

Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Akibat Beban Gempa pada Lereng Gunung Argopuro, Desa Kemiri, Jember

Kia Candra Kusuma¹Arief Alihudien², Ilanka Cahya Dewi³.

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: kiacandra06@gmail.com

Abstrak

Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember merupakan wilayah yang berada pada lereng Gunung Argopuro dan memiliki potensi longsor cukup tinggi akibat kondisi topografi yang curam serta karakteristik tanah vulkanik yang mudah mengalami penurunan kestabilan. Penelitian ini bertujuan menganalisis stabilitas Dinding Penahan Tanah (DPT) tipe kantilever sebagai upaya mitigasi terhadap potensi kelongsoran lereng, baik pada kondisi statis maupun saat menerima beban gempa. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan dengan memanfaatkan data geoteknik hasil pengujian lapangan dan laboratorium, meliputi berat volume tanah, kohesi, serta sudut geser dalam tanah. Analisis dilakukan berdasarkan ketentuan SNI 8460:2017 melalui pemeriksaan faktor keamanan terhadap bahaya guling, geser, dan daya dukung tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DPT kantilever dengan tinggi total 4,2 m dan lebar pondasi 3 m mampu memberikan tingkat keamanan yang memadai. Pada kondisi statis diperoleh faktor keamanan terhadap guling sebesar 4,37 dan terhadap geser sebesar 2,30. Sementara pada kondisi gempa, faktor keamanan terhadap guling sebesar 1,47 dan terhadap geser sebesar 1,49. Nilai tersebut masih berada di atas batas minimum yang dipersyaratkan oleh standar yang berlaku. Dengan demikian, desain DPT kantilever yang direncanakan dinilai layak diterapkan sebagai solusi pengendalian stabilitas lereng di kawasan Desa Kemiri.

Kata Kunci: Dinding Penahan Tanah, Gempa, Faktor Keamanan, Kantilever, Stabilitas Lereng

Abstract

Kemiri Village, Panti Subdistrict, Jember Regency is an area located on the slopes of Mount Argopuro and has a high potential for landslides due to its steep topography and volcanic soil characteristics that are prone to instability. This study aims to analyze the stability of cantilever-type retaining walls as a mitigation measure against potential slope failures, both under static conditions and when subjected to seismic loads. The research method employed is applied research utilizing geotechnical data from field and laboratory tests, including soil unit weight, cohesion, and internal friction angle. The analysis was conducted in accordance with SNI 8460:2017 by examining safety factors against the hazards of overturning, sliding, and soil bearing capacity. The results indicate that a cantilever RWS with a total height of 4.2 m and a foundation width of 3 m provides an adequate level of safety. Under static conditions, the safety factor against overturning was 4.37 and against sliding was 2.30. Meanwhile, under seismic conditions, the safety factor against overturning was 1.47 and against sliding was 1.49. These values remain above the minimum limits required by the applicable standards. Thus, the planned cantilever retaining wall design is deemed suitable for implementation as a slope stability control solution in the Kemiri Village area.

Keywords: Retaining Walls, Earthquakes, Safety Factors, Cantilevers, Slope Stability



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi karena berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Kondisi tersebut menyebabkan berbagai wilayah di Indonesia rentan mengalami gempa bumi dengan intensitas yang beragam. Berdasarkan penelitian Widiyantoro et al. (2020), wilayah Jawa Timur memiliki potensi mengalami gempa besar yang dapat berdampak pada kerusakan infrastruktur dan lingkungan. Salah satu wilayah yang memiliki tingkat kerawanan cukup tinggi adalah Kabupaten Jember, khususnya di kawasan lereng Gunung Argopuro, Desa Kemiri. Pada lokasi tersebut telah terjadi longsor yang mengancam akses jalan utama masyarakat, sehingga diperlukan upaya penanganan berupa pembangunan dinding penahan tanah untuk meningkatkan stabilitas lereng. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keberadaan dinding penahan tanah mampu meningkatkan faktor keamanan lereng terhadap pengaruh beban gempa.

Desa Kemiri berada pada kawasan lereng Gunung Argopuro dengan topografi yang relatif curam dan elevasi yang bervariasi. Karakteristik geologi daerah ini didominasi oleh tanah vulkanik hasil pelapukan material piroklastik yang memiliki tingkat kekuatan relatif rendah ketika jenuh air. Ketebalan lapisan tanah pelapukan yang cukup besar serta tingginya curah hujan menjadi faktor yang meningkatkan risiko terjadinya longsor. Kondisi tersebut menyebabkan tekanan air pori meningkat dan mengurangi kekuatan geser tanah, sehingga kestabilan lereng menjadi lebih rentan terganggu. Oleh karena itu, diperlukan sistem perkuatan yang mampu mempertahankan kestabilan lereng dalam berbagai kondisi pembebanan. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengendalikan pergerakan tanah pada lereng adalah pemasangan dinding penahan tanah. Struktur ini berfungsi menahan tekanan lateral tanah sehingga perbedaan elevasi antarpemukaan tanah dapat dipertahankan dengan aman. Dari berbagai jenis dinding penahan tanah yang tersedia, tipe kantilever dinilai sesuai untuk diterapkan pada lereng Gunung Argopuro karena mampu menahan tekanan tanah sedang dengan penggunaan material yang lebih efisien dibandingkan dinding gravitasi. Selain itu, bentuk konstruksinya relatif ramping sehingga cocok diterapkan pada area dengan keterbatasan ruang, seperti di sekitar jalan dan permukiman warga. Sistem drainase yang dapat dipasang pada dinding kantilever juga menjadi keunggulan dalam

mengurangi pengaruh tekanan air di belakang dinding.

