Journal Application Civil Engineering
Volume 1 Nomor 1 Juni 2026
e-ISSN: XXXX-XXX; p-ISSN: XXXX-XXX, Hal 43-53
Tersedia: https://jurnalnew.unimus.ac.id/index.php/JACE

Analisis Stabilitas Lereng Dan Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Sungai Garang, Kampoeng Harmoni, Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang

Erika Ayu Rahmadhani[1], Su'udi Al Mukarom[2], Retno Sri Waryani[3]
[1]Mahasiswa, Program Studi S1 Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang
Email: erikaayurahmadhani26@gmail.com

**Penulis Korespondensi*: erikaayurahmadhani26@gmail.com

ABSTRAK. *Lereng Sungai Garang di Perumahan Kampoeng Harmoni, Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang, berulang kali mengalami longsor akibat gerusan aliran sungai yang mengikis kaki lereng dan menghilangkan penahan lateralnya. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik tanah, menganalisis kestabilan lereng, serta mengkaji kedalaman gerusan kaki lereng sebagai dasar perencanaan dinding penahan tanah. Analisis stabilitas dilakukan secara manual dengan metode Fellenius dan Bishop, diverifikasi menggunakan Plaxis 2D, sedangkan gerusan dianalisis dengan metode regime (Lacey). Data tanah diperoleh dari uji laboratorium tiga titik bor (BH1-BH3) hingga kedalaman 20 m. Hasil menunjukkan tanah lokasi berdasarkan USCS berupa SM (pasir berlanau), SW (pasir bergradasi baik), dan MH (lanau berplastisitas tinggi), dengan faktor keamanan lereng eksisting 1,15-1,24 (Fellenius dan Bishop, kategori agak stabil) dan 1,29-1,30 (Plaxis, kategori sedang), serta kedalaman gerusan kaki lereng 0,610 m yang menjadi salah satu penyebab kelongsoran. Berdasarkan kondisi tersebut, direncanakan dinding penahan gravitasi setinggi 7,8 m dengan lebar dasar 7,0 m, yang meningkatkan faktor keamanan menjadi 1,67 (statik) dan 1,68 (konsolidasi), sehingga efektif dan aman sebagai solusi penanganan risiko longsor*.

Kata kunci: Kestabilan Leren;, Gerusan; Dinding Penahan Tanah; Faktor Keamanan; Sungai Garang.

ABSTRACT. The slope along the Garang River at the Kampoeng Harmoni housing complex in West Ungaran District, Semarang Regency, has repeatedly experienced landslides caused by river flow scouring the slope toe and removing its lateral support. This study aims to identify soil characteristics, analyze slope stability, and assess the scour depth at the slope toe to inform the design of a retaining wall. Stability analysis was performed manually using the Fellenius and Bishop methods and verified with Plaxis 2D, while scour was analyzed using the regime method (Lacey). Soil data were obtained from laboratory tests on samples from three boreholes (BH1–BH3) reaching a depth of 20 m. The results indicate that the site soils, classified under the USCS, consist of SM (silty sand), SW (well-graded sand), and MH (high-plasticity silt). The existing slope safety factors were 1.15–1.24 (Fellenius and Bishop; "somewhat stable" category) and 1.29–1.30 (Plaxis; "moderate" category), with a toe scour depth of 0.610 m identified as a contributing factor to the landslides. Based on these conditions, a gravity retaining wall with a height of 7.8 m and a base width of 7.0 m was designed; this design increases the safety factor to 1.67 (static) and 1.68 (consolidation), making it an effective and safe solution for mitigating landslide risk.

Keywords: *Slope Stability; Scour; Retaining Wall; Factor of Safety; Garang River*.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kondisi topografi yang bervariasi mulai dari dataran rendah hingga kawasan perbukitan dan pegunungan, sehingga rentan terhadap bencana tanah longsor. Tanah longsor merupakan pergerakan massa tanah secara tiba-tiba akibat ketidakstabilan lereng yang dipicu oleh faktor alam seperti intensitas curah hujan tinggi, maupun aktivitas manusia seperti pembangunan permukiman di kawasan lereng sungai tanpa perencanaan yang memadai (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2007).

