

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terhadap kondisi tanah eksisting, serta perbandingan efektivitas tiga metode perbaikan tanah lunak (*stone column*, KGM, dan DSM) dari aspek biaya, mutu, dan waktu, pada kasus pembangunan tangki BBM berkapasitas 5.000 m³, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil investigasi tanah menunjukkan bahwa lapisan tanah di lokasi pembangunan tangki BBM kapasitas 5000 m³ didominasi oleh tanah lunak dengan nilai N-SPT rendah, khususnya hingga kedalaman ± 15 m. Analisis *settlement* pada kondisi eksisting tanpa perbaikan tanah menunjukkan penurunan sebesar 59,42 cm, jauh melebihi batas yang diizinkan yaitu 15 cm. Nilai ini menegaskan bahwa kondisi tanah saat ini tidak memenuhi kriteria kelayakan untuk menahan beban tangki.
2. Dari sisi mutu, semua metode perbaikan yang dianalisis berhasil menurunkan nilai penurunan hingga di bawah batas 15 cm. Metode *stone column* menghasilkan penurunan sebesar 14,08 cm, KGM sebesar 11,24 cm, dan DSM sebesar 13,88 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa KGM memberikan penurunan paling kecil, namun *stone column* dan DSM juga tetap memenuhi kriteria teknis yang berlaku. Pada aspek biaya, hasil perhitungan menunjukkan bahwa *stone column* adalah metode dengan biaya paling rendah. Total biaya *stone column* adalah Rp 950,000,000 . DSM memiliki biaya menengah Rp 1,030,000,000 dan KGM menjadi metode dengan biaya tertinggi Rp 2,990,000,000 terutama akibat penggunaan material grout khusus yang harganya lebih mahal. Dari sisi waktu, *stone column* juga paling cepat (84 hari), diikuti DSM (91 hari), sedangkan KGM menjadi yang paling lama (105 hari) akibat adanya masa *curing* hingga 4 minggu.

3. Jika mempertimbangkan secara bersamaan aspek biaya, mutu, dan waktu, metode *stone column* menjadi pilihan paling efektif dan efisien. Walaupun KGM unggul dari sisi mutu dengan penurunan paling rendah, selisihnya dengan *stone column* hanya sekitar 2,84 cm, yang masih dalam batas aman dan sesuai kriteria teknis. Namun, *stone column* unggul jauh dari sisi efisiensi biaya dan durasi pelaksanaan.

Dengan keunggulan pada biaya terendah dan waktu tercepat, *stone column* memberikan keuntungan strategis dalam pengendalian anggaran dan percepatan pelaksanaan proyek, tanpa mengorbankan mutu yang dibutuhkan. Ditambah lagi, metode ini memiliki ketersediaan material yang luas dan pelaksanaan yang relatif sederhana, sehingga risiko keterlambatan dan kendala lapangan dapat diminimalkan. Oleh karena itu, *stone column* dipilih sebagai metode utama untuk proyek ini.

5.2. Rekomendasi

1. Berdasarkan hasil analisis aspek biaya, mutu, dan waktu, metode *stone column* direkomendasikan untuk diterapkan pada pembangunan tangki BBM kapasitas 5000 m³. Metode ini memberikan kombinasi optimal antara mutu teknis yang memenuhi kriteria penurunan maksimum (14,08 cm), biaya terendah (Rp 950.000.000), serta waktu pelaksanaan tercepat (84 hari). Dengan mempertimbangkan efisiensi anggaran dan percepatan jadwal proyek, *stone column* menjadi pilihan yang paling strategis dibandingkan KGM dan DSM.
2. Meskipun *stone column* memiliki risiko pelaksanaan yang relatif rendah, tetap diperlukan pengawasan ketat terhadap proses pemadatan dan kualitas material batu yang digunakan, untuk memastikan hasil sesuai dengan desain. Disarankan dilakukan uji kepadatan (*compaction test*) secara berkala di lapangan, serta monitoring *settlement* pasca konstruksi selama periode awal operasi tangki untuk memastikan kestabilan jangka panjang.

3. Metode stone column layak dipertimbangkan untuk proyek-proyek serupa dengan kondisi tanah lunak dan beban konstruksi berat, terutama di wilayah dengan keterbatasan waktu pelaksanaan dan target efisiensi biaya. Untuk lokasi dengan kondisi tanah yang lebih ekstrem atau memerlukan kontrol penurunan yang lebih ketat, kombinasi metode atau modifikasi desain dapat dievaluasi. Penelitian lanjutan juga direkomendasikan untuk menguji performa metode ini terhadap beban dinamis dan siklus operasi jangka panjang.