

ANALISIS STABILITAS LERENG DINDING PENAHAN TANAH MENGGUNAKAN SOFTWARE GEO5 PADA AKSES JALAN PLTMH LAMPUNG

Teguh Yuono¹, Dian Arumningsih², Reki Arbianto³, Mutiara Kasih⁴, *Thoha Fakiq⁵

^{1,2,3,4,5}Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta

^{*}Email: thohafaqih@gmail.com

Received: 10 September 2025 ; Revised: 12 Oktober 2025 ; Accepted: 7 November 2025

ABSTRACT

Micro Hydro Power Plant (PLTMH) is one of the solutions in meeting the needs of renewable energy, especially in remote areas that have abundant water resource potential. This study aims to analyze slope stability and analyze the budget plan for building a retaining wall with a cantilever wall or gravity wall type. The method used in this study is using GEO5 software and calculating the budget plan (RAB). The results of this study using retaining wall analysis using GEO5 Software with the Cantilever Wall type get the Safety Factor results: $1.87 > 1.10$, the results of retaining wall analysis using GEO5 Software with the Gravity Wall type get the Safety Factor results: $2.03 > 1.10$. And the results of the RAB recapitulation using the Cantilever Wall type compact the results: Rp 6,469,724,186, and the results of the RAB recapitulation using the Gravity Wall type compact the results: Rp 2,445,607,393. So the most efficient RAB result is using the Gravity Wall type.

Keyword: Slope Stability Analysis, Retaining Walls, GEO5 Software and Cost Budget Plan

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan energi terbaru, terutama di daerah-daerah terpencil yang memiliki potensi sumber daya air yang melimpah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan lereng dan menganalisis rencana anggaran biaya membangun dinding penahan tanah dengan tipe cantilever wall atau gravity wall. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan software GEO5 dan perhitungan rencana anggaran biaya (RAB). Hasil dari penelitian ini menggunakan analisis dinding penahan tanah menggunakan Software GEO5 dengan tipe Cantilever Wall mendapatkan hasil Safety Factor : $1,87 > 1,10$, hasil dari analisis dinding penahan tanah menggunakan Software GEO5 dengan tipe Gravity Wall mendapatkan hasil Safety Factor : $2,03 > 1,10$. Dan Hasil dari rekapitulasi RAB menggunakan tipe Cantilever Wall menpadatkan hasil : Rp 6.469.724.186 , dan hasil dari rekapitulasi RAB menggunakan tipe Gravity Wall menpadatkan hasil : Rp 2.445.607.393. Jadi hasil RAB paling efisien yaitu menggunakan tipe Gravity Wall.

Kata kunci: Analisis Stabilitas Lereng, Dinding penahan tanah, Software GEO5 dan Rencana Anggaran Biaya

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan energi terbaru, terutama di daerah-daerah terpencil yang memiliki potensi sumber daya air yang melimpah. Provinsi Lampung yang berbukit dan banyaknya aliran sungai, memiliki potensi besar untuk pengembangan PLTMH [1]. Namun pembangunan akses jalan menuju lokasi PLTMH seringkali menghadapi tantangan teknis, terutama terkait dengan stabilitas lereng dan dinding penahan tanah [2]. Analisis mengenai stabilitas terhadap lereng sudah banyak dilakukan di Indonesia. Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui keamanan serta kelayakan pada lereng yang ditinjau [3]. Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, Studi kasus ini diangkat sebagai tugas akhir dengan judul “Studi Numerik Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Akses Jalan PLTMH Lampung”. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi demi kelancaran proyek PLTMH Lampung.

Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral mineral padat yang tidak teresimentasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berasal dari pelapukan batuan yang terbentuk karena proses fisik, kimia, atau biologi. Selain dapat dipengaruhi karena proses tersebut, sifat-sifat teknik tanah juga dapat dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan (Hardiyatmo, 2002).

Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan dengan tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda. Secara singkat dinding penahan merupakan dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat. Tipe dinding penahan tanah gravitasi biasanya dibuat dari beton murni (tanpa tulangan) atau dari pasangan batu kali, walaupun kadang beberapa dibuat dengan beton bertulang namun dengan tulangan

yang sedikit. Penggunaan dinding penahan ini biasanya untuk menahan tanah pada lereng yang terlalu tinggi dan pada tepi sungai (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, SNI 8460-2017). Rumus yang digunakan untuk menentukan kestabilan struktur dinding penahan tanah terhadap geser dan guling adalah rumus dari Rankine (Hardiyatmo, 2012), sedangkan untuk menghitung keruntuhan daya dukung tanah dapat digunakan rumus Schmertmann dan Nottingham (Hardiyatmo, 2015)

Dinding Kantilever (*Cantilever Wall*)

Dinding ini pada umumnya dibuat dari beton bertulang. Dinding kantilever untuk mencapai kesataabilannya mengandalkan berat sendiri dan berat tanah yang berada di atas tumit (Heel). Dinding kantilever adalah jenis dinding penahan tanah yang terdiri dari pelat dasar (base slab) dan dinding vertikal yang bekerja sebagai balok kantilever (terjepit pada satu sisi). Dinding ini umumnya terbuat dari beton bertulang dan cocok untuk ketinggian 3–10 meter [4].

Dinding Gravitasi

Dinding penahan tanah gravitasi (gravity wall) adalah struktur yang mengandalkan berat sendiri untuk menahan tekanan lateral tanah dan menjaga kestabilan lereng. Berbeda dengan dinding penahan tanah bertulang (seperti kantilever atau counterfort), dinding gravitasi biasanya dibuat dari material masif seperti Beton massa (unreinforced concrete), Pasangan batu (masonry), Batu kali (riprap), Gabion (anyaman kawat berisi batu). Dinding penahan ini dibuat dari beton tak bertulang atau pasang batu. Sedikit tulangan beton kadang-kadang diberikan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan pada permukaan akibat perubahan temperature [5].

Stabilitas Lereng

Stabilitas lereng adalah kemampuan suatu lereng dalam mempertahankan keseimbangannya terhadap gaya-gaya yang bekerja, baik gaya internal maupun eksternal, sehingga tidak mengalami kelongsoran. Lereng dikatakan stabil apabila gaya penahan (resisting forces) lebih besar dari pada gaya penggerak (driving forces), dengan nilai faktor keamanan (safety factor) yang melebihi batas minimal yang disyaratkan.

Software GEO5

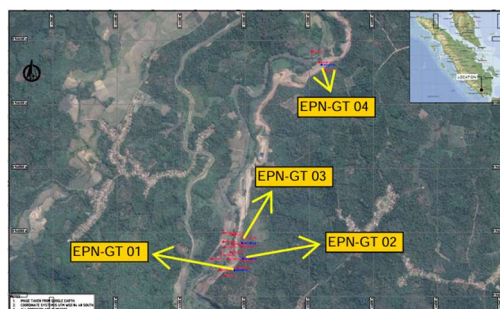
GEO5 adalah perangkat lunak yang dirancang untuk analisis geoteknik dan geomekanika. Software ini menyediakan berbagai modul untuk analisis stabilitas lereng, fondasi, dinding penahan, dan banyak aplikasi geoteknik lainnya. GEO5 digunakan oleh insinyur sipil dan geoteknik untuk memodelkan dan menganalisis perilaku tanah dan struktur di bawah berbagai kondisi beban [6]. GEO5 memiliki beberapa modul yang dapat digunakan untuk analisis yang berbeda[7].

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti, cermat, dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan jalan akan berbeda-beda di masing-masing daerah dikarenakan perbedaan harga upah, tenaga kerja, dan harga bahan. Adapun dalam mengestimasi biaya pekerjaan dihitung berdasarkan gambar dan spesifikasi atau persyaratan-persyaratan yang diinginkan dalam mengestimasi biaya (Purbaningtyas et al., 2020).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada jalan PLTM Besai Kemu, Kemu, Banjit, Way Kanan Regency, Lampung 34766. Peneliti memilih Lokasi tersebut cocok untuk menganalisis stabilitas dinding penahan tanah pada akses jalan PLTMH Lampung.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