Kabupaten Semarang merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Tengah dengan banyak daerah perbukitan dan lereng yang berpotensi longsor, salah satunya di sepanjang Sungai Garang, Kecamatan Ungaran Barat. Lereng pada lokasi ini cukup curam dan terus-

Naskah Masuk: 10 Mei 2026; Revisi: 17 Mei 2026; Diterima: 24 Mei 2026; Terbit: 01 Juni 2026;

menerus tergerus oleh aliran sungai pada bagian kakinya, diperparah oleh curah hujan yang tinggi di wilayah Ungaran. Pada ruas Sungai Garang tepatnya di Perumahan Kampoeng Harmoni telah terjadi kelongsoran berulang yang mengakibatkan sebagian badan jalan dan struktur di sekitarnya runtuh dan ambles ke arah aliran sungai. Kondisi ini menunjukkan bahwa gerusan akibat aliran sungai yang berlangsung terus-menerus telah mengikis material penyusun tebing sehingga lereng kehilangan penahan lateralnya.



Gambar 1 Kejadian Longsor

Dalam bidang teknik sipil, evaluasi kestabilan lereng menjadi aspek penting untuk menentukan apakah suatu lereng masih berada dalam batas aman, yang umumnya dinilai melalui perhitungan nilai faktor keamanan (safety factor) berdasarkan parameter kohesi tanah (c), sudut geser dalam (φ), dan berat volume tanah (γ) (Hardiyatmo, 1992). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik tanah, menganalisis tingkat kestabilan lereng eksisting, menganalisis kedalaman gerusan pada kaki lereng, serta merencanakan dinding penahan tanah yang tepat guna mencegah terulangnya kelongsoran yang lebih besar pada lokasi tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan untuk mengetahui metode dan hasil penelitian sejenis mengenai analisis gerusan, stabilitas lereng, dan perencanaan dinding penahan tanah. Silvia dan Azwanda (2020) menganalisis gerusan lokal pada Jembatan Alue Buloh menggunakan metode Colorado State University (CSU) dan Froehlich, memperoleh kedalaman gerusan 2,96 m dan 1,61 m, dengan metode CSU dinilai lebih andal. Firdaus, Sarie, dan Hendri (2022) menganalisis stabilitas lereng galian drainase Gedung PPIIG Universitas Palangka Raya menggunakan metode Fellenius manual, memperoleh lereng stabil pada kondisi kering (SF 1,376–1,406) namun labil saat teraliri air (SF 0,987–0,995). Hernowo (2025) meneliti stabilitas dan perkuatan lereng jalan akses Desa Balerejo–Tanjungsari, Magelang, menggunakan metode Bishop dan Geostudio, memperoleh FK awal 0,927–1,06 yang meningkat menjadi FSgeser 2,15, FSguling 2,27, dan FSruntuh 3,30 setelah direncanakan

Naskah Masuk: 10 Mei 2026; Revisi: 17 Mei 2026; Diterima: 24 Mei 2026; Terbit: 01 Juni 2026;

dinding gravitasi. Banda dan Raharja (2025) merencanakan dinding penahan tanah tipe gravity wall pada Sungai Manikin, Kupang, dengan hasil dimensi tinggi 6 m dan lebar dasar 3 m memenuhi syarat aman (FS guling 2,25, geser 1,87, daya dukung 7,83), serta FS global Plaxis 2D sebesar 2,14. Kurniawan dan Widyaningrum (2026) menganalisis lereng longsor Desa Girilayu, Karanganyar, menggunakan Fellenius manual dan Plaxis 2D, memperoleh SF 1,19 dan 1,17 yang keduanya di bawah 1,5 sehingga lereng dinyatakan masih berpotensi longsor.

Berdasarkan kajian tersebut, penelitian mengenai kestabilan lereng umumnya menggunakan metode Fellenius, Bishop, dan pemodelan Plaxis 2D, sedangkan penanganan lereng kritis banyak menggunakan dinding penahan tanah tipe gravitasi. Namun demikian, penelitian yang secara khusus mengintegrasikan analisis gerusan kaki lereng akibat aliran sungai sebagai dasar perencanaan dimensi dinding penahan tanah pada Sungai Garang, Kampoeng Harmoni, masih terbatas, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut.

Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng pada dasarnya merupakan suatu proses evaluasi yang dilakukan dengan cara membandingkan besarnya tegangan geser yang bekerja pada massa tanah dengan kekuatan geser yang dimiliki oleh tanah pada bidang lereng tersebut.

