

PELAKSANAAN PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH BORED PILE TOWER 1 PADA PROYEK KONSTRUKSI TERINTEGRASI RANCANG & BANGUN PEMBANGUNAN TWIN TOWER PLEBURAN UNIVERSITAS DIPONEGORO

Adinda Ayu Dwi Lestari

*Jurusan Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang¹
Gedung Pusat Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang*

E-mail : ayu082279@gmail.com

Abstrak

Pembangunan Proyek Konstruksi Terintegrasi Rancang Bangun Pembangunan Twin Tower Pleburan Universitas Diponegoro menuntut sistem pondasi yang mampu menyalurkan beban besar dua menara setinggi ±60 meter pada kondisi tanah yang relatif padat dan berada di lingkungan terbangun. Metode yang digunakan berupa observasi langsung di lapangan, wawancara dengan pihak proyek, studi dokumen (gambar kerja dan data teknis), serta dokumentasi foto selama periode kerja praktik 2 Januari–31 Maret 2025. Pekerjaan yang diamati meliputi tahapan persiapan, penentuan titik bored pile, pre-boring, pemasangan casing, pengeboran lanjutan, pemasangan tulangan bored pile dengan selimut beton 75 mm, pemasangan pipa tremie, serta pengecoran beton mutu f_c' 35 MPa menggunakan metode basah dengan polimer sebagai penstabil lubang bor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai slump beton (16–18 cm), kuat tekan beton umur 28 hari yang melampaui 35 MPa, serta kuat tarik baja tulangan BJTS 520 memenuhi persyaratan desain, sedangkan pengujian PDA menunjukkan daya dukung bored pile cukup untuk menahan beban rencana sehingga menjamin kinerja pondasi. Permasalahan lapangan seperti cuaca, kendala alat, dan kedalaman bor yang terbatas dapat diatasi melalui penyesuaian metode, penambahan titik bored pile tertentu, dan koordinasi intensif antar pihak proyek. Secara umum, pelaksanaan bored pile pada proyek ini dinilai berhasil mendukung stabilitas struktur bawah Twin Tower dengan penerapan manajemen mutu dan K3 yang baik, serta memberikan pengalaman aplikatif bagi mahasiswa dalam mengintegrasikan teori pondasi dengan praktik lapangan.

Kata Kunci: bored pile, struktur bawah, Twin Tower

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan konstruksi di Indonesia berjalan pesat, khususnya gedung bertingkat yang menjadi simbol kemajuan daerah dan mendukung aktivitas manusia. Gedung memerlukan fondasi kuat untuk menahan beban mati, hidup, angin, dan gempa, dengan bored pile dipilih pada Proyek Twin Tower Pleburan Universitas Diponegoro karena lokasi padat dekat gedung tinggi, menghindari gangguan struktur sekitar. Permasalahan utama meliputi tanah keras menghambat kedalaman bor, cuaca buruk, kerusakan alat, dan kepatuhan keselamatan kerja rendah. Tujuan utama kegiatan kerja praktik ini adalah untuk memperoleh pengalaman langsung pelaksanaan pekerjaan struktur bawah bored pile di lapangan,

menerapkan teori teknik sipil yang telah dipelajari, serta memahami penerapan standar keselamatan dan kesehatan kerja. Selain itu, kegiatan ini bertujuan untuk mengamati kesesuaian antara gambar teknis dan proses pelaksanaan konstruksi serta mengidentifikasi dan memberikan solusi terhadap permasalahan yang muncul selama proses pelaksanaan di lokasi proyek.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelusuran data dalam artikel ini dilakukan melalui observasi langsung di lokasi proyek, wawancara dengan tim pelaksana dan pengawas, serta studi dokumentasi berupa gambar kerja, laporan uji laboratorium, dan catatan lapangan. Rancangan kegiatan difokuskan pada pengamatan langsung terhadap proses pelaksanaan pekerjaan bored pile pada Proyek Twin Tower Pleburan Universitas Diponegoro. Ruang lingkup pengamatan meliputi mulai dari penentuan titik bor, pre-boring, pemasangan casing, boring lanjutan, pembesian, pemasangan pipa tremie, hingga pengecoran beton mutu tinggi sesuai standar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pekerjaan struktur bawah bored pile pada Proyek Twin Tower Pleburan Universitas Diponegoro meliputi 225 titik boring dengan diameter 800 mm dan kedalaman 22,5 sampai 25 meter. Pekerjaan dilakukan melalui tahap persiapan, penentuan titik bor dengan theodolite, preboring, pemasangan casing baja, boring lanjutan, pemasangan besi tulangan, pemasangan pipa tremie, dan pengecoran beton mutu fc' 35 MPa dengan slump 16-18 cm. Seluruh tahap pengujian material dilakukan untuk memastikan mutu dan kekuatan sesuai standar SNI. Berikut langkah pekerjaan bored pile pada Proyek Twin Tower Pleburan Universitas Diponegoro.

1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan tahap awal yang sangat penting agar pelaksanaan pondasi bored pile berjalan lancar dan sesuai dengan perencanaan. Tahapan persiapan ini sangat menentukan keberhasilan pelaksanaan pondasi bored pile berikutnya, sehingga harus dilakukan dengan cermat dan terencana untuk menjamin pengerjaan yang efektif, aman, dan efisien.

2. Penentuan Titik *Bored Pile*

Pekerjaan survey ditujukan untuk menentukan titik yang akan di bor. Untuk penandaan titik bor bisa menggunakan potongan besi atau kayu, titik ini merupakan hasil perhitungan dan pengukuran dari gambar shopdrawing dengan menggunakan alat theodolite. Titik yang sudah dibuat dijaga agar tidak bergerak atau beralih, sebaiknya patok tersebut ditanam rata tanah dan diikat rafia/tambang sehingga titik tersebut dapat dengan mudah didapat kembali. Sebelum menentukan posisi titik bore pile pastikan area sudah bersih dari kotoran dan akses jalan untuk alat bore pile sudah dalam kondisi baik sehingga tidak menyebabkan alat terperosok.

3. Pengeboran Awal (*Pre Boring*)

Pada pekerjaan pre boring ini dilakukan pada kedalaman yang telah ditentukan sebelumnya melalui kegiatan surveying. Preboring dilakukan pada kedalaman sebelum muka air tanah. Preboring dilanjutkan dengan melakukan pengambilan tanah dengan bantuan alat drilling bucket dan cleaning bucket untuk pembersihan lubang bor.

4. Pekerjaan Pemasangan Casing

Setelah dilakukan preboring maka selanjutnya adalah pemasangan casing. Pemasangan casing berfungsi sebagai wadah dan penahan tanah untuk material beton yang akan di cor insitu pada titik yang telah di pre boring. Material casing yang digunakan berupa pipa baja dengan diameter 800 mm (sesuai dimensi bore pile). Pemasangan casing digunakan dengan menggunakan crane service dan dibantu dengan vibro kemudian jacking dengan jack hydraulic dari mesin bor. Pada pemasangan casing harus dicheck verticality-nya karena hal ini yang menentukan kelurusinan hasil pengeboran.

5. Pekerjaan Boring Lanjutan

Pekerjaan boring lanjutan ini dilakukan setelah terpasang casing kedalam lubang bor pada tahap awal casing terpasang 30 sampai 70 cm diatas tanah untuk selanjutnya dilakukan pengecekan kordinat titik bore pile, jika sudah sesuai untuk proses selanjutnya adalah sama seperti pekerjaan preboring awal yaitu mengangkat hasil tanah bor dengan menggunakan drilling bucket dan membersihkan lubang bor menggunakan cleaning bucket yang dibantu dengan diberikan air untuk membantu mengangkut lumpur naik ke permukaan. Setelah lumpur dibersihkan maka selanjutnya dilakukan pengecekan kedalaman bore pile, jika kedalaman sudah sesuai rencana maka dapat dilanjutkan dengan proses pembersian.

6. Pemasangan Pembersian

Setelah selesai pre boring lanjutan maka selanjutnya pemasangan besi beton yang sudah difabrikasi sebelumnya sesuai dengan ukuran pada gambar shop drawing. Pembersian harus dimasukkan pada posisi yang tepat, jika panjang lubang lebih besar dari panjang besi, harus disiapkan besi penggantung. Untuk menjaga centrisnya pembersian harus disiapkan guide yang dipasang pada sisi luar keranjang besi. Perencanaan ini juga membagi bored pile menjadi dua tipe, yakni bored pile tarik dan tekan dengan kedalaman 25 m dan 22,5 m.

Pada pelaksanaan bored pile dengan kedalaman sekitar 22,5 meter dan 25 meter, proses overlap atau sambungan tulangan harus mengikuti standar yang berlaku, biasanya minimal panjang overlap sebesar 40 kali diameter besi tulangan (misalnya 40D). Untuk tulangan utama dengan diameter D16, maka panjang overlap minimal adalah sekitar 0,88 meter, sesuai standar nasional Indonesia (SNI). Panjang ini bertujuan memastikan transfer gaya tarik dan tekan antar batang tulangan secara efektif, mencegah terjadinya retak atau kegagalan struktur akibat sambungan yang tidak memadai. Pada kenyataannya, untuk pekerjaan di lapangan, panjang overlap sering disesuaikan dengan kondisi tanah, beban yang akan diterima, dan ketentuan kontraktor serta regulasi terkait.

7. Pekerjaan Pemasangan Pipa Tremie

Pipa tremie adalah pipa yang digunakan untuk mengukur tinggi jatuh beton pada saat pengecoran. Pipa tremie biasa dipasang pada ujung bawah concrete bucket sehingga beton yang keluar dari concrete bucket tidak angusung jatuh dan menumbuk lokasi pengecoran. Pipa tremi diperlukan untuk mempertahankan tinggi jatuh beton 1,5-2 m sehingga tidak terjadi segregasi beton. Segregasi beton yaitu pemisahan agregat kasar dari adukannya, hal itu terjadi sebab lubang bored pile ditambahkan air karena menggunakan metode basah, genangan air tersebut dapat memisah agregat beton, agregat kasar lebih cepat turun ke dasar lubang sementara adukannya mengambang diantara genangan air.

8. Pekerjaan Pengecoran

Sebelum melakukan pengecoran, siapkan plat besi untuk lintasan truck mixer agar tidak terjebak lumpur di sekitar lubang bored pile, kemudian pindahkan truck mixer sampai tepat membelakangi lubang bored pile, setelah itu beton ready mix diaduk dan dituangkan ke dalam pipa tremi. Sebelum pengecoran dimulai dasar lubang harus dibersihkan dari lumpur dan sisa-sisa pengeboran, lubang yang telah dibersihkan harus segera di cor 20 menit setelah lubang dicleanning untuk memperkecil terjadinya endapan lumpur.

- Kedudukan tiang bor harus vertical dengan toleransi sbb :
- Toleransi lokasi maksimum 5 cm dari lokasi yang ditentukan pada posisi cut of level
- Toleransi lokasi maksimum untuk tiang bor terhadap as pile adalah maksimal 5 cm
- Toleransi vertical maksimum 1 : 150

Kedudukan tremi terhadap muka beton pada setiap phase pembetonan minimum 200 cm. Pembetonan harus dilaksanakan tanpa interupsi (dilakukan kontinyu) hingga selesai. Pembetonan dan pembersian harus ditambah 1,00 meter di atas cut out level. Jika pada pelaksanaan pembetonan terjadi kemacetan pada tremi dan pipa tremi tidak bisa dicabut, maka pile tersebut di anggap gagal. Dan sebagai pengganti titik pile perlu ditentukan oleh Perencana dan dengan persetujuan Konsultan MK. Setelah pengecoran selesai, proses pengurukan kembali dengan tanah biasanya dilakukan setelah beton cukup kuat untuk mendukung beban tanah dan pekerjaan selanjutnya. Dalam hal ini, pengurukan dilakukan sekitar 5 jam setelah pengecoran. Waktu 5 jam ini merupakan waktu awal yang disarankan agar beton tidak rusak atau terkontaminasi saat

pengurusan.

9. Pengujian Material

Pengujian Slump Beton



Gambar 1. Hasil Test Uji Slump Beton

Hasil uji slump beton menunjukkan nilai antara 16 sampai 18 cm, menunjukkan beton memiliki keenceran dan plastisitas yang optimal untuk pengcoran kontinu tanpa vibrator, memudahkan aliran dan mengisi cetakan dengan baik. Uji kuat tekan beton pada umur 28 hari berkisar antara 41,3 sampai 43,5 N/mm² di atas batas minimum standar 40 N/mm², yang menandakan mutu beton memenuhi persyaratan konstruksi struktural tinggi. Uji kuat tarik baja tulangan BJTS 520 menghasilkan tegangan leleh fy sebesar 471,843 MPa dan tegangan putus fu sebesar 609,275 MPa yang memenuhi standar SNI 2052:2017, memastikan kekuatan tulangan yang optimal untuk menahan beban tarik dan tekan.

Uji Kuat Tekan Beton

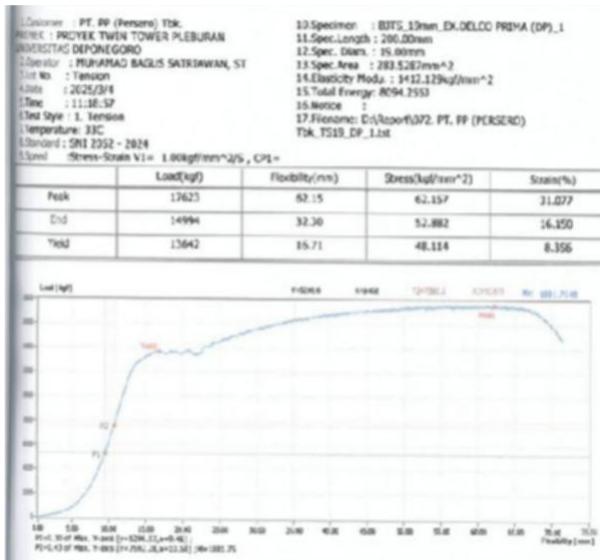
Tabel 1. Hasil pengujian Kuat Tekan Beton

No.	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Berat (gram)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan Silinder (N/mm ²)	Perkiraan Kuat Tekan Silinder 28 Hari (N/mm ²)
1	<i>Trialmix FC 35 FA</i>	30	12.915	780.000	44,1	43,5
2	<i>Slump 18 ± 2 cm</i>	30	12.950	780.000	44,1	43,5
3	<i>Trialmix FC 35 FA</i>	30	12.950	740.000	41,9	41,3
4	<i>Slump 12 ± 2 cm</i>	30	12.970	760.000	43	42,4

Hasil uji tekan beton berdasarkan tabel yang diberikan menunjukkan seluruh benda uji memiliki mutu kuat tekan silinder pada umur 30 hari berkisar antara 41,9 hingga 44,1 N/mm². Berdasarkan estimasi, kuat tekan pada umur standar 28 hari berkisar 41,3 hingga 43,5 N/mm². Sampel diuji dengan variasi slump, yaitu 18 ± 2 cm dan 12 ± 2 cm, serta berat benda uji sekitar 12.915–12.970 gram. Seluruh nilai kuat tekan beton tersebut sangat tinggi dan melebihi batas minimum beton mutu tinggi yang umumnya disyaratkan pada konstruksi struktural menurut standar SNI, yakni minimal 40 N/mm² untuk beton kelas struktural tinggi. Nilai gaya tekan yang diterapkan berkisar antara 740.000 sampai 780.000 Newton sampai benda uji mengalami kerusakan, menandakan kekuatan beton sangat baik dan seragam, serta proses produksi dan komposisinya terkendali dengan baik. Secara keseluruhan, hasil uji tekan beton dari tabel ini membuktikan bahwa mutu campuran beton yang digunakan sangat layak dan dapat diandalkan untuk struktur bangunan

yang membutuhkan kekuatan tekan tinggi, sehingga beton aman dan sesuai standar yang berlaku.

Uji Kuat Tarik Baja



Gambar 2. Hasil pengujian Kuat Tarik Baja

Hasil pengujian kuat tarik baja dari gambar diatas yaitu deformasi elastis terjadi ketika baja menerima beban dan mengalami perubahan bentuk, namun saat bebannya dihilangkan, baja tersebut akan kembali ke bentuk semula. Yield atau daerah luluh merupakan bagian pada grafik yang menandai batas antara deformasi elastis dan deformasi plastis. Peak atau deformasi plastis adalah kondisi saat baja menahan beban dan mengalami perubahan bentuk yang bersifat permanen. Fracture terjadi ketika baja patah akibat beban yang diterima sudah melampaui batas kemampuan maksimumnya.

Test PDA (Pile Driving Analyzer)

Tabel 2. Hasil pengujian Test PDA

Hasil Analisis CAPWAP

No. Tiang	Berat Hammer	Target Kapasitas	Dimensi Tiang	Daya Dukung				Penurunan	
				Total	Fricti on	Toe	Total	Fixat	
(ton)	(ton)	(cm)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(mm)	(mm)	
BP 17		200% x 300 = 600	Ø 80	547	447	100	8,3	2,0	
BP 156	9,7	225% x 160 = 360		158	87	121	25,8	12,0	

Pengujian PDA (Pile Driving Analyzer) pada dua titik menunjukkan perbedaan kapasitas daya dukung yang signifikan; tiang BP 17 dengan kapasitas target 600 ton mampu mencapai daya dukung 547 ton dengan penurunan permanen hanya 2 mm, sedangkan tiang BP 156 dengan kapasitas target 360 ton hanya mencapai 158 ton dengan penurunan permanen 12 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa beberapa tiang mengalami penurunan kapasitas akibat kondisi tanah keras dan kedalaman pengeboran yang kurang dari rencana.

Permasalahan utama yang ditemui adalah kedalaman pengeboran yang tidak mencapai kedalaman perencanaan dikarenakan tanah keras, cuaca buruk yang menghambat progres, kerusakan gigi bucket alat bor, serta kepatuhan K3 yang belum optimal. Solusi yang dilakukan meliputi penambahan titik bored pile pada titik yang kedalamannya kurang, lebur untuk mengejar target waktu, penggantian dan perawatan rutin alat bor, dan peningkatan pengawasan serta edukasi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk keselamatan kerja.

Secara keseluruhan, hasil pekerjaan dan pengujian mengindikasikan bahwa pelaksanaan bored pile pada proyek ini berjalan sesuai standar teknik dan mutu yang ditetapkan, meskipun terdapat tantangan lapangan yang berhasil diatasi melalui penyesuaian teknis dan manajemen lapangan yang baik. Pengujian menunjukkan bahwa mutu beton dan baja memadai, sementara pengujian PDA memberikan gambaran kapasitas daya dukung tiang dan sekaligus menjadi indikator keandalan pondasi pada kondisi tanah aktual. Hasil ini merefleksikan keberhasilan metode pelaksanaan sistematis dan pengelolaan risiko dalam proyek, menjawab permasalahan teknis utama yang diangkat di awal laporan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan kerja praktik pada pekerjaan bored pile Proyek Twin Tower Pleburan Universitas Diponegoro, Pelaksanaan pekerjaan bored pile pada Proyek Twin Tower Pleburan Universitas Diponegoro menunjukkan bahwa proses pengeboran 225 titik dengan diameter 800 mm dan kedalaman 22,5–25 meter telah dilakukan secara sistematis melalui rangkaian tahapan teknis mulai dari persiapan, penentuan titik bor, preboring, pemasangan casing, boring lanjutan, pembesian, pemasangan pipa tremie, hingga pengecoran beton mutu tinggi. Seluruh proses didukung oleh serangkaian uji material seperti slump test, uji kuat tekan beton, uji kuat tarik baja, serta PDA test untuk memastikan kualitas dan kapasitas daya dukung bored pile sesuai perencanaan. Hasil pengujian material memperlihatkan bahwa kualitas beton dan baja yang digunakan memenuhi standar SNI, ditunjukkan oleh nilai slump yang stabil, kuat tekan beton yang melampaui persyaratan minimum, serta kuat tarik baja yang berada dalam rentang aman. Pengujian PDA mengungkap variasi kapasitas daya dukung antar tiang, dengan beberapa tiang menunjukkan penurunan kapasitas akibat kedalaman pengeboran yang tidak mencapai rencana karena kondisi tanah keras. Kendala lapangan seperti cuaca buruk, kerusakan alat, dan kedisiplinan K3 yang belum optimal berhasil diatasi melalui penambahan titik bore pile, penyesuaian waktu kerja, perawatan alat bor, dan peningkatan pengawasan keselamatan. Dengan demikian, kegiatan kerja praktik ini memperkuat pemahaman bahwa bored pile adalah fondasi utama yang keberhasilannya sangat bergantung pada ketelitian prosedur, kualitas material, dan kesiapan menghadapi tantangan lapangan, sehingga mampu menjamin stabilitas dan keamanan struktur Twin Tower secara keseluruhan.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Sri Suciati, M.Hum selaku Rektor Universitas PGRI Semarang, serta Dr. Ir. Ibnu Toto Husodo, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan selama proses kerja praktik berlangsung. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ikhwanudin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, serta Dr. T. Putri Anggi P. S., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktik yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga dalam penyusunan laporan ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada PT PP (Persero) Tbk sebagai tempat pelaksanaan kerja praktik yang telah memberikan pengalaman, wawasan, dan dukungan teknis selama kegiatan berlangsung. Tidak lupa, rasa terima kasih yang mendalam penulis sampaikan kepada orang tua dan keluarga atas doa dan dukungan tanpa henti, serta teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan bantuan hingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik

VI. REFERENSI

- [1] Ebidilah, S. (2023). STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH PONDASI BORE PILE PADA GEDUNG GRAHA 2 RUMAH SAKIT ISLAM A. YANI SURABAYA (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang).
- [2] Fadilah, U. N., & Tunafiah, H. (2018). Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data N-SPT Menurut Rumus Reese&Wright Dan Penurunan. IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains Dan Teknologi, 2(3), 7-13.

- [3] Fitri, A. A. (2018). Perencanaan Ulang Struktur Bawah Abutment Dengan Pondasi Bored Pile (Redesign Bottom Structure Abutment With Bored Pile Foundation).
- [4] Lubis, Y. (2023): Analisa konstruksi pondasi borepile pada proyek pekerjaan transmisi 150 kv pasir putih-pangkalan kerinci sec.2, Jurnal Universitas Darma Agung, e-ISSN 2721-0073, p-ISSN 2302-2523, 1(12), 25.
- [5] MARIANTI S, Afriza; INDRA, Sudirman; MEGANANDA, Silvia. Studi Alternatif Perencanaan Struktur Bawah Gedung Menggunakan Pondasi Bore Pile (Studi Kasus Gedung Pascasarjana Unisma). Jurnal sondir, 2020, 4.1.
- [6] Putra, R. et al. (2023). Pengelolaan Risiko Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Proyek Pembangunan Jalur Kereta Api Elevated Antara Solo Balapan – Kadipiro.
- [7] Rorimpandey, D., et al. (2024). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile pada Proyek Pembangunan Rusun Kejaksan Tinggi II Sulawesi Utara. Jurnal Media Engineering, 14(3), 146-157.