



LAPORAN KERJA PRAKTIK

**PROYEK PEMBANGUNAN FLYOVER GANEFO (MRANGGEN), RUAS
SEMARANG – GODONG, (KABUPATEN DEMAK)**

Pramudito Muhammad Reza Roosdiawan

NRP. 03111840000123

Muhammad Hafizh Abiyyu

NRP. 03111840000156

Dosen Pembimbing

Bambang Pisceca S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2021

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala kebaikannya, karena atas rahmat dan berkatNya laporan kerja praktik yang berjudul Proyek Pembangunan Flyover Ganefo (Mranggen), Ruas Semarang-Godong, (Kabupaten Demak) dapat disusun hingga selesai. Dimana laporan kerja praktik ini merupakan salah satu syarat wajib dipenuhi setiap mahasiswa untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam kesempatan ini kami bermaksud menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan membantu penyusun dalam menyelesaikan Laporan Kerja Praktik ini, yaitu :

1. Bambang Piscesa S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta bimbingannya.
2. Bapak Fanny Zuriasmyah, selaku *Project Manager* yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melakukan kerja praktik di Proyek Pembangunan *Flyover Ganefo*, Demak.
3. Bapak Hartadi Aco, selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan arahan serta bimbingannya.
4. Seluruh karyawan PT.Brantas Abipraya Persero yang bekerja di Proyek Pembangunan *Flyover Ganefo*, Demak
5. Teman-teman mahasiswa Departemen Teknik Sipil FTSPK-ITS yang telah membantu mendukung kami selama pelaksanaan kerja praktik dan penyusunan laporan ini..

Akhir kata, kami menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam Laporan Kerja Praktik ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penyusun laporan. Semoga Laporan Kerja Praktik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Kerja Praktik	1
1.2 Tujuan Kerja Praktik	1
1.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Pengumpulan Data	2
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II TINJAUAN UMUM PROYEK	4
2.1 Latar Belakang Proyek	4
2.2 Lokasi Proyek.....	4
2.3 Data Proyek	5
2.4 Tata Cara Pelelangan.....	5
2.5 Besar dan Sumber Dana	7
2.6 Pelaksana Proyek (Kontraktor)	7
2.7 Hubungan Kerja dan Tanggung Jawab	10
2.8 Jadwal Pekerjaan Proyek.....	11
BAB III PELAKSANAAN KERJA PRAKTIK	12
3.1 Penjelasan Umum.....	12
3.2 Peralatan	12
3.3 Sistem Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).....	17
3.3.1 Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD).....	18
3.4 Manajemen Keselamatan Lalu Lintas	21
3.5 Pelaksanaan Pekerjaan Saat Kerja Praktik Dimulai	24
3.5.1 Pelaksanaan Pengecoran Rigid Pavement.....	24
3.5.2 Pelaksanaan Pekerjaan Pilar Flyover	35

3.5.3	Pelaksanaan pekerjaan <i>Bored Pile</i>	40
3.5.4	Pekerjaan Pile Cap.....	52
3.5.5	Pekerjaan Pier Head.....	54
3.5.6	Proses Implementasi BIM	54
3.5.7	Implementasi BIM menggunakan Tools Fotogrametri	57
BAB IV TUGAS KHUSUS		64
4.1	Identifikasi Kekuatan Bekisting.....	64
4.1.1	Perhitungan Kekuatan Bekisting	65
BAB V HAL YANG MENARIK DAN PENYELESAIANNYA		68
5.1	Kendala di proyek.....	68
5.1.1	Kendala Ketidaksesuaian Perencanaan Terhadap Kondisi Existing Lapangan..	68
5.1.2	Perubahan Jarak Antar Pilar	68
5.1.3	Perubahan Dimensi Rigid.....	68
5.2	Inovasi di Proyek	71
5.2.1	Penggunaan BIM (Building Information Modelling).....	71
BAB VI KESIMPULAN DAN PENUTUP		72
6.1	Kesimpulan	72
6.2	Saran	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Lokasi Proyek Pembangunan Fly Over Mranggen, Demak.....	4
Gambar 2. 2 Struktur Organisasi Proyek Pemangunan Fly Over	8
Gambar 2. 3 Bagan Hubungan Kerja Antara Owner dengan MK, Kontraktor, dan Konsultan Perencana	11
Gambar 3. 1 Backhoe.....	14
Gambar 3. 2 Crawler Mounted Crane	15
Gambar 3. 3 Bore Pile Drilling Machine	16
Gambar 3. 4 Mesin Las	17
Gambar 3. 5 Safety Helmet.....	19
Gambar 3. 6 Safety Vest	19
Gambar 3. 7 Safety Gloves	20
Gambar 3. 8 Safety Shoes	20
Gambar 3. 9 Safety Harness.....	21
Gambar 3. 10 Safety Mask.....	21
Gambar 3. 11 Pembangunan jalan frontage di samping jalan eksisting	22
Gambar 3. 12 Pemindahan palang pintu kereta api	23
Gambar 3. 13 Pekerjaan fly over dan oprit	23
Gambar 3. 14 Pekerjaan erection	24
Gambar 3. 15 Denah Proyek Fly Over Mranggen	24
Gambar 3. 16 Excavator sedang membuang bekas pekerjaan galian	26
Gambar 3. 17 Proses pemasangan bekisting	26
Gambar 3. 18 Proses pembesian	27
Gambar 3. 19 Dowel	27
Gambar 3. 20 Detail Pembesian atau tulangan	28
Gambar 3. 21 Pengujian beton.....	30
Gambar 3. 22 Proses pemerataan ready mix.....	30
Gambar 3. 23 Pengujian Slump Test	32
Gambar 3. 24 Penggunaan vibrator.....	33
Gambar 3. 25 Proses pemerataan permukaan rigid secara manual.....	33
Gambar 3. 26 Proses pemerataan permukaan rigid menggunakan bantuan mesin.....	34
Gambar 3. 27 Proses Grouving	34

Gambar 3. 28 Detail Rencana Ukuran Pilar	35
Gambar 3. 29 Tulangan pada pilar	36
Gambar 3. 30 Proses bekisitng pilar.....	37
Gambar 3. 31 Proses pengecoran pilar tahap 1	39
Gambar 3. 32 Proses pengecoran pilar tahap 2	39
Gambar 3. 33 Flow Chart Pengerjaan Bored Pile	40
Gambar 3. 34 Proses perakitan tulangan besi sebagai tulangan besi struktur pile.....	42
Gambar 3. 35 Proses set alat pada posisi yang akan di bor.....	42
Gambar 3. 36 Proses pemasukan casing ke dalam lubang	43
Gambar 3. 37 Proses pengeboran	43
Gambar 3. 38 Pemberian air pada lubang.....	44
Gambar 3. 39 Proses bucket cleaning.....	44
Gambar 3. 40 Proses pengelasan tulangan bored pile	45
Gambar 3. 41 Proses pemasangan pipa tremie dan corongnya	45
Gambar 3. 42 Proses pengecoran bored pile	46
Gambar 3. 43 Capping pada permukaan bored pile	47
Gambar 3. 44 Proses pemasangan sensor - sensor	48
Gambar 3. 45 Proses pemberian beban	48
Gambar 3. 46 Hasil dari PDA Test.....	49
Gambar 3. 47 Rangkuman hasil uji SPT	52
Gambar 3. 48 Flow Chart Pengerjaan Pilecap.....	53
Gambar 3. 49 Tingkatan Impelemnasi BIM.....	55
Gambar 3. 50 Tingkatan Level of Development	56
Gambar 3. 51 Plotting area fotogrametri	59
Gambar 3. 52 Pengambilan citra flyover ganefo dengan teknik fotogrametri	60
Gambar 3. 53 Proses input data mentah ke Agisoft	60
Gambar 3. 54 Hasil pengolahan data mentah.....	61
Gambar 3. 55 Hasil pengolahan data mentah.....	61
Gambar 3. 56 Pengolahan data dengan software Autodesk Civil 3D	61
Gambar 3. 57 Pemodelan pilar dengan QTO	62
Gambar 3. 58 Phase planning simulation	62
Gambar 3. 59 Project planning dengan naviswork.....	63
Gambar 3. 60 Project planning dengan infrawork.....	63

Gambar 5. 1 Kondisi Lapangan Segmen 82	69
Gambar 5. 2 Rencana Rigid	69
Gambar 5. 3 Zoom in Segmen 82	70
Gambar 5. 4 Detail Rencana Rigid Segmen 82	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penjadwalan Kurva-S	11
Tabel 3. 1 Spesifikasi Ready Mix untuk Rigid Pavement Frontage.....	25
Tabel 3. 2 Nilai Slump.....	32
Tabel 3. 3 Energi hammer dan tegangan	49
Tabel 3. 4 Daya dukung tiang dan penurunan	50
Tabel 3. 5 Kondisi lapisan tanah titik ABT-01.....	50
Tabel 3. 6 Kondisi lapisan tanah titik P-3 & P-5.....	51
Tabel 3. 7 Kondisi lapisan tanah titik P-7	51
Tabel 4. 1 Syarat kekuatan bekisting.....	64
Tabel 4. 2 Kelas Kuat Kayu Plywood	65
Tabel 4. 3 Modulus Elastisitas Kayu	65

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KERJA PRAKTEK
PROYEK PEMBANGUNAN FLYOVER GANEFO MRANGGEN
RUAS SEMARANG – GODONG (KABUPATEN DEMAK)**

PRAMUDITO M. REZA R.

NRP.03111840000123

MUHAMMAD HAFIZH ABIYU

NRP.03111840000156

Surabaya, 6 Januari 2022

Menyetujui,


Dosen Pembimbing

Bambang Piscesa
Digitally signed by
Bambang Piscesa
Date: 2022.01.19
16:21:09 +07'00'

Bambang Piscesa S.T., M.T.

NIP. 19840318 200812 1002

Pembimbing Lapangan


ABIPRAYA SEMESTA
KBO

Hartadi Aco

PT. BRANTAS ABIPRAYA

Mengetahui,

Sekretaris Departemen I

Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Departemen Teknik Sipil FTSPK – ITS


Hata Branta, S.T., M.T., P.hD
NIP. 19800430 200501 1002

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kerja Praktik

Ilmu merupakan hal penting yang harus dimiliki setiap manusia. Tanpa adanya ilmu maka kehidupan manusia tidak akan berjalan dengan baik. Ilmu pengetahuan yang dimiliki setiap individu berbeda-beda. Di era globalisasi saat ini menuntut setiap individu untuk mampu bersaing dalam mempertahankan eksistensi dalam hal karir. Tidak hanya ilmu dalam bentuk teori yang dibutuhkan namun ilmu dalam hal penerapan dilapangan juga diperlukan. Di dalam segala aspek bidang, ilmu yang khususnya berhubungan dengan konstruksi membutuhkan suatu pengalaman dan jam terbang dalam bekerja.

Berkembangnya ilmu baik itu teknologi, informasi, dan metode pada bidang pekerjaan yang berhubungan dengan konstruksi tetaplah dibutuhkan suatu pengalaman dalam pekerjaan lapangan. Program Studi Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember memberi kegiatan untuk mengikuti mata kuliah Kerja Praktik, guna untuk menambah pengalaman mahasiswa dalam dunia lapangan. Kerja Praktik dilaksanakan pada proyek konstruksi seperti gedung, waduk, jalan raya, jembatan, dan bangunan sipil lainnya selama 60 hari kalender. Dimana praktik kerja tersebut diharapkan mampu memberikan ilmu yang bermanfaat bagi para mahasiswa. Sehingga mahasiswa mampu memiliki ilmu dalam bidang teori dan pengalaman sebagai daya saing dalam hal karir nantinya.

1.2 Tujuan Kerja Praktik

Tujuan dari pelaksanaan Praktik Kerja adalah :

1. Sebagai syarat pengajuan untuk mengikuti mata kuliah wajib Kerja Praktek dan menempuh ujian akhir Program Studi Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2. Mahasiswa mampu memahami, mengerti dan membandingkan ilmu dalam bentuk teori dan ilmu dilapangan.
3. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan mahasiswa.
4. Menambah pengalaman mahasiswa dalam dunia kerja, khususnya proyek konstruksi.
5. Meningkatkan hubungan kerja sama yang baik antara perguruan tinggi, pemerintah dan perusahaan.

1.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek

Waktu : 24 Juli 2021 – 24 September 2021

Lokasi : Jl. Raya Kembangarum, Tegalan, Kembangarum, Kec. Mranggen,
Kabupaten Demak, Jawa Tengah 56567

Jadwal Kerja : Senin – Jumat (08.00 – 17.00)

Pembimbing : Hartadi Aco

1.4 Pembatasan Masalah

Sehubungan dengan terbatasnya waktu pelaksanaan Praktik Kerja yang hanya 60 hari maka laporan ini diberikan beberapa batasan yaitu sebatas pada bagian-bagian pekerjaan yang dipelajari selama proses Kerja Praktik, antara lain :

1. Tinjauan Umum Mengenai gambaran umum Proyek Pembangunan Flyover Ganefo Semarang.
2. Tinjauan Khusus Dalam hal ini membahas pekerjaan yang dapat diamati selama proses Kerja Praktik berlangsung yaitu pekerjaan rigid, pilar, bored pile, dan pier.

1.5 Pengumpulan Data

Laporan Praktik Kerja ini menggunakan beberapa metode untuk memperoleh data – data yang dibutuhkan dalam penyusunannya. Adapun metode-metode yang digunakan untuk memperoleh data antara lain adalah :

1. Metode observasi (pengamatan)

Dalam metode observasi ini pelaksanaan yang dilakukan adalah dengan mengamati proses pekerjaan yang berlangsung di proyek pembangunan Flyover Ganefo Semarang dari awal hingga akhir pekerjaan.

2. Metode interview (wawancara langsung)

Dalam metode interview ini pelaksanaan yang dilakukan adalah dengan melakukan wawancara secara langsung kepada semua pihak yang terlibat dalam proses

pembangunan dari pihak manajemen konstruksi, salah satunya dengan memberikan pertanyaan kepada pihak yang terkait.

3. Metode instrumen

Dalam metode instrumen pelaksanaan dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti kamera ataupun alat tulis, guna untuk mendapatkan data-data ataupun informasi mengenai proyek pembangunan Flyover Ganefo Semarang

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematik penulisan laporan kerja praktik adalah sebagai berikut:

- **BAB I**

Membahas tentang latar belakang, tujuan, waktu dan tempat pelaksanaan kerja praktik, pembatasan masalah, pengumpulan data, dan sistematika penulisan laporan

- **BAB II Tinjauan Umum Proyek**

Pada bagian bab ini membahas mengenai data dan gambaran proyek secara umum, mulai dari maksud dan tujuan proyek, lokasi berjalannya proyek, dan data umum proyek serta tinjauan umum pekerjaan proyek.

- **BAB III Pelaksanaan Kerja Praktik**

Membahas tentang metode pelaksanaan proyek, penjadwalan proyek (Kurva S), progress pekerjaan proyek dengan melihat kondisi eksisting di lapangan, metode pelaksanaan proyek, serta permasalahan yang timbul saat pelaksanaan kerja praktek.

- **BAB IV Kendala dan Pengendalian Proyek**

Pada bab ini membahas mengenai beberapa kendala yang terjadi pada proyek dan cara mengatasinya.

- **BAB V Kesimpulan dan Penutup**

Membahas tentang kesimpulan serta saran untuk kerja praktek yang telah dilaksanakan.

BAB II

TINJAUAN UMUM PROYEK

2.1 Latar Belakang Proyek

Semakin meningkatnya jumlah populasi manusia mempengaruhi laju pergerakan transportasi yang menyebabkan kemacetan umum bagi warga Demak. Salah satu hal yang menjadi penyebab kemacetan di Kabupaten Demak adalah ruas jalan yang sudah tidak mampu lagi menampung volume kendaraan yang selalu bertambah setiap harinya namun tidak bersamaan dengan adanya peningkatan fasilitas jalan. Salah satu contoh daerah rawan macet di kabupaten Demak adalah Persimpangan antara jalan dan rel kereta api Ganefo Mranggen yang berada di jalan Karangawen yang menghubungkan antara Kabupaten Semarang dan Kabupaten Demak. Umumnya, kemacetan di jalan ini terjadi pada jam aktif pekerja berangkat bekerja dan pulang dari tempatnya bekerja.

Berkenaan dengan hal tersebut, pemerintah melakukan proyek pembangunan flyover untuk mengatasi masalah kemacetan yang dipegang oleh kontraktor pelaksana PT.Brantas Abipraya (Persero). Dengan dibangunnya flyover pada jalan Kembangarum ini dihasilkan penghemat waktu tempuh pengguna jalan dengan melewati flyover dibandingkan jalan yang telah ada.

2.2 Lokasi Proyek

Secara geografis letak proyek pembangunan flyover mranggen berlokasi di Jalan Raya Kembangarum, Kabutapen Demak yang dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Peta Lokasi Proyek Pembangunan Fly Over Mranggen, Demak

2.3 Data Proyek

Nama Proyek	: Proyek Pembangunan Fly Over Ganefo (Mranggen)
Provinsi	: Jawa Tengah, Indonesia
Sumber Dana	: APBD T.A. 2020, 2021, dan 2022
Pengguna Jasa	: Dinas PU Bina Marga dan Cipta Karya Prov. Jawa Tengah
Panjang Efektif	: 1300 m
Penyedia Jasa	: PT. Brantas Abipraya (Persero)
Tanggal Penunjukan	: 11 September 2020
Nilai Kontrak	: Rp.109.037.051.430,51
Nilai DPA	: Tahun 2020 Rp.5.000.000.000,00 Tahun 2021 Rp.30.000.000.000,00 Tahun 2022 Rp.74.037.051.430,51
Masa Pelaksanaan	: 515 (Lima Ratus Lima Belas) hari kalender sejak SPMK
Masa Pemeliharaan	: 365 hari untuk konstruksi bangunan atas & 1095 hari untuk perkerasan beton semen

2.4 Tata Cara Pelelangan

Tata Cara Pelelangan Menurut Wulfram I.Ervianto (2005), Pelelangan dapat didefinisikan sebagai kegiatan yang menyediakan barang atau jasa untuk menciptakan persaingan yang sehat serta memenuhi syarat.

Pelaksanaan pelelangan dilakukan oleh pemilik proyek (owner) dengan mengundang beberapa perusahaan pelaksana (kontraktor) untuk mengajukan besarnya dana rencana yang dibutuhkan dalam pelaksanaan suatu proyek. Sistem pelelangan memiliki beberapa metode, yaitu :

- Pelelangan Umum, adalah sebuah metode pemilihan untuk penyedia barang/jasa yang dilakukan secara umum atau terbuka, sehingga masyarakat umum bisa mengikutinya.

- Pelelangan Terbatas adalah sebuah metode pemilihan untuk penyedia barang/jasa dimana jumlah penyedia barang/jasa diyakini terbatas yaitu untuk pekerjaan yang kompleks.
- Pemilihan Langsung, adalah sebuah metode pemilihan untuk penyedia barang/jasa dengan melakukan perbandingan antara beberapa penyedia barang/jasa yang nantinya akan dipilih satu sebagai pemenang.
- Penunjukan Langsung, adalah sebuah metode pemilihan penyedia barang/jasa dengan melakukan penunjukan langsung terhadap 1 (satu) penyedia barang/jasa sebagai pemenang.

Setelah pelelangan dilakukan maka ada tahapan berikutnya yaitu mengemail perjanjian kontrak pembayaran. Beberapa jenis perjanjian kontrak pembayaran pada pengerjaan suatu proyek adalah sebagai berikut :

- *Fixed price* adalah sebuah perjanjian kontrak kerjasama dengan harga atau biaya yang telah disepakati.
- *Unit price* adalah sebuah perhitungan yang dilakukan berdasarkan tiap harga satuan volume pekerjaan.
- *Cost plus fee* adalah sebuah perhitungan terhadap jumlah total biaya proyek yang nantinya ditambahkan dengan jasa dari pelaksana proyek yang sudah disepakati.

