

Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever, Gravitasi, dan *Sheet Pile*

Rudy Febrijanto¹, Athaya Zhafirah², Aam Rohadatul Aisy A³

^{1,2,3}Institut Teknologi Garut, Indonesia

**email*: rudy.febrijanto@itg.ac.id

Info Artikel

Dikirim: 20 Maret 2024

Diterima: 30 Mei 2024

Diterbitkan: 30 November 2024

Kata kunci:

Dinding penahan tanah;

Gravitasi;

Kantilever;

Sheet pile;

Stabilitas lereng.

ABSTRAK

Permukaan bumi memiliki bentuk yang tidak rata atau membentuk kemiringan sehingga terjadi perbedaan elevasi muka tanah. Perbedaan elevasi muka tanah memiliki potensi terjadinya longsor. Dinding penahan tanah menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi longsor. Tujuan dari penelitian ini menghasilkan desain dinding penahan tanah untuk menangani permasalahan longsor yang terjadi di Ruas Jalan Singajaya-Toblong (Blok Liang Kerud). Metode penelitian yang digunakan adalah analisis kestabilan dinding penahan tanah dengan metode rankine dan metode elemen hingga. Jenis dinding penahan tanah yang dipakai dalam penelitian ini antara lain, tipe gravitasi, kantilever, dan *sheet pile*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain dinding penahan tanah tipe kantilever tidak aman karena nilai stabilitas geser yang tidak memenuhi persyaratan yaitu $0,742 < 1,5$. Hasil analisis dinding penahan tanah tipe gravitasi paling aman terhadap kestabilan tanah dilihat dari nilai faktor keamanan $1,53 > 1,5$; nilai stabilitas guling $2 \geq 2$; dan nilai stabilitas geser $4,642 > 1,5$. Sementara itu, tipe *sheet pile* yang memperhitungkan seberapa panjang material baja yang dibutuhkan tetap tidak bisa menahan tanah. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa dinding penahan tanah yang paling aman yaitu tipe gravitasi yang memiliki nilai faktor aman terhadap stabilitas guling dan stabilitas geser yang melebihi persyaratan kestabilan tanah.

1. PENDAHULUAN

Longsor merupakan fenomena alam yang tidak terhindarkan yang terjadi akibat adanya perbedaan elevasi permukaan bumi. Lereng yang curam dan tidak stabil menjadi salah satu penyebab terjadinya longsor, menimbulkan dampak yang serius bagi lingkungan sekitarnya. Dinding penahan tanah merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dinding penahan tanah adalah struktur yang digunakan untuk menahan mengendalikan tanah yang berada di sekitarnya yang dapat dibangun untuk berbagai tujuan, seperti mengendalikan erosi, memperluas lahan yang ada, atau untuk membangun jalan atau bangunan di area yang memiliki lereng curam [1].

Pratama melakukan penelitian untuk menyelidiki penyebab terjadinya pergerakan dinding penahan tanah melalui observasi lapangan dan pendekatan analitik. Metode yang digunakan adalah konvensional dan numerik untuk mengevaluasi stabilitas eksternal dan global dari dinding penahan tanah untuk mengetahui stabilitas geser dan daya dukung tanah, sedangkan pendekatan numerik yang digunakan adalah metode elemen hingga untuk mengevaluasi stabilitas dinding penahan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa disarankan untuk

mengganti dinding penahan tanah dengan sistem dinding penahan tanah kantilever yang ditopang oleh tiang bor dan diikuti dengan penggantian bahan pengisi [2].

Penelitian lain menganalisis faktor aman lereng di daerah sungai Cihideung, Desa Ranjang, Kecamatan Cisitu, Kabupaten Subang dan untuk mengetahui faktor aman apabila lereng diperkuat dengan dinding penahan tanah menggunakan beton bertulang. Metode analisis yang digunakan menggunakan program Plaxis 2D V.8.6 dan metode Fellenius untuk mendapatkan nilai faktor aman. Hasil penelitian diperoleh bahwa lereng yang diperkuat dinding penahan beton bertulang kantilever dengan program Plaxis 2D V.8.6 mendapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,609; sedangkan faktor keamanan dengan metode Fellenius sebesar 8,364 [3].