Meskipun demikian, kegagalan dinding penahan tanah masih sering terjadi akibat ketidaktepatan dalam memperkirakan tekanan tanah, variasi karakteristik tanah, maupun pengaruh beban tambahan yang bekerja pada struktur. Potensi kegagalan dapat berupa geser, guling, maupun keruntuhan daya dukung tanah dasar. Di sisi lain, pendekatan analisis yang masih mengandalkan teori klasik seperti Rankine dan Coulomb sering kali belum mampu menggambarkan kondisi lapangan yang kompleks secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang mempertimbangkan kondisi geoteknik aktual serta pengaruh pembebanan gempa untuk memperoleh hasil yang lebih representatif terhadap perilaku struktur di lapangan. Berbagai penelitian telah mengkaji stabilitas dinding penahan tanah kantilever, baik melalui analisis numerik maupun pengujian laboratorium. Namun, sebagian besar penelitian masih menggunakan asumsi tanah yang ideal dan belum mempertimbangkan secara komprehensif pengaruh kondisi lapangan, tekanan air pori, serta respons dinamis akibat gempa bumi. Keterbatasan tersebut menunjukkan perlunya penelitian lanjutan yang mengintegrasikan data geoteknik aktual dengan analisis stabilitas yang lebih mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh beban gempa terhadap stabilitas lereng yang diperkuat dengan dinding penahan tanah tipe kantilever pada lereng Gunung Argopuro, Desa Kemiri, Jember, sehingga dapat menjadi dasar dalam perencanaan konstruksi yang lebih aman dan andal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan penelitian terapan (applied research) yang berorientasi pada penyelesaian permasalahan nyata di lapangan. Fokus utama penelitian adalah mengkaji kondisi ketidakstabilan lereng serta potensi kegagalan Dinding Penahan Tanah (DPT) tipe kantilever pada kawasan Desa Kemiri, Lereng Gunung Argopuro. Pendekatan ini dipilih karena hasil penelitian diharapkan tidak hanya memberikan pemahaman teoritis, tetapi juga menghasilkan rekomendasi teknis yang dapat diterapkan secara langsung dalam upaya perencanaan dan pengendalian stabilitas lereng. Dengan demikian, temuan penelitian dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait desain dan evaluasi konstruksi dinding penahan tanah yang aman dan efektif sesuai dengan kondisi geoteknik setempat.

Lokasi penelitian berada di lereng alam Gunung Argopuro, Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Pemilihan lokasi didasarkan karena adanya potensi longsor yang signifikan dan dapat mengancam keselamatan masyarakat di sekitar lereng. Longsor merupakan salah satu bencana geologi yang paling sering menimbulkan korban jiwa dan kerugian material, sehingga analisis stabilitas lereng pada lokasi rawan longsor menjadi sangat penting. Untuk lokasi penelitian ditampilkan dalam Gambar 1



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian
Sumber: Google Maps, 2025

Tahapan penelitian ini dibagi beberapa penelitian yaitu tahap awal adalah Karakterisasi Tanah dan Data Primer. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data geoteknik langsung dari lokasi studi di Desa Kemiri, melalui pengujian lapangan (Uncone dan Direct) dan laboratorium. Fokus

utama adalah menentukan parameter kuat geser tanah, yaitu kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) serta berat isi tanah (γ). Akurasi data primer ini sangat penting karena akan menjadi *input* utama dalam semua perhitungan stabilitas.

Tahap kedua adalah Analisis Beban dan Desain Awal. Berdasarkan parameter tanah yang didapatkan, dihitung koefisien tekanan tanah aktif (k_a) dan total gaya horizontal (P_{Total}) yang bekerja pada dinding, termasuk efek tekanan air hidrostatik. Setelah gaya beban ditentukan, dimensi awal DPT Kantilever (tinggi, lebar tapak, dan tebal) diidealkan. Tahap ini menghasilkan besaran gaya yang harus ditahan oleh struktur, yang menjadi dasar untuk evaluasi keamanan. Tahap akhir adalah Evaluasi Stabilitas dan Iterasi. Mengacu pada SNI, dilakukan perhitungan Faktor Keamanan (FK) untuk tiga mode kegagalan: Guling (FK_{Guling}), Geser (FK_{Geser}) dan Daya Dukung Fondasi (FK_{DD}). Jika salah satu FK tidak memenuhi kriteria minimum yang ditetapkan, desain akan diulang (iterasi) dengan memodifikasi dimensi DPT hingga semua faktor keamanan tercapai. Hasil dari tahap ini adalah dimensi DPT Kantilever yang optimal dan terverifikasi aman untuk kondisi Lereng Gunung Argopuro.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Tabel 1. Data Bahan dan Material Struktur DPT

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat Tekan Beton,	$f_c =$	25	MPa
Tegangan Leleh Baja untuk tulangan ulir,	$f_y =$	420	MPa
Modulus Elastisitas Baja,	$E_s =$	200000	MPa
Berat Volume Beton Bertulang,	$\gamma_c =$	24	kN/m ³