Data yang didapat dari instansi-instansi terkait, data tersebut meliputi:

1. Data Tanah
2. Dokumentasi
3. Gambar Detail Engineering Drawing (DED)

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian harus dilakukan sehingga tercapai tujuan penelitian untuk menganalisis stabilitas dinding penahan tanah pada jalan menggunakan software Geo5, untuk mengetahui hasil stabilitas dengan pengaruh gempa, dan untuk mengetahui Solusi untuk penanggulangan longsor pada jalan. Tahapan selanjutnya mengambil kesimpulan dari penelitian yang telah dijelaskan dari tahap awal sampai akhir, dan memberikan saran jika ada masukan yang harus disampaikan dari hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi Data Tanah

Korelasi data parameter tanah untuk penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Data Parameter Tanah

No	Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Konsistensi / Kepadatan	NSPT	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C_u (kN/m ²)	ϕ (°)	C' (kN/m ²)	ϕ' (°)
1	00.00 - 02.45	Lempung berlanau	Sedang	5	17,00	18,00	35	0,00	3	20,00
2	02.45 - 05.00	Lempung berlanau	Sedang	8	17,00	18,00	56	0,00	3	20,00
3	05.00 - 08.45	Tufa Lapili	Sedang	26	18,00	19,00	0	42,80	10	32,00
4	08.45 - 15.00	Tufa Lapili	Padat	50	18,00	19,00	0	51,62	5	37,00
5	15.00 - 18.45	Tufa stone	Sangat Padat	60	19,00	20,00	0	54,64	25	43,00

Hasil perhitungan gempa Menghitung K_h :

$$K_h = F_{pga} \times PGA \times 0.5$$

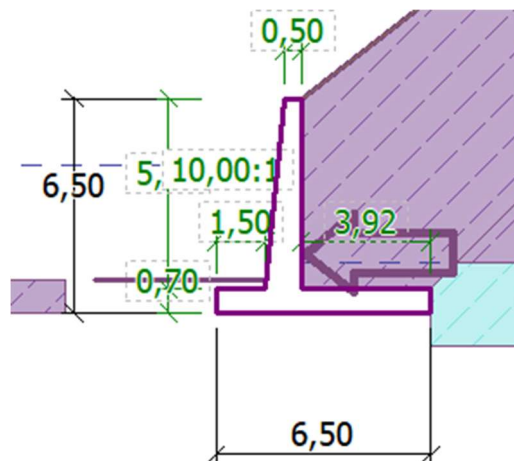
$$F_{pga} = 1,6$$

$$PGA = 0,081$$

$$K_h = 0,0648$$

Simulasi Numerik

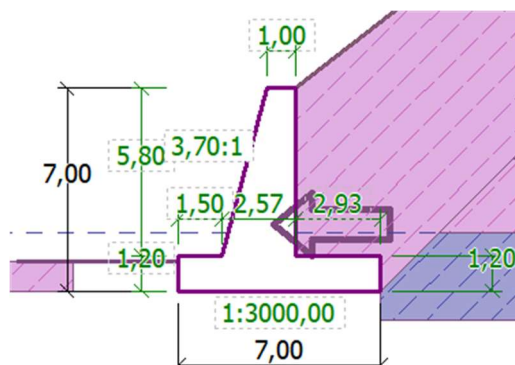
Pemodelan dinding penahan tanah pada geo5 menggunakan analisis keruntuhan mohr-coulomb untuk material tanah dan rigid body untuk material beton dan pasangan batu kali



