

**DAMPAK DARI KONSTRUKSI PONDASI PADA TITIK
MP 02 JALUR *ELEVATED* PADA JALUR STASIUN
MANGGARAI**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi
Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



Oleh :

JONATHAN

NOTAR : 1903053

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN
TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
BEKASI
2022**

ABSTRACT

The elevated track forgets the flyover where in the structure there is foundation construction, in MP 02 foundation construction the Manggarai station construction of the foundation is adjacent to the ed grade track, so the foundation construction work has an impact on the track. because of the impact of the foundation construction on it, the impacted track must be treated immediately so that train operations can be carried out safely and safely.

The library method or literature research is an effort made to collect data and information based on books, references, written sources and pre-existing regulations. Because the distance between the foundation construction and the track ed grade is close together so that the research results obtained are a decrease in the track and also on construction work that has an impact on the environment such as the results of drilling in the form of mud and also the presence of puddles around the foundation construction.

So that if the distance of the foundation construction is farther from the track, the less impact will result from the foundation construction and there must also be security and also cleaning of the construction site area so that after construction everything can run properly.

Key word: Elevated, track, Methodology, Foundation.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Muda pada program studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian Politeknik Transportasi Darat-STTD. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Kertas Kerja Wajib ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih saya yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ahmad Yani, ATD., MT selaku Direktur Politeknik Transportasi Dara Indonesiat-STTD beserta staf.
2. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM selaku ketua jurusan D-III Manajemen Transportasi Darat Indonesia-STTD dan juga Dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan terhadap penulisan KKW ini dan selama pendidikan.
3. Bapak Ir. Santausa P Sallim, MM sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan KKW ini.
4. Ke dua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa.
5. Rekan Tim PKL PT.Kereta Api Properti Manajemen.
6. Rekan-rekan Politekni Transportasi Darat Indonesia-STTD XLI.
7. Rekan-rekan Program Studi Diploma III Manajemen Tranportasi Perkeretaapian.
8. Rekan-rekan kontrakan Nusakambangan sebagai motivator dalam pendidikan saya.
9. Kakak-kakak Alumni D-III Manajemen Transportasi Perkeretaapian.
10. Kakak Mediko Lumban Gaol selaku senior yang telah memberikan arahan dan masukan.

11. Serta semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu dalam penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk dapat menjadikan perbaikan. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Bekasi, Agustus

2022

Penulis

JONATHAN

1903053

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Indentifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II GAMBARAN UMUM	5
2.1 Gambaran Umum DKI Jakarta	5
2.2 Gambaran Umum Transportasi DKI Jakarta.....	8
2.3 Kondisi Wilayah Kajian	11
BAB III KAJIAN PUSTAKA	19
3.1 Aspek Legalitas	19
3.2 Aspek Teoritis	21
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	35
4.1 Alur Pikir	35
4.2 Bagan Alir Penelitian	36
4.3 Penelitian dan Pengumpulan data	38

4.4	Teknik Analisi Data	40
BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH		41
5.1	Konstruksi Pondasi MP 02.....	41
5.2	Dampak Konstruksi MP 02.....	55
5.3	Penanganan Dampak Konstruksi Pondasi.....	66
BAB VI PENUTUP		70
6.1	Kesimpulan	70
6.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Luas DKI Jakarta	6
Tabel II. 2 Jumlah kecamatan dan kelurahan DKI Jakarta	7
Tabel II. 3 Jumlah penduduk DKI Jakarta	7
Tabel II. 4 Pengelompokan Stasiun MRI-JNG	18
Tabel V. 1 Peralatan Konstruksi Bored Pile	42
Tabel V. 2 Material Konstruksi Bored pile	43
Tabel V. 3 Personil Konstruksi Bored Pile	43
Tabel V. 4 Peralatan Konstruksi <i>Pile Cap</i>	49
Tabel V. 5 Material Konstruksi <i>pile cap</i>	50
Tabel V. 6 Personil Konstruksi <i>Pile Cap</i>	50
Tabel V. 7 Tabel Waktu Perkerjan <i>Bored Pile</i>	57
Tabel V. 8 Desain Peninggian	58
Tabel V. 9 Tabel Monitoring Pekerjaan <i>Bored pile</i>	59
Tabel V. 10 Tabel Waktu Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	61
Tabel V. 11 Peninggian Track	62
Tabel V. 12 Peninggian Track	63
Tabel V. 13 Tabel Monitoring Pekerjaan pembobokan kepala <i>pile cap</i>	64
Tabel V. 14 Peninggian Pekerjaan <i>Bekisting</i> dan pembesian.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Struktur organisasi BTP Jakban	12
Gambar II. 2 Struktur organisasi DDT Jakban	14
Gambar 3. 1 Peta Pekerjaan Jalur <i>Elevated</i>	21
Gambar III. 2 Jenis-jenis pondasi.....	22
Gambar III. 3 Tiang Pancang.....	23
Gambar III. 4 <i>Bored Pile</i>	24
Gambar III. 5 <i>Sheet pile</i> beton	25
Gambar III. 6 <i>Sheet Pile</i> Baja	26
Gambar III. 7 Metode Kering	27
Gambar III. 8 Metode Basah.....	28
Gambar III. 9 Metode Casing.....	28
Gambar III. 10 Struktur Jalur <i>Elevated</i>	29
Gambar III. 11 Skilu	32
Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian.....	37
Gambar V. 1 Konstruksi Pondasi MP 02.....	41
Gambar V. 2 Potongan <i>Bored Pile</i>	42
Gambar V. 3 Bagan Alir Pekerjaan <i>Bored Pile</i>	44
Gambar V. 4 <i>Stacking Out</i>	45
Gambar V. 5 Pengeboran	46
Gambar V. 6 <i>Casing</i>	47
Gambar V. 7 Pemasangan Besi Tulangan <i>Bored pile</i>	48
Gambar V. 8 Potongan <i>Pile Cap</i>	49
Gambar V. 9 Bagan Alir Metode Konstruksi <i>Pile cap</i>	51
Gambar V. 10 <i>Sheet pile</i>	52
Gambar V. 11 Galian Tanah Struktur <i>Pile Cap</i>	53
Gambar V. 12 Detail Pembesian dan Bekisting Struktur <i>Pile Cap</i>	54
Gambar V. 13 Dimensi <i>pier</i> MP02 dan P20	55
Gambar V. 14 Potongan Detail dimensi MP 02 Potongan Struktur Bawah.....	56
Gambar V. 15 Pekerjaan <i>Bored Pile</i>	57
Gambar V. 16 Mulai Lengkung Alih.....	58

Gambar V. 17 Grafik Peninggian Pekerjaan <i>Bored Pile</i>	59
Gambar 5. 18 Grafik Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	62
Gambar V. 19 Grafik Perbaikan Track	63
Gambar V. 20 Grafik Peninggian Pekerjaan <i>Bekisting</i>	65
Gambar V. 21 Bagan Alir Pemecokan Balas	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkeretaapian merupakan salah satu dari sistem transportasi yang berbasis rel. menurut undang-undang No.23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, Perkeretaapian merupakan salah satu sistem transportasi yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Sistem perkeretaapian tersebut berjalan lancar apabila sistem manajemen operasional tertera dengan baik yang meliputi kegiatan pengaturan dan pengendalian operasi yang didukung oleh kondisi sarana dan prasarana yang handal.

Prasarana merupakan bagian yang penting dalam sistem perkeretaapian. Menurut PM No. 67 Tahun 2012 tentang Pedoman Perhitungan Biaya Perawatan dan Pengoperasian Prasarana Perkeretaapian Milik Negara, Prasarana Perkeretaapian adalah jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan. Dalam pengoperasiannya prasarana perkeretaapian perlu diatur dengan baik, sehingga dapat mewujudkan terselenggaranya angkutan kereta api yang selamat, aman, nyaman, cepat, tetat, tertib, dan efisien. Keselamatan dan keamanan menjadi salah satu faktor utama yang harus di jaga dalam penyelenggaraan sistem pengoperasian perkeretaapian. Seperti yang diketahui, kereta api menjadi salah satu angkutan transportasi yang tingkat keamanannya tertinggi dibanding dengan angkutan transportasi yang lain. Hal ini dikarenakan kereta api memiliki jalur sendiri, sehingga kereta api memiliki tingkat keselamatan dan keamanan yang sangat tinggi.

Double-double track (DDT) adalah jalur kereta api yang terdiri dari empat rel sejajar, dengan dua rel digunakan di setiap arah. Jalur

dwiganda dapat mengendalikan lalu lintas dalam jumlah besar dan digunakan pada rute yang sangat sibuk. Pada proyek double-double track yang berada pada stasiun Manggarai sampai stasiun Jatinegara.

Jalur *elevated* merupakan jalan layang yang dibangun karena kekurangan lahan pada stasiun Manggarai dan juga dapat mengurangi kemacetan di jalan karena kereta tidak lagi melalui darat sehingga dapat memperlancar jalur darat.

Pondasi adalah suatu bagian paling dasar dari konstruksi sebuah bangunan. Pondasi berfungsi untuk meneruskan beban dari bagian atas struktur ke lapisan paling bawah. Pondasi bangunan sangat penting, karena berfungsi sebagai penopang beban bangunan. Struktur jalur *elevated* terdiri dari *bored pile*, *pile cap*, *pear*, dan juga *box girder*. Maka dilakukan penelitian mengenai "ANALISA DAMPAK DARI KONSTRUKSI PONDASI MP 02 JALUR *ELEVATED* PADA JALUR STASIUN MANGGARAI".

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka diperoleh identifikasi masalah sebagai berikut

1. Metode pemasangan *sheet pile* yang kurang baik atau kurang rapatnya pemasangan *sheet pile*.
2. Terjadinya penurunan track pada jalur 1 hilir JNG-MRI.
3. Masih aktifnya track pada saat konstruksi pondasi

1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diambil sebagai berikut

1. Bagaimana Metode konstruksi pondasi MP 02?
2. Faktor apa saja pada konstruksi pondasi MP 02 yang dapat berpotensi berdampak negatif pada track?
3. Bagaimana Prosedur penanganan akibat dari konstruksi pondasi MP 02?

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari pelaksanaan penelitian ini yaitu untuk menganalisa dampak dari konstruksi pondasi MP 02 jalur *elevated* pada jalur stasiun Manggarai. Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian ini yaitu:

1. Menjelaskan metode pelaksanaan konstruksi pondasi MP 02.
2. Menjelaskan penanganan yang digunakan terhadap masalah yang timbul dari pelaksanaan konstruksi pondasi MP 02 pada track.
3. Mengantisipasi terjadinya dampak negatif akibat dari pekerjaan konstruksi pondasi.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dikarenakan keterbatasan waktu dalam melakukan penelitian adapun batasan pembahasan pada penelitian ini meliputi:

1. Wilayah kajian dalam penelitian ini hanya membahas tentang pembangunan jalur *Elevated St.Manggarai*.
2. Pada penelitian ini tidak mengidentifikasi jenis tanah serta tidak menghitung daya dukung tanah.
3. Peninjauan penelitian ini hanya pada struktur bawah pada konstruksi pondasi MP 02.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Menguraikan mengenai Latar Belakang, Identifikasi Masalah, Rumusan masalah, Maksud dan Tujuan, Batasan Masalah, serta Sistematika Penulisan.

BAB II : GAMBARAN UMUM

Berisi gambaran dan penjelasan umum tentang wilayah Provinsi DKI Jakarta, Transportasi Jakarta, dan kondisi Wilayah Kajian yaitu Stasiun Manggarai.

BAB III : KAJIAN PUSTAKA

Berisi pengertian-pengertian atau definisi, peraturan perundang-undangan, jurnal, maupun sumber data yang lain yang berkaitan dengan masalah yang di ambil pada KKW ini.

BAB IV : METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan alur pikir penelitian, bagan alir penelitian, teknik pengumpulan data yang digunakan, serta menjelaskan tentang lokasi dan jadwal penelitian yang dilakukan.

BAB V : ANALISIS DATA dan PEMECAHAN MASALAH

Proses pengolahan data sampai dengan pemecahan masalah. Menganalisis data yang telah dikumpulkan dan di sesuaikan dengan kebutuhan yang akan digunakan pada permasalahan yang diambil.

BAB VI : PENUTUP

Berisi tentang uraian dari masalah yang diambil baik hasil kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan juga saran yang diberikan atas permasalahan yang ada.

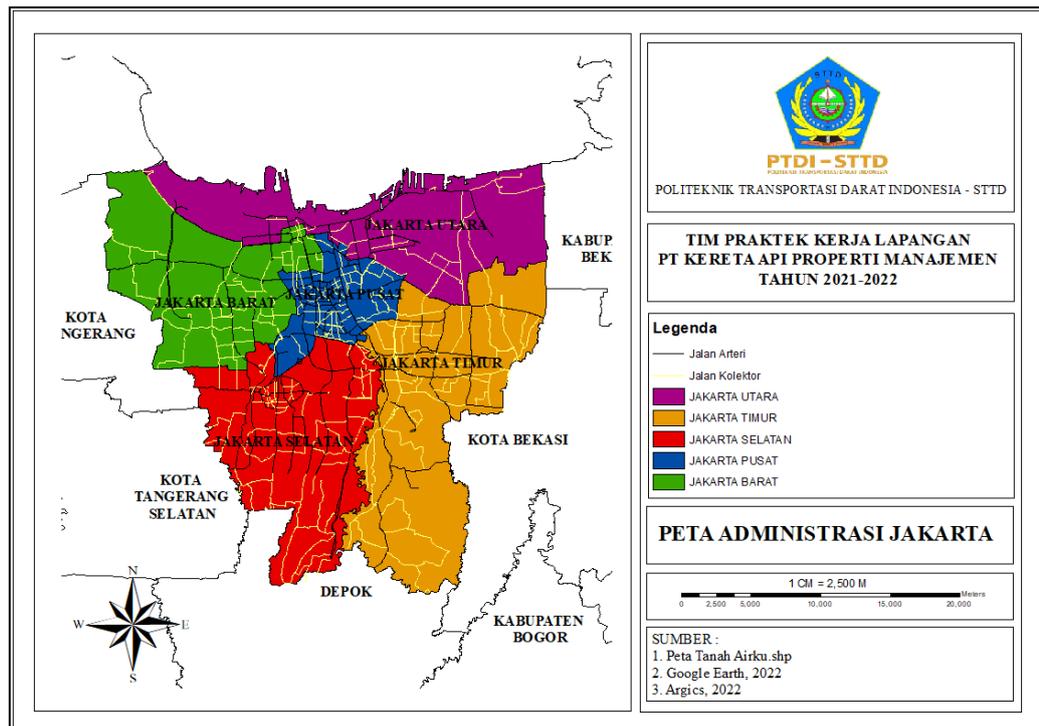
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Gambaran Umum DKI Jakarta



Gambar II. 1 Peta DKI Jakarta

Sumber: Laporan Umum PKL PT.KAPM, 2022

Daerah Khusus Ibukota Jakarta atau yang disingkat DKI Jakarta merupakan salah satu kota yang berada di negara Indonesia. DKI Jakarta berdiri pada tanggal 22 Juni 1527 DKI Jakarta dipimpin oleh seorang Gubernur yang kerjanya dibantu oleh para jajarannya Adapun gambaran umum mengenai DKI Jakarta sebagai berikut:

2.1.1 Kondisi Geografis

Kondisi geografis merupakan suatu keadaan alam yang terjadi pada permukaan bumi di wilayah tertentu. Adapun wilayah DKI Jakarta secara geografis berada di bagian barat laut Pulau Jawa. Dengan posisi $5^{\circ}19'12''$ - $6^{\circ}23'54''$ Lintang Selatan(LS) dan $106^{\circ}22'42''$ - $106^{\circ}58'18''$

Bujur Timur. Berdasarkan UU No 29 Tahun 2007 Tentang Pemerintahan Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta adapun yang menjadi batas-batas wilayah DKI Jakarta meliputi:

1. Sebelah utara : Laut Jawa
2. Sebelah timur : Kota/Kabupaten Bekasi
3. Sebelah selatan : Kota Depok
4. Sebelah barat : Provinsi Banten

Tabel II. 1 Luas DKI Jakarta

NO	Kota/Kabupaten	Luas Daerah(Km ²)
1	Kepulauan Seribu	10,18
2	Jakarta Selatan	154,32
3	Jakarta Timur	182,7
4	Jakarta Pusat	52,38
5	Jakarta Barat	124,44
6	Jakarta Utara	139,99
total Luas DKI Jakarta		664,01

Sumber: BPS Provinsi DKI Jakarta, 2021

Dari tabel diatas luas DKI Jakarta sebesar 664,01 Km² dengan adanya 6 Kota/Kabupaten yang ada DKI Jakarta yaitu Kepulauan Seribu, Jakarta Selatan, Jakarta Timur, Jakarta Pusat, Jakarta Barat, dan Jakarta Utara.

2.1.2 Kondisi Administratif DKI Jakarta

Wilayah administratif adalah lingkungan kerja Perangkat pemerintah pusat yang menyelenggarakan Tugas atau wewenang pemerintah umum di daerah tersebut. DKI Jakarta merupakan satu-satunya kota di Indonesia yang memiliki status setingkat Provinsi. DKI Jakarta terletak di pesisir bagian barat laut.

Dalam hal administratif pemerintah, Provinsi DKI Jakarta dibagi menjadi lima kota Administrasi serta satu kabupaten administrasi. Dengan pembagian sebagai berikut:

Tabel II. 2 Jumlah kecamatan dan kelurahan DKI Jakarta

Kota/Kabupaten	Banyak kecamatan	Banyaknya Kelurahan
Kepulauan Seribu	2	6
Jakarta Selatan	10	65
Jakarta Timur	10	65
Jakarta Pusat	8	44
Jakarta Barat	8	56
Jakarta Utara	6	31
JUMLAH	44	267

Sumber: SK Gubernur KDH DKI Jakarta no.171 Tahun 2007

2.1.3 Kondisi Demografi DKI Jakarta

Kondisi demografi merupakan kondisi yang menggambarkan tentang informasi penduduk pada suatu wilayah. Berikut Tabel Jumlah Penduduk DKI Jakarta:

Tabel II. 3 Jumlah penduduk DKI Jakarta

Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk(Jiwa)
Kepulauan Seribu	27.749
Jakarta Selatan	2.226.812
Jakarta Timur	3.037.139
Jakarta Pusat	1.056.896
Jakarta Barat	2.434.511
Jakarta Utara	1.778.981
JUMLAH	10.562.088

Sumber: BPS Provinsi DKI Jakarta, 2021

Berdasarkan data diatas jumlah sensus penduduk 2020 sebesar 10.562.88 jiwa, dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,92% per tahun. Dengan kepadatan penduduk tertinggi berada pada Jakarta pusat yaitu sebesar 18.603 jiwa/Km².

2.2 Gambaran Umum Transportasi DKI Jakarta

Sebagai pusat aktivitas, DKI Jakarta memiliki kesibukan yang lebih dibandingkan kota lain yang ada di Indonesia. Sebagai pusat aktivitas tidak terlepas dari faktor transportasi yang menunjang segala aspek kehidupan. Sistem transportasi yang sudah ada di DKI Jakarta tentunya sudah setara dengan negara lainnya.

Dengan penduduk yang banyak, DKI Jakarta sedang menginginkan transportasi yang cepat dan efisien, oleh karena itu pemerintah mengkampanyekan tentang budaya menggunakan transportasi massal. Transportasi massal merupakan adalah layanan angkutan penumpang oleh sistem perjalanan kelompok yang tersedia untuk digunakan oleh masyarakat umum. Penggunaan angkutan umum dinilai efektif dan efisien dalam hal mengurangi kemacetan yang ada di DKI Jakarta. Berikut angkutan massal yang ada di DKI Jakarta yaitu:

1. Transportasi Berbasis Bus

Bus Rapid Transit atau disingkat dengan BRT atau Bus Raya Terpadu merupakan sistem transit massal berbasis bus yang memberikan mobilitas sebagai angkutan perkotaan. BRT mendeskripsikan transportasi sebagai transportasi dengan kapasitas tinggi. Transjakarta beroperasi sejak tahun 2004. Transjakarta memiliki rute terpanjang yaitu sepanjang 251,2 Km dan memiliki 260 halte yang tersebar dalam 13 koridor.

2. Transportasi Berbasis Kereta

Transportasi berbasis kereta atau berbasis rel merupakan transportasi yang sedang banyak digunakan di Jakarta. Transportasi kereta api adalah pemindahan penumpang dan

barang diatas kendaraan beroda yang berjalan diatas rel, atau yang sering disebut perkeretaapian. Berikut transportasi perkeretaapian yang ada di DKI Jakarta:

A. Kereta Rel Listrik (KRL) *Comutter Line*

KRL merupakan layanan kereta rel listrik yang dioperasikan oleh PT *Comutter line* Indonesia yang juga merupakan anak perusahaan PT. KAI dan telah beroperasi di Jakarta sejak 1952. Saat ini KRL melayani rute JABODETABEK serta lintas Yogyakarta-Solo dengan headway 5 – 60 menit melalui sebanyak 93 stasiun.



Gambar II. 2 *Comutter Line*

Sumber: <https://www.krl.co.id/>

B. *Mass Rapid Transit* (MRT)

Mass Rapid Transit atau MRT merupakan sistem transportasi angkutan cepat di Jakarta yang mulai dioperasikan sejak tahun 2019. Panjang jalur MRT yaitu sepanjang 15,7 Km dengan jumlah stasiun beroperasi adalah 13 stasiun. Proses pembanguna MRT dibagi menjadi beberapa fase, fase pertama sepanjang ±16 Km yang menghubungkan Terminal Lebak Bulus dengan Bundaran HI dengan 13 stasiun untuk 1 depo, Fase II sepanjang 11,8 Km yang menghubungkan Bundaran HI dengan Ancol Barat dalam pembangunan Fase II terdapat dua tahapan

yaitu, IIA yaitu dengan membangun tujuh stasiun bawah tanah sedangkan IIB membangun dua stasiun bawah tanah.



Gambar II. 3 Mass Rapid Transit (MRT)

Sumber: <https://www.instagram.com/p/CedaIt6v3Me/>

C. *Light Rail Transit* (LRT)

Light Rail Transit atau LRT merupakan salah satu sistem Kereta Api penumpang yang beroperasi dikawasan perkotaan yang konstruksinya ringan dan bisa berjalan bersama lalu lintas lain atau dalam listas khusus dengan sebutan *trem*. LRT Jakarta dimiliki dan dikembangkan oleh pemerintah Provinsi DKI Jakarta dan dioperasikan oleh PT Jakarta Propertindo yang mulai dibangun pada tahun 2016 dan beroperasi pada tahun 2019 dengan panjang jalur sejauh 5,8 Km dan enam stasiun. Adapula LRT JABODEBEK dengan lintas Jakarta-Bogor-Depok-Bekasi, LRT JABODEBEK merupakan milik Dirjen Perkerataapian dan sebagai Operatornya adalah PT.KAI yang akan beroperasi pada tahun ini.



Gambar II. 4 *Light Rail Transit (LRT)*

Sumber: <https://www.lrtjakarta.co.id/gallery13-single.html>

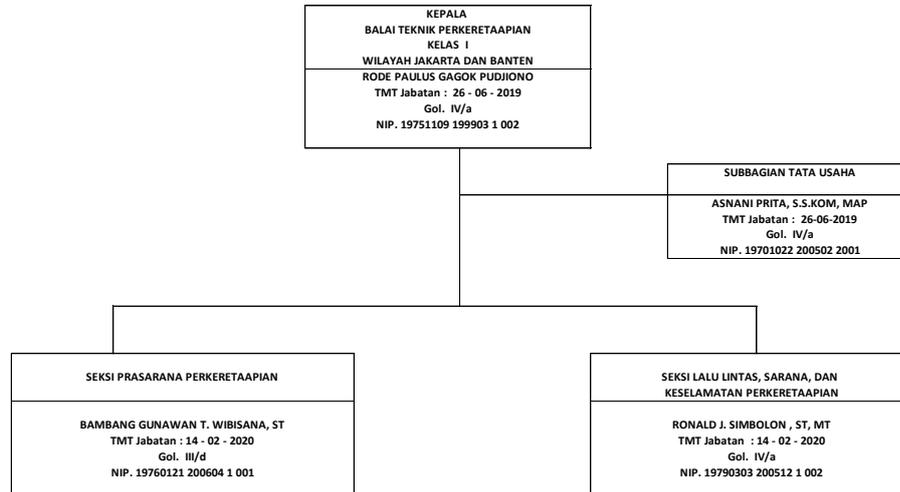
2.3 Kondisi Wilayah Kajian

A. Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten

Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten bertempat di Jalan Tentara Pelajar No.44, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, provinsi DKI Jakarta. Cakupan wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten meliputi Daerah Operasi 1 Jakarta dengan batas wilayah sebagai berikut:

- Bagian Utara: Pada bagian utara berbatasan dengan laut Jawa yang diakhiri oleh stasiun Angke di Km 2+603 dan Stasiun Tanjung Priok di Km 8+115.
- Bagian Timur: Pada bagian timur berbatasan dengan Daop 2 Bandung dengan stasiun akhir yaitu stasiun Cikampek di Km 84+007.
- Bagian Selatan: Pada bagian selatan berbatasan dengan wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian wilayah Jawa bagian Barat dengan Stasiun akhir yaitu Stasiun Bogor di Km 54+810.

- Bagian Barat: Pada bagian Barat berbatasan dengan selat sunda yang menjadi penghubung antara pulau Jawa dan Pulau Sumatera dengan stasiun akhir yaitu Stasiun Merak di Km 148+319.



Gambar II. 1 Strukur organisasi BTP Jakban

Sumber: Laporan Umum PKL Balai Teknik Perkeretaapian Kelas 1 Wilayah Jakarta-Banten Paket A, 2022

Berdasarkan PM Nomor 63 tahun 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Teknik Perkeretaapian. Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jakarta dan Banten dipimpin oleh seorang kepala Balai dan terdiri dari 1 Kepala Sub bagian dan 2 Kepala Seksi dan dibantu oleh beberapa pegawai ASN dan tenaga pegawai dengan perjanjian kerja. Jumlah pegawai ini disesuaikan dengan kebutuhan dan cakupan luas wilayah kerja dan beban pekerjaan yang harus diselesaikan.

Sub bagian tata usaha memiliki tugas:

- Melakukan pengelolaan urusan tata usaha;
- Melakukan pengelolaan urusan rumah tangga;
- Melakukan pengelolaan urusan kepegawaian;
- Melakukan pengelolaan urusan keuangan;
- Melakukan pengelolaan urusan hukum;
- Melakukan pengelolaan urusan humas.

Tugas seksi prasarana:

- Melakukan peningkatan prasarana Perkeretaapian;

- b. Melakukan pengawasan penyelenggaraan Prasarana perkeretaapian.
- c. Prasarana perkeretaapian meliputi Bangunan, Jalur, Jembatan dan Fasilitas operasi

Tugas seksi lalu lintas, sarana dan keselamatan:

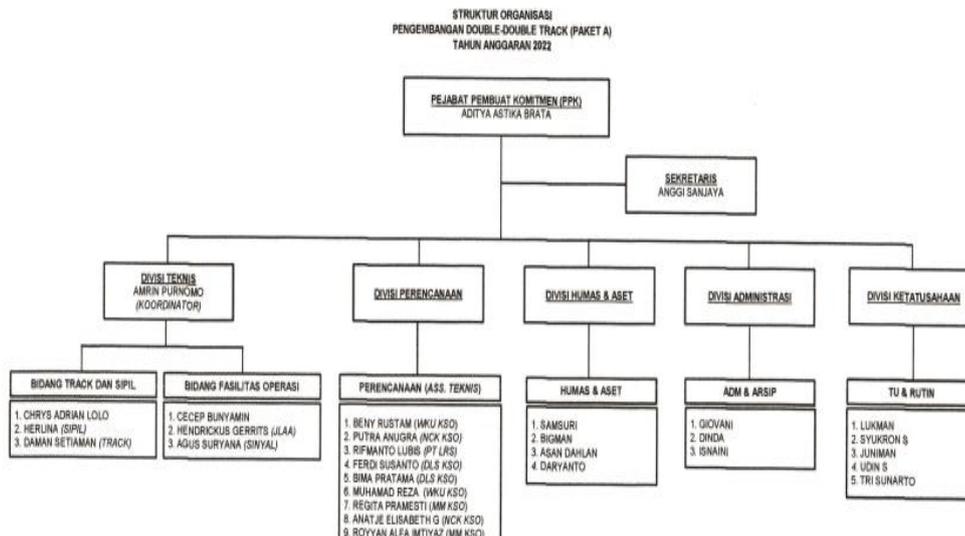
- a. Melakukan pengawasan penyelenggaraan sarana;
- b. Lalulintas dan angkutan kereta api;
- c. Melakukan pengawasan penyelenggaraan keselamatan;
- d. Sarana, lalulintas dan angkutan kereta api;
- e. Melakukan pencegahan dan penindakan pelanggaran Undang-undang di bidang perkeretaapian;
- f. Pelaksanaan analisis dan penanganan kecelakaan.

Selain secara struktural, pada Balai teknik Perkeretaapian wilayah Jakarta dan Banten terdapat 3 Satuan Kerja yaitu, Satuan Kerja *Double-Double Track* Paket A (Manggarai–Jatinegara), Satuan Kerja *Double-Double Track* Paket B (Jatinegara–Cikarang), dan Satuan Kerja Metropolitan–Banten.

A. *Double-Double Track*

Ruang Lingkup Proyek *Double-Double Track* Paket A Manggarai–Jatinegara mencakup pembangunan 3 stasiun yaitu Stasiun Manggarai, Stasiun Matraman, dan Stasiun Jatinegara serta Segmen *Double-Double Track* sepanjang $\pm 2,662$ Km.

Satker DDT (*Double-Double Track*) Paket A merupakan salah satu satuan kerja yang berada di bawah Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten. Satuan Kerja ini dipimpin oleh PPK (Pejabat Pembuat Komitmen) dengan struktur organisasi sebagai berikut:



Gambar II. 2 Strukur organisasi DDT Jakban

Sumber: Laporan Umum PKL Balai Teknik Perkeretaapian Kelas 1 Wilayah Jakarta-Banten Paket A, 2022

Berikut adalah uraian tugas pengembangan Double-Double Track Paket A Tahun Anggaran 2022.

Pejabat Pembuat Komitmen memiliki tugas:

- a. Menyusun perencanaan pengadaan;
- b. Menetapkan spesifikasi teknis/Kerangka Acuan Kerja (KAK);
- c. Menetapkan rancangan kontrak;
- d. Menetapkan Harga Perkiraan Sendiri (HPS);
- e. Menetapkan besaran uang muka yang akan dibayarkan kepada penyedia;
- f. Mengusulkan perubahan jadwal penembangan;
- g. Menetapkan tim pendukung;
- h. Menetapkan tim atau tenaga ahli;
- i. Mengendalikan kontrak;
- j. Melaporkan pelaksanaan dan penyelesaian pengembangan kepada PA/KPA;
- k. Menyerahkan hasil pekerjaan pelaksanaan pengembangan kepada PA/KPA dengan berita acara penyerahan;
- l. Menyimpan dan menjaga keutuhan seluruh dokumen pelaksanaan pengembangan;

m. Menilai kinerja penyedia.

Sekretaris memiliki tugas:

- a. Membantu Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) dalam menjalankan tugas;
- b. Melaksanakan dukungan data administrasi kesekretariatan dan ketatausahaan;
- c. Menyusun dan melakukan pengarsipan administrasi sesuai ketentuan umum yang berlaku;
- d. Menyimpan dan melaporkan dokumen hasil pelaporan administrasi sesuai ketentuan umum yang berlaku;
- e. Menyimpan dan melaporkan dokumen hasil pelaporan administrasi berupa laporan bulanan, laporan triwulan dan tahunan (SBSN), yang datanya berasal dari laporan tertulis dari seluruh tim kerja di lingkungan Satuan Kerja.

Divisi Teknis memiliki tugas:

- a. Melakukan dan menyaksikan uji material dan peninjauan pabrikasi atas pengajuan yang disampaikan rekanan sesuai dengan ketentuan Kontrak;
- b. Melakukan pengawasan langsung secara periodik atas pengembangan fisik yang sedang dilaksanakan Kontraktor dan Konsultan sesuai ketentuan Kontrak;
- c. Memeriksa dan menyetujui hasil pekerjaan fisik kontraktor dan menyampaikan kepada Pejabat Pembuat Komitmen sebagai bahan koreksi pengajuan penagihan;
- d. Memastikan hasil pekerjaan konstruksi dilapangan sesuai dengan Spesifikasi Teknis dan Gambar Pengadaan Pekerjaan Konstruksi yang datanya berasal dari laporan Pengawas Kontriksi Satuan Kerja;
- e. Melaporkan hal-hal terkait kendala dan permasalahan yang dapat mengakibatkan keterlambatan penyelesaian progres pekerjaan dilapangan kepada Pejabat Pembuat Komitmen.

Divisi Administrasi memiliki tugas:

- a. Mencatat, mengolah, mengandakan, mengirim, dan menyimpan persuratan baik eksternal maupun internal;

- b. Mengadakan pencatatan segera secara tepat guna dan tepat waktu semua kegiatan manajemen menurut sistem yang ditentukan, digunakan sebagai alat pertanggungjawaban dan sumber informasi;
- c. Menyampaikan seluruh laporan yang dibuat Satuan Kerja ke instansi dan pihak yang telah ditentukan;
- d. Menyusun Rencana Anggaran Biaya dan Rencana Administrasi Pengembangan Tahunan;
- e. Melakukan koordinasi dengan instansi terkait dalam rangka pengembangan perencanaan;
- f. Memonitoring rencana penyerapan anggaran tahunan hasil pekerjaan konstruksi.

Divisi Perencanaan (Asisten Teknis) memiliki tugas:

- a. Mempersiapkan dokumen kerja dan usulan berkaitan dengan Spesifikasi Teknis dan Gambar Pengadaan Pekerjaan Konstruksi yang datanya bersal dari laporan Pengawas Konstruksi Satuan Kerja;
- b. Mengkoordinasikan dan menyiapkan Laporan Administrasi Satuan Kerja (Laporan Kesiapan Proyek, Laporan Bulanan, Laporan Triwulan, dan Laporan Tahunan) yang datanya berasal dari laporan tertulis dari seluruh tim kerja di lingkungan Satuan Kerja;
- c. Membantu tim teknis dalam melakukan pengawasan langsung secara periodik atas pengembangan fisik yang sedang dilaksanakan kontraktor dan konsultan sesuai ketentuan kontrak;
- d. Membantu tim teknis dalam memeriksa dan menyetujui hasil pekerjaan fisik kontraktor dan menyampaikan kepada Pejabat Pembuat Komitmen sebagai bahan koreksi pengajuan penagihan;
- e. Membantu tim teknis dalam melaporkan secara tertulis hasil pengawasan pekerjaan kepada Pejabat Pembuat Komitmen.

Divisi Humas & Aset memiliki tugas:

- a. Mengumpulkan, menganalisa informasi/opini masyarakat dan lembaga menyampaikan kepada pimpinan sebagai bahan kebijakan;
- b. Menerima keluhan masyarakat dan meneruskannya kepada pimpinan lembaga/instansi terkait serta menyusun dan memberikan tanggapan terhadap keluhan masyarakat;
- c. Mendokumentasikan audio visual kegiatan pimpinan;
- d. Menyelenggarakan dan mengelola komunikasi internal di lingkungan organisasi dan karyawan;
- e. Membina dan mengkoordinasikan kegiatan kehumasan;
- f. Menyusun, menganalisa klipping pemberitaan sebagai bahan pengambilan kebijakan pimpinan;
- g. Mengelola administrasi publikasi televisi dan kaset rekaman;
- h. Melaksanakan evaluasi dan menyusun laporan pelaksanaan kegiatan pengumpulan informasi dan dokumentasi;
- i. Berkoordinasi dengan pihak BMN Balai terkait dengan pencatatan, pengelolaan, dan pengadaan asset di wilayah kerja satker.

Divisi Ketatausahaan memiliki tugas:

- a. Melaksanakan kegiatan penyiapan prasarana dan sarana serta pelayanan administrasi;
- b. Memperlancar lalu lintas dan distribusi informasi ke segala pihak, intern dan ekstern;
- c. Mengamankan rahasia perusahaan/organisasi;
- d. Mengelola dan memelihara seluruh dokumentasi perusahaan/organisasi yang berguna bagi kelancaran pelaksanaan fungsi manajemen;
- e. Membantu pelaksanaan pengembangan rutin umum.

B. Lintas St.Manggarai-St.Jatinegara

Pada wilayah Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jakarta dan Banten Lintas Manggarai–Jatinegara, kelas stasiun terdiri atas stasiun kelas besar. Untuk lebih jelasnya pembagian kelas stasiun pada lintas Manggarai–Jatinegara dapat dilihat pada table berikut:

Tabel II. 4 Pengelompokan Stasiun MRI-JNG

No	Nama Stasiun	Singkatan	Kelompok Stasiun	Letak di KM	Luas Bangunan (m ²)
1	Manggarai	MRI	Besar A	0+10	12.612,35
2	Matraman	MTR	-	1+400	1.133,86
3	Jatinegara	JNG	Besar A	2+626	7.637,53

Sumber: Laporan Umum PKL Balai Teknik Perkeretaapian Kelas 1 Wilayah Jakarta-Banten Paket A, 2022

Dari klasifikasi tersebut, maka dapat diketahui bahwa stasiun di lintas Manggarai–Jatinegara mayoritas stasiun kelas Besar A yang berjumlah 3 stasiun yang diantaranya stasiun kelas besar berjumlah 2 stasiun, yaitu stasiun Manggarai dan Jatinegara, sedangkan stasiun yang baru beroperasi berjumlah 1 stasiun yaitu stasiun Matraman. Dari total 2 stasiun, seluruhnya merupakan stasiun penumpang yaitu stasiun Manggarai dan stasiun Jatinegara.

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Aspek Legalitas

3.1.1. Definisi Transportasi

Adapun definisi transportasi menurut sumber dan para ahli sebagai berikut:

- a. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Transportasi adalah pengangkut barang oleh berbagai jenis kendaraan sesuai kemajuan teknologi.
- b. Menurut Salim (2000) dalam bukunya berjudul "Manajemen Transportasi", yang dimaksud dengan transportasi yaitu kegiatan pemindahan barang atau penumpang dari satu tempat ke tempat lainnya.
- c. Menurut Tamin (2000), Transportasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari prasarana/sarana dan sistem pelayanan yang memungkinkan adanya pergerakan keseluruhan wilayah sehingga terakomodasi mobilitas penduduk, dimungkinkan adanya pergerakan barang, dan dimungkinkan akses kesemua wilayah.
- d. Menurut Miro (2005), Transportasi memiliki dimensi yang merupakan aspek dari pelaksanaan transportasi tersebut. Dimensi tersebut meliputi lokasi, alat dan keperluan tertentu.
- e. Menurut Rudi Aziz, S. T,M.Si., dan Asrul, S.T (2014) sistem transportasi merupakan siklus aktivitas yang bersifat kontinyu yang melibatkan hampir seluruh aspek sehingga analisis berbagai bidang ilmu dapat menjadi dasar dalam menganalisis persoalan kompleks yang diakibatkan oleh adanya tuntutan perjalanan setiap individu.

3.1.2. Definisi Perkeretaapian

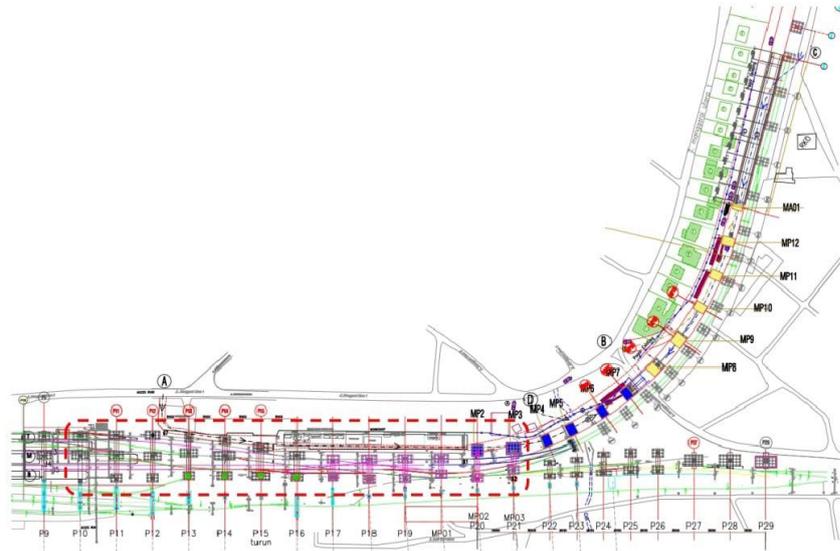
Menurut UU no. 23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian, beberapa definisi yang berkaitan dengan perkeretaapian sebagai berikut:

1. Perkeretaapian adalah suatu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api.
2. Kereta Api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang berkaitan dengan perjalanan kereta api.
3. Prasarana perkeretaapian adalah jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan.
4. Jalur Kereta Api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawah yang diperuntukan bagi lalu lintas kereta api.
5. Jaringan Jalur Kereta Api adalah seluruh jalur kereta api yang terkait satu dengan yang lain yang menghubungkan berbagai tempat sehingga merupakan satu sistem.
6. Fasilitas Operasi Kereta Api adalah segala fasilitas yang diperlukan agar kereta api dapat dioperasikan.
7. Sarana Perkeretaapian adalah kendaraan yang dapat bergerak di jalan rel.
8. Angkutan Perkeretaapian adalah kegiatan pemindahan orang dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kereta api.

Pada pasal 3 disebutkan bahwa perkeretaapian diselenggarakan dengan tujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara massal dengan selamat, aman, nyaman, cepat, dan lancar, tertib dan teratur, efisien serta menunjang pertumbuhan stabilitas, pendorong, dan penggerak pembangunan nasional.

3.2 Aspek Teoritis

3.2.1 MP (*Main Line Pier*) 02



Gambar 3. 1 Peta Pekerjaan Jalur *Elevated*

Sumber: Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile & Pile Cap

MP atau *Main Line Pier* adalah nama pekerjaan untuk titik konstruksi jalur *Elevated* dalam pengembangan *Double-double track* (paket A) pembangunan fasilitas perkeretaapian untuk Manggarai sampai Jatinegara.

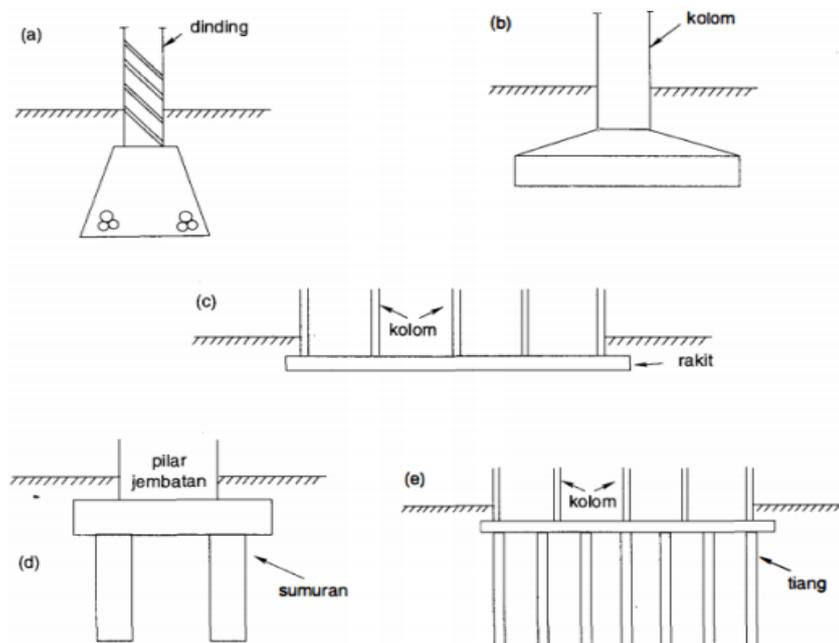
Dari gambar diatas terlihat bahwa MP 02 berada pada peralihan dengan letak Km 0+350-Km 0+400.

Jalur *elevated* sudah memasuki tahap II dimana dalam pekerjaan tahap I sudah selesai dengan pekerjaan Bogor Line untuk commuter line. Untuk tahap 2 masih dalam pekerjaan yang dilaksanakan oleh Waskita Utama.

3.2.2 Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada di bawahnya (Hardiyatmo,1996). Terdapat dua klasifikasi pondasi yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal (*shallow foundation*) adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung.

Pondasi ini digunakan apabila lapisan tanah pendukung pada dasar pondasi terletak relatif jauh dari permukaan tanah/daya dukung tanah pada dasar bangunan lemah. Pondasi dalam didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang relative jauh dari permukaan, contohnya pondasi sumruran dan pondasi tiang pancang, pondasi *bored pile*.

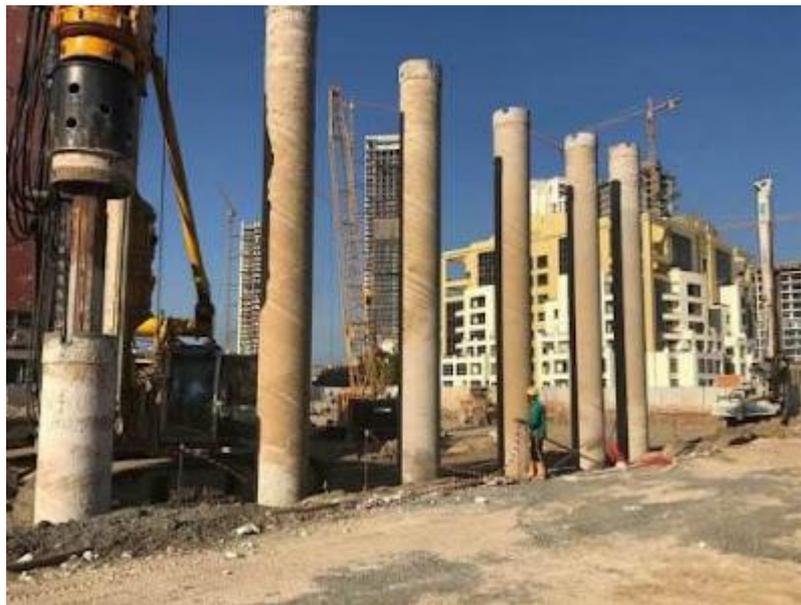


Gambar III. 2 Jenis-jenis pondasi

Sumber: Hardiyatmo, H.C. 2014:104

a) Pondasi Tiang

Pondasi tiang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan jalan menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang pancang yang terdapat dibawah konstruksi dengan tumpuan pondasi. (Sosrodarsono dan Nakazawa, 2000). pondasi ini bertujuan menopang beban di atasnya lalu meneruskan beban tersebut melalui tiang pancang tersebut, berdasarkan jenis perpindahan bebannya, ada yang meneruskan beban dengan tahanan ujung (end bearing), ada juga meneruskan beban melalui kulit dari tiang pancang itu sendiri (friction pile)



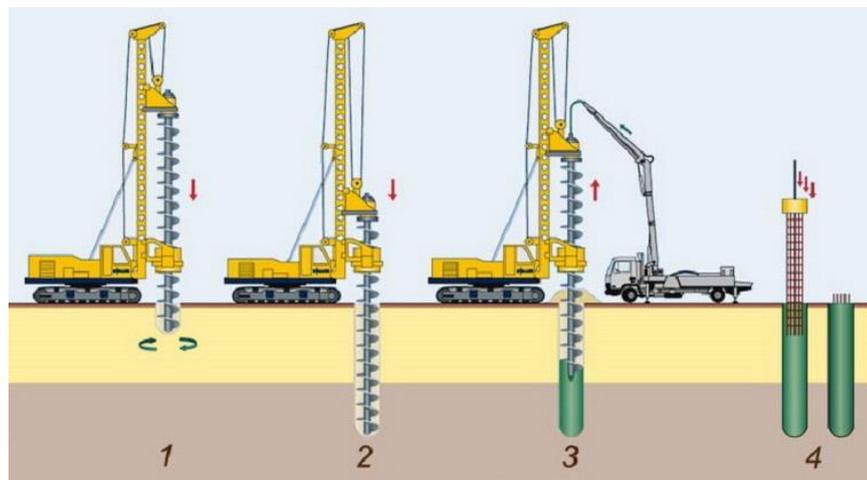
Gambar III. 3 Tiang Pancang

Sumber:

b) Pondasi *Bored Pile*

Pondasi bore pile adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah lebih dahulu (Hary Christiady Hardiyatmo, 2010).

Pondasi ditempatkan sampai kedalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lubang dengan sistim pengeboran atau pengerukan tanah. Setelah kedalaman sudah didapatkan kemudian dilakukan pengecoran beton pada lubang pondasi yang sudah dibor. Bore pile atau juga disebut pondasi sumuran, sering juga digunakan pada konstruksi besar maupun rumahan yang mempunyai daya dukung tanah keras berada pada kedalaman yang cukup jauh di atas permukaan tanah, sehingga tidak dimungkinkan untuk menggali atau menggunakan jenis pondasi dangkal, pondasi sumuran atau bore pile ini berbeda dengan tiang pancang, dimana pondasi ini dibantu oleh beton yang di masukkan ke dalam casing ataupun ke dalam tanah yang telah dibor



Gambar III. 4 *Bored Pile*

Sumber:

Jadi dalam proyek DDT jalur *elevated* stasiun Manggarai menggunakan Pondasi dalam, yaitu pondasi tiang bor (*bored pile*). Dalam merencanakan suatu pondasi sangatlah dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:

- a. Beban bangunan yang didukung.

- b. Jenis tanah dan daya dukungnya.
- c. Bahan penyusun pondasi.
- d. Alat dan tenaga kerja pembuat.
- e. Lokasi dan situasi pondasi yang dibuat.
- f. Biaya pembuatan pondasi.

Sheet pile atau turap merupakan sebuah struktur yang didesain khusus untuk menahan tekanan lateral atau dalam bentuk horizontal pada tanah. Konstruksi turap ini disusun menyerupai bentuk dinding, yang terdiri dari sejumlah turap yang kemudian dipancangkan ke dalam tanah. Hal tersebut bertujuan untuk menahan timbunan tanah ataupun belerang. Intinya, penggunaan turap ini berfungsi untuk menahan terjadinya keruntuhan pada tanah alias longsor.

Berdasarkan bahan pembuatannya ada tipe *sheet pile* yaitu:

a. *Sheet Pile* Beton

Sheet pile beton merupakan salah satu material berbentuk balok-balok beton yang telah dicetak sebelum dipasang dengan format tertentu. Umumnya produk *sheet pile* beton ini dibuat dengan cara saling terkait antar satu *sheet pile* dengan *sheet pile* lainnya.



Gambar III. 5 *Sheet pile* beton

Setiap dua *sheet pile* dirancang agar *sheet pile* tersebut mempunyai kekuatan dan juga ketahanan yang tinggi saat membendung benda yang berat dan juga akan bekerja pada saat pengangkatannya. *Sheet pile* beton sering digunakan pada suatu konstruksi berat yang dirancang menggunakan besi tulangan sebagai pembendung berat yang permanen saat konstruksi sudah dijalankan. Besi tulangan ini juga dapat digunakan untuk menangani tegangan yang sudah dibuat selama konstruksi.

b. *Sheet Pile* Baja

Sheet pile baja adalah salah satu jenis *sheet pile* yang mudah dicari dan juga mempunyai kualitas yang baik. *Sheet pile* baja ini sering diterapkan di sebuah bangunan permanen namun juga bisa diaplikasikan pada bangunan sementara. Karena *sheet pile* baja lebih menguntungkan dan juga cara penanganannya yang mudah.



Gambar III. 6 *Sheet Pile* Baja

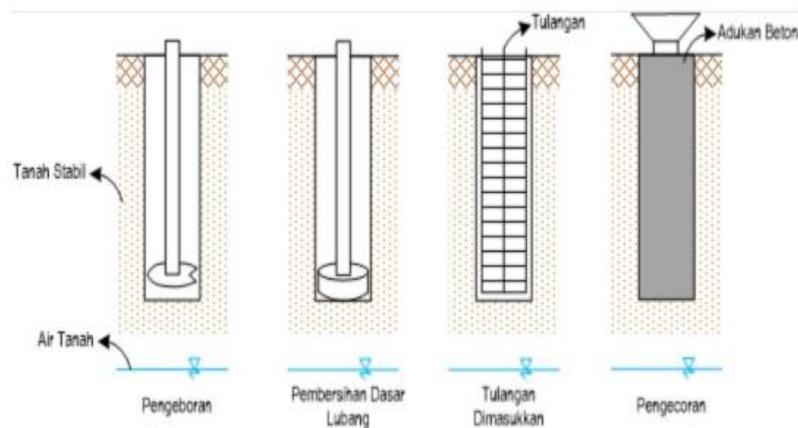
Sheet pile baja mempunyai beberapa keuntungan, diantaranya yaitu kuat saat menahan gaya benturan di saat proses pemancangan. Bahan yang digunakan pipa baja mempunyai bahan turap yang ringan, *sheet pile* jenis ini dapat

digunakan secara berkala, dan juga lebih muda pada saat penyambungan saat diterapkan ke dalam skala besar. Oleh karena itu dalam konstruksi pondasi MP 02 menggunakan *sheet pile* baja.

Metode Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pada saat ini ada tiga metode dasar pengeboran yaitu:

A. Metode Kering

Cara ini sesuai dengan jenis tanah kohesif dan pada tanah dengan muka air tanah yang berada pada kedalaman di bawah dasar lubang bora tau jika permeabilitas tanahnya sangat kecil, sehingga pengecoran beton dapat dilakukan sebelum pengaruh air kecil.



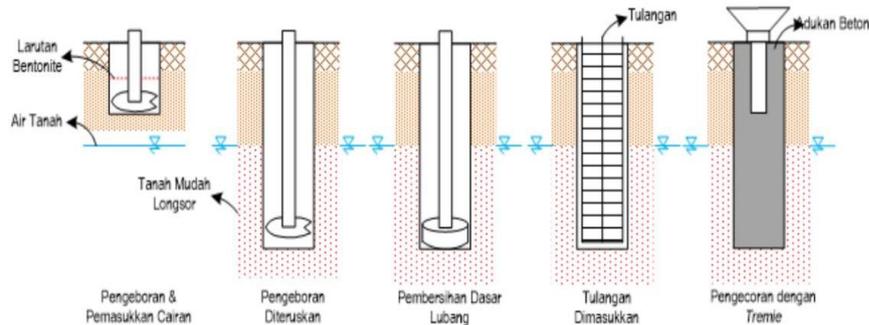
Gambar III. 7 Metode Kering

Sumber: Afifah, 2021

B. Metode Basah

Metode basah umumnya dilakukan bila pengeboran melewati muka air tanah, sehingga lubang bor biasanya longsor bila dindingnya tidak ditahan. Agar lubang tidak longsor, di dalam lubang bor diisi dengan larutan tanah lempung atau polimer, jadi pengeboran dilakukan dalam larutan. Dalam konstruksi pondasi

MP 02 menggunakan metode basah sebagai metode dalam pekerjaan pengeboran.



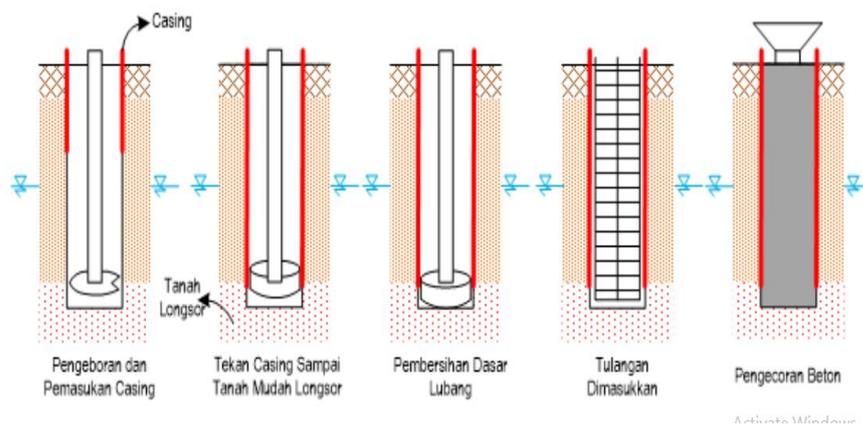
Gambar III. 8 Metode Basah

Sumber: Afifah, 2021

C. Metode Casing

Casing diperlukan karena tanah (caving) atau deformasi lateral dalam lubang bor dapat terjadi. casing harus dimasukkan dengan menggunakan alat penggetar (vibrator).

Pengguna casing harus cukup panjang dan mencakup seluruh bagian tanah yang dapat runtuh akibat penggalian dan juga diperlukan bila terdapat tekanan artesis.



Gambar III. 9 Metode Casing

Sumber: Afifah, 2021

telah dirakit ke dalam lubang pengeboran sebelumnya (Hardiyatmo,2008).

b. *Pile Cap*

Pile cap sendiri merupakan suatu cara untuk mengikat fondasi sebelum didirikan *pier* di bagian atasnya. *Pile cap* memiliki fungsi untuk menerima beban dari *pier* yang kemudian akan disebar ke masing-masing pile yang ada di bawahnya.

c. *Pier*

Pier termasuk struktur utama penopang yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban yang bekerja pada upper structure suatu jembatan untuk kemudian diteruskan ke *pile cap*. Dalam pelaksanaannya metode kerja yang digunakan dapat berbeda-beda tergantung dari tipe dan ketinggian dari *pier* itu sendiri

d. *Lead Rubber Bearing (LRB)*

Lead Rubber Bearing (LRB) merupakan suatu komponen struktur yang berfungsi sebagai peletakan konstruksi untuk mendukung kekuatan struktur dan kemampuan deformasi (perpindahan) seismik. Dengan adanya komponen LRB, struktur jembatan mampu untuk merespons getaran gempadengan cara mengurangi isolasi getaran untuk memperpanjang masa getaran alami dari struktur jembatan dan mengurangi respons perpindahan

e. *Box Girder*

Box girder adalah struktur atas jembatan terdiri dari balok-balok penopang utama yang berbentuk kotak berongga. Box girder biasanya terdiri dari elemen beton prategang, baja, komposit dan beton bertulang. Box girder

adalah jenis penyangga yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi.

f. Parapet

Pekerjaan parapet merupakan tahapan akhir dari pekerjaan jembatan. Kegunaan parapet pada sisi kiri dan sisi kanan jembatan adalah untuk keamanan dan kenyamanan para pengguna jalan

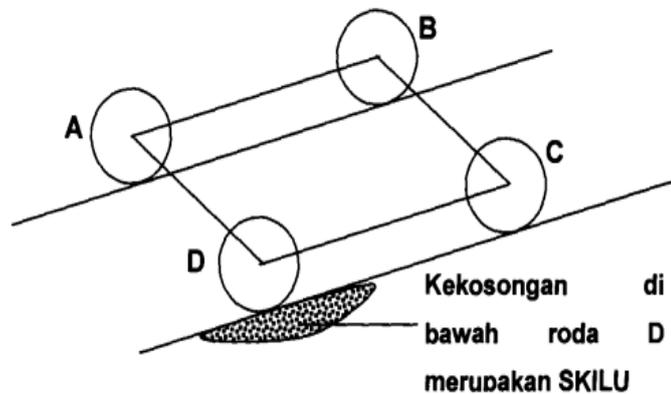
Jadi dalam penelitian ini penulis mengkaji dampak pekerjaan struktur bawah atau konstruksi pondasi pada MP 02. Yang dimana struktur bawahnya berdekatan dengan track pada edgrade yang dimana pada track tersebut masih Aktif.

3.2.4 CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR atau *California Bearing Ratio* merupakan sebuah perbandingan antara beban penetrasi dari suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar yang dilakukan dengan kedalaman serta kecepatan penetrasi yang juga sama (pengadaan, 2020). Harga CBR dinyatakan dalam persen. Jadi harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

3.2.5 Skilu

Skilu adalah perbedaan pertinggian yang sebenarnya antara 2 titik sepanjang 3 m (dalam praktik 6 bantalan). Empat roda dari suatu sumbu (bogie atau pasangan roda gerbong) harus sebidang. Bila pada suatu rel terdapat penurunan oleh karena angkatan yang tidak baik, roda yang lewat pada tempat penurunan tidak akan menyentuh rel karena roda tersebut tetap sebidang dengan tiga roda lainnya.



Gambar III. 11 Skilu

Sumber: PM no.32 Tahun 2013

Kerusakan ini berbahaya karena dapat menyebabkan roda anjlog (bila ditambah dengan keadaan buruk lainnya dari kekakuan sumbu bogie pergerakan mengayun dan lainnya). Berikut ini merupakan batas – batas dari skilu:

- a. 4 mm/m (12mm/3m - 6 bantalan) ---> $V < 60$ Km I Jam
- b. 3 mm/m (9 mm/3m - 6 bantalan) ---> $60 \text{ Km/Jam} < V < 90 \text{ Km/Jam}$
- c. 2.5 mm/m (7mm/3m - 6 bantalan) ---> $V > 90 \text{ Km I Jam}$

Dalam proses perawatan digunakan perawatan secara manual dan menggunakan mesin serta kebutuhan SDM sebagai berikut:

- A. Macam peralatan kerja dengan cara manual, yaitu:
 1. Dongkrak angkatan.
 2. Garpu balas.
 3. Ganco / balencong.
 4. Mistar angkatan + benang nilon atau 1 unit teropong + Bak pembacaan.

5. Timbangan angkatan dan kapur tulis secukupnya.
6. Penggorek balas dari kawat baja
7. Palu besi / hammer.

B. Macam peralatan kerja dengan semi mesin (HTT), yaitu:

1. Genset + Hand Tie temper lengkap dengan kabel-kabelnya.
2. Dongkrak angkatan.
3. Mistar angkatan (mantissa) + benang nilon / teropong + bak pembacaan.
4. Timbangan angkatan dan kapur tulis secukupnya.
5. Penggorek balas dari kawat baja.
6. Palu besi.

Dalam konstruksi bawah jalur *elevated* terdapat penurunan track dimana dalam penurunannya belum melewati toleransi, tetapi kontraktor mengantisipasi dengan perawatan track apabila terjadi penurunan melebihi 7mm. Jadi apabila penurunan melebihi 7mm maka kontraktor melaksanakan perawatan angkat dan juga pemadatan balas dengan *Hand tie Temper* atau HTT

3.2.6 Perawatan

Menurut PM 32 tahun 2011 Tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian, Perawatan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan keandalan agar tetap laik beroperasi atau digunakan. Perawatan yang dilakukan harus dilakukan oleh orang yang telah memiliki sertifikasi kompetensi. Perawatan jalur kereta api terdiri dari dua yaitu:

A. Perawatan Berkala

Perawatan berkala merupakan tindakan pencegahan (preventif) dan/atau penggantian sesuai dengan umur teknis yang terdiri dari:

- a. Harian
- b. Bulanan
- c. tahunan
- d. Perbaikan untuk Mengembalikan Fungsi

Perbaikan untuk mengembalikan fungsinya merupakan perbaikan (korektif) yang terdiri dari:

- a. Klasifikasi A (berat): Perbaikan atau penggantian material, komponen, dan sistem yang mengganggu operasional kereta api
- b. Klasifikasi B (sedang): Perbaikan atau penggantian material, komponen, dan sistem yang dapat mengganggu operasional kereta api
- c. Klasifikasi C (ringan): Perbaikan atau penggantian material, komponen, dan sistem yang tidak mengganggu operasional kereta api.

BAB IV

METOLOGI PENELITIAN

4.1 Alur Pikir

Penelitian disusun dengan memperhatikan data yang diperlukan berkaitan dengan objek yang akan diteliti. Data tersebut berupa data primer dan data sekunder yang diperoleh dari hasil pengamatan dilapangan maupun data yang diperoleh dari instansi terkait. Data tersebut diproses dari memasukan data sampai akhirnya didapat hasil sesuai dengan analisis yang dilakukan. Dalam melaksanakan proses penelitian, seorang peneliti harus memiliki rencana atau suatu tahapan proses yang dirancang. Dari rencana yang telah dibuat dapat menghasilkan atau mencapai target yang diharapkan. Dalam pelaksanaan peneliti ini adapun tahapan-tahapam rencana penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Menetapkan Maksud dan Tujuan Pelaksanaan Penelitian

Menetapkan maksud dan tujuan penelitian dilakukan dengan tujuan supaya penelitian yang dilalukan dapat memiliki arah penelitian yang jelas. Dimana target dari suatu penelitian harus diketahui sehingga maksud dari pelaksanaan penelitian dapat terlaksana dengan baik dan tujuan dari dilakukan penelitian dapat tercapai.

2. Menentukan ruang lingkup dan batasan-batasan pembahasan

Menetapkan ruang lingkup dan batasan pembahasan berfungsi untuk memfokuskan penelitian pada suatu persoalan yang dikehendaki. Hal ini berguna supaya penelitian yang dilaksanakan dapat mencapai hasil yang maksimal sesuai dengan yang diharapkan.

3. Pengumpulan data

Data adalah suatu hal mutlak yang menjadi kebutuhan setiap peneliti dalam melaksanakan kegiatan penelitian. Data yang nantinya didapatkan, digunakan untuk menunjang proses berjalannya penelitian. Data yang dimaksud yaitu meliputi Data Sekunder dan Data Primer. Data sekunder adalah data yang diperoleh namun bukan dari hasil pengamatan sendiri melainkan dari pihak lain atau sumber-sumber yang

telah ada sebelumnya. Sedangkan Data Primer adalah data yang diperoleh berdasarkan hasil pengamatan pribadi.

4. Melaksanakan kegiatan analisis

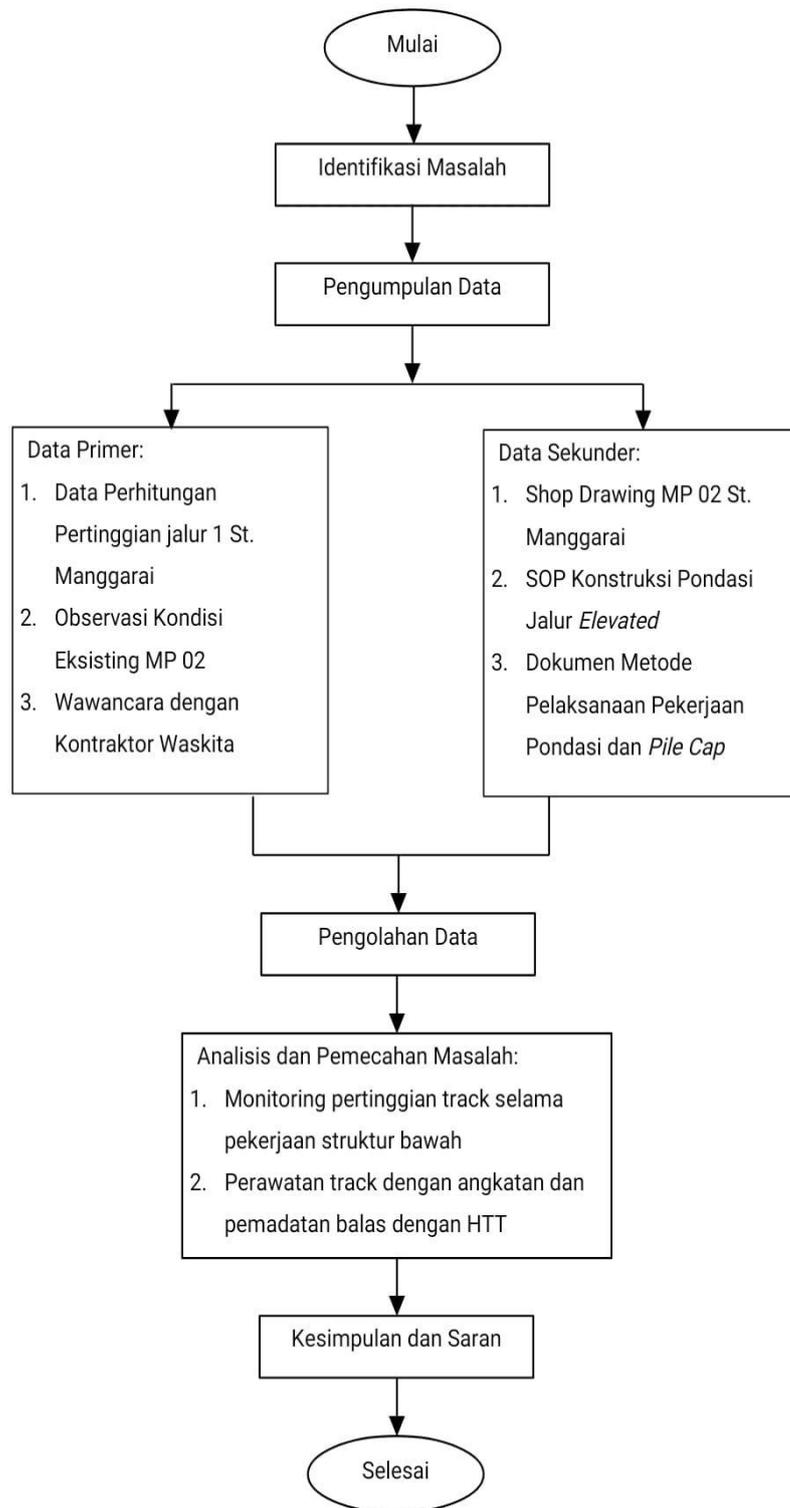
Kegiatan analisis berfungsi untuk menguraikan sesuatu menjadi komponen-komponen kecil yang diketahui hubungan-hubungannya. Dari uraian komponen tersebut kemudian dapat lebih mudah dipahami, baik setiap bagiannya maupun bagian secara keseluruhannya.

5. Kesimpulan dan Saran

Setelah kegiatan analisis selesai dilaksanakan, maka dapat dilihat akar permasalahan yang ada. Langkah selanjutnya yaitu menyampaikan kesimpulan akhir dari pelaksanaan penelitian yang dilakukan. Dan terakhir yaitu memberikan saran yang dapat mengatasi permasalahan yang sebelumnya ada. Saran tersebut merupakan hasil dari analisis yang sebelumnya telah dilakukan.

4.2 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir merupakan tahapan kegiatan dalam analisis dari awal pelaksanaan penelitian sampai akhirnya menghasilkan suatu rekomendasi dan kesimpulan dari masalah yang ada. Pola pikir yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu dapat dilihat pada bagan alir penelitian sebagai berikut:



Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian

4.3 Penelitian dan Pengumpulan data

4.3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian kualitatif yang memiliki sifat deskriptif dan menggunakan analisis. Proses dan makna dalam jenis penelitian ini lebih ditonjolkan dengan landasan teori yang dimanfaatkan sebagai pemandu agar fokus penelitian sesuai dengan fakta dilapangan. Secara umum penelitian kualitatif memperoleh data utama dari wawancara dan observasi. Jenis penelitian kualitatif dalam KKW ini adalah penelitian studi kasus. Studi kasus merupakan penelitian kualitatif dimana peneliti melakukan eksplorasi secara mendalam terhadap program, kejadian, proses, aktivitas, terhadap satu atau lebih orang. Suatu kasus terikat oleh waktu dan aktivitas serta peneliti melakukan pengumpulan data secara mendetail dengan menggunakan berbagai prosedur pengumpulan data secara mendetail dengan menggunakan berbagai prosedur pengumpulan data dan dalam waktu yang berkesinambungan.

Penelitian studi kasus disini dilakukan melalui penggalian informasi mendalam melalui permasalahan yang ada disekitar tempat penelitian. Data atau informasi mengenai permasalahan menjadi hal penunjang dalam mencari solusi. Oleh karena itu, data berupa kejadian pada masa itu atau bahkan masa lampau yang berhubungan dengan topik tersebut perlu dikumpulkan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada akan disajikan. Hasil penelitian kualitatif berupa interpretasi peneliti terhadap dampak dari konstruksi pondasi terhadap jalur, sehingga laporan penelitian akan mengandung lebih banyak deskripsi.

4.3.2 Objek Penelitian

A. Tempat

Tempat penelitian penulis Kertas Kerja Wajib Ini dilakukan di Stasiun Manggarai.

B. Waktu

Waktu penelitian yang dilakukan yaitu pada saat melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) selama 4 bulan di PT. KERETA API PROPERTI MANAJEMEN.

C. Objek

Objek penelitian adalah variabel atau suatu titik perhatian peneliti. Objek penelitian pada permasalahan ini berfokus pada proses penanganan peneurunan rel akibat dari konstruksi pondasi jalur *elevated* di Stasiun Manggarai. Kemudian akan dibahas pada permasalahan yang ada pada proses Konstruksi Jalur *elevated* tersebut. Selanjutnya, permasalahan tersebut dianalisis untuk dicari pemecahan masalahnya lalu di antisipasi supaya pada Konstruksi jalur *elevated* selanjutnya tidak ada lagi permasalahan yang serupa, sehingga konstruksi jalur *elevated* tidak ada kendala.

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan hal terpenting dalam melakukan penelitian. Tanpa pengumpulan data, maka penelitian tidak dapat dilakukan. Dengan mengetahui pengumpulan data, peneliti menggunakan beberapa teknik dalam melengkapi dan memperdalam data yang akan diteliti. Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

a. Studi Pustaka

Studi kepustakaan adalah teknik pengumpulan data dengan mengadakan studi penelitian terhadap buku-buku, literatur- literatur, catatan-catatan, laporan yang ada hubungannya dengan masalah yang dipecahkan. Pengumpulan data melalui studi kepustakaan sangat penting karena pembuktiannya dilakukan secara logis dan rasional melalui pendapat, teori, hukum-hukum yang diterima kebenarannya baik yang menolak maupun yang mendukung hal tersebut. Dalam hal ini peneliti mendalami, mencermati, menelaah, dan mengidentifikasi pengetahuan yang ada dalam

kepuustakaan (jurnal, sumber bacaan, buku-buku referensi, atau hasil penelitian lain).

b. Wawancara

Wawancara yaitu cara pengumpulan data yang dilakukan dengan mengadakan sesi tanya jawab terhadap orang-orang yang erat kaitannya dengan permasalahan penelitian, baik secara tertulis maupun secara lisan guna mendapatkan informasi mengenai masalah yang sedang diteliti oleh penelitian.

c. Observasi

Observasi adalah pengamatan dengan melakukan pencatatan atau pengkodean perilaku individu atau suasana, kondisi, dsb. Dalam arti yang luas, observasi sebenarnya tidak hanya terbatas kepada pengamatan yang dilakukan baik secara langsung maupun tidak langsung

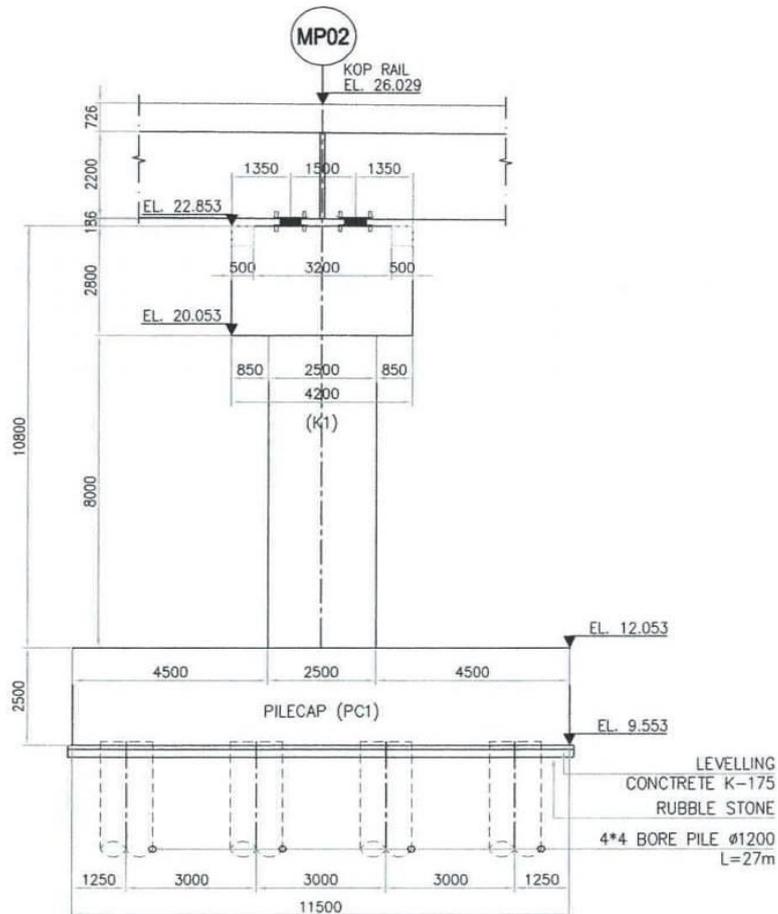
4.4 Teknik Analisi Data

Dalam teknik analisis data penelitian ini akan menggunakan metode pengumpulan data yaitu metode kepuustakaan atau penelitian literatur. Metode kepusatakaan atau penelitian literatur merupakan upaya yang dilakukan untuk mengunpulkan data dan informasi berdasarkan buku-buku, refrensi, sumber tulisan dan peraturan yang telah ada sebelumnya. Selain itu dalam penelitian ini juga menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif merupakan metode menganalisis, menggambarkan, dan meringkas berbagai kondisi, situasi dari berbagai data yang dikumpulkan berupa hasil wawancara atau pengamatan mengenai masalah yang diteliti yang terjadi di lapangan. Metode penelitian ini digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah yakni objek yang berkembang apa adanya, tidak memanipulasi data oleh peneliti, dan kehadiran peneliti tidak mempengaruhi dinamika pada objek tersebut.

BAB V

ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

5.1 Konstruksi Pondasi MP 02



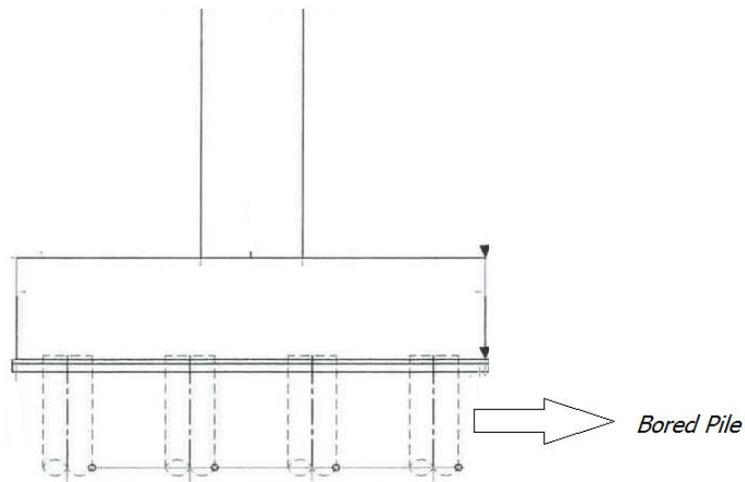
Gambar V. 1 Konstruksi Pondasi MP 02

Sumber: Shop Drawing Pengembangan Double-Double Track (Paket A)

5.1.1 Pondasi *Bored Pile*

Pondasi *bored pile* adalah suatu jenis pondasi berbentuk tabung dengan diameter tertentu yang dipasang dengan cara mengebor tanah hingga mencapai kedalaman yang telah ditentukan, kemudian tulangan baja yang telah dirakit dimasukkan kedalam lubang bor

tersebut dan dilanjutkan dengan pengisian material beton kedalam lubang.



Gambar V. 2 Potongan *Bored Pile*

Sumber: Shop Drawing Pengembangan Double-Double Track (Paket A)

1. Kebutuhan Alat

Tabel V. 1 Peralatan Konstruksi Bored Pile

No	Daftar Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Mesin Bor Hydraulic SR 205 atau SR 280		1unit
2	Service Crane	50 Ton	1unit
3	Casing sementara	ID.1200 mm panjang 4,5 m	3unit
4	Excavator Kobeco SK200-10 HD	0,8 m ³ atau setara	1unit
5	Mata bor soil auger	dia. 1200	1unit
6	Mata bor soil Bucket	dia. 1200	1unit
7	Mata bor rokc buket	dia. 1200	1unit
8	Mata Bore cleaning bucket	dia. 1200	1unit
9	bar cutter		1unit
10	mesin rol besi		1unit
11	Blander potong		1 set
12	Genset	20 Kva	1unit
13	Submersible pump		1unit

14	Meteran Baja	50 m	1unit
15	Pipa tremie	Dia. 10 inch s.d 30 m lengkap dengan hopper	1 set
16	Pelat Landas	Uk.1,5 m x 6 m x 20 mm	Secukupnya
17	Mesin Las Miller		1unit
18	Total Stasiom		1unit
19	Truck Mixer	6 m ³	6unit
20	Dump Truck	10 m ³	2unit

Sumber: Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile & Pile Cap

2. Kebutuhan Material

Tabel V. 2 Material Konstruksi Bored pile

No	Daftar Material	Ukuran
1	Beton Kelas B	K350
2	Besi Beton	16 mm
3	Besi Beton	32 mm
4	Kawat Bendrat	

Sumber: Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile & Pile Cap

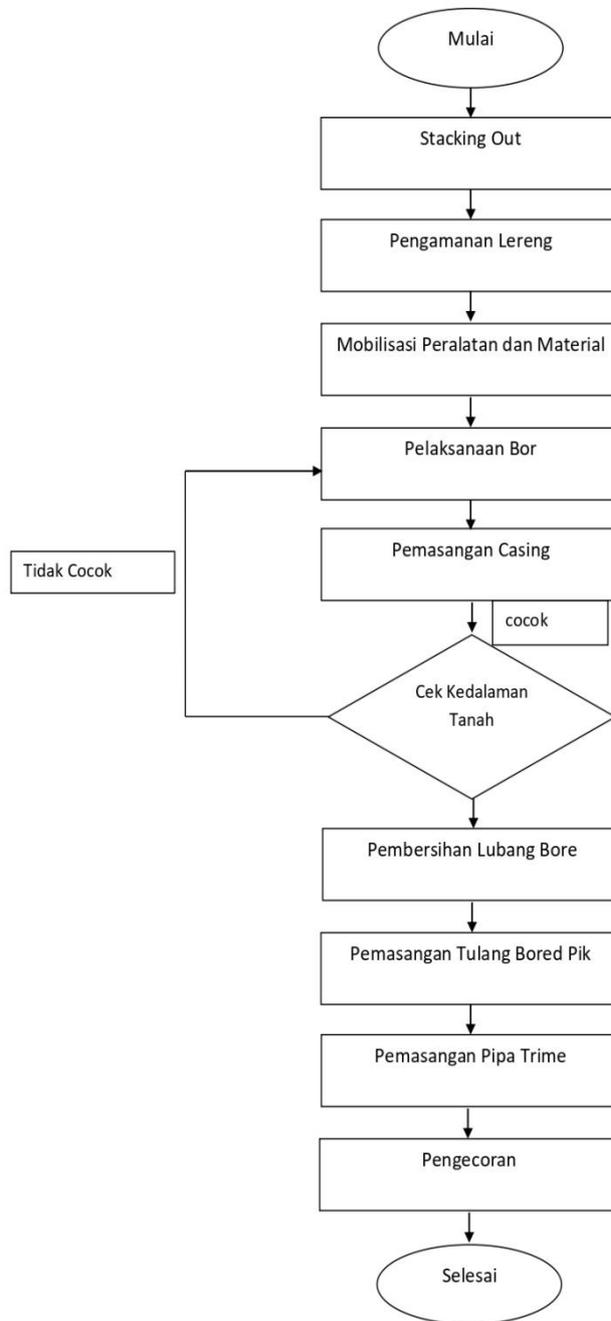
3. Kebutuhan Personil

Tabel V. 3 Personil Konstruksi Bored Pile

No	Daftar Personil	Jumlah (orang)
1	Project Engineer	1
2	Supervisor	1
3	Safety Office	1
4	Operator	3
5	Rigger	1
6	Welder	1
7	Tukang Cor	4
8	Tukang besi	8

Sumber: Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile & Pile Cap

4. Metode Kerja



Gambar V. 3 Bagan Alir Pekerjaan *Bored Pile*

Sumber: Hasil analisa, 2022

A. Perkerjaan Pengukuran/ *Stacking Out*

Menentukan titik koordinat di mana titik pengeboran bored pile berada pada titik koordinat tersebut di marking dengan patok sebagai penanda lokasi titik bor pile yang akan dilakukan pengeboran sesuai gambar shop drawing.



Gambar V. 4 *Stacking Out*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

B. Mobilisasi dan Pengaturan Peralatan

Setelah semua titik bored pile selesai ditandai dapat dilakukan pendatangan alat ke area lokasi bored pile. Setelah peralatan tersedia di lokasi pekerjaan dapat mengatur penempatan peralatan sesuai titik bored pile agar dapat mengetahui kesiapan untuk pelaksanaan pekerjaan

C. Pekerjaan Pengeboran

Setelah peralatan pengeboran sudah berada ditempat lokasi, dapat melaksanakan pengeboran awal dengan mata bor soilmec dan auger hingga kedalaman 4,5 m sampai dengan 6 m. Saat pengeboran sudah sampai lapisan muka air tanah, mata bor diganti dengan mata bor bucket dan dapat melanjutkan pengeboran



Gambar V. 5 Pengeboran

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

D. Pemasangan Casing

- a. Setelah mencapai kedalaman 4,5 m sampai 6 m. pekerjaan casing harus dilakukan terlebih dahulu
- b. Pekerjaan casing dilakukan untuk menjaga agar lapisan tanah atas tidak jatuh masuk kedalam lubang bored pile
- c. Setelah pemasangan casing pengeboran dapat dilakukan hingga mencapai lapisan tanah keras



Gambar V. 6 *Casing*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

E. Pengecekan Kedalaman

Setelah pengeboran sudah mencapai kedalaman pengeboran yang direncanakan, dilakukan pengecekan kembali kedalaman agar dapat mencapai kondisi kondisi lapisan tanah keras.

F. Pembersihan Lubang Pengeboran

Setelah pengecekan kedalaman dan tipe tanah sesuai dengan yang direncanakan, pembersihan lubang pengeboran dapat dilakukan.

G. Pemasangan Besi Tulangan *Bored pile*

Pada tahap selanjutnya ialah penulangan yang dimana dalam proses penulangan *bored pile* dilakukan dilokasi proyek itu langsung yang dimana itu menjadi keunggulan dari pondasi *bored pile*. Penulangan juga dilaksanakan sesuai gambar kerja yang telah ditentukan dan harus sesuai dengan gambar kerja.

Setelah pembersihan lubang *bored pile* dan penulangan, dapat dilakukan pemasangan besi yang dimasukkan kedalam lubang *bored pile*.



Gambar V. 7 Pemasangan Besi Tulangan Bored pile

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

H. Pemasangan Pipa *Trimie*

Setelah besi tulangan *bored pile* terpasang dapat dipasang pipa *tremie*. Sebelum itu pastikan kondisi baja tulangan dan sambungan stek antar tulangan baja dengan *casing*.

I. Pelaksanaan Pengecoran

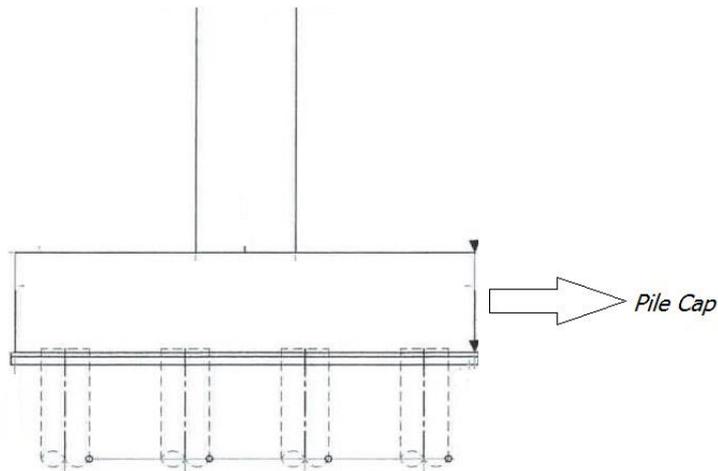
Setelah pemasangan tulangan selesai terpasang, dapat dilakukan pekerjaan pengecoran yang mempertimbangkan kondisi cuaca. Pada proses pengecoran penuangan beton harus bertahap, diiringi dengan kenaikan pipa *tremie* secara perlahan. Lakukan penuangan hingga beton meluap, dari awal beton bercampur tanah menjadi beton sepenuhnya.

J. Pekerjaan Finishing Bored Pile

Setelah semua selesai pekerjaan selanjutnya ialah pembongkaran pipa *tremie*, *casing temporary*. Lalu saat beton sudah mencapai umur rencana dilakukan pembobokan dan pembengkokan tulangan baja sebagai stek yang menghubungkan *bored pile* dengan *pile cap*.

5.1.2 Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi Pile Cap

Pada pelaksanaan pekerjaan pondasi struktur bored pile selesai dikerjakan, pekerjaan selanjutnya yaitu pekerjaan pile cap. Pile cap yang bisa disebut juga dengan footing merupakan struktur yang berfungsi untuk mengikat tiang-tiang pekerjaan bored pile menjadi satu kesatuan dan memindahkan beban kolom kepada tiang pondasi.



Gambar V. 8 Potongan *Pile Cap*

Sumber: Shop Drawing Pengembangan Double-Double Track (Paket A)

1. Kebutuhan Alat

Tabel V. 4 Peralatan Konstruksi *Pile Cap*

No	Daftar Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Hidrsulic Hammer		1 Unit
2	Service Crane	50 Ton	1 Unit
3	Excavator Kobelco Sk200-10hd	0,8 m ³	1 Unit
4	Concrete Pump		1 Unit
5	Bar Cutter		1 Unit
6	Mesin Rol Besi		1 Unit
7	Blander Potong		1 Set
8	Genset	20 kVA	1 Unit
9	Meteran Baja	50 m	1 Unit
10	Pelat Landasan	Uk. 1.5 m X 6 m X 20 mm	Secukupnya
11	Mesin Las Miller		1 Unit
12	Total Station		1 Set

13	Truck Mixer	6 m ³	6 Unit
14	Dump Truck	10 m ³	2 Unit
15	Alat Bantu Bobok		4 Unit

Sumber: Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile & Pile Cap

2 Kebutuhan Material

Tabel V. 5 Material Konstruksi *pile cap*

No	Daftar Material	Ukuran
1	Beton Kelas B	K350
2	Beton Kelas F	K175
3	Besi Beton	16 mm
4	Besi Beton	25 mm
5	Besi Beton	32 mm
6	Kawat Bendrat	
7	Tago Film Plywood	
8	Steel Sheet Pile (SSP)	9 m
9	Bayu Kaso / Balok	

Sumber: Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile & Pile Cap

3 Kebutuhan Personil

Tabel V. 6 Personil Konstruksi *Pile Cap*

No	Daftar Personil	Jumlah (Orang)
1	Project Engginer	1
2	Supervisor	1
3	Safty Officer	1
4	Operator	3
5	Rigger	1
6	Welder	1
7	Tukang Cor	4
8	Tukang Besi	8
9	Tukang Kayu	8
10	Tukang Bobok	4

Sumber: Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile & Pile Cap

4. Metode Kerja



Gambar V. 9 Bagan Alir Metode Konstruksi *Pile cap*

Sumber: Hasil Analisa, 2022

A. Clearing dan Perataan Tanah

Pekerjaan ini dilakukan setelah pengecoran bored pile pada 1 pile grup selesai dikerjakan, lalu dilakukan clearing area pekerjaan pilecap dari sisa material dan dilakukan cut and fill apabila terdapat tanah yang berlubang / tidak rata.

B. Perkerjaan Pengukuran / Stacking Out

Menentukan titik kordinat dimana titik pile cap berada pada titik kordinat tersebut dimarking dengan patok sebagai penanda lokasi titik pile cap yang akan dilakukan penggalian sesuai gambar shop drawing.

C. Mobilisasi Peralatan dan Material

Peralatan penunjang pekerjaan pile cap pada lokasi area pekerjaan harus sudah diperiksa kelayakan dan sudah mendapat Surat Ijin Layak Operasi (SILO). Saat kedatangan peralatan lanjut dengan penempatan peralatan pada lokasi area pekerjaan

D. Pekerjaan Pengamanan Galian

Persiapan pengamanan penggalian dilakukan untuk pencegahan terjadinya longsor terhadap setiap sisi yang diperkirakan dapat terjadinya longSORan. Pada pengamanan galian menggunakan Steel Sheet Pile atau SSP dengan panjang 8 meter.



Gambar V. 10 *Sheet pile*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

E. Galian Tanah Struktur Pile Cap

Setelah pengamanan galian, lalu marking kedalaman dari OGL sampai ke elevasi BOF, lakukan penggalian pada lokasi pile cap dengan excavator, kemudian bekas galian tanah langsung dipindahkan pada area yang telah di tentukan. Kembali membuat marking titik kordinat tepi *pile cap*, *marking elevasi bottom off pile cap*, dan *marking elevasi* batas pemotongan kepala bored pile oleh tim survey.



Gambar V. 11 Galian Tanah Struktur Pile Cap

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

F. Pemotongan Kepala Bored Pile

Setelah galian, dilakukan perapihan galian dengan cara manual dengan peralatan konvensional. Marking batas pemotongan kepala bored pile pada tiang untuk dilaksanakannya pemotongan dengan cutter sebagai acuan, kemudian dilakukan pembobokan menggunakan palu bodem, pembobokan dilakukan pada satu pile grup yang akan meninggalkan stek besi bored pile.

G. Pembuatan Rubble Stone

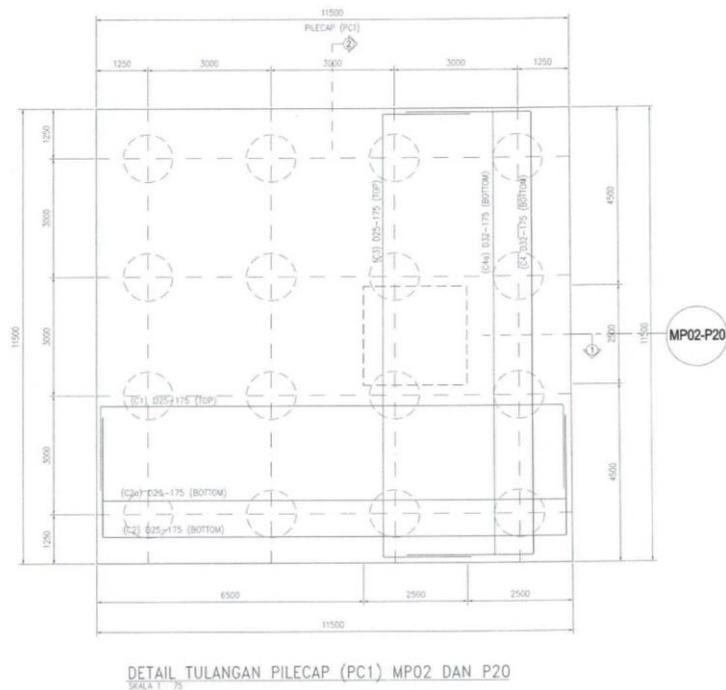
Setelah pemotongan dan pembobokan selanjutnya pembuatan rubble stone yang berfungsi sebagai penguat lantai kerja yang akan dibuat di atasnya dan sebagai penahan gaya angkat dari tanah di bawahnya.

H. Pembuatan Lantai Kerja

Setelah rubble stone terpasang dilakukan pembuatan lantai kerja dengan menggunakan beton f dengan spesifikasi K175 dengan ketebalan 10 - 15 cm. tujuan lantai kerja yaitu sebagai dudukan besi lapis bawah dan juga untuk mendapatkan lahan yang tidak kotor dan becek.

I. Pembesian dan Bekisting Struktur Pile Cap

Setelah pekerjaan lantai kerja dilanjutkan dengan pembesian dan bekisting, pembesian dan bekisting sudah memenuhi syarat teknis, dalam pemasangan pembesian dan bekisting harus terpasang dengan kuat dan sesuai dengan gambar kerja.



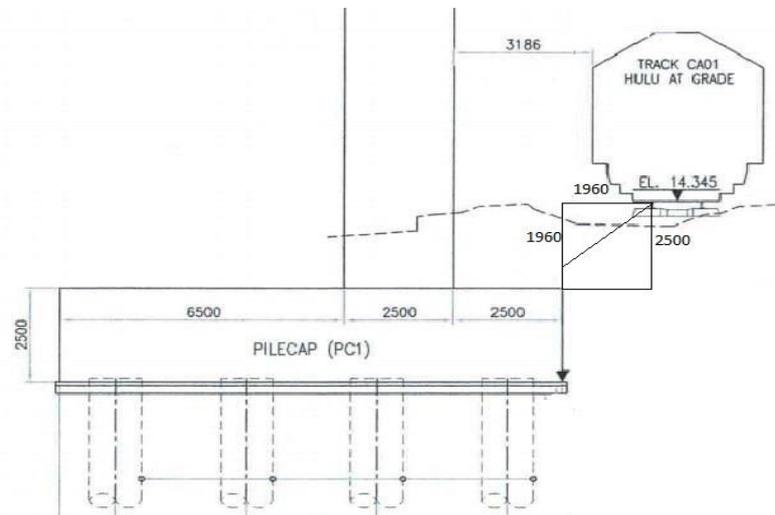
Gambar V. 12 Detail Pembesian dan Bekisting Struktur Pile Cap

Sumber: Shop Drawing Pengembangan Double-Double Track (Paket A)

J. Pengecoran Struktur *Pile Cap*

Setelah pembesian dan juga bekisting selesai pastikan area pengecoran bersih dari kotoran. Setelah bersih pengadukan material beton dapat dilakukan, sebelum pengecoran dilakukan pengecekan beton dengan

Dalam gambar detail dimensi *pier* MP02 dan P20, menggambarkan ukuran dan juga posisi dari struktur bawah dengan track. Dimana jarak *astrack* dengan galian sejauh 2.5 meter, dan dalam galian pile cap adalah 5 meter. Dari ukuran diatas dapat di gambarkan sebagai berikut.



Gambar V. 14 Potongan Detail dimensi MP 02 Potongan Struktur Bawah

Sumber: Shop Drawing Pengembangan Double-Double Track (Paket A)

Pada penggambaran diatas dapat disimpulkan bahwa beban maksimal jatuh pada atas *pile cap*. Pada penelitian ini dilakukan monitoring pada jalur hilir JNG-MRI dengan radius lengkun 200. Monitoring dihitung dengan alat matisa dan dilakukan pencatatan pada tiap titik yaitu titik 1 sampai titik 13, karena pada titik itu terdapat pekerjaan konstruksi MP 02.



Gambar V. 15 Matisa

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Jadi dalam analisa dampak konstruksi pondasi terhadap jalur berdasarkan pekerjaan yang dilaksanakan, diuraikan sebagai berikut :

5.2.1 Pekerjaan *Bored Pile*



Gambar V. 16 Pekerjaan *Bored Pile*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Tahap awal dalam konstruksi pondasi atau struktur bawa ialah adanya gambar kerja, dimana gambar kerja menjadi acuan untuk memulainya pekerjaan yang akan dilakukan, setelah adanya gambar kerja maka dilaksanakan *stacking out* yang bertujuan untuk menyesuaikan gambar kerja dengan lokasi dilapangan. Dalam pelaksanaan konstruksi jalur *elevated* diberikan waktu pekerjaan yang telah di buat, tabel waktu pekerjaan konstruksi pondasi sebagai beriku:

Tabel V. 7 Tabel Waktu Perkerjan *Bored Pile*

Perkerjaan <i>Bored Pile</i>	Jun-22										
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Stacking Out											
Pengeboran											
Pembesian											
Pengecoran											
Pemasangan SSP											

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Tabel diatas merupakan waktu pelaksanaan pekerjaan *bored pile*. Dimana dalam pelaksanaan pekerjaan *bored pile* dimulai pada tanggal 20 Juni 2022. Yang di mulai pada tahap *Stacking out*. Dalam pelaksanaan konstruksi pondasi akan dilakukan monitoring terhadap track yang terdekat yaitu track 1 hilir JNG-MRI yang berada pada lengkung peralihan. Pelaksanaan monitoring dilakukan 2 hari sekali hingga pekerjaan struktur bawah selesai, berikut tabel titik monitoring yang telah ditentukan:

Tabel V. 8 Desain Pertinggian

Titik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Desain (mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Sumber: Analisa, 2022



Gambar V. 17 Mulai Lengkung Alih

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Dalam pekerjaan *bored pile*, tahap awal setelah adanya gambar kerja ialah penentuan titik bor pada lokasi yang telah ditentukan. Setelah pematokan pada lokasi pengeboran maka dapat dilakukan pengeboran. Pelaksanaan pengeboran dilakukan dalam waktu 8 hari, dimana dalam 1 hari melaksanakan pekerjaan dilakukan 2 titik pengeboran hingga pengecoran. Setelah pelaksanaan pengeboran hingga pengecoran ialah pemasangan *sheet pile* baja, dimana bertujuan untuk pengamanan lereng

atau untuk menghindari adanya longsor yang disebabkan galian *pile cap*.

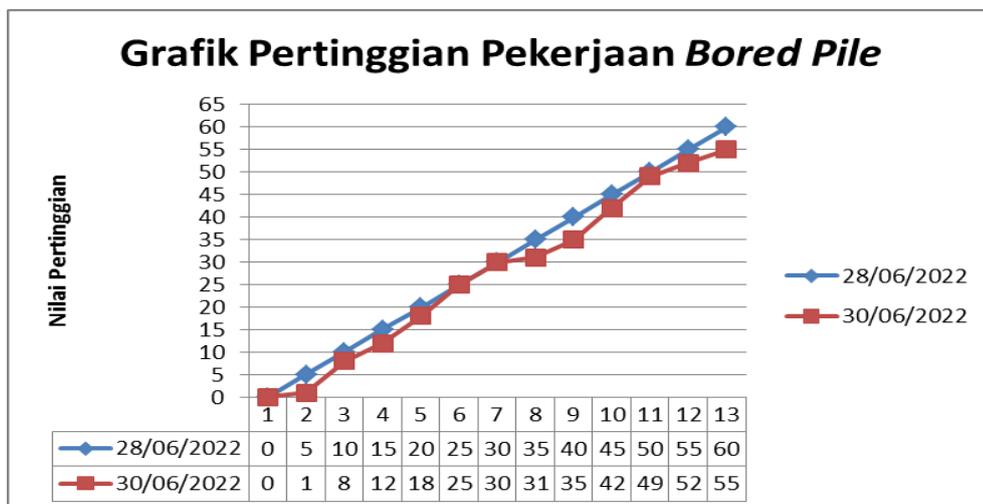
Dalam pekerjaan *bored pile* dilaksanakan monitoring terhadap track berikut tabel hasil monitoring yang di laksanakan saat pekerjaan *bored pile*:

Tabel V. 9 Tabel Monitoring Pekerjaan *Bored pile*

N O	Desai n (mm)	20/06/2 2 (mm)	22/06/2 2 (mm)	24/06/2 2 (mm)	26/06/2 2 (mm)	28/06/2 2 (mm)	30/06/2 2 (mm)
1	0	0	0	0	0	0	0
2	5	5	5	5	5	5	1
3	10	10	10	10	10	10	8
4	15	15	15	15	15	15	12
5	20	20	20	20	20	20	18
6	25	25	25	25	25	25	25
7	30	30	30	30	30	30	30
8	35	35	35	35	35	35	31
9	40	40	40	40	40	40	35
10	45	45	45	45	45	45	42
11	50	50	50	50	50	50	49
12	55	55	55	55	55	55	52
13	60	60	60	60	60	60	55

Sumber: Hasil Monitoring, 2022

dari tabel diatas menjelaskan hasil pengukuran pertinggian track dari pekerjaan *bored pile*. Dari tabel diatas dapat digambarkan dalam bentuk grafik pertinggian dari pekerjaan *bored pile*.



Gambar V. 18 Grafik Pertinggian Pekerjaan *Bored Pile*

Sumber: Hasil Monitoring, 2022

Dari grafik diatas dapat dibaca bahwa dalam pekerjaan *bored pile* mulai tahap *stacking out* hingga pengecoran mengalami dampak terhadap track yang menyebabkan penurunan *track*, yaitu pada titik 2 sebesar 4mm, titik 3 sebesar 2mm, titik 4 sebesar 3mm, titik 5 sebesar 2mm, titik 8 sebesar 4mm, titik 9 sebesar 5mm, titik 10 sebesar 3mm, titik 11 sebesar 1mm, titik 12 sebesar 3mm, dan titik 13 sebesar 5mm. penurunan track terjadi pada tanggal 30 Juni 2022, dimana tanggal itu dilaksanakan pekerjaan pengamanan lereng atau pemasangan *sheet pile*.



Gambar 5. 19 Pengukuran Pada titik 11

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Penurunan yang terjadi masih dibatas aman, karena pertinggian pada track masih dibawah 12mm, apabila sudah mendekati 12mm maka harus dilakukan perawatan track agar sarana tidak mengalami anjlokkan yang dapat membahayakan penumpang.

5.2.2 Pekerjaan *Pile Cap*

Setelah pekerjaan *bored pile* dan pemasangan *sheet pile* selesai maka dilanjutkan pekerjaan *pile cap*. Pekerjaan *pile cap* bertujuan untuk pengikat antara *bored pile* dengan struktur atas dan juga membagi beban pada masing-masing *bored pile*. Pada Pekerjaan *pile cap* sama halnya dengan seluruh konstruksi lainnya yaitu dimulai dengan penentuan titik galian atau *staking out*.

Karena dalam pekerjaan *pile cap* masih berdekatan dengan track maka dalam pekerjaan *pile cap* masih harus dilaksanakan monitoring terhadap track sesuai dengan waktu pelaksanaannya, berikut waktu pelaksanaan pekerjaan *pile cap* hingga selesai:

Tabel V. 10 Tabel Waktu Pekerjaan *Pile Cap*

Pekerjaan <i>Pile cap</i>	Jul-22											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Penggalian												
Pembobokan												
Pembesian dan Bekisting												
Pengecoran												
lepas bekisting												
Penimbunan dan pemadatan												

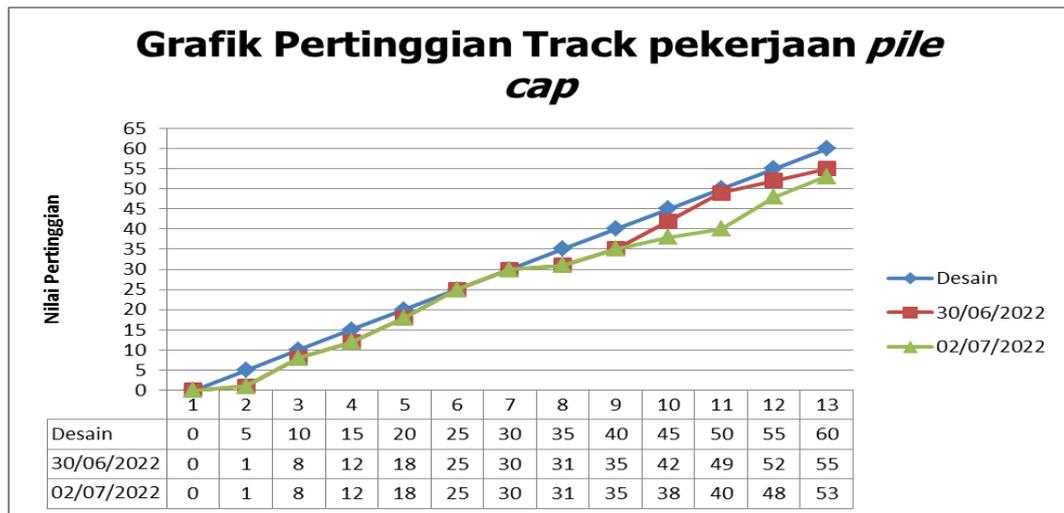
Sumber: hasil Analisa, 2022

Tabel diatas merupakan urutan waktu pekerjaan *pile cap* yang dimulai dari pekerjaan galian dengan alat berat yaitu *excavator* hingga penimbunan dan pemadatan tanah. Pekerjaan *pile cap* di mulai dengan pekerjaan galian lubang *pile cap* sedalam 5 meter, dalam pelaksanaan galian dilaksanakan monitoring terhadap track pada tanggal 02 Juli 2022, berikut tabel hasil monitoring prosen galian lubang *pile cap*:

Tabel V. 11 Pertinggian Track

Titik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Desain (mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
02/07/2022(mm)	0	1	8	12	18	25	30	31	35	38	40	48	53

Sumber: Analisa, 2022



Gambar 5. 20 Grafik Pekerjaan *Pile Cap*

Sumber: Analisa, 2022

Tabel diatas adalah tabel hasil monitoring track yang dilaksanakan pada pekerjaan galian pada tanggal 2 Juli 2022. Pada pekerjaan galian *pile cap* juga terdapat penurunan track dan juga pada penurunan yang sebelumnya juga belum mengalami diperbaiki. Dari tabel diatas dapat digambarkan grafik pertinggian pada track

Pada grafik diatas menjelaskan, bahwa dalam pekerjaan galian untuk *pile cap*, terjadi penurunan lagi pada beberapa titik. Seperti pada titik 10 yang sebelumnya turun 3mm turun lagi 4mm, titik 11 yang sebelumnya turun 1mm turun lagi 9mm, titik 12 yang sebelumnya turun 3mm turun lagi 4mm, dan titik 13 yang sebelumnya turun 5mm turun lagi 2mm.

Oleh karena itu kontraktor melaksanakan perawatan pada track, walaupun belum melampaui 12mm kontraktor tetap melaksanakan perawatan dikarenakan untuk mengantisipasi penurunan yang lebih ekstrim lagi. Dalam perawatan track

kontraktor biasanya melaksanakannya disaat penurunan melebihi 8mm agar operasi kereta api dapat terus berjalan dan menghindari anjlogan pada sarana kereta api.

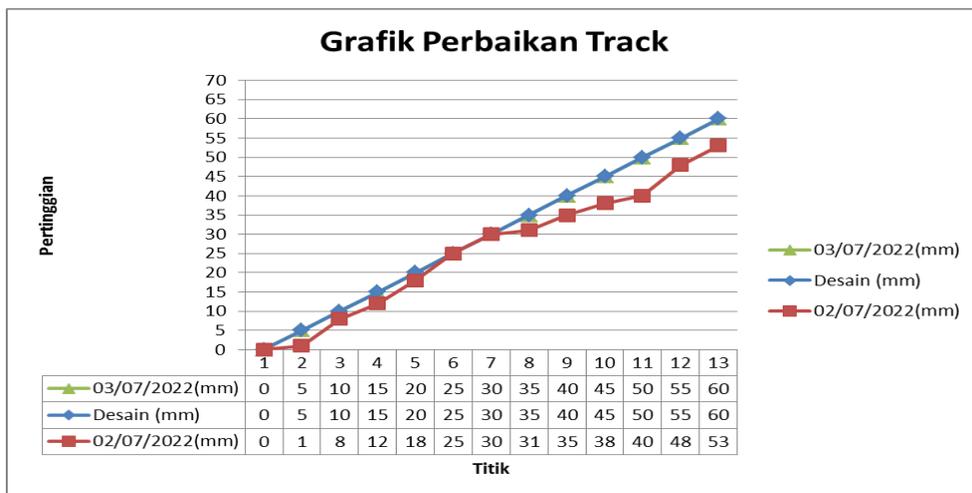
Dalam perawatan mengartikan mengembalikan keadaan yang tidak baik menjadi baik kembali atau mengembalikan ke desain awal.

Tabel V. 12 Pertinggian Track

Titik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Desain (mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
02/07/2022(mm)	0	1	8	12	18	25	30	31	35	38	40	48	53
03/07/2022(mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Sumber: Analisa, 2022

Karena adanya penurunan yang terjadi maka kontraktor melakukan perawatan untuk mengembalikan sesuai desain. berikut grafik setelah dilaksanakan perbaikan.



Gambar V. 21 Grafik Perbaikan Track

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Setelah penggalian dan juga perbaikan track yang mengalami penurunan, selanjutnya pelaksanaan pekerjaan pembobokan kepala *bored pile* yang dilaksanakan dalam waktu 3 Juli 2022 sampai dengan 6 Juli 2022, dimana dalam pelaksanaannya juga dilakukan monitoring track.

Berikut hasil monitoring track pada pekerjaan pembobokan kepala *bored pile*:

Tabel V. 13 Tabel Monitoring Pekerjaan pembobokan kepala *pile cap*

Titik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Desain (mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
03/07/2022(mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
04/07/2022(mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
06/07/2022(mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Tabel diatas merupakan monitoring pada track terhadap pekerjaan pembobokan kepala *bored pile*. Dalam pekerjaan pembobokan tidak ada dampak penurunan track sehingga dalam pekerjaan pembobokan dilanjutkan oleh pekerjaan *bekisting* dan pembesian pada tanggal 7 Juli 2022 sampai dengan 9 Juli 2022.

Karena track yang masih aktif dan juga sarana yang lewat, maka menyebabkan turunnya kembali track yang didekatnya. Pada hari ke-2 pekerjaan *bekisting* dan pembesian tanggal 8 Juli 2022. Berikut tabel hasil monitoring pekerjaan *bekisting* dan pembesian:

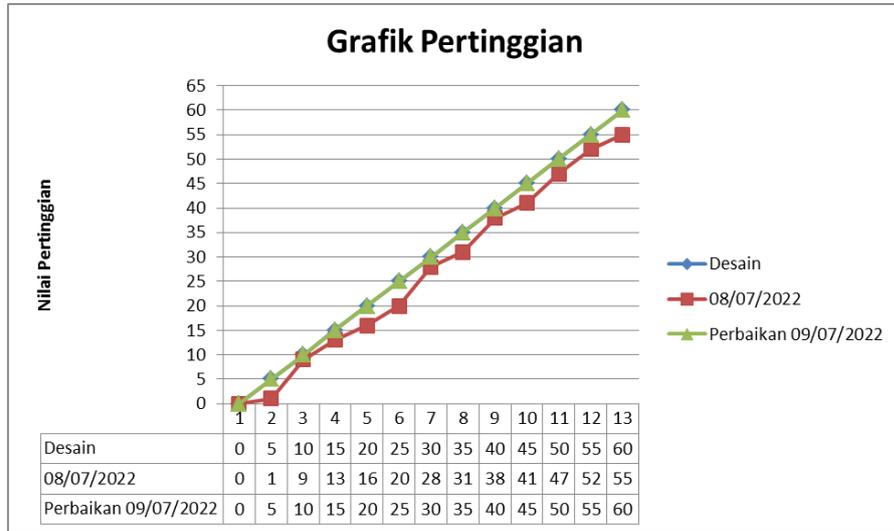
Tabel V. 14 Pertinggian Pekerjaan *Bekisting* dan pembesian

Titik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Desain (mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
08/07/2022(mm)	0	1	9	13	16	20	28	31	38	41	47	52	55
09/07/2022(mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Sumber: Analisa, 2022

Penurunan terjadi lagi pada tanggal 8 Juli 2022 dimana penurunan terjadi kisaran di semua titik monitoring dengan kisaran penurunan 2 – 5 mm.

Dari tabel diatas dapat digambarkan grafik sebagai berikut:



Gambar V. 22 Grafik Pertinggian Pekerjaan *Bekisting*

Sumber: Analisa, 2022

Grafik pertinggian pada tanggal 8 Juli 2022. Menggambarkan bahwa adanya terjadi penurunan rel lagi yaitu pada pekerjaan penulangan atau pembesian dan juga pada pekerjaan *bekisting*



Gambar 5. 23 Pengukuran pada titik 12

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Jadi dapat disimpulkan bahwa pekerjaan konstruksi pondasi yang berdekatan dengan track dapat berdampak pada track dikarenakan jarak antara bagian luar rel ke bagian *sheet pile* berjarak 2,5 meter sehingga pada proses pekerjaannya berdampak pada track yaitu penurunan rel pada jalur hilir JNG-MRI sebanyak 2 kali penurunan.

5.3 Penanganan Dampak Konstruksi Pondasi

Dampak yang ditimbulkan dari konstruksi pondasi kepada track ialah terjadinya penurunan pada track. Penanganan atau perawatan yang dilaksanakan karena terjadinya penurunan track ialah angkat dan pemadatan balas dengan menggunakan HTT (*hand tie tamper*). Berikut standar operasional prosedur untuk perawatan track:

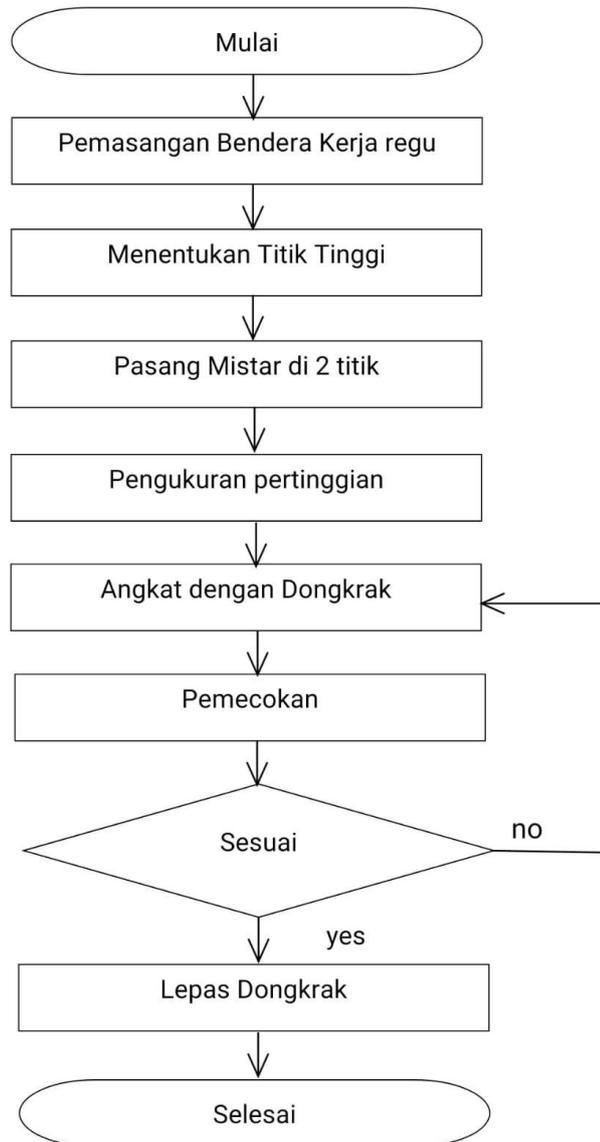
1. Pemecokan Balas

Pemecokan balas merupakan perawatan geometri dengan tujuan untuk mengembalikan fungsi material pada geometri jalan rel secara horizontal maupun vertikal. Sebelum pemecokan harus melakukan angkatan, angkatan ialah kegiatan untuk mengembaikan posisi kerataan vertikal geometri rel. berikut peralatan dan juga tahapan pekerjaan perawatan jalan rel dengan metode pemecokan balas dengan alat HTT (*Hand Tie Tamper*)

A. Peralatan

1	Bendera Kerja Regu	6	Mistar Angkatan 1 set
2	Alat Komunikasi	7	Alat Pelindung Diri
3	Timbangan	8	Garpu dan Gorekan Balas
4	Dongkrak	9	Kapur Tulis
5	HTT		

B. Floechart



Gambar V. 24 Bagan Alir Pemecokan Balas

Sumber: Hasil Analisis, 2022

C. Pelaksanaan Pekerjaan

- a) pemasangan bendera kerja regu ukuran 75 cm x 50 cm dipasang sejarak 253 cm dari as jalur kereta api dengan tinggi 280 cm dari kop rel sejauh 100 meter dari arah kedatangan kereta api dan terlihat oleh pandangan masinis / Asisten Masinis sejarak 600 meter. Apanila jarak pandang masinis

tidak terpenuhi akibat adanya lengkung vertikal dan horizontal maka bendera kerja tersebut digeser ke arah datangnya kereta api sejauh-kurangnya 300 meter dari lokasi kerja.

- b) melaporkan lokasi kerja dan kegiatan kepada KS / PPKA stasiun terdekat.
- c) Kasatker menentukan titik tinggi pada rentang rel dengan cara dilihat atau di sawang.
- d) Cek beda tinggi rel antar rel kiri dan rel kanan pada titik tinggi tersebut menggunakan *track gauge*, jika lebih tinggi dari rentang rel sebelah maka titik tinggi tersebut bisa dijadikan sebagai titik pedoman, jika lebih rendah ulangi langkah A pada rentang sebelahnya.
- e) Pasang mistar di titik I dan titik II kemudian bentangkan benang nilon sepanjang 20-30 meter.
- f) Ambil ukuran jarak benang terhadap kepala rel dengan mistar angkatan per tiga meter atau jarak 6 bantalan. Yang ditulis pada bantalan atau kaki rel.
- g) Angkat per tiga meter dengan menggunakan dongkrak, lakukan angkatan sampai jarak tiga eter sebelum mistar angkatan terakhir.
- h) Pemecokan dilakukan oleh empat orang pada bantalan yang sama pada dua sisi secara bersamaan.



Gambar 5. 25 Pemecokan dengan HTT

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

- i) Bila pekerjaan selesai , KUPT Resor atau Kasatker harus melakukan evaluasi terhadap hasil pekerjaan dan meyakinkan kondisi jalur aman saat dilewati kereta api.
- j) KUPT Resor atau Kasatker lapor kepada KS / PPKA bahwa pekerjaan telah selesai.

Pada pekerjaan konstruksi pondasi dapat berdampak negatif terhadap track yang masih aktif dan juga pada stasiun Manggarai termasuk stasiun kelas besar sehingga *headway*-nya pun semakin kecil, sehingga apabila terjadi dampak negatif terhadap track harus segera dilakukan perawatan agar pola operasi yang sudah ditentukan dapat berjalan sesuai.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan terhadap Konstruksi Pondasi MP 02 jalur elevated pada jalur, maka dapat ditarik kesimpulan tersebut meliputi:

1. Konstruksi jalur elevated termasuk dalam pembangunan stasiun Manggarai, yang dimana dalam proses pembangunannya terdapat pekerjaan struktur bawah yang terdiri dari pekerjaan *Bored pile* yang dimulai dari pekerjaan penentuan titik bor, pengeboran, hingga pengecoran. Sedangkan pekerjaan *Pile cap* dimulai dari pekerjaan galian, pembuatan stek, *bekisting*, pembesian, pengecoran hingga perawatan beton dan penimbunan atau perataan tanah kembali.
2. Karena adanya pekerjaan *Bored pile* dan pekerjaan *pile cap* yang berdekatan dengan track maka dalam proses pembangunannya pasti berdampak pada track, yaitu terjadinya penurunan pada track yang terjadi di beberapa titik monitoring dengan kirsan penurunan 1mm – 10mm.
3. Dampak dari konstruksi bawah jalur *elevated* terjadi 3 kali penurunan yaitu pada pemasangan *sheet pile*, pekerjaan galian *pile cap*, dan juga saat *bekisting* dan juga pembesian *pile cap*.
4. Karena adanya dampak yang timbul dari konstruksi pondasi jalur *elevated* maka dampak yang timbul harus ditanggulangi. Penanggulangan dari dampak konstruksi pondasi ialah angkatan dan pemadatan balas dengan menggunakan HTT.
5. Dampak yang ditimbulkan dari konstruksi bawah jalur *elevated* telah ditanggulangi dengan melaksanakan perawatan, yaitu angkatan dengan *hand tie tamper* dan pemadatan balas, yang dilaksanakan agar operasi kereta api dapat terus berjalan.

6.2 Saran

- 1 Dalam pemilihan titik lokasi jalur elevated, semakin jauh jaraknya dengan track maka tidak akan berdampak langsung dengan track yang ada.
- 2 Apabila terjadi dampak negatif pada track yang ada, maka segera dilakukan perawatan dan perbaikan, dikarenakan track yang aktif pasti dilalui kereta api, dan dapat mengganggu operasi kereta api dan juga mengancam keamanan dan juga keselamatan penumpang.
- 3 Dalam metode pelaksanaan konstruksi terdapat tahap pengamanan, jadi dalam tahap pengamanan diharapkan dapat memastikan lagi pengamanan yang telah dibuat dapat mengamankan proses konstruksi dan juga tidak berdampak pada track ataupun hal-hal yang ada disekitar.
- 4 Dikarenakan stasiun Manggarai termasuk dengan jumlah penumpang banyak, maka jika dalam konstruksi pondasi berdampak langsung pada track maka harus dilaksanakan perawatan dan juga perbaikan pada track.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2007, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian".
- _____, 2013, "Peraturan Menteri No. 67 Tahun 2012 tentang Pedoman Perhitungan Biaya Perawatan dan Pengoperasian Prasarana Perkeretaapian Milik Negara"
- _____, 2007 "Undang-Undang No 29 Tahun 2007 Tentang Pemerintahan Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta Sebagai Ibukota Negara Kesatuan Republik Indonesia"
- _____, 2009, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian".
- _____, 2011, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian".
- _____, 2012, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api".
- _____, 1986, "Peraturan Dinas PT. Kereta Api Indonesia Nomor 10 Tahun 1986 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian".
- _____, 2006, "Standar Teknis Kereta Api Indonesia Untuk Struktur Jembatan Baja".
- Kelompok PKL PT KAPM, 2022. Laporan Umum Taruna Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. "Laporan Umum Tim PKL PT KAI Properti".
- Kelompok PKL Balai Teknik Perkeretaapian Kelas 1 Wilayah Jakarta dan Banten, 2022. Laporan Umum Taruna Pokiteknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. "Laporan Umum Balai Teknik Perkeretaapian Kelas 1 Wilayah Jakarta dan Banten Lintas Manggarai-Jatinegara".

PT. Kereta Api Indonesia (Perseo), 2019. Standar Operasional Prosedur PT. Kereta Api Indonesia (Persero). "Pemeriksaan dan Perawatan Jalan Rel".

Waskita-Utama KSO, 2022. Pekerjaan Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian untuk Manggaarai S/D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) Pekerjaan Mainline II "Metode Statemen Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi Pile Cap P14 s/d P21".

Waskita-Utama KSO, 2022. Pekerjaan Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian untuk Manggaarai S/D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) Pekerjaan Mainline II "Metode Statemen Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi Bored Pile MP 08 s/d MA 01".

Kementrian Perhubungan Republik Indonesia Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, 2022. "Pedoman Kertas Kerja Wajib dan Artikel Ilmiah".

Afifah, Rahma Nuh, 2021, Tugas Akhir. "Analisa Daya Dukung Bored Pile pada Pembangunan Jembatan Kereta Api antara Araskabau-Tebing Tinggi dan Lintas Tebing Tinggi-Siantar".