk huruf T. ketebalan dari kedua bagian ini relative tipis dan secara penuh diberi tulangan untuk menahan momen dan gaya lintang yang bekerja padanya.

A. Stabilitas dinding penahan

Analisis stabilitas dinding penahan tanah dapat ditinjau terhadap hal-hal sebagai berikut ; **1.** Faktor aman terhadap pergeseran dan penggulingan harus mencukupi, **2.** Tekanan yang terjadi pada dasar fondasi harus tidak boleh melebihi kapasitas dukung tanah izin, **3.** Stabilitas lereng secara keseluruhan harus memenuhi syarat. Selain itu, jika tanah dasar mudah mampat, penurunan tak seragam yang terjadi tidak boleh berlebihan.

1. Stabilitas terhadap pergeseran

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh Gesekan antara tanah dengan dasar fondasi dan Tekanan tanah pasif bila didepan dinding penahan terdapat tanah timbunan. Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}), didefinisikan sebagai :

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 1,5$$

2. Stabilitas terhadap penggulingan

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug dibelakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat fondasi. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri. Dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi.

$$F_{gl} \geq 1,5 \text{ untuk tanah granuler}$$

$$F_{gl} \geq 2 \text{ untuk tanah dasar kohesif}$$

B. Parameter Tanah

Istilah-istilah seperti kerikil, pasir, lanau, dan lempung digunakan dalam Teknik Sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah.

1. Modulus Young

Nilai *Modulus Young* yang merupakan indikasi besarnya nilai elastisitas tanah dimana merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi terhadap regangan.

2. Poission Ratio

Nilai *poisson ratio* ditentukan sebagai rasio kompresi poros terhadap regangan pemuaian lateral. Nilai *poisson ratio* dapat ditentukan berdasar jenis tanah. Hubungan Antara Jenis Tanah dan *Poisson Ratio*.

Tabel 2.1. Hubungan jenis tanah dan poisson ratio

Jenis Tanah	<i>Poisson Ratio</i> (ν)
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir	0,1 – 1,0
Batuan	0,1 – 0,4
Umum dipakai untuk tanah	0,3 – 0,4

(sumber: Mekanika Tanah, Braja M. Das Jilid 2,1995)

3. Sudut Geser Dalam (ϕ)

Pengujian Direct Shear, kekuatan geser tanah diperoleh dengan cara menggeser contoh tanah yang diberi beban normal (N).

Table. 2.2. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah

Jenis tanah	sudut geser dalam
Kerikil kepasiran	35-40
kerikil kerakal	35-40
pasir padat	35-40
pasir lepas	30

lempung kelanauan	25-30
lempung kelanauan	20-25

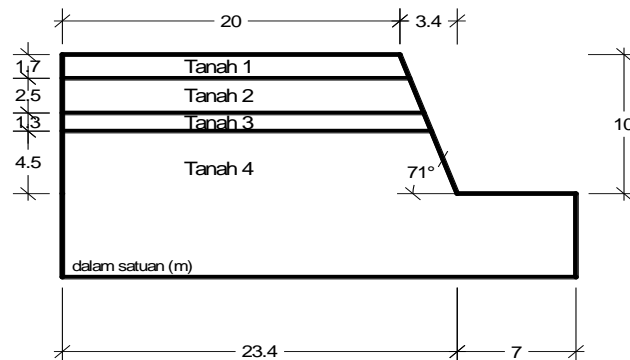
III. METODOLOGI PENULISAN

Literatur yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini menggunakan beberapa jurnal, makalah, laporan, data dari warga setempat dan beberapa tambahan literatur lainnya. Untuk melakukan analisa permasalahan yang ada maka di perlukan adanya data lapangan. Dimana data yang di peroleh harus di dapatkan di lapangan secara langsung dengan cara mengadakan berberapa tindakan penelitian dengan metode yang telah di tentukan agar dapat mengetahui kondisi tanah secara langsung di lapangan. Metode pengumpulan data di bagi menjadi 2, yaitu data Primer (γ, c, ϕ, G_s) dan data Sekunder (dari beberapa hasil penelitian, journal, dll). Pengolahan data primer penulis menggunakan uji tanah di laboratorium dengan tahapan pengujian yaitu; soil test, direct shear test dan sieve analysis. Setelah mendapatkan data primer penulis menggunakan aplikasi program *Plaxis Curves Program* yang dapat dipakai untuk menggambar kurvahubungan beban atau waktu terhadap *displacement*, diagram tegangan-tegangan dari lokasi yang sebelumnya dipilih pada *Calculation Program (select point for curve)*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa yaitu hasil dari perhitungan analisa data yang dapat disimpulkan untuk tujuan mencari angka *sefty factor* pada lereng longsor.