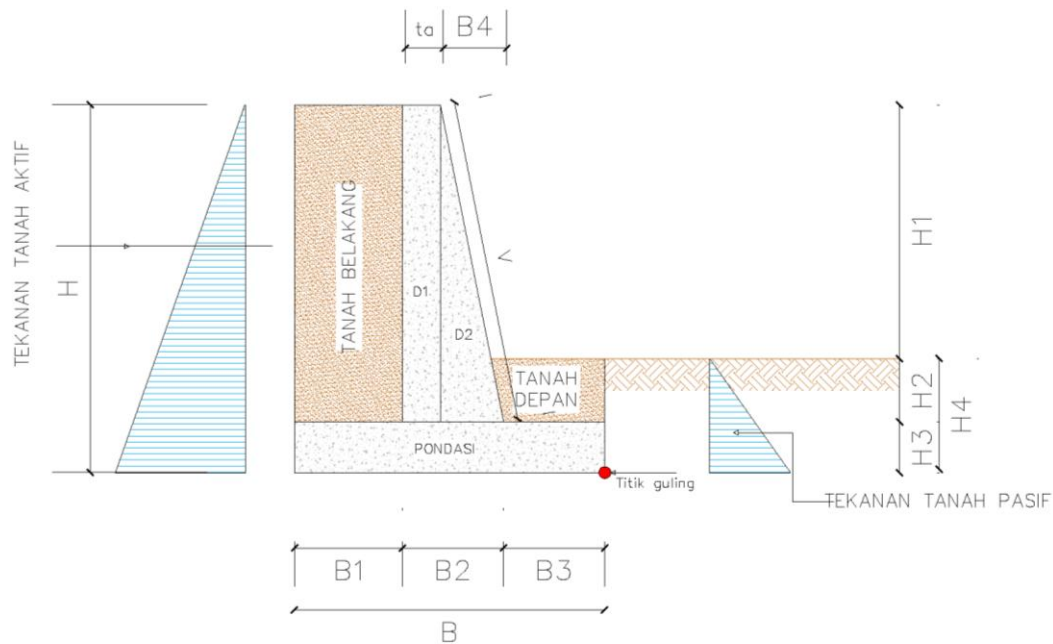
Sumber: (Hasil Perhitungan Pribadi, 2026)

Tabel 2. Data Dimensi DPT Beton Bertulang

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Tinggi permukaan tanah luar,	$H_1 =$	3,2	m
Tinggi tanah depan dinding stem,	$H_2 =$	0,5	m
Tebal pondasi,	$H_3 =$	0,5	m
Tinggi tanah depan dinding stem dari dasar pondasi,	$H_4 = H_2 + H_3 =$	1	m
Tinggi total DPT,	$H = H_1 + H_2 + H_3 =$	4,2	m
Lebar pondasi depan,	$B_1 =$	0,9	m
Tebal dinding atas,	$t_a =$	0,5	m
Tebal dinding bawah,	$B_2 =$	1	m
Lebar kemiringan dinding,	$B_3 =$	1,1	m
Lebar pondasi dinding,	$B_4 = B_2 - t_a =$	0,5	m

Lebar total pondasi,	$B = B_1 + B_2 + B_3 =$	3,0	m
----------------------	-------------------------	-----	---

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026



Gambar 2 Dimensi DPT Kantilever

Sumber: Gambar Pribadi, 2026

Gambar 2 menunjukkan skema dinding penahan tanah beserta dimensi geometri dan distribusi tekanan tanah yang bekerja pada struktur. Tekanan tanah aktif bekerja pada bagian belakang dinding, sedangkan tekanan tanah pasif bekerja pada bagian depan

pondasi. Dimensi yang ditunjukkan pada gambar digunakan sebagai dasar dalam analisis stabilitas dinding penahan tanah terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah.

a.. Data Profil Tanah

Tabel 3. Data Profil Tanah depan dan belakang (Tanah Urug)

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Berat volume,	$\gamma_1 =$	20,73	kN/m ³
Sudut gesek dalam,	$\phi_1 =$	30,64	°
Kohesi,	$c_1 =$	0	kN/m ²

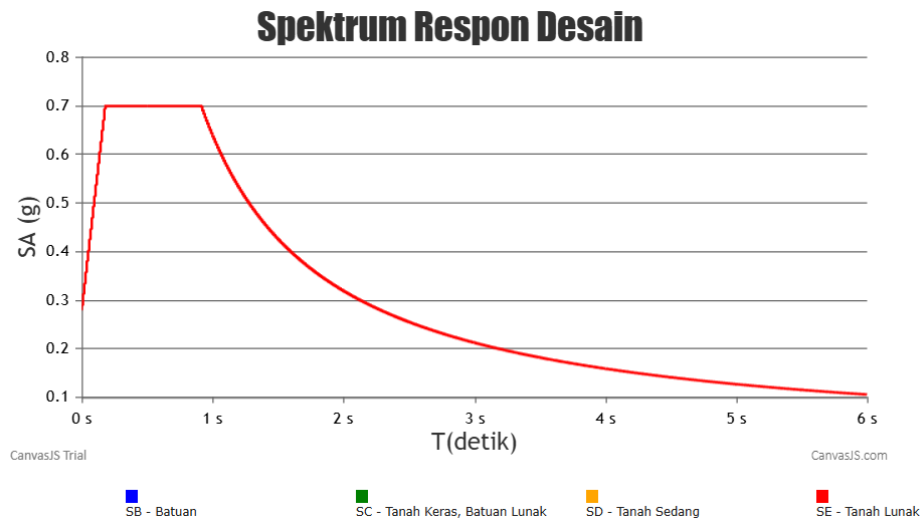
Sumber: PT. Manajemen Kontruksi Utama

Tabel 4. Data Profil Tanah Bawah (Tanah Asli)

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Berat volume,	$\gamma_2 =$	9,81	kN/m ³
Sudut gesek dalam,	$\phi_2 =$	12,23	°
Kohesi,	$c_2 =$	21	kN/m ²
Tahanan konus rata-rata (hasil uji sondir),	$q_c =$	49	kg/cm ²

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

b. Data Beban Gempa



Gambar 3 Grafik Spektrum Respon Desain
Sumber: Desain Spektra Indonesia, 2026

Tabel 5. Data Beban Gempa (RSA Cipta Karya)

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Kelas situs tanah,		SE	
	$S_s =$	0,87	
	$S_1 =$	0,39	
Percepatan puncak batuan dasar/PGA,	PGA	0,4040	g
Faktor amplifikasi getaran periode 0 detik,	$F_a =$	1,204	