Selain itu, terdapat penelitian untuk menganalisis kondisi dinding penahan tanah ditinjau dari stabilitas gelinding, ketahanan geser, dan ketahanan tanah serta merencanakan desain dinding penahan tanah. Metode yang digunakan adalah metode Rankine, Schmertmann, dan Nottingham. Hasil analisis menunjukkan kestabilan terhadap bilas faktor aman sebesar $1,55 < 1,5$. Rencana proyek dinding penahan tanah dengan stabilitas terhadap geser $F_s = 2,51 < 1,5$; dan analisis ulang untuk daya dukung tanah didapat sebesar $q_{toel} = 31,3953 \text{ kN/m}^2 < Q_{all} 2501,3841 \text{ kN/m}^2$; untuk tegangan $q_{hell} 1,43 \text{ kN/m}^2 > 0$. Rencana untuk pemodelan dinding penahan tanah dengan tinggi 4,3 m, lebar atas 0,4 m, lebar bawah 3,5 m, tebal kaki tumit 0,8 m, dan lebar dinding penahan tanah 0,8 m [4].

Permasalahan dinding penahan tanah yang ada di lokasi Ruas Jalan Singajaya-Toblong (Blok Liang Kerud) mengalami pergeseran sehingga diperlukan perencanaan ulang dinding penahan tanah agar mampu menahan beban. Berdasarkan survei lapangan terdapat kerusakan pada area yang ditinjau seperti pada Gambar 1.



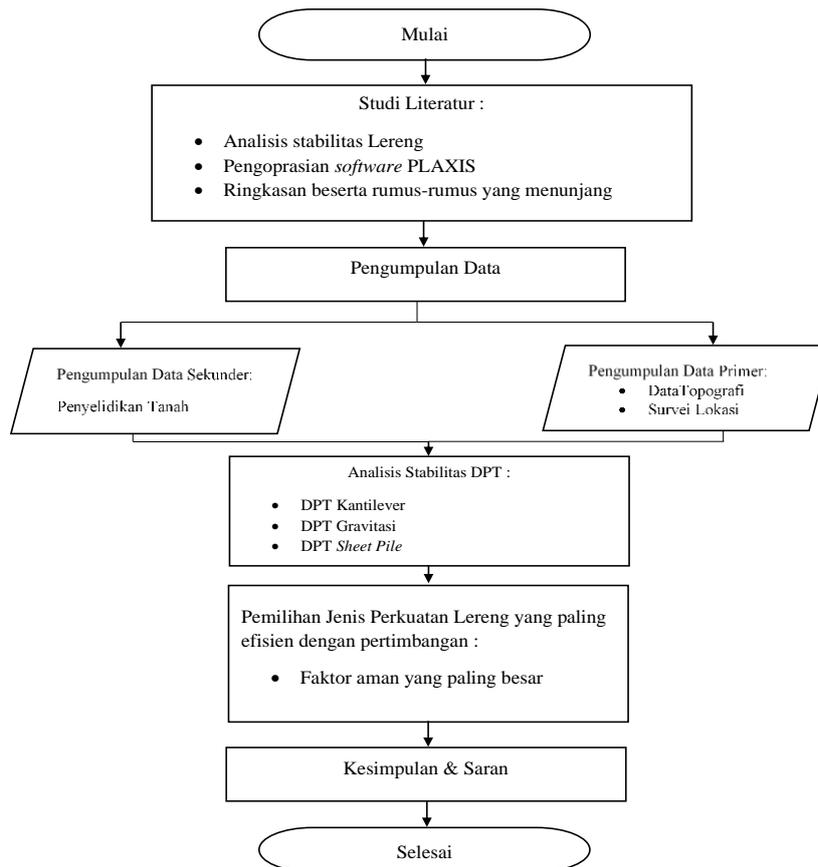
Gambar 1: Permasalahan yang ada di lapangan

Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis stabilitas dinding penahan tanah tipe kantilever, gravitasi, dan *sheet pile* di Ruas Jalan Singajaya-Toblong (Blok Liang Kerud) yang diperlukan penanganan terhadap pergeseran tanah yang terjadi. Secara umum perencanaan dinding penahan tanah mampu memenuhi beberapa persyaratan stabilitas seperti aman terhadap geser, guling, daya dukung tanah, dan aman terhadap stabilitas lereng serta harus memenuhi persyaratan standar dimensi dinding penahan tanah dengan tipe yang telah ditentukan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahap Penelitian

Metode analisis yang diambil untuk penelitian ini bersifat kuantitatif dan deskriptif dengan membuat pemodelan terhadap objek yang diteliti. Kemudian dilakukan analisis kelongsoran manual dengan metode rankine serta menggunakan program *Plaxis student version* untuk perbandingan faktor keamanan. Bagan alir penelitian dalam perencanaan dinding penahan tanah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data penyelidikan tanah yang didapatkan dari Dinas PURR Kabupaten Garut yang telah dirangkum sesuai kebutuhan penelitian (Tabel 1 dan Gambar 3).

Tabel 1. Data tanah

Jenis tanah		Berat volume kering (kN/m^3)	Sudut geser dalam (derajat)	Kohesi (kN/m^2)
Lempung organik	B1 – UDS 1 (1 – 1,55 m)	10,72	5,33	9,80
	B1 – UDS 2 (3 – 3,55 m)	14,11	4,48	14,70
	B1 – UDS 3 (11 – 11,55 m)	14,30	4,34	9,31

Berdasarkan pengujian *Standart Penetration Test* (SPT) yang dilakukan Dinas PUPR Kabupaten Garut, data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data tanah B1 – UDS 1 s.d. 3 dikarenakan paling mendekati lokasi penelitian. Berdasarkan *boring log* pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa kondisi tanah pada B1 didominasi oleh lapisan lanau dengan konsentrasi sangat lunak serta sangat kaku. Berat isi tanah alami berkisar antara 15,67 s.d. 19,93 kN/m^3 , sedangkan berat isi kering tanah berkisar antara 9,11 s.d. 14,30 kN/m^3 . Berdasarkan hasil uji *triaxial* UU nilai sudut geser dalam tanah berkisar antara 4,34° s.d. 38,65°; dan nilai kohesi berkisar antara 2,7 kN/m^2 s.d. 34,0 kN/m^2 [5].

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode Rankine dan metode elemen hingga. Metode ini bekerja dengan mengubah persemaian mekanika kontinum menjadi persamaan aljabar yang dapat diselesaikan menggunakan teknik pemrosesan [6]. *Plaxis* merupakan salah satu program elemen hingga yang telah dikembangkan untuk menganalisis deformasi dan stabilisasi geoteknik dalam perencanaan-perencanaan sipil. Grafik prosedur-prosedur *input* data (*soil properties*) yang sederhana mampu menciptakan model-model elemen hingga yang kompleks dan menyediakan *output* tampilan secara detail berupa hasil-hasil perhitungan [7].

Pada tahap analisis dengan menggunakan program Plaxis ada beberapa langkah yang harus dilakukan, antara lain adalah sebagai berikut:

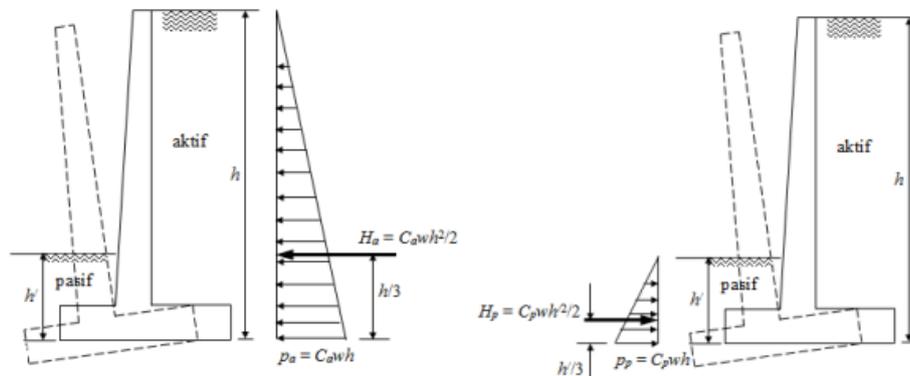
1. *Input data* ini dimodelkan berupa data geometri dinding penahan tanah dan lereng yang akan dianalisis, material tanah, pembebanan, *meshing*, dan *initial condition*. Sehingga model yang dihasilkan dapat menggambarkan kondisi nyata yang ada di lapangan.
2. *Calculation* melakukan analisis sesuai kebutuhan model yang telah ditentukan pada *input data*. Ada beberapa jenis *calculation* yang disediakan, yaitu tipe *plastic*, *consolidation*, *phi/c reduction*, dan *dynamic analysis*.
3. *Output*, yaitu hasil analisis pada tahap *output* dapat ditampilkan dalam bentuk angka, gambar, dan kurva. *Output* yang dikeluarkan dan akan dikaji dalam penelitian ini berupa total *displacement*, potensi kelongsoran, faktor aman, dan total *stresses*.

2.2 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan bangunan yang mempunyai fungsi untuk menahan dan menstabilkan kondisi tanah yang pada umumnya dipasang pada daerah tebing yang labil. Dinding penahan tanah memiliki berbagai macam jenis untuk menyesuaikan jenis konstruksi dan kondisi tanah yang ada [8]. Berikut beberapa jenis dinding penahan tanah yang dipakai dalam penelitian ini antara lain:

1. Dinding penahan tanah gravitasi yaitu dinding yang mengandalkan beratnya untuk mencapai kestabilan tanah. Bahan penyusun *gravity retaining wall* ini biasanya berupa material pemasangan batu atau beton bertulang (*reinforced concrete*) yang dirangkai tanpa menggunakan bahan pengikat seperti semen atau baja [2].
2. Dinding kantilever adalah dinding beton bertulang yang berbentuk huruf T. Penguatan digunakan untuk menahan momen dan gaya lateral yang bekerja pada dinding kantilever [8].
3. *Sheet pile* adalah jenis dinding penahan tanah yang terdiri dari lembaran baja atau beton yang ditekan secara vertikal ke dalam tanah. Lembaran-lembaran ini saling terkunci satu sama lain untuk membentuk struktur penahan yang rapat dan kuat [3].

Analisis stabilitas dinding penahan tanah bergantung tekanan aktif dan tekanan pasif. Tekanan aktif merupakan nilai banding tekanan horizontal dan tekanan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah aktif atau K_a nilai tekanan aktif lebih kecil dari nilai tekanan saat diam. Gerakan dinding tanah menjauhi tanah urugan menghilangkan pertahanan di belakang dinding [9]. Jadi tekanan aktif adalah gaya yang cenderung mengurangi keseimbangan dinding penahan tanahnya. Sedangkan tekanan tanah pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah pada gerakan struktur penahan terhadap tanah urugannya, yaitu tanah harus menahan gerakan dinding penahan tanah sebelum mengalami keruntuhan [10].