Pada proyek pembangunan *fly over* mranggen ini menggunakan sistem pelelangan umum melalui LPSE Provinsi Jawa Tengah . Dari hasil pelelangan tersebut, diputuskan kontrak penentuan harga menggunakan cara *Unit price* di mana volume pekerjaan yang tercantum dalam kontrak hanya merupakan perkiraan dan akan diukur ulang untuk menentukan volume pekerjaan yang benar-benar dilaksanakan.

Kontrak harga satuan tidak mengandung risiko yang tinggi, pengguna jasa membayar lebih karena volume pekerjaan yang tercantum dalam kontrak lebih besar daripada kenyataan sesungguhnya sehingga penyedia jasa mendapat keuntungan tak terduga.

Sebaliknya, penyedia jasa juga tidak menanggung risiko rugi apabila volume pekerjaan sesungguhnya lebih besar daripada yang tercantum dalam kontrak karena yang dibayarkan kepada penyedia jasa adalah pekerjaan yang benar-benar dilaksanakan.

Yang menjadi masalah dalam bentuk kontrak semacam ini adalah banyaknya pekerjaan pengukuran ulang yang harus dilakukan bersama antara pengguna pasa dan penyedia pasa untuk menetapkan volume pekerjaan yang benar-benar terlaksana.

2.5 Besar dan Sumber Dana

Kesepakatan dana yang disetujui oleh pihak pemilik proyek dengan pihak kontraktor pelaksana memiliki nilai kontrak senilai Rp.109.037.051.430,51

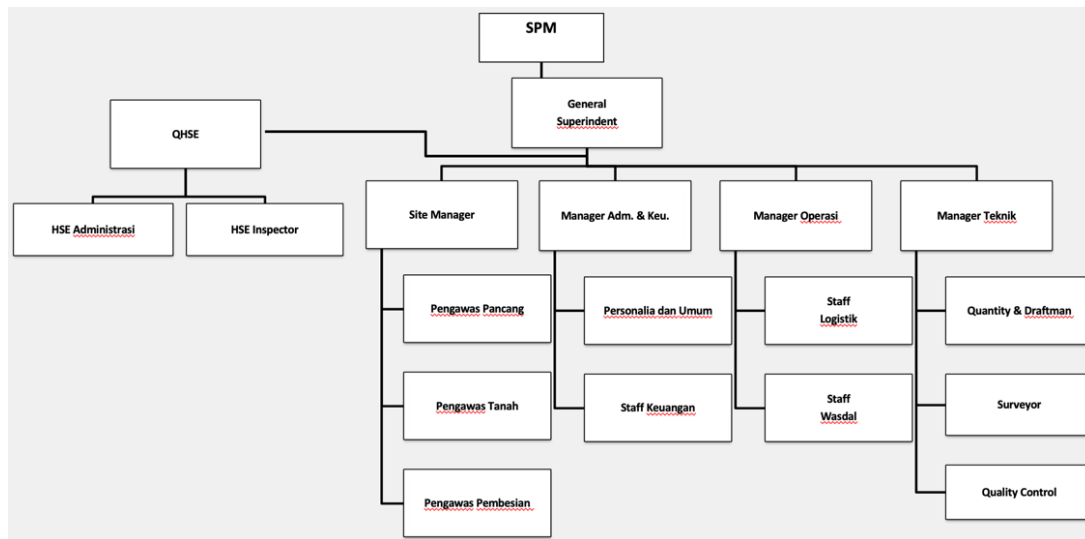
2.6 Pelaksana Proyek (Kontraktor)

Kontraktor pelaksana adalah badan hukum atau perorangan yang ditunjuk untuk melaksanakan pekerjaan proyek sesuai dengan keahliannya. Kontraktor bertanggung jawab langsung pada pemilik proyek (owner) dan dalam melaksanakan pekerjaannya diawasi oleh tim pengawas (MK) dari owner serta dapat berkonsultasi secara langsung dengan tim pengawas terhadap masalah yang terjadi dalam pelaksanaan. Tugas dan kewajiban kontraktor adalah sebagai berikut :

1. Melaksanakan pekerjaan konstruksi sesuai dengan peraturan dan spesifikasi yang telah direncanakan dan ditetapkan.
2. Menyelesaikan pekerjaan apabila pekerjaan telah selesai secara keseluruhan dan dapat diserahkan perbagian pekerjaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
3. Memberikan laporan kemajuan proyek (progress) yang meliputi laporan harian, mingguan, serta bulanan kepada pemilik proyek. Hak kontraktor adalah sebagai berikut:
4. Mendapatkan kepastian pekerjaan yaitu tidak adanya pembatalan kontrak secara sepihak.
5. Mendapatkan imbalan jasa sesuai dengan pelaksanaan pekerjaan jika selesai tepat waktu

Sebuah proyek diperlukan adanya struktur organisasi dalam pelaksanaannya. Proyek pembangunan *flyover* mranggen, Kabupaten Semarang ini terdapat; PT. Brantas Abipraya

(Persero) selaku kontraktor. Struktur organisasi dari proyek pembangunan pembangunan *flyover* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Struktur Organisasi Proyek Pemangunan Fly Over

Berikut merupakan tugas dan wewenang masing-masing unsur dalam Proyek Pembangunan *Flyover* Mranggen, Kabupaten Demak :

1. Pimpinan Proyek (Project Manager)

Project Manager adalah perwakilan dari kontraktor yang bertanggung jawab sepenuhnya terhadap jalannya pelaksanaan pekerjaan proyek, sesuai manajemen proyek dan perencanaan proyek secara menyeluruh. Project Manager bertugas untuk memimpin jalannya suatu pekerjaan, mengevaluasi hasil dari pekerjaan dan membandingkan dengan pelaksanaan proyek yang kemudian disusun dalam suatu format laporan pekerjaan dari awal hingga akhir pelaksanaan proyek

2. QHSE (Quality And Health Safety Environment)

Untuk HSE sendiri yaitu melakukan identifikasi serta pemetaan dari potensi bahaya yang berpeluang terjadi pada lingkungan kerja. Sedangkan Quality bertugas sebagai mempelajari dan memahami spesifikasi teknis yang digunakan pada proyek konstruksi tersebut serta memeriksa kelayakan peralatan pengendalian mutu yang digunakan

3. Manajer Lapangan (Site Manager)

Site Manager merupakan wakil dari pimpinan tertinggi suatu proyek yang dituntut untuk bisa memahami dan menguasai rencana kerja proyek secara keseluruhan dan mendetail.

Di samping itu, Site Manager juga dituntut memiliki keterampilan manajemen serta mampu menguasai seluruh sumber daya manusia yang dibebankan kepadanya secara efisien dan produktif, artinya dapat memimpin dan mengkoordinasikan seluruh kegiatan bawahannya agar dapat dipastikan bahwa pekerjaan yang dilaksanakan sesuai dengan yang ada di dalam spesifikasi dan juga dapat berjalan mengikuti program kerja yang dilaksanakan dalam jangka waktu dan biaya tertentu tanpa mengurangi perolehan laba yang diperkirakan.

4. Site Operational Manager

Mengkoordinasikan para kepala pelaksana (General Superintendent) dalam mengendalikan, mengontrol dan membina pekerjaan para mandor dan subkontraktor

5. Site Engineering Manager

Membantu tugas Project Manager (manager proyek) yang bertanggungjawab dalam perencanaan teknis dan material konstruksi, termasuk menyediakan seluruh shop drawing, membuat perhitungan konstruksi yang diperlukan, dan menentukan spesifikasi data teknis bahan dan volume pekerjaan konstruksi. Site engineer bertanggungjawab kepada direksi, project manager (PM), dan Site Manager (SE). Kedudukannya dalam struktur organisasi proyek adalah membawahi drafter, safety control, dan administrasi sekretariat.

6. Site Administration Manager

Melaksanakan pekerjaan administrasi yang berkaitan dengan pekerjaan tambah kurang. Dan diberikan ke Budget Control sepengetahuan Proyek Manager dan disetujui oleh Direktur Proyek.

Manajemen Proyek pada proyek rekayasa sipil mempunyai karakteristik yang berbeda dengan industri lainnya. Salah satu cirinya adalah sifat unik dan tunggal. Kondisi ini menuntut adanya rancangan dan program pembangunan tersendiri sesuai kebutuhan proyek.

Tujuan manajemen pelaksanaan pekerjaan konstruksi adalah untuk mewujudkan membuat bangunan sesuai dengan spesifikasi / mutu yang diersyaratkan, dalam waktu yang telah ditentukan dengan biaya seefisien mungkin, agar dapat diperoleh keuntungan.

Mengacu pada uraian rumusan tujuan tersebut ada tiga unsur yang perlu mendapat perhatian dari para manajer lapangan / manajer proyek yang bertugas mewujudkan bangunan. Ketiga unsur tersebut adalah:

1. Biaya

Manajer lapangan diharapkan dapat menyelesaikan pekerjaan dalam waktu yang ditentukan dengan mutu yang baik serta dengan biaya yang seefisien mungkin dan dapat dipertanggungjawabkan secara baik, sehingga kontraktor mendapat keuntungan, maka manajer lapangan telah melakukan tugas dengan baik.

2. Mutu

Bangunan yang diselesaikan dengan mutu yang baik, menunjukkan bahwa manajer lapangan telah bekerja dengan cermat dan teliti. Hasil kerja yang bermutu akan memberi “nilai lebih” bagi perusahaan, karena perusahaan akan mendapat kepercayaan dari owner / pemberi pekerjaan dan masyarakat. Menghasilkan mutu pekerjaan bangunan yang baik akan tergantung kepada bahan bangunan dan alat yang digunakan, metode kerja yang tepat dan keterampilan tenaga kerja yang melaksanakan pekerjaan.

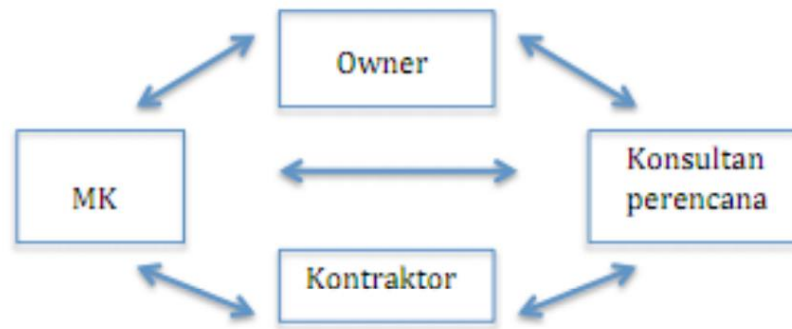
3. Waktu

Waktu dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi telah ditentukan dalam dokumen kontrak. Keberhasilan pelaksanaan pekerjaan konstruksi dapat diukur dari waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan itu, yaitu bila pekerjaan dapat diselesaikan (dapat diserahkan kepada pemilik) tepat atau dalam tempo yang lebih cepat dari waktu yang ditentukan. Ini adalah suatu tanda manajer lapangan berhasil dengan baik dalam menjalankan tugasnya.

2.7 Hubungan Kerja dan Tanggung Jawab

Dalam sebuah proyek pembangunan infrastruktur perlu dijalin hubungan kerja yang baik. Hubungan kerja adalah hubungan antara pihak-pihak yang mempunyai tanggung jawab terhadap pelaksanaan dan wewenang untuk menjamin kelancaran jalannya proyek, sehingga proyek dapat selesai tepat pada waktunya. Pengerjaan suatu pembangunan diharuskan untuk berpedoman pada suatu ketentuan-ketentuan dan peraturan-peraturan yang telah dibuat berdasarkan peraturan pemerintah.

Bagan hubungan proyek pembangunan *flyover* Mranggen, Kabupaten Demak dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Bagan Hubungan Kerja Antara Owner dengan MK, Kontraktor, dan Konsultan Perencana

Sebuah proyek diperlukan adanya struktur organisasi dalam pelaksanaannya. Proyek pembangunan *flyover* mranggen, Kabupaten Semarang ini terdapat; PT. Brantas Abipraya (Persero) selaku kontraktor.

2.8 Jadwal Pekerjaan Proyek

Adapun detail presentase rencana dan realisasi progress pembangunan flyover menggunakan kurva-s pada Tabel 2.1.

JADWAL PELAKSANAAN
Pembangunan Flyover Ganefo (Mranggen) Ruas Semarang - Godong (Kabupaten Demak) (Kontrak Tahun Jamak)

KEGIATAN : PEKERJAAN PEMBANGUNAN FLYOVER
 NAMA PAKET : PEMBANGUNAN FLYOVER GANEFO (MRANGGEN) RUAS SEMARANG - GODONG (KABUPATEN DEMAK) (KONTRAK TAHUN JAMAK)
 NO. RUAS : 127 P
 TH ANGGARAN : 2020
 PROVINSI : JAWA TENGAH

No	Mata Pembayaran	Nilai Bobot	Waktu Pelaksanaan																	Ket.		
			515 Hari Kalender																			
			BULAN																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
DAFTAR 1. MATA PEMBAYARAN UMUM			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	DIVISI 1. UMUM	5.92	0.74	2.35	1.98	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06	0.05	0.03	0.02	100 %	
2	DIVISI 2. DRAINASE	3.22	-	-	-	-	-	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.44	0.02	-	-	-	-	80 %	
3	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	0.97	-	-	-	0.05	0.06	0.12	0.20	-	-	0.06	0.19	-	0.13	0.17	-	-	-	-	60 %	
4	DIVISI 4. PEKERJAAN PREVENTIF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40 %	
5	DIVISI 5. PEKERJAAN BERBUTIR	11.88	-	-	-	-	-	-	2.16	2.16	-	-	2.16	2.16	-	1.39	1.87	-	-	-	20 %	
6	DIVISI 6. PEKERJAAN ASPAL	0.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.78	-	-	-		
7	DIVISI 7. STRUKTUR	73.51	-	-	1.01	5.10	8.01	7.98	7.02	5.47	5.86	6.81	10.28	5.65	9.93	0.40	-	-	-	-		
8	DIVISI 8. REHABILITASI JEMBATAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN DAN PEKERJAAN LAIN-LAIN	3.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.35	1.44	0.93	-		
JUMLAH TOTAL NILAI PEKERJAAN			100.00																			
BOBOT TOTAL PEKERJAAN PER BULAN				0.74	2.35	2.99	5.22	8.13	8.56	9.83	8.09	6.31	7.33	13.09	8.27	10.56	2.04	4.05	1.49	0.95		
BOBOT TOTAL PEKERJAAN KUMULATIF PER BULAN				0.74	3.09	6.08	11.30	19.43	27.99	37.82	45.91	52.23	59.56	72.65	80.91	91.47	93.51	97.56	99.05	100.00		

Tabel 2. 1 Penjadwalan Kurva-S

BAB III

PELAKSANAAN KERJA PRAKTIK

3.1 Penjelasan Umum

Metode pelaksanaan konstruksi ditentukan di awal, pada saat sebelum kontraktor menyusun dokumen penawaran. Metode pelaksanaan konstruksi menjadi dasar perhitungan harga dalam suatu lelang guna mendapatkan suatu penawaran yang kompetitif. Metode pelaksanaan harus dibuat dengan sistematis, jelas, mudah dimengerti dan diikuti uraiannya oleh estimator dalam tugasnya menghitung harga lelang dan dapat dimengerti oleh pemberi pekerjaan akan pola rencana cara pelaksanaan konstruksi yang diminta sesuai dengan gambar bestek yang telah ditentukan. Langkah selanjutnya setelah lelang dimenangkan adalah pekerjaan konstruksi dilakukan dengan metode yang telah ditetapkan sebelumnya secara lebih detail dan terperinci.

3.2 Peralatan

Kontraktor pelaksana harus didukung dengan peralatan yang memadai, supaya pelaksanaan suatu proyek lancar dan memenuhi target mutu dan waktu serta efisiensi biaya. Penyediaan peralatan ini dapat diperoleh dengan penyewaan, maupun pembelian/milik sendiri. Perlu adanya manajemen peralatan yang tertib dalam dengan penyediaan alat, supaya dalam pelaksanaan proyek, alat bisa berfungsi secara efektif dan optimal.

Alat-alat yang digunakan pada Proyek Pembangunan *Flyover* Mranggen, Kabupaten Demak, baik yang dimiliki sendiri oleh PT.Brantas Abipraya, maupun milik subkontraktor, ataupun yang disewa dari rekanan.

1. Peralatan Survey

Peralatan survey adalah alat-alat yang digunakan untuk pemetaan dan pengukuran lapangan, yang meliputi :

1. Theodolith

Theodolit adalah salah satu alat ukur tanah yang digunakan untuk menentukan tinggi tanah dengan sudut mendatar dan sudut tegak. Di dalam *theodolith* sudut yang dibaca bisa sampai pada satuan sekon (detik)

Pada dasarnya alat ini berupa sebuah teleskop yang ditempatkan pada suatu dasar berbentuk membulat (piringan) yang dapat diputar-putar mengelilingi sumbu vertikal, sehingga memungkinkan sudut horisontal untuk dibaca. Teleskop tersebut juga dipasang pada piringan kedua dan dapat diputarputar mengelilingi sumbu horisontal, sehingga memungkinkan sudut vertikal untuk dibaca. Kedua sudut tersebut dapat dibaca dengan tingkat ketelitian sangat tinggi (Farrington 1997).

Di dalam pekerjaan – pekerjaan yang berhubungan dengan ukur tanah, theodolit sering digunakan dalam bentuk pengukuran polygon, pemetaan situasi, maupun pengamatan matahari. Theodolit juga bisa berubah fungsinya menjadi seperti Pesawat Penyipat Datar bila sudut verticalnya dibuat 90° .

2. Peralatan Berat

Ketika suatu proyek akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan di proyek tersebut. Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat baik jenis, fungsi, ukuran, maupun jumlahnya. Ketepatan dalam pemilihan alat berat akan memperlancar jalannya proyek serta menghasilkan pekerjaan yang efisien, tepat mutu, tepat biaya, dan tepat waktu.

Berikut ini adalah alat-alat berat yang digunakan dalam Proyek Pembangunan *Flyover* Mranggen, Kabupaten Demak :

1. *Backhoe*

Penggunaan tenaga manusia pada pekerjaan galian tanah, seperti galian tanah untuk drainase dan galian tanah untuk widening/pelebaran jalan akan tidak efisien, dan memakan waktu yang lama, karena volume pekerjaan yang besar, sehingga diperlukan alat berat berupa *backhoe*.

Backhoe merupakan alat penggali (*excavator*) hidrolis, memiliki *bucket* yang dipasangkan di depannya. Alat penggeraknya berupa traktor dengan roda ban atau roda kelabang (*Crawler*). *Crawler* atau roda kelabang pada *backhoe* membuat *backhoe* dapat bekerja di medan yang buruk. *Backhoe* bekerja dengan cara menggerakkan *bucket* ke arah bawah, kemudian menariknya menuju badan alat.

Kinerja *Backhoe* seperti pada Gambar 3.1 biasanya di kombinasikan dengan *dump truck* pada pekerjaan galian tanah. Tanah digali, kemudian diisikan pada *dump truck* untuk diangkut ke lokasi pembuangan. *Backhoe* yang digunakan pada proyek ini adalah tipe *crawler*, yang mempunyai tenaga 100 HP dengan menggunakan bahan bakar solar.



Gambar 3. 1 Backhoe

2. Dump Truck

Dump truck adalah *truck* yang dipergunakan untuk memindahkan atau membuang suatu material hasil galian dari lokasi proyek ke lokasi yang telah ditetapkan kemana material tersebut itu dibuang / dijual (demikian pula sebaliknya). *Dump truck* biasanya dilengkapi dengan mesin hidraulik pada bagian baknya, sehingga memudahkan pembuangan/pembongkaran tanah maupun material dari dalam bak.

Bagian belakang *dump truck* ditutup dengan terpal saat membawa material, hal ini bertujuan agar material tidak terjatuh dijalan dan debunya tidak mengganggu pengguna jalan lain.

3. Trailer

Trailer digunakan untuk mengangkut peralatan maupun bahan yang mendukung pekerjaan dari satu lokasi ke lokasi lain dimana pengangkutan tersebut hanya dimungkinkan dengan menggunakan *trailer*. Misalnya pengangkutan tulangan yang telah dipabrikasi di *stockyard* untuk dibawa ke lokasi pekerjaan/pemasangan. Baja tulangan untuk kolom dan pier yang dipabrikasi di *stockyard*, memiliki dimensi dan bobot yang cukup besar untuk dapat diangkut ke lokasi pemasangan sehingga pengangkutan hanya dimungkinka dengan menggunakan *trailer*.

4. *Pick Up*

Pick up digunakan untuk mengangkat pekerja, material, maupun alat-alat laboratorium ke lokasi pekerjaan. Penggunaan *pick up* cukup efisien pada pekerjaan proyek ini, karena daya manuver yang cukup baik pada lokasi yang tidak terlalu luas. Pengangkutan yang dibutuhkan di lokasi pun tidak selalu dalam jumlah yang banyak dan jarak pengangkutan pun tidak begitu jauh.

5. *Crane*

Crane merupakan alat pangangkut vertikal atau alat pengangkat yang biasa digunakan dalam proyek konstruksi. Cara kerja *crane* sebagai alat angkat adalah dengan mengangkat secara vertikal material yang akan dipindahkan, memindahkannya secara horizontal, kemudian menurunkan material di tempat yang diinginkan. *Crane* dapat juga dikombinasikan dengan alat lain yang ditempelkan untuk fungsi tertentu, misalnya pada pekerjaan pengeboran, mesin bor ditempelkan pada *crane* sebagai *attachment*.

Crane dengan roda berantai seperti Gambar 3.2 ini digunakan pada pekerjaan *bored pile*, dimana di lokasi pengeboran ditempatkan dua unit *Crawler mounted crane*, satu unit ditempelkan mesin bor untuk melakukan pengeboran dan satu unit lagi digunakan untuk membantu pekerjaan *erection* tulangan, *casing* dan juga membantu pemasangan mesin bor pada *crane* yang satunya. Permukaan roda *Crawler* yang luas, memudahkan *crane* beroperasi pada permukaan tanah yang becek dan berlumpur.



Gambar 3. 2 Crawler Mounted Crane

6. *Bored Pile Drilling Machine*

Alat berat ini terdiri dari sasis atau kerangka utama dan sebuah crane alias menara dapat dilihat pada Gambar 3.3. Komponen-komponen tersebut dirancang sedemikian rupa supaya dapat berdiri dengan kokoh tanpa guncangan. Sehingga proses pengeboran atau pembuatan lubang pada tanah bisa berjalan secara optimal tanpa terjadi kesalahan yang mengganggu.

Mesin ini dapat digunakan untuk membuat lubang dengan diameter berukuran 30 cm hingga 80 cm. Sementara kedalamannya dapat diatur sesuai kebutuhan. Dengan ukuran diameter tersebut, pekerjaan konstruksi pondasi memakai tulangan besi yang telah dirakit menjadi bentuk menyerupai tabung. Jadi, pekerja konstruksi tidak perlu melakukan penggalian secara manual.

Penggalian secara manual tanpa menggunakan alat berat bore pile tentunya akan sangat memakan waktu dan juga biaya. Namun dengan adanya mesin ini, pekerjaan pondasi bored pile semakin mudah, cepat, dan efisien.



Gambar 3. 3 Bore Pile Drilling Machine

3. Peralatan Fabrikasi

Peralatan Fabrikasi yaitu peralatan-peralatan yang berkaitan dengan pekerjaan proyek yang dilakukan secara berulang-ulang, dilakukan di tempat yang sama serta memproduksi dalam jumlah yang banyak. Saat proses fabrikasi petugas fitter harus tahu betul mengenai jenis-

jenis alat fabrikasi yang digunakan. Berikut peralatan fabrikasi yang digunakan dilapangan selama proyek berjalan :

1. Mesin Las

Mesin las yang digunakan adalah mesin las listrik seperti Gambar 3.4. Mesin ini mampu menghasilkan listrik sendiri dengan generator diesel kemudian dipakai untuk proses pengelasan.



Gambar 3. 4 Mesin Las

3.3 Sistem Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Untuk mewujudkan suasana tertib dalam penyelenggaraan pekerjaan konstruksi, maka kontraktor perlu memenuhi syarat-syarat tentang, keamanan, keselematan, keamanan dan kesehatan kerja pada tempat kegiatan konstruksi. Sesuai dengan kepanjangannya, K3 adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi.

Penerapan K3 ini tentunya dilaksanakan mulai dari perencanaan, pelaksanaan hingga pengendalian proses kegiatan pekerjaan di proyek dalam rangka menghasilkan produk yang bermutu dengan cara yang aman, sehat dan ramah lingkungan baik di lapangan maupun di kantor proyek.

Menetapkan sistem organisasi pengelolaan K3 dalam proyek serta menetapkan personel dan petugas yang menangani K3 dalam proyek, menetapkan prosedur dan sistem kerja K3 selama proyek berlangsung termasuk tugas dan wewenang masing-masing individu seperti

direktur utama, management manager representative, mamajer proyek, manajer HSE, seluruh manajer dan seluruh pekerja. Kontraktor harus memiliki organisasi K3 yang besarnya sesuai dengan kebutuhan dan lingkup kegiatan.

Berikut adalah beberapa tujuan dan target K3 yang ingin dicapai selama pelaksanaan *Fly Over Ganefo* :

1. Menjamin dalam pelaksanaan proyek tidak terjadi kecelakaan dan penyakit akibat kerja
2. Menjamin produktivitas tidak terganggu
3. Menuju kondisi zero accident

Untuk mencapai tujuan dan target tersebut kontraktor mengimplementasikan dengan cara sebagai berikut :

1. Membentuk tim safety secara periodik untuk melaksanakan inspeksi
2. Tindakan langsung di lapangan untuk hal-hal yang membahayakan
3. Laporan dan track record hasil safety patrol untuk dibahas dalam pertemuan HSE

3.3.1 Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Untuk memberikan perlindungan terhadap seluruh pelaksana konstruksi yang terlibat di dalam proyek ini, maka perlu diberikan standar dan ketentuan dalam penerapan di lokasi konstruksi sesuai dengan UU RI no18 Tahun 1999 Pasal 23 ayat 3 tentang jasa konstruksi yaitu “penyelenggara pekerja konstruksi wajib memenuhi ketentuan tentang keteknikan, keamanan, keselamatan dan kesehatan kerja, perlindungan tenaga kerja, serta tata lingkungan setempat untuk menjamin terwujudnya tertib penyelenggaraan pekerjaan konstruksi”. Alat dan peralatan keselamatan kerja atau APD yang digunakan antara lain adalah sebagai berikut :

1. *Safety Helmet*

Helm adalah alat yang berfungsi untuk melindungi kepala. Alat pengaman kepala pada Gambar 3.5 ini memang sudah sangat wajib untuk digunakan dalam setiap pekerjaan proyek karena kepala adalah bagian vital manusia yang harus dilindungi dari adanya kemungkinan jatuhnya benda-benda atau material dari atas disekitar proyek yang akan menimpa kepala. Helm ini juga disamping untuk keselamatan kerja, juga untuk membedakan jabatan yang ada di proyek tersebut yang ditandai dengan warna helm.



Gambar 3. 5 Safety Helmet

2. *Safety Vest*

Safety Vest berfungsi sebagai tanda pengenal di lokasi proyek dan garis schotlite yang terdapat pada safety vest berfungsi untuk memantulkan cahaya, sehingga pekerja dapat terlihat di malam hari dan untuk menandai pekerja dalam proyek. Para pekerja menggunakan safety vest ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Safety Vest

3. Sarung tangan

Sarung tangan pada Gambar 3.7 memiliki fungsi untuk melindungi tangan pada saat melakukan pekerjaan. Sarung tangan yang digunakan untuk pekerjaan proyek konstruksi memiliki ketebalan yang berbeda dengan sarung tangan biasa, karena berfungsi sebagai pelindung tangan dalam melakukam pekerjaan dilapangan, seperti mengelas, melindungi tangan dari aliran listrik, mengangkat / memindahkan beton, dan pekerjaan lainnya.



Gambar 3. 7 Safety Gloves

4. *Safety Shoes*

Sepatu kerja (safety shoes) pada Gambar 3.8 merupakan perlindungan terhadap kaki. Setiap pekerja konstruksi perlu memakai sepatu dengan sol yang tebal supaya bisa bebas berjalan dimana-mana tanpa terluka oleh benda-benda tajam atau kemasukan oleh kotoran dari bagian bawah. Bagian muka sepatu harus cukup keras supaya kaki tidak terluka kalau tertimpa benda dari atas.



Gambar 3. 8 Safety Shoes

5. *Safety Harness*

Safety harness merupakan alat bantu pengamanan pada pekerjaan proyek, serta memiliki fungsi untuk melindungi tubuh pada saat berada di ketinggian tertentu, supaya tidak jatuh pada saat proses pengerjaan konstruksi khususnya dalam pengerjaan struktur atas baik gedung maupun jembatan dengan mengkaitkan kedalam tali pengaman ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Safety Harness

6. Pelindung hidung dan mulut/Masker

Pelindung bagi pernapasan sangat diperlukan untuk pekerja konstruksi mengingat kondisi lokasi proyek itu sendiri dimana berbagai material konstruksi berukuran besar sampai sangat kecil yang merupakan sisa dari suatu kegiatan konstruksi dapat beterbangan dan terhirup oleh kita sehingga dapat mengganggu saluran pernapasan seperti Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Safety Mask

3.4 Manajemen Keselamatan Lalu Lintas

Selain peralatan kerja atau alat pelindung diri (APD) yang dijelaskan diatas juga diperlukan manajemen pengendalian lalu lintas. Pengendalian keselamatan lalu lintas dimaksudkan untuk menghindari adanya gangguan kerja selama proyek berlangsung khususnya pada tahap konstruksi guna menjamin tidak adanya kecelakaan/kemacetan yang berdampak pada gangguan publik, sehingga pelaksanaan kerja menjadi terlambat.

Pekerjaan manajemen keselamatan lalu lintas ini meliputi semua lokasi yang berhubungan langsung maupun tidak langsung dengan aktivitas proyek termasuk jalur mobilisasi, lokasi pengambilan material atau quarry, dan instalasi produksi seperti pengecoran rigid pavement, maupun produksi beton (Batching Plan).

Dalam proyek ini PT.Brantas Abipraya telah membagi metode pengalihan lalu lintas menjadi 3 tahapan dengan rincian setiap tahapan sebagai berikut :

Tahap 1 : Pembangunan jalan (frontage road) di samping jalan eksisting

- Untuk pekerjaan frontage, area yang berbatasan dengan lajur lalu lintas diberi pembatas MCB dan pagar serta diberi perambuan menjelang titik pekerjaan frontage seperti pada Gambar 3.11.
- Kondisi Arus lalu lintas Normal dan jumlah lajur lalu lintas sesuai kondisi existing. Hanya ada penyempitan lajur disisi jalan existing akibat penempatan MCB & Barrier
- Pekerjaan yang dilakukan adalah pekerjaan struktur dinding penahan tanah, pekerjaan badan jalan frontage dan saluran
- Pada pintu keluar- masuk kendaraan ke lokasi pekerjaan ditempatkan flagman untuk mengatur kendaraan keluar masuk lokasi pekerjaan
- Pemindahan palang pintu Kereta Api ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 11 Pembangunan jalan frontage di samping jalan eksisting



Gambar 3. 12 Pemindahan palang pintu kereta api

Tahap 2 : Frontage kiri & kanan sudah selesai dikerjakan dan dapat dilalui kendaraan

- Kendaraan tertentu di alihkan ke jalan alternative yang sudah disepakati instansi terkait
- Lalulintas dari jalan existing dialihkan ke jalur frontage sesuai dengan arah lalulintas seperti Gambar 3.13
- Pekerjaan yang dilaksanakan pada kondisi ini adalah seluruh pekerjaan struktur fly over dan Oprit
- Flagman bertugas mengatur keluar masuk kendaran ke area pekerjaan.
- Kendaraan pribadi mulai di alihkan ke jalan alternatif 1
- Kendaraan truck mulai di alihkan ke jalan alternatif 2 Kendaraan Bus, dan truck besar di alihkan ke Jalan alternatif 3



Gambar 3. 13 Pekerjaan fly over dan oprit

Tahap 3 : Pekerjaan erection, salah satu frontage akan digunakan untuk alat berat

- PCU (balok beton jembatan) akan diangkut dengan pengawalan tim pengatur lalu lintas yg melibatkan pula petugas dari Dishub & Polantas ditunjukkan pada Gambar 3.14
- Arus Lalu lintas diberlakukan bergantian dengan pengaturan tim pengatur lalu lintas
- Jam kerja erection akan dilakukan pada jam tidak sibuk atau tidak padat kendaraan
- Alat berat setelah erection akan diparkir ditempat yang tidak akan mengganggu arus lalulintas
- Pagi hari setelah erection selesai lalulintas kembali normal

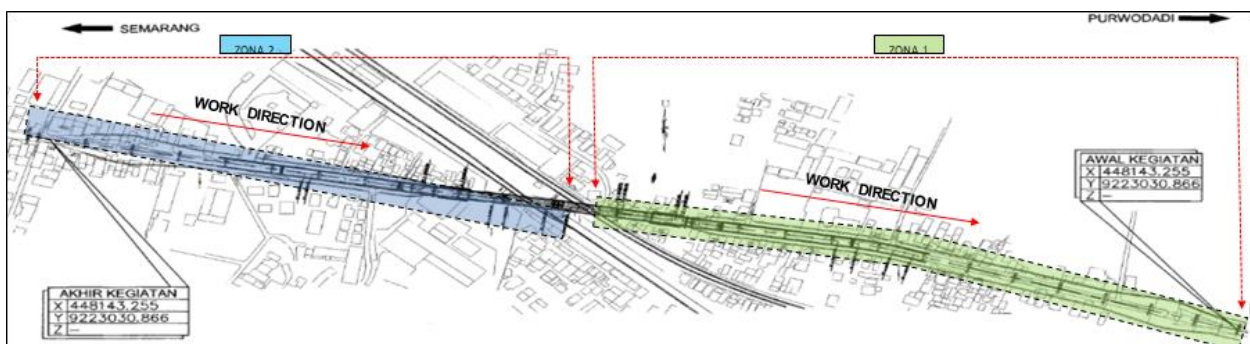


Gambar 3. 14 Pekerjaan erection

3.5 Pelaksanaan Pekerjaan Saat Kerja Praktik Dimulai

3.5.1 Pelaksanaan Pengecoran Rigid Pavement

Pelaksanaan pekerjaan perkerasan Beton menggunakan Beton fs45, karna jalan tidak langsung digunakan, dalam pengerjaan perkerasan tidak digunakan beton fast track. Dalam pelaksanaan proyek perkerasan jalan dilakukan dengan konstruksi dalam ruas jalan yang cukup padat, sehingga kontraktor melaksanakan pekerjaan tersebut dengan berkesinambungan atau menerus, dengan penggambaran pelaksanaannya ditunjukkan pada Gambar 3.15 :



Gambar 3. 15 Denah Proyek Fly Over Mranggen

Pelaksanaan dilakukan dari dua arah sekaligus, Arah ke Purwodadi (zona 1 Pkerjaan) dan arah ke Semarang (Zona 2 Pekerjaan). Sebelum dilaksanakan penulangan dan pengecoran perkerasan beton. Terlebih dahulu dilakukan pekerjaan untuk lantai kerja atau biasa disebut lean concrete (LC), LC bukan merupakan lapisan struktur, namun LC sangat penting dan wajib ada pada pekerjaan perkerasan beton (Rigid Pavement). Fungsi utamanya yaitu sebagai lantai kerja agar air semen tidak meresap kedalam lapisan dibawahnya. Tebal LC pada proyek Flyover Ganefo Mranggen yaitu 5 cm. Dengan mutu beton $f_c'10$. Proses pelaksanaan pembuatan LC cukup mudah, yaitu menggali area lean concrete dan dipadatkan menggunakan stamper kemudian mengecek ulang elevasi dan koordinat, jika sudah sesuai dengan shop drawing maka beton dapat dituang dan diratakan menggunakan jidar oleh tukang.

Pekerjaan Rigid juga merupakan salah satu pekerjaan yang memiliki nilai kontrak yang cukup besar pada proyek *Flyover* Ganefo Mranggen, karena pekerjaan *rigid* menggunakan mutu beton yang cukup baik ($f_c 45$) dan pekerjaan yang dilaksanakan mencakup pekerjaan detouring (pengalihan jalan) melewati jalan rel dengan ditambah pekerjaan perkuatan rel, pekerjaan detouring dilakukan untuk mempermudah rigid bagian tengah dan pengerjaan *bored pile*. Untuk spesifikasi ready mix pada rigid pavement frontage dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Spesifikasi Ready Mix untuk Rigid Pavement Frontage

TYPE OF CONCRETE		FC10	FC20	FC30	FC30	FS45	FS45 FAST TRACK
Slump (cm)		10+2	10+2	10+2	16+2	5+2	5+2
		NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA
Cement	(kg) OPC TYPE 1	230	290	390	440	400	560
Free Water Content	(ltr) Deep Well	175	175	175	190	160	160
Coarse Agg. 5.0 - 25.0	(kg) Gringsing/Batang	934	969	1014	980	1196	1015
Fine Aggregate	(kg) Ex. Merapi	1063	978	851	803	704	748
Admixture Retarder	(ltr) Type D Ex. Sika	0.62	0.78	1.04	0.98	0.71	0.75
Admixture Super Plasticizer	(ltr) Type F Ex. Sika	1.61	2.03	2.73	3.86	1.75	-
Admixture Super Plasticizer	(ltr) Visco Ex. Sika						4.15
w/c Ratio		0.761	0.603	0.449	0.432	0.4	0.286

3.5.1.1 Prosedur Pengecoran Beton *Rigid Pavement*

- 1) Pertama tama, yang dilakukan adalah pekerjaan galian. Pekerjaan galian ini dilakukan secara manual dan menggunakan bantuan excavator untuk meratakan tanah eksisting sebelum dilakukan pengecoran seperti Gambar 3.16. Dalam proses penggalian tentunya ada ukuran ketebalan yang bervariasi dan sudah diukur oleh tim *surveyor*.



Gambar 3. 16 Excavator sedang membuang bekas pekerjaan galian

- 2) Setelah tanah digali, dilakukan pengecoran LC (*Lean Concrete*) dengan menggunakan beton f'c 10. Ketebalan LC ini sendiri adalah ± 5 cm.
- 3) Setelah LC mengering, selanjutnya dipasang lembaran plastic beton guna menahan agar air semen tidak keluar dan merembes ke dalam tanah.
- 4) Pemasangan bekisting dilakukan di sekeliling hasil pembesian pada bagian rigid yang akan di cor ditunjukkan pada Gambar 3.17



Gambar 3. 17 Proses pemasangan bekisting

- 5) Pembesian tulangan *Rigid Pavement*
Setelah bekisting telah dibuat, langkah selanjutnya adalah pengerjaan tulangan. Tulangan dikerjakan sesuai dengan gambar teknik yang telah di desain oleh konsultan. Jarak antar tulangan utama yaitu 35 cm, dengan tiap tulangan diberi dudukan tulangan. Pembesian tulangan *rigid pavement* dapat dilihat pada Gambar 3.18.

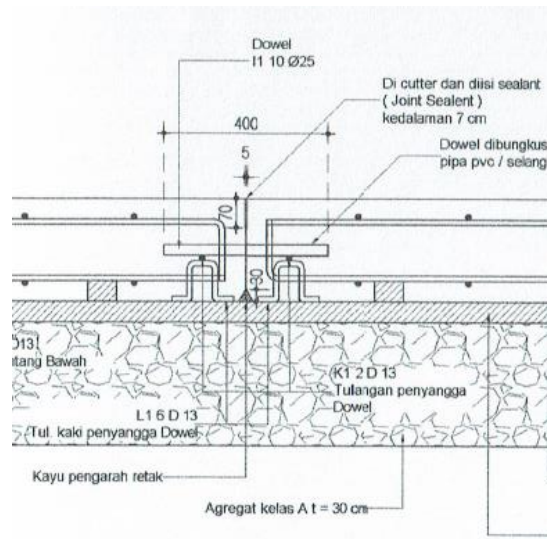


Gambar 3. 18 Proses pembesian

Tidak lupa dengan pemasangan material dowel dan tie bar yang didatangkan dari pabrik/supplier ke lokasi pekerjaan dengan mutu dan ukuran sesuai dengan standar yang dapat dilihat pada Gambar 3.19. Besi dowel dibungkus dengan plastik dan dipasang pada lokasi sambungan sesuai dengan shop drawing seperti pada Gambar 3.20



Gambar 3. 19 Dowel



Gambar 3. 20 Detail Pembesian atau tulangan

Berikut adalah spesifikasi rigid pavement sepanjang jalan arteri di bawah *flyover* mranggen :

Lapis pondasi bawah	= Agregat kelas A	
LC	= $f'c10$	
Perkerasan beton semen	= bahu jalan	= $f'c20$
	jalan utama (mayoritas)	= $f'c30$
	beberapa bagian jalan	= $f'c45$ (fast track)
Dowel	= $\varnothing 25$	
Tulangan memanjang	= D10	
Tulangan melintang	= D13	
Tulangan penyangga dowel	= D13	

- 6) Produksi beton untuk perkerasan di Batching Plan dan Pengangkutan campuran beton menuju site proyek

Batching plant merupakan alat yang berfungsi untuk mencampur atau memproduksi beton siap pakai dalam skala besar. Batching Plant digunakan dalam produksi beton skala besar agar kualitas, kinerja dan produksi dapat dijaga dengan baik sesuai standar. Pekerjaan Beton *readymix* Rigid pavement proyek Flyover Ganefo Mranggen dikerjakan oleh PT. Varia Usaha Beton dan diproduksi di tempat batching plant Varia di plant sayung, Kabupaten Demak. Terdapat dua tipe system pencampuran di batching plant Varia yaitu tipe dry mix dan wet mixed. Tipe dry mixed yaitu batching plant hanya berfungsi untuk menimbang material dan bahan lainnya, sedangkan pencampuran dan pengadukan menjadi beton siap pakai di truk

mixer. Semua material termasuk bahan additive yang akan diaduk ditimbang terlebih dahulu sesuai job mix dengan memperhitungkan kadar air dalam agregat kasar ataupun agregat halus. Kelemahan plant dry mix adalah tidak bisa menggaduk slump max 5 (biasa digunakan untuk rigid).

Tipe wet mix (adukan basah/jadi) yaitu batching plant yang setelah semua material di timbang (sesuai mutu yg di inginkan) material akan di aduk dalam PAN MIXER (tempat pengadukan) sampai mencapai slump (tingkat keenceran/kekentalan yg di harapkan) dan akan di masukkan ke dalam truck mixer (mobil molen) dan siap di kirim ke lokasi pengecoran, ditunjukkan pada gambar 3. Keunggulan pada plant jenis wet mix bisa menggaduk untuk beton slump rendah, cenderung tidak berdebu dari semen dan tidak berisik.

Beton *readymix* yang digunakan dibuat oleh PT. Varia Usaha Beton, pembuatan beton dilaksanakan di tempat batching plant Varia dengan perjalanan selama 60 menit dari site proyek. Pembuatan beton dilakukan pada *batching plant* dengan bahan-bahan pencampur beton terlebih dahulu ditimbang dan dicampurkan sesuai dengan *job mix* dengan memperhitungkan kadar air pada agregat kasar maupun agregat halus. Perjalanan dari tempat batching plant ke tempat site proyek yang memakan waktu 60 menit mempengaruhi desain slump beton disesuaikan dengan lamanya perjalanan.

Kemudian setelah pengecoran seperti biasa dilaksanakan pengujian terhadap hasil beton selama 3,7,14, dan 28 hari. Pengujian dilaksanakan sama dengan tempat batching plant yaitu di Varia Beton. Dokumentasi salah satu pengujian di Varia Beton dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3. 21 Pengujian beton

- 7) Dilakukan pengecoran dengan menggunakan *ready mix* dengan mutu beton fs 45 fast track dikarenakan bagian jalan tersebut harus segera digunakan atau dilintasi kendaraan. Kegiatan pengecoran dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3. 22 Proses pemerataan ready mix

Sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, maka perlu dilakukan pengukuran slump seperti pada Gambar 3.23 untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak.

Pengukuran slump dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam 2 peraturan standar :

- PBI 1971 NI 2 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia)
- SNI 1972-2008 (Cara Uji Slump Beton)

Langkah pengujian Slump Test:

1. Kerucut Abrams (cetakan) dibasahi, ditempatkan di atas permukaan yang datar, dalam kondisi lembab, tidak menyerap air dan kaku
2. Pengisian cetakan dibagi 3 kali, masing-masing sekitar 1/3 volume cetakan – tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata dan menembus ke lapis sebelumnya/di bawahnya – namun tidak boleh menyentuh dasar cetakan
3. Lapis terakhir dilebihkan pengisiannya – setelah dipadatkan lalu diratakan dengan menggelindingkan batang penusuk di atasnya
4. Segera setelah permukaan atas beton diratakan, cetakan diangkat dengan kecepatan 3-7 detik, diangkat lurus vertikal, tidak boleh diputar atau digeser ke samping selama mengangkat kerucut
5. Seluruh proses dari awal sampai selesainya pengangkatan cetakan tidak boleh lebih lama dari 2,5 menit
6. Letakkan cetakan di samping beton yang diuji slump-nya (boleh diletakkan dibalik posisinya) dan ukur nilai slump : penurunan permukaan atas beton pada posisi titik tengah permukaan atasnya
7. Jika terjadi kegagalan slump (tidak memenuhi kisaran slump yang disyaratkan, keruntuhan benda uji termasuk keruntuhan geser), maka pengujian diulang-maksimal 3 kali, jika masih gagal maka beton dinyatakan tidak memenuhi syarat dan ditolak
8. Syarat variasi pengukuran yang memenuhi syarat dari 3 pengukuran : minimum 2 memenuhi syarat dengan selisih pengukuran tidak lebih dari 21 mm.



Gambar 3. 23 Pengujian Slump Test

Penyimpangan nilai slump dari nilai yang direkomendasikan, diijinkan apabila terbukti dan dipenuhi :

1. Beton tetap dapat dikerjakan dengan baik
2. Tidak terjadi pemisahan dalam adukan beton segar
3. Mutu beton yang disyaratkan tetap terpenuhi

Rekomendasi nilai slump untuk pemakaian beton segar pada elemen-elemen struktur untuk mendapatkan workability yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Nilai Slump

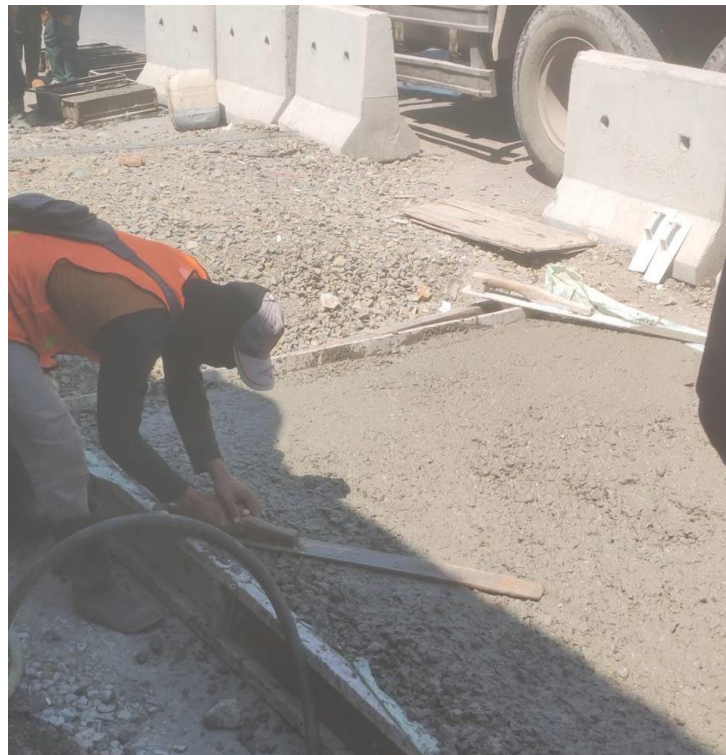
No	Elemen Struktur	Slump maks (cm)	Slump min (cm)
1	Plat pondasi, pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
2	Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
3	Plat [lantai], balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
4	Jalan beton bertulang	7,5	5,0
5	Pembetonan massal	7,5	2,5

- 8) Setelah *concrete mix* dituangkan, selanjutnya dilakukan penggetaran menggunakan *vibrator* yang berguna untuk membantu *workability flow* beton seperti pada Gambar 3.24



Gambar 3. 24 Penggunaan vibrator

- 9) Setelah semua bagian cor digetarkan, selanjutnya hasil cor tadi diratakan menggunakan alat perata berupa kayu dan ada juga yang menggunakan mesin. Untuk pemerataan permukaan *rigid* menggunakan kayu dapat dilihat pada Gambar 3.25 dan untuk mesin ditunjukkan pada Gambar 3.26.



Gambar 3. 25 Proses pemerataan permukaan rigid secara manual



Gambar 3. 26 Proses pemerataan permukaan rigid menggunakan bantuan mesin

- 10) Setelah permukaan rata, selanjutnya dilakukan *Grouving* atau memberikan garis – garis agar tidak licin saat dilintasi dan membahayakan pengguna jalan seperti pada Gambar 3.27.

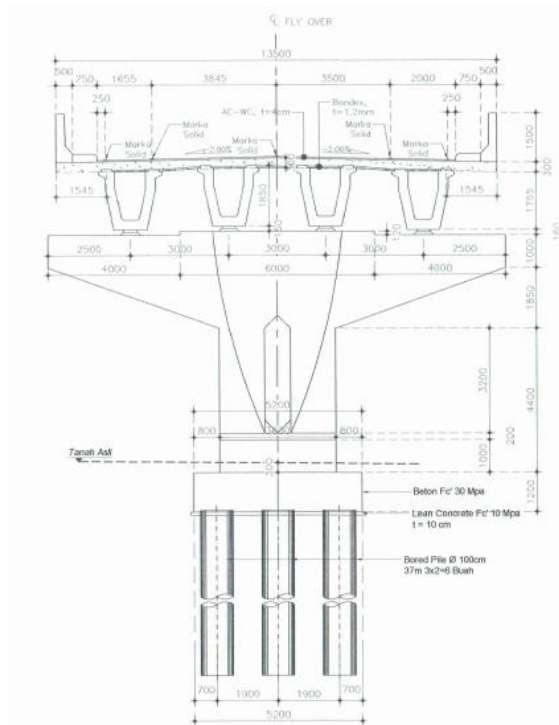


Gambar 3. 27 Proses Grouving

- 11) Kemudian dilakukan *Cutting* per segmen yang bertujuan untuk memudahkan ketika melakukan perbaikan, jadi yang diperbaiki adalah segmen yang mengalami kerusakan saja, tidak semuanya
- 12) Memberikan *Joint Sealent* untuk merekatkan perkerasan
- 13) Curing beton dilakukan untuk menggantikan air yang menguap dan mempertahankan kualitas perkerasan. Curing sendiri dilakukan dengan cara sparkling air

3.5.2 Pelaksanaan Pekerjaan Pilar Flyover

Pekerjaan pilar Flyover Ganefo Mranggen dilaksanakan sesuai dengan data rencana yang telah dibuat oleh konsultan perencana, dengan jumlah pilar total adalah 9 pilar. Pilar yang digunakan adalah pilar tunggal, yang dimana terdapat perubahan dari desain sebelumnya yaitu pilar portal. Pilar portal dari desain yang diberikan oleh PU (Pihak pemberi kerja) ke pihak penyedia jasa (kontraktor PT. Brantas Abipraya) akhirnya diganti dengan pilar tunggal karena terdapat permasalahan pada pembebasan lahan. Pilar portal membutuhkan lahan lebih besar dari pilar tunggal, sedangkan pembebasan lahan yang sebelumnya direncanakan yaitu 28 meter, dalam realisasinya pembebasan lahan kondisi eksisting hanya 24 meter, sehingga pihak pelaksana mendesain ulang pilar menjadi pilar tunggal seperti yang telah dikerjakan saat ini seperti pada Gambar 3.28.

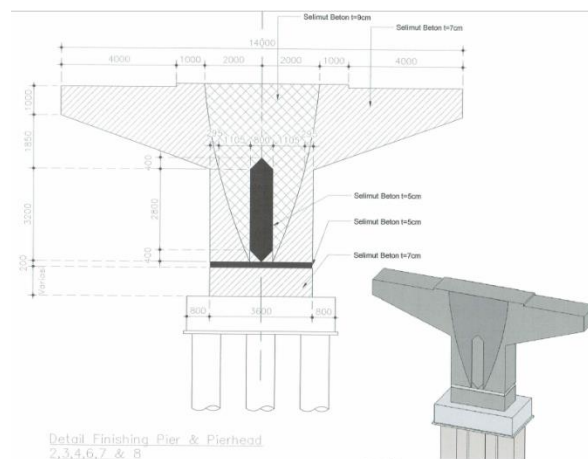


Gambar 3. 28 Detail Rencana Ukuran Pilar

3.5.2.1 Pelaksanaan Penulangan Flyover

Pelaksanaan pekerjaan pilar flyover yang pertama yaitu pekerjaan penulangan, tulangan yang dipakai oleh setiap pilar tunggal memiliki desain yang sama, yang hanya berbeda pada selimut beton yang berbeda-beda, kecuali pada abudment jembatan yang memiliki desain tulangan berbeda. Pekerjaan kedua yaitu pekerjaan bekisting, bekisting berfungsi untuk memberikan tempat agar pengecoran dapat terbentuk sesuai bentuk yang diinginkan serta berfungsi sebagai perkuatan ketika pengecoran berlangsung, sehingga ketika proses pengecoran beton dapat terbentuk dengan baik, serta tulangan tetap berada tempatnya dan tidak bergeser.

Proses penulangan pile dilaksanakan sesuai dengan desain yang telah diberikan oleh konsultan perencana, desain tulangan untuk semua single pile sama, dan berbeda hanya pada penulangan abudment jembatan. Untuk penulangan pile dapat dilihat pada Gambar 3.29.

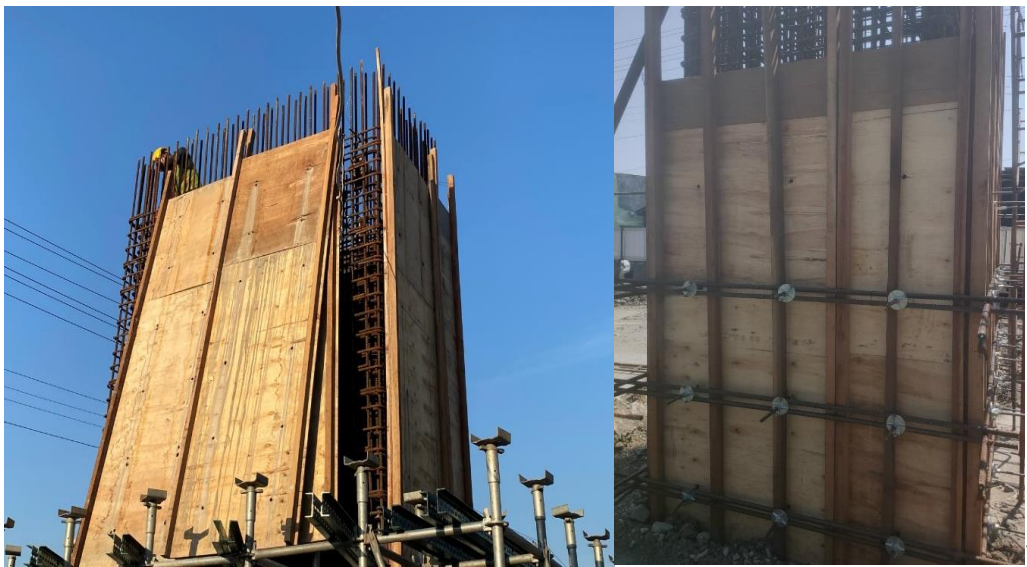


Gambar 3. 29 Tulangan pada pilar

3.5.2.2 Pekerjaan Bekisting Pile

Setelah pekerjaan penulangan selesai selanjutnya dilaksanakan pengerjaan pembekistingan pilar. Bekisting berfungsi sebagai cetakan pada pengecoran sehingga dapat membentuk pilar sesuai dengan desain pilar. Pengerjaan bekisting sangat penting dan krusial, karna kelancaran proses pengecoran sangat bergantung pada bekisting, apabila bekisting terbentuk dengan baik maka proses pengecoran dapat berlangsung dengan lancar dengan hasil akhir yang baik pula, dan begitu sebaliknya.

Bekisting harus dipastikan sesuai dengan gambar desain dan dimensi pilar, bekisting juga harus dipastikan tidak bocor dan kuat menahan beban campuran beton ketika proses pengecoran in situ berlangsung. Bekisting dibuat dari kayu yang telah dibentuk sedemikian rupa sesuai dengan desain serta diikat dengan besi sebagai sabuk penahan seperti pada Gambar 3.30. Untuk pengecoran tahap 1 pada proyek *flyover* Ganefo Mranggen, bekisting dikerjakan berdiri membentuk pilar dengan disangga oleh besi. Sedangkan untuk pengecoran tahap 2, pembuatan bekisting dilaksanakan dengan dibantu dengan pembuatan soaring. Soaring ini berfungsi seperti scaffolding, yaitu untuk membantu pengecoran tahap 2 serta untuk membantu perkuatan bekisting saat pengecoran tahap 2 dilaksanakan.



Gambar 3. 30 Proses bekisting pilar

3.5.2.3 Pekerjaan Pengecoran Pile

Pekerjaan pengecoran pile dilaksanakan selesai proses pemasangan bekisting dan penulangan selesai, beton *readymix* dikerjakan oleh PT. Abipraya Beton dengan jobmix sesuai

dengan perencanaan. Jenis beton yang digunakan adalah beton fc 30, pengerjaan pengecoran dilaksanakan bertahap dengan total 3 tahapan per pile, hal ini berkaitan dengan desain pilar sehingga pengecoran harus dilaksanakan sesuai dengan bentuk yang telah direncanakan.

Pengecoran pertama dilakukan pada pile 7 dan 8, pada pile 8 tinggi tahap pertama adalah lebih kurang 1,25 meter, sedangkan pada pilar ke 7 tinggi tahap pertama pengecoran adalah 2 meter, hal ini dipengaruhi oleh bentuk pilar dan jalan yang ditumpu oleh pilar nantinya yang semakin naik dari pile 7 ke pile 8.

Sebelum dilakukan pengecoran terlebih dahulu dilaksanakan pengecekan kembali terhadap bekisting serta tulangan pilar agar memastikan tidak terdapat kesalahan pada penulangan serta kebocoran pada bekisting yang dapat mengakibatkan kegagalan saat pengecoran nantinya, kemudian pelaksana melakukan pengecekan kembali terhadap area site pengecoran serta mensimulasikan kembali rencana yang telah dibuat untuk pekerjaan pengecoran mulai dari waktu serta metode yang digunakan, dari waktu mulai truk molen datang hingga menuangkan material beton ke concrete pump yang kemudian akan dilaksanakan pengecoran pada pilar.

Pengecoran dilakukan dengan dibantu oleh concrete pump, Pompa beton / concrete pump adalah alat yang digunakan untuk mendorong hasil cairan beton yang sudah diolah dari *mixer* truck molen yang kemudian disemprotkan/dipompa ke tujuan pengecoran, concrete pump digunakan karena pengecoran pilar sulit dilaksanakan apabila menggunakan cara manual, jarak tulangan yang sudah mencapai 7 meter tingginya sulit dijangkau bagi para pekerja, sehingga dibutuhkan concrete pump untuk bisa memudahkan para pekerja dalam pengerjaan pengecoran yang dilaksanakan dari atas pilar sehingga lebih efektif dan efisien. Pengecoran pilar 1 dapat dilihat pada Gambar 3.31

Pengecoran dilaksanakan oleh 4 pekerja lapangan, dengan siklus pengecoran tiap truk molen yaitu 10 menit, saat pengecoran dilaksanakan tiap truk molen yang bergantian mengisi campuran beton tidak boleh terlalu lama menunggu satu sama lain agar beton tidak setting terlebih dahulu, sehingga *mixer* truck sudah siap untuk langsung bergantian dalam memasukkan campuran beton kedalam concrete pump. Pengecoraan dilakukan secara terus menerus tanpa berhenti. Tinggi jatuh beton tidak boleh lebih dari 2,5 meter untuk menghindari terlepasnya campuran agregat dengan beton yang sudah dibuat. Selama pengecoran berlangsung, dilakukan juga penggetaran beton menggunakan vibrator. Hal ini berfungsi untuk

memadatkan beton dan menghilangkan gelembung-gelembung udara yang terdapat dalam beton yang di tuangkan kedalam bekisting.



Gambar 3. 31 Proses pengecoran pilar tahap 1

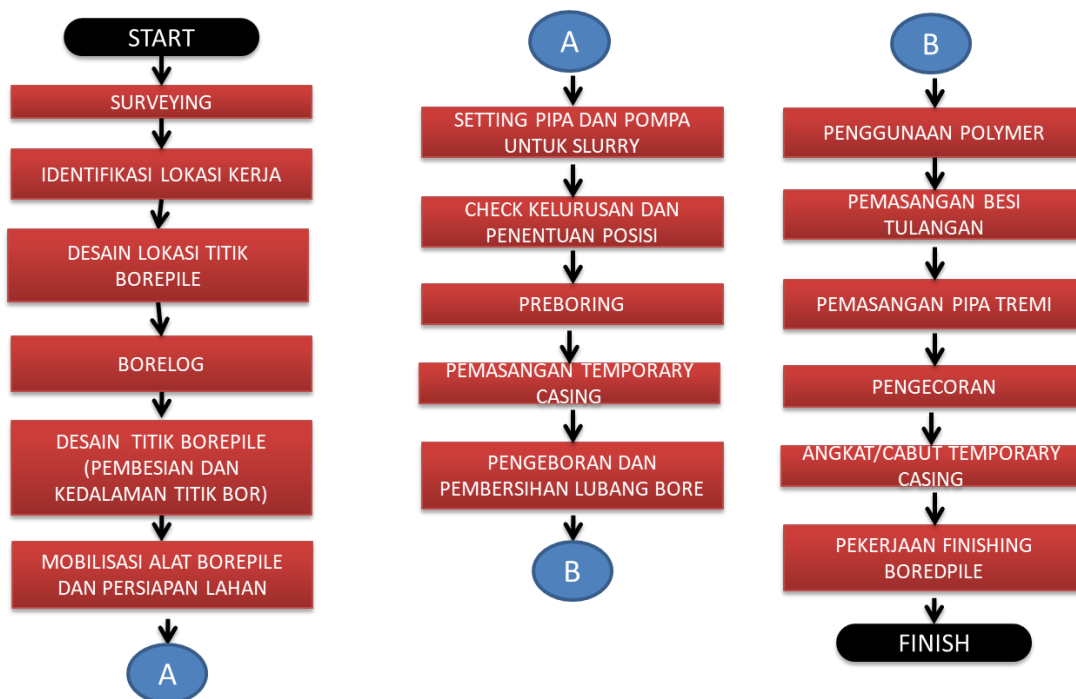
Pengecoran tahap kedua yaitu pengecoran untuk pilar 9 (abudment) dan pilar 6, pekerjaan dilaksanakan siang hari dengan menggunakan 6 mixing truck seperti pada Gambar 3.32.



Gambar 3. 32 Proses pengecoran pilar tahap 2

3.5.3 Pelaksanaan pekerjaan *Bored Pile*

Pekerjaan pondasi untuk konstruksi pilar di proyek Flyover Ganefo Mranggen menggunakan jenis pondasi *bored pile*, hal ini setelah diputuskan setelah melalui beberapa pertimbangan dan atas keputusan konsultan perencana. Pondasi *bored pile* adalah suatu pondasi yang dipasang dengan cara mengebor tanah dengan diameter tertentu hingga mencapai kedalaman yang sudah ditentukan, kemudian tulangan baja yang telah dirakit dimasukkan ke dalam lubang bor tersebut dan dilanjutkan dengan pengisian agregat material beton ke dalam lubang. Bored pile digunakan apabila lokasi pekerjaan memiliki sifat tanah yang kokoh/stabil sehingga mempunyai daya dukung besar dengan kedalaman kurang lebih 15 meter. Bored pile ini sangat cocok dipakai apabila keadaan di sekitar lokasi sudah banyak berdiri bangunan-bangunan, serta gangguan struktur lainnya yang dapat berbahaya jika pembangunan pondasi menggunakan pondasi tiang pancang (*spoon pile*). *Flow chart* pekerjaan pondasi dapat dilihat pada Gambar 3.33.



Gambar 3. 33 Flow Chart Pengerjaan Bored Pile

Sebelum pekerjaan *bored pile* dimulai, awalnya pekerjaan dimulai dengan tahapan persiapan. Pada tahap persiapan, posisi titik – titik *bored pile* di site diukur dan ditentukan, kemudian tahapan pabrikasi keranjang besi *bored pile*, selanjutnya schedule pengecoran *bored pile* dibuat serta format untuk monitoring report *bored pile*.

Kemudian adalah pekerjaan lubang bored pile, Alat-alat yang digunakan yaitu Service crane 1, Kelly bar dan Auger soil / clay, alat kemudian di-set pada titik yang akan di bor, casing dibuat untuk mencegah kelongsoran tanah pada saat proses boring. Kemudian casing dimasukkan kedalam lubang bor bersamaan dengan proses pengeboran. Kemudian dilanjutkan dengan proses pengeboran sampai kedalaman yang dikehendaki, bored pile paling dalam yaitu mencapai 38 meter. Kemudian, setelah mencapai kedalaman yang diinginkan, langkah berikutnya adalah pekerja mengecek kembali apakah kedalaman yang dikehendaki sudah tercapai sesuai sample tanah keras.

3.5.3.1 Pekerjaan Persiapan yang dilakukan

- 1) Ukur dan tentukan posisi titik-titik *bored pile* di site.
- 2) Fabrikasi/perakitan tulangan besi untuk dijadikan sebagai tulangan struktur *bored pile*. 1 set tulangan bored pile memiliki bentang maximum 12 m s ditunjukkan pada Gambar 3.34, sehingga untuk kedalaman 1 titik *bored pile* yang mana adalah 38 m membutuhkan 4 set tulangan.





Gambar 3. 34 Proses perakitan tulangan besi sebagai tulangan besi struktur pile

3.5.3.2 Pekerjaan Lubang Bored Pile

- 1) Set alat pada posisi titik yang akan di bor seperti Gambar 3.35.



Gambar 3. 35 Proses set alat pada posisi yang akan di bor

- 2) Gunakan *temporary casing* dan masukkan *casing* ke dalam lubang ditunjukkan pada Gambar 3.36.



Gambar 3. 36 Proses memasukan casing ke dalam lubang

- 3) Dilanjutkan dengan proses pengeboran sampai kedalaman yang dikehendaki yakni 38 meter. Alat yang digunakan untuk pengeboran adalah *drilling rig* ditunjukkan pada Gambar 3.37



Gambar 3. 37 Proses pengeboran

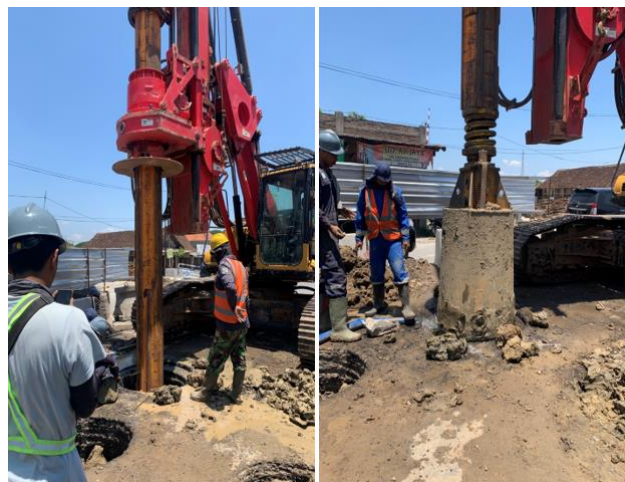
- 4) Pada saat pengeboran bored Pile, lubang pengeboran diberikan air untuk mencegah tanah pada sekitar lobang pengeboran menjadi longsor, air membantu

tanah menjadi padat dan memperkecil kemungkinan kelongsoran seperti pada Gambar 3.38



Gambar 3. 38 Pemberian air pada lubang

- 5) Check apakah kedalaman yang dikehendaki sudah tercapai sesuai sample tanah keras.
- 6) Apabila telah di capai tanah keras, bersihkan lumpur pada dasar lubang bor dimana proses ini disebut proses *bucket cleaning*, kegiatan ini dapat dilihat pada Gambar 3.39. Lumpur diambil dan dikeluarkan diatas lubang. Lumpur tersebut dibersihkan dengan cara diambil oleh excavator.

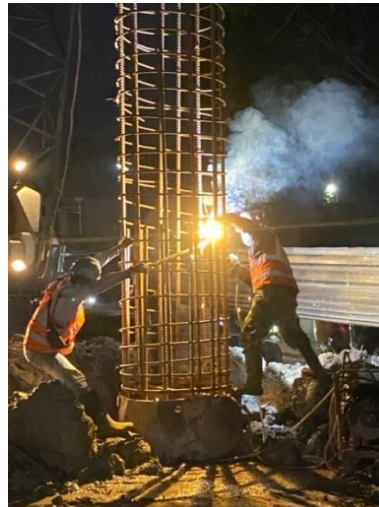


Gambar 3. 39 Proses bucket cleaning

- 7) Proses pengeboran hingga *bucket cleaning* diulangi terus-menerus sampai kedalaman dicapai.

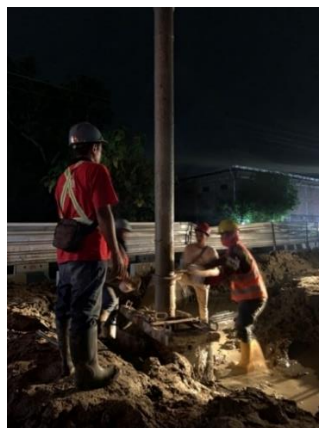
3.5.3.3 Pengecoran Bored Pile

- 1) Pesan beton ready mix sesuai spesifikasi dimana yang digunakan dalam pekerjaan *bored pile* ini adalah beton dengan mutu $f'c$ 30 MPa ke *Batching Plan*.
- 2) Setelah lubang bersih dari lumpur, segera pasang pembesian. Seperti yang sudah dijelaskan untuk kedalaman 38 m pada 1 titik bored pile membutuhkan \pm 4 set tulangan bored pile, sehingga diperlukan penyambungan tulangan. Metode yang digunakan untuk menyambunngkan tulangan adalah metode las. Pengelasan dilakukan diatas lubang sebelum set tulangan selanjutnya masuk.



Gambar 3. 40 Proses pengelasan tulangan bored pile

- 3) Pasang pipa tremie dan corongnya sebagai alat bantu pengaliran beton ke dalam lubang *bored pile* seperti pada Gambar 3.41.



Gambar 3. 41 Proses pemasangan pipa tremie dan corongnya

- 4) Proses pengecoran pondasi *bored pile* dilakukan langsung dari mixing truck beton dengan bantuan crane sebagai penggerak corong yang sudah digabungkan

dengan pipa tremie, ditunjukkan pada Gambar 3.42. Sembari menuangkan beton kedalam corong, crane menggerakkan corong naik turun untuk memastikan beton teralirkan dengan baik dan menggantikan gerakan rojokan pada proses pengecoran biasa.



Gambar 3. 42 Proses pengecoran bored pile

- 5) Segera setelah pengecoran selesai, tarik temporary casing beserta peralatan lainnya dari lubang bor lalu timbun kembali titik pengeboran dengan tanah. Besi harus disisakan diatas titik pengeboran untuk pekerjaan lanjutannya yaitu *pile cap*.
- 6) Pekerjaan *bored pile* selesai.

3.5.3.4 Pengujian PDA Test

Setelah *bored pile* telah dikerjakan sesuai dengan desain dan spesifikasi, langkah selanjutnya yaitu dilakukan uji kekuatan dari *bored pile* yang telah dibuat, pengujian ini disebut dengan *PDA test*. *PDA test* dilaksanakan sekurang-kurangnya yaitu 28 hari setelah *bored pile* selesai dikerjakan atau menunggu hingga *bored pile* selesai dibuat dan beton telah setting dengan sempurna.

Pengujian PDA (*Pile Driving Analyzer*) merupakan metode yang dilakukan untuk menguji tiang pancang yang akan dijadikan pondasi suatu bangunan. Tujuan utama dari *PDA Test* yaitu mendapatkan beberapa data valid seputar integritas tiang pancang, daya dukung

aksial tiang dan juga tingkat efisiensi energi yang dapat ditransfer. Sebenarnya ruang pengujian PDA ini tidak terbatas untuk tiang pancang saja tapi juga bisa digunakan untuk pengujian jenis tiang pondasi lainnya seperti tiang bor dan lainnya.

Pada proyek flyover Ganefo Mranggen, pengujian *bored pile* dilaksanakan oleh PT. PAKU BUMI yang sekaligus sebagai sub-kontraktor dari pembangunan *bored pile*. Pengujian PDA dilaksanakan dengan cara pilar yang telah terbentuk kemudian diberikan sensor-sensor, kemudian pilar diberikan beban dengan cara dipukul pada permukaan atas Pilar (*Hammer*). Permukaan pilar tidak lupa untuk diberi capping seperti pengetesan beton agar permukaan menjadi rata dan ketika dilakukan pengujian beban yang diterima oleh pilar dapat terbagi rata dengan sempurna.

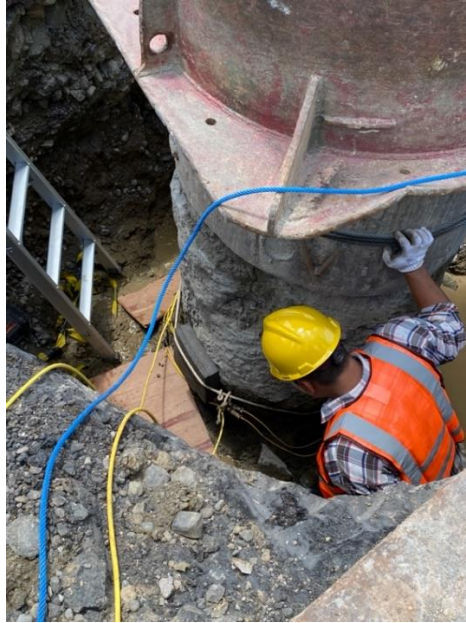
Pada proyek Flyover Ganefo Mranggen, pengujian *bored pile* dilaksanakan oleh PT. Pakubumi Semesta yang juga merupakan sub-kontraktor dari pembangunan *bored pile*. Pengujian PDA dilaksanakan dengan cara:

- 1) Dilakukan capping pada permukaan *bored pile* seperti Gambar 3.43 agar permukaan rata sehingga beban yang akan diberikan pada saat pengujian bisa mempengaruhi seluruh bagian permukaan.



Gambar 3. 43 Capping pada permukaan bored pile

- 2) Pilar yang telah terbentuk kemudian diberikan sensor-sensor yang tersambung dengan alat pengujian yaitu pile driving analyzer seperti pada Gambar 3.44



Gambar 3. 44 Proses pemasangan sensor - sensor

- 3) Pilar diberikan beban dengan cara dipukul pada permukaan atas Pilar (*Hammer*). Beban tersebut diangkat oleh crane. Pemukulan beban ini dilakukan dari ketinggian 50 cm, 100 cm, dan 150 cm.. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 3.45



Gambar 3. 45 Proses pemberian beban

- 4) Hasil akan keluar di layar dari *pile driving analyzer* seperti pada Gambar 3.46



Gambar 3. 46 Hasil dari PDA Test

Energi dan tegangan dari hammer pada tiang P-8 BP-2 dan P-9 BP-3 dapat dilihat pada Tabel 3.3. Beberapa data yang didapatkan dan dianalisa dari pengujian PDA adalah sebagai berikut :

- a. Daya Dukung Aksial
- b. Nilai daya dukung aksial berdasarkan karakteristik pantulan gelombang dari reaksi tanah. Kemudian hasil dari pantulan gelombang akan dikonveksikan menjadi tampilan grafik pengujian yang bisa dijadikan acuan dalam pembuatan laporan.
- c. Keutuhan Tiang
- d. Efisiensi energi yang ditransfer.

Tabel 3. 3 Energi hammer dan tegangan

No Tiang	Berat Hammer (ton)	Tinggi Jatuh (m)	Energi Hammer (ton-m)	Tegangan Tekan (MPa)	Tegangan Tarik (MPa)
P-8 BP-2	11,0	1,0	3,04	10,8	3,4
P-9 BP-3		1,0	1,24	8,1	1,6

Untuk daya dukung dan penurunan pada tiang P-8 BP2 dan P-9 BP-3 ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Daya dukung tiang dan penurunan

No Tiang	Target Kapasitas (ton)	PDA Daya Dukung (ton)	Hasil Analisis CAPWAP			
			Daya Dukung			Displacement Total (mm)
			Total (ton)	Friksi (ton)	End-Bearing (ton)	
P-8 BP-2	341,8	343	698	548	150	10,1
P-9 BP-3	214,6	299	451	326	125	7,1

3.5.3.5 Data tanah

Kondisi lapisan tanah titik ABT-01, P-3, P-5, P-7 ditunjukkan pada Tabel 3.5, Tabel 3.6 dan Tabel 3.7. Untuk rangkuman hasil uji SPT ditunjukkan pada Gambar 3.47.

Tabel 3. 5 Kondisi lapisan tanah titik ABT-01

Tabel 2 kondisi lapisan tanah pada titik ABT-01

Kedalaman (meter)	Jenis tanah	N-SPT (pukulan)	Konsistensi/kepadatan	Parameter geoteknik
0.0-35.0	Lempung-2	8-18	Sedang teguh hingga sangat teguh	γ_b 1.74-1.78 t/m ³ ; Gs 2.67-2.68; w 38.81%-41.67%; LL 86.07%-91.12%; PL 26.80%-34.50%; c 0.42-0.46 kg/cm ² , ϕ 8.20°-9.10°
5.0-6.0	Pasir	11	Sedang padat	(lapisan tipis)

Tabel 3 kondisi lapisan tanah pada titik ABT-02

Kedalaman (meter)	Jenis tanah	N-SPT (pukulan)	Konsistensi/kepadatan	Parameter geoteknik
0.0-0.5	timbunan			
0.5-3.0	Lempung-1	6	Sedang teguh	
3.0-50.0	Lempung-2	10-22	Teguh hingga sangat teguh	γ_b 1.81-1.83 t/m ³ ; Gs 2.67-2.68; w 33.66%-34.86%; LL 67.52%-69.53%; PL 27.50%-30.00%; c 0.35-0.47 kg/cm ² , ϕ 7.80°-9.90°

Tabel 3. 6 Kondisi lapisan tanah titik P-3 & P-5

Tabel 4 kondisi lapisan tanah pada titik P-3

Kedalaman (meter)	Jenis tanah	N-SPT (pukulan)	Konsistensi/kepadatan	Parameter geoteknik
0.0-5.0	Lempung-1	7-8	Sedang teguh hingga teguh	γ_b 1.76 t/m ³ ; Gs 2.68; w 40.26%; LL 90.11%; PL 34.10%; c 0.37 kg/cm ² , ϕ 11.30°
5.0-9.0	Lempung-2	8-11	Sedang teguh hingga teguh	

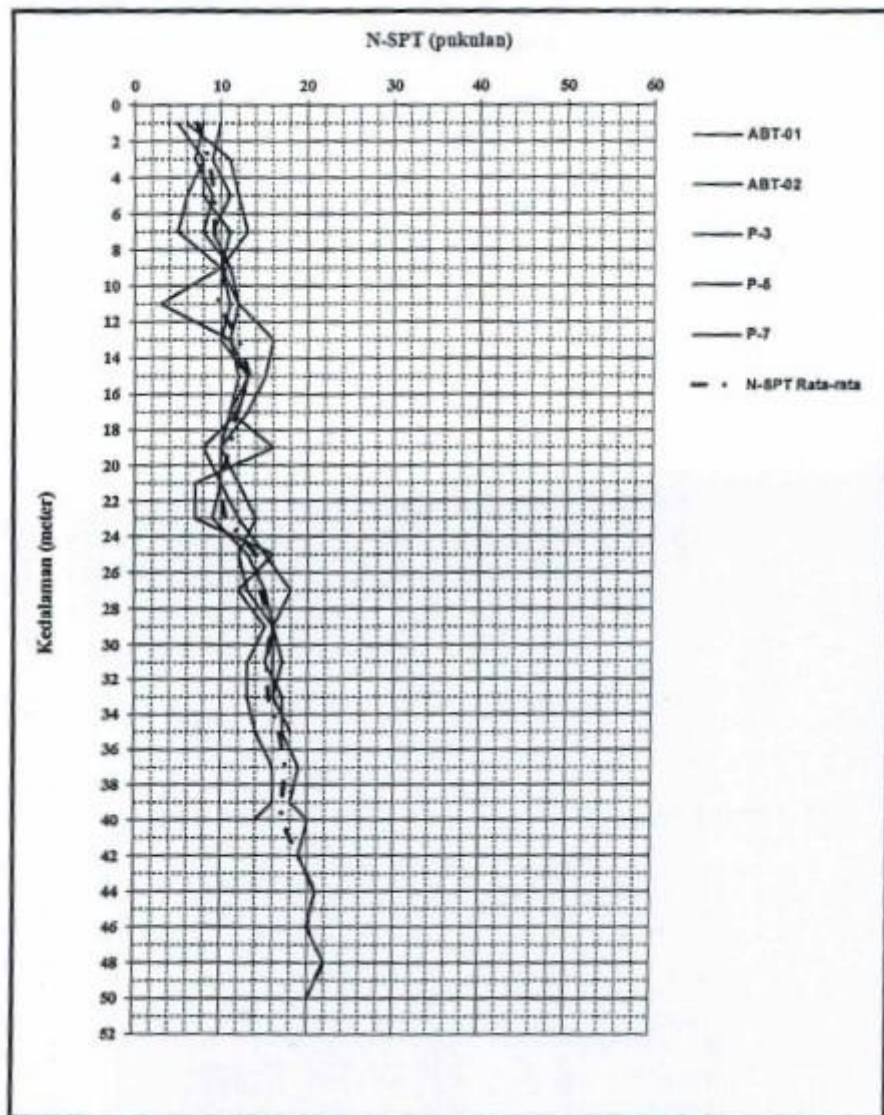
Tabel 5 kondisi lapisan tanah pada titik P-5

Kedalaman (meter)	Jenis tanah	N-SPT (pukulan)	Konsistensi/kepadatan	Parameter geoteknik
0.0-1.5	Timbunan			
1.5-9.0	Lempung-1	5-8	Sedang teguh hingga teguh	
9.0-11.0	Lempung-2	10	Teguh	γ_b 1.82 t/m ³ ; Gs 2.68; w 34.27%; LL 67.25%; PL 29.30%; c 0.37 kg/cm ² , ϕ 10.20°
11.0-13.0	Lempung-1	3	Lunak	
13.0-18.5	Lempung-2	11-12	Teguh	γ_b 1.84 t/m ³ ; Gs 2.67; w 32.86%; LL 72.06%; PL 26.80%; c 0.43 kg/cm ² , ϕ 10.50°
18.5-21.0	Pasir	16	Sedang padat	
21.0-25.0	Lempung-1	7	Sedang teguh	
25.0-40.0	Lempung-2	12-16	Teguh hingga sangat teguh	γ_b 1.87 t/m ³ ; Gs 2.69; w 30.60%; LL 72.51%; PL 28.20%; c 0.43 kg/cm ² , ϕ 7.70°

Tabel 3. 7 Kondisi lapisan tanah titik P-7

Tabel 6 kondisi lapisan tanah pada titik P-7

Kedalaman (meter)	Jenis tanah	N-SPT (pukulan)	Konsistensi/kepadatan	Parameter geoteknik
0.0-7.0	Lempung-1	5-8	Sedang teguh hingga teguh	γ_b 1.84 t/m ³ ; Gs 2.68; w 32.79%; LL 68.09%; PL 24.30%; c 0.37 kg/cm ² , ϕ 11.00°
7.0-35.0	Lempung-2	10-18	Teguh hingga sangat teguh	γ_b 1.85 t/m ³ ; Gs 2.69; w 32.15%-32.86%; LL 66.84%-68.00%; PL 26.50%-27.00%; c 0.37-0.44 kg/cm ² , ϕ 8.90°-9.10°



Gambar 3. 47 Rangkuman hasil uji SPT

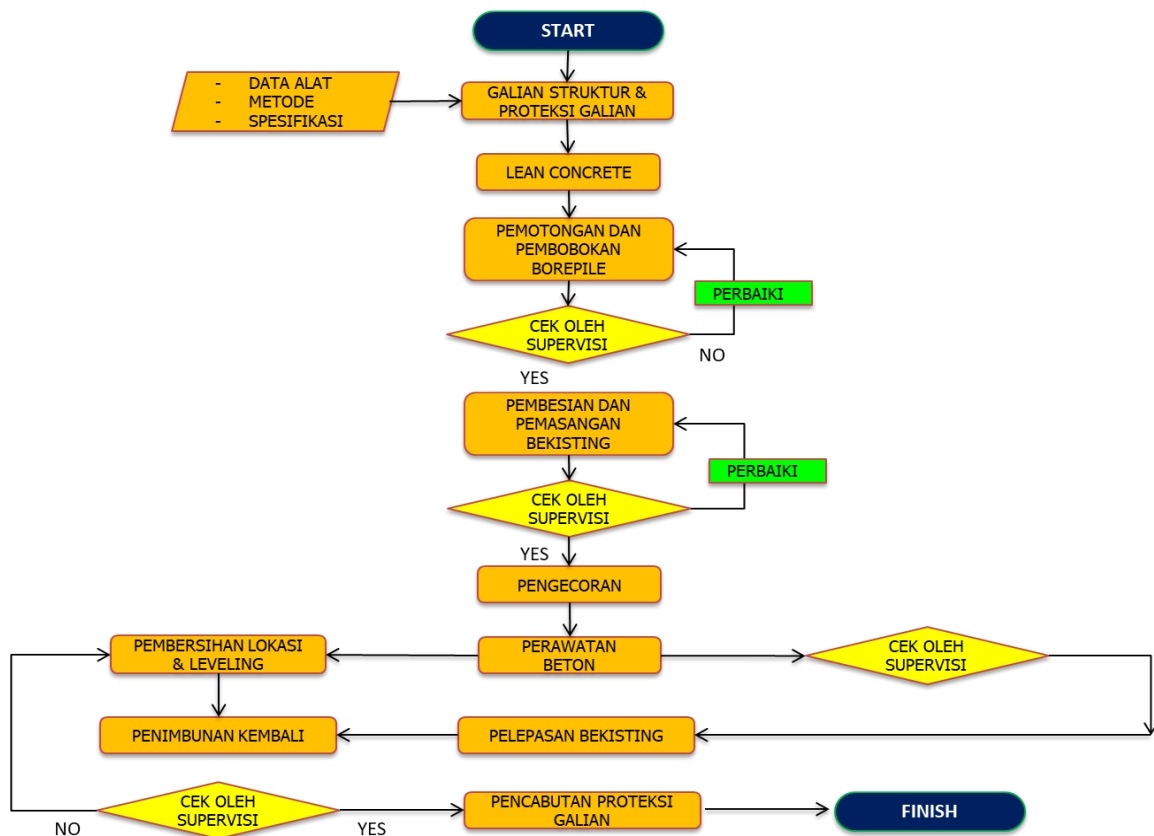
3.5.4 Pekerjaan Pile Cap

Pile Cap adalah salah satu dari bagian pekerjaan struktur yang ada pada suatu bangunan. Oleh karena itu, pile cap sendiri menjadi bagian terpenting yang harus dilalui ketika ingin membangun sebuah bangunan. Pilecap sendiri memiliki fungsi sebagai penopang beban dari kolom, yang akan disebarkan lebih lanjut ke borepile, sehingga dimensi pilecap dipengaruhi oleh penggunaan dan bentuk dari kolom yang ditopang oleh pilecap, fungsi lain dari pilecap adalah untuk menahan pergeseran beban kolom yang akan ditransfer ke bore pile. Pekerjaan pile cap juga memiliki peran penting dalam menentukan lokasi kolom pada titik pusat pondasi. Hal ini bertujuan agar sesuai dengan perencanaan dan penempatannya.

Dalam pengerjaan pile cap haruslah diawali dengan melakukan metode persiapan, yaitu dengan menentukan dimensi serta as pile cap bangunan menggunakan waterpass. Penggunaan waterpass haruslah disesuaikan dengan ship drawing. Bahan material yang akan diperlukan untuk pengerjaan pada tahap selanjutnya juga harus terkumpul terlebih dahulu.

Selanjutnya yaitu proses pemotongan besi bor pile / bobok beton dari bor pile, kemudian setelah pemotongan, tahap selanjutnya adalah pembesian Pilecap Bersamaan dengan pembesian dilakukan pemasangan bekisting di sisi pilecap. Setelah semua siap dan dilakukan joint Investigation oleh konsultan supervisi baru dilakukan pengecoran.

Kemudian, bisa dilanjutkan dengan melakukan pemasangan patok as pile cap secara runtut dan teratur. Dalam langkah ini para pekerja juga harus melakukan pemotongan pile cap yang sesuai dengan elevasi pile cap yang telah direncanakan sebelumnya. Berikut Gambar 3.48 merupakan flowchart dari pekerjaan *pilecap*.



Gambar 3. 48 Flow Chart Pengerjaan Pilecap

3.5.5 Pekerjaan Pier Head

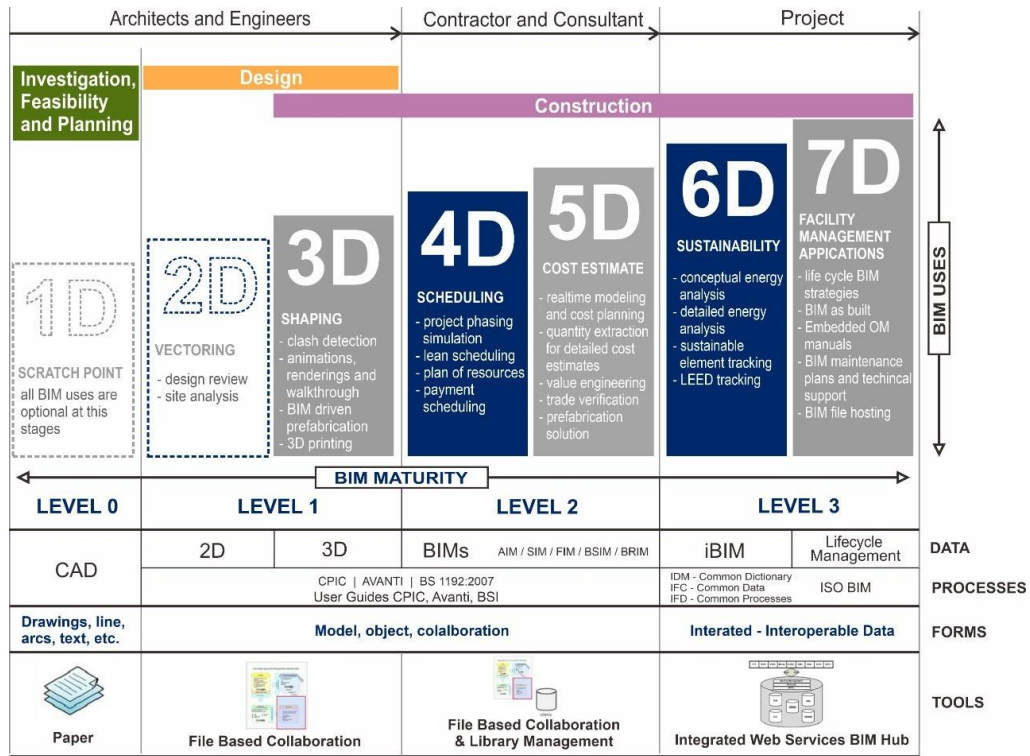
Seusai badan pilar telah selesai dikerjakan, pekerjaan selanjutnya dalam pembangunan pilar adalah pekerjaan Pier Head. Pier Head merupakan salah satu struktur atas dari fly over yang berfungsi sebagai dudukan girder, serta sebagai penyalur beban lalu lintas dan girder ke pier. Pekerjaan pier head merupakan salah satu major item dalam pembangunan jalan layang (fly over). Dalam pelaksanaannya metode konstruksi pier head dapat dikerjakan dengan menggunakan metode cast in situ (dikerjakan ditempat) dan metode precast, pekerjaan dipilih tergantung pada pemilihan metode pelaksanaan, yaitu biaya dan waktu pelaksanaan.

Bekisting pada pier head membutuhkan perkuatan dari bawah agar ketika dilakukan pengecoran tidak terjadi keruntuhan yaitu dengan menggunakan perancah. Perancah adalah bangunan peralatan (platform) yang dibuat untuk sementara dan digunakan sebagai penyangga tenaga kerja, bahan-bahan serta alat-alat pada setiap pekerjaan konstruksi bangunan termasuk pekerjaan pemeliharaan dan pembongkaran. Pemasangan perancah pada pelaksanaan pekerjaan pier head dilakukan sebelum melakukan pemasangan bekisting bagian bawah. Perancah yang digunakan pada proyek ini dibagi menjadi dua yaitu dengan sistem perancah shoring dan sistem bracket.

Pemasangan besi/baja tulangan dilakukan sesuai dengan *Shop Drawing* yang telah disetujui oleh konsultan pengawas. Agar posisi besi tidak berubah saat pengecoran, besi-besi diikat menggunakan kawat benderat. Posisi dan jarak/spasi antar tulangan harus dipastikan sesuai dengan spesifikasi yang ada. Pemotongan dan pembentukan besi tulangan menggunakan Bar Cutter dan Bar Bender. Besi tulangan yang digunakan pada pier head antara lain dia. 13 mm, 16mm, 32 mm. Pembesian dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan prefabrication maupun secara manual. Prefabrication atau prefab perangkaian besinya dilakukan di bawah kemudian dinaikkan ke atas (instal) dengan menggunakan crane. Pembesian secara manual dilakukan langsung di lokasi besi akan dipasang, besi yang akan dipasang diangkat dengan menggunakan crane.

3.5.6 Proses Implementasi BIM

Untuk membuat BIM pada suatu proyek dibutuhkan tim yang terdiri dari BIM Engineer dan BIM Modeler. Kemampuan untuk membuat BIM ini diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkatan atau level seperti pada Gambar 3.49.



Gambar 3. 49 Tingkatan Impelemnasi BIM

Level of Development (LOD)

Di dalam proses bekerja dengan BIM kita mengenal adanya istilah Level of Development (LOD) yaitu sebuah referensi untuk pelaku bisnis AEC (Architecture, Civil, Engineering) untuk menentukan dan menjelaskan konten hasil kerja mereka sesuai dengan fase design dalam proses kerja BIM. Dengan referensi ini kita membuat model BIM sesuai dengan fase design. Untuk tingkatan *Level of Development* dapat dilihat pada Gambar 3.50.

Fungsi dari LOD adalah :

1. Untuk membatu team termasuk client untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang menentukan deliverable dari sebuah pekerjaan.
2. Untuk membantu manajer desain menjelaskan kepada tim mereka informasi dan detail yang perlu disediakan di berbagai fase desain.
3. Untuk memberikan standar yang dapat dirujuk oleh kontrak dan BIM execution plans.



Gambar 3. 50 Tingkatan Level of Development

Berikut adalah definisi singkat dari tiap LOD :

- **LOD 100 (Fase Konsep)**
Diwakili secara grafis dalam model dengan simbol, berisi informasi yang bersifat perikaraan
- **LOD 200 (Fase Skematik)**
Diwakili secara grafis dalam model sebagai sistem generik, objek dengan jumlah perkiraan, ukuran, bentuk, lokasi, orientasi. Berisi informasi yang bersifat perkiraan
- **LOD 300 (Fase Detail Design)**
Diwakili secara grafis dalam model sebagai sistem, objek atau fabrikasi, proyek didefinisikan dan elemen terletak secara akurat sehubungan dengan asal proyek
- **LOD 350 (Fase Construction Documentation)**
Diwakili secara grafis dalam model sebagai sistem, objek atau fabrikasi tertentu dalam hal antarmuka dengan sistem bangunan lainnya, informasi non grafis juga dapat dilampirkan ke elemen model
- **LOD 400 (Fase Fabrication & Assembly)**
Diwakili secara grafis dalam model sebagai sistem dalam hal ukuran, bentuk, lokasi, jumlah dan orientasi dengan rincian, perakitan, dan informasi pemasangan.
- **LOD 500 (Fase As Built)**
Elemen Model adalah representasi terverifikasi bidang dalam hal ukura, bentuk, lokasi, jumlah, dan orientasi. Informasi non-grafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model

3.5.7 Implementasi BIM menggunakan Tools Fotogrametri

Fotogrametri dilakukan untuk mengambil data surface dan kontur kondisi eksisting melalui foto udara, dilakukan dengan bantuan beberapa aplikasi untuk pengambilan maupun pengolahan data seperti software agisoft, metashape global mapper, autodesk civil 3d, software uav dji go 4, dji gs pro. Pada sebuah peta, informasi lokasi yang ada di dalamnya akan sangat membantu menemukan tempat yang ingin dituju dan memberikan informasi arah. Komponen-komponen pendukung SIG terdiri dari lima komponen yang bekerja secara terintegrasi yaitu: 4 perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), data, manusia, dan metode. Kesemuanya itu dibutuhkan untuk mendapatkan, mengolah, menganalisa, dan menampilkan seluruh informasi geografis, atau lokasi (spasial). Agar output yang dihasilkan sesuai dengan apa yang diinginkan, maka sebagai sebuah sistem, SIG tentu membutuhkan data input berupa data spasial, atribut atau data lainnya.

Unamed Aerial Vehicle (UAV)

UAV atau biasa disebut *drone* merupakan suatu wahana pesawat tanpa awak yang dapat dikendalikan baik secara otomatis atau manual. Salah satu pemanfaatan *drone* adalah untuk pemetaan. Pemetaan menggunakan UAV atau Fotogrametri UAV adalah Wahana pengukuran fotogrametri udara, yang beroperasi dikendalikan dari jauh, semi-otomatis, atau secara otomatis penuh, tanpa pilot duduk di wahana. UAV-photogrammetry dapat dipahami sebagai alat pengukuran baru fotogrametri dengan karakteristik relatif mudah dalam pengoperasian, jarak dekat, resolusi tinggi, real-time dan murah.

Hardware yang digunakan :

1. DJI Mavic Pro + battery pack
2. Remote Control
3. Gadget (iPad)
4. Personal Computer/Laptop (high graphics)

Software yang digunakan :

1. DJI GO 4
2. DJI GSP
3. Agisoft Metashape

4. Global Mapper
5. Autodesk Civil 3D
6. MS Planner
7. Naviswork
8. Infrawork

Persyaratan utama yang dibutuhkan untuk pengumpulan data dan prosesing data antara lain :

1. Drone tipe Fixed wings (sayap tetap) atau rotary wings (sayap berputar)
2. Drone dilengkapi sistem navigasi berbasis satelit (GPS, Glonass dan sebagainya) untuk merekam metadata foto berupa koordinat lokasi X, Y, Z (geotaging)
3. Kamera resolusi tinggi dengan dilengkapi sistem pengarah dan penstabil (Gimbal)
4. Software pengolah foto untuk diposes secara fotogrametri digital untuk menghasilkan data spasial 3D

Secara teknis dalam kegiatan persiapan di lakukan hal-hal berikut ini:

Persiapan

- Perencanaan pemotretan
- Perencanaan Pengukuran dan Penandaan titik kontrol tanah (premarking)

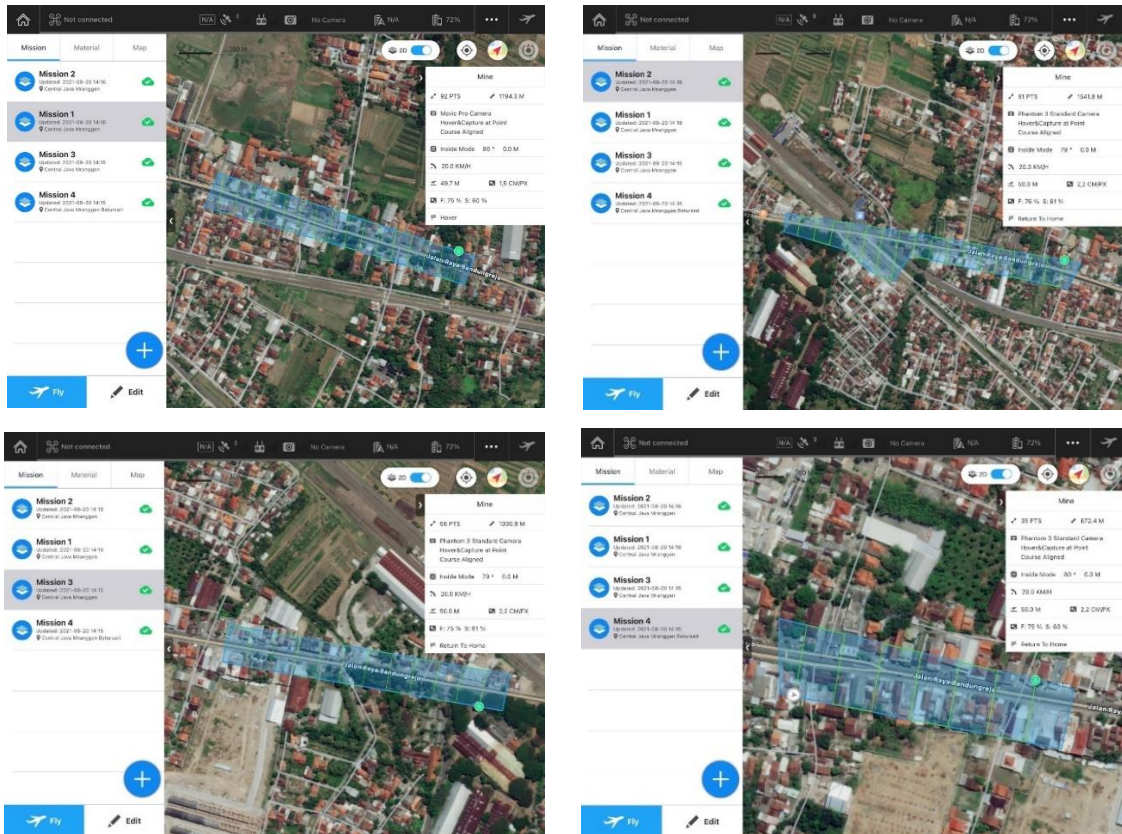
Pemotretan

Pemotretan dilakukan sesuai dengan perencanaan pemotretan. Dari hasil pemotretan diperoleh foto udara dari daerah yang akan dipetakan. Foto udara yang dihasilkan dapat dapat diketahui baik tidaknya dari kualitas ketajaman dan kesempurnaan overlap dan sidelapnya. Biasanya foto udara mempunyai overlap 60% dan sidelap 30%, dan untuk keperluan tertentu bisa dibuat dengan overlap 80% dan sidelap 60%.

Berikut adalah langkah-langkah pelaksanaan kegiatan fotogrametri :

1. Fotogrametri dilakukan tepat di siang hari agar tidak menimbulkan perbedaan cahaya yang dihasilkan oleh matahari dikarenakan waktu yang relatif lama
2. Pengaturan jalur dan area survey
3. Membuat jalur dan luas area survey yang efektif karena akan memengaruhi durasi waktu terbang

- Atur ketinggian sesuai kebutuhan, semakin rendah ketinggian drone hasil foto akan semakin akurat tetapi jumlah foto yang dibutuhkan semakin banyak dimana dapat memengaruhi durasi waktu terbang seperti pada Gambar 3.51.



Gambar 3. 51 Plotting area fotogrametri

- Foto udara yang dihasilkan dapat diketahui baik tidaknya dari kualitas ketajaman dan kesempurnaan overlap dan sidelapnya

Sidelap dan frontlap, yaitu besarnya area yang menimpa dari suatu misi dengan misi lainnya secara berurutan dan bersebelahan untuk menimbulkan paralaks, yaitu penumpukan foto antar misi menghasilkan foto semakin akurat. Foto udara mempunyai overlap 30% dan sidelap 30%, untuk keperluan tertentu bisa dibuat dengan overlap dan sidelap yang lebih tinggi untuk menjaga keakuratan hasil foto

- Jalankan misi dan perhatikan kapasitas baterai yang tersisa agar drone tidak jatuh dengan kondisi baterai habis

Pengambilan foto dilakukan pada tanggal 20 Agustus 2021 pukul 12.20-14.16 menggunakan drone DJI Mavic Pro dengan rata-rata jarak dan titik foto yang ditempuh tiap misi 800m dan 60 titik foto. Dokumentasi pengambilan citra *flyover* ganefo dapat dilihat pada Gambar 3.52.

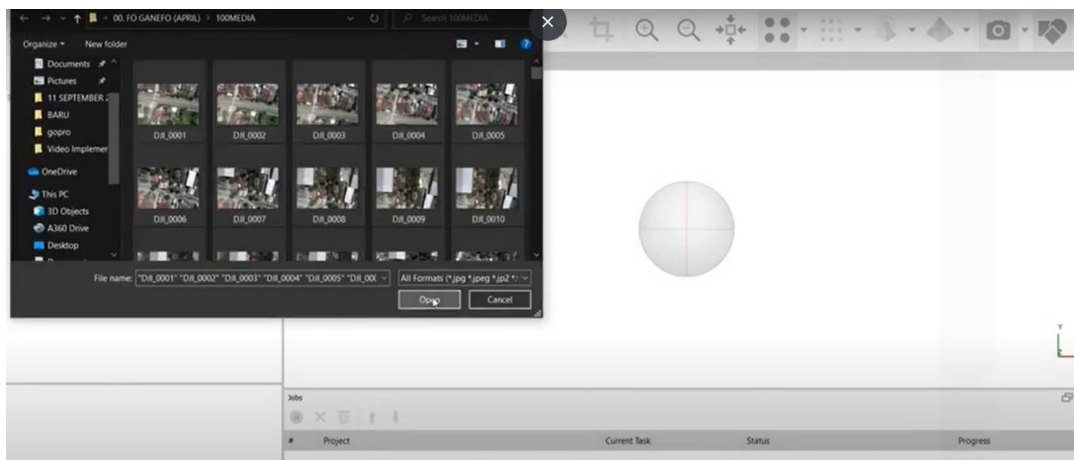


Gambar 3. 52 Pengambilan citra flyover ganefo dengan teknik fotogrametri

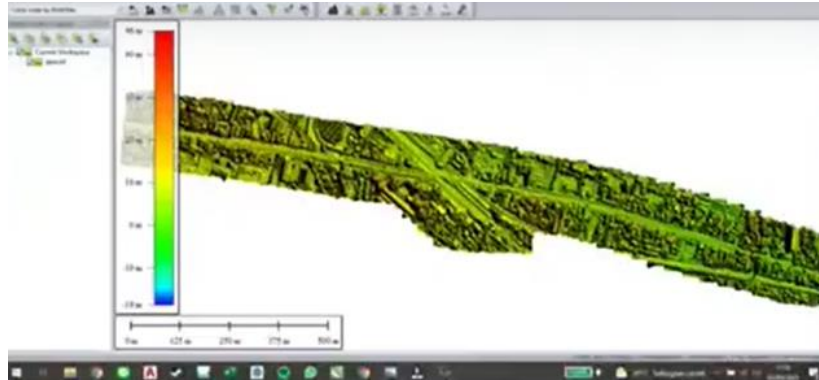
Pengolahan Data Fotogrametri

- Pengolahan data mentah

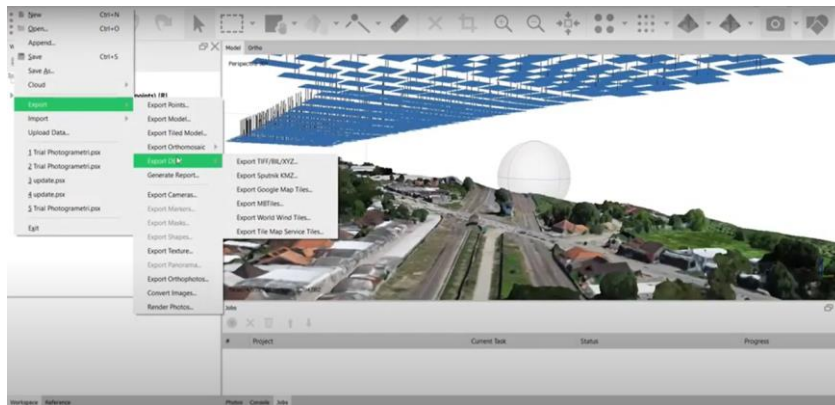
Langkah pertama dalam mengolah hasil fotogrametri yaitu dengan menggunakan software Agisoft Metashape seperti pada Gambar 3.53. Data yang diperoleh diolah kemudian di export ke dalam bentuk DEM dan Orthophoto ditunjukkan Gambar 3.54 dan Gambar 3.55.



Gambar 3. 53 Proses input data mentah ke Agisoft



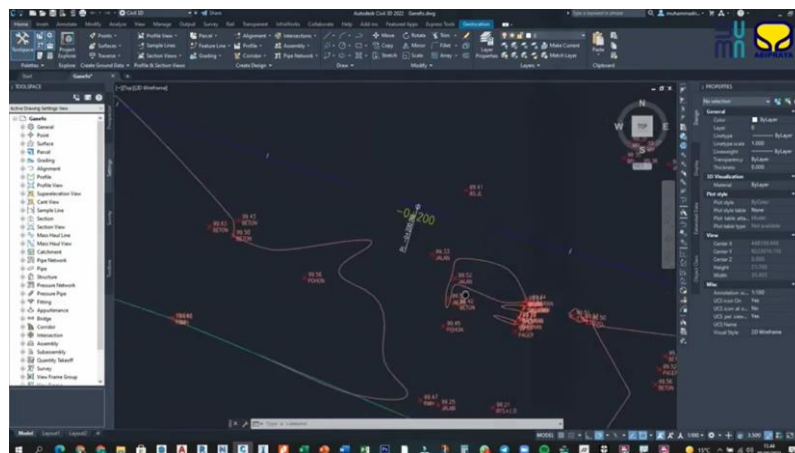
Gambar 3. 54 Hasil pengolahan data mentah



Gambar 3. 55 Hasil pengolahan data mentah

- Plotting existing surface

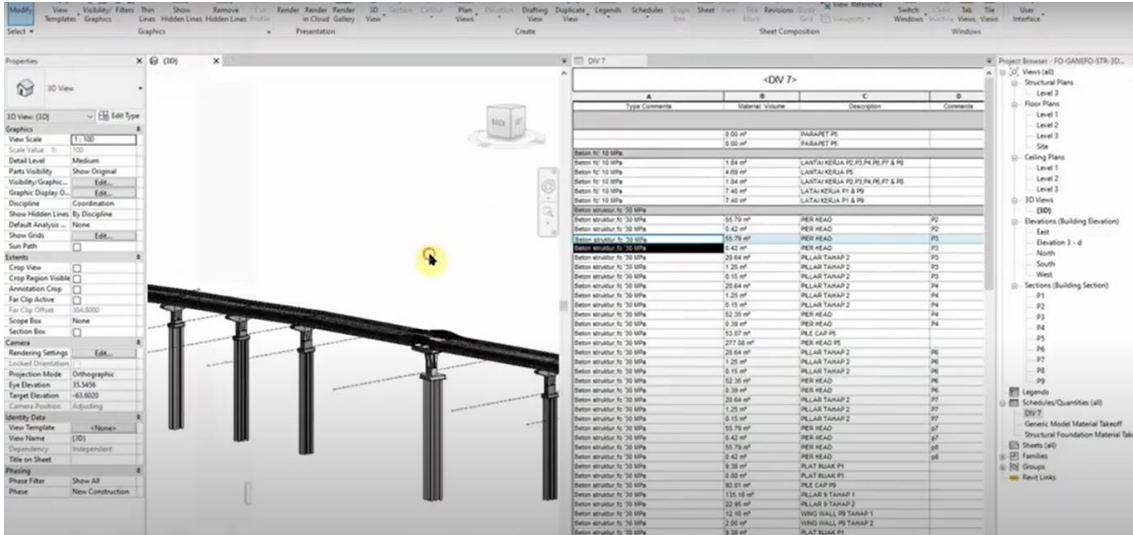
Dengan menggunakan Software Autodesk Civil 3D, data surface bisa diperoleh dari output fotogrametri (DEM) atau data pemetaan situasi eksisting oleh surveyor untuk diolah kembali ke ekosistem software autodesk seperti pada Gambar 3.56.



Gambar 3. 56 Pengolahan data dengan software Autodesk Civil 3D

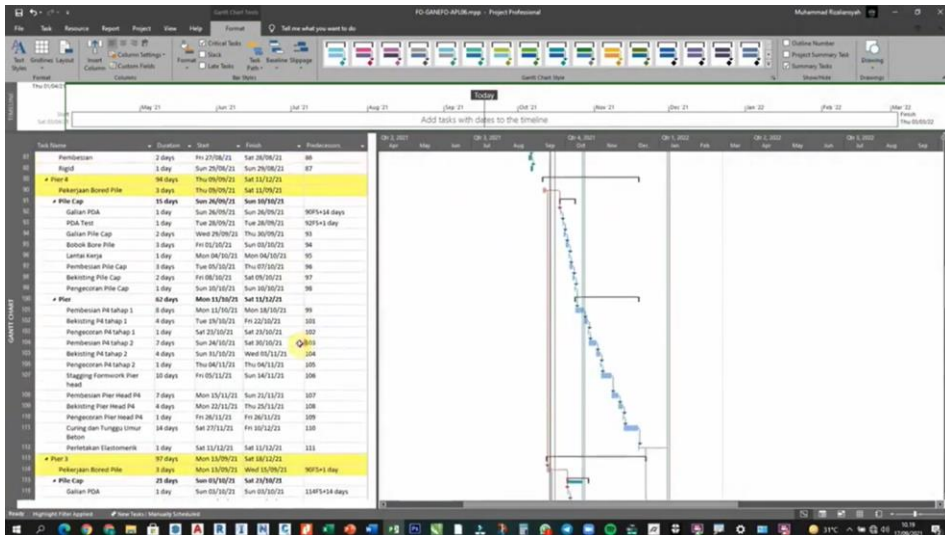
- 3D modelling & Quantity takeoff

Pemodelan untuk mendapatkan visual secara 3 dimensi dan perhitungan volume, volume yang dikeluarkan dapat dikelompokkan berdasarkan item pekerjaan, mutu, dan jenis konstruksi menggunakan *quantity takeoff* seperti pada Gambar 3.57 dan Gambar 3.58.



Gambar 3. 57 Pemodelan pilar dengan QTO

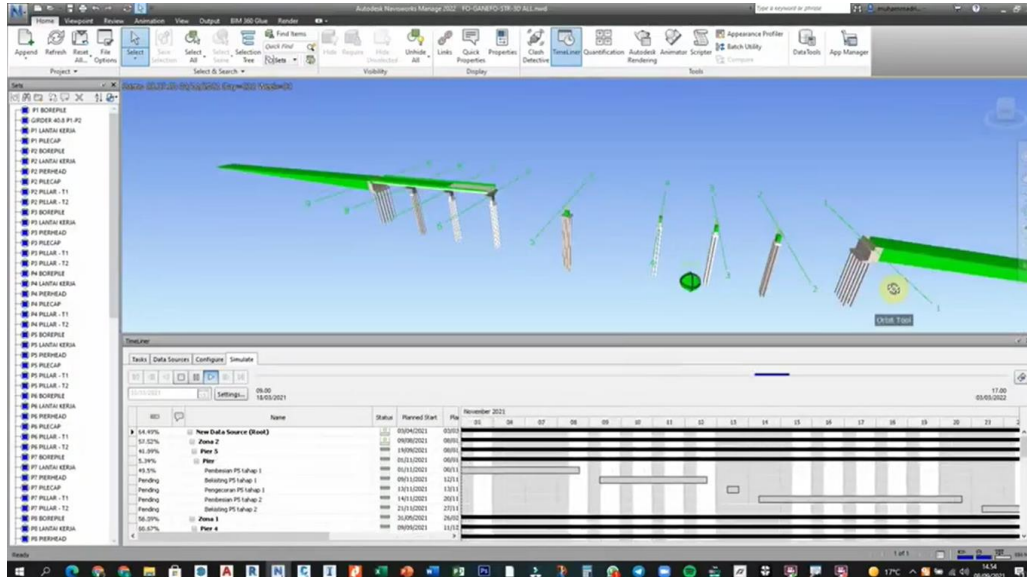
- Phase planning simulation (MS project)



Gambar 3. 58 Phase planning simulation

- Project planning simulation (naviswork)

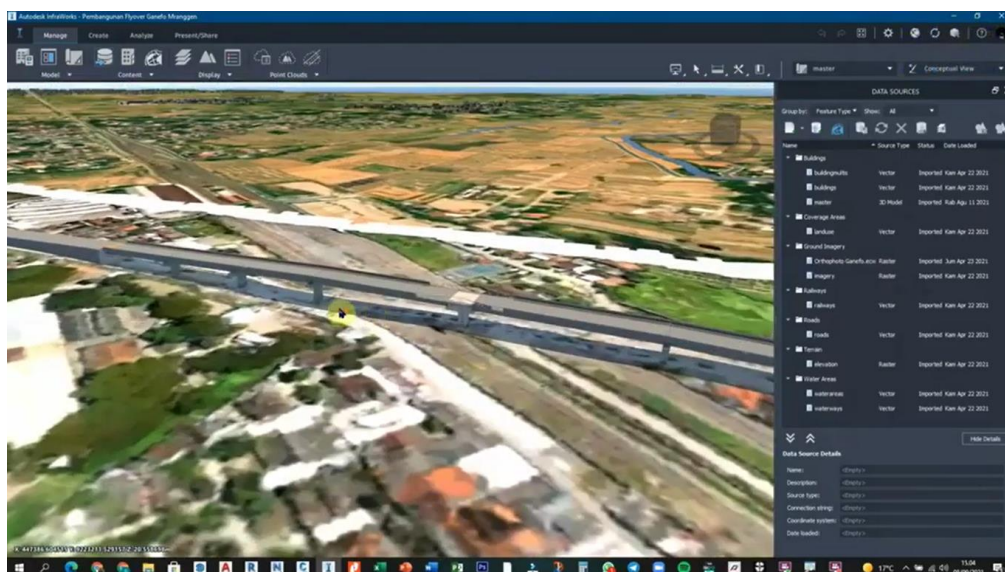
Scheduling yang dituangkan dalam permodelan 3D untuk manajemen, melacak dan mengevaluasi jadwal pekerjaan seperti Gambar 3.59.



Gambar 3. 59 Project planning dengan naviswork

- Project planning simulation (infrawork)

Scheduling dan modelling yang dituangkan ke kondisi lapangan yang didapatkan dari export fotogrametri (Orthofoto), rencana dan realisasi mingguan atau bulanan dapat ditampilkan secara aktual yang ditunjukkan pada Gambar 3.60.



Gambar 3. 60 Project planning dengan infrawork

BAB IV

TUGAS KHUSUS

4.1 Identifikasi Kekuatan Bekisting

Pada tugas khusus ini, akan dilakukan identifikasi kekuatan bekisting pilar pada salah pengerjaan yaitu pilar 7 tahap 1 pada proyek pembangunan *Fly Over Ganefo*, akan dilakukan analisa data yang diperoleh dari proses pengumpulan data dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan bekisting dalam menerima beban sendiri dan beban luar, khususnya pada saat melakukan pengecoran.

Dalam merencanakan bekisting pilar, perlu diperhatikan kekuatan dari bekisting itu sendiri karena bekisting berfungsi sebagai struktur sementara yang memikul berat sendiri, berat luar seperti beton basah, beban hidup, dan peralatan kerja selama proses pengecoran. Oleh karena itu diperlukan syarat ketentuan kekuatan bekisting sehingga mampu memikul beban ke semua arah tanpa mengalami deformasi yang berlebihan seperti Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Syarat kekuatan bekisting

Balok 2 Tumpuan		
Momen	Tegangan Lentur	Lendutan
$\frac{1}{8} \cdot x \cdot q \cdot x \cdot L^2$	$\sigma = \frac{M}{W}$	$\delta = \frac{5}{384} \cdot x \cdot q \cdot x \frac{L^4}{E \cdot x \cdot I}$

Berdasarkan Daftar II PKKI (Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia) memuat tegangan yang diijinkan untuk kayu mutu A dapat digunakan untuk bekisting. Material multiplek yang digunakan adalah jenis plywood dengan kelas kuat II yang memiliki syarat ijin seperti Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Kelas Kuat Kayu Plywood

	Kelas kuat					Jati (Tectonagrandis)
	KI I	KI II	KI III	KI IV	KI V	
σ_{lt} (kg/cm ²)	150	100	75	50	-	130
$\sigma_{tk //} = \sigma_{tr //}$ (kg/cm ²)	130	85	60	45	-	110
$\sigma_{tk \perp}$ (kg/cm ²)	40	25	15	10	-	30
$\bar{r}_{//}$ (kg/cm ²)	20	12	8	5	-	15

Pada perhitungan perencanaan bekisting, beberapa rumus membutuhkan besaran modulus elastisitas kayu (E) yang diperlukan untuk menghitung perubahan bentuk elastis, berdasarkan Daftar I PKKI modulus elastisitas kayu dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Modulus Elastisitas Kayu

Modulus kenyal (E) kayu sejajar serat

Kelas kuat kayu	E // (kg/cm ²)
I	125.000
II	100.000
III	80.000
IV	60.000

Source: daftar I PKKI

Penetapan besarnya lendutan maksimum akibat berat sendiri dan beban tetap sesuai dengan PPKI adalah sebagai berikut :

- Untuk balok pada konstruksi terlindungi $f \leq L/300$
- Untuk balok pada konstruksi tidak terlindungi $f \leq L/400$
- Untuk balok pada konstruksi kuda-kuda $f \leq L/200$
- Untuk konstruksi rangka batang yang tidak terlindung $f \leq L/700$

4.1.1 Perhitungan Kekuatan Bekisting

Berat jenis beton = 0,0024 kg/cm²

Tinggi pilar = 200 cm (tahap 1)

Jarak antar hollow = 25 cm

Jarak antar sabuk = 50 cm

Spesifikasi kayu : Multiplek plywood

- Kuat Kelas Kayu II
- Tebal Bekisting = 3 cm
- $\sigma_{lt\ ijin} = 100\ kg/cm^2$
- E = 100000 kg/cm^2

Menghitung beban q

$$\begin{aligned} q &= 0,5 \times \text{beton} \times \text{tinggi pilar}^2 \\ &= 0,5 \times 0,0024 \times 200 \times 200 \\ &= 48\ kg/cm \end{aligned}$$

$$\text{Momen Inersia (I)} = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 50 \times 3^3 = 112,5\ cm^4$$

$$\text{Momen perlawanan (W)} = \frac{1}{6} \times b \times h^2 = \frac{1}{6} \times 50 \times 3^2 = 75\ cm^3$$

$$\text{Momen (M)} = \frac{1}{8} \times q \times L^2 = \frac{1}{8} \times 48 \times 25^2 = 3750\ kg.cm$$

Menghitung Tegangan Lentur

$$\begin{aligned} \sigma_{lt\ terjadi} &= \frac{M}{W} = \frac{3750}{75} = 50\ kg/cm^2 \\ \sigma_{lt\ ijin} &= 100\ kg/cm^2 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \sigma_{lt\ terjadi} \\ \sigma_{lt\ ijin} \end{aligned}} \right\} 50\ kg/cm^2 \leq 100\ kg/cm^2, \text{ OK}$$

Menghitung Lentutan

$$\begin{aligned} \delta_{terjadi} &= \frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E \times I} = \frac{5}{384} \times 0,0024 \times \frac{25^4}{100000 \times 112,5} \\ &= 0,013733\ cm \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\delta_{terjadi}} \right\} 0,013733\ cm \leq 0,0625\ cm, \text{ OK}$$

$$\delta \text{ ijin} = \frac{L}{400} = \frac{25}{400} = 0,0625 \text{ cm}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan, material multiplek jenis plywood dengan ketebalan 3 cm ini dapat digunakan sebagai bekisting untuk struktur pilar 7 tahap 1 dengan ketinggian 200 cm. Karena material multiplek plywood ini kuat terhadap syarat lentur dan lendutan bekisting pilar yang diijinkan.

BAB V

HAL YANG MENARIK DAN PENYELESAIANNYA

5.1 Kendala di proyek

Disamping mempelajari beberapa macam pengerjaan pada proyek flyover Ganefo Mranggen, selama pelaksanaan kerja praktik, kami juga menemukan beberapa kendala dalam pelaksanaan proyek, beberapa kendala tersebut berhubungan langsung dari segi teknis dan non teknis proyek.

5.1.1 Kendala Ketidaksesuaian Perencanaan Terhadap Kondisi Existing Lapangan

Pekerjaan proyek memerlukan perencanaan yang matang sebelum proyek dikerjakan, dalam perencanaan diperlukan survey lapangan/laporan mengenai kondisi lapangan yang baik untuk meminimalisir terjadinya ketidak sesuaian antara desain rencana dengan kondisi existing di lapangan, walaupun begitu perencanaan tetap tidak ada yang sempurna dan luput dari kesalahan, termasuk di proyek Flyover Ganefo Mranggen.

Selama melaksanakan kerja praktek kami mendapatkan informasi terdapat beberapa ketidaksesuaian perencanaan pada proyek flyover Ganefo Mranggen dengan kondisi existing di lapangan, mulai dari ketidaksesuaian gambar rencana, hingga perubahan pembebasan lahan proyek.

5.1.2 Perubahan Jarak Antar Pilar

Dalam pelaksanaan pengerjaan flyover, kontraktor menemukan beberapa ketidaksesuaian desain dengan kondisi existing di lapangan, salah satunya yaitu jarak dari pilar kedua ke pilar ketiga jembatan, bentang antar pillar kedua ke pilar ketiga harus diperpendek dari perencanaan awal karena kondisi di lapangan yang terdapat sungai, jika bentang tidak diperkecil maka pilar akan berada di tengah-tengah sungai sehingga akan menyulitkan pekerjaan serta akan mengganggu aliran sungai. Bentang pilar kedua ke pilar ketiga yang awalnya 36,8 meter diperpendek menjadi 32,8.

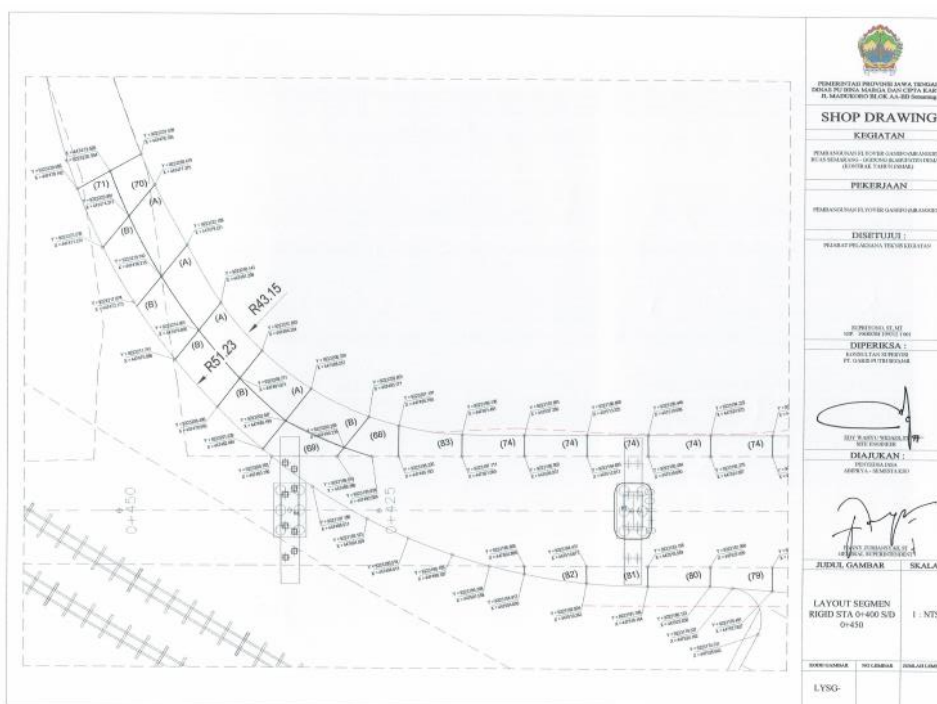
5.1.3 Perubahan Dimensi Rigid

Dalam pelaksanaan pengerjaan rigid, kontraktor menemukan beberapa ketidaksuaian desain gambar kerja (shop drawing) dengan kondisi existing di lapamgan, salah, yaitu dimensi

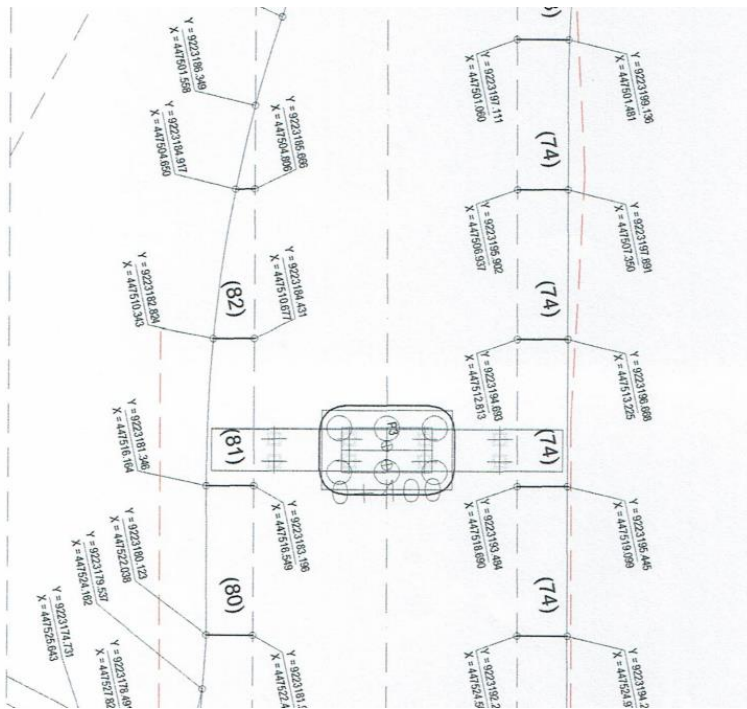
rigid pavement yang terletak pada segmen 82 dengan kondisi lapangan ditunjukkan pada Gambar 5.1 dan desain gambar kerja pada Gambar 5.2, Gambar 5.3 serta Gambar 5.4.



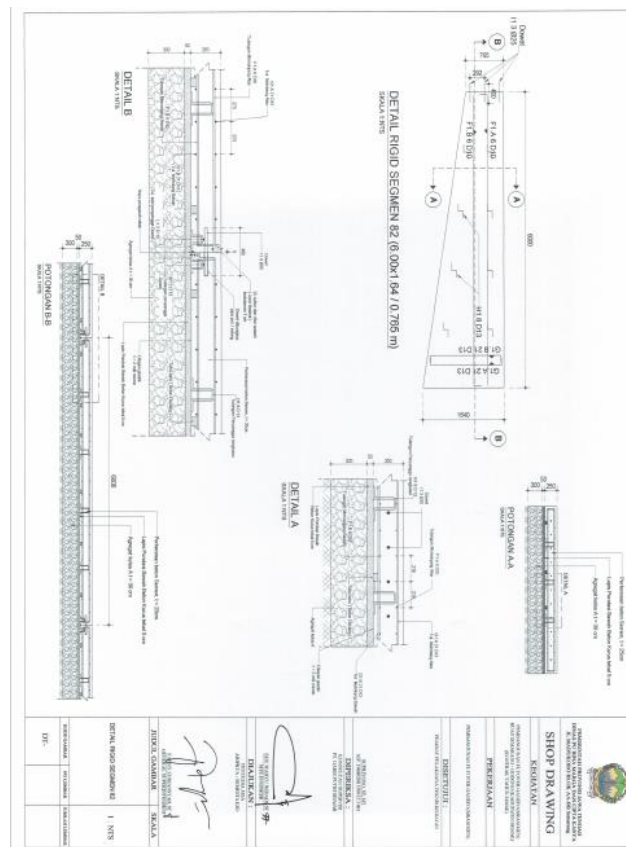
Gambar 5. 1 Kondisi Lapangan Segmen 82



Gambar 5. 2 Rencana Rigid



Gambar 5. 3 Zoom in Segmen 82



Gambar 5. 4 Detail Rencana Rigid Segmen 82

5.2 Inovasi di Proyek

5.2.1 Penggunaan BIM (Building Information Modelling)

Dalam pengerjaan proyek flyover Ganefo Mranggen, Building Information Modelling diperkenalkan sebagai salah satu sarana software pembantu untuk memudahkan para ahli mengerjakan proyek, BIM adalah inovasi dalam dunia konstruksi yang menawarkan efektifitas dan kemudahan di dalam pekerjaan. Dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, dan menuju revolusi industri 4.0, proyek pemerintahan Indonesia mewajibkan para pelaksananya untuk menggunakan software BIM (Building Information Modelling).

Dalam pengerjaan suatu proyek, sering kali apa yang disepakati saat perencanaan awal tidak sejalan dengan kenyataan yang terlihat saat proyek berlangsung, BIM pada dasarnya adalah sistem komunikasi dalam pengerjaan suatu proyek yang menjadi penghubung dari satu pekerjaan ke pekerjaan lainnya serta satu elemen ke elemen lainnya, sehingga pelaksanaan berbagai pekerjaan di proyek dapat terintegritas pada satu sistem dengan baik sehingga para pelaksana proyek dapat lebih mudah dalam menjalankan proyek dan dapat mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah yang ada dengan lebih mudah dan tidak berantakan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Pada sub-bab ini akan dijelaskan tentang kesimpulan umum proyek dari yang sudah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya. Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penyusunan laporan kerja praktik ini adalah sebagai berikut :

- a. Pekerjaan Proyek Pembangunan Fly Over Ganefo (Mranggen) dilaksanakan oleh penyedia jasa PT.BRANTAS ABIPRAYA (Persero) dan PT.HERONI KARYA SEMESTA (KSO) dengan konsultan pengawas PT.GARIS PUTIH SEJAJAR.
- b. Pekerjaan yang diamati oleh penulis selama pelaksanaan magang adalah semua pekerjaan yang sedang berlangsung di Proyek Pembangunan Fly Over Ganefo (Mranggen) yang terdiri dari rigid pavement, pondasi bored pile, galian dan, pier head.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan langsung, saran yang dapat diberikan dalam penyusunan laporan kerja praktik ini adalah sebagai berikut :

- a. Pengawasan dari pelaksana harus benar-benar diterapkan dengan tegas dan juga diiringi dengan keterangan yang jelas dalam suatu pekerjaan agar tidak terjadi kesalahan.
- b. Perlunya koordinasi yang baik antara pemilik proyek, pelaksana, konsultan supervisi dan para pekerja. Komunikasi antar pihak diperlukan agar adanya pemikiran yang sejalan sehingga setiap pekerjaan dapat berjalan dengan sebagaimana mestinya dan tidak terjadi kesalahpahaman antar pihak.
- c. Segala jenis permasalahan yang terjadi harus segera ditanggapi dan diatasi dengan cepat, karena dapat mengganggu progres proyek yang dapat mengakibatkan keterlambatan pengerjaan.
- d. Bagi para perencana, disarankan untuk mensurvei lapangan agar data yang di dapat lebih akurat, sehingga perencanaan dapat berjalan sesuai dengan permintaan owner tanpa terjadi kegagalan proyek konstruksi.