

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur yang masif di wilayah Indonesia sering kali dihadapkan pada tantangan geoteknik, terutama keberadaan lapisan tanah lunak. Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri atas butir yang sangat kecil seperti lempung dan lanau (Farhan et al., 2021). Secara karakteristik mekanis, tanah ini memiliki sifat kuat gaya geser rendah yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan. Keberadaan tanah lunak sering kali menjadi faktor utama penyebab inefisiensi proyek konstruksi. Kondisi ini tidak hanya memicu kemunduran jadwal dan pembengkakan anggaran awal, tetapi juga menuntut biaya pemeliharaan pasca-konstruksi yang tinggi, serta meningkatkan risiko fatal berupa kegagalan struktur. Berdasarkan Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah (2002), tanah lunak banyak dijumpai pada daerah yang berdekatan dengan pantai. Luas penyebarannya diperkirakan mencapai sekitar 20 juta hektar atau sekitar 10% dari keseluruhan luas daratan Indonesia.



Gambar 1.1 Potongan Peta Sebaran Tanah Lunak Jawa Timur
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi (2019)

Pada Gambar 1.1 menunjukkan peta kota Surabaya sebagai lokasi penelitian memiliki sebaran tanah lempung lunak yang ditunjukkan pada area berwarna hijau dan terdapat tingkat kompresibilitas tinggi dengan indeks $>0,15$ pada titik berwarna merah. Dengan indikasi di atas, maka diperlukan upaya perbaikan tanah (*soil improvement*) untuk meningkatkan sifat fisis dan mekanis tanah. Metode perbaikan tanah lunak bisa dilakukan dengan *vertical drains*, *grouting*, *soil replacement*, perkuatan geosintetik, *rigid inclusion*, dan *chemical stabilization*. Penerapan satu jenis metode perbaikan tanah belum menghasilkan peningkatan sifat mekanis yang optimal. Setiap metode memiliki keunggulan dan keterbatasan, baik dalam meningkatkan kekuatan tanah, mengendalikan deformasi, maupun dari aspek keberlanjutan material. Oleh karena itu, kombinasi beberapa metode perbaikan tanah menjadi alternatif yang lebih efektif karena mampu mengoptimalkan keunggulan masing-masing metode serta mengurangi keterbatasannya.

Fly ash merupakan hasil sisa pembakaran batubara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang memiliki sifat pozzolan sehingga dapat digunakan dalam memperbaiki karakteristik tanah. Pada kondisi temperatur tertentu, *fly ash* dapat mengalami reaksi kimia dengan larutan alkalin yang menghasilkan material pengikat dengan karakteristik menyerupai semen (Try Sunanda Fathanah et al., 2024). Penambahan *fly ash* pada penelitian Dwi Wahyuni et al. (2021) berhasil meningkatkan nilai CBR yang mengindikasikan apabila *fly ash* dapat mengikat tanah sehingga nilai daya dukung tanah meningkat. Pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan stabilisasi tanah tidak hanya memberikan solusi untuk perbaikan tanah lunak, tetapi juga membantu mengurangi permasalahan lingkungan akibat penumpukan limbah *fly ash*.

Pemanfaatan material alami juga digunakan sebagai perkuatan tanah menjadi alternatif potensial. Bambu merupakan material alami yang tersedia melimpah di Indonesia dan memiliki karakteristik mekanis yang sangat baik. Brahmachary & Rokonzaman (2018) menunjukkan bahwa penggunaan serat bambu memiliki kekakuan dan kekuatan yang lebih baik dari tanah biasa ditandai dengan meningkatnya nilai CBR, sedangkan Shigematsu et al. (2017) membuktikan bahwa tanah dengan *bamboo chips* mampu meningkatkan nilai kuat tekan bebas dan kekakuan, serta permeabilitas air tanah.

Prinsip yang sama menjadi dasar penggunaan *bamboo chips* dalam tanah yang berfungsi sebagai elemen perkuatan yang dapat meningkatkan *interlocking* dan menahan deformasi tanah.

Beberapa jenis bambu di Indonesia yang umum dimanfaatkan sebagai material konstruksi meliputi bambu petung (*Dendrocalamus asper*), bambu apus (*Gigantochloa apus*), dan bambu jawa (*Gigantochloa atter*). Masing-masing jenis bambu memiliki karakteristik fisik dan mekanis yang berbeda sehingga pemilihannya perlu disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pada penelitian ini, pemilihan bambu jawa didasarkan pada hasil penelitian Junaid et al. (2022), yang menyatakan apabila bambu jawa memiliki sifat mekanis yang baik, khususnya pada kemampuan menahan beban lentur, serta didukung oleh nilai berat jenis dan kadar air yang relatif lebih rendah dibandingkan beberapa jenis bambu lainnya. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa bambu jawa memiliki potensi sebagai material penguat yang mampu memberikan kontribusi terhadap peningkatan sifat mekanis campuran tanah.

Selain mempertimbangkan karakteristik mekanisnya, pemilihan bambu jawa juga didasarkan pada aspek praktis, yaitu ketersediaannya yang mudah diperoleh di sekitar lokasi penelitian sehingga memudahkan proses pengadaan material. Bambu jawa juga relatif mudah dipotong dan diolah menjadi *bamboo chips* dengan ukuran menyesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Dengan kombinasi antara sifat mekanis yang baik, berat jenis yang relatif rendah, kemudahan proses pengolahan, serta ketersediaan material yang memadai, bambu jawa dipilih sebagai bahan stabilisasi dalam penelitian ini untuk meningkatkan karakteristik mekanis tanah lunak.

Kombinasi antara *fly ash* sebagai stabilisator kimia dan *bamboo chips* sebagai perkuatan fisik diharapkan dapat memberikan efek sinergis dalam meningkatkan sifat fisis dan mekanis tanah lunak. Penelitian Shovon et al. (2024) menunjukkan apabila penambahan kombinasi kedua bahan tersebut mampu menekan potensi pelindian alkali tanpa mengurangi pencapaian kekuatan tanah. Namun, penelitian mengenai kombinasi *bamboo chips* dan *fly ash* untuk stabilisasi tanah lunak masih terbatas, sehingga diperlukan kajian lebih mendalam untuk memahami kombinasi kedua material tersebut terhadap sifat

mekanis tanah. Oleh karena itu, dengan pertimbangan karakteristik tanah lunak serta potensi pemanfaatan *bamboo chips* dan *fly ash* sebagai material perbaikan tanah maka penelitian ini dilakukan guna memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode perbaikan tanah yang efisien, dan ramah lingkungan, serta dapat diaplikasikan pada proyek-proyek konstruksi di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang tersebut, penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat fisis dan mekanis tanah lunak yang digunakan dalam penelitian?
2. Bagaimana sifat fisis, mekanis, dan pengaruh tanah setelah diberikan perkuatan *fly ash* 15%?
3. Bagaimana sifat fisis, mekanis, dan pengaruh tanah setelah diberikan kombinasi *bamboo chips* dengan variasi 25%, 30%, dan 35% dan *fly ash* dengan variasi 15%?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis sifat fisis dan mekanis tanah lunak sebelum dilakukan perbaikan.
2. Menganalisis sifat fisis, mekanis, dan efektivitas tanah lunak setelah diberikan perkuatan *fly ash* 15%.
3. Menganalisis sifat fisis, mekanis, dan efektivitas tanah setelah diberikan kombinasi *bamboo chips* 25%, 30%, dan 35% dan *fly ash* dengan variasi 15%.