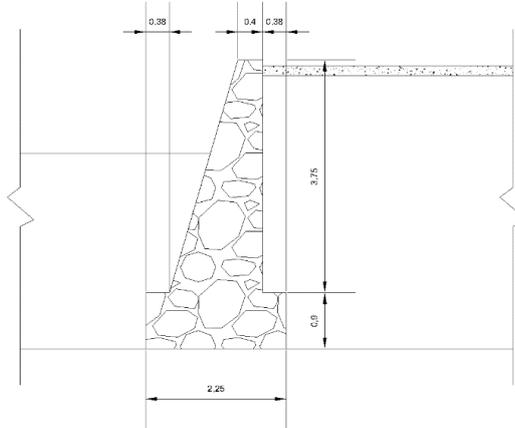
Gambar 3. Diagram tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh kohesi dan gesekan antara tanah dan dasar fondasi, tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan terdapat tanah timbunan. Berdasarkan SNI 8460:2017 tentang faktor keamanan minimum dinding penahan tanah dikatakan aman terhadap gaya guling jika nilai $SF \geq 1,5$. Besarnya tegangan dalam bangunan dan fondasi harus tetap dipertahankan pada harga-harga maksimal yang sudah dianjurkan [11]. Berdasarkan SNI 8460:2017 tentang faktor keamanan minimum dinding

Gambar 5. Hasil analisis metode elemen hingga dinding penahan tanah tipe kantilever

3.2 Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi

Perencanaan dinding penahan tanah tipe gravitasi pada penelitian ini menggunakan desain perencanaan seperti pada Gambar 6.



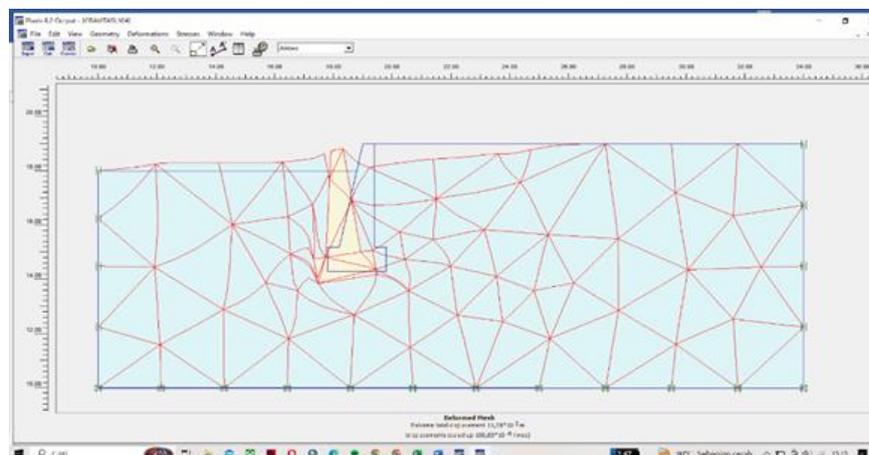
Gambar 6. Desain dinding penahan tanah tipe gravitasi

Analisis perencanaan dinding penahan tanah tipe gravitasi dengan menggunakan metode Rankine menghasilkan nilai kestabilan tanah seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah tipe gravitasi

Faktor aman	Stabilitas guling	Stabilitas geser
1,53	4,62	2

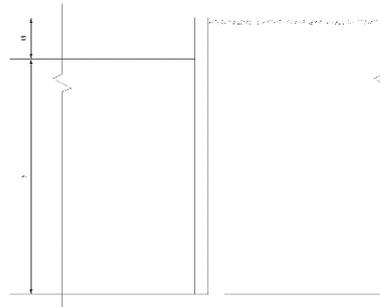
Analisis perhitungan tipe gravitasi dengan metode rankine menghasilkan nilai faktor aman sebesar 1,53 yang melebihi syarat kestabilan tanah yaitu 1,5 menunjukkan bahwa tanah stabil. Kestabilan terhadap guling menghasilkan nilai stabilitas sebesar 4,62 > 2 syarat kestabilan tanah yang menunjukkan dinding penahan tanah tipe gravitasi kuat terhadap penggulingan. Kestabilan terhadap geser menghasilkan nilai stabilitas sebesar 2 ≥ 2 (syarat kestabilan tanah) menunjukkan bahwa dinding penahan tanah yang direncanakan kuat menahan gaya gesekan [12]. Analisis perencanaan dinding penahan tanah tipe gravitasi semua nilai dinyatakan aman karena material yang digunakan pada DPT tipe gravitasi yaitu batu kali di mana karakteristik dari batu kali sendiri memiliki kekuatan dan ketahanan terhadap tekanan serta memiliki karakteristik yang padat dan berat sehingga meningkatkan stabilitas struktur pada dinding penahan tanah [13]. Hal ini menunjukkan pondasi batu kali lebih episien jika digunakan pada tipe tanah lempung lanauan yang sangat lunak. Analisis perencanaan dinding penahan tanah tipe gravitasi dengan menggunakan elemen hingga ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil analisis metode elemen hingga dinding penahan tanah tipe gravitasi