1. Penggambaran model *Plane strain 2D*



Gambar 4.1. lereng existing

2. Input material tanah

Table 4.1. Data tanah

Properties	tanah berpasir			
Kedalaman	0 - 1,7 m	1,7 - 4,2 m	4,2 - 5,5 m	5,5 - 10 m
model	MohrColoumb			
Type	Drained			
γ sat (kN/m ³)	16,060	14,812	12,714	13,026
γ unsat (kN/m ³)	15,282	13,381	10,319	10,314
Kohesi (c)	9 kN/m ²	16 kN/m ²	22 kN/m ²	15 kN/m ²

Sudutgeser (ϕ)	35°	37°	42°	48°
Modulus elastisitas (E)	1,000E+04 kN/m ²	1,000E+04 kN/m ²	1,000E+04 kN/m ²	1,000E+04 kN/m ²
Poison ratio(ν)	0,3	0,3	0,3	0,3

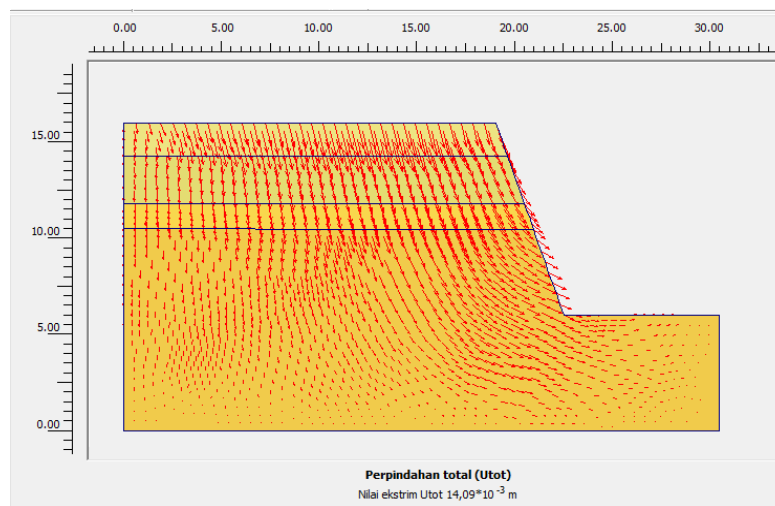
Nilai modulus elastisitas (E) diperoleh dari tabel perkiraan modulus elastisitas dari bowles 1977 dengan tipikal tanah berpasir tidak padat. Nilai *poisson ratio* (ν) didapat dari tabel hubungan antara jenis tanah dan *Poission ratio* (ν) diambil yang umum dipakai untuk tanah yaitu 0,3. Tahapan perhitungan dengan cara menaikkan muka air tanah dari dasar lereng secara bertahap untuk mencari *safety factor* (SF) dengan tinggi muka air tertentu. Pada perhitungan *safety factor* (SF) digunakan jenis perhitungan Phi-c reduction yaitu pilihan yang tersedia dalam *Plaxis V.8.6* untuk menghitung *safety factor* (SF).

Identifikasi	No. tahap	Mulai dari	Perhitungan	Masukan pembebanan	Waktu	Air	Perta...
Tahap awal	0	0	N/A	N/A	0,00 ...	0	0
→ Gravity Load	3	0	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0,00 ...	3	1178
→ muka air 1m dari dasar	10	3	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0,00 ...	10	1180
→ muka air 2m	6	3	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0,00 ...	6	1616
→ muka air 3m	16	3	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0,00 ...	16	1514
→ muka air 4m	14	3	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0,00 ...	14	1718
→ muka air 5m	17	3	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0,00 ...	17	1821
→ SF gravity load	13	3	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0,00 ...	3	1211
→ SF muka air 1m	11	10	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0,00 ...	10	1311
→ SF muka air 2m	12	6	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0,00 ...	6	1618
→ SF muka air 3m	15	16	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0,00 ...	16	1516
→ SF muka air 4m	18	14	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0,00 ...	14	1721
→ SF muka air 5m	19	17	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0,00 ...	17	1824

Gambar 4.2. Tahap perhitungan plaxis

3. Plaxis Output

Kondisi tanah kering tanpa air menunjukkan hasil bahwa tanah mengalami perpindahan total maksimum sebesar $14,09 \cdot 10^{-3} m = 1,4 \text{ cm}$, perpindahan horizontal maksimum $6,79 \cdot 10^{-3} m = 0,6 \text{ cm}$, perpindahan vertikal maksimum $13,71 \cdot 10^{-3} m = 1,3 \text{ cm}$ dengan *safety factor* (SF) $1,41 < 1,5$.



