

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Parameter dan pengendalian mutu pekerjaan pondasi *bored pile* berdasarkan spesifikasi teknis proyek meliputi pengendalian mutu pada tahap proses pelaksanaan, material, dan hasil akhir pondasi. Pengendalian mutu proses pelaksanaan dilakukan melalui pemeriksaan geometri lubang bor menggunakan *Ultrasonic Drilling Hole Test* dengan parameter diameter *bored pile*, kedalaman lubang bor, *sediment thickness*, dan *verticality*. Berdasarkan spesifikasi proyek, diameter rencana *bored pile* sebesar 1.200 mm, kedalaman minimum sesuai desain yaitu ≥ 19 m, serta batas toleransi penyimpangan vertikalitas sebesar 2%.

Pengendalian mutu material dilakukan melalui pengujian slurry polimer, uji tarik dan lengkung baja tulangan BJTS 420B, uji *slump* beton, dan uji kuat tekan beton. Parameter slurry yang diperiksa meliputi *density*, *viscosity*, dan pH untuk memastikan kestabilan dinding lubang bor. Baja tulangan dikendalikan melalui parameter kuat leleh (F_y), kuat tarik maksimum (F_u), rasio F_u/F_y , regangan, dan hasil uji lengkung. Beton dikendalikan melalui nilai *slump* dengan persyaratan proyek sebesar 18 ± 2 cm serta kuat tekan beton dengan mutu rencana $f_c' 30$ MPa pada umur 28 hari.

Selain itu, pengendalian mutu hasil akhir pondasi *bored pile* dilakukan melalui pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA) untuk mengetahui kapasitas daya dukung tiang berdasarkan parameter daya dukung total, daya dukung friksi, daya dukung ujung, dan penurunan tiang. Pengujian *Pile Integrity Test* (PIT) dilakukan untuk mengevaluasi integritas tiang berdasarkan respons gelombang dengan parameter *Bottom Toe Analysis* (BTA), klasifikasi kondisi tiang, serta interpretasi grafik respons gelombang dari perangkat lunak PIT-W. Sementara itu, pengujian *Crosshole Sonic Logging* (CSL) dilakukan untuk mengevaluasi homogenitas beton dan mendeteksi kemungkinan adanya zona beton dengan kualitas rendah berdasarkan

parameter *First Arrival Time* (FAT delay), penurunan energi (*energy reduction*), serta interpretasi profil grafik hasil pengolahan perangkat lunak CSL.

2. Hasil penerimaan pengendalian mutu pekerjaan pondasi *bored pile* menunjukkan bahwa seluruh parameter pengujian memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi teknis proyek. Berdasarkan hasil Kodan Test pada Pier 1, Pier 2, dan Pier 3 Ramp 2B, seluruh *bored pile* memiliki kedalaman aktual yang memenuhi kedalaman desain, diameter rata-rata berada pada kisaran 1.193–1.310 mm, serta nilai plumb rate sebesar 0,00–0,92%, sehingga masih berada di bawah batas toleransi vertikalitas 2%. Pada parameter sediment thickness, sebagian besar titik menunjukkan nilai kecil dan telah dilakukan pengendalian melalui proses cleaning borehole sebelum pengecoran.

Hasil pengujian slurry polimer menunjukkan nilai *density* sebesar 1,02–1,03 g/cm³, *viscosity* akhir sebelum pengecoran sebesar 48,57–48,79 detik, dan pH sebesar 8, sehingga masih memenuhi persyaratan penggunaan slurry sebagai stabilisasi lubang bor. Hasil uji tarik dan lengkung baja tulangan BJTS 420B pada diameter D32, D25, dan D19 menunjukkan seluruh parameter mekanis memenuhi persyaratan mutu, serta tidak ditemukan retakan pada pengujian lengkung.

Pada pengendalian mutu beton, hasil pengujian *slump* menunjukkan nilai sebesar 18–19 cm, sehingga memenuhi persyaratan proyek yaitu 16–20 cm. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari juga menunjukkan nilai rata-rata lebih besar dari mutu rencana f_c' 30 MPa, yaitu sebesar 36,48 MPa pada Pier 1; 35,76 MPa pada Pier 2; 35,88 MPa pada Pier 3, sehingga beton memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan.

Berdasarkan pengujian hasil akhir pondasi, pengujian PDA menunjukkan seluruh tiang uji memiliki daya dukung total lebih besar dari nilai rencana 1.100 ton, yaitu sebesar 1.183,2 ton pada Pier 1 BP 5; 1.115,2 ton pada Pier 2 BP 5; 1.388 ton pada Pier 3 BP 17, sehingga seluruh tiang dinyatakan memenuhi kapasitas daya dukung. Hasil PIT menunjukkan seluruh tiang yang diuji dapat diterima, dengan nilai BTA berada pada

rentang 85–100%, dimana sebagian besar tiang berada pada kategori *Undamaged* dan beberapa tiang berada pada kategori *Slight Damaged* yang masih dapat diterima karena tidak menunjukkan penurunan daya dukung aksial. Hasil CSL pada Pier 1 BP 14, Pier 2 BP 9, dan Pier 3 BP 9 juga menunjukkan seluruh tiang berada pada kategori bisa diterima, dengan nilai penurunan energi kurang dari 9 dB dan FAT delay maksimum 20%.

Dengan demikian, berdasarkan hasil seluruh pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan, pelaksanaan pekerjaan pondasi *bored pile* pada Pier 1, Pier 2, dan Pier 3 Ramp 2B pada Proyek Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A telah memenuhi persyaratan mutu proyek, baik dari aspek proses pelaksanaan, kualitas material, maupun kondisi akhir pondasi. Pengendalian mutu yang diterapkan mampu memastikan pondasi *bored pile* memiliki geometri sesuai desain, material yang memenuhi spesifikasi, kapasitas daya dukung yang mencukupi, serta integritas struktur yang dapat diterima.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pengendalian mutu pada tahap pengeboran perlu terus dipertahankan, terutama melalui pemeriksaan vertikalitas auger, kualitas slurry polymer, serta pengujian *Ultrasonic Koden Test* sebelum pengecoran untuk memastikan kondisi lubang bor sesuai dengan persyaratan.
2. Pemeriksaan sedimentasi dasar lubang dan proses *cleaning hole* perlu dilakukan secara konsisten agar endapan material hasil pengeboran tidak memengaruhi kualitas beton pada bagian dasar *bored pile*.
3. Dokumentasi hasil inspeksi dan pengujian pada setiap tahapan pekerjaan sebaiknya disusun secara lengkap dan sistematis sehingga memudahkan proses evaluasi mutu serta penelusuran apabila ditemukan ketidaksesuaian.