

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan analisis data mengenai pengaruh penambahan serbuk WCB dan kapur terhadap parameter kekuatan tanah pasir, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan *binder* WCB-kapur meningkatkan nilai q_u secara konsisten pada kadar $\geq 17,5\%$. Pada rentang kadar 10%–15%, peningkatan kekuatan belum stabil dan cenderung fluktuatif, yang menunjukkan bahwa jumlah *binder* belum cukup untuk membentuk matriks sementasi yang efektif. Nilai maksimum diperoleh pada kadar 20% sebesar 554,938 kPa, yang mengindikasikan bahwa peningkatan kekuatan dikontrol oleh terbentuknya ikatan sementasi antar partikel, bukan lagi dominasi interaksi friksi.
2. Waktu pemeraman meningkatkan nilai q_u secara progresif, yang menegaskan bahwa mekanisme stabilisasi bersifat time-dependent. Pada kadar 17,5%, nilai q_u meningkat dari 416,469 kPa (7 hari) menjadi 724,972 kPa (28 hari). Peningkatan ini menunjukkan bahwa reaksi pozzolanik berkembang secara bertahap dan berkontribusi terhadap pembentukan struktur tanah yang lebih kaku dan terikat.
3. Terdapat hubungan empiris linier yang kuat antara q_u dan E_{50} , dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,861$. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan kekuatan tanah diikuti oleh peningkatan kekakuan, yang mengindikasikan transisi perilaku tanah dari frictional soil menjadi cemented soil.
4. Dibandingkan dengan stabilisasi semen pada kadar yang sama, campuran WCB-kapur menghasilkan kekuatan sebesar 14,85% dari kekuatan semen. Namun demikian, material ini tetap memenuhi kriteria kelayakan FHWA (≥ 500 kPa) pada kondisi kadar 20% (554,938 kPa) dan kadar 17,5% dengan pemeraman 28 hari (724,972 kPa). WCB-kapur layak digunakan sebagai material stabilisasi alternatif untuk kebutuhan perbaikan tanah dengan tingkat kekuatan menengah.
5. Seluruh spesimen hasil stabilisasi memiliki nilai q_u pada rentang 227,848 kPa hingga 724,972 kPa, yang secara konsisten melampaui ambang batas empiris 100 kPa. Hal ini menunjukkan bahwa proses stabilisasi telah menghasilkan ikatan

sementasi yang cukup untuk meningkatkan ketahanan terhadap mekanisme likuefaksi secara tidak langsung. Kesimpulan ini bersifat inferensial, sehingga diperlukan pengujian dinamik untuk validasi lebih lanjut.

5.2 Saran

1. Penelitian lanjutan perlu dilakukan menggunakan pengujian dinamik, seperti *Cyclic Triaxial Test* atau *Cyclic Simple Shear Test*, pada kondisi tanah jenuh penuh (*fully saturated*) untuk mengevaluasi secara langsung ketahanan terhadap likuefaksi dan parameter perkembangan tekanan air pori eksese.
2. Variabilitas data yang muncul, terutama pada beberapa titik anomali, menunjukkan bahwa proses pencampuran basah (*wet mixing*) dan pemadatan manual rentan terhadap inkonsistensi. Penggunaan alat pencampur mekanis dan sistem pemadatan terkontrol sangat direkomendasikan untuk meningkatkan repeatability hasil uji.
3. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan rasio tetap WCB:kapur = 60:40, sehingga belum menggambarkan titik komposisi optimum yang sebenarnya. Studi lanjutan perlu mengeksplorasi variasi rasio prekursor dan aktivator tersebut untuk mengidentifikasi kombinasi yang memberikan kinerja mekanik maksimum dengan efisiensi material terbaik.
4. Evaluasi ini terbatas pada pengujian skala laboratorium. Diperlukan studi lanjutan pada skala lapangan untuk memvalidasi pengaruh faktor lingkungan, metode pencampuran aktual (*deep/shallow soil mixing*), serta efektivitas stabilisasi terhadap profil tanah asli di lapangan.