

# **Dampak Lingkungan dari Limbah Styrofoam dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Isi Ringan untuk Konstruksi Timbunan**

## **Abstrak**

Penelitian ini menyelidiki dampak buruk dari limbah styrofoam terhadap lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat terurai secara hayati dan ketahanannya dalam ekosistem alami, mencakup masalah seperti polusi visual, gangguan habitat, dan potensi risiko kesehatan bagi flora dan fauna. Penelitian ini juga menggali kelayakan pemanfaatan limbah styrofoam sebagai bahan isi ringan dalam konstruksi timbunan, dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja struktur tersebut. Penelitian ini melakukan penilaian ekstensif terhadap sifat teknis dan karakteristik rekayasa campuran tanah-styrofoam. Parameter kunci yang diperiksa meliputi densitas, kekuatan geser, dan kapasitas dukung. Berbagai proporsi styrofoam, khususnya 0.0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, dan 0.8% berdasarkan berat, dimasukkan secara sistematis ke dalam campuran tanah. Berdasarkan penelitian ini, penggunaan styrofoam dapat mengurangi densitas kering maksimum dari campuran tanah, namun tetap memiliki kapasitas dukung yang diinginkan. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah Styrofoam sebagai bahan tambahan dalam konstruksi timbunan

memiliki potensi besar untuk meningkatkan kinerja dan keberlanjutan proyek timbunan.

## **1. Pendahuluan**

Distribusi limbah styrofoam atau polistirena ekspansi (EPS) telah menjadi masalah lingkungan yang penting dalam beberapa tahun terakhir, terutama karena sifatnya yang tidak dapat terurai secara hayati dan keberadaannya yang terus-menerus di ekosistem alami. Sifat tidak dapat terurai ini menimbulkan risiko terhadap lingkungan, meningkatkan polusi visual, gangguan lingkungan, dan potensi bahaya kesehatan bagi berbagai spesies tumbuhan dan hewan. Sebagai hasilnya, ada kebutuhan yang semakin besar untuk memahami dampak buruk dari limbah styrofoam terhadap lingkungan dan menemukan solusi yang berkelanjutan untuk pengelolaannya.

Pada tahun 2011, di kota Bandung, Indonesia, diperkirakan limbah styrofoam rumah tangga mencapai sekitar 9.818 ton per bulan. Jumlah limbah styrofoam yang dihasilkan di sektor non-rumah tangga Bandung diperkirakan sekitar 11.951 ton per bulan. Diperkirakan jumlah limbah styrofoam di sektor daur ulang adalah sekitar 0,655 ton per bulan di tingkat pemulung di Bandung dan 5,184 ton per bulan di tingkat pedagang. Pemulung dan lapak di Bandung tidak mengumpulkan limbah styrofoam. Pengolahan limbah styrofoam di kota ini mencakup proses seperti penghancuran, peleburan, dan

pencetakan. Material-material ini kemudian dijual oleh pedagang ke pabrik daur ulang material plastik baik di dalam maupun luar Bandung. Limbah styrofoam yang tersisa di tempat pembuangan akhir diperkirakan sekitar 20.185 ton per bulan.

Salah satu cara yang menjanjikan untuk mengatasi masalah limbah styrofoam adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan isi ringan dalam konstruksi timbunan. Timbunan merupakan komponen penting dalam berbagai proyek rekayasa sipil, memberikan dukungan struktural, stabilitas, dan pengendalian erosi. Namun, bahan konstruksi timbunan konvensional, seperti tanah alami, bisa berat dan menyebabkan peningkatan berat timbunan, yang mengarah pada masalah penurunan lapisan tanah di bawahnya.