Sumber: RSA Cipta Karya, 2026

Data parameter beban gempa pada Tabel 5 berupa nilai *Accelerated Maximum Considered Earthquake Risk-Targeted* pada periode pendek (S_s), periode 1 detik (S_1), serta percepatan tanah puncak (*Peak Ground Acceleration* PGA) diperoleh secara resmi melalui sistem aplikasi Desain Spektra Indonesia milik puskim atau Kementerian PUPR (RSA Cipta Karya). Data tersebut diunduh dengan memasukkan koordinat geografis spesifik lokasi proyek guna

mendapatkan nilai bahaya seismik permukaan batuan dasar (*bedrock seismic hazard*) yang akurat sesuai dengan ketentuan peta gempa terbaru yang berlaku dalam SNI 1726:2019. Parameter-parameter inilah yang kemudian digunakan sebagai basis input untuk menentukan klasifikasi situs tanah serta menyusun kurva respons spektra desain dalam analisis kekuatan struktur dinding penahan tanah terhadap beban dinamis gempa

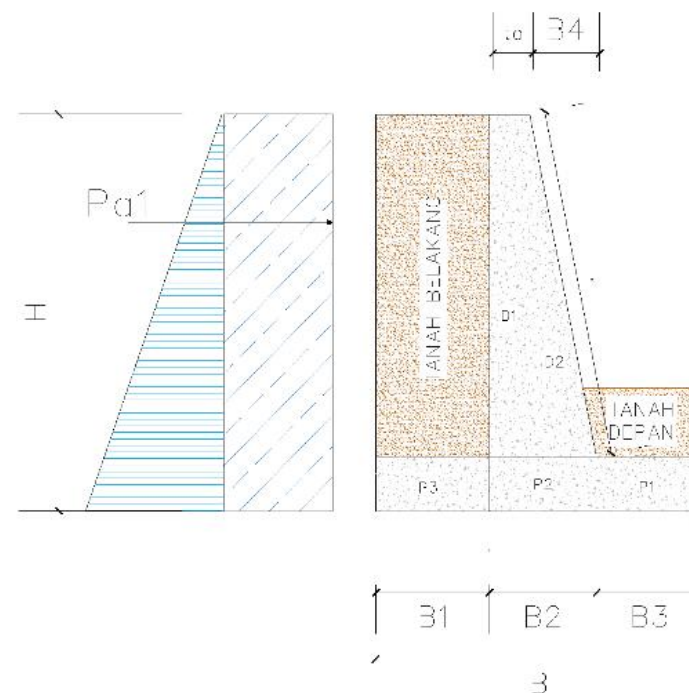
a. Perhitungan Gaya Lateral yang bekerja

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Koefisien tanah aktif,	$K_{a1} = \tan(45^\circ - \phi_1/2)^2 =$	0,32	kN/m
Koefisien tanah pasif,	$K_{p1} = (\tan(45^\circ + \phi_1/2))^2 =$	3,08	kN/m
Besar gaya lateral akibat tekanan tanah aktif,	$P_{a1} = 0,5 \cdot K_{a1} \cdot g_1 \cdot H^2 - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{a1} \cdot H} =$	59,389	kN/m
Besar gaya lateral akibat tekanan tanah pasif,	$P_p = 0,5 \cdot K_{p1} \cdot g_2 \cdot H^2 + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{p1} \cdot H} =$	31,91	kN/m

Kontrol Stabilitas Pada Struktur DPT

pada DPT

Tabel 6. Data Gaya Lateral yang Bekerja
Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026



Gambar 4 Titik Terjadinya Gaya Lateral Pada DPT
Sumber: Gambar Pribadi, 2026

b. Kontrol Stabilitas Guling dan Geser pada DPT

Tabel 7. Data Momen penahan pada DPT akibat berat struktur

N	Bagian	b	h	sha	Beban	Lengan	Momen
o		(m)	(m)	pe	(kN/m)	(m)	(kNm/m)
1	Dinding	0,5	3,7	1	44,4	1,65	73,26
2	Dinding	0,5	3,7	0,5	22,2	1,23	27,38
3	Pondasi	3	0,5	1	36	1,5	54,00
4	Tanah Belakang	1,1	3,7	1	84,371	2,45	206,71
5	Tanah Depan	0,9	0,5	1	4,4145	0,45	1,99
Total				ΣW_t	191,38	ΣM_g	363,34

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

Tabel 8. Data Momen penahan pada DPT akibat tekanan tanah pasif

N	Bagian	b	h	shape	Beban	Lengan	Momen
o		(m)	(m)		(kN/m)	(m)	(kNm/m)
1	P _p		1	1	31,910	0,33	10,64
Total				ΣP_p	31,910	ΣM_p	10,64

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

Tabel 9. Data Momen pengguling pada DPT akibat tekanan tanah aktif

N o	Bagian	b (m)	h (m)	shape	Beban (kN/m)	Lengan (m)	Momen (kNm/m)
1	Pa1		4,2	1	59,389	1,40	83,14
Total				ΣP_a	59,389	ΣM	83,14

Sumber: (Hasil Perhitungan Pribadi, 2026)

Kontrol Guling pada DPT

$$\begin{aligned} \text{Syarat : } \frac{\Sigma M_g}{\Sigma M_a} &\geq 2,00 \\ &4,37 > 2,00 \\ &\text{Aman} \end{aligned}$$

sebesar 4,37. Nilai tersebut telah melampaui batas minimum faktor keamanan yang disyaratkan oleh standar yang berlaku pada SNI 8460:2017, yaitu sebesar 2 untuk statis. Dengan demikian, dimensi struktur dinding penahan tanah tipe kantilever yang direncanakan dinyatakan aman dan memenuhi syarat terhadap gaya guling.

Berdasarkan hasil perhitungan kontrol stabilitas terhadap bahaya guling (*overturning*), diperoleh nilai faktor keamanan (*Safety Factor*)

Kontrol Geser pada DPT

Tabel 10. Data tahanan pada dasar DPT

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Gaya tahanan pada dasar DPT akibat berat str dan kohesi,	$H = c \cdot B + \Sigma W_t \cdot \tan \phi$	104,48	kN/m
Tekanan tanah pasif,	$P_p =$	31,91	kN/m

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

$$\begin{aligned} \text{Kontrol geser pada DPT kondisi dengan tekanan tanah pasif} \\ \text{Syarat : } \frac{(\Sigma P_p + H)}{\Sigma P_a} &\geq 2,00 \\ &2,30 > 2,00 \\ &\text{Aman} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol geser pada DPT kondisi tanpa tekanan tanah pasif} \\ \text{Syarat : } \frac{H}{\Sigma P_a} &\geq 1,50 \\ &1,76 > 1,50 \\ &\text{Aman} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kontrol stabilitas terhadap bahaya geser (*sliding*), analisis dilakukan ke dalam dua kondisi tinjauan. Pada kondisi pertama dengan tekanan tanah pasif, diperoleh nilai faktor keamanan (*Safety Factor*) sebesar 2,3. Nilai tersebut telah melampaui batas minimum faktor keamanan yang disyaratkan oleh standar yang berlaku pada SNI 8460:2017, yaitu sebesar 2 untuk statis. Sedangkan pada kondisi kedua dengan tanpa memperhitungkan kontribusi

tekanan tanah pasif, nilai faktor keamanan menurun menjadi 1,76. Nilai tersebut telah melampaui batas minimum faktor keamanan yang disyaratkan oleh standar yang berlaku pada SNI 8460:2017, yaitu sebesar 1,5 untuk statis. Karena hasil dari kedua kondisi tersebut telah melampaui batas minimum SFmin yang disyaratkan, maka struktur dinding penahan tanah kantilever ini dinyatakan aman dan memenuhi syarat terhadap bahaya geser

c. Stabilitas Guling dan Geser Pada DPT Akibat Beban Gempa

Tabel 11. Data Koefisien Respon Gempa

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Koefisien respon gempa elastik pada detik ke 0	$A_s = F_a \cdot PGA =$	0,486416	g
Faktor modifikasi gempa,	$R =$	1	

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

Tabel 12. Data Momen pengguling pada DPT akibat beban gempa

N	Bagian	b	h	sha	Beban	Leng	Mome
o		(m)	(m)	pe	(kN/m)	an (m)	n (kNm/m)
1	Dinding	0,5	3,7	1	21,59687	2,35	50,75
2	Dinding	0,5	3,7	0,5	10,79844	1,73	18,72
3	Pondasi	3	0,5	1	17,51	0,25	4,38
	Total			ΣW_{ts}	49,90628	ΣM_{gs}	73,85

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

Tabel 13. Data Koefisien

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Koefisien percepatan horizontal	$K_h = 0,5 \cdot A_s =$	0,243208	g
	$\theta = \tan^{-1} (K_h) =$	13,669	°
Tekanan tanah seismik			
koefisien tekanan aktif seismik	$K_{ae} = \cos^2 (\phi - q) / \cos^2 (\theta) \cdot \{ 1 + \sqrt{\sin (\phi - q) / \cos \theta} \}^{-2} =$	0,501	
	$\Delta K_{ae} = K_{ae} - K_a =$	0,176	
Selisih Koefisien			
Tekanan tanah seismik di bagian atas struktur	$Q_{eq} = \gamma_1 \cdot H \cdot \Delta K_{ae} =$	15,3	kN/m ²
	$P_{ae} = 0,5 \cdot H \cdot Q_{eq} =$	32,13	kN/m
	$M_{ae} = P_{ae} \cdot (2/3 \cdot H) =$	89,98	kNm/m

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

Kontrol Guling pada DPT akibat tambahan beban gempa

$$\text{Syarat : } \Sigma M_g / (\Sigma M_a + \Sigma M_{gs} + M_{ae}) \geq 1,10$$

$$1,47 > 1,10$$

Aman

Berdasarkan hasil perhitungan kontrol stabilitas terhadap bahaya guling (*overturning*) dengan memasukkan pengaruh beban seismik (gempa) sesuai standar SNI 8460:2017, diperoleh nilai faktor keamanan (*Safety Factor*) sebesar 1,47. Nilai tersebut terbukti telah melampaui batas minimum faktor keamanan dinamis yang disyaratkan, yaitu sebesar 1,10. Dengan demikian, struktur dinding penahan tanah tipe kantilever di

Lereng Gunung Argopuro ini dinyatakan aman dan memenuhi syarat terhadap bahaya guling saat terjadi gempa

1. Kontrol geser pada DPT kondisi dengan tekanan tanah pasif akibat tambahan beban gempa

$$\begin{array}{lcl} \text{Syara} & (H + P_p) / & \geq 1,10 \\ \text{t :} & (\Sigma P_a + P_{ae}) & \\ & 1,49 & > 1,10 \end{array}$$

Aman

2. Kontrol geser pada DPT kondisi tanpa tekanan tanah pasif akibat tambahan beban seismik

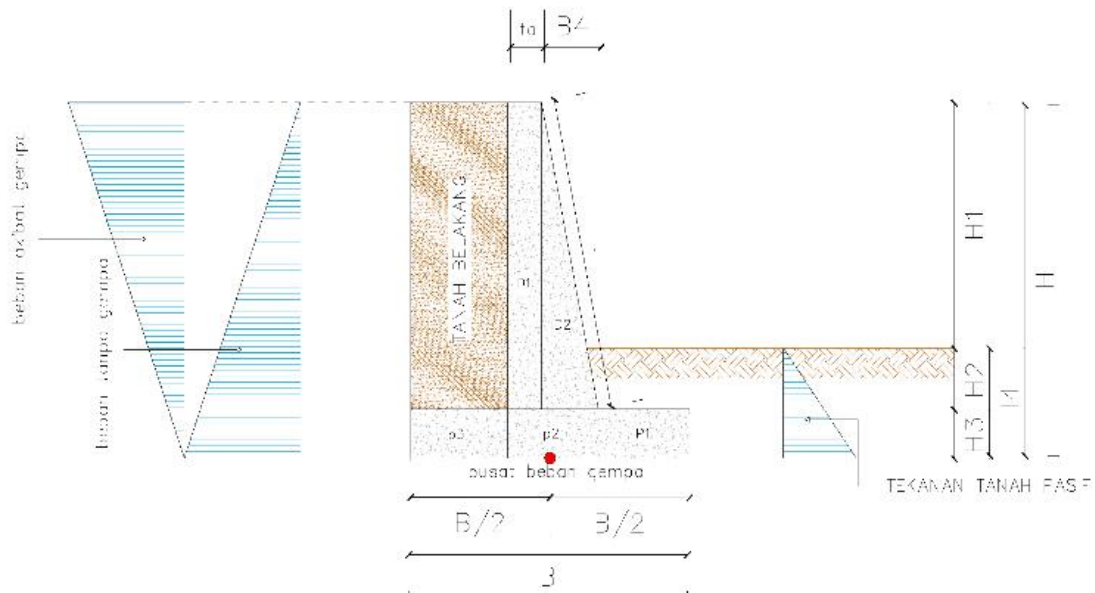
$$\begin{array}{lcl} \text{Syara} & H / (\Sigma P_a + & \geq 1,10 \\ \text{t :} & P_{ae}) & \\ & 1,14 & > 1,10 \end{array}$$

Aman

Berdasarkan hasil perhitungan untuk kontrol stabilitas terhadap bahaya geser (*sliding*), pada peninjauan kondisi dinamis dengan tambahan beban seismik (gempa) sesuai SNI 8460:2017. Pengujian pada kondisi pertama dengan tekanan

tanah pasif dan tambahan beban gempa, diperoleh nilai faktor keamanan (*Safety Factor*) sebesar 1,49. Nilai tersebut telah melampaui batas minimum faktor keamanan yang disyaratkan oleh standar yang berlaku pada SNI 8460:2017, yaitu sebesar 1,10 untuk dinamis. Sedangkan pada kondisi kedua dengan tanpa memperhitungkan kontribusi tekanan tanah pasif dan tambahan beban gempa, nilai faktor keamanan menurun menjadi 1,14. Nilai tersebut telah melampaui batas minimum faktor keamanan yang disyaratkan oleh standar yang berlaku pada SNI 8460:2017, yaitu sebesar 1,10 untuk dinamis. Karena hasil perhitungan dari kedua kondisi tersebut secara keseluruhan telah melampaui batas minimum faktor keamanan yang disyaratkan $SF_{min} \text{ dinamis} = SF_{min} \text{ Gempa}$ (1,10), maka struktur dinding penahan tanah tipe kantilever ini disimpulkan aman dan memenuhi syarat terhadap bahaya geser lateral

d. Kontrol Daya Dukung Tanah Terhadap dari Beban Struktur DPT



Gambar 5 Beban Tanah Pada DPT
Sumber: (Gambar Pribadi, 2026)

Tabel 14. Data Momen akibat berat struktur DPT dan tanah di atas DPT

No	Bagian	pe			Beban	Lengan	Momen
		b	h	sha			
		(m)	(m)		(kN/m)	(m)	(kNm/m)
1	Dinding	0,5	3,7	1	44,4	-0,15	-6,66
2	Dinding	0,5	3,7	0,5	22,2	0,27	5,92
3	Pondasi	0,9	0,5	1	10,8	1,05	11,34
4	Pondasi	1	0,5	1	12	0,10	1,20

5	Pondasi	1,	0,	1	13,2	-0,95	-12,54
3		1	5				
6	Tanah	1,	3,	1	84,371	-0,95	-80,15
	Belakang	1	7		1		
7	Tanah Depan	0,	0,	1	9,3285	1,05	9,79
		9	5				
Total				ΣW_t	196,29	ΣM_g	-71,10
					96		

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

Tabel 15. Data Momen akibat pengaruh beban gempa terhadap struktur DPT

N	Bagian	b	h	sha	Beban	Leng	Mome
o		(	(	pe	(kN/m	an	n
		m)	m)		)	(m)	(kNm/m)
1	Dinding	0,	3,	1	21,596	-0,15	-3,24
g 1		5	7		87		
2	Dinding	0,	3,	0,5	10,798	0,27	2,88
g 2		5	7		44		
3	Pondasi	0,	0,	1	5,2532	1,05	5,52
1		9	5		93		
4	Pondasi	1	0,	1	5,8369	0,10	0,58
2			5		92		
5	Pondasi	1,	0,	1	6,4206	-0,95	-6,10
3		1	5		91		
Total				ΣW_{ts}	49,906	ΣM_{gs}	-0,36
					28		

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

Tabel 16. Data Momen akibat pengaruh beban tekanan tanah dan tekanan tanah gempa

N	Bagian	b	h	sha	Beba	Leng	Mome
o		(	(	pe	n	an	n
		m)	m)		(kN/m)	(m)	(kNm/m)
1	P _{a1}		4,	1	59,38	1,40	83,14
			2		9		
2	P _{a2}		4,	1	0,000	0,00	0,00
			2				
3	P _{ac}		4,	1	32,13	2,80	89,98
			2				
4	P _p		1	1	31,91	-0,33	-10,64
					0		
Total				ΣP_a	123,4	ΣM_a	162,48
					34		

Sumber: (Hasil Perhitungan Pribadi, 2026)

Tabel 17. Data Gaya yang bekerja pada DPT

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Lengan momen beban merata di belakang DPT,	$L = (0,5 \cdot B_3 + B_2 + B_1) - (0,5 \cdot B) =$	0,95	m
Gaya vertikal total pada struktur DPT,	$V = \Sigma W_t + q + B_3 =$	197,4	kN/m
Gaya momen total pada struktur DPT,	$M = \Sigma M_g + \Sigma M_{gs} + \Sigma M_a + q \cdot B_3 \cdot L =$	91,03	kNm/m

Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

Berdasarkan Tabel 14 hingga Tabel 17, diperoleh rekapitulasi gaya dan momen yang bekerja pada dinding penahan tanah (DPT) akibat kombinasi berat sendiri struktur, berat tanah di atas pondasi, beban gempa, tekanan tanah aktif, dan tekanan tanah pasif. Pada Tabel 14 ditunjukkan bahwa berat struktur DPT dan tanah di atas pondasi menghasilkan gaya vertikal total sebesar 196,29 kN/m dengan momen sebesar -71,10 kNm/m, yang berfungsi sebagai momen penahan terhadap kecenderungan guling. Selanjutnya, Tabel 15 menunjukkan pengaruh beban gempa terhadap struktur DPT yang memberikan tambahan gaya vertikal sebesar 49,91 kN/m dengan momen relatif kecil, yaitu -0,36 kNm/m. Tabel 16 memperlihatkan kontribusi tekanan tanah aktif dan

tekanan tanah akibat gempa yang menghasilkan gaya horizontal total sebesar 123,43 kN/m dengan momen pengguling sebesar 162,48 kNm/m. Seluruh komponen gaya dan momen tersebut kemudian direkapitulasi pada Tabel 17 sehingga diperoleh gaya vertikal total yang bekerja pada DPT sebesar 197,40 kN/m, sedangkan momen total yang bekerja sebesar 91,03 kNm/m. Nilai-nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis stabilitas dinding penahan tanah terhadap bahaya guling (overturning), geser (sliding), dan daya dukung tanah (bearing capacity), sehingga dapat diketahui tingkat keamanan struktur terhadap beban yang bekerja

Tabel 19. Data Kapasitas Daya Dukung Pondasi Menurut Terzaghi Peck (1943)

Keterangan	Notasi	Nilai	Satuan
Nilai kohesi tanah di bawah pondasi DPT,	$c =$	21	kN/m ²
Kedalaman dasar DPT,	$D_f = H_4 =$	1	m
Berat volume tanah pada dasar DPT,	$\gamma =$	9,81	kN/m ³
Lebar total DPT,	$B =$	3	m
Panjang DPT yang ditinjau,	$L =$	1	m
Sudut gesek dalam tanah di bawah DPT,	$\phi =$	12,23	°
	$\phi = \phi / 180^\circ \cdot \pi =$	0,213	rad
	$a = e^{(3 \cdot p/4 - f/2) \cdot \tan \phi} =$	1,628	
	$K_{pg} = 3 \cdot \tan^2 [45^\circ + 1/2 \cdot (\phi + 33^\circ)] =$	17,7	
Faktor kapasitas dukung tanah,	$N_c = 1 / \tan f \cdot [a^2 / (2 \cdot \cos^2 (45^\circ + \phi / 2) - 1)] =$	10,91	
	$N_q = a^2 / [(2 \cdot \cos^2 (45^\circ + \phi / 2))] =$	3,36	
	$N_c \cdot \tan \phi + 1 =$		
	$N_g = 1/2 \cdot \tan \phi \cdot [K_{pg} / \cos^2 f - 1] =$	1,9	
Kapasitas dukung ultimit tanah,	$q_u = c \cdot N_c (1 + 0,3 \cdot B/L) + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot N_g (1 - 0,2 \cdot B/L)$	469,3	kN/m ²
Angka aman,	$SF =$	3	
Kapasitas dukung tanah ijin,	$q_a = q_u / SF =$	156,45	kN/m²

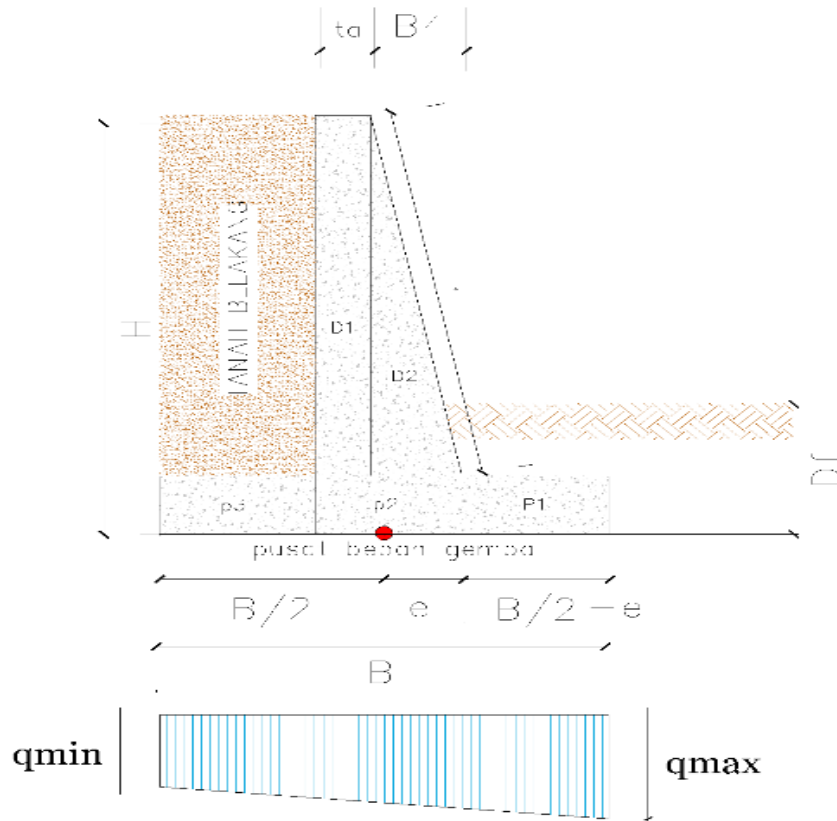
Sumber: Hasil Perhitungan Pribadi, 2026

Berdasarkan Tabel 19, diperoleh hasil perhitungan kapasitas daya dukung pondasi dinding penahan tanah menggunakan metode Terzaghi dan Peck (1943). Perhitungan dilakukan