Dalam proses evaluasi kestabilan lereng, digunakan suatu parameter yang dikenal sebagai Faktor Keamanan (*Safety Factor*). Berdasarkan besaran nilainya, kondisi kestabilan lereng dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu :

Tabel 1 Faktor Keamanan

Faktor Keamanan	Klasifikasi	Keterangan
F < 1,00	Tidak Stabil	Memerlukan perbaikan stabilitas lereng
1,00 ≤ F ≤ 1,25	Agak Stabil	Gangguan minor dapat mengganggu stabilitas
1,25 ≤ F ≤ 1,50	Sedang	Gangguan sedang dapat

		membuat ketidakstabilan
F > 1,50	Stabil	Hanya gangguan besar yang dapat membuat ketidakstabilan

Sumber : (Hernowo, 2025)

Metode Fellenius

Analisis stabilitas lereng dengan metode Fellenius didasarkan pada asumsi bahwa resultan gaya-gaya yang bekerja pada kedua sisi (kanan dan kiri) setiap irisan bernilai nol pada arah yang tegak lurus terhadap bidang longsor.

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(ca_i + N_i \ tg\ \varphi)}{\sum_{i=1}^{i=n} M_i \sin\theta_i}$$

Metode Bishop

Metode Bishop yang disederhanakan mengasumsikan bahwa resultan gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi antar irisan bernilai nol pada arah vertikal.

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(c'b_i + W_i\ (1 - r_u)\ \ tg\ \varphi')\ (\frac{1}{\cos\theta_i\ \left(1 + tg\ \theta_i\ tg\frac{\varphi'}{F}\right)})}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i\ sin\ \theta_i}$$

Plaxis 2D

Plaxis merupakan suatu perangkat lunak (*software*) yang dikembangkan secara khusus untuk keperluan analisis geoteknik (Merdeka Sandi Tazakka, 2026).

Secara umum, Plaxis tersusun atas empat modul utama, yaitu Plaxis Input, Plaxis Calculations, Plaxis Output, dan Plaxis Curva.

Gerusan

Gerusan adalah proses pengikisan, pengangkutan, dan pemindahan material tanah atau batuan pada dasar maupun tebing sungai yang disebabkan oleh aliran air.

Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang dirancang dan dibangun dengan tujuan utama untuk mencegah terjadinya pergerakan atau kelongsoran material tanah

Naskah Masuk: 10 Mei 2026; Revisi: 17 Mei 2026; Diterima: 24 Mei 2026; Terbit: 01 Juni 2026;

mengikuti kemiringan alamiahnya, di mana tingkat kestabilan konstruksi tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi lokasi yang bersangkutan.

Faktor - faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan dinding penahan tanah agar tetap aman, yaitu stabilitas geser lateral, stabilitas terhadap penggulingan, dan stabilitas daya dukung tanah.

Faktor keamanan yang disyaratkan dalam perancangan dinding penahan tanah yaitu : terhadap guling minimum 2, terhadap geser lateral minimum 1,5, terhadap daya dukung minimum 3, terhadap stabilitas global minimum 1,5, dan terhadap gempa minimum 1,1.

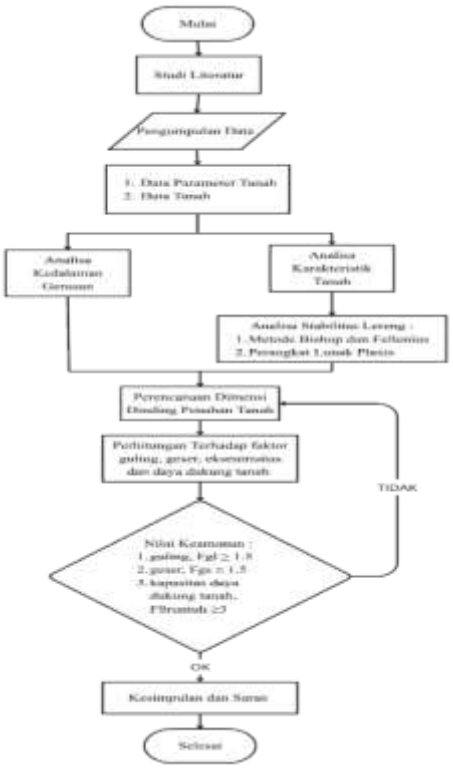
METODE

Lokasi dan Data Penelitian

Penelitian dilakukan pada lereng Sungai Garang di Perumahan Kampoeng Harmoni, Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang, pada koordinat 7°06'37,13"S 110°24'05,35"E dengan panjang longsoran sepanjang 20 m. Data primer meliputi data tanah yang diperoleh melalui pengeboran pada tiga titik (BH1, BH2, BH3) hingga kedalaman 20 m menggunakan mesin bor hidrolik, kemudian diuji di laboratorium mekanika tanah untuk memperoleh parameter *index properties, direct shear test,* dan *sieve analysis*. Data parameter sungai berupa panjang sisi miring lereng, lebar, tinggi, dan sudut kemiringan lereng diukur secara manual di lapangan.