Styrofoam, yang juga dikenal sebagai Expanded Polystyrene (EPS), adalah bahan termoplastik yang memiliki daya tahan luar biasa karena tidak mengalami pembusukan, pelarutan, atau korosi seiring berjalannya waktu. EPS banyak digunakan dalam dua bentuk utama: (1) sebagai blok EPS, yang sering disebut geo-foam, dan (2) dalam bentuk partikel EPS yang dicampur dengan tanah dan pengikat, yang dikenal sebagai campuran bahan isi ringan. Penggunaan geo-foam secara global telah meluas selama lebih dari tiga dekade berkat karakteristiknya yang menguntungkan, termasuk bobotnya yang ringan, kekuatan struktural yang tinggi, ketahanan kimia dan air yang luar biasa, sifat

mekanik yang menguntungkan, dan kemudahan pemasangan. Bobot geo-foam hanya sekitar 1/100 dari sebagian besar tanah. Penggunaan geo-foam pertama kali berhasil diterapkan di Norwegia pada tahun 1965, dan pada tahun 1972, proyek jalan pertama menggunakan geo-foam selesai dibangun. Selain itu, penggunaan geo-foam sebagai material pengisi di belakang struktur penahan berpotensi mengurangi tekanan lateral bumi hingga 75%.

Campuran isi ringan terdiri dari tanah, pengikat, air, dan bahan ringan. Pilihan tanah meliputi tanah konstruksi yang tidak terpakai, lumpur, tanah liat, atau pasir standar. Sementara itu, bahan ringan, seperti polistirena partikel, agen pembuih, limbah busa, atau ban bekas, sering digunakan dalam konteks ini. Menggunakan campuran timbunan ringan, terutama dengan memasukkan limbah styrofoam, menawarkan beberapa keuntungan dibandingkan dengan penggunaan geo-foam:

1. Campuran timbunan ringan menunjukkan fleksibilitas serupa dengan tanah biasa, memungkinkan mereka untuk beradaptasi lebih fleksibel terhadap pemadatan subsoil.
2. Tergantung pada jenis tanah dan kebutuhan proyek, kekuatan dan kekakuan campuran timbunan ringan dapat disesuaikan dengan mengubah jenis dan/atau kelas stabilisator.
3. Partikel styrofoam adalah alternatif biaya yang lebih murah dibandingkan geo-foam. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya untuk bercampur

dengan tanah, mengurangi volume styrofoam sambil memenuhi kebutuhan desain dan konstruksi yang sama. Selain itu, mereka memanfaatkan bahan limbah dan tanah proyek yang tidak terpakai.

4. Memasukkan EPS dalam campuran tanah sebagai bahan isi ringan dapat mengurangi densitas kering tanah sebesar 6 kN/m<sup>3</sup> hingga 15 kN/m<sup>3</sup>, yang menghasilkan pengurangan 30% hingga 50% dalam total berat konstruksi timbunan.
5. EPS dapat membantu meminimalkan potensi pembengkakan-pengecilan dari tanah ekspansif ketika digunakan sebagai pengubah tanah.
6. Dengan memasukkan limbah styrofoam dalam proyek konstruksi, Anda mengalihkan material ini dari tempat pembuangan akhir, mengurangi beban pada sistem manajemen limbah.

Dengan menggunakan bahan timbunan ringan untuk menyesuaikan beban timbunan, ini dapat menurunkan berat total timbunan, yang akhirnya mengurangi pemadatan total dari lapisan subsoil di bawahnya. Berbeda dengan bahan timbunan konvensional, menggunakan bahan timbunan ringan dalam konstruksi timbunan menawarkan beberapa keuntungan, termasuk kemampuan untuk memenuhi persyaratan volume atau elevasi dengan bobot yang jauh lebih sedikit, meningkatkan stabilitas lereng, dan mengurangi tekanan lateral yang diberikan pada struktur penahan, abutmen, atau pier jembatan.

### 3. Penyelidikan Laboratorium

Eksperimen laboratorium dilakukan untuk menilai sifat mekanik kombinasi tanah-styrofoam dan menganalisis dampak dari penambahan limbah styrofoam dalam campuran ini. Beberapa uji dilakukan untuk mendapatkan parameter, termasuk uji pemadatan modifikasi, uji California Bearing Ratio (CBR) laboratorium, dan uji kekuatan tekan tak terikat (UCS). Uji pemadatan dengan ASTM D1557-12 bertujuan untuk menentukan densitas kering maksimum (MDD) dan kandungan air optimal (OMC) untuk setiap campuran tanah. Hasil uji pemadatan kemudian digunakan untuk mempersiapkan objek uji untuk uji CBR dan UCS.