UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Stabilisasil Mekanis Tanah Lempung (CL) Melalui Metode Mixing Improvement Untuk Peningkatan Kinerja
Hauling Road Pada Area Tambang Terbuka**
Natalia Mikha Alviani, Dr. Eng. Ir. Adhitya Yoga Purnama, S. T., M. Eng., IPM., ASEAN. Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRAK

Keandalan hauling road pada tambang terbuka sangat menentukan produktivitas, efisiensi operasional, dan keselamatan kegiatan pengangkutan. Permasalahan utama pada lokasi penelitian adalah tanah lempung (CL) yang memiliki daya dukung rendah, sensitif terhadap perubahan kadar air, serta berpotensi mengalami pengembangan (*swelling*) sehingga menyebabkan kerusakan jalan angkut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas stabilisasi mekanis melalui metode *mixing improvement* dengan memanfaatkan material granular lokal (*waste*/*disposal*) guna meningkatkan kinerja *hauling road*. Metode penelitian meliputi pengujian laboratorium berdasarkan standar ASTM yang mencakup pengujian sifat indeks, pemadatan, *California Bearing Ratio* (CBR), dan *swelling*, kemudian dilanjutkan dengan analisis numeris menggunakan *Finite Element Method* (FEM) dua dimensi untuk mengevaluasi penurunan (*settlement*) dan distribusi tegangan akibat pembebanan HD-777D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran optimum Material ID B sebesar 40% dan Material ID E sebesar 60% (Sampel ID BE 4.6) mampu menurunkan potensi *swelling* dari 9,31% menjadi 0,05% serta meningkatkan nilai CBR *soaked* hingga 11,4%, sehingga memenuhi persyaratan tanah dasar *hauling road*. Hasil analisis FEM 2D juga menunjukkan penurunan deformasi vertikal dan distribusi tegangan yang lebih merata, sehingga meningkatkan stabilitas struktur timbunan. Penelitian ini memberikan alternatif metode stabilisasi tanah yang ekonomis, ramah lingkungan, dan aplikatif melalui pemanfaatan material lokal, sekaligus menghasilkan rekomendasi desain timbunan dan metode pelaksanaan konstruksi yang dapat diterapkan pada *hauling road* di area tambang terbuka.

Kata Kunci: stabilisasi mekanis, mixing improvement, tanah lempung, hauling road, finite element method

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Stabilisasil Mekanis Tanah Lempung (CL) Melalui Metode Mixing Improvement Untuk Peningkatan Kinerja
Hauling Road Pada Area Tambang Terbuka**
Natalia Mikha Alviani, Dr. Eng. Ir. Adhitya Yoga Purnama, S. T., M. Eng., IPM., ASEAN. Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Open-pit mining operations depend heavily on the structural performance of hauling roads to maintain productivity, operational efficiency, and safety. However, clayey subgrades (CL) are highly susceptible to moisture fluctuations, resulting in low bearing capacity, excessive swelling, and severe road deterioration during wet conditions. This study aims to evaluate the effectiveness of mechanical stabilization using the mixing improvement method with locally available granular waste materials to enhance the engineering performance of hauling roads. The research employed laboratory testing in accordance with ASTM standards, including index properties, compaction, California Bearing Ratio (CBR), and swelling tests, followed by two-dimensional Finite Element Method (FEM) numerical modeling to assess settlement and stress distribution under Caterpillar HD-777D loading. The laboratory results identified an optimum mixture consisting of 40% ID B material and 60% ID E material (Sample ID BE 4.6), which reduced the swelling potential from 9.31% to 0.05% and increased the soaked CBR value to 11.4%, exceeding the minimum requirement for mining haul road subgrades. Numerical analysis demonstrated that the optimized material significantly reduced vertical displacement and improved stress distribution, thereby enhancing the structural stability of embankments with various heights. This study contributes a practical and environmentally sustainable alternative for hauling road stabilization by utilizing locally available materials while providing an optimized embankment design and field implementation procedure applicable to open-pit mining operations.

Keywords: mechanical stabilization, mixing improvement, clay soil, hauling road, finite element method