Tahapan Analisis

Analisis data dilakukan mengacu pada SNI 03-1965-1990 (kadar air), SNI 1964-2008 (berat jenis), SNI 1968-1990 (analisis saringan), SK-SNI 2813:2008 (kuat geser), dan SNI 8460:2017 (persyaratan perancangan geoteknik). Tahapan penelitian meliputi: (1) pengambilan data lokasi dan pengukuran geometri lereng; (2) pengolahan data hasil pengujian laboratorium untuk memperoleh parameter kohesi (c), sudut geser dalam (φ), berat volume (γ), dan kadar air (w); (3) klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS; (4) analisis stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius dan Bishop secara manual serta Plaxis 2D, dengan kriteria lereng dinyatakan aman apabila SF > 1,5; (5) analisis kedalaman gerusan pada kaki lereng menggunakan metode regime (Lacey); (6) perencanaan dinding penahan tanah tipe gravitasi apabila SF eksisting < 1,5, dengan kontrol stabilitas terhadap geser (FS ≥ 1,5), guling (FS ≥ 2,0), dan daya dukung tanah (FS ≥ 3,0); serta (7) verifikasi ulang stabilitas lereng secara global menggunakan Plaxis 2D setelah struktur dinding penahan tanah dimodelkan menyatu dengan geometri lereng eksisting.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah

Hasil pengujian laboratorium pada tiga titik bor (BH1, BH2, BH3) menunjukkan bahwa lapisan tanah pada lokasi penelitian bersifat heterogen dan secara umum tergolong ke dalam klasifikasi SM (pasir berlanau), SW (pasir bergradasi baik), dan MH (lanau berplastisitas tinggi) berdasarkan sistem USCS, dengan nilai kohesi (c) pada BH 01 antara 0,16 - 0,29 kg/m² dan sudut geser dalam (φ) pada BH 01 antara 16,10 - 21,90, untuk nilai kohesi (c) pada BH 02 antara 0,08 - 0,14 kg/m² dan sudut geser dalam (φ) pada BH 02 antara 18,90 - 22,20 serta untuk nilai kohesi (c) pada BH 03 antara 0,21 - 0,34 kg/m² dan sudut geser dalam (φ) pada BH 03 antara 10,00 – 18,20. Variasi karakteristik fisik dan kekuatan geser tanah tersebut menjadi dasar parameter input pada analisis stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius, Bishop, dan Plaxis 2D.

Analisis Faktor Keamanan Lereng Eksisting

Analisis stabilitas lereng eksisting dilakukan dengan metode Fellenius dan Bishop secara manual serta diverifikasi menggunakan Plaxis 2D pada kondisi statik dan konsolidasi. Rekapitulasi hasil analisis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Lereng Eksisting

Naskah Masuk: 10 Mei 2026; Revisi: 17 Mei 2026; Diterima: 24 Mei 2026; Terbit: 01 Juni 2026;

Identifikasi	Fellenius	Bishop	Plaxis	Syarat
Statik – Tanah Basah	1,15	1,21	1,29	> 1,5
Statik – Tanah Kering	1,19	1,24		> 1,5
Konsolidasi	-	-	1,30	> 1,5

Sumber : Analisis Pribadi

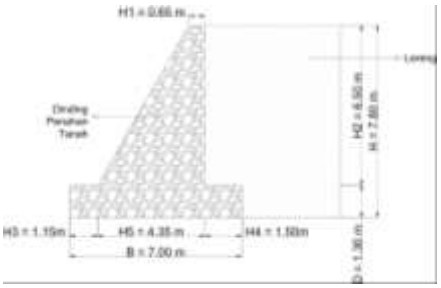
Berdasarkan Tabel 1, seluruh nilai SF yang diperoleh dari ketiga metode berkisar antara 1,15–1,24, konsisten berada di bawah nilai standar aman SF = 1,5. Hal ini menunjukkan bahwa lereng eksisting di lokasi penelitian menggunakan metode Fellenius dan Bishop dikategorikan pada nilai SF $1{,}00 \leq F \leq 1{,}25$ maka disimpulkan bahwa lereng dalam klasifikasi agak stabil dengan gangguan minor dapat mengganggu ketidakstabilan, sedangkan menggunakan Plaxis nilai SF $1{,}25 \leq F \leq 1{,}50$ maka disimpulkan bahwa lereng dalam klasifikasi sedang dengan gangguan sedang dapat membuat ketidakstabilan.

