



LAPORAN KERJA PRAKTIK

PROYEK KERETA CEPAT JAKARTA BANDUNG

PT. Wijaya Karya

AHMAD NURFIKRI FARNANDA

NRP. 0311174000111

FIKRI HAFIDH PRATAMA

NRP. 0311174000126

Dosen Pembimbing

Dr. Candra Irawan, ST., MT.

Pembimbing Lapangan

Ilham Rizky Darmawan, ST.

Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2020

LAPORAN KERJA PRAKTIK PROYEK KERETA CEPAT JAKARTA BANDUNG

AHMAD NURFIKRI FARNANDA NRP. 03111740000111
FIKRI HAFIDH PRATAMA NRP. 03111740000126

Surabaya, 12 Januari 2021
Menyetujui,

Dosen Pembimbing Internal



Dr. Candra Irawan, ST., MT.
NIP. 19900823 201504 1 001

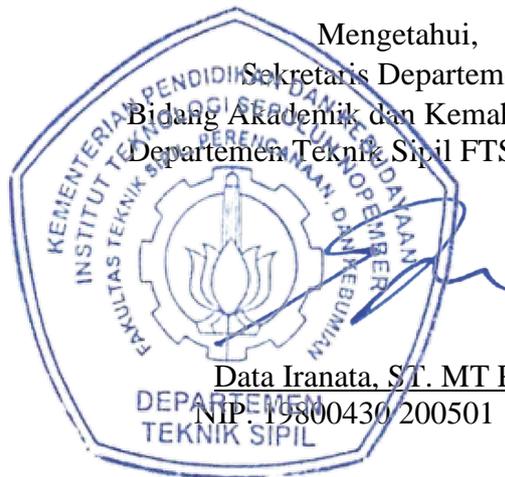
Dosen Pembimbing Lapangan



Ilham Rizky Darmawan, ST.
Site Engineer Proyek

Mengetahui,

Sekretaris Departemen I
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan
Departemen Teknik Sipil FTSPK - ITS



Data Iranata, ST. MT PhD
NIP. 19800430 200501 1 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, kami dapat melaksanakan Kerja Praktek dan menyelesaikan laporan Kerja Praktek pada Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung Section Station Halim

Dalam menyelesaikan laporan ini, kami tim penulis, mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh sebab itu tim penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Candra Irawan S.T., M.T. selaku dosen pembimbing di kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
2. Bapak Mario Frankista S. S.T., M.M., selaku Manajer Konstruksi Section Station Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung.
3. Bapak Ilham Rizky Darmawan S.T. selaku On Site Engineer (Pelaksana) Section Station Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung, dan pembimbing lapangan yang telah membimbing kami selama masa Kerja Praktek.
4. Teman-teman Kerja Praktek di Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung Section Station Halim periode 1 Juli – 1 September 2020.
5. Serta semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam kelancaran proses pelaksanaan Kerja Praktek maupun penyusunan Laporan Kerja Praktek ini.

Tim penulis berharap kritik dan saran dapat diberikan agar kekurangan-kekurangan dalam laporan ini dapat diperbaiki. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, penulis, dan semua pihak yang terkait dalam aktivitas Kerja Praktek.

Jakarta, 7 September 2020

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR GAMBAR	5
BAB I PENDAHULUAN	10
1.1 Latar Belakang Kerja Praktek	10
1.2 Tujuan Kerja Praktek	10
1.3 Waktu dan Tempat Kerja Praktek	10
1.4 Peserta Kerja Praktek.....	11
1.5 Metode Pelaksanaan Kerja Praktek.....	11
BAB II GAMBARAN UMUM PROYEK.....	12
2.1 Latar Belakang Proyek.....	12
2.2 Maksud dan Tujuan Proyek	12
2.3 Lokasi Proyek	12
2.4 Data Proyek.....	14
2.4.1 Data Umum Proyek.....	14
2.4.2 Data Teknis Proyek.....	15
2.4.3 Ruang Lingkup Pekerjaan Proyek.....	16
2.4.4 Struktur Organisasi Proyek	16
2.4.5 Manajemen Proyek	17
2.5 <i>Site Management</i> Proyek Section Station Halim	18
2.5.1 Akses Keluar-Masuk Menuju Proyek	19
2.5.2 Site Office Proyek.....	19
2.5.3 Ruang SHE dan Klinik Proyek	20
2.5.4 Gudang (<i>warehouse</i>) dan <i>Rebar Workshop</i>	21
BAB III METODE PELAKSANAAN	22
3.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur.....	22
3.1.1 Metode Pekerjaan Bored Pile.....	22
3.1.2 Metode Pekerjaan Pile Cap	30
3.1.3 Metode Pekerjaan Tie Beam	37
3.1.4 Metode Pekerjaan Pier	40
3.1.5 Metode Pekerjaan Shoring PCH	47
3.1.6 Metode Pekerjaan Kolom Pedestal	53
3.1.7 Metode Pekerjaan Bearing Pad	57
3.1.8 Metode Pekerjaan Box Girder.....	62

BAB IV TAMBAHAN DAN HAL-HAL MENARIK	80
4.1 Batching Plant Wika Beton Section Station Halim.....	80
4.2 Trial Mix	87
4.3 Erection U-Shape Girder LRT (LRT Diversion, Jatiwaringin, Jakarta Timur)	89
4.4 Pekerjaan CFG Pile.....	95
4.5 Pekerjaan RJG.....	99
4.6 Test pada Bored Pile	100
4.7 Test pada Pier.....	107
4.8 Test pada Tanah Dasar.....	110
BAB V K3L (KEAMANAN, KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN) 115	
5.1 Proses Identifikasi Bahaya dan Pengendalian Penilaian Resiko	115
5.2 Aturan dan Regulasi Keselamatan untuk Semua Pekerja	116
5.3 Pengondisian Pekerja dan Pengunjung Proyek	117
5.4 Pencegahan Terjatuh dari Crane	117
5.5 Pencegahan Kontak dengan Alat Berat dan Pekerja	117
5.6 Pencegahan untuk Memukul dengan Bahan Pengangkat dan Lalu Lintas.....	117
5.7 Pencegahan Pemotongan Kabel Utilitas yang Ada	118
5.8 Pencegahan Penularan COVID-19.....	118
5.9 Perencanaan Lingkungan	119
5.10 Alat Perlindungan Diri (APD)	120
BAB VI PENUTUP	124
6.1 Tinjauan Umum	124
6.2 Kesimpulan	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Lokasi Rencana Station Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung.....	13
Gambar 2 Lokasi Section Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung.....	13
Gambar 3 Pembagian Kontrak Kerja.....	14
Gambar 4 Struktur Pembiayaan dan Pembayaran	15
Gambar 5 Pembagian Lingkup Pekerjaan Indonesia dengan China	16
Gambar 6 Struktur Organisasi Proyek	17
Gambar 7 Akses Jalan Menuju Proyek.....	19
Gambar 8 Site Office Section Station Halim.....	20
Gambar 9 Ruang Kantor Site Office.....	20
Gambar 10 Ruang Klinik.....	21
Gambar 11 Gudang (warehouse)	21
Gambar 12 Rebar Workshop	21
Gambar 13 Pembersihan Lahan.....	22
Gambar 14 Penggalian Tanah.....	23
Gambar 15 Pembesian Bored Pile	23
Gambar 16 Contoh Shop Drawing (Bored Pile) Jarak <i>Stiffner</i>	24
Gambar 17 Contoh Shop Drawing (Bored Pile) <i>Rebar Arrangement</i>	24
Gambar 18 Contoh Shop Drawing (Bored Pile) Detail Sambungan.....	25
Gambar 19 Checklist Pembesian Bored Pile	25
Gambar 20 Pemosisian Alat Berat.....	26
Gambar 21 Pemasangan Casing.....	26
Gambar 22 Pemasangan Casing.....	27
Gambar 23 Pemasangan Casing.....	27
Gambar 24 Pengeboran.....	28
Gambar 25 Penempatan Tulangan Bored Pile	28
Gambar 26 Penempatan Tulangan Bored Pile	29
Gambar 27 Pemasangan Pipa Tremi.....	29
Gambar 28 Pengecoran Bored Pile.....	30
Gambar 29 Penggalian Tanah disekitar Bored Pile	31
Gambar 30 Pembobokan Bored Pile.....	31
Gambar 31 Pembuatan Land Concrete Pile Cap.....	32
Gambar 32 Pembesian Pile Cap tahap 1	33
Gambar 33 Pembesian Pile Cap tahap 2	33
Gambar 34 Pembesian Pile Cap tahap 3	33
Gambar 35 Pembesian Pile Cap tahap 4	34
Gambar 36 Contoh Shop Drawing (Pile Cap) <i>Rebar Arrangement</i>	34
Gambar 37 Pemasangan Bekisting Pile Cap.....	35
Gambar 38 Slump Test Pengecoran Pile Cap	35
Gambar 39 Pengecoran Pile Cap menggunakan Concrete Pump	36
Gambar 40 Pengecoran Pile Cap menggunakan Concrete Pump	36
Gambar 41 Pengecoran Pile Cap menggunakan Talang	36

Gambar 42 Pengecoran Pile Cap menggunakan Talang	37
Gambar 43 Pembesian Tie Beam.....	38
Gambar 44 Pemasangan Bekisting Tie Beam.....	39
Gambar 45 Persiapan pengecoran Tie Beam	39
Gambar 46 Pengecoran Tie Beam menggunakan Concrete Pump	40
Gambar 47 Pier Single Track dan Double Track (Transisi menuju Station Halim)	41
Gambar 48 Pier Single Track.....	41
Gambar 49 Contoh Shop Drawing (Pier) Pengelasan pada sambungan	42
Gambar 50 Pembesian Pier Tahap Pertama.....	43
Gambar 51 Pembesian Pier Head.....	43
Gambar 52 Pemasangan Formwork Pier	44
Gambar 53 Pengecoran Pier Tahap Pertama.....	45
Gambar 54 Slump Test Pengecoran Pier Head	45
Gambar 55 Pengecoran Pier Head	46
Gambar 56 Komponen pada Shoring PCH.....	47
Gambar 57 Pekerjaan pemasangan shoring PCH	48
Gambar 58 Pekerjaan pelepasan shoring PCH	49
Gambar 59 Shoring PCH yang telah selesai terpasang	49
Gambar 60 Land Concrete (LC)	50
Gambar 61 Jackbase shoring PCH.....	51
Gambar 62 Adjustable shoring PCH.....	51
Gambar 63 Pemasangan shoring PCH per layer	52
Gambar 64 U-head shoring PCH	52
Gambar 65 Kolom Pedestal	53
Gambar 66 Proses marking oleh surveyor	53
Gambar 67 Pembesian kolom pedestal	54
Gambar 68 Pipa blackout.....	54
Gambar 69 Pemasangan formwork pedestal.....	55
Gambar 70 Checklist kolom pedestal	55
Gambar 71 Loading beton ke bucket	56
Gambar 72 Lifting bucket dengan crane + pengecoran	56
Gambar 73 Bearing Pad.....	57
Gambar 74 Pembobokan bagian atas kolom pedestal.....	57
Gambar 75 Pencabutan pipa blackout	58
Gambar 76 Peletakkan bearing pad	58
Gambar 77 Pemasangan formwork bearing pad	59
Gambar 78 Pengecekan kerataan bearing pad	59
Gambar 79 Pengecekan verticality bearing pad.....	60
Gambar 80 Pengecekan jarak as ke as bearing pad.....	60
Gambar 81 Proses mixing material grouting	61
Gambar 82 Proses grouting bearing pad	61
Gambar 83 Box Girder.....	62
Gambar 84 Proses pouring Land Concrete (LC).....	63
Gambar 85 Perataan LC.....	63

Gambar 86 Pelansiran shoring PCH	64
Gambar 87 Pemasangan shoring PCH.....	64
Gambar 88 Pemasangan long beam dan cross beam	65
Gambar 89 Bottom formwork.....	66
Gambar 90 Pemasangan joint filler bottom formwork	66
Gambar 91 Proses pengangkatan sleeper ke bottom formwork.....	67
Gambar 92 Proses Pembebanan.....	67
Gambar 93 Pemasangan outer formwork.....	68
Gambar 94 Pembesian bottom slab box girder	69
Gambar 95 Pemasangan inner formwork.....	70
Gambar 96 Pembesian top slab box girder	71
Gambar 97 pengecoran box girder.....	72
Gambar 98 Finishing pengecoran box girder.....	72
Gambar 99 Proses Curing Box Girder	73
Gambar 100 Pelepasan outer formwork.....	74
Gambar 101 Pelepasan inner formwork.....	74
Gambar 102 Proses stressing strand.....	75
Gambar 103 Alat stressing strand	75
Gambar 104 Proses pemotongan strand	76
Gambar 105 Strand sudah terpotong.....	76
Gambar 106 Proses caping casting strand.....	77
Gambar 107 Proses grouting tendon.....	78
Gambar 108 Proses mixing material grouting	78
Gambar 109 Pelepasan shoring PCH.....	79
Gambar 110 Gudang Penyimpanan Material Beton	80
Gambar 111 Gudang Penyimpanan Material Beton	81
Gambar 112 Silo Batching Plant.....	81
Gambar 113 Ruang Curing Benda Uji	82
Gambar 114 Benda Uji Mutu Beton China.....	83
Gambar 115 Monitor pada Control Room	84
Gambar 116 Monitor pada Control Room	84
Gambar 117 Proses Pemindahan Material Beton.....	85
Gambar 118 Stockyard Batching Plant	85
Gambar 119 Monitor cctv Disaat Proses Pembuatan Beton	86
Gambar 120 Beton segar disuplai menggunakan Truk Mixer	86
Gambar 121 Slump Test Trial Mix	87
Gambar 122 Slump Test Trial Mix	87
Gambar 123 Memasukkan beton ke Benda Uji	88
Gambar 124 Memasukkan beton ke Benda Uji	88
Gambar 125 Toolbox Meeting Erection Girder	89
Gambar 126 Penempatan Plat Baja.....	90
Gambar 127 Crawler Crane kapasitas 250 ton.....	91
Gambar 128 Trailer Multi-Axle.....	91
Gambar 129 Girder yang sudah ditempatkan diatas Trailer Multi-Axle	92

Gambar 130 Girder yang sudah ditempatkan diatas Trailer Multi-Axle	92
Gambar 131 Spreader Beam pada Girder U-Shape LRT	93
Gambar 132 Proses Erection Girder U-Shape LRT	94
Gambar 133 Proses Erection Girder U-Shape LRT	94
Gambar 134 CFG Pile.....	95
Gambar 135 Alat Bor (Drilling Machine).....	96
Gambar 136 Mata Bor (Auger).....	96
Gambar 137 Pekerjaan penggalian tanah.....	97
Gambar 138 Pembesian pile cap CFG	98
Gambar 139 Pile cap CFG	98
Gambar 140 Pengetesan pada Bored Pile	100
Gambar 141 PIT Test.....	100
Gambar 142 Alat Pile Integrity Test (PIT)	101
Gambar 143 Pemasangan sensor PIT.....	102
Gambar 144 Proses Pile Integrity Test (PIT).....	102
Gambar 145 PDA Test.....	103
Gambar 146 Peralatan Pengetesan PDA	104
Gambar 147 Proses Pengetesan PDA	104
Gambar 148 Pile Driving Analyzer	105
Gambar 149 Hammer PDA Test.....	106
Gambar 150 Pemasangan Kerangka dan Hammer menggunakan Crane.....	106
Gambar 151 Pemasangan sensor PDA Test.....	107
Gambar 152 Schmidt Hammer	107
Gambar 153 Mekanisme Hammer Test	108
Gambar 154 Pelaksanaan Hammer Test	109
Gambar 155 Grafik Hammer Test	109
Gambar 156 Contoh Formuir <i>Hammer Test</i>	110
Gambar 157 Test CBR Pada Tanah	110
Gambar 158 Pemadatan tanah dengan Vibro roller	112
Gambar 159 Proses CBR Test	113
Gambar 160 Alat CBR Test.....	113
Gambar 161 Contoh lembar record CBR Test.....	114
Gambar 162 Prinsip Keselamatan Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung.....	115
Gambar 163 Flowchart Protokol COVID-19.....	118
Gambar 164 Sepatu Safety SNI	120
Gambar 165 Rompi Safety.....	120
Gambar 166 Helm Safety SNI	120
Gambar 167 Body Harness	121
Gambar 168 Tool Box Meeting (TBM).....	121
Gambar 169 SHE Morning Talk.....	121
Gambar 170 Induksi dari Safety Officer.....	121
Gambar 171 Inspeksi Alat Berat (Vibroroller)	121
Gambar 172 Inspeksi Alat Berat (Crane).....	122
Gambar 173 Inspeksi Manlift	122

Gambar 174 Inspeksi Scaffolding.....	122
Gambar 175 Form Checklist Inspeksi Scaffolding	122
Gambar 176 Pengukuran Pencahayaan.....	123
Gambar 177 Pengukuran Kebisingan	123
Gambar 178 Rapid Test berkala.....	123
Gambar 179 Penyemprotan disinfektan APD	123

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kerja Praktek

Teknik sipil merupakan salah satu cabang ilmu teknik yang mempelajari tentang perencanaan, pembangunan, dan pemeliharaan bangunan serta infrastruktur. Teknik sipil berkembang memberi dukungan penting di sektor publik dan swasta. Mahasiswa teknik sipil harus memiliki keahlian untuk mengetahui bagaimana proses bekerja dalam proyek, mulai dari perencanaan awal, proses pembuatan jadwal, merencanakan struktur bangunan, metode konstruksi, hingga analisis keuangan.

Berbagai keahlian tersebut akan digunakan dalam dunia kerja. Demi meminimalisir ketidaksiapan lulusan baru dalam dunia kerja, departemen Teknik Sipil ITS Surabaya mewajibkan para mahasiswa, khususnya mahasiswa semester VII untuk melaksanakan Kerja Praktek (KP). Hal ini bertujuan untuk menghasilkan lulusan Sarjana Teknik Sipil yang profesional dan siap untuk bersaing di dalam dunia kerja. Selain sebagai prasyarat lulus, Kerja Praktek juga bertujuan agar mahasiswa dapat mengaplikasikan teori yang didapat dalam perkuliahan dengan keadaan sebenarnya di lapangan, dan juga untuk mendapatkan ilmu baru yang tidak didapatkan di dalam kampus.

Dalam Kerja Praktek ini, tim penulis melakukan kerja praktik pada Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung Section Station Halim, dengan kontraktor PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk.

1.2 Tujuan Kerja Praktek

Tujuan utama kerja praktik ini adalah sebagai penunjang teori yang sudah diberikan dalam mata perkuliahan sehingga mahasiswa dapat mengetahui secara langsung bagaimana penerapannya di lapangan dengan arahan dan bimbingan baik di lapangan maupun di kampus. Selain itu tujuan kerja praktik ini adalah untuk mengetahui kendala-kendala yang sering terjadi selama pelaksanaan, faktor yang menyebabkan terjadinya masalah serta bagaimana cara mengatasinya di lapangan. Adapun detail tujuan kerja praktik ini adalah :

1. Mendapatkan kesesuaian antara teori yang didapat pada perkuliahan dengan kondisi pelaksanaan di lapangan.
2. Mengetahui dan menganalisis kejadian-kejadian di lapangan dan permasalahannya.
3. Mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi yang ada di Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung Section Station Halim
4. Mengetahui cara melakukan pengawasan suatu pekerjaan dalam pelaksanaan pekerjaan.
5. Mendapatkan pengalaman kerja, serta melatih dan meningkatkan kemampuan berkoordinasi dan berkomunikasi.

1.3 Waktu dan Tempat Kerja Praktek

Kerja Praktek ini dilaksanakan pada tanggal 1 Juli 2020 sampai dengan tanggal 1 September 2020, dimana hari kerja dimulai hari Senin sampai dengan Jumat dengan jam kerja selama sembilan jam dimulai pukul 08.00 WIB hingga 17.00 WIB. Lokasi Kerja Praktek berada di Halim, Jakarta Timur.

1.4 Peserta Kerja Praktek

Peserta Kerja Praktek ini adalah satu kelompok yang beranggotakan dua orang mahasiswa Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Yaitu :

1. Ahmad Nurfikri Farnanda NRP 03111740000111
2. Fikri Hafidh Pratama NRP 03111740000126

1.5 Metode Pelaksanaan Kerja Praktek

Metode yang dilakukan dalam kerja praktik ini meliputi :

1. Pengamatan di Lapangan
Pengamatan yang dilakukan meliputi jenis pekerjaan, metode pelaksanaan, dan pemecahan masalah yang terjadi di lapangan.
2. Asistensi
Asistensi dilakukan kepada dosen pembimbing kerja praktik di Departemen Teknik Sipil ITS Surabaya. Konsultasi dilakukan untuk membantu memecahkan permasalahan yang ada di lapangan untuk melihat kesesuaian antara teori dan praktik di lapangan.
3. Studi Literatur
Studi literatur adalah mempelajari buku-buku atau artikel ilmiah untuk mempelajari teori-teori yang telah didapat dalam perkuliahan untuk dibandingkan dengan kenyataan pelaksanaan di lapangan.
4. Penulisan Laporan Kerja Praktik
Penyusunan laporan ini dibuat berdasarkan hasil pengamatan terhadap pekerjaan struktur yang berlangsung selama kerja praktik. Laporan ini yang nantinya akan dikonsultasikan dan disetujui oleh pembimbing lapangan dan dosen pembimbing di Departemen Teknik Sipil ITS.

BAB II GAMBARAN UMUM PROYEK

2.1 Latar Belakang Proyek

Didorong oleh pemerintah China dan Indonesia, konsorsium China dan Indonesia bekerja sama membangun kereta cepat Jakarta-Bandung melalui *Business to Business model*, perusahaan dari kedua Negara akan bekerja sama erat di bidang investasi, penyelidikan rancangan, konstruksi proyek, pembuatan perlengkapan, manajemen operasi, pelatihan personel dan sebagainya. Pada 22 April 2015, Direktur Komisi Pembangunan Nasional dan Reformasi Republik Rakyat Tiongkok, XU SHAO SHI dan Menteri Kementerian Badan Usaha Milik Negara Republik Indonesia, Rini Soemarno, mewakili pemerintah China dan Indonesia mendatangi Perjanjian Kerangka Kerja sama Penyelenggaraan Kereta Cepat Jakarta-Bandung antara Komisi Pembangunan Nasional dan Reformasi Republik Rakyat Tiongkok dan Kementerian Badan Usaha Milik Negara Republik Indonesia.

Bentuk kerjasama ini diwujudkan dalam suatu Joint Venture Company (KCIC) dengan komposisi penyertaan Konsorsium Indonesia 60% dan Konsorsium Cina 40% .



Struktur pembiayaan proyek terdiri dari 25% ekuitas dan 75% pinjaman. Pinjaman bersumber dari China Development Bank. Porsi pinjaman 40% RMB dengan rate 3.46% per tahun dan 60% USD dengan rate 2% per tahun. Dalam proyek ini diharapkan diberikan fasilitas fiskal berupa insentif pajak termasuk tapi tidak terbatas pada PPn, PPh badan, Import Tarif.

2.2 Maksud dan Tujuan Proyek

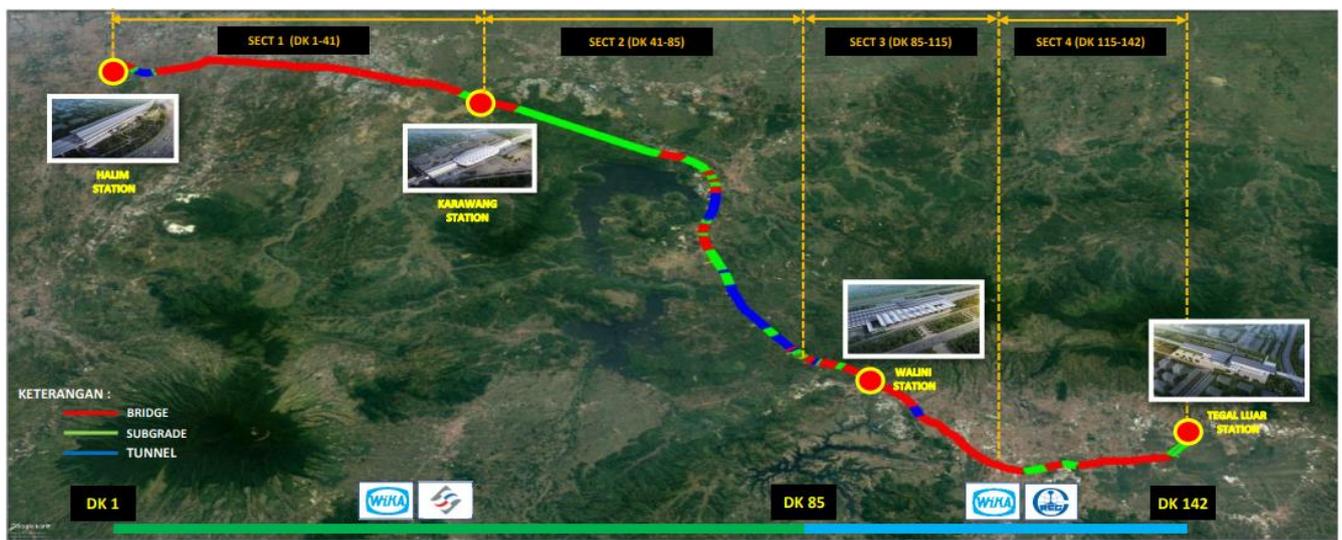
Maksud dan tujuan dari dilaksanakannya Proyek Pembangunan Kereta Cepat Jakarta – Bandung ini adalah untuk membangun lintasan kereta cepat dari Halim di Jakarta, sampai dengan Tegal Luar di Kabupaten Bandung, yang nantinya diharapkan dapat meningkatkan perekonomian Jakarta dan Bandung.

2.3 Lokasi Proyek

Proyek pembangunan Kereta Cepat Jakarta-Bandung yang menjadi lokasi Kerja Praktek kami adalah Section Station Halim, Jakarta Timur, maupun pembagian serta lokasi umum dari Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung ini adalah sebagai berikut, ditampilkan pada gambar dibawah ini,



Gambar 1 Lokasi Rencana Station Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung



Gambar 2 Lokasi Section Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa dalam pelaksanaan proyek Kereta Cepat Jakarta Bandung ini, terdapat lima pembagian *section* lingkup kerja, antara lain adalah sebagai berikut,

- *Section 1* : Halim – Karawang (DK 0+000 – 42+000)
- *Section 2* : Karawang – Purwakarta (DK 42+000 – 85+000)
- *Section 3* : Purwakarta – Cimahi (DK 85+000 – 127+000)
- *Section 4* : Cimahi – Tegal Luar (DK 127+000 – 142+000)
- *Section Station*: Halim – Karawang – Walini – Tegal Luar

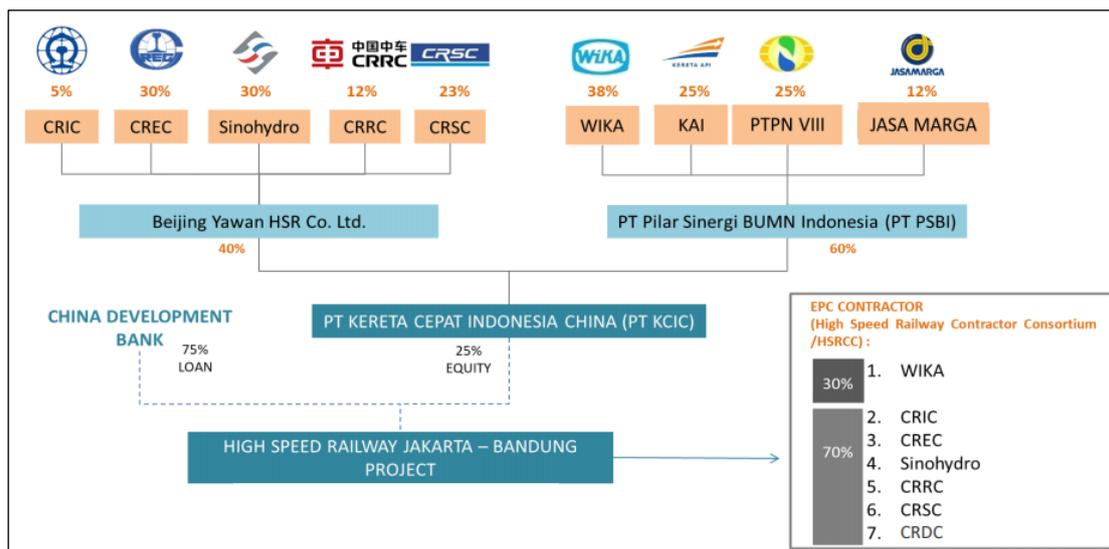
2.4 Data Proyek

2.4.1 Data Umum Proyek

(Keseluruhan Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung)

1. Nama Proyek : Jakarta-Bandung High Speed Railway
2. Owner : PT. KCIC (Kereta Cepat Indonesia China)
3. Lokasi Proyek : Halim – Tegal Luar (142,3 km)
4. Kontraktor : HSRCC (High Speed Railway Contractor Consortium)
5. Member Konsorsium Kontraktor : CRIC, CRDC, CRSC, CRRC, CREC, SINOHYDRO, WIKA
6. Porsi WIKA : 30% dari Total Kontrak JO
7. Konsultan Pengawas : CDJO (Cars Dardella Joint Operation)
8. Nilai Kontrak : Rp 62.500.000.000,00 (enam puluh dua triliun lima ratus miliar rupiah)
9. Kontrak : 0056/CA-4/KCIC/04.04.17 4 April 2017
10. Amandemen : 01 040300/HK.02/2018 tanggal 26 April 2018
11. SPMK / NTP : 0500/DIR/KCIC/06.18 tanggal 9 Juni 2018
12. Waktu Pelaksanaan : 36 bulan (9 Juni 2018 - 9 Juni 2021)
13. Sumber Pembiayaan : Equity 25% - Loan CDB 75%
14. Sistem Pembayaran : *Monthly Progress Payment*
15. Jenis / Lingkup Pekerjaan : Elevated : 83,30 km
Tunnel : 16,82 km
Subgrade : 41,68 km

(Structure of Project Implementation)



Gambar 3 Pembagian Kontrak Kerja



Gambar 4 Struktur Pembiayaan dan Pembayaran

2.4.2 Data Teknis Proyek

(Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung Section Station)

(Typical Structure Section Station)

1. Bentang Span : Rata-rata 32,5 m
2. Pier : Tinggi Minimum : 7 m
Tinggi Maksimum : 22,5 m
Rata – rata : 14,8 m
3. Pile Cap : Ukuran 7 x 5,5 x 2 m
Ukuran 12 x 5,5 x 2 m
Ukuran 11 x 6 x 2 m
Ukuran 10,4 x 4,8 x 2 m
Ukuran 10,4 x 7 x 2 m
Ukuran 10,4 x 10 x 2 m
4. Bored Pile : Kedalaman Minimum : 44 m
Kedalaman Maksimum : 70 m
Rata – rata : 57 m
5. Mutu Beton : Bored Pile : C40
Pile Cap : C40
Beam, Plate, dll : C50
Pier : C45
Pier Head : C45
Padding Stone : C50
Box Girder : C50
6. Mutu Baja : Bored Pile : HRB 500 (Main Reinforcement)
: HPB 300 (Stirrup)
Pile Cap : HRB 500
Pier : HRB 500 and HRB 400

Pier Head : HRB 400 and HPB 300
 Box Girder : HRB 500, HRB 400, HPB 300

2.4.3 Ruang Lingkup Pekerjaan Proyek

PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk. sebagai kontraktor utama Indonesia dan membawahi beberapa subkon mengerjakan keseluruhan proyek yang telah dibagi sebelumnya. Adapun ruang lingkup proyek yang dikerjakan PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk. adalah sebagai berikut,

1. Pekerjaan Persiapan
2. Pekerjaan *Subgrade*
3. Pekerjaan *Bridge* dan *Culvert*

NO	ITEM PEKERJAAN	AWAL			REVIEW		
		WIKA	CHINA	TOTAL	WIKA	CHINA	TOTAL
1	JEMBATAN CONTINUOUS BEAM	30%	70%	100%	30%	70%	100%
2	PILE CAP JEMBATAN SIMPLE BEAM	100%	0%	100%	40%	60%	100%
3	PIER JEMBATAN SIMPLE BEAM	100%	0%	100%	100%	0%	100%
4	BORE PILE JEMBATAN SIMPLE BEAM	30%	70%	100%	40%	60%	100%
5	BOX GIRDER JEMBATAN SIMPLE BEAM	25%	75%	100%	0%	100%	100%
6	TUNNEL	0%	100%	100%	0%	100%	100%
7	BUILDING (STATION)	50%	50%	100%	75%	25%	100%
8	GALIAN & TIMBUNAN	96%	4%	100%	96%	4%	100%

Gambar 5 Pembagian Lingkup Pekerjaan Indonesia dengan China

2.4.4 Struktur Organisasi Proyek

Dalam pelaksanaan suatu proyek diperlukan adanya suatu organisasi pelaksanaan yang merupakan tata kerja untuk menunjang keberhasilan proyek. Organisasi proyek dapat didefinisikan sebagai kelompok orang yang bekerjasama dalam suatu kelompok kerja yang saling terkait, bertanggung jawab, dan bekerjasama secara harmonis untuk mencapai tujuan tertentu.

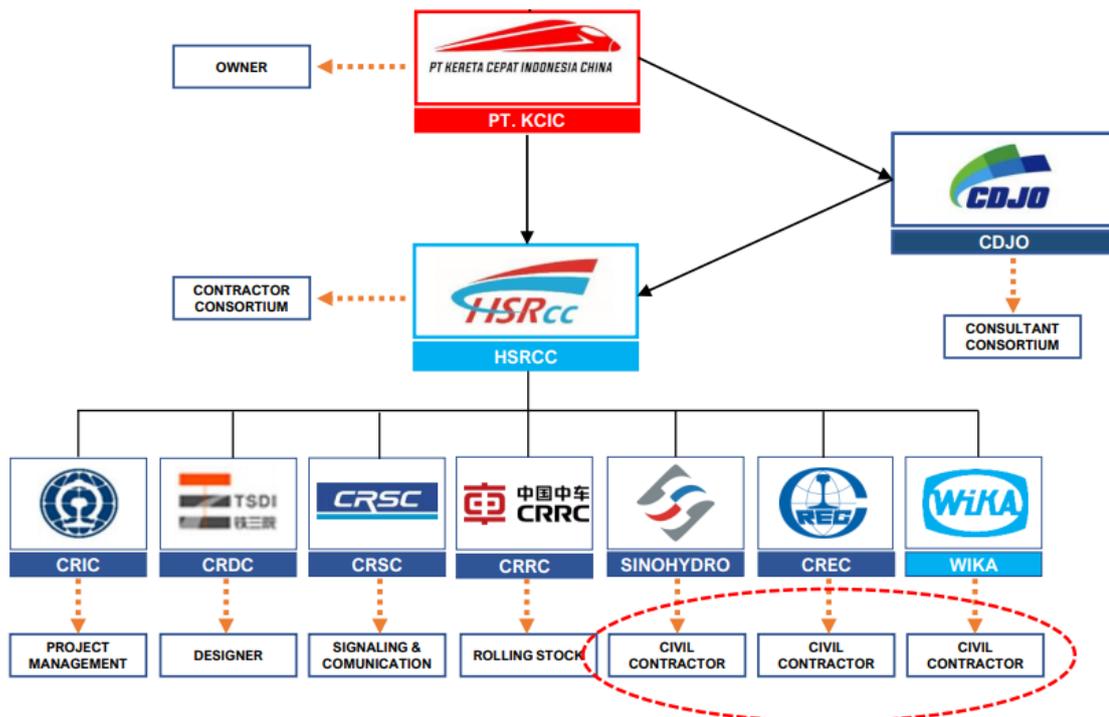
Organisasi merupakan komponen yang sangat penting dalam pengendalian dan pelaksanaan proyek. Suatu organisasi proyek yang baik harus mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. Terjadi hubungan yang harmonis dalam kerjasama, dan

2. Terjadi kerjasama berdasarkan hak, kewajiban, dan tanggung jawab masing-masing unsur pengelola proyek.

Unsur-unsur pengelola proyek pembangunan Kereta Cepat Jakarta-Bandung adalah sebagai berikut :

1. Pemberi tugas (*Owner*), yaitu PT. Kereta Cepat Indonesia China,
2. Konsultan perencana, yaitu CRDC (China),
3. Konsultan pengawas atau supervisi, yaitu PT CDJO,
4. Kontraktor pelaksana, yaitu PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk., dan
5. Sub kontraktor.



Gambar 6 Struktur Organisasi Proyek

2.4.5 Manajemen Proyek

Manajemen Proyek adalah salah satu cara yang ditawarkan untuk maksud pengelolaan suatu proyek, yaitu suatu metode pengelolaan yang dikembangkan secara ilmiah dan intensif sejak pertengahan abad ke-20 untuk menghadapi kegiatan khusus yang berbentuk proyek.

Manajemen Proyek juga merupakan usaha pada suatu kegiatan agar tujuan adanya kegiatan tersebut dapat tercapai secara efisien dan efektif. Efektif dalam hal ini adalah dimana hasil penggunaan sumber daya dan kegiatan sesuai dengan sasarannya yang meliputi kualitas, biaya, waktu dan lain-lainnya. Sedangkan efisien diartikan penggunaan sumber daya dan pemilihan sub kegiatan secara tepat yang

meliputi jumlah, jenis, saat penggunaan sumber lain dan lain-lain. Oleh sebab itu manajemen proyek pada suatu proyek konstruksi merupakan suatu hal yang tidak dapat diabaikan begitu saja, karena tanpa manajemen suatu proyek, konstruksi akan sulit berjalan sesuai dengan harapan baik berupa biaya, waktu maupun kualitas.

Manajemen Proyek meliputi proses perencanaan (*planning*) kegiatan, pengaturan (*organizing*), pelaksanaan dan pengendalian (*controlling*). Proses perencanaan, pengaturan, pelaksanaan dan pengendalian tersebut dikenal dengan proses manajemen. Tujuan dari proses manajemen adalah untuk mengusahakan agar semua rangkaian kegiatan tersebut :

- Tepat waktu, dalam hal ini tidak terjadi keterlambatan penyelesaian suatu proyek
- Biaya yang sesuai, maksudnya agar tidak ada biaya tambahan dari perencanaan biaya yang telah dianggarkan
- Kualitas yang sesuai dengan persyaratan
- Proses kegiatan dapat berjalan dengan lancar

Manajemen Proyek didalam proyek ini terbagi atas sebelas bagian, yaitu adalah sebagai berikut,

- Manajemen Integrasi Proyek
- Manajemen Lingkup Proyek
- Manajemen Jadwal Proyek
- Manajemen Biaya Proyek
- Manajemen Mutu Proyek
- Manajemen Sumber Daya Proyek
- Manajemen Komunikasi Proyek
- Manajemen Risiko Proyek
- Manajemen Pengadaan Proyek
- Manajemen HSSE Proyek
- Manajemen Engineering Proyek
- Manajemen Klaim Proyek

Dari kesebelas kegiatan manajemen proyek tersebut, masing-masing telah memiliki lingkup kegiatannya sendiri, selain itu pembagian tersebut dilakukan agar masing-masing lingkup pekerjaan dapat direncanakan, dilaksanakan, dan diawasi dengan baik.

2.5 *Site Management* Proyek Section Station Halim

Dalam sebuah proyek konstruksi, perencanaan mengenai Site Management harus dilakukan dengan baik, karena hal tersebut merupakan sebuah sistem penataan atau pengendalian dari berbagai fasilitas pendukung proyek, yang dimana hal tersebut dapat berdampak terhadap kelancaran dari suatu proyek. Selain itu Site Management berfungsi

untuk memberikan kelancaran, kemudahan, dan keamanan disaat proyek konstruksi sedang berlangsung.

Site Management pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung Section Station Halim ini terdiri atas berbagai fasilitas pendukung proyek, yang dimana fasilitas tersebut bersifat sementara, hanya disaat konstruksi sedang berlangsung. Berikut adalah fasilitas-fasilitas yang terdapat pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung Section Station Halim,

2.5.1 Akses Keluar-Masuk Menuju Proyek

Akses jalan keluar masuk ini merupakan fasilitas yang berfungsi untuk kegiatan mobilisasi antara lain seperti, mobilisasi pekerja, alat berat, material, dll. Dikarenakan hal tersebut maka akses jalan masuk ini mempunyai peranan penting terhadap segala kegiatan yang ada didalam proyek tersebut. Lokasi dari akses jalan masuk ini bertempat di samping Jalan Tol Jakarta-Cikampek, selain itu pada akses jalan masuk ini juga terdapat Pos Pengamanan, agar orang yang bukan merupakan pekerja ataupun otoritas proyek tidak dapat memasuki proyek dengan sembarangan.



Gambar 7 Akses Jalan Menuju Proyek

2.5.2 Site Office Proyek

Merupakan salah satu fasilitas pendukung dalam Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung Section Station Halim ini, berfungsi sebagai bangunan kantor sementara, yang terbuat dari baja ringan atau galvalum dan triplek, bangunan kantor tersebut berfungsi sebagai ruang bekerja bagi Tim Engineer on Site, Quality Assurance, Surveyor, Safety Health Environment, sekretaris, dan Manajer Konstruksi, maupun ketika terdapat kunjungan dari konsultan supervisi, sub-kontraktor, atau klien. Didalam Site Office ini terdapat ruang resepsionis, ruang tunggu, ruang kantor, ruang meeting, dan ruang manajer konstruksi, dan toilet yang cukup memadai. Selain itu dibagian luar juga terdapat ruang parkir untuk mobil dan motor bagi para pekerja.



Gambar 8 Site Office Section Station Halim



Gambar 9 Ruang Kantor Site Office

2.5.3 Ruang SHE dan Klinik Proyek

Aspek K3L merupakan salah satu aspek yang harus terpenuhi didalam sebuah proyek, untuk menunjang aspek itu dibangunlah fasilitas pendukung berupa Ruang SHE yang didalamnya terdapat ruang bekerja bagi Tim SHE (Safety Health Environment) dan tempat segala perlengkapan APD (Alat Pelindung Diri) yang dibutuhkan didalam proyek. Selain Ruang SHE, didalam proyek ini dibangun juga fasilitas kesehatan berupa ruang klinik, yang didalamnya terdapat ruang staff medis, dan beberapa perlengkapan kesehatan seperti tabung oksigen, ranjang medis, dll. Ruangan tersebut berfungsi untuk penanganan pertama medis, ketika terjadi sebuah kecelakaan kerja didalam proyek.



Gambar 10 Ruang Klinik

2.5.4 Gudang (warehouse) dan Rebar Workshop

Merupakan bangunan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan pembuatan tulangan, didalamnya terdapat berbagai perlengkapan seperti *rebar bending machine*, gantry crane berukuran kecil, dll. Dalam bangunan ini tulangan yang masih berbentuk lurus akan ditempatkan pada *rebar bending machine*, agar bentuk tulangan sesuai dengan shop drawing, sehingga hal tersebut dapat memudahkan didalam pelaksanaan pembesian di lapangan. Selain itu terdapat juga bangunan gudang yang berfungsi sebagai penyimpanan berbagai material didalam proyek, seperti baut mur, *safety net*, semen, dll.



Gambar 11 Gudang (warehouse)



Gambar 12 Rebar Workshop

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur

3.1.1 Metode Pekerjaan Bored Pile

Bored Pile merupakan salah satu jenis pondasi dalam, yang berbentuk seperti tabung, dan terdiri atas campuran beton dengan tulangan baja, berfungsi untuk menyalurkan gaya beban dari sistem struktur bangunan yang berada di atasnya menuju tanah. Pada proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung Section Station Halim ini, salah satu pondasi yang digunakan adalah Bored Pile, berikut merupakan metode konstruksi pengerjaan dari Bored Pile,

1. Pembersihan Lahan

Sebelum pekerjaan konstruksi dimulai, pelaksana dan surveyor harus melakukan survei lapangan, untuk mengetahui kondisi topografi dimana pekerjaan konstruksi ini akan berlangsung, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui seperti apa vegetasi dari area tersebut, sehingga dari data survei dapat ditentukan langkah yang tepat untuk dilakukan pekerjaan pembersihan lahan. Pembersihan lahan dilakukan di area yang telah direncanakan dan ditentukan sebelumnya, pekerjaan pembersihan lahan ini meliputi penebangan pohon, pemotongan rumput liar, pemindahan pipa gas atau pipa air yang berada dibawah tanah (*jika ditemukan*).



Gambar 13 Pembersihan Lahan

2. Urugan Tanah

Urugan tanah atau biasa juga disebut *Land Levelling*, merupakan tahapan pekerjaan dimana excavator melakukan penggalian tanah hingga mencapai ketinggian yang telah ditentukan, dan kemiringan lereng juga harus sesuai dengan perencanaan sebelumnya, metode dari penggalian itu sendiri harus ditentukan sesuai dengan kondisi topografi yang ada, sehingga pekerjaan penggalian dapat dilakukan secara optimal.

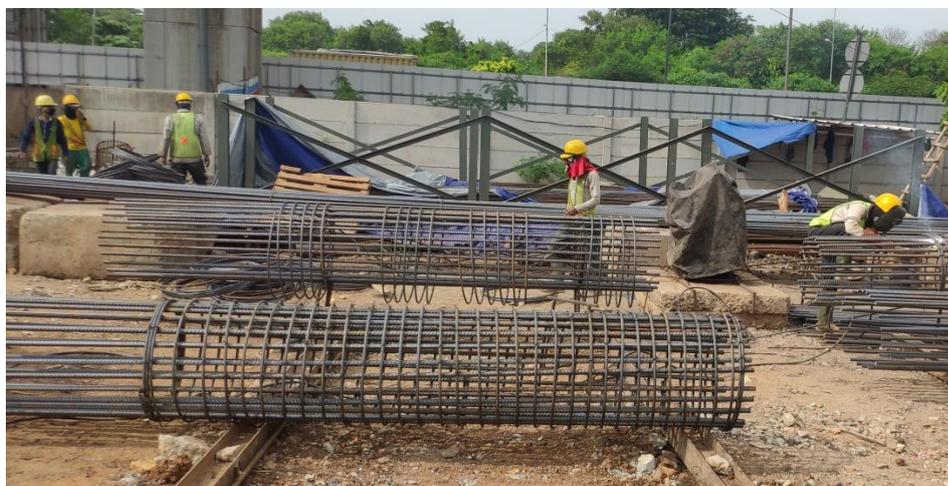


Gambar 14 Penggalian Tanah

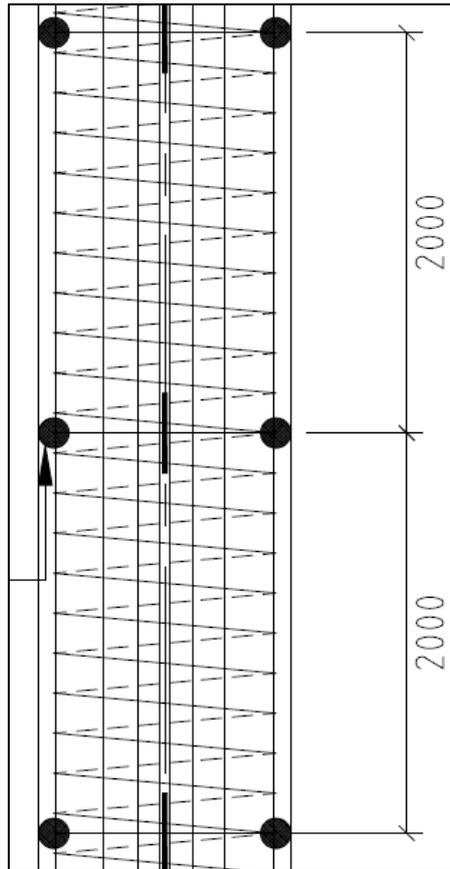
3. Pembesian Bored Pile

Pada tahap ini dilakukan perancangan tulangan baja untuk Bored Pile, dimensi dari tiap tulangan yang digunakan dan juga desain dari tulangan tersebut harus sesuai dengan *Shop Drawing*, sehingga dalam tahap pekerjaan ini Tim QC (Quality Control) harus mengawasi secara berkala agar tidak ada kesalahan didalam perancangan tulangan Bored Pile ini. Terdapat dua standar pembesian yang diterapkan yaitu Standar China dan SNI, untuk bangunan Station Halim digunakan SNI, selain Station tersebut digunakan Standar China, seperti Bored Pile, Pile Cap, Pier hingga Box Girder. Terdapat perbedaan pada Standar China dan SNI, salah satunya adalah untuk Standar China diharuskan pengelasan pada sambungan dengan panjang pengelasan 10d.

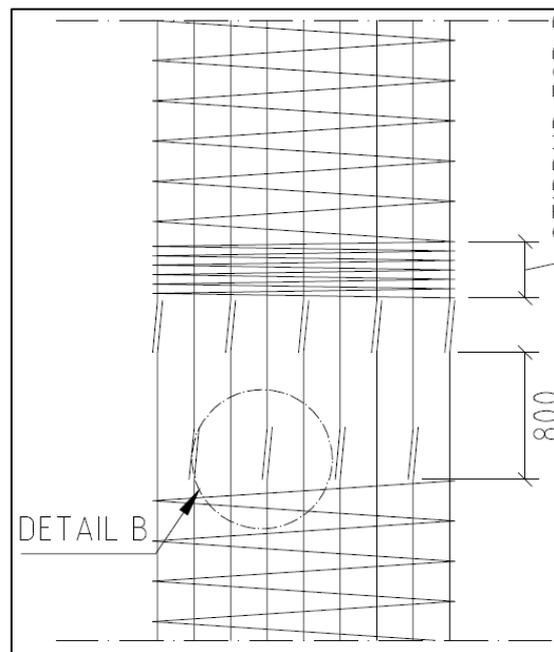
Besi baja tulangan pada Bored Pile terbagi menjadi dua yaitu tulangan vertikal dan tulangan horizontal. Diameter tulangan vertikal pada Bored Pile adalah D22, sedangkan pada tulangan horizontal adalah D10, yaitu tulangan disusun memanjang membentuk lingkaran sehingga menyerupai tabung dan kemudian ditambahkan *stiffner* dengan diameter tulangan D22 di tiap jarak 20 cm dan di las pada sambungan antar tulangan.



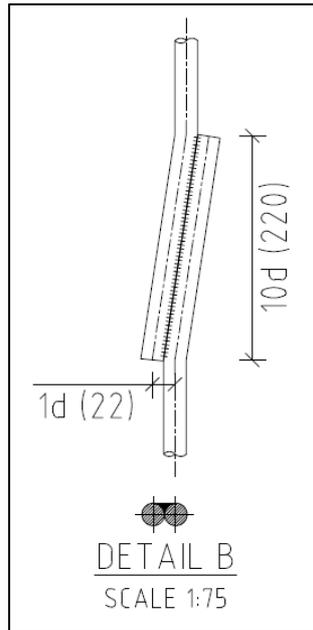
Gambar 15 Pembesian Bored Pile



Gambar 16 Contoh Shop Drawing (Bored Pile) Jarak *Stiffner*



Gambar 17 Contoh Shop Drawing (Bored Pile) *Rebar Arrangement*



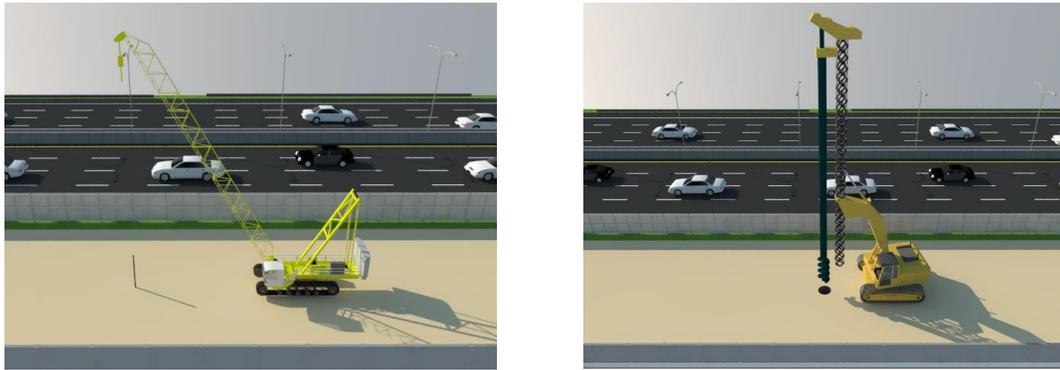
Gambar 18 Contoh Shop Drawing (Bored Pile) Detail Sambungan



Gambar 19 Checklist Pembesian Bored Pile

4. Pemosisian Alat Berat

Piling rig, crane dan juga excavator akan dipindahkan menuju lokasi pengeboran, pengaturan lokasi terhadap penempatan dari alat berat tersebut merupakan hal yang penting, agar tahapan pekerjaan ini dapat dilakukan dengan efektif dan aman. Inspeksi terhadap semua alat berat harus dilakukan untuk memastikan bahwa kondisi dari Piling Rig, Crane maupun Excavator dalam kondisi yang aman untuk melakukan pekerjaan pengeboran nantinya



Gambar 20 Pemosisian Alat Berat

5. Instalasi Casing Pengeboran

Setelah dilakukan pemosisian dari alat-alat berat sebelumnya, maka dilakukan *Preliminary Boring* untuk memasang casing sementara, yang dimana casing tersebut berguna untuk mencegah *Bore Hole* disekitar elevasi tanah agar tidak terjadi longsor, dan casing juga berfungsi untuk menahan posisi vertikal saat pengeboran berlangsung. Setelah dilakukan pemasangan casing, digunakan waterpass untuk mengecek apakah posisi secara vertikal dari casing telah sesuai, batas toleransi dari sudut kemiringan casing adalah tidak boleh lebih besar dari 1%. Jarak dari ujung bagian atas casing terhadap muka air tanah harus sesuai dengan perencanaan yaitu sebesar 2 m, sedangkan terhadap muka tanah konstruksi adalah sebesar 0,5 m.



Gambar 21 Pemasangan Casing



Gambar 22 Pemasangan Casing



Gambar 23 Pemasangan Casing

6. Pengeboran

Setelah dilakukan pemasangan casing maka tahapan pekerjaan selanjutnya yaitu pengeboran dapat dilakukan, selama dilakukan pengeboran kondisi tanah yang digali akan diperiksa, apakah komposisi tanah tersebut sesuai dengan data investigasi tanah yang telah dilakukan sebelumnya. Verticality dari Auger juga harus dicek secara berkala oleh surveyor disaat pengeboran berlangsung.

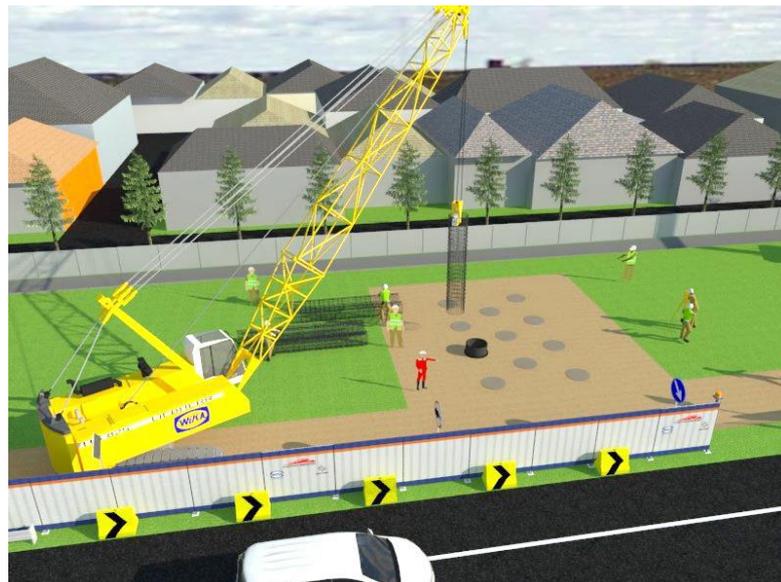


Gambar 24 Pengeboran

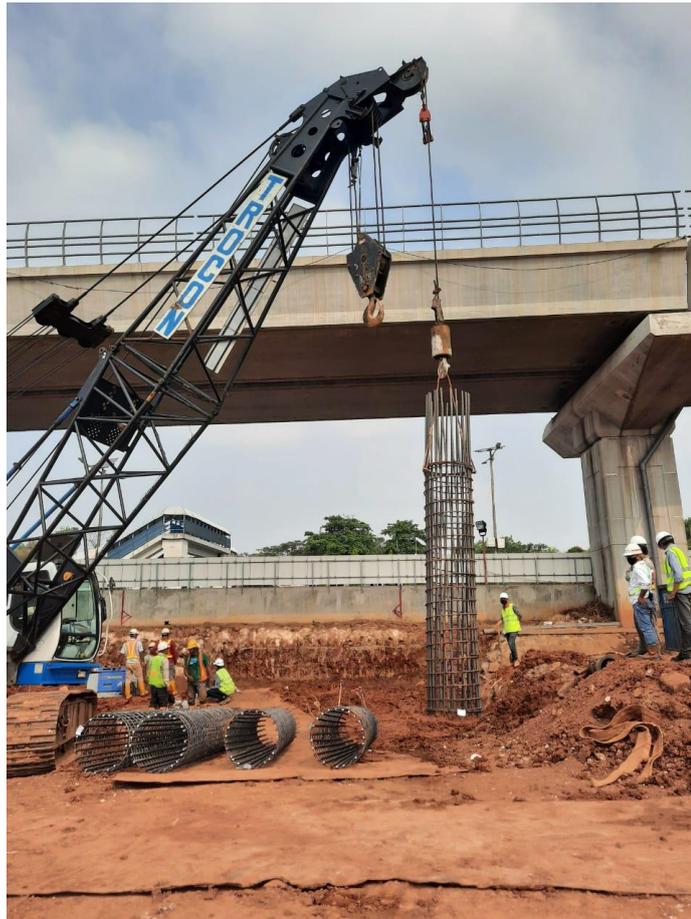
7. Pengecoran

Sebelum dilakukan pengecoran terdapat tahapan pekerjaan yang harus dilakukan antara lain sebagai berikut, yang pertama adalah menempatkan tulangan dari Bored Pile, yang sebelumnya telah dirancang, lalu langkah selanjutnya adalah memasang pipa tremi untuk pengecoran, yang dimana fungsi pipa tremi itu sendiri adalah agar beton dapat tersalurkan dari *bucket cor* hingga ujung bagian bawah dari bore hole.

Beton akan diantar menggunakan Truk Mixer, yang dimana sesaat setelah sampai akan dilakukan slump test untuk mengecek *workability* dari beton tersebut. Setelah itu pipa tremi dimasukkan kedalam bore hole, dengan memastikan posisi dari pipa tremi tersebut berada tepat ditengah bore hole. *Over pouring concrete* dilakukan untuk memastikan kualitas yang baik dari beton pada pile head, selain itu fungsi dari *Over pouring concrete* adalah untuk membuang beton yang telah terkontaminasi.



Gambar 25 Penempatan Tulangan Bored Pile



Gambar 26 Penempatan Tulangan Bored Pile



Gambar 27 Pemasangan Pipa Tremi



Gambar 28 Pengecoran Bored Pile

3.1.2 Metode Pekerjaan Pile Cap

Dalam Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung Section Station Halim ini Pile Cap merupakan struktur bangunan pondasi yang berfungsi untuk “mengikat” Bored Pile yang berada dibagian bawah Pile Cap itu sendiri, selain itu Pile Cap memiliki fungsi lain yaitu sebagai struktur bangunan yang menyalurkan beban dari struktur bangunan atas seperti kolom, balok, plat, dll, menuju struktur bangunan bawah yaitu Bored Pile, berikut merupakan metode konstruksi pengerjaan dari struktur bangunan Pile Cap

1. Penggalian Tanah

Bored Pile yang sebelumnya telah ditimbun kembali dengan tanah harus dilakukan penggalian hingga ketinggian yang telah direncanakan dan ditentukan sebelumnya (*hingga terlihat tinggi Bored Pile sebesar kurang lebih 2m*), pekerjaan penggalian tanah ini menggunakan Excavator, sehingga operator yang bekerja harus diawasi dengan baik, karena jika pengawasan tidak dilakukan, tidak menutup kemungkinan bahwa Bored Pile akan rusak jika mengenai excavator disaat penggalian.



Gambar 29 Penggalian Tanah disekitar Bored Pile

2. Pembobokan Bored Pile

Tahapan pekerjaan selanjutnya setelah dilakukan penggalian tanah disekitar Bored Pile adalah pembobokan beton dari Bored Pile, tinggi beton Bored Pile yang dilakukan pembobokan adalah sebesar 2 m. Pembobokan dilakukan secara manual, dengan tenaga manusia menggunakan alat palu berukuran besar, alasan dilakukannya pembobokan secara manual adalah agar tulangan Bored Pile tidak rusak saat dilakukan pembobokan, untuk satu buah Bored Pile biasanya dikerjakan oleh 2 orang pekerja.



Gambar 30 Pembobokan Bored Pile

3. Pembuatan LC (Land Concrete) Pile Cap

LC (Land Concrete) merupakan lantai kerja yang salah satu fungsinya adalah untuk meratakan elevasi dari Pile Cap itu sendiri yang nantinya akan memudahkan pekerjaan selanjutnya yaitu tahapan pekerjaan pembesian Pile Cap. Diperlukan markingan oleh Tim Surveyor agar elevasi dari LC sesuai dengan perencanaan.



Gambar 31 Pembuatan Land Concrete Pile Cap

4. Pembesian Pile Cap

Setelah pembuatan LC (Land Concrete), maka tahapan pekerjaan selanjutnya yang dapat dilakukan adalah pembesian Pile Cap. Dimensi dan desain dari pembesian Pile Cap dikerjakan berdasarkan *Shop Drawing*, pekerjaan pembesian Pile Cap harus dicek secara berkala oleh Tim QC (Quality Control), agar tidak ada kesalahan dalam desain maupun dimensi tulangan Pile Cap.

Tahap pertama pembesian dari slab bawah pada Pile Cap mempunyai diameter tulangan D29, lalu kemudian diberi beton Decking yang berfungsi sebagai jagaan terhadap jarak selimut beton Pile Cap bagian bawah, lalu tulangan dari Bored Pile ditekuk sesuai dengan perencanaan, dan dihubungkan dengan tulangan Pile Cap, setelah itu tahap pembesian dilanjutkan ke *wall* dengan diameter tulangan D13 dan jarak dari tiap-tiap tulangan adalah 180 mm, lalu dilanjutkan hingga slab atas Pile Cap, dengan diameter tulangan D16. Setelah tahapan-tahapan pembesian tersebut, selanjutnya adalah pembesian dari tulangan kolom, sama seperti tahapan pekerjaan sebelumnya pekerjaan ini harus diawasi oleh pelaksana dan Tim QC (Quality Control), dengan mengecek jarak antar tulangan, dimensi, maupun persyaratan lain dari pembesian tersebut.



Gambar 32 Pembesian Pile Cap tahap 1



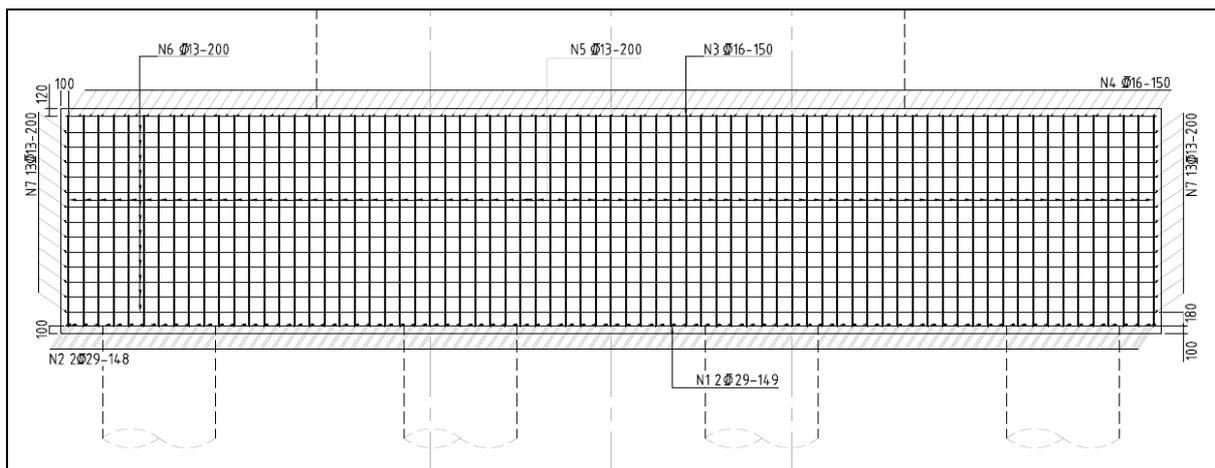
Gambar 33 Pembesian Pile Cap tahap 2



Gambar 34 Pembesian Pile Cap tahap 3



Gambar 35 Pembesian Pile Cap tahap 4



Gambar 36 Contoh Shop Drawing (Pile Cap) Rebar Arrangement

5. Pemasangan Bekisting Pile Cap

Bekisting dari Pile Cap dapat dipasang setelah pekerjaan pembesian Pile Cap selesai, selanjutnya pengecekan terhadap jarak dari tulangan terhadap bekisting harus diukur kembali karena biasanya akan sedikit bergeser ketika dilakukan pemasangan bekisting.

Sama seperti tahapan pekerjaan lain pemasangan bekisting juga harus diawasi dengan baik oleh pelaksana bersama dengan Tim QC (Quality Control) dengan memperhatikan kondisi dari bekisting itu sendiri apakah ada yang berlubang atau tidak, dan celah antar bekisting yang tidak rapat, hal-hal tersebut dilakukan agar saat pengecoran tidak terjadi kebocoran beton ataupun resiko lainnya.



Gambar 37 Pemasangan Bekisting Pile Cap

6. Pengecoran Pile Cap

Setelah dilakukan Final Check pada pembesian dan bekisting, maka tahapan pekerjaan selanjutnya dapat dilakukan yaitu pengecoran Pile Cap, beton segar disuplai dengan menggunakan Truk Mixer, sesaat setelah sampai di lokasi pengecoran, dilakukan Slump Test pada beton. Pada pengecoran Pile Cap digunakan Concrete Pump atau Talang, sesuai dengan kondisi akses yang tersedia.

Disaat pengecoran berlangsung, digunakan vibrator internal agar beton dapat tersalurkan dengan baik ke seluruh bagian Pile Cap, dalam pekerjaan pengecoran Pile Cap ini biasanya dibutuhkan tiga atau empat vibrator internal.



Gambar 38 Slump Test Pengecoran Pile Cap



Gambar 39 Pengecoran Pile Cap menggunakan Concrete Pump



Gambar 40 Pengecoran Pile Cap menggunakan Concrete Pump



Gambar 41 Pengecoran Pile Cap menggunakan Talang



Gambar 42 Pengecoran Pile Cap menggunakan Talang

7. Curing beton pada Pile Cap

Setelah dilakukan pengecoran pada Pile Cap, langkah selanjutnya adalah melakukan curing pada beton. Setelah beton dalam keadaan *setting*, Pile Cap dilapisi dengan Geotextile lalu disirami air agar kandungan air pada beton tidak cepat menguap dan mencegah beton agar tidak *crack*.

3.1.3 Metode Pekerjaan Tie Beam

Pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung ini, khususnya pada lokasi Station Halim, digunakan Tie Beam sebagai salah satu komponen struktur bangunan bawah dari bangunan Station Halim, kegunaan dari Tie Beam itu sendiri adalah untuk “mengikat” Pile Cap, yang dimana juga berfungsi sebagai perkuatan dan pengaku dari struktur pondasi dari sebuah bangunan. Mutu beton yang digunakan dalam pembangunan Station Halim ini adalah Mutu SNI, Tie Beam fc 45, Pile Cap fc 35, dan Kolom fc 50, berikut merupakan metode konstruksi pengerjaan dari struktur bangunan Tie Beam

1. Pembuatan LC (Land Concrete) Tie Beam

Pembuatan Tie Beam dikerjakan secara paralel dengan Pile Cap, oleh karena itu Tie Beam juga memerlukan lantai kerja untuk tahapan pekerjaan pembesian hingga pengecoran nantinya, didalam pembuatan LC Tie Beam markingan dari Tim Surveyor sangat diperlukan agar elevasi dari Tie Beam yang akan dibangun sesuai dengan perencanaan.

2. Pembesian Tie Beam

Tahapan pekerjaan pembesian Tie Beam dikerjakan secara bersamaan dengan pembesian Pile Cap, karena Tie Beam dan Pile Cap merupakan struktur bangunan yang terhubung, tidak bisa dilakukan pengecoran pada Pile Cap jika pembesian dari Tie Beam belum selesai, karena terdapat tulangan overlap dari Tie Beam yang terhubung dengan tulangan dari struktur bangunan Pile Cap, selain itu sama seperti pekerjaan pembesian lainnya Checklist harus dilakukan secara berkala oleh Tim QC (Quality Control), seperti jumlah tulangan pada bagian atas maupun bawah Tie Beam, jarak *Overlap* dari sambungan tulangan pada Tie Beam, dll



Gambar 43 Pembesian Tie Beam

3. Pemasangan Bekisting Tie Beam

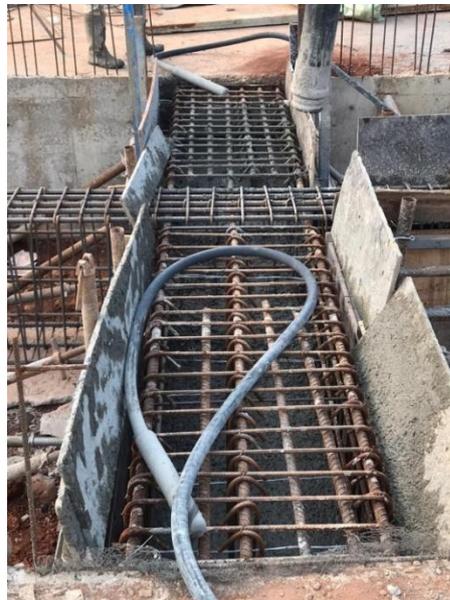
Setelah tahapan pekerjaan pembesian selesai tahapan pekerjaan selanjutnya adalah pemasangan bekisting Tie Beam, dalam tahap ini pelaksana bersama Tim QC (Quality Control) harus mengecek kondisi dari bekisting itu sendiri, kendala yang biasa ditemukan di lapangan adalah sebagai berikut, celah antar bekisting yang kurang rapat, terdapat lubang kecil pada bekisting, dll.



Gambar 44 Pemasangan Bekisting Tie Beam

4. Pengecoran Tie Beam

Sebelum dilakukan pengecoran harus dilakukan Final Check terhadap Tie Beam, antara lain adalah sebagai berikut, mengecek kembali dimensi maupun jumlah tulangan, apakah terdapat tulangan yang melendut atau tidak, jarak selimut beton Tie Beam apakah telah sesuai, dan dilakukan kembali pengecekan terhadap kondisi bekisting, apabila Final Check telah selesai dilakukan, maka pengecoran Tie Beam bisa dilaksanakan. Saat dilakukan pengecoran Tie Beam, tetap digunakan vibrator agar beton dapat mengisi seluruh bagian Tie Beam, salah satu contohnya untuk kubikasi 25 m³ digunakan vibrator internal sebanyak 2 buah.



Gambar 45 Persiapan pengecoran Tie Beam



Gambar 46 Pengecoran Tie Beam menggunakan Concrete Pump

Pengecoran pada Tie Beam menggunakan Concrete Pump dilakukan karena, kondisi akses dari Truk Mixer terhadap lokasi pengecoran Tie Beam tidak memungkinkan jika digunakan talang saat pengecoran.

3.1.4 Metode Pekerjaan Pier

Pier merupakan struktur bangunan atas yang berfungsi untuk menyalurkan beban yang diterima oleh Box Girder menuju struktur pondasi, Pile Cap lalu Bored Pile. Pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung Section Station Halim ini terdapat beberapa jenis Pier, Pier untuk jalur kereta cepat *single track* dan *double track*. Dimensi dari Pier itu sendiri jelas berbeda antara satu dengan yang lainnya, seperti tertera pada gambar dibawah ini, dalam Proyek ini tinggi dari bangunan Pier bervariasi antara 7 – 22,5 meter.



Gambar 47 Pier Single Track dan Double Track (Transisi menuju Station Halim)



Gambar 48 Pier Single Track

Tahapan pekerjaan Pier terbagi atas dua dan tiga tahap, untuk Pier *single track* sebanyak dua tahap, salah satu contoh tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut, Pier 31 Line 5,

- Tahap pertama Pier, (dengan tinggi 0-8 m) adalah pembesian, pemasangan Formwork, lalu pengecoran,

- Tahap kedua Pier hingga Pier Head, (dengan tinggi 8-13 m) adalah pembesian, pemasangan Formwork, lalu pengecoran,

dan untuk Pier *double track* adalah sebanyak tiga tahap, berikut merupakan salah satu contoh tahapan pekerjaannya, Pier 31 Line 1-3

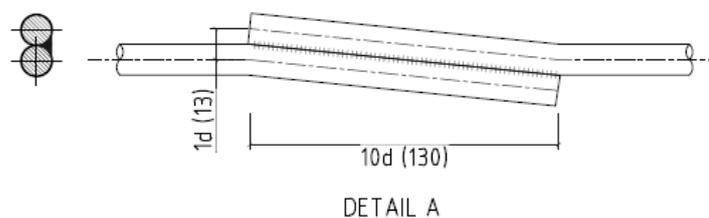
- Tahap pertama Pier, (dengan tinggi 0-4 m) adalah pembesian, pemasangan Formwork, lalu pengecoran,
- Tahap kedua Pier, (dengan tinggi 4-8,5 m) adalah pembesian, pemasangan Formwork, lalu pengecoran,
- Tahap ketiga Pier hingga Pier Head, (dengan tinggi 8,5-13 m) adalah pembesian, pemasangan Formwork, lalu pengecoran,

dengan kubikasi volume beton yang berbeda dalam tiap tahapannya. Berikut merupakan metode konstruksi pengerjaan dari struktur bangunan Pier.

1. Pembesian Pier

Pembesian dilakukan setelah surveyor memberikan marking pada Pile Cap sesuai dengan perencanaan, sekaligus untuk mempermudah pelaksanaan kedepannya, lalu dilakukan juga pembersihan pada Pile Cap agar permukaan Pile Cap bebas dari daun, sampah atau barang-barang lainnya. Didalam pembesian Pier digunakan standar China terutama dalam bagian sambungan tulangan, pada standar China untuk sambungan dilakukan pengelasan sepanjang 10d (diameter).

Checklist oleh Tim QC (Quality Control) harus dilakukan secara berkala agar tidak terjadi kesalahan saat pelaksanaan pembesian Pier tersebut, beberapa hal yang sering ditemukan saat pengecekan adalah terdapat tulangan memanjang yang melendut, terdapat *ties* (penyebutan dilapangan adalah tulangan sepihak) yang tidak di *hook*, dan panjang dari sambungan pengelasan yang kurang dari 10d.



Gambar 49 Contoh Shop Drawing (Pier) Pengelasan pada sambungan



Gambar 50 Pembesian Pier Tahap Pertama



Gambar 51 Pembesian Pier Head

2. Pemasangan Formwork

Setelah tahapan pekerjaan pembesian telah dilakukan, selanjutnya adalah memasang Formwork pada Pier, sebelum memasang Formwork perlu dilakukan Final Check untuk mengecek kembali pembesian dari Pier itu sendiri, antara lain seperti jumlah tulangan, dimensi tulangan, jarak antar tulangan, tipe tulangan, pengelasan yang terdapat pada sambungan, dan pemasangan decking beton dengan jarak yang sesuai dengan perencanaan.



Gambar 52 Pemasangan Formwork Pier

3. Pengecoran Pier

Pengecoran pada Pier dilakukan setelah pelaksana bersama dengan Tim QC (Quality Control) mengecek kondisi pada Formwork, hal yang diperhatikan dalam Checklist ini adalah memastikan baut dan sambungan dari Formwork sudah mengencang secara sempurna, dan jika sudah diputuskan aman maka pengecoran dapat dilaksanakan.

Pada saat pengeoran, beton disuplai dengan menggunakan Truk Mixer lalu disalurkan dengan Concrete Pump. Sesaat setelah Truk Mixer sampai pada lokasi pengecoran Tim QC (Quality Control) melakukan Slump Test terhadap beton yang dibawa oleh Truk Mixer tersebut, akan dicek apakah nilai slump telah memenuhi perencanaan atau belum.



Gambar 53 Pengecoran Pier Tahap Pertama



Gambar 54 Slump Test Pengecoran Pier Head



Gambar 55 Pengecoran Pier Head

4. Curing Beton

Curing dilakukan untuk menjaga konten air didalam beton agar tidak terlalu cepat mengalami penguapan, terdapat berbagai cara untuk Curing ini, seperti dengan menyelimuti beton dengan Geotextile lalu disirami air secara berkala, lalu ada juga yang menyelimuti beton dengan *plastic wrap* (*dry curing*), cara tersebut tidak menggunakan air disaat curing seperti cara dengan menggunakan Geotextile.

3.1.5 Metode Pekerjaan Shoring PCH

Pada proyek Kereta Cepat Jakarta Bandung section Halim ini shoring PCH digunakan sebagai scaffolding atau yang biasa kita kenal sebagai perancah yang berfungsi untuk menahan beban pada saat proses pengecoran box girder. Shoring PCH ini merupakan perancah standar china yang sudah diuji kemampuannya dan mendapat persetujuan untuk diterapkan pada pengecoran (cor in site) box girder di proyek ini. Material shoring PCH berasal dari besi galvanis. Shoring PCH ini sendiri terdiri dari beberapa bagian, diantaranya ada Standar (arah vertical), Ledger (arah horizontal), bracing (arah diagonal), jackbase, dan U-head. Berikut adalah beberapa gambar dari bagian- bagian pada shoring PCH.



Gambar 56 Komponen pada Shoring PCH

Pekerjaan shoring PCH terdiri dari dua rangkaian pekerjaan, yaitu pemasangan dan pelepasan. Proses pekerjaan pemasangan dan pelepasan shoring PCH biasanya dilakukan oleh 8 - 10 orang pekerja dengan 1 orang operator crane untuk mempermudah mobilitas pekerjaan seperti mengangkat, menurunkan, ataupun memindahkan material PCH. Durasi pekerjaan pemasangan dan pelepasan dari awal hingga akhir \pm 7 hari, dengan rincian pekerjaan pemasangan selama 4 hari dan pekerjaan pelepasan selama 3 hari. Proses pemasangan dan pelepasan shoring ini pun tentunya memiliki tahapan – tahapan sendiri yang harus dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan dan selama pekerjaannya juga harus selalu diawasi oleh inspektor khusus scaffolding. Hal itu dilakukan mengingat bahwa pekerjaan ini memiliki resiko kecelakaan yang tinggi karena termasuk pekerjaan pada ketinggian yang dapat membahayakan pekerja maupun orang – orang yang berada di sekitar pekerjaan tersebut. Prosedur pemasangan dan pelepasan shoring yang baik dan benar sesuai dengan aspek keamanan harus dilakukan per layer dengan urutan:

1. Pemasangan → dimulai dari layer paling bawah (Standard – Ledger – Bracing)

2. Pelepasan → dimulai dari layer paling atas (Bracing – Ledger – Standard)

Berikut adalah gambar dari proses pekerjaan pemasangan dan pelepasan shoring PCH yang telah selesai dilakukan dan siap dilanjutkan ke tahapan pekerjaan selanjutnya.



Gambar 57 Pekerjaan pemasangan shoring PCH



Gambar 58 Pekerjaan pelepasan shoring PCH



Gambar 59 Shoring PCH yang telah selesai terpasang

Adapun tahapan – tahapan dari pemasangan shoring PCH, yaitu :

1. Pengecoran *Land Concrete (LC)*

Land Concrete berfungsi untuk meratakan permukaan lantai kerja yang nantinya akan menjadi pijakan atau tempat berdirinya dari *shoring* tersebut sehingga tidak ada perbedaan elevasi antar *shoring* nantinya.



Gambar 60 Land Concrete (LC)

2. Proses *marking* oleh *surveyor*

Setelah *Land Concrete (LC)* telah di cor dan *setting*, dilakukan proses *marking* oleh *surveyor* untuk menentukan titik – titik penempatan *shoring*. Proses *marking* pertama dilakukan pada bagian tengah (as) *LC* yang telah dicocokkan dengan as box girder, kemudian dilanjutkan dengan bagian sisi kanan dan kiri bagian memanjang maupun melintang box girder.

3. Pemasangan *Jackbase plate*

Setelah penentuan titik – titik pemasangan *shoring* selesai, dilanjutkan dengan peletakan pelat *jackbase* pada *LC*.



Gambar 61 Jackbase shoring PCH

4. Pemasangan *Adjustable*

Adjustable dipasang agar mempermudah pemasangan ke layer *shoring* pertama dan seterusnya. Selain itu, *adjustable* membantu menyamakan elevasi apabila pada saat pemasangan *jackbase* pun masih didapatkan perbedaan elevasi.



Gambar 62 Adjustable shoring PCH

5. Pemasangan *Shoring* per *Layer*

Setelah *adjustable* terpasang dan elevasi semua *shoring* sudah sama rata, barulah masuk ke pemasangan *shoring layer* pertama yang dimulai dengan pemasangan *standard*, kemudian *ledger*, dan terakhir dipasang *bracing*. Pemasangan tersebut dilanjutkan ke *layer* berikutnya apabila *layer* yang sebelumnya telah benar – benar selesai dilakukan.



Gambar 63 Pemasangan shoring PCH per layer

6. Pemasangan *U-head*

Saat telah mencapai *layer* terakhir pemasangan *shoring*, selanjutnya pada bagian paling atas dipasang *shoring U-head* yang nantinya berfungsi sebagai tempat meletakkan *long beam* dan *cross beam* sebagai tumpuan *formwork* dari box girder.



Gambar 64 U-head shoring PCH

3.1.6 Metode Pekerjaan Kolom Pedestal

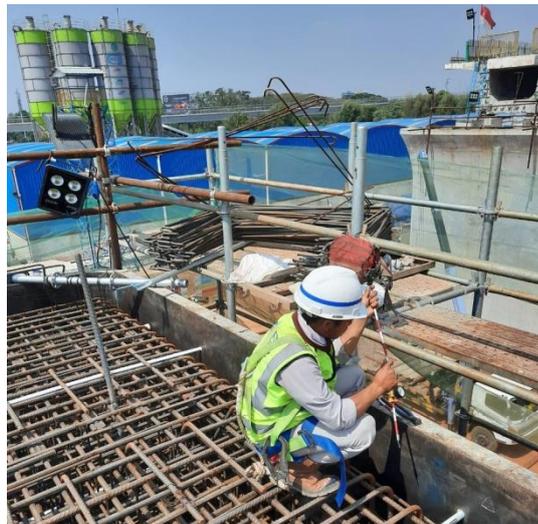


Gambar 65 Kolom Pedestal

Kolom Pedestal atau Padding Stone merupakan kolom yang fungsinya sama dengan kolom utama namun dimensinya dibuat lebih pendek. Kolom pedestal ini berfungsi sebagai tempat bertumpunya box girder serta sebagai penyalur beban dari box girder ke struktur pier hingga ke bawah. Pada pier single track hanya terdapat 2 buah kolom pedestal, sedangkan pada pier double track terdapat 4 buah kolom pedestal. Proses pekerjaan kolom pedestal sama seperti kolom pada umumnya, yaitu pembesian, pemasangan formwork (bekisting), dan pengecoran. Pekerjaan pembesian pada kolom pedestal dilakukan bersamaan dengan pembesian pada pier head (crown), namun pemasangan formwork (bekisting) dan pengecorannya dilakukan terpisah dengan pengecoran pier head. Tahapan pekerjaan kolom pedestal adalah sebagai berikut :

1. Proses Marking oleh Surveyor

Sebelum dilakukan pembesian kolom pedestal pada pier head, dilakukan marking oleh tim surveyor untuk mengetahui posisi – posisi pembesian kolom pedestal beserta posisi titik pemasangan pipa blockout (pipa PVC) tersebut pada kolom pedestal di masing – masing arah Jakarta dan Bandung. Kemudian, setelah formwork telah terpasang surveyor akan memberikan marking kembali untuk top cor kolom pedestal.



Gambar 66 Proses marking oleh surveyor

2. Pembesian Kolom Pedestal

Pekerjaan pembesian pada kolom pedestal dilakukan bersamaan dengan pembesian pada pier head (crown).



Gambar 67 Pembesian kolom pedestal

3. Pemasangan Pipa Blockout

Pada bagian kolom pedestal dipasang pipa blockout (pipa PVC) sebanyak 8 buah dengan rincian masing – masing 4 buah untuk arah Jakarta dan Bandung. Posisi pemasangan pipa blockout harus sesuai dengan marking yang telah diberikan oleh surveyor. Tujuan pemasangan pipa blockout adalah sebagai batas untuk pengecoran bearing pad yang nantinya akan di cor pada kolom pedestal tersebut. Pipa blockout juga harus ditutup dan dipastikan tidak ada kebocoran agar pada saat proses pengecoran kolom pedestal tidak ada beton yang masuk ke dalam area pipa blockout.



Gambar 68 Pipa blockout

4. Pemasangan Formwork (Bekisting)

Setelah pembesian dan pemasangan pipa blackout telah selesai, dilanjutkan dengan pekerjaan pemasangan formwork (bekisting) kolom pedestal. Formwork yang digunakan berasal dari material kayu dengan tambahan besi di bagian sisinya sebagai perkuatan.



Gambar 69 Pemasangan formwork pedestal

5. Proses Checklist oleh QC

Proses checklist biasanya tidak hanya dilakukan satu kali melainkan beberapa kali setelah tiap detail pekerjaan telah selesai termasuk revisi – revisi checklist sebelumnya. Pada saat akan di cor barulah dilakukan final checklist yang meliputi keseluruhan aspek, seperti dimensi dan tebal selimut beton kolom pedestal, jumlah, dimensi, dan jarak antar tulangan, diameter dan penutup pipa blackout dll.



Gambar 70 Checklist kolom pedestal

6. Proses Cleaning

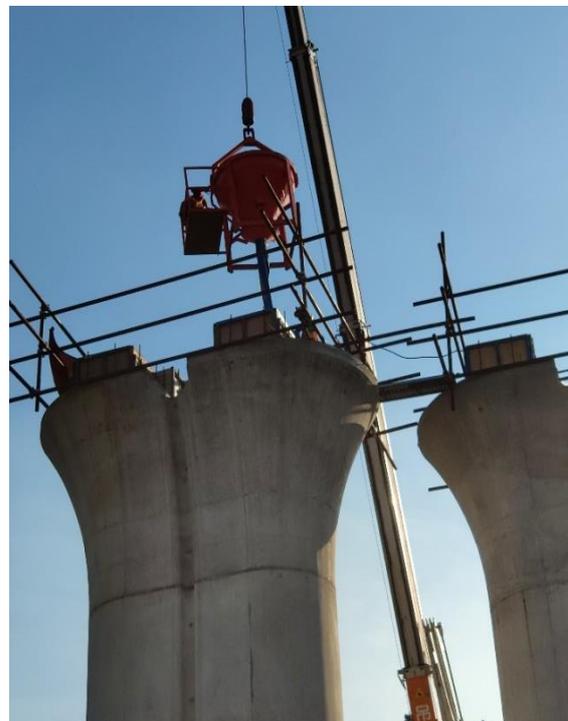
Apabila saat di checklist semua sudah sesuai dengan gambar dan disetujui oleh tim QC, maka dilakukan proses cleaning atau pembersihan area kolom pedestal yang akan di cor dari sampah – sampah ataupun besi yang tertinggal di area tersebut dan juga dilakukan cleaning menggunakan compressor untuk membersihkan area kolom pedestal tersebut dari debu dan pasir.

7. Pengecoran Kolom Pedestal

Karena volume beton untuk kolom pedestal tidak besar, maka proses pengecoran kolom pedestal tidak dilakukan menggunakan Concrete Pump (CP) melainkan dengan bucket atau semacam corong besar. Bucket tersebut sebelumnya akan diisi oleh beton segar dari truck mixer (TM) di bawah dan kemudian diangkat menggunakan crane ke atas pier. Proses pengecoran pedestal dibantu oleh pekerja di bagian atas pier untuk mengarahkan bucket tersebut ke area kolom pedestal.



Gambar 71 Loading beton ke bucket



Gambar 68 Lifting Bucket dengan crane + pengecoran

3.1.7 Metode Pekerjaan Bearing Pad



Gambar 73 Bearing Pad

Pekerjaan pemasangan bearing pad dilakukan setelah kolom pedestal selesai di cor. Bearing pad berfungsi sebagai penerima dan penyalur beban dari box girder yang disebabkan oleh deformasi geser dan deformasi rotasi. Selain itu, bearing pad juga berperan sebagai peredam getaran yang akan muncul saat kereta melewati sambungan antar box girder dan apabila terjadi gempa bumi. Bearing pad dipasang pada kolom pedestal di ujung – ujung dari box girder. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan saat proses pemasangan bearing pad, seperti posisi, elevasi, kerataan, dan kebersihan. Berikut adalah tahapan pemasangan bearing pad :

1. Pembobokan bagian atas kolom pedestal

Pembobokan pada bagian atas kolom pedestal ini dilakukan untuk memperkasar permukaan beton yang akan diletakkan bearing pad di atasnya. Tujuan dari proses ini adalah agar memperkuat hasil grouting bearing pad nantinya dengan kolom pedestal karena semakin kasar permukaannya akan semakin besar juga fricton nya.



Gambar 74 Pembobokan bagian atas kolom pedestal

2. Pencabutan pipa blackout

Pipa blackout yang telah dipasang saat pekerjaan kolom pedestal harus dicabut dan dibersihkan atau di cleaning bagian dalam lubangnya.



Gambar 75 Pencabutan pipa blackout

3. Proses Marking oleh Surveyor

Proses marking untuk posisi penempatan bearing pad dilakukan oleh tim surveyor sebelum bearing pad diletakkan. Marking yang diberikan oleh tim surveyor biasanya meliputi as bearing pad dan as kolom pedestal.

4. Pemasangan bearing pad

Bearing pad dari bawah akan diangkat menggunakan crane dan dipasang pada lubang pipa blackout yang telah dicabut. Posisi bearing pad yang diletakkan harus sesuai dengan marking yang telah diberikan oleh surveyor.



Gambar 76 Peletakkan bearing pad

5. Pemasangan formwork (bekisting)

Pemasangan formwork bearing pad hanya pada bagian samping – samping bearing pad menggunakan kayu triplek tebal. Setelah formwork terpasang pun

harus dipastikan bahwa tidak ada kebocoran agar pasta tidak akan luber keluar saat proses grouting.



Gambar 77 Pemasangan formwork bearing pad

6. Cek Posisi, Elevasi dan Kerataan bearing pad

Saat bearing pad telah terpasang, selanjutnya dilakukan pengecekan posisi serta kerataan oleh tim surveyor untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan marking yang diberikan sebelumnya. Cek kerataan dan verticality dilakukan dengan menggunakan waterpass dan pengecekan posisi jarak as ke as bearing menggunakan meteran . Proses pengecekan ini juga biasanya dipantau oleh tim QC.



Gambar 78 Pengecekan kerataan bearing pad



Gambar 79 Pengecekan verticality bearing pad



Gambar 80 Pengecekan jarak as ke as bearing pad

7. Grouting bearing pad

Apabila semua pengecekan sudah sesuai dan mendapat persetujuan dari tim QC, pekerjaan akan dilanjutkan dengan pekerjaan grouting. Untuk grouting bearing pad, material yang digunakan hanya semen dan air. Semen yang digunakan pun merupakan semen high strength jenis masterflow dan air yang digunakan adalah campuran air dengan es batu agar menjaga suhunya tetap rendah. Komposisi semen dan air yang digunakan :

- Semen High Strength (Masterflow) → 1 sak (25 kg)
- Air dingin (suhu : $\pm 6^{\circ}\text{C}$) → 4,2 Liter

Proses mixing semen dan air tersebut menggunakan ember dengan bantuan alat mixer dan di mixing selama ± 5 menit atau hingga tercampur rata. Kemudian pasta tersebut dituang menggunakan corong ke dalam area grouting bearing pad hingga sampai ke marking top cor yang telah dibuat oleh surveyor.



Gambar 81 Proses mixing material grouting



Gambar 78 Proses Grouting Bearing Pad

3.1.8 Metode Pekerjaan Box Girder



Gambar 83 Box Girder

Dalam dunia konstruksi, arti girder beton adalah sebuah balok yang berada diantara dua penyangga yang dapat berupa pier atau abutment. Pada umumnya, girder beton berupa balok dengan profil I, namun ada juga yang berbentuk box sehingga disebut sebagai box girder. Box girder merupakan sebuah struktur jembatan yang pada bagian atas jembatannya terdiri dari balok – balok penopang utama yang berbentuk trapesium dengan rongga pada bagian tengahnya. Fungsi dari box girder sendiri adalah untuk menyalurkan beban di atas konstruksi seperti beban rel dan beban kereta ke struktur di bagian bawahnya, yaitu pier. Box Girder pada proyek kereta cepat Jakarta – Bandung ini memiliki bentang yang berkisar diantara ± 27 m s/d ± 32 m dan memang pada umumnya bentang box girder yang biasa digunakan di dunia konstruksi untuk struktur elevated berada di kisaran 20 m – 40 m.

Menurut sistem perancangannya, girder dibagi menjadi dua jenis, yaitu girder precast dan girder cast on site. Girder beton precast merupakan girder beton yang telah diproduksi oleh pabrik kemudian didistribusikan ke lokasi proyek dimana girder tersebut akan dipasang. Sedangkan girder cast on site adalah girder beton yang proses pembuatannya di cor langsung di lapangan atau di lokasi proyek.

Pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung section Halim, box girder yang digunakan seluruhnya adalah jenis box girder cast on site. Hal ini merupakan salah satu hal yang sangat menarik mengingat proses pengecorannya box girder ini dapat dikatakan cukup sulit karena merupakan struktur elevated yang tingginya dapat mencapai belasan meter dengan volume cor yang besar. Selain itu, pengecoran box girder on site ini pun merupakan pengalaman pertama pada proyek - proyek yang pernah dikerjakan oleh PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk. Ada beberapa alasan yang melatarbelakangi pemilihan pengecoran box girder on site, diantaranya akses jalan yang cukup sulit, biaya yang cenderung lebih ekonomis, dan efisiensi waktu.

Berikut adalah tahapan – tahapan pengerjaan box girder :

1. Pengecoran *Land Concrete (LC)*

Land Concrete berfungsi untuk meratakan permukaan lantai kerja yang nantinya akan menjadi pijakan atau tempat berdirinya dari *shoring* tersebut sehingga tidak ada perbedaan elevasi antar *shoring* nantinya.



Gambar 84 Proses pouring Land Concrete (LC)



Gambar 85 Perataan LC

2. Pemasangan Shoring PCH

Pemasangan shoring PCH harus dilakukan sesuai dengan prosedur pemasangan yang baik dan benar sesuai dengan aspek safety dan harus diawasi oleh inspektor scaffolding. Pekerjaan pemasangan shoring harus dilakukan per layer dengan urutan pemasangan standard – ledger – bracing. Pekerjaan ini biasanya memakan waktu 3 – 4 hari dengan total pekerja 8 – 10 orang.



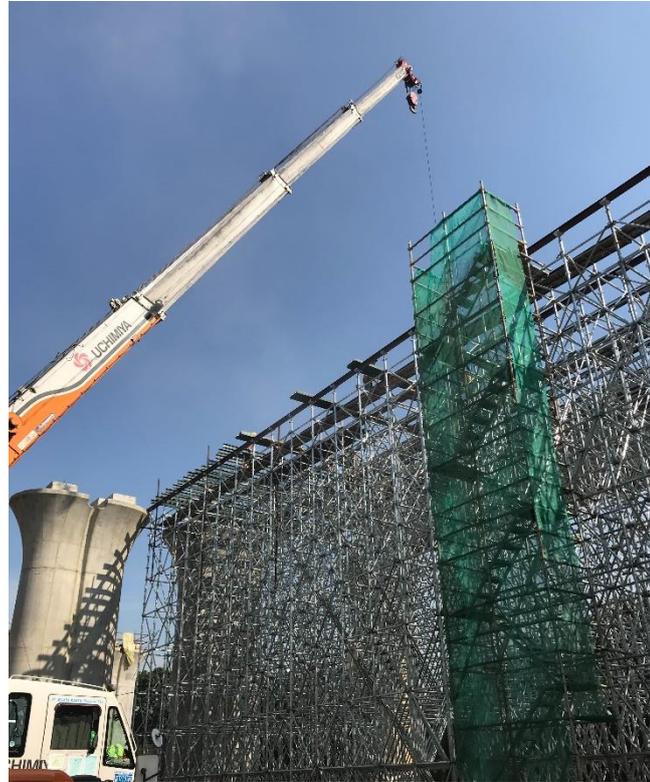
Gambar 86 Pelansiran shoring PCH



Gambar 87 Pemasangan shoring PCH

3. Pemasangan Long Beam dan Cross Beam

Pemasangan Long Beam dan Cross Beam bertujuan sebagai tumpuan formwork dari box girder serta sebagai penyalur beban saat pengecoran box ke shoring di bawahnya.



Gambar 88 Pemasangan long beam dan cross beam

4. Pemasangan Bottom Formwork

Setelah shoring telah terpasang, selanjutnya dilakukan pemasangan bottom formwork dengan bantuan crane untuk mengangkat material formwork ke atas long beam dan cross beam. Pemasangan bottom formwork harus sesuai dengan marking yang telah diberikan oleh surveyor. Selain itu, di sisi kanan dan kiri dari bottom formwork juga dipasang papan kayu tambahan untuk perluasan tempat meletakkan beban sleeper nantinya. Sebelum bottom formwork diangkat ke atas, harus dipastikan juga bahwa formwork telah dilapisi atau dilumasi menggunakan minyak kelapa sawit dan telah dipasang joint filler pada ujung - ujung sambungan formwork. Joint filler adalah bantalan karet tipis yang berfungsi sebagai peredam benturan antar besi formwork yang akan disambung.



Gambar 89 Bottom formwork



Gambar 86 Pemasangan joint filler bottom formwork

5. Loading Test (Tes Beban)

Loading Test atau Tes Beban adalah tes pembebanan menggunakan beban sleeper yang bertujuan untuk menguji kekuatan dari shoring. Selain itu, loading test juga bertujuan untuk memampatkan shoring yang telah terpasang agar saat proses pemasangan outer dan inner formwork, pembesian, dan pengecoran box girder, shoring tidak mengalami penurunan lagi. Proses pembebanan dilakukan per layer dan dihitung penurunannya untuk tiap masing – masing layer. Sleeper yang digunakan sebagai beban merupakan balok beton K-175 dengan dimensi 1 m x 1,2 m x 0,6 m dengan berat ± 2 ton. Beban yang digunakan untuk loading test berbeda tergantung dengan panjang bentang dari box girder yang akan di cor. Jumlah sleeper yang digunakan bekisar antara 308 – 468 buah dengan total beban 616 -932 ton. Proses ini berlangsung selama 2 x 24 jam.



Gambar 91 Proses pengangkatan sleeper ke bottom formwork



Gambar 92 Proses Pembebanan

6. Pemasangan Outer Formwork

Setelah loading test selesai dilakukan dan besar penurunan pada shoring masih memenuhi spesifikasi yang seharusnya, maka dilakukan pemasangan outer formwork menggunakan bantuan crane untuk mengangkat material tersebut ke atas. Sebelum diangkat ke atas, harus dipastikan juga bahwa formwork telah dilapisi atau dilumasi menggunakan minyak kelapa sawit dan telah dipasang joint filler pada ujung - ujung sambungan formwork.



Gambar 93 Pemasangan outer formwork

7. Pembesian Slab Bawah dan Web

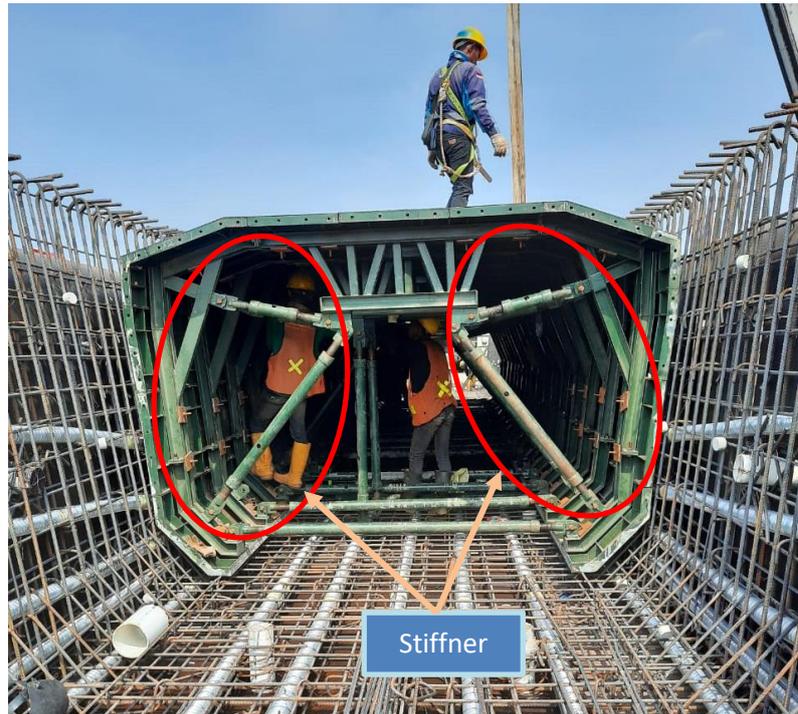
Pekerjaan pembesian slab bawah dan web dikerjakan bersamaan sebelum inner formwork dipasang dan dapat dimulai ketika outer formwork telah selesai terpasang. Pembesian slab bawah dan web pada box girder meliputi dua lapis bagian, yaitu upper net dan lower net. Pekerjaan pembesian ini juga meliputi pemasangan tendon pada bagian slab bawah dan web dari box serta besi – besi perkuatannya, pipa drainase pada bagian slab bawah serta besi – besi perkuatannya, dan pipa ventilasi pada bagian web serta besi - besi perkuatannya. Setelah semua telah terpasang, kemudian dilanjutkan proses checklist dari tim QC yang meliputi jumlah, ukuran, dan jarak antar tulangan, kelurusan dan kekuatan tendon, diameter dan kekuatan pipa drainase, diameter dan kekuatan pipa ventilasi, las pada sambungan tulangan, tebal selimut dan stop cor beton. Proses checklist dibagi menjadi 3 area potongan yang berbeda, yaitu pembesian area tengah, pembesian area ujung, dan pembesian area peralihan dari ujung ke tengah. Hal ini dikarenakan dimensi box girder yang berbeda pada bagian ujung dan tengah begitu juga dengan pembesiannya.



Gambar 94 Pembesian bottom slab box girder

8. Pemasangan Inner Formwork

Pemasangan Inner formwork baru dapat dilakukan setelah tim QC menyetujui pekerjaan pembesian slab bawah dan web. Pemasangan inner formwork dilakukan dengan bantuan crane untuk mengangkat formwork dari bawah ke atas. Harus dipastikan juga bahwa inner formwork yang akan diangkat telah dilapisi atau dilumasi menggunakan minyak kelapa sawit sebelumnya dan telah dipasang joint filler pada ujung – ujung sambungannya. Inner formwork yang terpasang akan bertumpu pada stopper yang telah dipasang pada proses pembesian slab bawah. Koneksi dari inner formwork tidak terhubung dengan outer formwork, melainkan hanya menggunakan bracing/stiffner pada bagian dalam inner formwork. Saat proses pemasangan inner formwork, stiffner dibentangkan hingga batas yang telah ditentukan dan kemudian akan dikunci untuk menjaga bentuk dan dimensi dari box girder yang akan di cor nantinya.



Gambar 95 Pemasangan inner formwork

9. Pembesian Slab Atas

Pembesian slab atas dimulai dengan pemasangan tulangan utama slab atas yang telah melalui proses fabrikasi dan memiliki kemiringan 2% sesuai dengan desain pada gambar. Kemudian dilanjutkan dengan pembesian retaining wall atau railing dan pada beberapa box ada pula pembesian untuk OCS (Overhead Catenary System) Parapet yang nantinya akan berfungsi untuk mechanical electrical di bagian atas rel kereta. Pembesian pada bagian slab atas juga terdiri dari dua lapis bagian, yaitu upper net dan lower net. Pekerjaan pembesian slab atas juga meliputi pipa drainase dan perkuatannya, besi stop cor, dan besi – besi perkuatan seperti cakar ayam, sepihak, dll. Pada ujung – ujung box girder juga dipasang sterofom yang bertujuan agar mempermudah proses pelepasan formwork nantinya. Setelah semua telah terpasang, kemudian dilanjutkan proses checklist dari tim QC yang meliputi jumlah, ukuran, dan jarak antar tulangan memanjang dan melintang, jumlah sepihak (ties), diameter dan perkuatan pipa drainase, las pada sambungan tulangan, tebal selimut dan stop cor beton.



Gambar 96 Pembesian top slab box girder

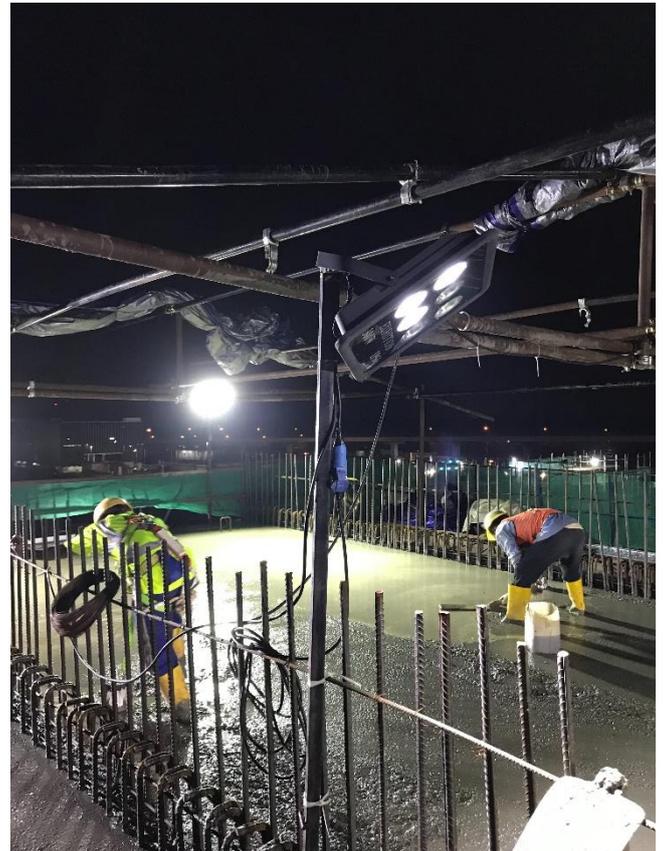
10. Pengecoran Box Girder

Setelah final checklist pada bagian slab atas disetujui oleh tim QC, maka dilakukan proses pengecoran box girder. Proses pengecoran box girder ini dibagi menjadi 3 tahap pengerjaan, yaitu bottom slab, web, dan top slab, namun untuk mempersingkat waktu pengerjaan tahapan pengecoran dibagi menjadi dua tahap, yaitu bottom slab dan web + top slab. Prosedur pengecorannya adalah pengecoran tahap pertama (bottom slab), kemudian ditunggu hingga semi-setting sekitar 3 – 5 jam dan baru dilanjutkan pengecoran tahap kedua (web + top slab). Proses pengecoran box girder dilakukan dengan bantuan Concrete Pump (CP) sebanyak 2 buah pada masing – masing sisi box girder dan biasanya dimulai dari sore hingga malam atau bahkan pagi hari. Beton yang digunakan untuk pengecoran box girder berasal dari batching plant WIKA BETON dengan mutu standar China (C50) atau setara dengan K500. Sebelum beton dari truck mixer (TM) masuk ke dalam Concrete Pump (CP), dilakukan uji slump dan flow dan diawasi oleh tim QC. Untuk box girder, spesifikasi uji slump harus berada diantara 18 ± 2 cm dan flow 50 ± 5 cm. Bila beton pada truck mixer (TM) tersebut telah memenuhi spesifikasi, baru kemudian truck mixer (TM) diizinkan untuk memasukkan beton tersebut ke dalam Concrete Pump (CP). Satu truck mixer (TM) berisi ± 7 m³ beton segar dan volume box girder yang berada di sekitar area Halim Station ± 140 m³. Maka, dibutuhkan sekitar 20 truck mixer (TM) untuk satu kali proses pengecoran box girder. Dalam proses pengecoran box girder, dibutuhkan bantuan alat vibrator internal maupun eksternal. Vibrator eksternal yang digunakan ada dua jenis, yaitu vibrator tempel yang menempel di outer formwork dan hand

vibrator yang berbentuk mirip tembakan dan harus dioperasikan oleh pekerja. Vibrator eksternal yang digunakan sebanyak 10 buah, sedangkan vibrator internal yang digunakan sebanyak 6 buah. Proses penuangan beton segar dari Concrete Pump (CP) harus selalu diiringi dengan penggunaan vibrator agar beton yang masuk dapat rata ke seluruh bagian box girder. Setelah selesai, dilanjutkan proses finishing dengan plesteran permukaan box agar rata dan terlihat rapih.



Gambar 97 pengecoran box girder



Gambar 94 Finishing pengecoran box girder

11. Proses Curing Box Girder

Setelah box girder selesai di cor, selanjutnya diperlukan pemeliharaan beton atau curing beton dengan cara melapisi bagian permukaan box dengan lembaran geotextile yang telah dibasahkan. Proses curing ini bertujuan untuk menjaga beton agar tidak cepat mengering dan kehilangan kadar air dengan cepat yang nantinya dapat membuat cracking pada beton.



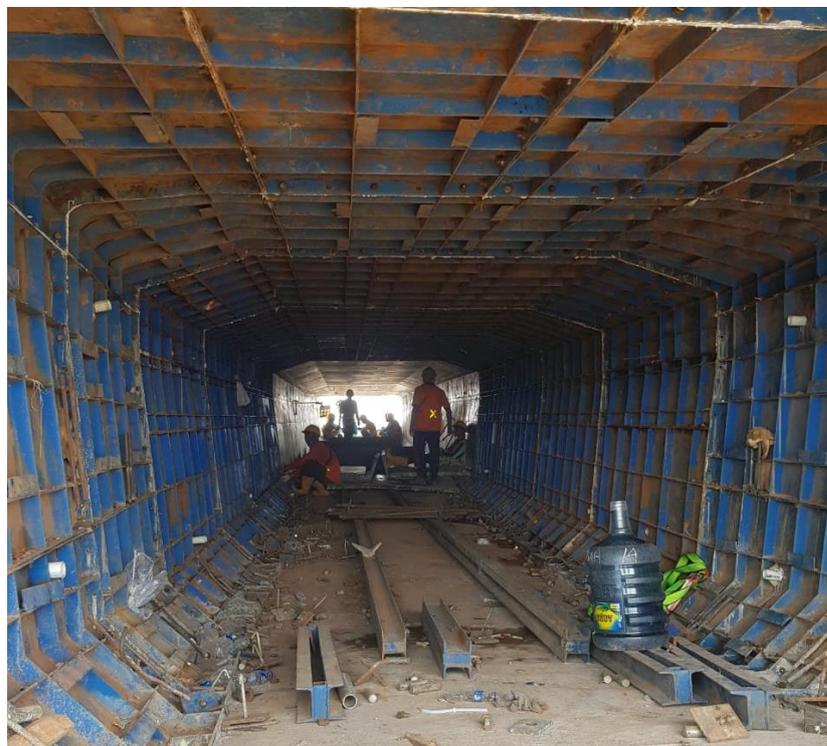
Gambar 99 Proses Curing Box Girder

12. Proses Pelepasan Formwork

Setelah seminggu dari proses pengecoran, maka formwork box girder dapat dilepas. Pelepasan formwork dimulai dari inner formwork terlebih dahulu dan dilanjutkan oleh outer formwork dan yang terakhir adalah bottom formwork. Proses pelepasan masing – masing formwork biasanya memakan waktu 2 -3 hari.



Gambar 100 Pelepasan outer formwork



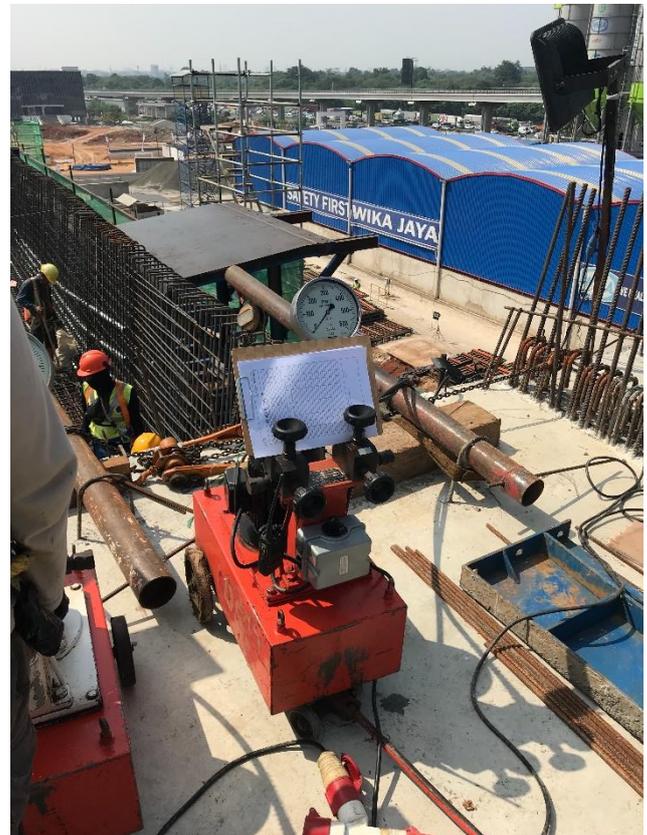
Gambar 101 Pelepasan inner formwork

13. Stressing Strand Tendon Box Girder

Box Girder yang ada di proyek ini merupakan penerapan dari konsep Prestressed concrete (beton Prategang). Maka, sebelum tendon di grouting dilakukan proses stressing strand terlebih dahulu menggunakan alat hydraulic pump. Stressing strand pada tendon harus dilakukan sesuai urutan atau sequence yang telah ditentukan di gambar desain (shop drawing). Tahapan pekerjaan stressing dimulai dengan pemasangan wedges plate (anchor) yang berfungsi untuk menjaga posisi strand, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan stressing jack yang telah dihubungkan dengan hydraulic pump. Setelah semua telah siap terpasang dan siap di stressing, operator hydraulic pump akan menyalakan alat tersebut dan melakukan pembacaan sambil melakukan pencatatan pada lembar stressing record. Pekerjaan stressing ini dilakukan oleh salah satu sub kontraktor WIKA, yaitu Delta Systech Indo (DSI) dan diawasi oleh tim QC.



Gambar 102 Proses stressing strand



Gambar 99 Alat stressing strand

14. Pemotongan Strand Box Girder

Setelah stressing telah mencapai spesifikasi yang telah ditentukan, sisa strand tersebut dipotong sehingga pada bagian casting strand yang tersisa tidak panjang.



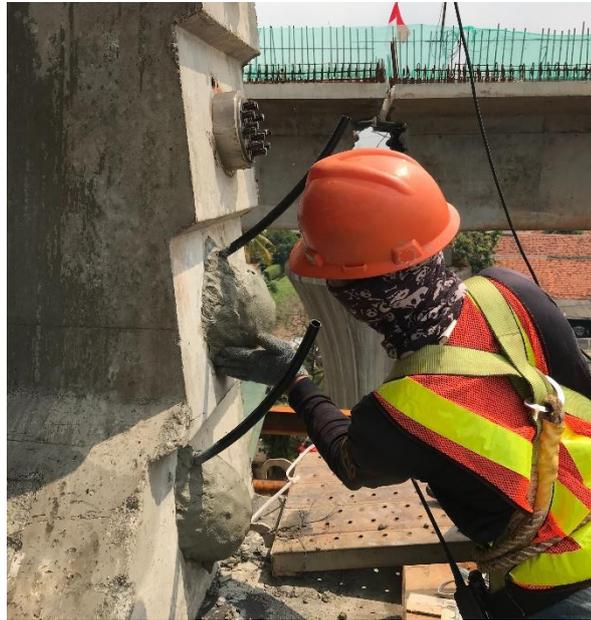
Gambar 104 Proses pemotongan strand



Gambar 105 Strand sudah terpotong

15. Capping Casting Strand Box Girder

Proses Capping dilakukan setelah strand selesai dipotong. Material untuk capping terdiri dari semen dan air namun dengan perbandingan komposisi air dan semen 1 :10.



Gambar 106 Proses capping casting strand

16. Grouting Tendon Box Girder

Setelah casting strand selesai di capping, selanjutnya dilakukan proses grouting tendon pada box girder. Proses pekerjaan ini pun masih dilakukan oleh tim DSI. Material grouting tendon terdiri dari semen, air, dan obat china. Komposisi yang digunakan untuk campuran ini adalah :

- Air → 12 Liter
- Semen Tiga Roda → 5 sak (40 kg)
- Admixture Accelerating (spek China) → 180 gram

Semua material tersebut dimasukkan ke dalam mesin mixer dan di mixing ± 5 menit. Selanjutnya, dilakukan tes kekentalan (viscosity) dari pasta tersebut. Apabila sudah sesuai dengan spesifikasi desain, pasta tersebut dipompa masuk kedalam tendon melalui selang yang sudah terpasang pada tendon hingga tendon masing – masing tendon penuh.



Gambar 107 Proses grouting tendon



Gambar 108 Proses mixing material grouting

17. Pelepasan Shoring PCH

Pelepasan shoring PCH harus dilakukan sesuai dengan prosedur pelepasan yang baik dan benar sesuai dengan aspek safety dan harus diawasi oleh inspektor scaffolding. Pekerjaan pelepasan shoring harus dilakukan per layer dengan urutan pelepasan bracing – ledger – standard. Pekerjaan ini biasanya memakan waktu 4 - 5 hari dengan total pekerja 8 – 10 orang.



Gambar 109 Pelepasan shoring PCH

BAB IV TAMBAHAN DAN HAL-HAL MENARIK

4.1 Batching Plant Wika Beton Section Station Halim

Pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung ini, PT. Wika Beton merupakan salah satu *sub-contractor* dari PT. Wijaya Karya yang dimana PT. Wika Beton juga merupakan anak perusahaan dari PT. Wijaya Karya. Wika Beton memiliki Batching Plant yang salah satu fungsinya adalah untuk mensuplai kebutuhan beton pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung, Batching Plant berlokasi tepat bersebelahan dengan Section Station Halim Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung, untuk Proyek Kereta Cepat sendiri Batching Plant Wika Beton Halim mensuplai kebutuhan beton mulai dari Section Station Halim hingga Section Karawang.

Batching Plant Wika Beton Halim memiliki berbagai fasilitas untuk menunjang segala kegiatan pelaksanaannya, yang pertama terdapat gudang penyimpanan material untuk keperluan pembuatan beton, seperti gudang penyimpanan Pasir, Screen 5-10, Split 10-20, dan Split 20-30. Selain itu terdapat 5 buah Silo yang ditujukan untuk menyimpan material seperti air, semen, *additive*, dan *fly ash*, sebelum dilakukan *mixing* pada proses pembuatan beton.



Gambar 110 Gudang Penyimpanan Material Beton



Gambar 111 Gudang Penyimpanan Material Beton



Gambar 112 Silo Batching Plant

Selain fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan sebelumnya terdapat juga ruangan Curing, yang berfungsi untuk melakukan proses Curing pada beton, merawat beton agar air dan udara panas yang terdapat didalam beton dapat keluar dengan perlahan, menjaga kelembaban dan suhu beton, sehingga diharapkan dengan hal-hal tersebut dapat membuat mutu beton yang direncanakan tercapai.

Terdapat berbagai macam benda uji beton yang terdapat didalam ruangan curing, antara lain benda uji beton pada Box Girder, Pile Cap, Pier, dll. Karena pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung ini banyak menggunakan mutu beton china, benda uji nya pun berbeda dengan benda uji beton mutu SNI, jika SNI berbentuk silinder maka standar China untuk benda uji berbentuk kubus (sama seperti mutu beton K).

Proses curing terhadap benda uji beton nya pun juga berbeda dengan proses curing benda uji beton mutu SNI, seperti saat penyiraman air terhadap benda uji dilakukan setiap 10 menit menggunakan *water spray* secara otomatis, lalu suhu didalam ruangan curing harus mencapai $20 \pm 2^{\circ}$ Celcius, untuk menjaga suhu tersebut digunakan air conditioner didalam ruangan tersebut. Pengetesan uji kuat beton pada standar China juga berbeda dengan SNI, benda uji beton mutu China diuji kuat tekan beton pada 7, 28, dan 56 hari.



Gambar 113 Ruang Curing Benda Uji



Gambar 114 Benda Uji Mutu Beton China

Dalam mutu beton standar China pembagian spesifikasi atas mutu beton nya berbeda dengan SNI, contohnya adalah dalam mutu beton China terbagi atas C 45, C 50, dll., berbeda juga dengan mutu beton fc, jika mutu beton fc 30 bernilai sebesar 30 Mpa, maka untuk mutu beton China C 30 bernilai sebesar 24,90 Mpa. Terdapat kesamaan dari mutu beton China terhadap mutu beton K, salah satu contohnya adalah mutu beton China C 50 mempunyai nilai Mpa yang sama dengan mutu beton K 500.

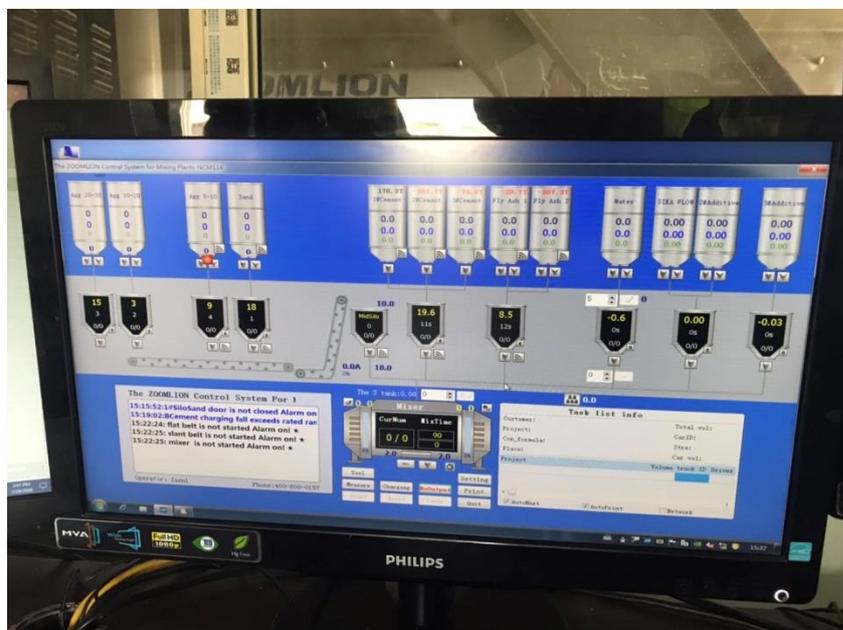
Selanjutnya didalam proses pembuatan beton pada Batching Plant Halim ini terdapat Control Room yang memiliki tugas untuk mengatur spesifikasi dan komposisi dari masing-masing material untuk dijadikan beton, berikut merupakan tahapan-tahapan pembuatan beton pada Batching Plant Wika Beton Halim ini.

1. Control Room Batching Plant

Didalam Control Room terdapat monitor yang didalamnya terdapat JMD (Job Mix Design), data tentang ketetapan kuantitas dari tiap material untuk pembuatan beton, tiap spesifikasi beton memiliki data yang berbeda-beda, selain itu terdapat juga monitor cctv untuk melihat masing-masing komponen mesin pada Batching Plant tersebut bekerja dengan baik disaat proses pembuatan beton.



Gambar 115 Monitor pada Control Room



Gambar 116 Monitor pada Control Room

2. Pemindahan material dari gudang penyimpanan menuju Stockyard

Ketika terdapat order untuk pembuatan beton maka operator yang berada pada Control Room berkomunikasi dengan operator dozer untuk memindahkan material dari gudang penyimpanannya menuju Stockyard, dengan kuantitas yang telah direncanakan sebelumnya.



Gambar 117 Proses Pemindahan Material Beton



Gambar 118 Stockyard Batching Plant

3. Proses *Mixing* material untuk pembuatan beton

Setelah penempatan material seperti pasir dan agregat pada stockyard tahapan selanjutnya adalah proses *mixing* dari seluruh material untuk pembuatan beton, pasir dan agregat disalurkan menggunakan *conveyor belt* menuju mesin *mixing*, yang dimana air, semen, dan fly ash yang berasal dari Silo juga disalurkan menuju mesin tersebut.



Gambar 119 Monitor cctv Disaat Proses Pembuatan Beton

4. Penyaluran beton menuju Truk Mixer

Setelah proses mixing material untuk pembuatan beton telah selesai dan sudah dipastikan pada monitor, maka beton dapat disalurkan menuju Truk Mixer dan beton segar siap disuplai menuju lokasi pengecoran.



Gambar 120 Beton segar disuplai menggunakan Truk Mixer

4.2 Trial Mix

Pekerjaan *Trial Mix* dilakukan pada Batching Plant Wika Beton Halim, *Trial mix* merupakan proses perencanaan pembuatan *job mix design* untuk menentukan komposisi dari masing - masing material, agar dapat mendapatkan kuat tekan rencana atau mutu beton yang diinginkan. Formula beton yang akan dilakukan *trial mix* sudah ditentukan dengan melalui proses pembuatan pada Batching Plant dan di *mix* selama 3 x 90 detik, langkah selanjutnya adalah memindahkan beton segar menuju Truk Mixer untuk nanti dilakukan Slump Test.



Gambar 121 Slump Test Trial Mix



Gambar 122 Slump Test Trial Mix

Desain *trial mix* yang dilakukan direncanakan untuk struktur bangunan *bored pile* dengan kuat tekan rencana $f_c' 25 \text{ MPa}$ ($slump 12 \pm 2$) dan $f_c' 35 \text{ MPa}$ ($slump 16 \pm 2$). *Trial mix* ini diuji sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) sehingga benda ujinya berbentuk silinder ukuran 15 x 30 cm dan dibuat sebanyak 6 buah. Setelah berumur 1x24 jam, bekisting silinder dapat dilepas dan beton akan di curing dengan cara direndam pada kolam curing. Kemudian, beton akan di uji tekan saat berumur 7, 14, dan 28 hari.



Gambar 123 Memasukkan beton ke Benda Uji



Gambar 124 Memasukkan beton ke Benda Uji

4.3 Erection U-Shape Girder LRT (LRT Diversion, Jatiwaringin, Jakarta Timur)

Pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung ini selain menggunakan Pier dan juga Box Girder sebagai komponen dari struktur bangunan kereta cepat, terdapat juga beberapa Tunnel yang dibangun sebagai *Track* Kereta Cepat Jakarta-Bandung, Tunnel tersebut dibuat oleh contractor consortium China yaitu Sinohydro Corporation Limited, salah satu Tunnel tersebut berada di daerah Jatiwaringin, Jakarta Timur, dengan panjang Tunnel kurang lebih 800 m. Dikarenakan terdapat bored pile dari Pier LRT yang *crossover* dengan jalur Tunnel kereta cepat, maka harus dilakukan pembongkaran Pier LRT serta pencabutan Bored Pile Pier tersebut.

Desain Pier LRT pun diubah kembali menjadi desain Portal, sehingga konstruksi Tunnel yang berada dibawahnya dapat berjalan kembali, tanpa terhalangi Bored Pile dari Portal tersebut. Terdapat total sebanyak 6 buah U-Shape Girder LRT yang akan dilakukan erection untuk ditempatkan kembali ke portal.

Pelaksanaan *erection girder* pertama dilakukan pada tanggal 11 Juli 2020, dimulai sekitar pukul 21:00 WIB, kegiatan diawali dengan *Toolbox Meeting*, yaitu briefing mengenai teknis pelaksanaan agar tetap selalu menjaga keselamatan dan keamanan disaat *erection girder* berlangsung. Banyak elemen yang tergabung dalam pelaksanaan *erection girder* ini, antara lain terdapat kesatuan Polisi PJR (Patroli Jalan Raya), CDJO (CARS – Dardela Joint Operation) yang bertindak sebagai konsultan supervisi dalam Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung ini serta perwakilan dari PT Adhi Karya dan Kementerian PUPR. Berikut merupakan tahapan metode pelaksanaan *erection girder* U-Shape LRT,



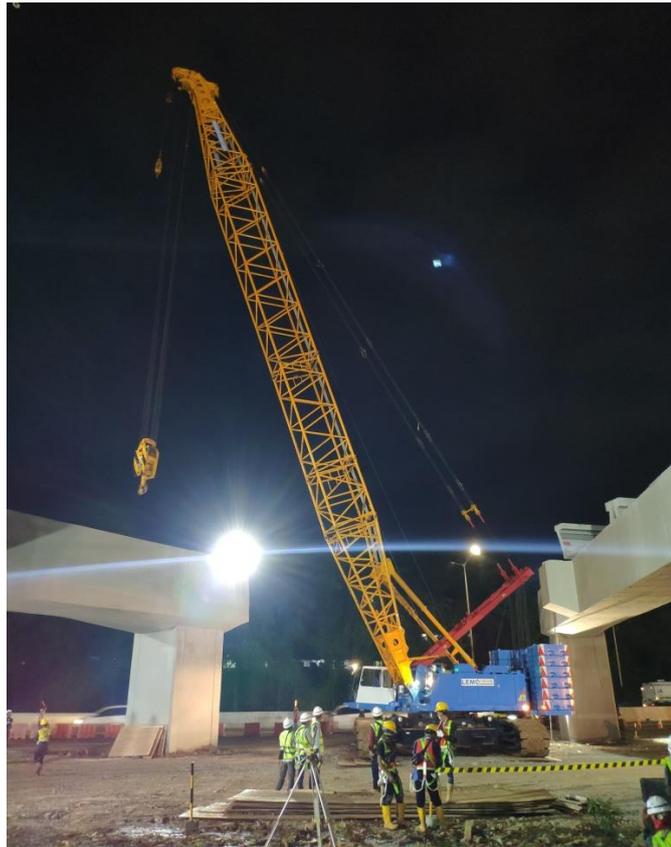
Gambar 125 Toolbox Meeting Erection Girder

1. Pemosisian alat berat dan U-Shape Girder

Dilakukan tahapan persiapan untuk *erection girder*, dengan memposisikan alat berat yaitu Crawler Crane dengan kapasitas angkat sebesar maksimal 250 ton sebanyak 2 buah, dikarenakan berat serta ukuran dari Crawler Crane tersebut sangat besar maka harus ditempatkan Plat baja sebagai lintasan dari Crawler Crane tersebut, yang tujuannya adalah agar distribusi beban pada tanah merata, sehingga tidak menyebabkan tanah disekitar Crawler Crane menjadi ambles.



Gambar 126 Penempatan Plat Baja



Gambar 127 Crawler Crane kapasitas 250 ton

2. Pindahkan Girder menggunakan *Trailer Multi-Axle*

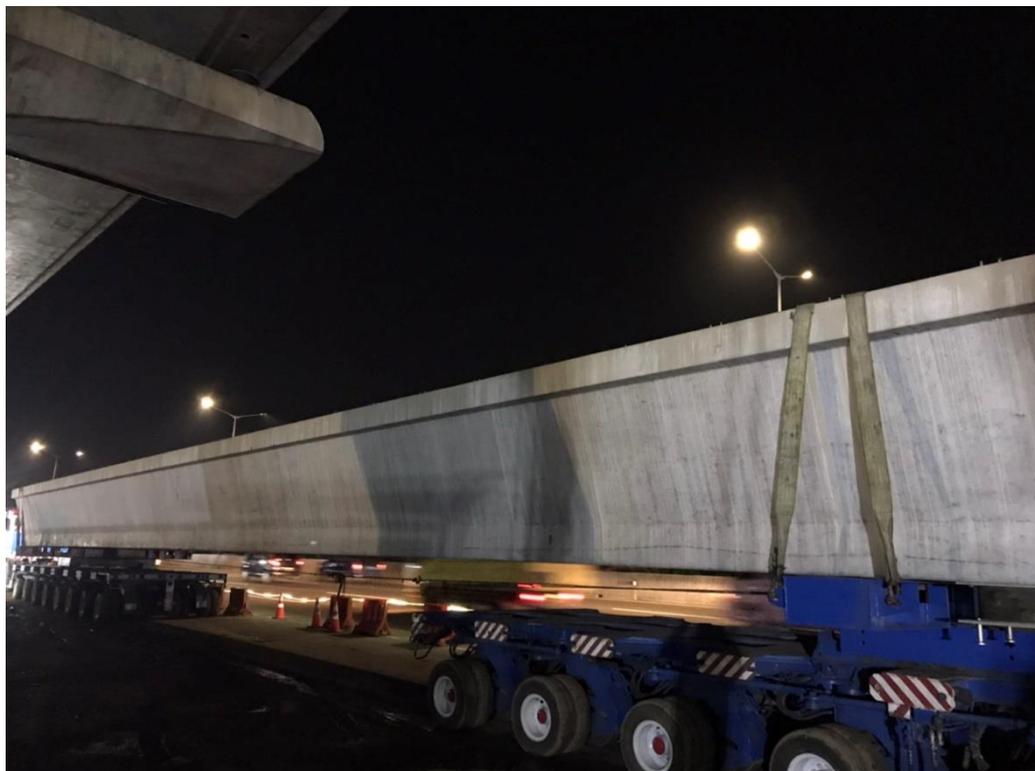
Girder yang sebelumnya sudah ditempatkan diatas *Trailer Multi-Axle* lalu diangkut dengan Truk menuju posisi erection yang telah direncanakan sebelumnya, posisi tersebut harus sesuai, karena berhubungan dengan sudut *Working Radius* dari spesifikasi Crane 250 ton yang digunakan.



Gambar 128 Trailer Multi-Axle



Gambar 129 Girder yang sudah ditempatkan diatas Trailer Multi-Axle



Gambar 130 Girder yang sudah ditempatkan diatas Trailer Multi-Axle

3. Pengecekan *Spreader Beam* untuk *Erection Girder*

Untuk melakukan *Erection Girder* perlu dilakukan pengecekan terhadap komponen-komponen yang digunakan untuk pengangkatan, antara lain seperti hook pada Crawler Crane apakah berfungsi dengan baik, lalu kondisi kabel baja yang akan dikaitkan dengan Girder melalui *Spreader Beam*, fungsi dari *Spreader Beam* itu sendiri adalah untuk meratakan distribusi beban dan menjaga keseimbangan disaat pengangkatan berlangsung.



Gambar 131 *Spreader Beam* pada Girder U-Shape LRT

4. Proses *Erection Girder* dengan menggunakan Crawler Crane

Setelah kabel baja yang sudah tersambung dengan *Spreader Beam* dikaitkan pada hook Crawler Crane, barulah *Erection Girder* dapat dilaksanakan. Surveyor, pelaksana dan operator Crane harus saling berkoordinasi dan berkomunikasi terkait penempatan Girder pada portal, karena koordinat dari penempatan Bearing Pad pada Girder harus sesuai dengan perencanaan. Total waktu untuk kegiatan pelaksanaan *Erection Girder* adalah kurang lebih selama 60 menit.



Gambar 132 Proses Erection Girder U-Shape LRT



Gambar 133 Proses Erection Girder U-Shape LRT

4.4 Pekerjaan CFG Pile



Gambar 134 CFG Pile

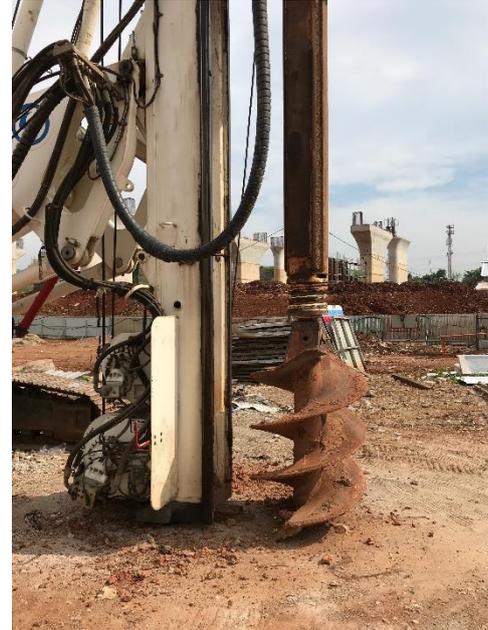
Pada proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung bagian *subgrade 1* (DK 2) dan *subgrade 2* (DK 4) terdapat beberapa metode perkuatan tanah (*ground treatment*). *Ground treatment* ini berfungsi untuk meningkatkan daya dukung dari tanah dasar pada area subgrade tersebut dikarenakan area tersebut dulunya merupakan area sungai yang telah di relokasi dan tanah dasarnya di dominasi oleh tanah lunak. Salah satu *ground treatment* pada area tersebut adalah *Cement-FlyAsh-Gravel Pile* atau yang biasa disingkat dengan *CFG Pile*. *CFG Pile* ini merupakan metode perkuatan tanah yang dikembangkan berdasarkan pada kolom batu. Kombinasi antara semen, *fly ash*, dan batu kerikil ini nantinya akan dicampur sehingga menjadi kolom yang kaku sebagai pengikat tanah di sekitar area tersebut. Karena sifat *CFG Pile* yang kaku, metode perkuatan ini dapat diterapkan di berbagai macam kondisi tanah termasuk tanah lunak. Perbedaan yang dapat dilihat dari *CFG pile* dengan pile jenis lain adalah tidak adanya tulangan baja pada strukturnya. Kedalaman dari *CFG pile* ini berkisar antara $\pm 10 - 15$ m. Untuk proses pengerjaannya sendiri, hampir mirip seperti *pile - pile* pada umumnya. Berikut adalah tahapan - tahapan pekerjaan pemasangan *CFG Pile* :

1. Proses marking titik *CFG pile*
 Pertama – tama dilakukan penandaan atau marking oleh tim surveyor pada titik – titik yang nantinya akan menjadi posisi pemasangan *CFG pile*. Penetapan untuk posisi *CFG pile* harus diperiksa kembali sebelum dilakukan proses boring untuk menghindari dan meminimalisir kesalahan.
2. Persiapan Alat
 Pekerjaan persiapan alat – alat yang akan digunakan ini meliputi mobilisasi dan pemosisian peralatan pada titik pemasangan *CFG pile*. Peralatan yang akan digunakan untuk pekerjaan tiang *CFG* akan dimobilisasi ke lokasi. Setelah tiba,

peralatan akan dirakit oleh pekerja khusus. Sebelum dimulainya pekerjaan CFG pile, kondisi pengoperasian peralatan harus diperiksa oleh ahli operator. Beberapa alat yang digunakan antara lain adalah Bore Drilling + Mata bor (Auger)



Gambar 135 Alat Bor (Drilling Machine)



Gambar 132 Mata Bor (Auger)

3. Penyesuaian Vertikalitas Alat Bor

Setelah posisi alat bor telah diatur di lokasi CFG pile, tiang bor harus diperiksa dan disesuaikan agar posisinya vertikal ke tanah yang akan di bor dan sejajar dengan pusat lokasi CFG pile. Selama pengeboran CFG pile, vertikalitas tiang bor (pengeboran auger) dari posisi operator bor harus dikontrol dengan ketat dan deviasi tidak boleh melebihi 1%.

4. Pekerjaan Pengeboran

Sebelum pengeboran, section yang tipikal harus dipilih untuk diuji, seperti halnya untuk menentukan proporsi campuran dan kemerosotan campuran untuk konstruksi, waktu pencampuran, kecepatan pengangkatan pipa, arus setelah penghentian lubang dari getaran tabung pile driver yang tenggelam dan parameter teknologi lainnya.

Selanjutnya adalah penutupan katup bor, dan menggerakkan bor ke bawah tanah dan pengeboran dimulai dengan meningkatkan kecepatan alat bor. Pengeboran akan dilakukan hingga kedalaman desain. Kedalaman rencana CFG pile berkisar diantara 8 m – 10 m.

5. Pekerjaan Pengecoran

Setelah pengeboran mencapai kedalaman yang sesuai dengan desain, pengecoran dimulai dengan memompa campuran Cement-FlyAsh-Gravel (CFG) ke dalam pipa sampai lubang tadi terisi penuh oleh campuran tersebut. Pemompaan campuran harus dilakukan secara kontinu dan pompa tidak boleh mengalami suspensi akibat kekurangan campuran. Pada saat proses pemompaan, kuantitas campuran dan kecepatan pengangkatan pipa juga harus dikontrol agar sesuai dengan parameter pile yang telah ditentukan. Bahan baku untuk campuran seperti semen, fly ash, gravel dan aditif juga harus sesuai dengan desain rencana. Pipa pemompaan harus diisi dengan campuran sebelum tiang bor diangkat. Selama proses pengecoran, tekanan pemompaan, tekukan dan kondisi batang bor harus diperiksa untuk mencegah saluran tersumbat. Setelah pipa pemompaan diisi campuran, lakukan pengangkatan pipa ke puncak tiang dengan kecepatan konstan sambil memompa campuran. Selama pembangunan tiang pancang, saluran harus selalu terkubur dalam campuran selama sekitar 1 m agar tumpukan tidak pecah.

6. Pembersihan Tanah, Penggalian Tanah, dan Pekerjaan Pile Cap

Setelah CFG pile selesai di cor, dilakukan penggalian tanah diantara pile – pile CFG tersebut. Tanah yang digali akan diangkut ke area pembuangan yang telah ditentukan.

Pekerjaan penggalian dilakukan untuk mempermudah proses pemotongan CFG pile hingga ke batas Cut Off Level (COL). Proses pemotongan harus dilakukan tanpa merusak batang pile atau mempengaruhi keutuhan pile. Setelah CFG pile telah dipotong hingga batas COL, dilanjutkan dengan pekerjaan pembesian pile cap CFG dan pemasangan formwork, baru setelah posisi pile cap sudah sesuai dengan marking surveyor dan di checklist oleh tim QC lanjut ke pekerjaan pengecoran pile cap. Pile CFG tidak di caping secara grup melainkan di caping masing – masing tiap pile dan berbentuk persegi empat dengan ukuran 1 m x 1 m.



Gambar 137 Pekerjaan penggalian tanah



Gambar 138 Pembesian pile cap CFG



Gambar 139 Pile cap CFG

4.5 Pekerjaan RJG

Pada proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung bagian *subgrade 1 (DK 2)* dan *subgrade 2 (DK 4)* terdapat beberapa metode perkuatan tanah (ground treatment). Selain *Cement-Fly Ash-Gravel Pile*, ada juga *Jet Grouting* atau yang biasa dikenal dengan *Rotary Jet Grouting (RJG)*. *Jet Grouting* pada intinya adalah membuat kolom grouting in situ menggunakan injeksi grout bertekanan sangat tinggi. Grouting dilakukan dengan memompa semburan nat berkecepatan tinggi melalui jet nozzle. Ukuran kolom Jet Grout tergantung pada jenis tanah, kepadatan tanah, tekanan injeksi, dan berbagai faktor lainnya. Tahapan -tahapan untuk konstruksi kolom jet grouting adalah sebagai berikut:

1. Persiapan dan pemosisian alat
Posisi alat bor (drilling machine) harus berada di posisi yang sesuai pada titik lokasi pile dan vertikalitas dari tiang bor juga harus disesuaikan.
2. Pengeboran
Apabila sudah posisi serta vertikalitas dari alat bor sudah sesuai, proses pengeboran dapat dimulai dan pengeboran dilakukan hingga mencapai kedalaman desain sesuai rencana.
3. Proses mixing material grouting
Proses mixing atau mencampur material – material grouting dapat dilakukan bersamaan dengan proses pengeboran.
4. Proses Grouting
Setelah di bor hingga kedalaman rencana, pipa grouting dapat dimasukkan ke dasar lubang. Kemudian, angkat pipa grouting setelah material grouting mengalir keluar dari jet nozzle. Proses jet grouting dilakukan secara memutar dari bagian bawah hingga ke atas hingga sampai ke permukaan. Penarikan pipa grouting keluar dilakukan setiap kedalaman 0,5 m agar hasil grouting tetap padat dan kemudian dihentikan saat mencapai permukaan atas.

4.6 Test pada Bored Pile



Gambar 140 Pengetesan pada Bored Pile

Setelah pekerjaan bored pile selesai dilakukan, dibutuhkan pengecekan lebih lanjut untuk mengetahui apakah pekerjaan yang telah dilakukan tersebut telah sesuai dengan spesifikasi desain yang direncanakan. Oleh karena itu, dilakukan beberapa macam tes atau pengujian pada bored pile. Tes yang dilakukan antara lain :

1. PIT Test



Gambar 141 PIT Test

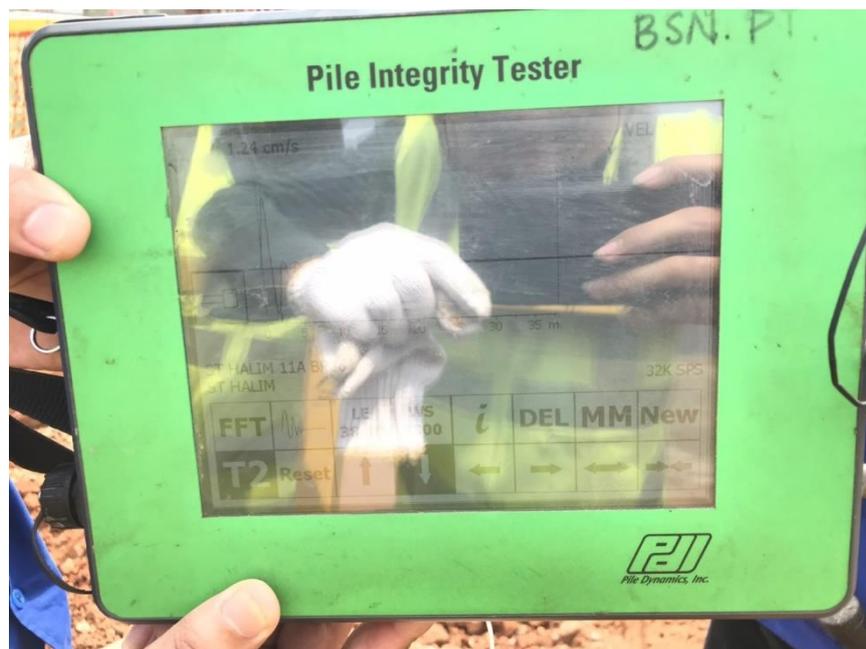
Pile Integrity Test atau yang biasa disebut dengan PIT Test merupakan salah satu metode pengujian yang dilakukan pada bored pile pada area proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung Halim Station. PIT Test berfungsi untuk mengetahui integritas atau keutuhan pada suatu pile dengan cara menganalisa kemungkinan adanya keretakan yang terjadi di sepanjang pile yang tertanam tersebut. Keutuhan tiang dari pondasi sangatlah penting untuk meyakinkan bahwa tiang tersebut mampu menahan beban dari gedung atau struktur

diatasnya. Pengujian ini didasarkan pada teori perambatan gelombang. Output dari test ini nantinya akan berupa grafik perambatan dari gelombang yang menunjukkan integritas sepanjang pile. Peralatan yang digunakan untuk PIT Test juga tidak banyak, yaitu alat PIT Test dan Hammer. Prosedur pengujian PIT Test ini adalah sebagai berikut :

- ❖ Penentuan titik bored pile yang akan diuji
- ❖ Pembersihan permukaan bored pile dari tanah dan pasir
- ❖ Pemilihan permukaan bored pile yang rata
- ❖ Pemasangan sensor alat PIT (accelerometer)
- ❖ Pemberian tumbukan menggunakan hammer atau palu
- ❖ Pembacaan grafik integritas pile pada alat PIT

Adapun hal – hal yang perlu diperhatikan dalam test ini, yaitu :

- Denah lokasi titik bored pile yang akan diuji
- Berat Hammer / Palu yang digunakan
- Tanggal Pengeboran
- Tanggal Pengecoran



Gambar 142 Alat Pile Integrity Test (PIT)



Gambar 143 Pemasangan sensor PIT



Gambar 144 Proses Pile Integrity Test (PIT)

2. PDA Test



Gambar 145 PDA Test

Pile Driving Analyzer Test atau yang biasa dikenal dengan PDA Test sudah cukup lama dikenal di Indonesia. PDA Test merupakan salah satu jenis pengujian pondasi pile dengan memberikan impact / tumbukan kepada pondasi pile dengan Hammer dimana pondasi pile tersebut telah di pasang sensor transducer (velocity) dan accelerometer (force). PDA Test ini dilakukan pada area proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung Halim Station dan LRT Integration Halim Station. PDA Test juga termasuk jenis pengujian dinamik dengan menggunakan metoda wave analysis dan sering disebut dengan re-strike test sesuai dengan sifat pengujiannya yang melakukan re-strike atau pemukulan ulang pondasi tiang yang diuji. PDA Test meliputi pengukuran data kecepatan (velocity) dan gaya (force) selama pelaksanaan pengujian dan perhitungan variabel dinamik secara real time untuk mendapatkan gambaran tentang daya dukung pondasi masing – masing bored pile, integritas atau keutuhan tiang dan sambungan, dan efisiensi dari transfer energi pukulan hammer atau alat pembebanan. Dari hasil PDA Test kita akan dapat mengetahui :

- Daya dukung pondasi tiang tunggal
- Integritas atau keutuhan tiang dan sambungan
- Efisiensi dari transfer energi pukulan hammer/alat pancang
- Dsb.

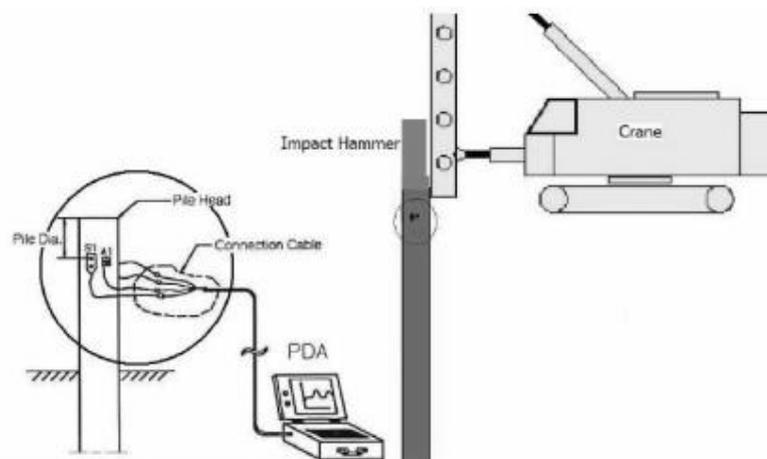
Peralatan yang digunakan untuk PDA Test, diantaranya :

- Pile Driving Analyzer (PDA)
 - Strain Transducer
 - Accelerometer
 - Kabel Penghubung
 - Crawler Crane
 - Hammer
- (Beban hammer yang digunakan di area Halim Station \pm 10 – 15 ton)



Gambar 146 Peralatan Pengetesan PDA

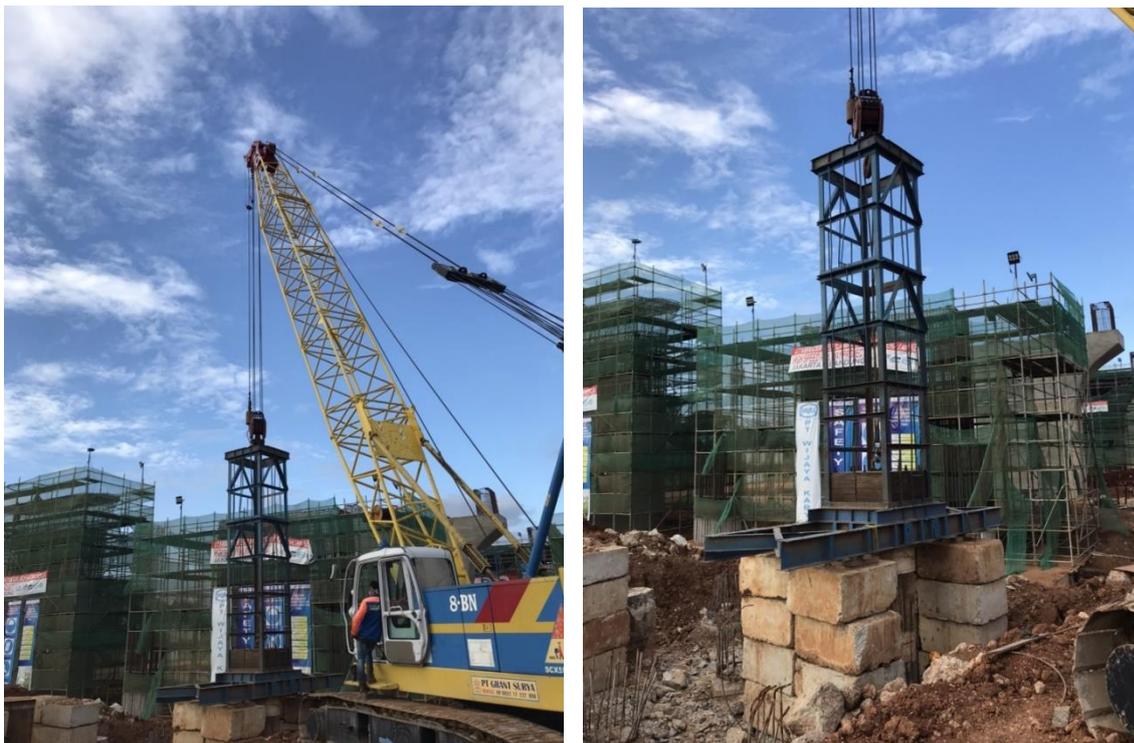
sensor terdiri dari pengukur regangan (strain transducer) dan pengukur percepatan (accelerometer) yang dipasang dibawah kepala tiang (minimum jarak dari kepala tiang ke transducer $1,5D - 2D$, dimana D adalah diameter tiang sehingga ada jarak bebas pada saat tumbukan.



Gambar 147 Proses Pengetesan PDA



Gambar 149 Hammer PDA Test



Gambar 150 Pemasangan Kerangka dan Hammer menggunakan Crane



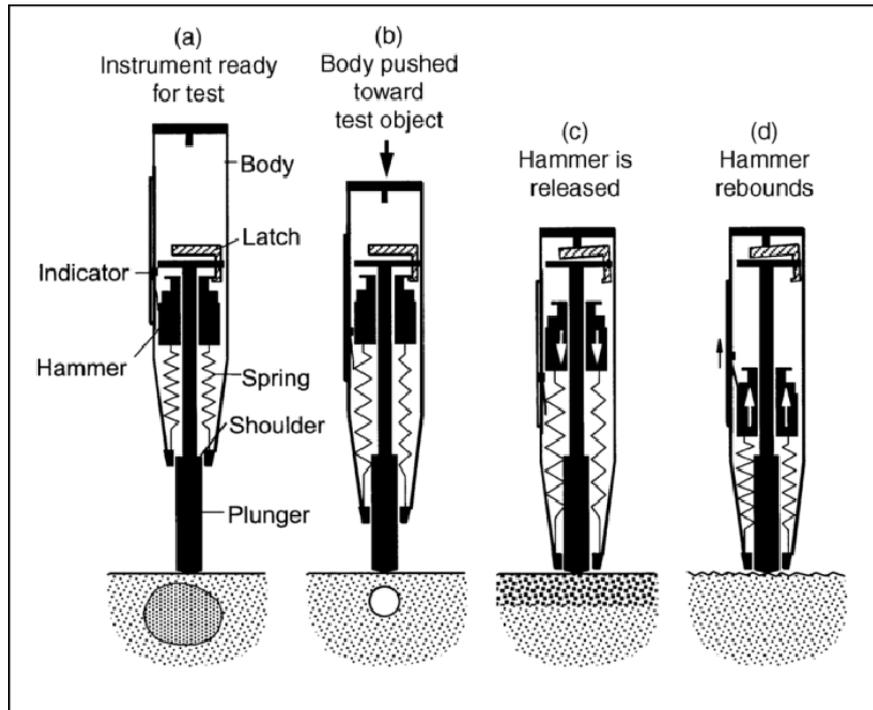
Gambar 151 Pemasangan sensor PDA Test

4.7 Test pada Pier

Pengetesan pada Pier dilakukan untuk membandingkan kondisi eksisting mutu beton terhadap mutu beton rencana yang telah ditetapkan sebelumnya, salah satu metode test yang dilakukan adalah Hammer Test. *Hammer Test* merupakan metode pengujian praktis yang dilakukan terhadap beton untuk mengetahui kekuatan mutu beton. Alat yang digunakan didalam *Hammer Test* ini adalah *Schmidt Hammer*. Sebagai catatan karena alat ini hanya untuk mengetahui mutu beton pada lapisan permukaan ($\pm 4\text{cm}$), sehingga untuk elemen struktur dengan dimensi yang besar, *Hammer Test* hanya menjadi indikasi awal bagi pengujian mutu beton.



Gambar 152 Schmidt Hammer



Gambar 153 Mekanisme Hammer Test

Metode pengujian *Hammer Test* sangat mudah dilakukan, salah satu contoh pada pengetesan kali ini yang dilakukan adalah menentukan 5 area yang terdapat dalam satu buah Pier dengan dimensi kurang lebih 50 x 50 cm, dan pada masing-masing area tersebut dilakukan pengetesan sebanyak 16 titik yang berbeda, berikut merupakan tahapan pelaksanaan dari *Hammer Test* terhadap struktur bangunan Pier

1. Pembersihan area beton yang akan diuji

Sebelum dilakukan *Hammer Test* pada permukaan beton yang akan diuji, harus dilakukan pembersihan dengan menggunakan *Scrub* agar permukaan beton halus dan rata, sehingga pembacaan data yang diperoleh optimal ketika *Hammer Test* dilaksanakan

2. Menentukan arah *Schmidt Hammer*

Untuk pengetesan pada struktur bangunan Pier ini, ditentukan arah 0° untuk melakukan *Hammer Test*, yaitu posisi *Schmidt Hammer* adalah tegak lurus dengan permukaan Pier

3. Menekan *Schmidt Hammer*

Setelah menentukan area dan sudut untuk *Hammer Test*, maka tahapan selanjutnya adalah menggunakan alat *Hammer Test* dengan menekan *Schmidt Hammer* terhadap permukaan beton hingga *Plunger* masuk kedalam *Schmidt Hammer* sepenuhnya



Gambar 154 Pelaksanaan Hammer Test

4. Menentukan bacaan hasil Test dengan grafik

Setelah *Schmidt Hammer* ditekan maka selanjutnya adalah pembacaan data melalui indikator, sesaat setelah *Plunger* masuk kedalam *Schmidt Hammer* sepenuhnya terdapat tombol untuk mengunci bacaan, agar hasil test dapat terbaca dengan jelas melalui indikator. Setelah itu dari hasil bacaan tersebut bisa didapatkan hasil mutu beton dengan memasukkan nilai bacaan kedalam grafik, terdapat 3 jenis kurva yang masing-masing dari kurva tersebut dibedakan sesuai dengan arah pengetesan *Schmidt Hammer*, dikarenakan sudut pada pengetesan yang dilakukan sebesar 0° , maka kurva yang dilihat didalam grafik adalah yang berwarna merah.



Gambar 155 Grafik Hammer Test

ditimbun tadi. Pemadatan tiap bagian dilakukan sebanyak 20 – 25 kali bolak – balik dengan Vibro roller. Bila proses pemadatan telah selesai, daya dukung dari tanah pada daerah tersebut harus diuji kembali. Oleh karena itu, dilakukan test atau pengujian berupa CBR Test. CBR Test adalah singkatan dari California Bearing Ratio Test yang merupakan perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. CBR Test dilakukan oleh orang laboratorium tanah dari PT. Wijaya Karya (Persero).

Peralatan yang digunakan untuk pengujian CBR Lapangan adalah sebagai berikut :

- Dongkrak CBR mekanis dengan kapasitas 10 ton, dilengkapi dengan “swivel head”.
- Cincin penguji (proving ring) dengan kapasitas : 1,5 ton (3000 lbs), 3 ton (6000 lbs), 5 ton (10.000 lbs), atau sesuai dengan kebutuhan.
- Piston/torak penetrasi dan pipa-pipa penyambung.
- Arloji penunjuk (dial) penetrasi untuk mengukur penetrasi dengan ketelitian 0,01 mm (0,001”) dilengkapi dengan balok penyokong dari besi propil sepanjang lebih kurang 2,5 meter.
- Keping beban (plat besi) yang bergaris tengah 25 cm (10”) berlubang di tengah dengan berat +/- 5 Kg (10 Pound) dan beban-beban tambahan seberat 2,5 Kg (5 Pound) yang dapat ditambahkan bilamana perlu.
- Sebuah vibro roller yang dibawahnya dapat dipasang sebuah dongkrak CBR mekanis.
- Dua dongkrak, alat-alat penggali, alat-alat penumbuk, alat-alat perata, waterpass

Persiapan Lokasi Pengujian :

- Tanah penimbunan dipadatkan menggunakan vibro roller dan diratakan permukaannya.
- Permukaan titik tanah yang akan diuji harus rata levelnya dan tidak ada kemiringan : cek dengan waterpass
- Dipastikan bahwa di permukaan yang akan diuji tidak ada debu, pasir, kerikil yang lepas/berserakan.
- Selama pemasangan alat-alat, permukaan tanah atau permukaan yang sudah dibersihkan harus dijaga supaya kelembabannya tidak berubah dari kondisi awal.
- Pengujian dilakukan secepat mungkin sesudah persiapan selesai.

Tahapan pengujian CBR :

- ❖ Vibro roller ditempatkan sedemikian rupa sehingga dapat dipasang dongkrak CBR mekanis tepat diatas lubang pemeriksaan.
- ❖ Vibro roller didongkrak supaya berat sendirinya tidak ditahan lagi oleh per kendaraan (jika tertahan per maka pembacaan akan tidak tepat karena terpengaruh pengenduran gaya oleh per kendaraan)
- ❖ Dongkrak CBR mekanis dan peralatan lain dirangkai, supaya piston penetrasi berada 1 atau 2 cm dari permukaan yang akan diperiksa.

- ❖ Cincin penguji (proving ring) diatur sehingga piston dalam keadaan vertikal.
- ❖ Pastikan semua peralatan uji dalam kondisi stabil, vertikal, sentris (segaris dan tidak melenting/melendut) dan kokoh serta tepat pada posisi yang disyaratkan
- ❖ Keping beban/plat baja setebal 25 cm (10") diletakkan sentris dibawah torak penetrasi sehingga piston penetrasi tepat masuk kedalam lubang keping beban tersebut.
- ❖ Arloji/dial pengukur penetrasi dipasang pada piston penetrasi, sedemikian rupa sehingga jarum pada dial penetrasi menempel pada keping beban/plat baja
- ❖ Pastikan juga proving ring dan dial penetrasi berada pada angka 0
- ❖ Proses pengujian CBR dapat dimulai dengan penambahan pembebanan yang teratur agar kecepatan penetrasinya juga bisa mendekati tetap. Proses ini dilakukan dengan pemutaran piston penetrasi secara manual dan kontinu kemudian pembacaan besar penetrasi dicatat berdasarkan waktu – waktu yang telah ditentukan pada lembar record CBR Test.
- ❖ Setelah data CBR lapangan didapatkan, perhitungan nilai CBR dapat dilanjutkan sesuai dengan formula yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil akhir berupa nilai CBR dalam presentase. (Nilai CBR Tanah pada proyek ini minimal harus 25% sesuai dengan perencanaan)



Gambar 158 Pematatan tanah dengan Vibro roller



Gambar 159 Proses CBR Test



Gambar 160 Alat CBR Test

LABORATORIUM JASA KONSTRUKSI
PT. WIKI KAWA (PERS) Tbk
Jl. Raya Kelapa Dua Wetan no. 6 Cirebon - Kabupaten Tegal 51730
Telp. 021-9729097 Fax. 021-9729097 Email: laboratorium_wika@yahoo.com

WIKAN
Sertifikasi Internasional
LAPORAN PENGUJIAN
LAPORAN 04/2011

PENGUJIAN PEMBACAAN CBR LAPANGAN
SNI 1738:2011

Metode :
Peralatan :
Pembahan : HSK
Proyek : PMU
Alamat Jerni/Lokasi Material :
No. Lap : 0170
Tanggal : 8/9
Catatan : MAKADAM

TITIK							
Waktu (min)	Penetrasi (inch)	Pembacaan (div)	BEBAN (lbs)	Pembacaan (div)	BEBAN (lbs)	Pembacaan (div)	BEBAN (lbs)
0	0	-	5				
0.5	0.025	9	13				
1	0.050	18	22				
1.5	0.075	26	31				
2	0.100	31	35.14				
2.5	0.125	35					
3	0.150	42					
3.5	0.175	46					
4	0.200	50					
4.5	0.225						
5	0.250						
5.5	0.275						
6	0.300						
6.5	0.325						
7	0.350						
7.5	0.375						
8	0.400						

Kapasitas Proving Ring : 6000 lbs No. Seri : 678-87 Nilai Kalibrasi Prov. Ring : 29.88

DI UJI :
Tgl: 8/9/11 TTD: [Signature] Tgl: 19/9/11 TTD: [Signature] Tgl: TTD: [Signature]
Nama: [Signature] Nama: [Signature] Nama: [Signature]

P75 P76
4

Gambar 161 Contoh lembar record CBR Test

BAB V

K3L (KEAMANAN, KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN)



Gambar 162 Prinsip Keselamatan Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung

Keselamatan dan kesehatan kerja yaitu upaya pemberian perlindungan kepada setiap orang yang berada di tempat kerja, yang berhubungan dengan pemindahan bahan baku, penggunaan peralatan kerja konstruksi, proses produksi dan lingkungan sekitar tempat kerja. Setiap perusahaan konstruksi wajib menyediakan fasilitas-fasilitas yang dapat menjamin keselamatan dan kesehatan kerja. Penggunaan atau pemakai Alat Pelindung Diri (APD) merupakan salah satu upaya untuk menghindari atau memperkecil pengaruh negative dari pekerjaan, peralatan dan lingkungan kerja terhadap keselamatan serta kesehatan kerja. Alat tersebut mempunyai kemampuan untuk melindungi sebagian atau seluruh tubuh dari berbagai bentuk bahaya yang mungkin terjadi.

5.1 Proses Identifikasi Bahaya dan Pengendalian Penilaian Resiko

Proses identifikasi bahaya dan pengendalian penilaian risiko dimaksudkan untuk melibatkan semua staff (termasuk manajemen) dan mencakup semua lingkup pekerjaan: pendirian lokasi, konstruksi, dan commissioning.

Tujuannya adalah untuk memberikan pendekatan yang sistematis dan terstruktur untuk :

- Identifikasi bahaya pekerjaan
- Pengumpulan informasi penting tentang sifat bahaya dan konsekuensinya dapat timbul dari paparan risiko yang terkait dengan bahaya.
- Penentuan opsi kontrol yang mungkin untuk menghilangkan, mengisolasi atau meminimalkan risiko tersebut.

- Risiko keselamatan proyek harus diidentifikasi dan ditinjau sebelum pekerjaan dimulai dan akan dicatat dalam DAFTAR IDENTIFIKASI BAHAYA DAN PENGENDALIAN PENILAIAN RISIKO (HIRARC).

Proses HIRARC :

- Bagi kegiatan menjadi langkah-langkah dasar;
- Identifikasi semua bahaya untuk setiap langkah;
- Mengidentifikasi sistem dan memeriksa untuk menghilangkan atau mengendalikan setiap bahaya;
- Tentukan tanggung jawab untuk implementasi pengendalian bahaya

5.2 Aturan dan Regulasi Keselamatan untuk Semua Pekerja

Berikut ini adalah beberapa aturan dari 'Safety Rules and Regulation for All Workers' yang diterapkan dan dipasang padasemua Papan Pemberitahuan Keamanan Situs di dalam lokasi kerja proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung section Halim Station.

- Semua pekerja di lokasi harus mengikuti instruksi dari mandor / supervisor.
- Semua pekerja harus menggunakan helm pengaman dengan tali dagu dan sepatu / boot standar di sepanjang waktu.
- Semua pekerja harus memakai dan memasang sabuk pengaman / tali pengaman mereka saat bekerja di ketinggian. Peralatan pelindung lainnya harus dipakai dan digunakan dengan baik dan benar saat dibutuhkan.
- Semua pekerja dilarang merokok selama bekerja. Merokok diperbolehkan di tempat yang ditentukan saja.
- Semua pekerja harus berpartisipasi dalam kegiatan pembersihan harian / mingguan untuk menjaga kebersihan lokasi setiap saat.
- Semua pekerja harus mematuhi semua aturan dan persyaratan keselamatan yang ada.
- Semua pekerja harus memelihara alat dan perlengkapan yang dikeluarkan dalam kondisi kerja yang aman dan segera laporkan kerusakan kepada supervisor untuk tindakan korektif.
- Semua pekerja akan melaporkan kondisi berbahaya atau tindakan tidak aman kepada supervisor.
- Semua pekerja harus melaporkan setiap kecelakaan atau kejadian berbahaya tanpa penundaan kepadanya supervisor untuk tindakan yang diperlukan.
- Semua pekerja harus bertanggung jawab untuk menjaga kesehatan diri sendiri dan orang lain yang mungkin terpengaruh oleh apa yang dia lakukan atau gagal lakukan di tempat kerja.
- Semua pekerja harus memahami bahwa kegagalan untuk bekerja dengan aman atau mengikuti praktik kerja yang aman akan mengakibatkan tindakan pendisiplinan termasuk pemberhentian dari proyek

5.3 Pengondisian Pekerja dan Pengunjung Proyek

Semua karyawan kontraktor dan semua subkontraktor di semua tingkatan, termasuk tenaga kerja dan semua karyawan kontraktor lain yang bekerja di dalam situs proyek harus selalu memakai identifikasi yang sesuai saat berada di situs proyek dan menampilkan perizinan. Izin harus dalam bahasa Inggris dan bahasa Indonesia, diberi tanggal dan dengan jelas menunjukkan nama dan perusahaan asal.

Semua pengunjung harus melapor ke penjaga keamanan dan mengikuti instruksi sebelum memasuki situs proyek. Di lokasi tol tempat pekerjaan sedang berlangsung, ditutup dengan menggunakan MCB dan pagar. Jika ada lokasi yang berdekatan dengan pemukiman, maka lokasi proyek tetap ditutup untuk umum sehingga warga tidak memiliki akses ke kawasan proyek.

5.4 Pencegahan Terjatuh dari Crane

Untuk pekerjaan bored pile, pekerjaan mengangkat dengan crane selalu dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut termasuk pemasangan tulangan bored pile, unloading tulangan, pengecoran, dll. Apabila kecelakaan crane yang jatuh terjadi, dampak yang sangat buruk bagi masyarakat tidak dapat dihindari lagi. Dalam kasus terburuk, hal ini dapat menyebabkan luka berat bahkan kematian. Maka, untuk menghindari kecelakaan tersebut, diperlukan tindakan pencegahan sebagai berikut;

- Konfirmasi berat angkat maksimum & radius kerja crane
- Konfirmasi kondisi tanah area kerja
- Larangan berputar cepat saat mengangkat beban berat
- Pemasangan pelat baja (jika kondisi tanah tidak sesuai)

5.5 Pencegahan Kontak dengan Alat Berat dan Pekerja

Jika operator peralatan tidak memperhatikan situasi sekitar selama pengoperasian peralatan, kecelakaan ini akan terjadi.

Maka, untuk menghindari kecelakaan tersebut, diperlukan tindakan pencegahan sebagai berikut;

- Menjaga radius putar dari alat berat
- Larangan berputar & bergerak cepat selama pengoperasian peralatan
- Pengaturan sinyal man selama berputar & bergerak

5.6 Pencegahan untuk Memukul dengan Bahan Pengangkat dan Lalu Lintas

Saat memutar crane, material seperti tulangan yang akan diangkat terkadang akan melewati pagar sementara. Meski kejadian situasi ini harus diminimalisir, itu mustahil

menghilangkan terjadinya situasi di atas. Oleh karena itu, tindakan pencegahan berikut harus dilakukan untuk mencegah agar kecelakaan ini tidak terjadi;

- Pengaturan *flagman* untuk mengontrol lalu lintas selama pekerjaan pengangkatan jika bahan pengangkat melewati pagar (mis. casing tulangan)
- Pemasangan sementara penghalang atau pembatas plastik di jalan untuk mengontrol arus lalu lintas (jika perlu)

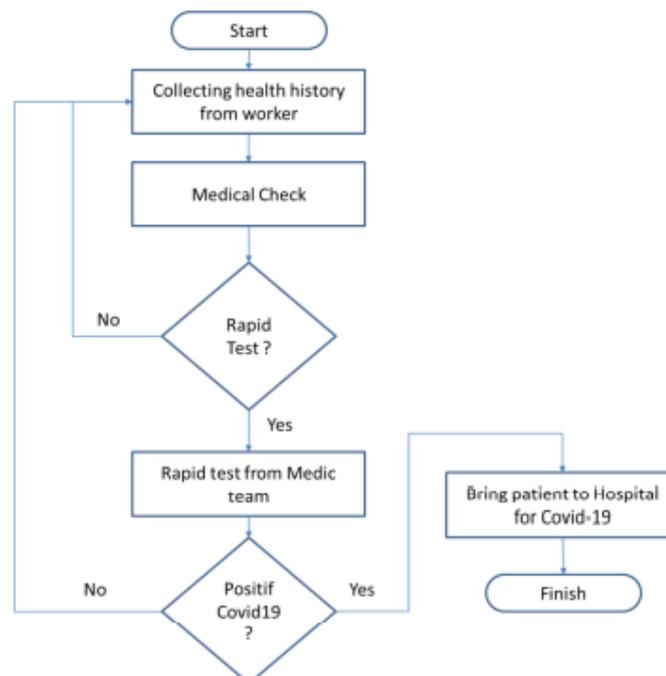
5.7 Pencegahan Pemotongan Kabel Utilitas yang Ada

Ada banyak kabel utilitas yang ada selama pekerjaan tiang pancang. Jadi, untuk menghindari kejadian pemotongan utilitas, tindakan pencegahan berikut harus dipertimbangkan;

- Relokasi lanjutan kabel utilitas
- Pengaturan petugas sinyal di sekitar mesin derek & tiang pancang

5.8 Pencegahan Penularan COVID-19

Untuk protokol pencegahan penularan Covid-19, proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung section Halim Station harus siap menghadapi situasi Covid-19. Oleh karena itu, tim safety di halim station harus mencatat kesehatan setiap pekerja dan dijelaskan oleh flowchart sebagai berikut:



Gambar 163 Flowchart Protokol COVID-19

Jika ada pekerja yang terindikasi tertular Covid-19, pekerja tersebut akan segera dibawa ke rumah sakit terdekat. Untuk meminimalkan resiko terjadinya penyebaran Covid-19, tim keamanan HSR memiliki prosedur penerimaan sebagai berikut:

- Salam pembuka.
- Tanyakan tentang pentingnya berkunjung.
- Minta para tamu untuk mencuci tangan terlebih dahulu.
- Isi buku tamu.
- Jika seorang tamu ingin bertemu seseorang di dalam, mereka harus terlebih dahulu menghubungi orang yang bersangkutan.
- Meminta ID tamu (KTP / SIM).
- Setiap orang atau tamu yang akan masuk harus memeriksa suhu tubuh (bisa masuk jika suhu antara 36°C - 37,5°C)
- Setiap orang atau tamu yang masuk harus memakai masker.
- Berikan Kartu ID Tamu.
- Buka portal jika tamu membawa kendaraan pribadi dan tamu diundang untuk memasuki kawasan proyek.

5.9 Perencanaan Lingkungan

PT. Wijaya Karya (Persero) akan mempertimbangkan dampak lingkungan selama pekerjaan bored pile. Persetujuan rencana lingkungan pada kegiatan ini adalah sebagai berikut:

- **Membersihkan Area**
PT. Wijaya Karya (Persero) akan menjaga dan menjaga kebersihan di wilayah kerja dan di sekitar area. Selama kegiatan tiang pancang dan pengangkutan, PT. Wijaya Karya (Persero) akan menyediakan Water Jet Washer pada akses keluar dari area kerja. Cara ini bisa menjaga kebersihan jalan dari tanah berlumpur pada ban dari dump Truck dan kendaraan lain. Air akan disediakan tentang akses di area kerja untuk membersihkannya. PT. Wijaya Karya (Persero) akan selalu mengendalikan kebersihan di dalam area kerja dan sekitarnya, terutama di jalan eksisting.
- **Membuang Material Tanah Pekerjaan Bored Pile**
Akibat dari pekerjaan bored pile ini, material tanah sisa pekerjaan akan dibuang area pembuangan yang ditentukan. PT. Wijaya Karya (Persero) juga akan selalu berkoordinasi dan berkomunikasi dengan otoritas yang relevan selama pembuangan bahan yang dibuang. dan pembersihan bankendaraan juga harus dilakukan untuk menjaga kebersihan jalan eksisting.
- **Kontrol Debu**
Penyesuaian yang mungkin untuk pengendalian debu adalah dengan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) untuk pekerja. Selama pembuangan tanah, penyiraman air pada wilayah kerja juga akan dilakukan tergantung kondisi di lapangan.

- Mengontrol selama Boring Pile

Dalam implementasi pekerjaan bored pile, PT. Wijaya Karya (Persero) akan sangat memperhatikan dampak lingkungan. Namun, untuk mencegah dampak lingkungan, termasuk suara dan getaran selama pekerjaan bored pile, beberapa tindakan pencegahan akan dilakukan. Pagar sementara akan didirikan di sekitar area untuk mengurangi suara selama proses pengeboran. Suara dan getaran akan terdengar dipantau secara teratur dengan menggunakan alat ukur.

5.10 Alat Perlindungan Diri (APD)

Alat Perlindungan Diri (APD) merupakan kelengkapan standar yang wajib digunakan saat memasuki area kerja untuk menjaga keselamatan pekerja tersebut. Pentingnya penggunaan APD ini telah diatur pada UU No. 23 Tahun 1992 yang didukung dengan UU No. 13 Tahun 2003 dan melalui Departemen Tenaga Kerja Republik Indonesia, pemerintah telah memberikan persetujuan mengenai kewajiban penggunaan APD pada area kerja. Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung section Halim Station memiliki perlengkapan APD wajib selama di lapangan sebagai berikut :



Gambar 164 Sepatu Safety SNI



Gambar 156 Rompi Safety



Gambar 166 Helm Safety SNI



Gambar 158 Body Harness

Gambar 167 Body Harness

Berikut adalah beberapa foto dokumentasi kegiatan – kegiatan yang dilakukan divisi *Safety, Healthy, and Environment (SHE)* di proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung section Halim Station



Gambar 168 Tool Box Meeting (TBM)

Gambar 160 SHE Morning Talk



Gambar 170 Induksi dari Safety Officer

Gambar 162 Inspeksi Alat Berat (vibroroller)



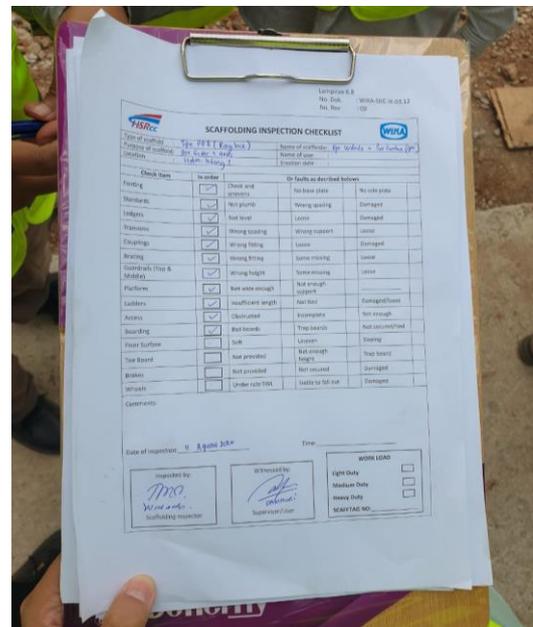
Gambar 172 Inspeksi Alat Berat (Crane)



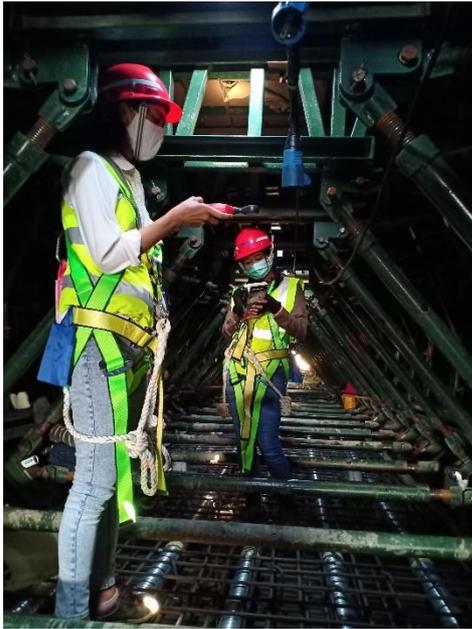
Gambar 164 Inspeksi Manlift



Gambar 174 Inspeksi Scaffolding



Gambar 166 Form Checklist Inspeksi Scaffolding



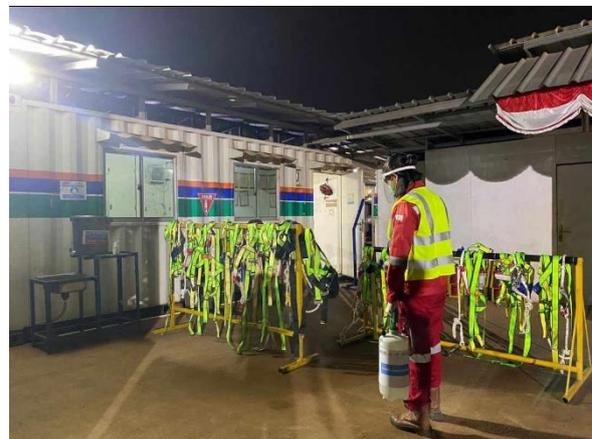
Gambar 176 Pengukuran Pencahayaan



Gambar 168 Pengukuran Kebisingan



Gambar 178 Rapid Test berkala



Gambar 170 Penyemprotan Disinfektan APD

BAB VI PENUTUP

6.1 Tinjauan Umum

Setelah melakukan kerja praktik selama \pm 2 bulan di proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung section Halim Station ini, banyak sekali pelajaran, pengalaman, dan pengetahuan di bidang konstruksi yang tidak didapatkan di bangku perkuliahan. Hal terpenting yang dapat diambil dari pelaksanaan kerja praktik adalah realisasi dari disiplin ilmu rekayasa sipil yang telah didapat di bangku perkuliahan dan realita bidang konstruksi di lapangan yang tidak selamanya ideal sesuai dengan perencanaan. Banyak sekali ditemukan hambatan dalam proses pelaksanaannya yang membuat suatu proyek tidak berjalan dengan lancar dan menuntut untuk berpikir secara logis, cerdas, dan cepat untuk menyelesaikan semua permasalahan yang terjadi.

Dari kerja praktik ini, dapat dipelajari bahwa terdapat beberapa perbedaan yang terjadi antara teori yang telah didapat di perkuliahan dengan pelaksanaan dan keadaan sesungguhnya di lapangan. Dengan mengikuti kerja praktik ini, diharapkan wawasan dari seorang mahasiswa teknik sipil dapat berkembang lebih luas dan lebih kreatif lagi dalam menangani suatu proyek konstruksi sipil.

Pengalaman kerja praktik sangatlah penting terutama untuk mahasiswa teknik sipil yang nantinya akan terjun langsung dalam bidang perencanaan maupun pelaksanaan konstruksi sipil. Tujuan dari kerja praktik diantaranya adalah agar mahasiswa dapat mengerti dan memahami tantangan pada proyek secara nyata, lengkap dengan segala hambatan, dan permasalahan yang dihadapi di lapangan serta mampu menemukan solusi secara cepat, efektif, dan efisien dalam keadaan apapun.

6.2 Kesimpulan

Pelaksanaan kerja praktik pada proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung section Halim Station ini sangat berguna untuk mengetahui secara langsung proses pelaksanaan dari suatu perencanaan konstruksi sipil yang telah didapatkan di bangku perkuliahan secara nyata, proses manajemen dan organisasi proyek, alat dan material pada suatu proyek, metode pelaksanaan proyek, pengendalian proyek, serta permasalahan-permasalahan yang terjadi dan solusi dari permasalahan tersebut. Kesimpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan kerja praktik pada proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung section Halim Station ini adalah sebagai berikut :

1. Pengetahuan maupun wawasan yang berasal dari pengalaman sangat dibutuhkan dalam pemecahan masalah yang timbul dalam suatu pelaksanaan proyek.
2. Perencanaan struktur bawah dan struktur atas terbagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu struktur bawah terbagi menjadi perencanaan *bored pile*, *pile cap*, dan *tie beam*. Perencanaan struktur atas terdiri dari *pier coloumn*, *pier head*, dan *box girder*.
3. Koordinasi dan manajemen proyek yang jelas dan terarah oleh seluruh pihak yang terkait di dalam suatu proyek menentukan keberhasilan dan kelancaran dalam pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, diperlukan adanya *job description* (deskripsi pekerjaan) bagi masing-masing unit di dalam proyek agar pekerjaan menjadi terarah dan sistematis.
4. Pada proyek ini, pengendalian dilakukan dalam hal mutu, waktu, biaya, dan K3L.