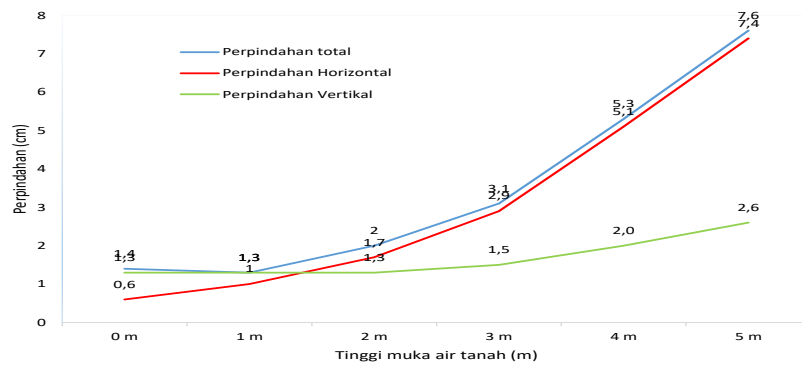
Gambar.3.3. Perpindahan total kondisi kering

Pada tahapan analisa lereng existing dengan menaikkan muka air tanah setiap satu meter nya mendapatkan hasil terjadi keruntuhan pada ketinggian muka air tanah 3 meter.

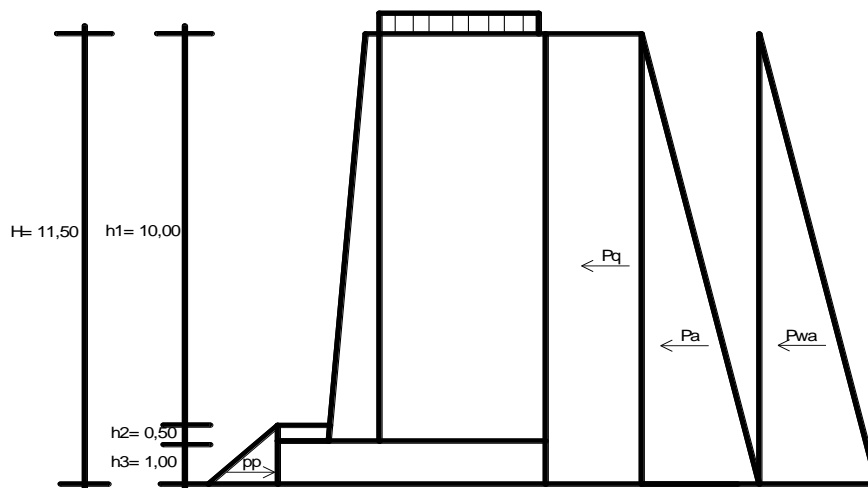
Tabel 4.2. hasil analisis stabilitas lereng existing

no.	Tinggi muka air tanah dari dasar tanah	Perpindahan total maksimum (cm)	Perpindahan horizontal (x) maksimum (cm)	Perpindahan vertikal (y) maksimum (cm)	safety factor (SF) >1,5
1	kondisi kering	1,4	0,6	1,3	1,41
2	muka air tanah 1 m	1,3	1	1,3	1,40
3	muka air tanah 2 m	2	1,7	1,3	1,35
4	muka air tanah 3 m	3,1	2,9	1,5	0,60
5	muka air tanah 4 m	5,3	5,1	2,0	0,42
6	muka air tanah 5 m	7,6	7,4	2,6	0,31

Grafik 4.1. Hubungan tinggi muka air tanah dengan besaran perpindahan



Perhitungan Dinding penahan tanah tipe Kantilever manual



Tekanan tanah aktif

Menghitung stabilitas terhadap gaya geser

$$\Sigma Pa = Pq + Pa + Pwa$$

$$= 31,16 + 108,59 + 661,25 = 801 \text{ kN}$$

$$Fgs = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} \geq 1,5 \qquad = 1,57 \geq 1,5 \text{ (OK)}$$

$$Fgs = \frac{1174,74}{746,92} \geq 1,5$$

Menghitung stabilitas terhadap gaya guling

$$Fgl = \frac{\sum Mw}{\sum Mg} \geq 1,5$$

$$Fgl = \frac{5122,68}{3103,21} \geq 1,5 = 1,65 \leq 1,5 \text{ (OK)}$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah :

$$SF = \frac{qu}{q'} = \frac{858,54}{279,37} = 3,07 \geq 3 \text{ (OK)}$$

Perhitungan Tulangan Dinding Penahan Tanah**1. Tulangan Vertikal**

$$R_n = \frac{M_u}{(\phi 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2)}$$

$$= 0,079107 \text{ kNm}^2$$

$$\omega_n = 1 - (1 - 2(R_n))^{0,5}$$

$$= 0,082511$$

$$\rho = \frac{\omega_n \cdot 0,85 \cdot f_c'}{f_y}$$

$$= 0,003274$$

Digunakan D 25 = $1/4 \cdot 3,14 \cdot d = 490,625 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan} = 1000 / (\text{As-perlu} / \text{As tulangan})$$

$$= 1000 / (4706,929 / 490,625)$$

$$= 104,23 \text{ mm}$$

Jadi, tulangan yang digunakan adalah D25 – 100 mm

2. Tulangan horizontal

Digunakan D 22 = $1/4 \cdot 3,14 \cdot d^2 = 379,94 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan} = 1000 / (\text{As-perlu} / \text{As tulangan})$$

$$= 202,63 \text{ mm}$$

Jadi, tulangan yang digunakan adalah D22 – 200 mm

v. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, dapat disimpulkan :

1. Stabilitas lereng menggunakan program *Plaxis V.8.6*. Nilai *Safety factor* (SF) lereng dalam kondisi kering sebesar $1,41 < 1,5$
2. Perhitungan manual didapatkan nilai SF terhadap gaya geser $1,57 > 1,5$, SF terhadap gaya guling $1,65 > 1,5$, SF Kapasitas daya dukung tanah $3,07 > 3$. Nilai stabilitas dinding penahan tanah dengan menggunakan program *Plaxis V.8.6* kondisi tanah kering didapatkan nilai SF sebesar $2,3 > 1,5$ dan kondisi muka air optimum didapatkan SF $1,65 > 1,5$.
3. Dimensi dinding penahan tanah tipe kantilever didapatkan tinggi dari permukaan tanah (h1) sebesar 10 m, tinggi tanah di depan dinding (h2) sebesar 0,5 m, tebal telapak (h3) sebesar 1 m, Tinggi total (H) sebesar 11,5 m, lebar *toe* (b1) sebesar 2,4 m, Lebar *heel* (b2) sebesar 3,6 m, tebal dinding atas (ba) sebesar 0,3 m, tebal dinding bawah (bb) sebesar 1,5 m, lebar total (B) sebesar 7,5 m.
4. Kebutuhan besi tulangan yang digunakan untuk jumlah tulangan vertikal D 25 - 100, tulangan dinding horizontal D 22 -200

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dr.Ir.H.Soedarsono,MSi. Dan Prof.Ir.H.Pratikso, MST,Ph.D. yang telah memberikan bimbingan untuk penyusunan Tugas Akhir. Ucapan terimakasih juga untuk teman-teman sipil angkatan 2016 yang tidak bias disebutkan satu persatu yang sudah mendukung selama penyusunan laporan

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Das, B. M. 1995. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I dan II, Jakarta : Erlangga
- Craig, R. F. 1989. Mekanika Tanah Edisi ke empat, Jakarta : Erlangga
- Pratikso. 2019. Buku Panduan Dinding Penahan Tanah dan Turap. Fakultas Teknik UNISSULA, Semarang.
- Hardiyatmo, H. C. 2002. Mekanika Tanah. Jilid I dan II. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Zakariya, Ahlan Maulan Agus Supriyono. 2019. Analisis dan Penanggulangan Tanah Longsor Dengan Bronjong Menggunakan Aplikasi Plaxis V.8.2. Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.
- Hakam, Abdul Rizki Pranata Mulya. 2011. "Studi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Pada Ruas Jalan Silaing Padang - Bukittinggi Km 64+500". Dalam Jurnal Rekayasa Sipil volume 7 (hlm.57-74). Universitas Andalas.
- Anonim, 7 November 2019, Tanah Longsor, URL: <https://id.wikipedia.org>. (Diakses pada: 27 Desember 2019).
- Andhika Uciha, 2 Mei 2018, bagaimana cara penanggulangan bencana tanah longsor, URL: <https://www.dictio.id>. (Diakses pada : 27-desember-2019).
- Anonim, 7 Juni 2016, Uji geser langsung, URL; <http://kedaitekniksipil.blogspot.com>. (Diakses pada : 27-desember-2019).