



BENTANG

Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

Analisis Kuat Beton Geopolimer Menggunakan Fly Ash dan Abu Sekam Padi
(Ika Sulianti, Indrayani, Agus Subrianto, Efrilia Rahmadona, Oktri Yanti, Arista Widya Iryani)

Analisis Kausalitas Kecelakaan Konstruksi dengan Pendekatan Analogi Fault Tree Analysis (FTA)
(Adwitya Bhaskara, Cahyo Dita Saputro, Firdamarsha Benadikta, Syawaluddin Alim, Danny Setiawan)

Penambahan Serbuk Kayu Kamper terhadap Kuat Tekan Beton
(Lydia Darmiyanti, Gali Pribadi, Achmad Pahrul Rodji)

Studi Literatur Potensi Pemanfaatan Terak Nikel (Slag Nikel) sebagai Agregat pada Mortar dan Beton
(Ratno Wijaya, Sotya Astutiningsih)

Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar)
(Didit Puji Riyanto, Suhardi, Wahyu Prasetyo, Pramu Arisanto)

Perkuatan Lereng pada Sempadan Sungai Jl. Sultan Agung Kabupaten Jember dengan Dinding Penahan Tanah Kantilever
(Luqman Hakim, Paksitya Purnama Putra, Dwi Nurtanto)

Analisis Risiko Kegagalan Konstruksi Infrastruktur Permukiman
(Dedi Suryadi, Hendrik Sulistio, Lia Amelia Megawati)

Perbandingan Kepadatan Kering Tanah Lempung Distabilisasi Serbuk Arang Tempurung Kelapa dengan Serbuk Arang Bambu
(Yayuk Apriyanti, Ovin Sahara, Aisah Fitri, Ferra Fahriani)

Universitas Islam "45" Bekasi

BENTANG	Vol. 9	No. 2	Halaman 63 - 146	Bekasi Juli 2021	p-ISSN 2302 - 5891 e-ISSN 2579 - 3187
---------	--------	-------	---------------------	------------------------	--



Srikirana Meidiani (Univeritas IBA Palembang)



Elma Yulius (Universitas Islam 45)



Eko Darma (Universitas Islam 45)



Sri Nuryati (Universitas Islam 45)

Submit an Article

ADDITIONAL MENU

Editorial Team

Peer Review

Focus and Scope

Publication Ethics

Author Guidelines

Copyright Transfer Form

TEMPLATE



Journal
Template

ELECTRONIC ISSN

ISSN



BENTANG

Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

[About the Journal](#) [Current](#) [Archives](#) [Reviewer](#) [Submissions](#) [Contact](#)

Focus and Scope

1. **Structural Engineering**
2. **Construction Engineering & Management**
3. **Geotechnical Engineering**
4. **Transportation Engineering**
5. **Water Resources Engineering**

[Submit an Article](#)

ADDITIONAL MENU

[Editorial Team](#)

[Peer Review](#)

[Focus and Scope](#)

[Publication Ethics](#)

[Author Guidelines](#)

[Copyright Transfer Form](#)

TEMPLATE

▲
TOP

BENTANG

Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

About the Journal Current Archives Reviewer Submissions Contact

Search

Home / Archives / Vol 9 No 2 (2021): BENTANG Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil



Bentang : Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil adalah wadah publikasi ilmiah di bidang Teknik Sipil. Pertama terbit pada Januari 2013. Terbit dua kali dalam satu tahun yaitu dibulan Januari dan Juli. Bentang : Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil telah terindeks Google Scholar, GARUDA, dan SINTA 4 (Berdasarkan Surat Keputusan MENTERI RISET DAN TEKNOLOGI/ KEPALA BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL REPUBLIK INDONESIA NOMOR 85/M/KPT/2020 tanggal 1 April 2020).

DOI: <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2>

Published: 2021-07-02


Articles


Analisis Kuat Beton Geopolimer Menggunakan Fly Ash dan Abu Sekam Padi

Ika Sulianti, Indrayani -, Agus Subrianto, Efrilia Rahmadona, Oktri Yanti, Arista Widya Iryani


63-70



Digital Repository Universitas Jember


 PDFDOI : <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2859> Abstract View: 17,  PDF Download: 22**Analisis Kausalitas Kecelakaan Konstruksi dengan Pendekatan Analogi Fault Tree Analysis (FTA)**

 Adwitya Bhaskara, Cahyo Dita Saputro, Firdamarsha Benadikta, Syawaluddin Alim, Danny Setiawan
71-84


 PDFDOI : <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2860> Abstract View: 25,  PDF Download: 16**Penambahan Serbuk Kayu Kamper terhadap Kuat Tekan Beton**


 Lydia Darmiyanti, Gali Pribadi, Achmad Pahrul Rodji
85-92

 PDFDOI : <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2861> Abstract View: 30,  PDF Download: 17**Studi Literatur Potensi Pemanfaatan Terak Nikel (Slag Nikel) sebagai Agregat pada Mortar dan Beton**

 Ratno Wijaya, Sotya Astutiningsih
93-100

 PDFDOI : <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2862> Abstract View: 42,  PDF Download: 17**Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar)**

 Didit Puji Riyanto, Suhardi -, Wahyu Prasetyo, Pranu Arisanto
101-114

 PDFDOI : <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2863> Abstract View: 25,  PDF Download: 7

Perkuatan Lereng pada Sempadan Sungai Jl. Sultan Agung Kabupaten Jember dengan Dinding Penahan Tanah Kantilever

Luqman Hakim, Paksitya Purnama Putra, Dwi Nurtanto
115-128

PDF

DOI : <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2864>

Abstract View: 35, PDF Download: 32

Analisis Risiko Kegagalan Konstruksi Infrastruktur Permukiman

Dedi Suryadi, Hendrik Sulistio, Lia Amelia Megawati
129-138

PDF

DOI : <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2865>

Abstract View: 47, PDF Download: 22

Perbandingan Kepadatan Kering Tanah Lempung Distabilisasi Serbuk Arang Tempurung Kelapa dengan Serbuk Arang Bambu

Yayuk Apriyanti, Ovin Sahara, Aisah Fitri, Ferra Fahriani
139-146

PDF

DOI : <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2866>

Abstract View: 25, PDF Download: 10

Submit an Article

ADDITIONAL MENU

Editorial Team

Peer Review

Focus and Scope

Publication Ethics

Author Guidelines

Copyright Transfer Form

Perkuatan Lereng pada Sempadan Sungai Jl. Sultan Agung Kabupaten Jember dengan Dinding Penahan Tanah Kantilever

Luqman Hakim¹, Paksitya Purnama Putra^{2,*}, Dwi Nurtanto²

¹ Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember; Jl. Kalimantan No.37 Sumbersari Jember, Indonesia.