Gambar 2. Geometri DPT *Cantilever*

Gambar 2 adalah gambar teknik yang menunjukkan geometri Dinding Penahan Tanah (DPT) tipe Kantilever. Gambar ini menampilkan penampang melintang dinding serta ukuran-ukuran penting yang digunakan dalam perancangan struktur kantilever tersebut. Dinding Kantilever: Ditunjukkan oleh garis tebal berwarna ungu dengan bentuk seperti huruf "T" terbalik, yang memiliki bagian vertikal sebagai dinding penahan dan bagian horizontal sebagai pondasi. Dimensi Utama: Tinggi dinding vertikal sekitar 6,50 meter. Lebar pondasi horizontal juga 6,50 meter untuk memastikan kestabilan. Ketebalan dinding vertikal dan pondasi terdapat ukuran 0,50 m, 0,70 m, dan 1,50 m pada beberapa bagian penting. Kemiringan Tanah (Slope): Terlihat pada bagian atas dinding dengan

kemiringan dinyatakan sebagai 5 : 10,00 : 1, ini mengindikasikan kemiringan lereng tanah atau rasio dimensi struktural tertentu. Area berwarna ungu mewakili beton atau dinding. Lapisan di belakang dinding mewakili tanah dengan variasi kekuatan atau tipe tanah. Bagian berwarna hijau muda pada bawah dan samping mewakili lapisan pondasi tanah atau lapisan dasar [8].



Gambar 3. Geometri DPT *Gravity*

Gambar 2 adalah gambar teknik yang menunjukkan geometri Dinding Penahan Tanah (DPT) tipe *Gravity Wall*. Gambar ini memperlihatkan penampang melintang dinding gravity wall beserta dimensi-dimensi penting yang digunakan dalam perancangan dan analisis struktur tersebut [9]. Dinding Gravity Wall: Bentuk dinding yang mencerminkan tipe gravity wall, dengan bagian bawah yang lebar sebagai pondasi dan dinding vertikal yang menahan gaya tanah di belakangnya. Dimensi Utama: Tinggi total dinding vertikal diperkirakan sekitar 7,00 meter. Lebar pondasi horizontal sekitar 7,00 meter. Ketebalan elemen struktural seperti bagian pondasi dan dinding vertikal ditampilkan dengan ukuran seperti 1,20 m, serta ketebalan lain seperti 1,00 m pada bagian tertentu. Ada penandaan kemiringan dan rasio dengan angka seperti 3,70 : 1 yang memberikan gambaran kemiringan lereng atau dimensi teknis lainnya. Angka lain seperti 1 : 3000,00 menunjukkan kemiringan luar biasa landai, atau mungkin angka toleransi lain dalam desain geometri. Area berwarna ungu melambangkan pasangan batu kali atau elemen struktural dinding. Lapisan tanah berwarna coklat dan hijau menunjukkan lapisan tanah dan muka air tanah (*water table*) di sekitar pondasi [10]. Bagian berwarna biru muda kemungkinan menggambarkan air atau permukaan muka air tanah.

Rekapitulasi Hasil Pemodelan Tipe *Cantilever Wall* Dan *Gravity Wall*

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pemodelan

No	Tipe Pemodelan	Bishop	Fellenius / Petterson	Spencer	Janbu	Morgenstern-Price
1	Cantilever wall saat muka air surut tanpa menggunakan Earthquake	FS = 1,64 > 1,50	FS = 1,55 > 1,50	FS = 1,72 > 1,50	FS = 1,67 > 1,50	FS = 1,76 > 1,50
2	Cantilever wall saat muka air surut menggunakan Earthquake	FS = 1,48 > 1,10	FS = 1,39 > 1,10	FS = 1,48 > 1,10	FS = 1,48 > 1,10	FS = 1,48 > 1,10
3	Cantilever wall saat muka air pasang tanpa menggunakan Earthquake	FS = 1,84 > 1,50	FS = 1,73 > 1,50	FS = 1,91 > 1,50	FS = 1,98 > 1,50	FS = 1,96 > 1,50
4	Cantilever wall saat muka air pasang menggunakan Earthquake	FS = 1,64 > 1,10	FS = 1,54 > 1,10	FS = 1,72 > 1,10	FS = 3,09 > 1,10	FS = 1,77 > 1,10
5	Gravity wall saat muka air surut tanpa menggunakan Earthquake	FS = 1,90 > 1,50	FS = 1,84 > 1,50	FS = 1,91 > 1,50	FS = 1,92 > 1,50	FS = 1,92 > 1,50
6	Gravity wall saat muka air surut menggunakan Earthquake	FS = 1,64 > 1,10	FS = 1,59 > 1,10	FS = 1,65 > 1,10	FS = 1,66 > 1,10	FS = 1,66 > 1,10
7	Gravity wall saat muka air pasang tanpa menggunakan Earthquake	FS = 2,05 > 1,50	FS = 1,99 > 1,50	FS = 2,07 > 1,50	FS = 2,07 > 1,50	FS = 2,07 > 1,50
8	Gravity wall saat muka air pasang menggunakan Earthquake	FS = 1,75 > 1,10	FS = 1,69 > 1,10	FS = 1,77 > 1,10	FS = 1,78 > 1,10	FS = 1,78 > 1,10