1.4 Batasan Masalah

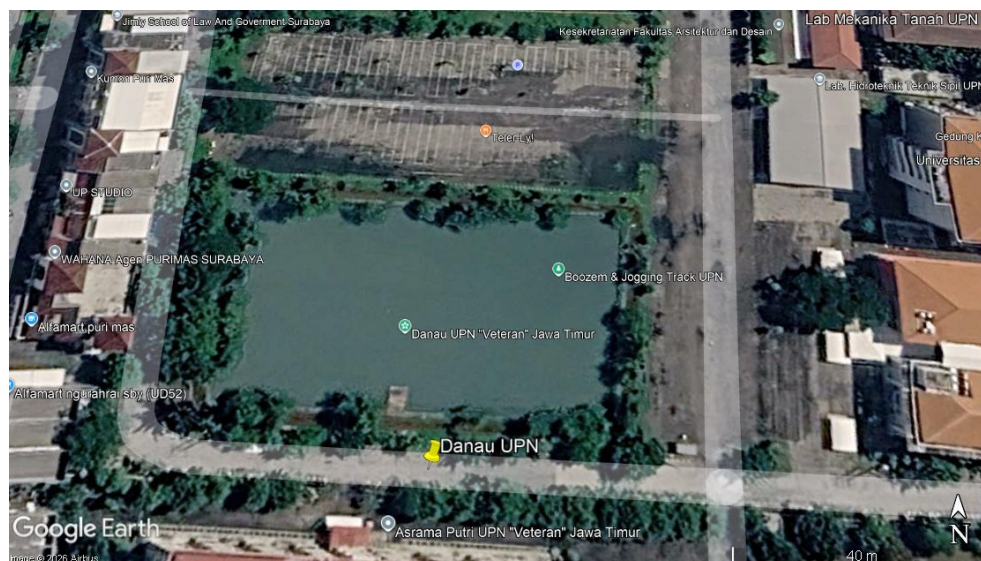
Agar penelitian lebih fokus dan terarah, maka ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Jenis tanah yang digunakan merupakan tanah lunak sesuai klasifikasi yang diambil dari lokasi area UPN “Veteran” Jawa Timur pada kedalaman 100 cm menggunakan *hand bor*.

2. Bambu yang digunakan adalah jenis bambu jawa atau bambu atter (*Gigantochloa atter*) berbentuk *bamboo chips*.
3. *Fly ash* yang digunakan berasal dari PLTU dengan klasifikasi tipe C yang memiliki kandungan pozzolan.
4. Tidak dilakukan pengujian kandungan kimia pada *fly ash*.
5. *Curing time fly ash* 1 – 2 jam setelah pencampuran dalam kondisi tertutup.
6. *Bamboo chips* dicacah dengan variasi 5 – 10 mm, 10 – 20 mm, dan 20 – 25 mm dengan persentase pencampuran gradasi sebesar 40%, 40%, dan 20%.
7. Kandungan variasi *bamboo chips* ada pada 25%, 30%, dan 35%.
8. Kandungan variasi *fly ash* ada pada 15%.
9. Pengujian dilakukan pada skala laboratorium dan belum mencakup kegiatan uji coba maupun implementasi di lapangan.

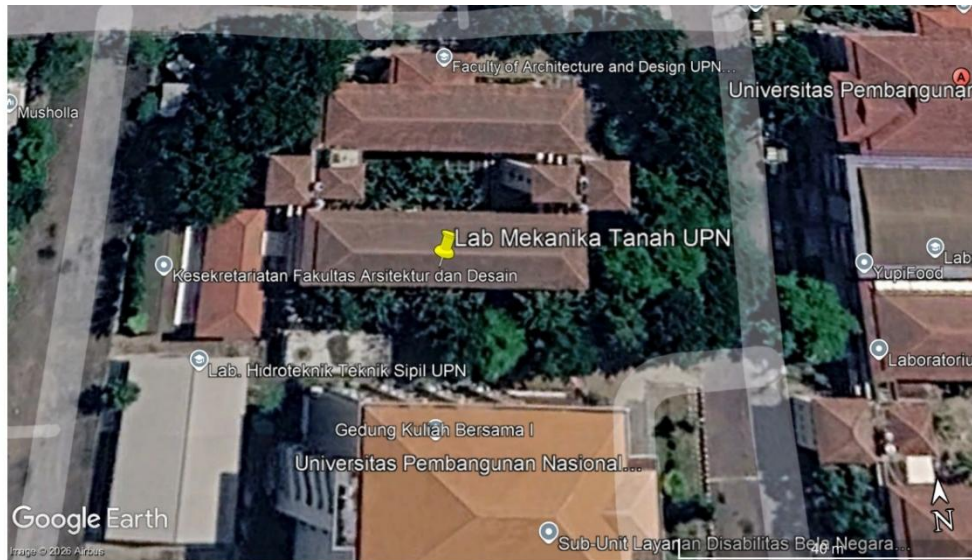
1.5 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah lunak dilakukan di area UPN “Veteran” Jawa Timur. Pengujian laboratorium dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah UPN “Veteran” Jawa Timur.



Gambar 1.2 Lokasi Pengambilan Tanah

Sumber: *Google Earth* (2026)



Gambar 1.3 Lokasi Pengujian Tanah

Sumber: *Google Earth* (2026)