Analisis Kedalaman Gerusan

Perhitungan kedalaman gerusan pada kaki lereng dilakukan menggunakan metode regime (Lacey) berdasarkan kondisi muka air normal (h = 0,60 m) dan muka air tertinggi (h = 3,50 m). Perhitungan lebar regime (W) diperoleh sebesar 0,73 m, sehingga kedalaman gerusan normal (d) diperoleh sebesar 0,41 m. Dengan mengalikan nilai tersebut terhadap faktor pengali 1,50 untuk mengakomodasi kondisi gerusan lokal, diperoleh kedalaman gerusan maksimum (h) sebesar 0,61 m. Nilai ini menjadi acuan penentuan kedalaman pondasi (poer) dinding penahan tanah, agar dasar pondasi berada di bawah batas kedalaman gerusan sehingga terhindar dari risiko tergerus aliran sungai.

Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Perancangan dinding penahan tanah tipe gravitasi mengacu pada SNI 8460:2017 (2017) tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik, dengan mempertimbangkan hasil analisis gerusan pada kondisi paling konservatif. Dimensi dinding hasil perencanaan adalah tinggi total (H) 7,8 m dan lebar dasar (B) 7,0 m.



Gambar 3 Perencanaan Dimensi Dinding Penahan Tanah

Kontrol stabilitas dinding dilakukan terhadap tiga mekanisme keruntuhan, yaitu geser pada dasar pondasi, guling terhadap kaki dinding (toe), dan pelampauan daya dukung tanah dasar, dengan hasil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Kontrol Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Kontrol Stabilitas	Nilai FS	Syarat Minimum	Keterangan
Geser (sebelum tergerus)	1,81	≥ 1,5	Aman
Geser (setelah tergerus)	1,60	≥ 1,5	Aman
Guling	4,96	≥ 2,0	Aman
Daya dukung (sebelum tergerus)	5,73	≥ 3,0	Aman
Daya dukung (setelah tergerus maksimum)	5,09	≥ 3,0	Aman

Sumber : Analisis Pribadi

Seluruh nilai faktor keamanan dinding penahan tanah memenuhi syarat aman yang disyaratkan, bahkan pada kondisi konservatif setelah tergerus maksimum. Hal ini menunjukkan

Naskah Masuk: 10 Mei 2026; Revisi: 17 Mei 2026; Diterima: 24 Mei 2026; Terbit: 01 Juni 2026;

bahwa dimensi dinding penahan tanah yang direncanakan mampu menahan gaya lateral tanah serta beban lain yang bekerja pada struktur.

Verifikasi Stabilitas Lereng Global Menggunakan Plaxis 2D

Setelah dimensi dinding penahan tanah dinyatakan aman berdasarkan kontrol manual, dilakukan verifikasi ulang kestabilan lereng secara global menggunakan Plaxis 2D, dengan struktur dinding dimodelkan menyatu terhadap geometri lereng eksisting. Verifikasi ini penting dilakukan karena kontrol manual hanya meninjau keseimbangan gaya pada dinding itu sendiri, sedangkan analisis Plaxis meninjau kestabilan lereng secara keseluruhan. Perbandingan nilai faktor keamanan lereng sebelum dan sesudah pemasangan dinding penahan tanah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan Faktor Keamanan Lereng Sebelum dan Sesudah Pemasangan Dinding Penahan Tanah Menggunakan Plaxis

Kondisi	SF Sebelum DPT	SF Sesudah DPT	Keterangan
Statik	1,29	1,67	Sedang → Stabil
Konsolidasi	1,30	1,68	Sedang → Stabil