3.3 Dinding Penahan Tanah Tipe *Sheet Pile*

Perencanaan dinding penahan tanah tipe *sheet pile* pada penelitian ini menggunakan desain perencanaan seperti pada Gambar 8.



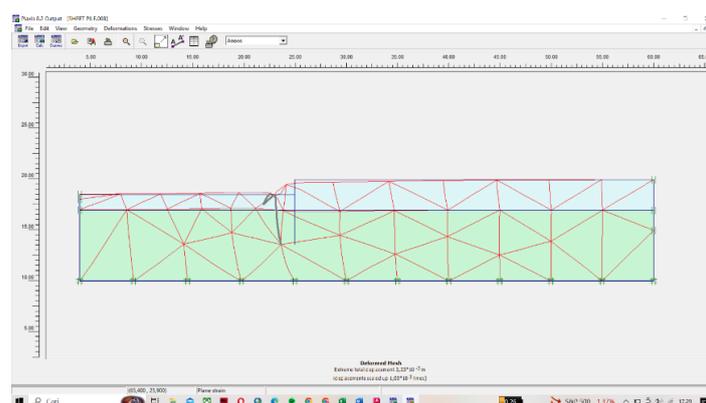
Gambar 8. Desain dinding penahan tanah tipe *sheet pile*

Hasil analisis perhitungan perencanaan dinding penahan tanah tipe *sheet pile* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan dinding penahan tanah tipe *sheet pile*

Tekanan tanah aktif	Gaya (kN)	Panjang lengan	Momen (kN.m)
pa1	2.553,1	2,6+D	6.638 + 2,6 D
pa2	2052,666213	1,733+D	3557,270547 +
pa3	8,5D	0,5D	1,733D
pa4	13,61976D	0,5D	4,2D ²
pa5	0,5975585D ²	0,667D	6,80988 D ²
pa6	39,13873347	2,6+D	0,39857152 D ³
pa7	2,760978088D	0,5D	101,760707 + 2,6 D
pp1	0,8317845D ²	2,6D	1,380489044 D ²
pp2	3,257452993D	0,5D	0,554800262 D ³
			1,628726496 D ²

Analisis perhitungan perencanaan dinding penahan tanah tipe *sheet pile* menghasilkan nilai D sebesar 4,95 m. Lalu dihitung stabilitas tanah dengan menggunakan metode elemen hingga seperti dalam Gambar 9.



Gambar 9. Hasil analisis metode elemen hingga dinding penahan tanah tipe *sheet pile*

Hasil analisis metode elemen hingga menunjukkan bahwa keadaan dinding penahan tanah belum mencapai kestabilan, sehingga badan tanah runtuh yang diakibatkan nilai permeabilitas tanah terlalu kecil untuk mengikat dinding penahan tanah.

