

METODE KERJA PEMANCANGAN SPUNPILE PADA PIER PROYEK PENGANTIAN DAN/ATAU DUPLIKASI JEMBATAN CALLENDER HAMILTON DI PULAU JAWA JEMBATAN PEMALI B, BREBES

Wahidin

Universitas Muhadi Setiabudi, Brebes, Indonesia

Email: wahidinnaures@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi yang cepat membutuhkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang dapat diandalkan dan fleksibel dalam mengikuti perubahan dan perkembangan yang cepat dalam dunia kerja. Penentu utama dari proses pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) bergantung pada pengetahuan yang berkembang berdasarkan Sumber Daya Manusia (SDM). Dengan SDM yang mampu mengikuti perkembangan IPTEK, diharapkan tujuan dan cita-cita bangsa dapat tercapai. Universitas Muhadi Setiabudi (UMUS) Brebes, sebagai perguruan tinggi swasta yang berlokasi di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah, memainkan peran penting dalam mengembangkan SDM melalui penerapan Tri Dharma Perguruan Tinggi, meliputi Pendidikan dan Pengajaran, Penelitian dan Pengembangan, serta Pengabdian kepada Masyarakat. Praktek Kerja Lapangan (PKL) merupakan bagian dari kurikulum yang bertujuan mewujudkan Tri Dharma, khususnya dalam Penelitian dan Pengembangan. Kegiatan ini wajib diikuti oleh mahasiswa S1 Program Studi Teknik Sipil di UMUS Brebes, dengan tujuan meningkatkan pengetahuan dan pengalaman praktis dalam dunia profesional, sehingga meningkatkan kualitas SDM dan keahlian sesuai prospek karier Teknik Sipil di tengah perkembangan teknologi dan globalisasi. Laporan ini berfokus pada perencanaan dan pelaksanaan pemancangan spunpile dalam pembangunan jembatan pier di CH Pemali B Brebes, yang membahas penggunaan peralatan dan bahan, tahap pelaksanaan, serta solusi dalam pemecahan masalah, memberikan kontribusi pada relevansi kurikulum, penyelesaian proyek, pengalaman kerja mahasiswa, dan pengembangan jaringan profesional.

Kata kunci: Pengembangan Teknologi, Sumber Daya Manusia, Tri Dharma Perguruan Tinggi, Praktek Kerja Lapangan (PKL), Teknik Sipil, Pemancangan Spunpile, Pembangunan Jembatan Pier.

Abstract

The rapid development of technology necessitates a reliable and adaptable Human Resources (HR) that can keep up with the fast-paced changes and developments in the workforce. The key determinant of the Science and Technology (S&T) development process depends on the evolving knowledge based on Human Resources (HR). With HR capable of following S&T developments, it is hoped that the nation's goals and objectives will be achieved. Universitas Muhadi Setiabudi (UMUS) Brebes, as a private university located in Brebes Regency, Central Java, plays a crucial role in developing HR through its implementation of the Tri Dharma of Higher Education, encompassing Education and Teaching, Research and Development, and Community Service. The Field Work Practice (PKL) is part of the curriculum aimed at realizing the Tri Dharma, specifically in Research and Development. This activity is mandatory for Civil Engineering undergraduate students at UMUS Brebes, aiming to enhance their knowledge and practical experience in the

How to cite: Khoir, et al. (2024). Metode Kerja Pemancangan Spunpile Pada Pier Proyek Penggantian dan/atau Duplikasi Jembatan Callender Hamilton di Pulau Jawa Jembatan Pemali B, Brebes. *Syntax Literate*. (9)6. <http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v9i6>

E-ISSN: 2548-1398

professional world, thus improving HR quality and expertise in line with Civil Engineering career prospects amidst technological advancements and globalization. This report focuses on the planning and execution of spun pile driving in the construction of pier bridges at CH Pemali B in Brebes, addressing equipment and material usage, implementation stages, and potential problem-solving solutions, contributing to curriculum relevance, project completion, student work experience, and professional network development.

Keywords: Technology Development, Human Resources, Tri Dharma of Higher Education, Field Work Practice (PKL), Civil Engineering, Spun Pile Driving, Pier Bridge Construction.

Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin cepat pertumbuhannya membutuhkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang dapat diandalkan serta dapat mengikuti perkembangan dan perubahan-perubahan yang terjadi secara cepat untuk dapat diaplikasikan dalam dunia kerja (Hambali et al., 2020; Radiansyah et al., 2023). Faktor penentu dari proses perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) tergantung dari perkembangan ilmu yang dikembangkan berdasarkan Sumber Daya Manusia (SDM) (Adisaputro, 2020). Dengan Sumber Daya Manusia (SDM) yang mampu mengikuti perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) maka diharapkan tujuan bangsa dan negara akan terwujud (Anas, 2022; Wijaya et al., 2016).

Universitas Muhadi Setiabudi (UMUS) adalah perguruan tinggi swasta yang berlokasi di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Didirikan pada tahun 2012 oleh Dr. (HC) H. Muhadi Setiabudi, UMUS menjadi universitas pertama yang berkedudukan di Kabupaten Brebes. Pada tahun 2013, UMUS diresmikan oleh Wakil Gubernur Jawa Tengah Dra. Hj. Rustriningsih, MSi, dan Bupati Brebes Hj. Idza Priyanti, A.Md., S.E.