Sumber : Analisis Pribadi

Berdasarkan Tabel 4, nilai SF meningkat signifikan setelah pemasangan dinding penahan tanah, yaitu dari 1,29 menjadi 1,67 pada kondisi statik dan dari 1,30 menjadi 1,68 pada kondisi konsolidasi. Kedua nilai tersebut telah melampaui batas minimum SF = 1,5, sehingga lereng berubah dari kategori kestabilan Sedang menjadi kategori stabil. Peningkatan ini membuktikan bahwa dinding penahan tanah tipe gravitasi yang direncanakan efektif menahan tekanan tanah aktif yang sebelumnya menjadi penyebab rendahnya faktor keamanan lereng eksisting, sekaligus memperkuat validitas hasil perhitungan manual bahwa dimensi dinding penahan tanah yang direncanakan telah memadai untuk mengembalikan kondisi lereng menjadi aman sesuai standar yang disyaratkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, tanah lereng pada lokasi penelitian Sungai Garang, Kampoeng Harmoni, teridentifikasi sebagai pasir berlanau (SM), pasir bergradasi baik (SW), dan lanau berplastisitas tinggi (MH) menurut sistem USCS, dengan nilai kohesi dan sudut geser dalam yang bervariasi pada tiap titik dan kedalaman bor. Variasi karakteristik fisik dan kekuatan geser tanah tersebut menjadi parameter input utama dalam analisis stabilitas lereng.

Hasil analisis stabilitas lereng eksisting menggunakan metode Fellenius dan Bishop diperoleh nilai faktor keamanan berkisar 1,15–1,24 (kategori agak stabil), sedangkan hasil verifikasi dengan Plaxis 2D diperoleh 1,29–1,30 (kategori sedang), keduanya berada di bawah nilai standar aman SF = 1,5. Hasil analisis kedalaman gerusan dengan metode regime (Lacey) menunjukkan lebar regime (W) sebesar 0,73 m, kedalaman gerusan normal (d) sebesar 0,41 m, dan setelah dikalikan faktor pengali kondisi aliran membelok (1,50) diperoleh kedalaman gerusan maksimum sebesar 0,61 m. Rendahnya faktor keamanan lereng eksisting yang diperparah oleh gerusan pada kaki lereng ini menjadi penyebab utama terjadinya kelongsoran berulang di lokasi penelitian.

Berdasarkan kondisi tersebut, direncanakan dinding penahan tanah tipe gravitasi dengan tinggi total 7,8 m dan lebar dasar 7,0 m, dengan kedalaman pondasi (poer) mempertimbangkan kedalaman gerusan maksimum agar terhindar dari risiko tergerus aliran sungai. Hasil kontrol stabilitas dinding menunjukkan seluruh nilai faktor keamanan terhadap geser (1,81) dan (1,60), guling (4,96), dan daya dukung tanah baik sebelum (5,73) maupun setelah tergerus maksimum (5,09) telah memenuhi syarat aman yang disyaratkan. Verifikasi ulang stabilitas lereng secara global menggunakan Plaxis 2D setelah pemasangan dinding penahan tanah menunjukkan peningkatan faktor keamanan dari 1,29 menjadi 1,67 pada kondisi statik dan dari 1,30 menjadi 1,68 pada kondisi konsolidasi, sehingga lereng berubah dari kategori sedang menjadi stabil. Dengan demikian, dinding penahan tanah tipe gravitasi yang direncanakan efektif dan aman digunakan sebagai solusi penanganan risiko longsor pada lereng Sungai Garang, Kampoeng Harmoni.

Naskah Masuk: 10 Mei 2026; Revisi: 17 Mei 2026; Diterima: 24 Mei 2026; Terbit: 01 Juni 2026;

DAFTAR PUSTAKA

Banda, P. K. K., & Raharja, D. S. (2025). Perkuatan Lereng Menggunakan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Wall Di Sungai Manikin Kabupaten Kupang.

Firdaus, Y., Sarie, F., & Hendri, O. (2022). Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellenius Studi Kasus : Proyek Pekerjaan Drainase.

Hernowo, N. L. (2025). Analisis Stabilitas Dan Perencanaan Perkuatan Lereng Menggunakan Dinding Gravitasi.

Kurniawan, M. I., & Widyaningrum, D. A. (2026). Analisis Stabilitas Lereng Longsor Di Desa Girilayu, Kabupaten Karanganyar.

Merdeka Sandi Tazakka. (2026). Plaxis Untuk Geoteknik Dasar On Progress.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2007). Pedoman Penataan Ruang - Kawasan Rawan Bencana Longsor - Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/Prt/M/2007.

Silvia, C. S., & Azwanda. (2020). Analisis Gerusan Lokal Dengan Metode Colorado State University (Csu) Dan Metode Froehlich.

Sni 8460:2017. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik.