

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

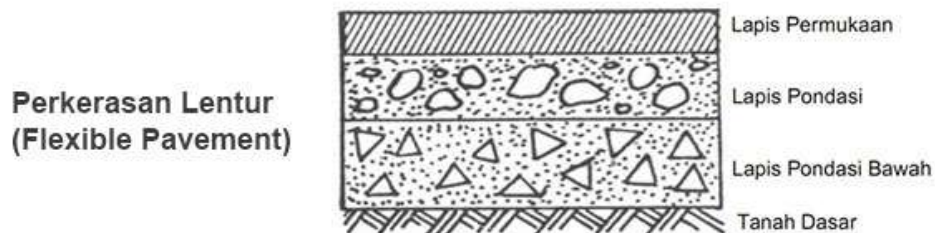
Pembangunan infrastruktur di Indonesia berkembang pesat seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat akan konektivitas dan mobilitas, terutama di sektor transportasi seperti pembangunan jalan. Hal ini sejalan dengan data dari Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan per Februari 2024, panjang jalan nasional dari tahun 1996 hingga 2023 mengalami peningkatan. Panjang jalan nasional Indonesia kini sejauh 47.763,20 Km (data tercatat terakhir per 2022, belum termasuk data terbaru 2023 dan 2024). Jika dilihat dari capaian tahun ke tahun, jumlah ini bertambah sekitar 700-an kilometer dari 2015 yang sepanjang 47.017 Km (Indonesia Baik, 2024) . Ditambah lagi pada tahun 2025, pemerintah menambah 203 km jalan tol baru yang terdistribusi di Sumatera, Jawa, Kalimantan, dan Sulawesi, untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan integrasi nasional. Pada tahun yang sama, jalan tol yang beroperasi di seluruh Indonesia telah mencapai 3.020,5 km (Beta Embriyono Adna, 2025) . Melalui skema Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU), ditargetkan 7 proyek jalan tol baru sepanjang 384,1 km dalam tahap penyiapan dan 3 proyek jalan tol sepanjang 265,5 km pada tahap transaksi investasi (KPU, 2025) . Dari data data tersebut dapat dilihat pembangunan jalan di Indonesia terus mengalami peningkatan yang cukup pesat.

Namun, percepatan pembangunan ini tidak selalu diiringi dengan ketersediaan lahan yang memadai. Lahan yang tersedia untuk pembangunan jalan semakin terbatas, sehingga memaksa pelaksana proyek untuk memanfaatkan lahan-lahan marginal. Lahan marginal merujuk pada area tanah yang memiliki kualitas rendah atau kurang ideal untuk menopang beban jalan, termasuk lahan dengan kondisi tanah lunak. Tanah lunak merupakan tipe tanah yang kurang baik sebagai tanah dasar konstruksi, tanah ini dapat berupa tanah lempung maupun tanah gambut (Darmawandi dkk., 2020) . Tanah lunak ini diperkirakan meliputi sekitar

20 juta hektar atau sekitar 10 persen dari luas total daratan Indonesia dan ditemukan terutama di daerah sekitar pantai (Kementerian PUPR, 2002).

Penggunaan tanah lunak sebagai lahan konstruksi jalan rentan terjadi penurunan (*settlement*). Sebagai contoh studi pada proyek jalan Padang-Sicincin ditemukan bahwa beban $74,9 \text{ kN/m}^2$ menghasilkan penurunan tanah sebesar 1,420 meter (selama 10 tahun dengan tebal tanah lunak 11 meter) (Nazh & Oktarin, 2024). Hal ini terjadi karena tanah lunak mengandung kadar air tinggi, kompresibilitas tinggi, rendahnya nilai uji SPT (sering di bawah 10), sehingga perubahan volume dan penurunan bisa signifikan saat dibebani (Hakim, 2019).

Penurunan tanah lunak sering terjadi karena beban lalu lintas berlebihan ditambah dengan berat material yang digunakan. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase*) dan Pondasi Atas (*Base*) merupakan lapisan yang sering mengalami penurunan jika menerima beban dari atas sementara tanah dasar di bawahnya terjadi penurunan, atau jika agregat tidak dipadatkan optimal (Bersemen, 2009). Berikut lapisan pondasi bawah (*subbase*) dan pondasi atas (*base*) pada perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Lapisan jalan

Pada lokasi yang memiliki kondisi tanah lunak hal yang bisa dilakukan adalah membuat lapisan-lapisan ini menjadi ringan untuk mengurangi beban yang akan diterima oleh tanah dasar yang ada dibawah nya.

Solusi yang dapat dilakukan adalah mengurangi beban struktur itu sendiri menggunakan timbunan ringan dibandingkan timbunan konvensional. Timbunan ringan adalah material pengisi untuk konstruksi timbunan (jalan, oprit jembatan, dan struktur lainnya) yang memiliki berat satuan jauh lebih

rendah dibandingkan material timbunan konvensional seperti tanah biasa atau agregat. Timbunan ringan yang terbuat dari campuran semen, pasir, dan busa atau foam agent yang banyak dipilih untuk menggantikan timbunan biasa pada tanah lunak. Penggunaan timbunan ringan akan mengurangi beban pada tanah dasar, sehingga sangat efektif digunakan pada lokasi dengan tanah lunak, daya dukung rendah, atau di mana penurunan akibat beban harus diminimalkan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015). Menurut (Purwana, 2019) teknologi penggunaan timbunan ringan memberikan nilai penurunan lebih kecil jika dibandingkan dengan timbunan konvensional karena beratnya ringan, kekuatan cukup tinggi untuk subgrade, berat isi dan kuat tekan dapat didesain sesuai keinginan sehingga dapat mengurangi dampak penurunan pada jalan di atasnya. Selain itu, timbunan ringan juga lebih mudah dibentuk dan dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan yang ada, memberikan fleksibilitas dalam penerapannya. Penggunaan timbunan ringan, diharapkan dapat menciptakan konstruksi jalan yang lebih stabil dan tahan lama.

Namun, penggunaan timbunan ringan masih perlu ditingkatkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan zat aditif tertentu, seperti sukrosa. Penambahan sukrosa (gula) atau dengan nama molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$ dalam campuran foam agent diharapkan dapat meningkatkan kinerja mortar busa. Sukrosa mengandung lignin yang dapat memperkuat ikatan antar partikel dalam campuran, menjadikan beton lebih padat dan meningkatkan kekuatan tekan. Kandungan ini memiliki kemampuan mengikat C-S-H sehingga beton dengan bahan tambah tersebut dapat memiliki kekuatan yang lebih tinggi (Ala & Arruan, 2019). Selain itu, sukrosa juga memberikan waktu lebih lama untuk hidrasi semen, yang memungkinkan beton menjadi lebih padat, dengan mengurangi jumlah kapiler air yang terdapat dalam beton. Zat-zat dalam sukrosa berfungsi untuk memperbaiki struktur beton ringan dan meningkatkan ketahanannya terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Glukosa, yang terkandung dalam sukrosa, juga berfungsi untuk mengontrol kristalisasi larutan sukrosa super jenuh, memberikan viskositas yang optimal pada

campuran, dan mengurangi segregasi dalam adukan. Dengan demikian, penambahan sukrosa berpotensi untuk meningkatkan kualitas dan ketahanan mortar busa, serta menjadikannya lebih efektif dalam konstruksi jalan (Bunganaen dkk., 2016) .

Penambahan sukrosa ini ke dalam campuran mortar busa untuk timbunan ringan diharapkan akan menghasilkan campuran yang optimal dari segi kuat tekan, densitas dan volume dari mortar yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan campuran optimal untuk menghasilkan mortar yang lebih efektif dari segi volume, kuat tekan dan densitas untuk lapis pondasi jalan khususnya pada lapisan base dan subbase

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan diteliti antara lain

- Bagaimana pengaruh penambahan sukrosa terhadap kekuatan tekan, densitas, dan volume mortar busa yang digunakan sebagai material lapis pondasi bawah (subbase)
- Bagaimana pengaruh penambahan sukrosa terhadap kekuatan tekan, densitas, dan volume mortar busa yang digunakan sebagai material lapis atas (base)

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Menentukan proporsi campuran yang paling mendekati standar yang sudah ada pada penambahan sukrosa pada mortar busa sebagai material lapis pondasi bawah (subbase) pada konstruksi jalan di atas tanah lunak, dengan mengevaluasi pengaruhnya terhadap karakteristik mortar busa, seperti kekuatan tekan, densitas, dan volume yang dihasilkan.
- Menentukan proporsi campuran yang paling mendekati standar yang sudah ada pada penambahan sukrosa pada mortar busa sebagai

material lapis pondasi atas (base) pada konstruksi jalan di atas tanah lunak, dengan mengevaluasi

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

- Bagi Industri Konstruksi Jalan: Penelitian ini memberikan alternatif material yang lebih efisien, serta dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan jalan khusus pada lokasi tanah lunak.
- Bagi Pemerintah: Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam merumuskan kebijakan pembangunan infrastruktur jalan yang lebih inovatif dan berkelanjutan.
- Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan: Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi material konstruksi dengan penggunaan bahan alami (sukrosa) dalam pembuatan mortar busa.

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut:

- Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Abdurrah dengan skala uji kecil menggunakan Benda uji silinder beton berukuran diameter 15 cm dan tinggi 20 cm dan tidak mencakup uji lapangan pada proyek konstruksi jalan secara langsung.
- Perencanaan mix design didasarkan pada Surat Edaran Nomor: 44/SE/M/2015 mengenai “Pedoman Perancangan Campuran Material Ringan Dengan Mortar Busa Untuk Konstruksi Jalan”.
- Fokus Karakteristik Material: Evaluasi difokuskan pada tiga karakteristik utama mortar busa, yaitu kekuatan tekan, densitas, dan volume. Penelitian ini tidak membahas aspek-aspek lain dari material mortar busa, seperti ketahanan terhadap korosi, ketahanan terhadap api, atau pengaruhnya terhadap kelestarian lingkungan.
- Material yang Digunakan: Penelitian ini hanya berfokus pada penggunaan mortar busa yang terbuat dari campuran foam agent dan

sukrosa sebagai material lapis pondasi bawah (subbase) dan pondasi atas (base) pada konstruksi jalan di atas tanah lunak. Jenis sukrosa yang digunakan adalah sukrosa dalam bentuk kristal yang mudah ditemukan, dan foam agent yang digunakan adalah jenis yang umum dipakai dalam pembuatan mortar busa.

- Aspek Biaya: Penelitian ini tidak membahas masalah biaya yang terkait dengan penggunaan campuran mortar busa berbasis sukrosa. Fokus utama penelitian ini adalah pada karakteristik teknis dan performa material, bukan pada analisis biaya dan efisiensi ekonomi penggunaan campuran tersebut.