Universitas Muhadi Setiabudi (UMUS) Brebes yang menjadi salah satu wadah pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) dimana Perguruan Tinggi ini menganut sistem yang dinamakan Tri Dharma Perguruan Tinggi (PT), yaitu: 1) Pendidikan dan Pengajaran, 2) Penelitian dan Pengembangan serta 3) Pengabdian Kepada Masyarakat.

Praktek Kerja Lapangan (PKL) menjadi salah satu kurikulum untuk mewujudkan sistem itu, dimana dalam Tri Dharma PT yaitu Penelitian dan Pengembangan (Julaiha & Kadir, 2013; Somantri, 2019). Kegiatan ini harus diikuti mahasiswa S1 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMUS Brebes. Dengan adanya kegiatan ini diharapkan mahasiswa dapat menambah pengetahuan dan menambah pengalaman di dunia kerja nantinya sehingga mahasiswa bertambah kualitas SDM, ilmu dll yang sesuai dengan prospek kerja Teknik Sipil mengingat seiringnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dan mahasiswa siap menghadapi era globalisasi (Anwar et al., 2021).

Sehubungan dengan hal itu, Perguruan Tinggi (PT) sebagai tempat untuk menciptakan Sumber Daya Manusia yang berkualitas, berkepribadian mandiri, dan berintelektual yang baik. Dunia kerja memerlukan Sumber Daya Manusia yang unggul di bidangnya dimana dunia kerja juga merupakan bagian dari integralsistem pendidikan nasional yang berfungsi sebagai output dari pembelajaran di dalam perguruan tinggi, maka dari itulah mahasiswa diuji dalam kegiatan PKL ini (Santika, 2021). Karena disitulah output dari perguruan tinggi akan dihadapkan dengan duniakerja.

Jembatan merupakan Struktur Bangunan yang menghubungkan rute/lintasan yang terputus oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan atau perlintasan lainnya (Fadlan et al., 2019). Mengingat fungsi tersebut, jembatan menjadi salah satu sarana transportasi yang memiliki peran yang cukup penting dalam kelancaran pergerakan lalu lintas (Wahyu et al., 2013).

Perencanaan jembatan merupakan salah satu upaya meningkatkan aktivitas perekonomian dan menunjang kelancaran lalu lintas pada daerah-daerah sehingga untuk menjangkau daerah yang satu dengan daerah yang lain lebih efisien dan efektif (Pratiwi, 2016). Sebagai langkah awal diperlukan suatu perencanaan teknik yang cermat hingga menghasilkan detail desain jembatan yang tepat dan efisien untuk memenuhi standar yang diterapkan (Ayuningtyas, 2022; Noviyanto, 2022; Utami, 2022).

Dalam rangka laporan praktik kerja lapangan ini, rumusan masalah meliputi pertanyaan mengenai alat dan bahan yang digunakan, tahap pelaksanaan, serta solusi untuk permasalahan yang mungkin timbul dalam pemancangan spunpile pada pier jembatan CH Pemali B di Brebes. Batasan masalah mengarahkan fokus pada metode kerja pemancangan spunpile, dengan penekanan pada penggunaan alat dan bahan, tahap perencanaan, serta solusi permasalahan yang terkait. Tujuan penelitian mencakup deskripsi, penjelasan, dan pemecahan permasalahan terkait pemancangan spunpile. Manfaatnya mencakup peningkatan relevansi kurikulum, penyelesaian proyek, pengalaman kerja bagi mahasiswa, dan pengembangan jaringan profesional.

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan mulai tanggal 13 Februari 2023 hingga 13 Agustus 2023, selama kurang lebih enam bulan. Kegiatan penelitian dilaksanakan dari hari Senin hingga Jumat, dengan jadwal antara pukul 08:00 hingga 16:00 WIB. Lokasi penelitian adalah Jl. Raya Pantura, Pebatan Timur, Pesantunan, Kec. Wanasari, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah, di mana proyek yang diteliti adalah Penggantian dan/atau Duplikasi Jembatan Callender Hamilton (CH) di Pulau Jawa.

Deskripsi Lokasi Proyek

Lokasi proyek terletak di Jl. Raya Pantura, Pebatan Timur, Pesantunan, Kec. Wanasari, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.

Latar Belakang Proyek

Proyek ini adalah bagian dari Penggantian dan/atau Duplikasi Jembatan Callender Hamilton (CH) di beberapa lokasi di Pulau Jawa, termasuk di Kabupaten Brebes. Proyek bertujuan untuk memperbaiki infrastruktur jembatan yang sudah tua atau membangun jembatan baru dengan standar yang lebih modern.

Data Proyek

Data proyek mencakup informasi umum tentang proyek, termasuk nomor kontrak, nilai kontrak, waktu pelaksanaan, dan perusahaan yang terlibat dalam pelaksanaan proyek.

Struktur Organisasi Proyek

Struktur organisasi proyek menunjukkan hierarki dan hubungan antara berbagai pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek, mulai dari pemilik proyek hingga kontraktor pelaksana.

Tahap Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui serangkaian tahapan yang meliputi:

- 1) Sosialisasi PKL: Pengenalan mahasiswa terhadap proyek dan pengarahan oleh pihak program studi.
- 2) Survey Lokasi: Penelitian awal tentang lokasi proyek dan perkembangan konstruksi.
- 3) Koordinasi dengan Pihak Lapangan: Persiapan administratif dan izin untuk melakukan penelitian.

- 4) Observasi di Lapangan: Pengamatan langsung terhadap pekerjaan konstruksi dan masalah yang muncul.
- 5) Studi Literatur: Penelitian teori-teori terkait yang relevan dengan proyek.
- 6) Penyusunan Laporan: Pengumpulan dan analisis data serta penyusunan laporan penelitian.
- 7) Sidang PKL: Presentasi laporan dan diskusi dengan dosen pembimbing.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari observasi di lapangan dan studi literatur akan dianalisis untuk mengevaluasi proyek serta menarik kesimpulan yang relevan dengan tujuan penelitian.

Metode penelitian ini akan memberikan pemahaman yang mendalam tentang pelaksanaan proyek Penggantian dan/atau Duplikasi Jembatan Callender Hamilton (CH) di Pulau Jawa, khususnya di Kabupaten Brebes, serta memberikan wawasan yang bermanfaat bagi mahasiswa dalam konteks dunia konstruksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Pekerjaan

A. Alat dan Bahan Pelaksanaan Pemancangan

Penyediaan alat dan bahan pada suatu proyek adalah salah satu hal yang perlu dipersiapkan pada pelaksanaan pemancangan untuk memenuhi manajemen yang baik dan menunjang kelancaran pengerjaannya. Pengadaan alat dan bahan disesuaikan dengan tahapan pekerjaan yang sedang berlangsung.

1. Alat

Adapun alat yang digunakan untuk proses pemancangan *spunpile* pada *pier* jembatan CH Pemali B adalah sebagai berikut:

1) Ponton

Ponton digunakan sebagai dudukan alat berat ketika melakukan pekerjaan pemancangan di atas air. Ponton ditarik menggunakan *tug boat* ke lokasi titik tiang pancang.

2) Cofferdam Sheetpile

Sebuah *cofferdam* dibangun untuk memberikan para pekerja lingkungan kerja yang kering. Tumpukan *sheetpile* akan didorong disekitar lokasi kerja, segel beton ditempatkan ke bagian bawah untuk mencegah air merembes masuk dari bawah *sheetpile*, dan air dipompa keluar (*dewatering*).

3) Crawler Crane

Alat yang digunakan untuk mendirikan tiang pancang dan melakukan proses pemancangan adalah *Crawler Crane* berkapasitas 55 Ton dan *Crawler Crane* berkapasitas 260 Ton. Sebelum pekerjaan tiang pancang dimulai, terlebih dahulu *Crawler Crane* harus di inspeksi kelayakannya oleh Ahli Pesawat Angkat Angkut atau oleh PJK.3. Verifikasi SIO (Surat Ijin Operator), SILO (Surat Ijin Layak Operasi), dan *Loadchart* daya angkat harus ditempel pada bagian *crane* yang mudah dilihat.

4) Drop Flaying Hammer

Drop Flaying Hammer adalah alat berat yang sistemnya menggunakan pukulan dengan beban 6,3 ton. Cara kerjanya dinaikkan ke atas pada ketinggian 2,5 meter dari tiang pancang kemudian dijatuhkan ke bawah hingga tiang pancang masuk ke dalam tanah.

5) *Pile Cutter Machine*

Pile Cutter Machine adalah alat yang digunakan untuk memotong tiang pancang beton untuk diameter tiang pancang 40, 50 atau 60 cm.

6) Gerinda

Gerinda adalah alat yang digunakan untuk pemotongan tiang pancang.

7) *Hammer Demolition Machine*

Hammer Demolition memiliki fungsi untuk membobok atau menghancurkan beton, digunakan untuk membobok tiang pancang.

8) Sling Angkut (*Lifting Wire Rope*)

Sling yang di gunakan untuk mengangkat *spunpile* harus di cekkelayakannya terlebih dahulu, selain itu sling yang digunakan harus memiliki sertifikat dan lolos uji *segeVclamp*. Sling yang digunakan untuk mengangkat *spunpile* berukuran 22 mm.

9) Perlengkapan Las (*Welding Set*)

Alat las digunakan untuk menyambung *spunpile*.

10) *Total Station*

Total Station digunakan untuk menentukan titik koordinat *spunpile* dan untuk membidik *spunpile* yang sedang ditumbuk oleh *Flaying Hammer* agar tiang pancang tetap tegak lurus serta untuk memastikan *spunpile* tersebut sudah berada di titik koordinat yang sudah ditentukan.

11) *Waterpass*

Waterpass adalah alat yang digunakan untuk mengukur atau menentukan sebuah benda atau garis dalam posisi rata baik pengukuran secara vertikal maupun horizontal. Dalam proyek ini, *waterpass* digunakan untuk memastikan tiang pancang sebelum ditumbuk agar berada pada posisi rata secara vertikal (tegak).

2. Bahan

Pada tahap pemancangan tiang pancang beton pracetak untuk jembatan, terdapat beberapa bahan yang diperlukan untuk proses pemancangan tiang pancang yaitu sebagai berikut:

a. Tiang Pancang (*Spun Pile*) diameter 60 cm

Tiang Pancang yang digunakan berjenis tiang pancang bulat dengan diameter 60 cm dan type B. Kedalaman rencana dan panjang tiang yang digunakan sebagai konfigurasi tiang pancang adalah sebagai berikut:

PEMALI	Jml Titik	Kdlmn	Bottom (Batang)							Middle (Batang)							
			6	7	8	10	12	13	14	6	7	8	10	12	13	14	
A1	18	40	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	54	-	-	-
P1	28	47	-	-	-	-	28	-	-	-	-	-	56	56	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	18	40	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	54	-	-	-
Total			-	-	-	36	28	-	-	-	-	-	56	164	-	-	-

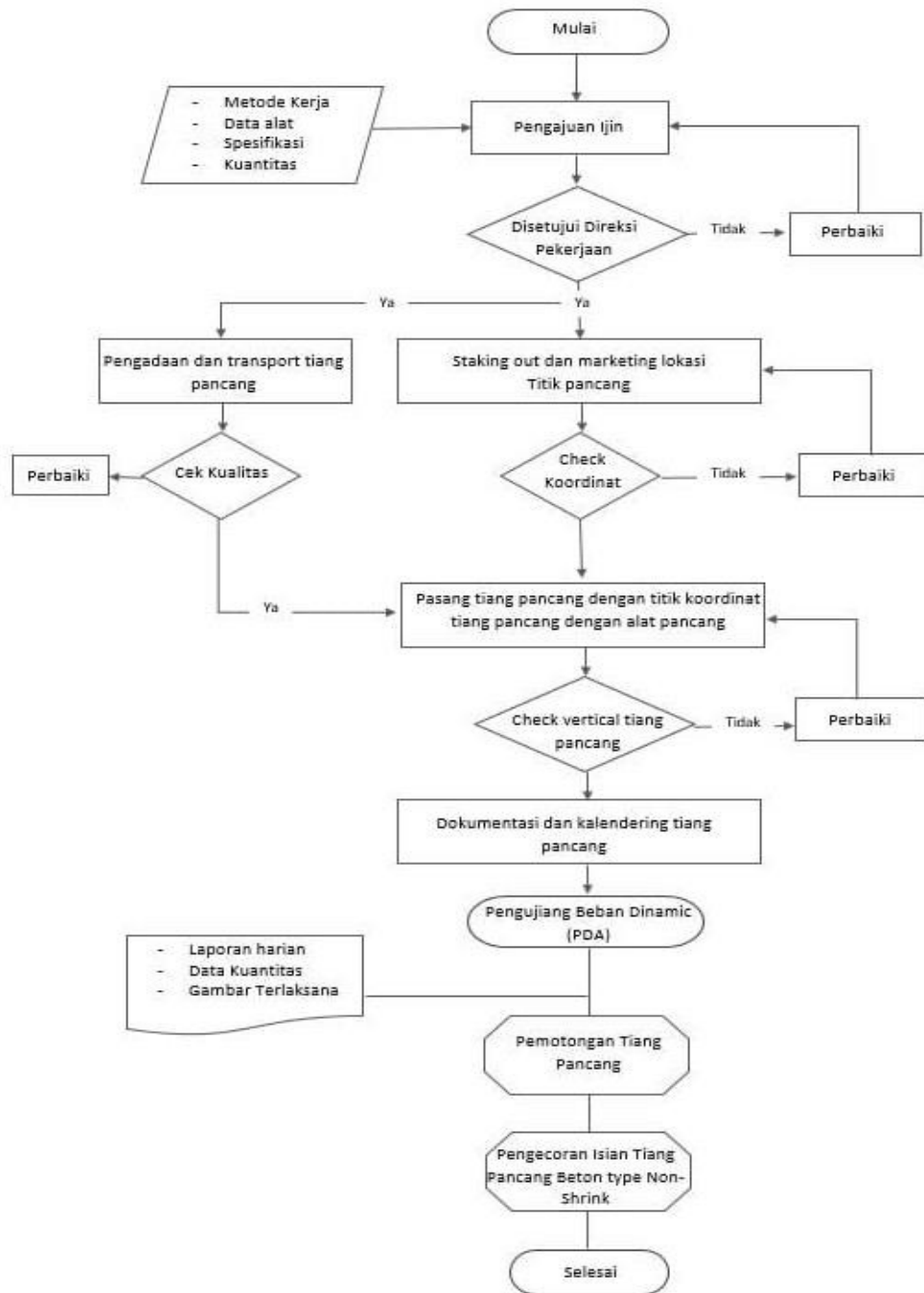
PEMALI	Jml Titik	Kdlmn	Bottom (m)							Middle (m)							
			6	7	8	10	12	13	14	6	7	8	10	12	13	14	
A1	18	40	-	-	-	180	-	-	-	-	-	-	-	540	-	-	-
P1	28	47	-	-	-	-	336	-	-	-	-	-	448	560	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	18	40	-	-	-	180	-	-	-	-	-	-	-	540	-	-	-
Total			-	-	-	360	336	-	-	-	-	-	448	1640	-	-	-

696,00	2.088,00
2.784,00	

Gambar 1. Konfigurasi Pemancangan Jembatan CH Pemali Brebes
(Sumber: Data Proyek)

- b. Plat Baja
Plat baja dengan tebal 24 mm digunakan sebagai landasan *Crawler Crane* di darat agar beban terdistribusi secara merata.
- c. Besi Tulangan Spiral
Besi tulangan spiral digunakan untuk isian pancang dengan besi jenis ulir dan berdiameter 13 berjarak 150. Fungsinya yaitu untuk pengikat kekuatan pancang dengan struktur atasnya.
- d. Beton *Ready Mix*
Beton *Ready Mix* yang digunakan untuk isian pancang yakni beton dengan mutu $f_c'300$ MPa. Untuk pekerjaan isian pancang dalam proyek ini menggunakan beton *ready mix* produksi dari PT. Varia Usaha Beton.
- e. Kawat Las
Kawat las digunakan untuk penyambungkan ujung pancang satu dengan yang lainnya. Kawat las yang digunakan pada proyek ini bermerk Kobe Steel ukuran 2,6 x 350 mm.
- f. Cat Anti Korosi
Tiang pancang mempunyai fungsi sebagai penyangga bangunan yang ada di atasnya, sehingga diutamakan mempunyai kekuatan yang harus handal. Pengecatan tiang pancang dilakukan sesaat setelah proses joint welding tiang pancang.

B. Bagan Alir Pekerjaan



Gambar 2. Bagan Alir Pekerjaan
(Sumber: Dokumen Pribadi)

C. Tahap Pekerjaan Pemancangan

Adapun tahap pekerjaan pemancangan *spunpile* pada *pier* proyek penggantian dan/atau duplikasi jembatan *callender hamilton* jembatan Pemali B adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Sebelum melaksanakan pekerjaan, Kontraktor mengajukan ijin untuk melakukan pekerjaan tiang pancang kepada Pengguna Jasa disertai dengan

metode kerja, kebutuhan alat, kebutuhan tenaga kerja, spesifikasi dan rencana mutu sesuai dengan dokumen kontrak.

2. Tahap Pengadaan

Setelah mendapat persetujuan segera dilakukan order pembelian. Proses produksi di pabrik, akan dilakukan kunjungan pabrik untuk melakukan *Quality Control* atas bahan yang sedang diproduksi dengan melibatkan Direksi Pekerjaan. Menyiapkan lokasi untuk meletakkan tiang pancang di dekat lokasi pekerjaan.

3. Tahap Transportasi dan Penyimpanan

Pada waktu mengangkat atau mengangkut tiang pancang *precast*, Kontraktor harus menyediakan tali baja dan peralatan lain yang diperlukan untuk mencegah tiang pancang bengkok atau betonnya retak. Tiang pancang beton tidak boleh diangkat dengan cara selain digantung dengan tali baja yang dikaitkan pada lubang pengangkatan, dimana posisinya harus diajukan dan disetujui dulu oleh Konsultan Pengawas. Tiang pancang yang rusak dalam pengangkatan atau pemancangan harus diganti. Tiang pancang beton harus selalu ditangani dengan hati-hati untuk mencegah dari kerusakan. Setelah sampai di lokasi pekerjaan, tiang pancang dipindah di *stock pile*.

4. Persiapan Pekerjaan Pemancangan

1) Penentuan Titik Tiang Pancang

Sebelum melakukan pemancangan, perlu dilakukan penentuan titik koordinat dimana tiang pancang akan dipancang menggunakan alat *Total Station* dan alat prisma.

2) Galian

Untuk pekerjaan di abutment 1, *pierhead* 1, dan abutment 2 dibuat terbuka dengan ukuran sesuai dengan *shop drawing*. Galian dibuat sepanjang *spunpile*.

3) *Set Up* Ponton

Setelah *marking* dan *setting out* posisi *spunpile*, maka perlu dilakukan *set up* ponton di posisi pemancangan yang berada di sungai. Ponton digunakan sebagai dudukan alat ketika melakukan pekerjaan pemancangan di atas sungai. Ponton ditarik ke tengah sungai (posisi titik pancang) menggunakan *tug boat*.

4) Pemasangan *Cofferdam Sheetpile*

Sebuah *cofferdam* dibangun untuk memberikan para pekerja lingkungan kerja yang kering. Turnpukan *sheetpile* akan didorong di sekitar lokasi kerja, *sheetpile* dipasang agar arus sungai yang terlalu besar tidak mengganggu posisi ponton pada sungai.

5) Pengaturan Tiang Pancang

Pernindahan tiang pancang dari *stock pile* ke alat tiang pancang dengan *crane* dan pasang tiang pancang dengan titik koordinat tiang pancang.

6) Pendirian Tiang Pancang

a) Cara pemancangan tiang pancang selanjutnya adalah pendirian tiang pancang.

b) Dengan menggunakan bantuan Crane tiang pancang didirikan dan dipasangkan pada Drop Hammer. Pancang yang pertama diletakkan paling bawah adalah jenis Bottom yang memiliki ujung runcing agar memudahkan pada saat tiang pancang ditancapkan di tanah.

7) Pemancangan Tiang Pancang

- a) Pemancangan tiang pancang dilakukan menggunakan bantuan *Drop Flaying Hammer*.
- b) Tiang pancang yang sudah ditempatkan pada *Drop Flaying Hammer* selanjutnya diarahkan tepat di atas *guide beam* sebagai patok titik pancang yang sudah ditentukan. Sebelum dilakukan penumbukkan pancang, pastikan tiang pancang sudah rata secara vertikal dengan menggunakan *Waterpass*.
- c) Setelah itu tiang pancang ditumbuk dengan mesin *Flaying Hammer*. Pada langkah ini harus dilakukan pengawasan oleh tim surveyor agar pancang tetap tegak lurus.
- d) Dikarenakan panjang tiang pancang hanya 10-12 meter/batang sedangkan rencana kedalaman pondasi tiang pancang ± 50 meter, jadi tiap-tiap ujung tiang pancang harus dilas. Sebelum dilas pastikan kedua ujung tiang harus dalam keadaan lurus dan tidak bengkok. Setelah dilas tiang pancang kemudian dicat dengan menggunakan cat anti korosi.
- e) Hal yang sama dilakukan juga pada tiang pancang disemua titik dengan jarak di tiap-tiap tiang pancang yaitu 1733 mm untuk posisi memanjang dan 1800 mm untuk posisi melintang serta dengan jumlah tiang pancang di *pier* yaitu sebanyak 27 titik.

8) Pile Driving Analysis Test

Test PDA (*Pile Driving Analysis*) adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi performa dan kapasitas pondasi tiang pancang atau *spunpile*. Tes ini dilakukan selama proses pemasangan pondasi untuk memantau respon dinamis dan karakteristik struktural tiang pancang saat dipukul atau dikendarai ke dalam tanah. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam melakukan tes PDA:

9) Persiapan Alat

Persiapkan peralatan PDA yang terdiri dari sensor tekanan (*strain gauge*) dan pemancar getaran yang terpasang pada tiang pancang. Pastikan alat PDA terkalibrasi dengan baik dan siap digunakan.

10) Pemasangan Sensor

Sensor tekanan dipasang pada tiang pancang di dekat ujung atasnya. Sensor ini akan merekam gaya dan tegangan yang dihasilkan saat tiang pancang dipukul atau dikendarai. Sensor juga dapat dipasang pada kedalaman yang lebih dalam untuk memantau respons struktural tiang pancang secara vertikal maupun lateral.

11) Pemasangan Pemancar

Pemancar getaran dipasang di sekitar kepala tiang pancang. Pemancar ini akan menghasilkan getaran yang ditransmisikan melalui tiang pancang saat dipukul atau dikendarai. Getaran ini akan merambat ke bawah melalui tiang pancang dan dideteksi oleh sensor tekanan.

12) Pengukuran dan Perekaman Data

Saat proses pemasangan tiang pancang, getaran diberikan pada tiang dengan menggunakan *Flying Hammer*. Alat PDA akan merekam data gaya dan respons struktural yang dihasilkan selama proses pengemudian. Data ini akan direkam secara *real-time* atau disimpan untuk analisis lebih lanjut.

13) Analisis Data

Setelah pengujian selesai, data yang direkam akan dianalisis. Analisis data melibatkan penentuan gaya dan momen yang dihasilkan, respon dinamis tiang pancang, dan perhitungan kapasitas beban. Data juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi masalah seperti getaran berlebih atau kemungkinan kerusakan struktural.

14) Interpretasi Hasil

Hasil pengujian PDA digunakan untuk mengevaluasi kapasitas dan performa tiang pancang. Hasil dapat dibandingkan dengan spesifikasi desain dan standar yang berlaku untuk memastikan bahwa tiang pancang memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Jika ada masalah yang diidentifikasi, tindakan perbaikan atau penyesuaian dapat diambil untuk memastikan kualitas dan keandalan pondasi.

Tabel 1. Hasil *Pile Driving Analysis Test*

No	Kapasitas Daya Dukung Tiang (RMX)	Penurunan Maximum Tiang (DMX)	Nilai Keutuhan Tiang (BTA)
1.	305 ton	23 mm	100 %

(Sumber: Data Proyek)

3.C.2 *Penetrant Test*

Penetrant Test atau tes penetrasi pada *spunpile* juga dikenal sebagai tes integritas beton merupakan salah satu uji NDT (*Non Destructive Test*) yang bertujuan untuk mengetahui cacat yang terjadi pada bagian *surface* (permukaan) benda uji. Pengujian ini biasa dilakukan pada material setelah dilakukan pengelasan. Indikator yang dicari pada tes ini seperti terjadinya keretakan, berlubang, atau patah pada *joint spunpile*. Sampel tes penetrasi diambil sebagai bahan analisa untuk mengavalusi material atau benda uji tanpa merusak fungsi benda uji tersebut. Berikut adalah beberapa langkah umum dalam proses tes penetrasi *spunpile*:

1) Peralatan dan Bahan

Persiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk tes penetrasi seperti cairan penetran (*cleaner/remover, red penetrant, dan developer*), lap pembersih, kuas bila diperlukan, serta catatan pengukuran yang sesuai.

2) Persiapan

Permukaan yang akan diuji dan daerah sekitarnya (minimum lebar 25 mm) harus kering dan bersih dari kotoran, minyak, maupun zat pengotor lainnya yang dapat berpotensi menutupi bagian permukaan dan mengganggu proses identifikasi diskontinuitas pada saat pengujian. Proses ini dapat dilakukan menggunakan sikat baja untuk membersihkan permukaan.

3) Pembersihan Awal

Permukaan yang akan diuji dan daerah sekitarnya (minimum lebar 25 mm) yang sebelumnya sudah dilakukan pembersihan kotoran menggunakan sikat baja yang harus dibersihkan memakai solvent *cleaner/remover*. Pengaplikasian *cleaner* dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

a) Penyemprotan *cleaner* untuk pembersihan awal bisa langsung

dilakukan pada daerah yang akan dilakukan pengujian.

- b) Setelah dilakukan pembersihan awal, biarkan permukaan material yang akan diuji selama minimal 1 menit, hal ini dilakukan agar cleaner yang ada di dalam diskontinuitas menguap.

4) Pengaplikasian *Red Penetrant*

Setelah material yang diuji sudah melalui tahap-tahap yang ditentukan tadi, maka tahap selanjutnya adalah pengaplikasian *red penetrant*. *Red penetrant* disemprotkan atau dioles menggunakan kuas sampai terbentuk lapisan tipis yang rata, kemudian diamkan selama 5 menit lalu dibersihkan menggunakan majun/lap/tisu.

a) Suhu

Suhu permukaan dari material yang akan dilakukan pengujian dan suhu material penetrant harus diantara 20°C hingga 50°C selama pengujian berlangsung.

b) Metoda Pengaplikasian

Penetrant diaplikasikan dengan cara dioleskan menggunakan kuas, maupun dengan disemprotkan (menyesuaikan dengan klasifikasi penetrant yang digunakan pada pengujian tersebut).

c) Waktu Penetrasi / Waktu Diam

Waktu penetrasi dilakukan selama minimal 5 (lima) menit dan diperbolehkan melakukan penambahan penetrant di daerah yang diperiksa selama pengujian, supaya pada daerah tersebut tetap basah oleh penetrant sepanjang waktu penetrasi.

5) Pembersihan Penetrasi Sisa

Setelah waktu penetrasi (waktu diam) yang sudah ditentukan tercapai, sisa-sisa penetrant yang berada di permukaan benda uji harus dibersihkan dengan cara mengelap permukaan material dengan majun/lap/tisu yang kering dan bersih sampai semua sisa penetrant hilang. Kemudian dilakukan pembersihan kembali menggunakan majun/lap/tisu bersih yang sudah dilembabkan menggunakan *cleaner/remover*. Pada tahap ini, jangan sampai majun/lap/tisu terlalu basah, untuk meminimalisir hilangnya penetrant yang ada di dalam diskontinuitas/cacat pada material yang sedang dilakukan pengujian tersebut.

Setelah pembersihan selesai, maka biarkan material uji selama minimal 1 menit dan maksimal 10 menit, hal ini bertujuan untuk mengeringkan bagian permukaan material yang akan dilakukan pengaplikasian developer.

6) Pengaplikasian *Developer*

Setelah material yang diuji sudah melalui tahap-tahap yang ditentukan tadi, maka tahap selanjutnya adalah pengaplikasian *developer*. Sebelum pengaplikasian *developer*, kaleng *developer* harus dikocok terlebih dahulu, hal ini bertujuan supaya terjadi pencampuran yang sempurna dari *developer* yang akan dilakukan untuk pengujian tersebut. Kemudian, *developer* harus disemprotkan sampai terbentuk lapisan tipis yang rata. Jarak penyemprotan *developer* ke benda kerja ini minimal antara 15-20 cm.

- 7) Catatan Pengujian
 - a) Pencahayaan
Pecahayaannya pada saat pengujian harus dilakukan di bawah cahaya langsung dengan intensitas minimal sebesar 1000 Lux (100 fc), diukur pada permukaan yang sedang dilakukan pengujian. Sumber cahaya dan verifikasi intensitas cahayanya harus didemonstrasikan dan dicatat dalam laporan.
 - b) Pengamatan
Pengamatan terhadap indikasi yang terbentuk dapat dilakukan selama dan setelah pengaplikasian developer, waktu untuk interpretasi akhir dilakukan yaitu antara 10 hingga 30 menit, dihitung setelah developer mengering pada benda kerja yang dilakukan pengujian.
 - c) Pembersihan Akhir
Pembersihan akhir dilakukan setelah pengujian selesai dilakukan, pembersihan akhir harus dilakukan sesegera mungkin dengan cara yang tidak merusak material uji.

5. Pengecoran Isian Tiang Pancang

- a. Sebelum dilakukannya pengecoran isian pancang, tulangan spiral dimasukkan terlebih dahulu ke dalam tiang pancang yang hendak dicor.
- b. Setelahnya baru tiang pancang diisi dengan menggunakan beton mutu Fc'30 MPa dengan tambahan bahan aditif jenis SCC (*Self Compacting Concrete*). Campuran SCC pada beton ini mengakibatkan beton dapat dengan mudah mengalir dengan sendirinya ke seluruh celah-celah karena beton tersebut memiliki sifat dapat memadatkan sendiri, tanpa adanya bantuan dari alat penggetar untuk memadatkannya.

D. Tenaga Kerja

Kebutuhan Tenaga Kerja untuk pelaksanaan pekerjaan pemancangan di Jembatan Pemali Brebes adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Tenaga Kerja Proyek Jembatan CH Pemali B Brebes

No.	Tenaga Kerja	Jumlah Kebutuhan	Keterangan
1.	Pelaksana	1 orang	
2.	Operator Crane Pancang	1 orang / crane	Bersertifikat
3.	Operator Crane Service	1 orang / crane	Bersertifikat
4.	Welder	2 orang	Bersertifikat
5.	Rigger	2 orang	Bersertifikat
6.	Safety Officer	1 orang	Bersertifikat
7.	Logistik	1 orang	
8.	Crew Crane Service	1 orang	

(Sumber: Data Proyek)

E. Permasalahan yang Terjadi

Pada saat proses pekerjaan tiang pancang di proyek Pemali, penyusun menjumpai beberapa permasalahan yang cukup menarik untuk dibahas yaitu:

1. Tiang pancang miring pada titik 36 dan titik 37, dikarenakan ujung tiang pancang sudah mencapai kedalaman dengan kondisi tanah yang keras tetapi masih dipukul dengan menggunakan alat berat *Flaying Hammer*.
2. Tiang pancang retak pada titik 37, dikarenakan tiang pancang belum masuk

Flaying Hammer dengan sempurna, dengan kata lain *Flaying Hammer* terpasang secara miring tetapi masih tetap ditumbuk.

3. Terdapat batu besar pada lokasi pemancangan titik 21 dan titik 24 sehingga tiang pancang tidak bisa terpasang dengan sempurna.

F. Solusi Permasalahan

1. Jika sudah terjadi kemiringan seperti permasalahan pada point 1, maka proses pemancangan pada titik tersebut dihentikan untuk menghindari kemiringan yang makin parah. Meskipun terdapat tiang pancang yang miring pada titik 36 dan titik 37 di *per head* namun hal itu tidak terlalu menjadi masalah besar karena kemiringannya hanya ± 5 cm sedangkan ketentuan dalam proyek tersebut memiliki toleransi kemiringan untuk tiang pancang maksimal 7,5 cm.
2. Jika sudah terjadi keretakan seperti permasalahan pada point 2, maka proses pemancangan pada titik tersebut dihentikan, jika tetap dilanjutkan dikhawatirkan ujung tiang pancang akan semakin retak kemudian pecah. Permasalahan tersebut bisa diatasi dengan cara memotong sebagian tiang pancang yang retak kemudian disambung lagi dengan tiang pancang yang baru.
3. Jika sudah terjadi permasalahan seperti yang dijelaskan pada point 3, maka pemasangan tiang pancang harus dipindah beberapa meter dari titik awal perencanaan.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai metode pengerjaan spun pile proyek Jembatan CH Pemali di atas, dapat disimpulkan bahwa alat dan bahan yang digunakan meliputi berbagai peralatan seperti ponton, cofferdam sheetpile, crawler crane, dan lain sebagainya, sedangkan tahap pekerjaan pemancangan tiang pancang mencakup persiapan, pengadaan, transportasi, penyimpanan, pengaturan, pendirian, pemancangan, serta uji analisis pemancangan dan penetrasi. Solusi untuk permasalahan yang muncul selama proses pemancangan juga telah diidentifikasi, termasuk tindakan seperti menghentikan pemancangan pada titik tertentu jika terjadi kemiringan atau keretakan, serta memindahkan pemasangan tiang pancang jika diperlukan. Sebagai saran, perhatian khusus diperlukan dalam pengelasan dan pengecatan penyambungan tiang pancang, serta pentingnya pengawasan vertikalitas selama proses pemancangan. Selain itu, perlu diingat bahwa pemancangan harus dihentikan jika mencapai kedalaman pada tanah keras.

BIBLIOGARFI

- Adisaputro, S. E. (2020). Pengembangan Sumber Daya Manusia Di Era Milenial Membentuk Manusia Bermartabat. *J-KIs: Jurnal Komunikasi Islam*, 1(1).
- Anas, A. (2022). Sumber daya manusia Indonesia di era globalisasi. *Jurnal Ilmiah Promis*, 3(2), 110–130.
- Anwar, M., Sunasih, R. A., & Muzaki, Z. (2021). *Reaktualisasi Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam Berbagai Perspektif*. Guepedia.
- Ayuningtyas, I. (2022). *Metode Pengerjaan Spun Pile Abutment 1 Pada Proyek Jembatan Kali Pemali B Kab. Brebes Jawa Tengah*. Universitas Panca Sakti.
- Fadlan, R., Syah, A., Suhirkam, D., & Subrianto, A. (2019). Tinjauan Disain Struktur Jembatan Beton Prategang dari Sisi Abutmen (25-30). *PILAR*, 14(2).
- Hambali, D. S., Rizal, A. S., & Nurdin, E. S. (2020). Implementasi Pragmatisme Pada

- Pendidikan Tinggi Vokasional Abad XXI. *Jaqfi: Jurnal Aqidah Dan Filsafat Islam*, 5(1), 83–100.
- Julaiha, S., & Kadir, M. (2013). Analisis Penilaian Stakeholders Terhadap Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL) Mahasiswa Program Studi (Prodi) Manajemen Pendidikan Islam. *FENOMENA*, 5(1).
- Noviyanto, N. (2022). *Penentuan Koordinat Titik Tiang Pancang Pada Proyek Jembatan Kali Pemali B Kab. Brebes Jawa Tengah*. Universitas Panca Sakti.
- Pratiwi, R. H. (2016). *Dampak Kemacetan Terhadap Kondisi Sosial Dan Ekonomi Pengguna Jalan Di Jakarta Utara (Studi Kasus: Pegawai Kantor Kecamatan Cilincing dan Pegawai Rumah Sakit Umum Kecamatan (RSUK) Cilincing Jakarta Utara)*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Unpas Bandung.
- Radiansyah, A., Kardini, N. L., Rachmawati, A. W., Nandini, W., Endrasprihatin, R., Purwatmini, N., Sugiyanto, E., Sitompul, P., & Wulandari, D. (2023). *MSDM Perusahaan Pada Era Revolusi Industri 4.0 Menuju Era Society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Santika, I. G. N. (2021). Grand desain kebijakan strategis pemerintah dalam bidang pendidikan untuk menghadapi revolusi industri 4.0. *Jurnal Education and Development*, 9(2), 369–377.
- Somantri, S. (2019). Jaminan Perlindungan Hukum sebagai Prinsip Profesionalitas Dosen dalam Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). *Jurnal Hukum Positum*, 4(2), 95–119.
- Utami, M. Y. (2022). *Prosedur Pelaksanaan Test Pile Driving Analyzer (Pda) Pada Tiang Pancang Proyek Jembatan Kali Pemali B Kabupaten Brebes Jawa Tengah*. Universitas Panca Sakti.
- Wahyu, I. H. M., Al Musadad, K., Narayudha, M., & Adi, R. Y. (2013). Perencanaan Penggantian Jembatan Tinjomoyo Kota Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(2), 130–138.
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., Nyoto, A., & Malang, U. N. (2016). Transformasi pendidikan abad 21 sebagai tuntutan pengembangan sumber daya manusia di era global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 1(26), 263–278.

Copyright holder:

Misbahul Khoir, Uswatun Khasanah, Dwi Denny Apriliano (2024)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

