UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap Stabilitas Struktur Mechanically Stabilized Earth (MSE) Wall Tipe Geoframe
Fallih Makhrus Syarif, Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Infiltrasi air hujan dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kondisi hidraulik tanah timbunan dan stabilitas struktur penahan tanah. Hal ini menjadi perhatian khusus pada struktur *Mechanically Stabilized Earth (MSE) Wall*, mengingat kinerja dan kestabilannya sangat sensitif terhadap perubahan kondisi hidraulik tanah timbunan akibat infiltrasi. Salah satu struktur yang perlu dikaji secara khusus adalah *MSE Wall* tipe Geoframe di Jalan Lingkar Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, yang berbatasan langsung dengan jalan dan berada tepat di atas area lapangan futsal. Apabila terjadi kegagalan struktur, potensi kelongsoran dapat membahayakan keselamatan pengguna jalan serta aktivitas sivitas akademika di lapangan di bawahnya, sehingga evaluasi terhadap pengaruh infiltrasi air hujan menjadi krusial untuk memastikan keandalan struktur dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh infiltrasi air hujan terhadap perilaku rembesan, perubahan tegangan efektif, serta stabilitas global, eksternal, dan internal struktur *MSE Wall* tipe Geoframe, serta mengevaluasi optimasi panjang perkuatan geosintetik untuk memperoleh desain yang lebih efisien.

Data curah hujan historis diolah melalui analisis frekuensi untuk memperoleh hujan rancangan kala ulang 75 tahun sebagai masukan pemodelan. Analisis rembesan transien dilakukan menggunakan SEEP/W dengan parameter hidraulik tanah timbunan berupa *Soil-Water Characteristic Curve* (SWCC) hasil pengujian laboratorium, sedangkan parameter hidraulik tanah asli diperoleh melalui estimasi. Hasil analisis rembesan digunakan sebagai masukan analisis stabilitas global menggunakan metode Morgenstern-Price pada SLOPE/W, sedangkan stabilitas eksternal dan internal dianalisis secara analitik berdasarkan pedoman FHWA-NHI-10-024 dan konsep tanah tak jenuh Lu dan Likos. Optimasi dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu kombinasi konsep *Superimposed Wall* dan *Trapezoidal Wall* serta pendekatan faktor keamanan cabut dengan panjang perkuatan seragam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa infiltrasi hujan menyebabkan *wetting front* berkembang secara bertahap hingga mencapai dasar timbunan, meningkatkan tekanan air pori dari kisaran -140 kPa hingga -40 kPa pada kondisi awal menjadi mendekati 0 kPa pada kondisi infiltrasi paling lanjut, sehingga menurunkan tegangan efektif tanah dan meningkatkan tekanan tanah lateral aktif dari 139,44 kPa menjadi 194,20 kPa. Kondisi tersebut menurunkan faktor keamanan stabilitas global dari 1,477 menjadi 1,330, stabilitas geser dari 3,66 menjadi 2,85, stabilitas guling dari 17,66 menjadi 11,16, stabilitas tarik dari 1,96 menjadi 1,65, dan stabilitas cabut dari 7,77 menjadi 6,97. Meskipun demikian, seluruh nilai faktor keamanan masih memenuhi persyaratan SNI 8460:2017 yang ditinjau. Hasil optimasi menunjukkan bahwa pendekatan faktor keamanan cabut menghasilkan desain terbaik dengan efisiensi penggunaan geosintetik sebesar 22,69%, mengurangi total panjang perkuatan dari 110,60 m menjadi 85,50 m, serta tetap memenuhi seluruh persyaratan stabilitas.

Kata kunci: infiltrasi, tanah tak jenuh, *MSE Wall*, *matric suction*, stabilitas lereng.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap Stabilitas Struktur Mechanically Stabilized Earth (MSE) Wall Tipe Geoframe
Fallih Makhrus Syarif, Dr.Eng. Ir. Sito Ismanti, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Rainfall infiltration can have a significant effect on the hydraulic condition of backfill soil and the stability of retaining structures. This is a particular concern for Mechanically Stabilized Earth (MSE) Wall structures, as their performance and stability are highly sensitive to hydraulic changes in the backfill soil caused by infiltration. One structure that requires specific evaluation is the Geoframe-type MSE Wall along the Ring Road of the Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada, which is directly adjacent to a roadway and situated immediately above a mini soccer field. Should the structure fail, the resulting slope collapse could endanger road users as well as academic community members active on the field below, making the evaluation of rainfall infiltration effects essential to ensuring the structure's long-term reliability. Therefore, this study aims to analyze the effects of rainfall infiltration on seepage behavior, changes in effective stress, and the global, external, and internal stability of a Geoframe-type MSE Wall, as well as to evaluate the optimization of geosynthetic reinforcement length to achieve a more efficient design.

Historical rainfall data were processed through frequency analysis to obtain the 75-year return period design rainfall as model input. Transient seepage analysis was performed using SEEP/W, with backfill soil hydraulic parameters defined from laboratory-derived Soil-Water Characteristic Curve (SWCC) data, while foundation soil hydraulic parameters were estimated. The seepage analysis results were used as input for global stability analysis using the Morgenstern–Price method in SLOPE/W, while external and internal stability were analyzed analytically based on the FHWA-NHI-10-024 guidelines and the unsaturated soil concept of Lu and Likos. Optimization was carried out using two approaches: a combination of the Superimposed Wall and Trapezoidal Wall concepts, and a pullout safety factor approach with uniform reinforcement length.

The results show that rainfall infiltration caused the wetting front to gradually develop until it reached the base of the embankment, increasing pore water pressure from an initial range of -140 kPa to -40 kPa to nearly 0 kPa under the most advanced infiltration condition. This reduced the effective stress of the soil and increased the active lateral earth pressure from 139.44 kPa to 194.20 kPa. Consequently, the global stability safety factor decreased from 1.477 to 1.330, the sliding stability factor from 3.66 to 2.85, the overturning stability factor from 17.66 to 11.16, the tensile rupture safety factor from 1.96 to 1.65, and the pullout safety factor from 7.77 to 6.97. Nevertheless, all safety factors remained above the required SNI 8460:2017 criteria. The optimization results show that the pullout safety factor approach produced the best design, achieving a geosynthetic material efficiency of 22.69% by reducing the total reinforcement length from 110.60 m to 85.50 m, while still meeting all stability requirements.

Keywords: *rainfall infiltration, unsaturated soil, MSE Wall, matric suction, slope stability.*