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember; Jl. Kalimantan No.37 Sumbersari Jember, Indonesia.

* Korespondensi: paksitya.putra@unej.ac.id

ABSTRAK

Tanah mengalami amblas di Jl. Sultan Agung, Jompo, Kabupaten Jember. Tim dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) menemukan retakan tanah di bawah ruko tersebut sejak Februari 2019 lalu. Kejadian tersebut mengakibatkan jalan sepanjang kurang lebih 45 meter dan lebar 10 meter mengalami longsor sehingga menutup aliran sungai, serta sebanyak 9 ruko yang merupakan aset pemerintah Kabupaten Jember ikut ambles sedalam kurang lebih 4 meter. Dinding penahan tanah (DPT) jenis kantilever didesain pada bekas longsor tersebut sebagai upaya revitalisasi daerah sempadan sungai jompo pada jalan Sultan Agung. Stabilitas desain DPT merujuk pada SNI 8460:2017 dibantu dengan menggunakan program GEO 5. Stabilitas DPT terhadap guling (overturning) menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar $3,72 > 2$ (Aman), sedangkan stabilitas DPT terhadap geser (sliding) sebesar $1,61 > 1,5$ (Aman), serta stabilitas daya dukung (bearing capacity) sebesar $8,18 > 3$ (Aman). Untuk konstruksi struktur dinding kantilever digunakan mutu beton (F_c') 40 MPa dan mutu tulangan (F_y) 420 Mpa dengan diameter tulangan 25 mm dan jarak 125 mm. Perkuatan tambahan diberikan pada DPT berupa borepile dengan diameter 60 cm yang dipancang sedalam 6 meter.

Kata kunci: Borepile; Dinding Kantilever; Faktor Keamanan; Stabilitas

ABSTRACT

The land collapsed on Jl. Sultan Agung, Jompo, Jember Regency was reported. A team from the Regional Disaster Management Agency (BPBD) found cracks in the ground under a shop since February 2019. This incident resulted in a landslide of a road with approximately 45 meters long and 10 meters wide that it blocked the river flow, and nine shophouses, which are the assets of the Jember Regency government, collapsed as deep as approximately 4 meters. The cantilever type retaining wall is designed in the landslide area as an effort to revitalize the banks of Jompo river on Jalan Sultan Agung. Cantilever wall design stability refers to SNI 8460: 2017 and was assisted by using the GEO 5 program. The stability of cantilever walls against overturning shows a safety factor value of 3.72 that greater than 2 (safe condition), whereas the stability of cantilever walls against sliding was 1.61 that greater than 1.5 (safe condition), and the stability of the bearing capacity was 8.18 that greater than 3 (safe condition). Cantilever wall structure using concrete quality (F_c') 40 MPa, and reinforcement quality (F_y) 420 Mpa, with a diameter and a distance of 25 mm and 125 mm respectively. Additional reinforcement was given to the Cantilever Wall, i.e. a bore-pile with a diameter of 60 cm which was fixed to a depth of 6 meters.

Keywords: Bore pile; Cantilever Walls; Safety Factor; Stability

1. PENDAHULUAN

Hartini (2020), memberitakan bahwa terjadi amblas nya tanah pada sekitar pukul 03.45 WIB di Jl. Sultan Agung, Jompo, Kabupaten Jember. Pada kejadian tersebut mengakibatkan jalan sepanjang kurang lebih 45 meter dan lebar 10 meter mengalami longsor sehingga menutup aliran sungai, serta sebanyak 9 ruko yang merupakan aset pemerintah Kabupaten Jember ikut ambles sedalam kurang lebih 4 meter seperti pada Gambar 1. Untuk mencegah peristiwa tersebut terulang kembali akibat beban diatas yang berupa beban lalu lintas dibutuhkan perkuatan pada lereng di sekitar sempadan sungai tersebut. Adapun alternatif perkuatan lereng yang dapat digunakan dengan cara membangun struktur dinding penahan tanah.



Gambar 1. Amblasnya Tanah di Jl. Sultan Agung, Jompo, Jember

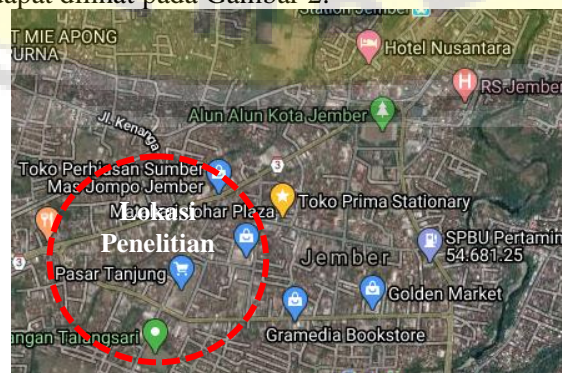
Berdasarkan penelitian yang dilakukan Setiawan (2011) bahwa pemilihan dinding penahan tipe kantilever sangat sesuai untuk dinding penahan yang memiliki tinggi lebih dari 6 meter. sedangkan untuk ketinggian kurang dari 6 meter dapat digunakan dinding penahan dengan tipe gravitasi

Penelitian ini memiliki tujuan untuk merencanakan ulang dinding penahan dengan tipe kantilever yang aman dapat menahan gaya guling, gaya geser, serta memiliki daya dukung tanah yang baik. Dinding penahan akan dianalisis stabilitas struktur dinding penahan menggunakan GEO 5. Hasil dari perencanaan diharapkan dapat menjadi rujukan perencanaan untuk meningkatkan kestabilan lereng dengan tujuan untuk melindungi lereng timbunan yang digunakan untuk menahan jalan nasional pada Jl. Sultan Agung, Jember.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

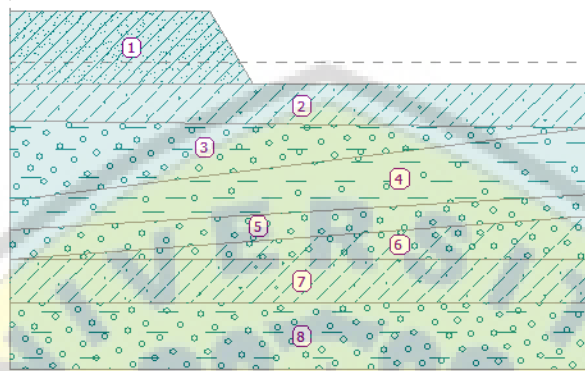
Lokasi perencanaan dinding penahan tanah tipe kantilever ini dilakukan di Jl. Sultan Agung, Jompo Kecamatan Kaliwates, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur, yang terletak pada $8^{\circ}10'16.7''$ LS $113^{\circ}41'45.6''$ BT yang merupakan lokasi kejadian amblas nya tanah. Untuk detail lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Amblasnya Tanah

Analisis Kestabilan Lereng Eksisting

Perencanaan perkuatan lereng sangat perlu untuk melakukan analisis kestabilan lereng untuk melihat bidang gelincir dari lereng yang akan dibangun perkuatan. Analisis ini perlu dilakukan untuk menentukan jenis perkuatan dari lereng tersebut dan melakukan perencanaan untuk tinggi desain dinding penahan tanah. Untuk mempermudah identifikasi jenisnya maka tanah dapat digolongkan kedalam beberapa kelompok bagian berdasarkan nilai hasil pengujian NSPT dan digambarkan pada stratigrafi tanah yang dijelaskan pada Gambar 3.



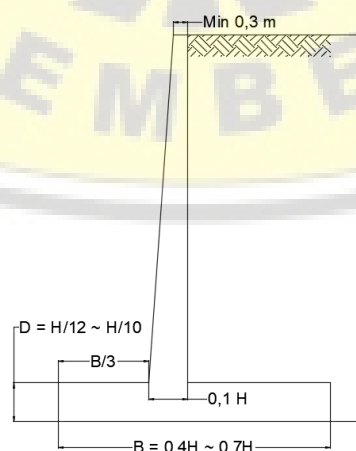
Gambar 3. Stratigrafi Tanah pada Lokasi Penelitian

Keterangan :

1. Pasir berbatu
2. Lanau Kepasiran dan Lempung
3. Pasir Kelanauan dan Kerikil
4. Lanau Kelempungan
5. Lanau Kepasiran dan Lempung
6. Berbatu
7. Pasir Kelanauan dan Kerikil
8. Lanau Kepasiran dan Berkerikil

Dinding Kantilever

Konstruksi dinding jenis ini merupakan gabungan dinding dengan beton bertulang yang terdiri dari batang tipis dan pelat dasar berbentuk huruf T. Dinding jenis ini ekonomis digunakan untuk dinding dengan ketinggian sekitar 8 meter (Das, 2011). Dimensi tipikal dari desain dinding penahan tanah tipe kantilever ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Dimensi Tipikal Dinding Kantilever

Tekanan Tanah Lateral

Besar tekanan tanah lateral pada jenis tanah non-koheusif untuk dinding penahan menggunakan metode coulomb (Das, 2011), dengan model persamaan (1) dan persamaan (2).

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H_2 \quad (1)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_2 \cdot K_p \quad (2)$$

Keterangan :

- Pa = Tekanan aktif total
 Ka = Koefisien tekanan tanah aktif
 γ = Berat volume tanah
 H₂ = Tinggi dinding penahan tanah
 Pp = Tekanan pasif total
 Kp = Koefisien tekanan tanah pasif

Besar nilai tekanan tanah lateral aktif (Pa) dapat dihitung menggunakan persamaan 1 sedangkan untuk nilai tekanan tanah lateral pasif (Pp) dapat dihitung menggunakan persamaan 2. Perhitungan tekanan tanah lateral dianalisis berdasarkan nilai berat volume tanah (γ), tinggi dinding (H), dan koefisien tanah lateral (Ka atau Kp) yang bisa didapatkan dari hasil korelasi menggunakan nilai Sudut gesek antara dinding dan tanah (δ) dengan sudut gesek dalam (\emptyset).

Kontrol Tahanan Guling (*Overturning*)

Adanya gaya lateral tanah akibat dari tanah di belakang dinding yang cenderung memberi gaya dorong yang mengakibatkan tergulingnya dinding penahan. Kontrol tahanan guling dijelaskan oleh persamaan 3 dan persamaan 4 (Das, 2011) :

$$FS_{(Overturning)} = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_O} \quad (3)$$

$$\Sigma M_O = P_h \left(\frac{H'}{3} \right) \quad (4)$$

Keterangan :

- ΣM_R = Jumlah besaran tahanan gaya guling
 ΣM_O = Jumlah besaran momen guling
 Ph = Pa cos α
 H' = Tinggi dinding penahan

Kontrol Tahanan Geser (*Sliding*)

Gaya yang dapat mempengaruhi gaya geser dinding penahan adalah gesekan antara tanah dan dasar pelat fondasi dan tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan terdapat tanah timbunan. Kontrol tahanan guling dijelaskan oleh persamaan (5), persamaan (6), persamaan (7) (Das, 2011):

$$FS_{(Sliding)} = \frac{\Sigma F_R}{\Sigma F_d} \quad (5)$$

$$\Sigma F_R = (\Sigma V) \tan \delta' + Bc' + P_p \quad (6)$$

$$\Sigma F_d = P_a \cos \theta \quad (7)$$

Pada persamaan (5) dijelaskan bahwa untuk kontrol tahanan geser merupakan hasil perbandingan antara nilai besaran tahanan gaya geser (ΣF_R) dengan nilai besaran gaya geser (ΣF_d)

Kontrol Daya Dukung (*Bearing Capacity*)

Kapasitas daya dukung tanah dihitung menggunakan persamaan Terzaghi (1943), dengan detail persamaan sebagai berikut sesuai (Braja M. Das, 2011). :

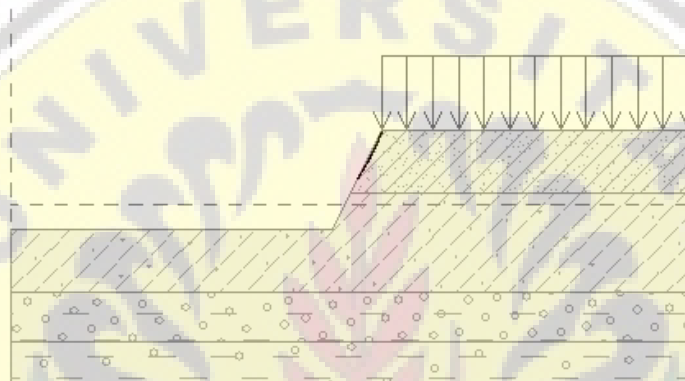
$$q_{ult} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i} + c' \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} \quad (8)$$

Berdasarkan bentuk persamaan (8) diatas dihitung berdasarkan besar tegangan efektif (q), lebar kaki dinding (B), Faktor koefisien daya dukung (N_y, N_c, N_q) berdasarkan sudut geser tanah, faktor bentuk ($F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$), faktor kedalaman ($F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$), dan faktor inklinasi ($F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kestabilan Lereng Eksisting

Dari hasil analisis menggunakan program bantu berbasis GEO 5 didapatkan *safety factor* eksisting lereng terkritik yaitu faktor keamanan terkecil sebesar 0,14 untuk kondisi lereng dengan pengaruh beban gempa. Dari hasil analisis tersebut didapatkan koordinat bidang longsor yaitu berbentuk busur lingkaran dengan pusat O (4,27 ; 4,35) dan jari-jari R sebesar 11,61 m dan dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah.

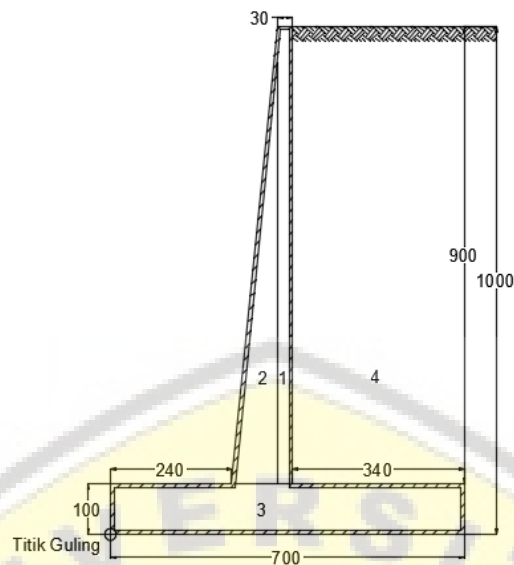


Gambar 5. Hasil Analisis Lereng Eksisting Menggunakan GEO 5

Tanah dasar dari lokasi tersebut merupakan tanah pasir yang merupakan tanah non-kohesif yang menyebabkan tanah tersebut mudah lepas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, (Utomo, 2019) apabila proporsi pasir yang sangat besar maka lereng akan mudah longsor. Dari hasil bidang longsor diatas dapat digunakan menjadi acuan tinggi perencanaan dinding penahan untuk menghindari terjadinya longsor yang terjadi dibawah struktur dinding.

Dimensi Dinding Kantilever

Berdasarkan syarat desain rencana awal yang telah ditentukan untuk tinggi dinding penahan dipasang dengan tinggi 10 meter menyesuaikan hasil analisis bidang longsor dan menyesuaikan bentuk dari topografi di lapangan, untuk lebar stem atas sebesar 0,3 m menyesuaikan desain dimensi minimum dari persyaratan perancangan dinding kantilever. Lebar dimensi foot direncanakan berdasarkan syarat ($B = 0,4 \sim 0,7H$) sehingga didapatkan $B = 7$ m. dan untuk tebal foot diambil 1 m berdasarkan persamaan pada SNI 8460:2017 ($D = H/12 \sim H/10$). Untuk gambar detail hasil perencanaan ditunjukkan pada Gambar 6 dibawah.



Gambar 6. Dimensi Rencana Struktur Dinding Penahan

Data Tanah

Nilai parameter tanah existing sebagai parameter perencanaan didapatkan dari hasil korelasi-korelasi dari hasil uji N-SPT. Berikut data tanah pada lokasi penelitian, pada daerah tersebut terdiri dari tanah non-kohefif dan berbatu.

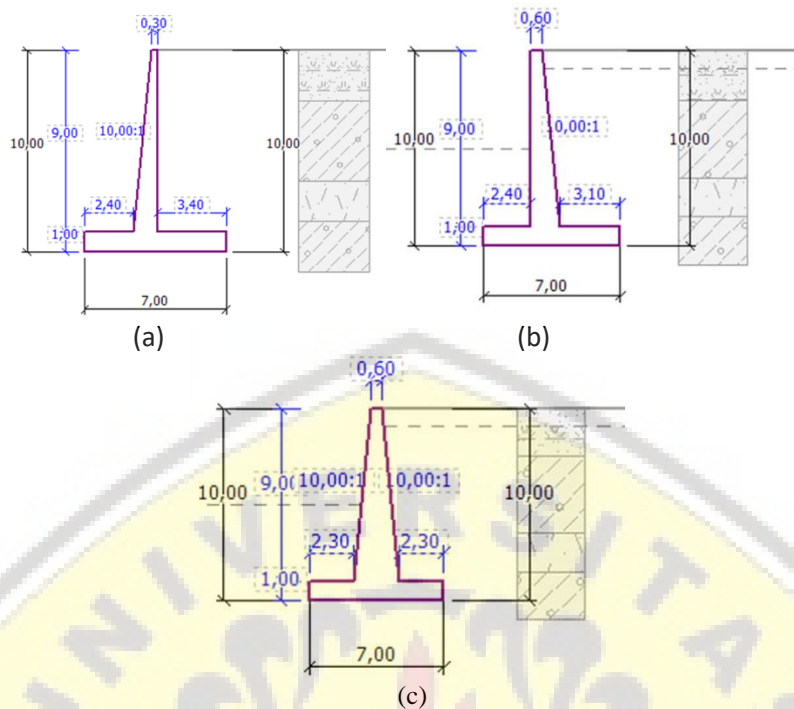
Tabel 1. Data tanah

Kedalaman	N'	γ kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	ϕ degre	C_{ef} kPa	δ degre
0 s/d 2,5	12.25	10.982	12.982	16.167	0	25
2,5 s/d 6,5	23.5	15.316	17.316	34	0	29
6,5 s/d 8,5	31.5	17.579	19.579	38.947	0	31
8,5 s/d 12,5	18	14.105	16.105	30.947	0	26
12,5 s/d 14,5	42.5	21	23	40	0	35
14,5 s/d 24,5	19.1	14.126	16.126	31.874	0	28
24,5 s/d 30,5	27	18	20	34.211	0	30

Tabel 1 diatas menjelaskan hasil nilai korelasi dari Bowles (1984) yang dikorelasikan berdasarkan hasil pengujian nilai NSPT, didapatkan hasil berupa berat volume (γ), berat volume jenuh (γ_{sat}), sudut geser tanah (ϕ), Sudut geser antara material dan tanah (δ)

Analisa Menggunakan GEO 5

Berikut hasil analisis menggunakan GEO 5 dengan variasi 3 bentuk desain sebagai pembandingan untuk mencari bentuk dinding penahan yang dapat dibangun secara optimum dan aman. Untuk 3 variasi dinding penahan tanah dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. (a) Dimensi Rencana Desain 1; (b) Dimensi Rencana Desain 2; (c) Dimensi Rencana Desain 3

Dari hasil analisis variasi dimensi diatas didapatkan nilai stabilitas dinding yang di jelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis software berbasis GEO 5

Kontrol	FS	Output (FS)		
	SNI 8460	1	2	3
Guling	2	3.72	0.93	0.51
Geser	1.5	1.61	0.54	0.36
Daya Dukung	3	8.22	5.08	5.58

Dari Tabel 2 dijelaskan bahwa *safety factor* (FS) pada desain 1 memenuhi kaidah pada SNI 8460:2017 mengenai persyaratan perancangan dinding penahan, sedangkan pada desain 2 dan desain 3 untuk *safety factor* (FS) tidak memenuhi pada kontrol guling dan kontrol geser. Sehingga desain 2 dan desain 3 tersebut tidak dapat digunakan sebagai desain rencana dinding penahan tanah pada lokasi penelitian.

Analisis Gaya Vertikal dan Momen Dinding

Perhitungan momen terhadap struktur dinding penahan dan tanah, berupa analisis gaya vertikal dan momen dinding kantilever disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Gaya Vertikal dan Momen Dinding Kantilever

No	B	H	Area	Weight / Unit Length	Moment Arm From Point C	Moment
	(m)	(m)	(m ²)	(kN/m)	(m)	(kN-m/m)
1	0,3	9	2,7	64,8	3,45	223,56
2	0,9	9	4,05	97,2	3	291,6
3	7	1	7	168	3,5	588
4	3,4	9	30,6	486,3789	5,3	2577,808421
	Pv			0	7	0
	Σv			816,3789474	ΣMR	3680,968421

Tabel 3 merupakan hasil analisis perhitungan momen akibat beban dari struktur dinding ataupun beban tanah yang menjadi nilai tahanan pasif. Nilai momen struktur sebesar 1103,16 kN.m sedangkan untuk momen akibat tanah sebesar 2577,808 kN.m dengan total jumlah momen sebesar 3680,968421 kN.m. Sehingga dapat dianalisa untuk hasil perhitungan *safety factor* (SF) sebagai berikut:

Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral bekerja akibat tanah urugan dibelakang struktur dinding penahan tanah yang cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi yang berada pada ujung kaki depan pondasi. Diagram tegangan tekanan tanah lateral yang terjadi pada dinding ditunjukkan pada Gambar 8. Untuk hasil perhitungan tekanan tanah lateral dijabarkan sebagai berikut.

Tekanan Tanah Lateral Aktif (Pa)

$$\sigma_{H1} = \text{Beban Lalu-Lintas} \cdot K_a$$

$$\sigma_{H1} = 12 \cdot 0,3014 = 3,6168 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_{H10} = (\gamma \cdot H \cdot K_a) + (\text{Beban Lalu-Lintas} \cdot K_a)$$

$$\sigma_{H10} = (15,89 \cdot 10 \cdot 0,3014) + (12 \cdot 0,3014) = 51,523 \text{ kN/m}$$

$$P_a = P_1 + P_2$$

$$P_1 = 3,6168 \cdot 10 = 36,168 \text{ kN/m}$$

$$P_2 = 0,5 \cdot 51,523 \cdot 10 = 239,533 \text{ kN/m}$$

$$P_a = 275,702 \text{ kN/m}$$

$$P_a = \left(\frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot K_a \right) + (\text{Beban Tambahan})$$

$$P_a = \left(\frac{1}{2} \cdot 15,89 \cdot 10^2 \cdot 0,3014 \right) + (12 \cdot 10 \cdot 0,3014)$$

$$P_a = 275,702 \text{ kN/m} \quad P_H = 275,702 \cdot \cos 0 = 275,702$$

$$P_v = 275,702 \cdot \sin 0 = 0 \text{ kN/m}$$

kN/m

Tekanan Tanah Lateral Pasif (Pp)

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma_2 \cdot D^2 \cdot K_p$$

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot 14,11 \cdot 1^2 \cdot 12,85$$

$$P_p = 90,657$$

Gaya Angkat Air (Uplift)

$$U_f = \gamma_w \cdot H \cdot B$$

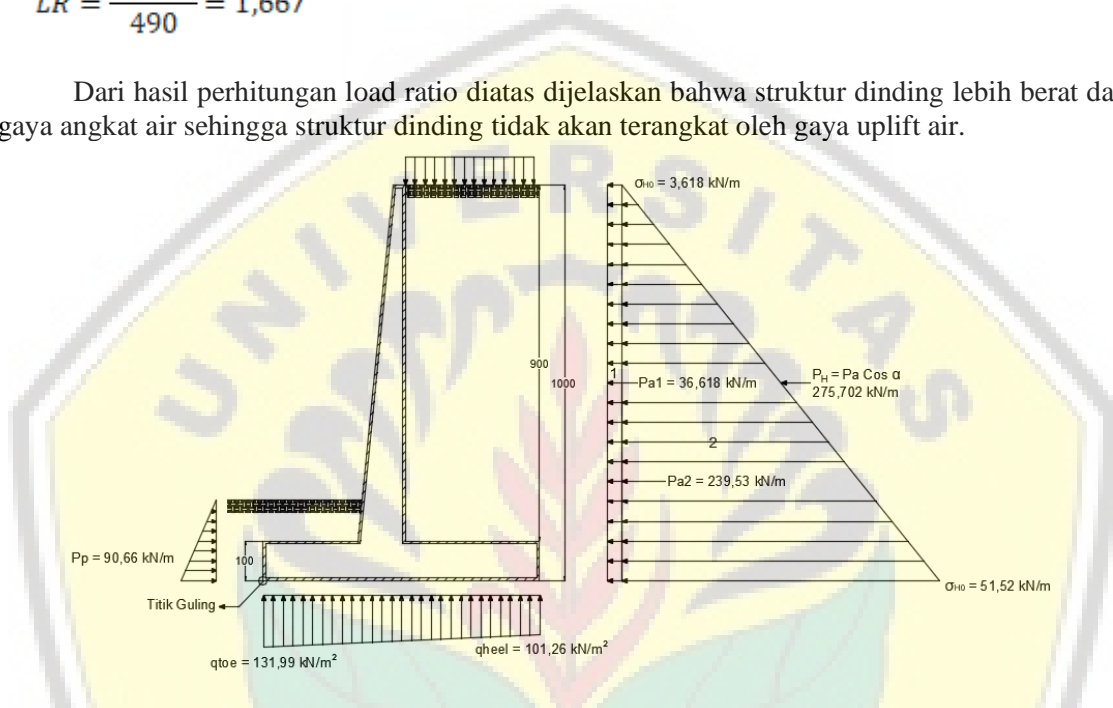
$$U_f = 10.7.7U_f = 490 \text{ kN}$$

Dengan jumlah beban struktur dinding dan tanah pada pias struktur dapat dihitung perbandingan gaya angkat air yaitu dijelaskan pada persamaan berikut:

$$LR = \frac{W_{structure}}{U_f}$$

$$LR = \frac{816.38}{490} = 1,667$$

Dari hasil perhitungan load ratio diatas dijelaskan bahwa struktur dinding lebih berat dari gaya angkat air sehingga struktur dinding tidak akan terangkat oleh gaya uplift air.



Gambar 8. Gaya-gaya yang Bekerja Pada DPT

Kontrol Tahanan Guling (Overturning)

Dalam tinjauan terhadap bahaya guling, apabila tekanan tanah pasif dapat diandalkan keberadaannya, maka tekanan tanah pasif dapat mengurangi bahaya momen aktif (momen guling) atau memperbesar momen pasif (momen perlawanan). Untuk nilai tahanan guling dijelaskan pada perhitungan berikut ini.

$$M_o = P_H \frac{H'}{3}$$

$$M_o = 284,744 \frac{10}{3}$$

$$M_o = 949,146$$

$$FS_{overturning} = \frac{\sum M_R}{M_o}$$

$$FS_{overturning} = \frac{3880,9904}{949,146}$$

$$FS_{overturning} = 3,878$$

3,878 > 2(Aman)

Dari hasil analisis diatas didapatkan angka *safety factor* sebesar 3,872 yang berarti nilai tersebut sudah melebihi *safety factor* minimum dari kontrol tahan guling yang berarti desain ini dapat digunakan dan aman terhadap gaya guling. Gaya-gaya yang mengakibatkan guling serta titik guling pada struktur DPT dapat dilihat pada Gambar 8.

Kontrol Tahanan Geser (*Sliding*)

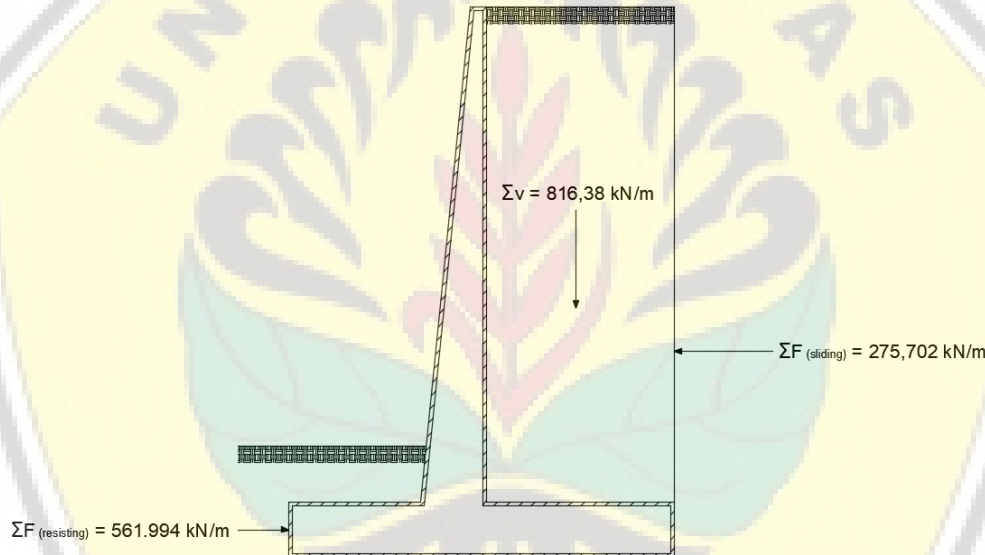
Gaya-gaya yang dapat mengeser dinding penahan tanah kearah depan akan ditahan oleh gesekan antar tanah dan permukaan dasar pondasi. Faktor keamanan geser dapat diketahui sebagai berikut:

$$FS_{\text{Sliding}} = \frac{[(N \tan \phi_2 + C_d(d-2e)/\mu) + F_{\text{res}}]}{H}$$

$$FS_{\text{Sliding}} = \frac{[(816,379 \tan(30,95) + 90.657)]}{261.389}$$

$$FS_{\text{Sliding}} = 2.150$$

2,15 > 1,5 (Aman)



Gambar 9. Gaya yang Bekerja Pada Tahanan Geser

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil *safety factor* sebesar 2,15 sudah melebihi nilai *safety factor* tahanan geser minimum yaitu 1,5 yang berarti struktur dinding dapat menahan gaya geser yang bekerja di belakang struktur dinding penahan tanah sehingga dinding tetap berada pada posisinya. Untuk gaya tahanan dan gaya aktif yang bekerja pada dinding telah dijelaskan oleh Gambar 9 diatas.

Kontrol Daya Dukung (*Bearing Capacity*)

Kapasitas dukung ultimit dihitung dengan menggunakan persamaan fungsi dari sudut geser dalam tanah ϕ dari Terzaghi (1943). Untuk nilai daya dukung dijabarkan pada perhitungan berikut ini.

Eksentrisitas DPT

$$e = \frac{B}{2} \frac{\sum M_R - \sum M_o}{\sum V}$$

$$e = \frac{7}{2} \frac{3880,99 - 871,296}{854.119}$$

$$e = 0.058$$

$$e < B/6$$

$$0.58 < 1,667 \dots \text{(OK)}$$

Pengaruh eksentrisitas terhadap beban DPT

$$q = \frac{\sum V}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$q = \frac{854.119}{7} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,058}{7} \right)$$

$$q_{Toe} = 122.461 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Heel} = 110.790 \text{ kN/m}^2$$

Daya dukung tanah

Dengan kombinasi berbagai nilai faktor yang diuraikan oleh Tabel 4, maka didapatkan nilai daya dukung dengan faktor keamanan sebagai berikut

Tabel 4. Nilai Koefisien Faktor

Nc	32,537	Fcd	2,270	Fci	0,999
Nq	24,057	Fqd	2,208	Fqi	0,999
Nγ	1,065	Fγd	1	Fγi	0,997

$$q_{ult} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i} + c' \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi}$$

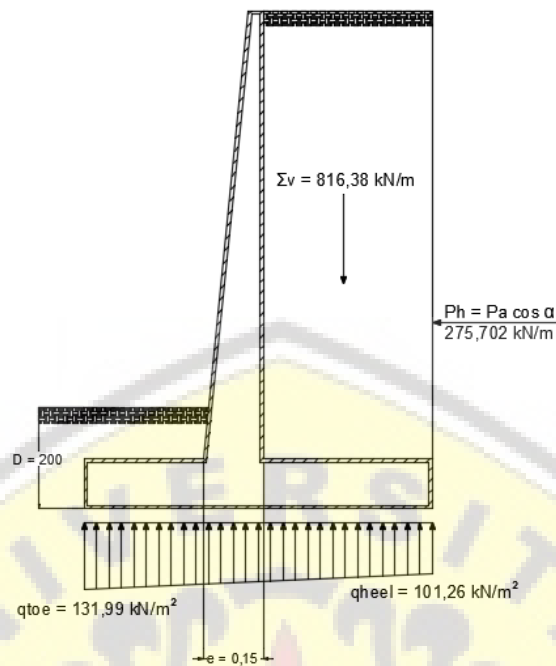
$$q_{ult} = \frac{1}{2} \cdot 14,105 \cdot 7 \cdot 1,065 \cdot 1 \cdot 0,996 + 16,105 \cdot 24,057 \cdot 2,208 \cdot 0,999$$

$$FS_{\text{Bearing Capacity}} = q_{ult} / q$$

$$FS_{\text{Bearing Capacity}} = 906,046 / 110,790$$

$$FS_{\text{Bearing Capacity}} = 8,178$$

8,178 > 5(Aman)



Gambar 10. Gaya yang Bekerja Pada Daya Dukung

Safety factor terhadap keruntuhan tanah didapatkan dengan membagi nilai q_{ult} terhadap q dan diperoleh nilai *safety factor* sebesar 8,178. Nilai ini menunjukkan bahwa dinding penahan aman dari bahaya keruntuhan. Gambar 10 menunjukkan gaya-gaya yang bekerja pada daya dukung tanah

Validasi

Berikut perbandingan dari hasil analisis perhitungan manual dengan analisis dinding kantilever terpilih yaitu desain 1 menggunakan software berbasis GEO 5.

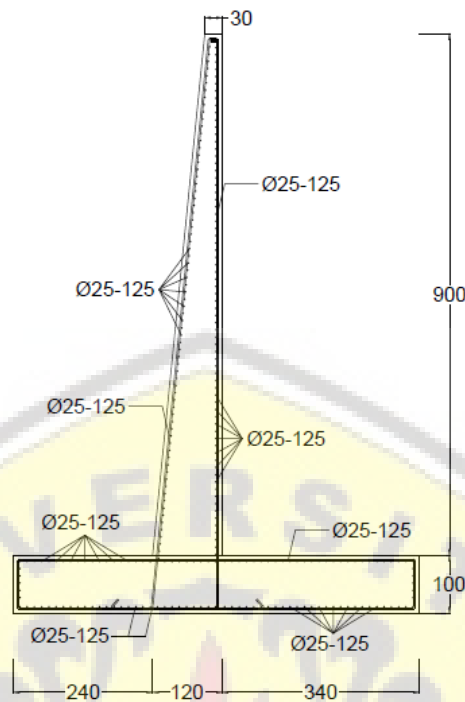
Tabel 1. Analisis Validasi Software GEO 5

Kontrol	Manual	GEO 5	%
Guling	3,878	3,72	4,25
Geser	1,753	1,61	8,88
Daya Dukung	8,178	8,22	0,51

Tabel 6 menjelaskan kontrol guling terdapat perbedaan sebesar 4,25%, sedangkan pada kontrol geser terdapat perbedaan sebesar 8,88%, dan pada kontrol daya dukung terdapat perbedaan sebesar 0,51%. Dari analisis diatas tidak terdapat perbedaan yang terlalu besar pada hasil analisis perhitungan menggunakan metode manual dan pada hasil analisis perhitungan menggunakan GEO 5 dengan hasil validasi $< 10\%$.

Penulangan Dinding Penahan

Pada perencanaan struktur dinding penahan dengan dinding tipe kantilever ini menggunakan kaidah yang sesuai dengan kaidah dari SNI 2847:2019 dengan ketentuan perencanaan digunakan mutu beton rencana ($f'c$) sebesar 40 Mpa, mutu baja rencana (f_y) sebesar 420 Mpa, dan tebal selimut beton sebesar 70 mm, dengan tulangan utama diameter 25 mm dengan jarak pasang yaitu 125 mm dengan A_{Spakai} sebesar 4050 mm². Untuk detail gambar dapat dilihat pada Gambar 11.

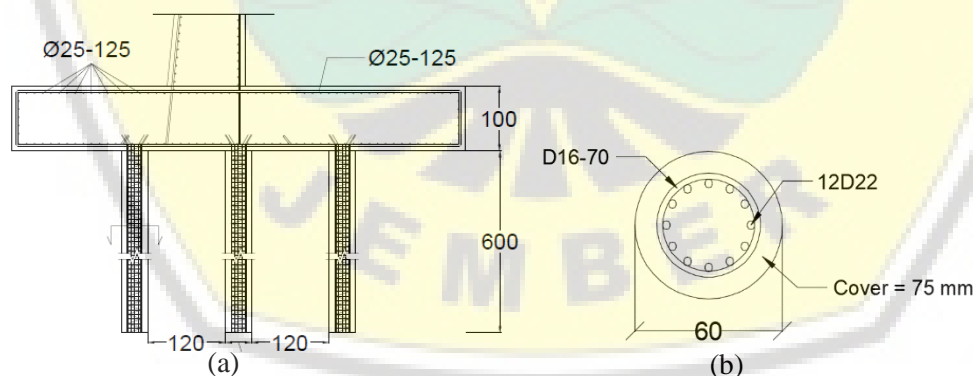


Gambar 11. Detail Penulangan Dinding

Perencanaan Pile Tambahan

Untuk menaikkan faktor keamanan stabilitas lereng perlu adanya pondasi tambahan yang dipancang sedalam melewati bidang lonsor. Berikut analisis perhitungan untuk pondasi tambahan berupa pondasi tiang *borepile* dibawah dinding penahan tanah.

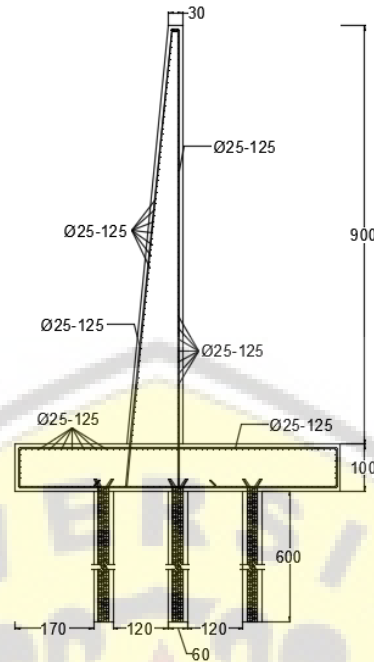
Dengan berat beban struktur + tanah sebesar 816,38 kN maka direncanakan diameter pondasi 60 cm dengan tulangan utama digunakan baja ulir dengan diameter 22 mm dipasang sejumlah 12 buah dengan tulangan spiral dengan diameter 16 mm dipasang dengan jarak 70 mm. Untuk detail gambar dijelaskan oleh Gambar 12.



Gambar 12. (a) Detail Dimensi Tiang Bore; (b) detail potongan pondasi borepile

4. KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk merencanakan serta menganalisis dinding kantilever yang dapat direalisasikan pada lokasi penelitian ini. Berdasarkan hasil analisis disimpulkan bahwa digunakan dinding penahan tanah desain 1 dengan kombinasi perkuatan pondasi borepile diameter 60 cm yang dipancang sedalam 6 m dibawah permukaan tanah dengan dimensi dinding penahan seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Dimensi Struktur Dinding Terpilih

Dengan nilai stabilitas terhadap guling (*overturning*) $3,72 > 2$ (Aman), stabilitas terhadap geser (*sliding*) $1,61 > 1,5$ (Aman), dan daya dukung (*bearing capacity*) $8,22 > 3$ (Aman). Untuk konstruksi struktur dinding kantilever digunakan mutu beton (F_c') 40 MPa dan mutu tulangan (F_y) 420 Mpa dengan diameter tulangan 25 mm dan jarak 125 mm.

REFERENSI

- Bowles, J.E., 1984. *Physical and Geotechnical Properties of Soils*, Second ed. McGraw-Hill, Auckland.
- Das, Braja M. (2011). *Principles of Foundation Engineering. 7th Edition*. Stamford : Cengage Learning.
- Hakim, L. (2021). *Perencanaan Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) Pada Daerah Sempadan Sungai Jl. Sultan Agung, Jember Dengan FEM* (Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Jember).
- Hartini, D. (2020). Detik-detik Jalan Sultan Agung Jember Ambles, 9 Ruko Roboh. <https://www.kompas.tv/article/69309/detik-detik-jalan-sultan-agung-jember-ambles-9-ruko-roboh> [Diakses pada 14 Juli 2020].
- Setiawan, H. (2011). Perbandingan Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Dan Gravitasi Dengan Variasi Ketinggian Lereng. Palu : Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako
- Terzaghi, K. (1943). Liner-Plate Tunnels on the Chicago (II) Subway. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 108(1), 970-1007.
- Utomo Y. A., Surendro B. 2019, Studi Evaluasi Bentuk Longsor. *Jurnal Untidar*. Vol 1, No 1 (2019)