4. KESIMPULAN

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menyatakan bahwa dinding penahan tanah tipe gravitasi dengan ketinggian 4,65 m dengan lebar 2,25 m mempunyai nilai keamanan paling tinggi di antara tipe dinding penahan tanah kantilever dan *sheet pile* yaitu nilai faktor keamanan yang dihasilkan $1,53 > 1,5$; nilai stabilitas terhadap guling $2 > 2$; dan nilai stabilitas terhadap geser $4,642 > 1,5$. Sedangkan tipe kantilever tidak cukup kuat untuk menjadi alternatif dari dinding penahanan tanah karena nilai stabilitas geser yang tidak memenuhi persyaratan yaitu $0,742 < 1,5$. Sementara itu, dinding penahan tanah tipe *sheet pile* yang memperhitungkan seberapa panjang material baja yang dibutuhkan tidak bisa menahan tanah yang dapat ditunjukkan dalam hasil analisis dengan menggunakan metode elemen hingga. Saran untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan jenis *software* yang berbeda contohnya Geoslope, ataupun menggunakan Geo5 bila juga menggunakan metode perhitungan irisan.

REFERENSI

- [1] P. equator Pandu, “Definisi Dinding Penahan Tanah dan Jenis-Jenisnya,” *Bekasi*, 2023. <https://pandu-equator.com/definisi-dinding-penahan-tanah-dan-jenis-jenisnya/> (accessed May 31, 2023).
- [2] I. T. Pratama, B. Widjaja, and ..., “Evaluasi Dan Desain Perbaikan Dinding Penahan Tanah Tipe Dinding Gravitasi Di Cikupa, Tangerang, Banten,” *J. Arsip Rekayasa ...*, vol. 5, no. 4, pp. 265–274, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.unsyiah.ac.id/JARSP/article/view/27492>
- [3] F. D. J. N, J. Giri, and C. A. Siregar, “Analisis Perkuatan Tanah Menggunakan Dinding Penahan Beton Bertulang Tipe Kantilever Dan Sheet Pile Tanah Dengan Program Plaxis 2D V.8.6 Dan Metode Fellenius (Studi Kasus Proyek Perbaikan Lereng Sungai Cihideung, Desa Ranjeng, Kecamatan Cisitua, Kabupaten,” *Pros. Semin. SoBAT*, vol. ISBN : 978, pp. 191–203, 2019.
- [4] K. Ciomas and K. Bogor Agus Dermawan, “Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Desa Mekarjaya,” vol. 15, no. 2, p. 2022, 2022.
- [5] P. K. Garut, D. Pekerjaan, U. Dan, P. Ruang, and K. Garut, “Laporan faktual penyelidikan tanah,” 2019.
- [6] P. Variasi, C. Spesi, and P. Tanah, *Pei \ Elitian Mandiri*. 2015.
- [7] “PLAXIS 2D Tutorial Manual 2012,” 2012.
- [8] I. Soewandy, “Studi Efisiensi Lebar Alas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Pada Perumahan The Mutiara.” pp. 1–46, 2012.
- [9] Jogiyanto Hartono (1989:1), “Bab 2 landasan teori,” *Apl. dan Anal. Lit. Fasilkom UI*, pp. 4–25, 2006, [Online]. Available: <https://123dok.com/document/yer4810q-bab-landasan-teori.html>
- [10] S. Fidelis Mungkur and N. H. Panjaitan, “ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH POMPA DI JI SIDORUKUN PULO BRAYAN DARAT MEDAN,” *J. Eng. Dev.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–51, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/eDEV>
- [11] A. Rahayu, “Bab iii landasan teori 3.1.,” <http://e-journal.uajy.ac.id/7244/4/3TF03686.pdf>, no. 2010, pp. 15–48, 2019, [Online]. Available: <http://e-journal.uajy.ac.id/7244/4/3TF03686.pdf>
- [12] SNI-8460:2017, “Sni 8460-2017,” *Persyaratan Peranc. Geotek.*, vol. 8460, p. 2017, 2017.
- [13] Z. F. Umari, B. Djohan, and A. Subaktio, “Desain Pondasi Dengan Menggunakan Batu Kali Pada Jalan Sekayu-Betung,” *J. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 124–132, 2020, doi: 10.36546/tekniksipil.v9i2.302.