Rencana Anggaran Biaya

Tabel 3. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Tipe	Total Biaya
1	<i>Cantilever Wall</i>	Rp 6.469.724.186
2	<i>Gravity Wall</i>	Rp 2.445.607.393

KESIMPULAN

Berdasarkan Pemodelan Dinding Penahan Tanah dan Perhitungan RAB dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari analisis dinding penahan tanah menggunakan *Software GEO5* dengan tipe *Cantilever Wall* mendapatkan hasil *Safety Factor* : $1,87 > 1,10$
2. Hasil dari analisis dinding penahan tanah menggunakan *Software GEO5* dengan tipe *Gravity Wall* mendapatkan hasil *Safety Factor* : $2,03 > 1,10$
3. Hasil dari rekapitulasi RAB menggunakan tipe *Cantilever Wall* mendapatkan hasil : Rp 6.469.724.186 , dan hasil dari rekapitulasi RAB menggunakan tipe *Gravity Wall* mendapatkan hasil : Rp 2.445.607.393. Jadi hasil RAB paling efisien yaitu menggunakan tipe *Gravity Wall*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rosdiyono, Hendrawan Andre Primantyo, and R. Asmaranto, "Studi Perencanaan Dinding Penahan Sebagai Upaya Penanganan Longsor," *JTRESDA*, vol. 2, no. 1, pp. 522–535, 2022.
- [2] A. Amiri, "Stabilisation of organic soils with alkali-activated binders," *International Journal of Pavement Engineering*, 2022, doi: 10.1080/10298436.2022.2104844.
- [3] P. Sudut, K. Lereng, T. Angka, S. L. Tanah, A. Suhendra Nugraha, and A. K. Sutanto, "PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN LERENG TERHADAP ANGKA STABILITAS LERENG TANAH KOHESIF BERDASARKAN KURVA TAYLOR DAN SOFTWARE GEO5."
- [4] R. Arbianto, Y. Muslih Purwana, and B. Setiawan, "Effect Of Instalation Of EPS Geofoam As Backfill Retaining Wall On Slope Stability Analysis," in *Civil Engineering, Environmental, Disaster and Risk Management Symposium*, Surakarta, Aug. 2023, pp. 225–234.
- [5] F. Bari, J. A. Repadi, F. A. Ismail, and ..., "Optimum height of the retaining gravity wall," *IOP Conference Series ...*, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/708/1/012020.
- [6] Sharma, "A Review On Geosynthetics Applications in Embankments," 2020.
- [7] R. Arbianto and Gunarso, "Design Review Of Leuwikeris Dam Acces Road Pakage 4," *Pondasi*, vol. 27, no. 1, pp. 98–111, Jun. 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.30659/pondasi.v27i1.22881>.
- [8] R. Dabiri and N. Hasanpouri Notash, "Evaluation of Geofoam Effects on Seismic Response in Cantilever Retaining Wall," *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 38, no. 2, pp. 2097–2116, Apr. 2020, doi: 10.1007/s10706-019-01151-1.
- [9] Q. Li, P. Li, K. Cui, Y. Ji, D. Zhang, and Y. Qing, "Seismic fragility curves for concrete gravity retaining wall," *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 183, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.soildyn.2024.108806.
- [10] N. Sartibi, F. Salmasi, A. H. Dalir, and D. Farsadizadeh, "Numerical Investigation of the Effect Cutoff Walls in Uplift Force and Exit Hydraulic Gradient Reduction in Gravity Dams." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/337316360>