dengan mempertimbangkan parameter tanah berupa kohesi (c), berat volume tanah (γ), sudut gesek dalam (φ), dimensi pondasi, serta kedalaman pondasi. Dari hasil perhitungan diperoleh kapasitas dukung ultimit tanah (qu) sebesar 469,30

kN/m^2 . Dengan menggunakan angka keamanan (Safety Factor) sebesar 3, diperoleh kapasitas dukung izin tanah (q_a) sebesar $156,43 \text{ kN/m}^2$. Nilai kapasitas dukung izin ini menjadi acuan untuk mengevaluasi apakah tekanan yang diterima pondasi masih berada dalam batas aman sehingga

tidak menyebabkan keruntuhan daya dukung tanah.



Gambar 6 Kontrol Daya Dukung Pada DPT

Sumber: Gambar Pribadi, 2026

Gambar 6 menunjukkan distribusi tekanan kontak (contact pressure) yang terjadi di bawah pondasi dinding penahan tanah akibat kombinasi gaya vertikal dan momen yang bekerja. Distribusi tekanan ditunjukkan oleh nilai q_{min} dan q_{max} , yang menggambarkan tekanan minimum dan maksimum pada dasar pondasi. Distribusi tekanan yang masih berada pada kondisi tekan (tidak terjadi tegangan tarik pada dasar pondasi)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat Berdasarkan hasil analisis stabilitas yang telah dilakukan, Dinding Penahan Tanah (DPT) tipe kantilever yang direncanakan pada lereng Gunung Argopuro di Desa Kemiri mampu memenuhi persyaratan keamanan terhadap potensi kegagalan struktur. Pada kondisi statis diperoleh faktor keamanan terhadap guling sebesar 4,37 dan terhadap geser sebesar 2,30 dengan tekanan tanah pasif serta 1,76 tanpa tekanan tanah pasif. Sementara itu, pada kondisi gempa diperoleh faktor keamanan terhadap guling sebesar 1,47 dan

menunjukkan bahwa pondasi masih bekerja dengan baik. Nilai tekanan maksimum selanjutnya dibandingkan dengan kapasitas dukung izin tanah (q_a) untuk memastikan bahwa tekanan yang terjadi tidak melebihi daya dukung tanah sehingga pondasi tetap berada dalam kondisi aman terhadap keruntuhan daya dukung

terhadap geser sebesar 1,49 dengan tekanan tanah pasif serta 1,14 tanpa tekanan tanah pasif. Seluruh nilai tersebut telah melampaui batas minimum yang disyaratkan dalam SNI 8460:2017 sehingga struktur dinyatakan aman terhadap pengaruh beban statis maupun dinamis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan DPT kantilever merupakan alternatif yang efektif untuk meningkatkan kestabilan lereng pada tanah vulkanik lapuk di kawasan Desa Kemiri. Untuk meningkatkan keandalan struktur dalam jangka panjang, perlu diperhatikan sistem drainase di belakang dinding guna mengurangi tekanan air pori akibat infiltrasi air hujan. Pemantauan kondisi

lereng dan struktur secara berkala juga disarankan untuk mendeteksi perubahan yang dapat memengaruhi stabilitas. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan analisis menggunakan perangkat lunak geoteknik, pengaruh muka air tanah musiman, serta variasi beban gempa yang lebih rinci agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif dan mendekati kondisi lapangan sebenarnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Wicaksono, J. A., Ardiansyah, M. R., & Rahmawati, E. T. (2023). Peningkatan Literasi Digital pada Pengelola Desa Wisata Kemiri. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Jember*.
- Robbi, R. A., Astutik, S., & Kurnianto, F. A. (2022). Kajian Kerawanan Bencana Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis Sebagai Acuan Mitigasi Bencana di Kecamatan Panti, Kabupaten Jember. *Majalah Pembelajaran Geografi*, 5(1), 1–18.
- Tjhan, E. S. (2019). Pengaruh gempa terhadap dinding penahan tanah tipe kantilever. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 9(1), 11–20.
- Huber, K. (n.d.). *Soil variability & consequences in geotechnical engineering*. University of Stuttgart.
- Agustina, S. (2019). Analisis Parameter Tanah terhadap Desain Struktur Geoteknik. *Jurnal Publikasi Teknik Sipil*.
- Falabiba, N. E. (2019). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) pada Ruas Jalan Karanganyar – Batas Provinsi Jawa Timur. [Nama Jurnal/Prosiding sesuai publikasi].
- Hardiyatmo, H. C. (1996). *Teknik Fondasi I*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C. (2008). *Teknik Fondasi II*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS.
- Sujiat, Yulia Indriyani & Yoga pangestu. (2024). PERENCANAAN TEMBOK PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER RUAS JALAN SUMBEREJO-KEPOHKIDUL DS. NGAMPAL KEC. SUMBEREJO KAB. BOJONEGORO.
- Septiani, A., dkk. (2024) Analisis Kinerja Struktur DPT Kantilever terhadap Beban Seismik SNI 1726:2019.
- Kusuma, W. A. (2023) Analisis Tekanan Tanah Dinamis dengan Pendekatan Mononobe-Okabe.
- Pratama, R., & Santoso, H. (2023) Studi Komparasi Stabilitas DPT Kantilever: Statik Ekvivalen vs Dinamis.
- Firmansyah, Y. K., Ramadhan, A. G., & Farichah, H. (2025) Pengaruh Beban Gempa Terhadap Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever.
- Lestari, F. (2021) Perancangan DPT Kantilever Berdasarkan SNI 2847 & SNI 1726.