



KERJA PRAKTEK – RC18-4802

**LAPORAN KERJA PRAKTEK
PROYEK PEMBANGUNAN *FLYOVER* GANEFO MRANGGEN RUAS
SEMARANG – GODONG
KABUPATEN DEMAK**

M. FAIZ AKBAR
M. IRFAN SUSANTO

NRP. 03111840000061
NRP. 03111840000144

Dosen Pembimbing
Ahmad Bashofi Habieb, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 1992202011038

Pembimbing Lapangan
Hartadi Aco

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2021

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PROYEK PEMBANGUNAN FLYOVER GANEFO MRANGGEN, RUAS
SEMARANG - GODONG, KABUPATEN DEMAK

M. FAIZ AKBAR

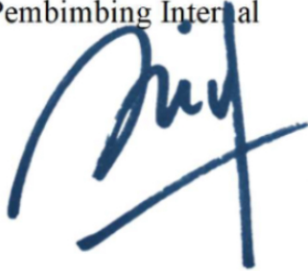
NRP. 0311184000061

MUHAMMAD IRFAN SUSANTO NRP. 03111840000144

Surabaya, 7 Januari 2022

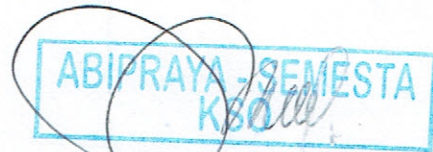
Menyetujui,

Dosen Pembimbing Internal



Ahmad Basshofi Habieb, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197209272006041001

Dosen Pembimbing Lapangan



Hartadi Aco
Site Engineering Manager

Mengetahui,

Sekretaris Departemen I

Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Departemen Teknik Sipil FTSPK-ITS



Duta Irfana S.T., M.T., Ph.D.

NIP.19800430 200501 1 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan berkat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek pada proyek “Pembangunan *Flyover* Ganefo Mranggen ruas Semarang – Godong (Kabupaten Demak)” dengan tepat waktu. Kerja Praktek merupakan salah satu mata kuliah wajib ditempuh oleh semua mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Kerja praktek yang penulis lakukan selama dua bulan dimulai dari tanggal 23 Juli 2021 sampai dengan 23 September 2021.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan memberikan kesempatan dalam penulisan laporan kerja praktek pada proyek ini :

1. Ahmad Basshofi Habieb, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing penulis dalam penyusunan laporan Kerja Praktek ini.
2. Fanny Zuriansyah, selaku *Project Manager*, Proyek Pembangunan *Flyover* Ganefo Mranggen ruas Semarang – Godong (Kabupaten Demak).
3. Hartadi Aco, selaku Pembimbing Lapangan, Proyek Pembangunan *Flyover* Ganefo Mranggen ruas Semarang – Godong (Kabupaten Demak)..
4. Seluruh karyawan dan pekerja pada Proyek Pembangunan *Flyover* Ganefo Mranggen ruas Semarang – Godong (Kabupaten Demak)..
5. Teman-teman Teknik Sipil ITS 2018, yang memberikan dukungan kepada penulis dalam penyusunan laporan ini.

Dalam penyusunan laporan dan selama pelaksanaan kerja praktek, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan. Maka kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kebaikan laporan ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, penulis, dan semua pihak yang terkait dalam aktivitas kerja praktek.

Surabaya, 11 Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN.....	7
1.1. Latar Belakang dan Gambaran Umum Proyek	7
1.2. Maksud dan Tujuan Kerja Praktek.....	7
Maksud dan tujuan dari kerja praktek adalah sebagai berikut :	7
1.3. Data Proyek.....	8
1.4. Lokasi Proyek Kerja Praktek.....	8
1.5. Waktu Kerja Praktek	8
1.6. Metode Pelaksanaan Kerja Praktek.....	8
1.7. Kegiatan di Lokasi Proyek	9
BAB II STUDI KASUS.....	10
2.1. Proses/Aktivitas.....	10
2.1.1. Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Beton.....	10
2.1.1.1. Pelaksanaan pemasangan bekisting	11
2.1.1.2. Pelaksanaan Pemasangan Tulangan Perkerasan Beton	12
2.1.1.3. Pelaksanaan Pengecoran Perkerasan Beton.....	12
2.1.1.4. Produksi Beton Untuk Perkerasan di Batching Plant dan Pengangkutan Campuran Beton Menuju Site Proyek	14
2.1.2. Pelaksanaan Pekerjaan <i>Bored pile</i>	15
2.1.3.1. Pekerjaan Pengujian PDA	18
2.1.3. Pelaksanaan pekerjaan pilar <i>Flyover</i>	19
2.1.4.1. Pelaksanaan Penulangan Pile.....	20
2.1.4.2. Pekerjaan Bekisting Pile.....	23
2.1.4.3. Pekerjaan pengecoran Pile.....	24
2.1.4.4. Pekerjaan Pile cap.....	25
2.1.4.5. Pekerjaan Pire head	26
2.1.4. Pelaksanaan pembelajaran Building Information Modelling (BIM)	27
2.1.5.1. Pengertian BIM.....	27
2.1.5.2. Latar Belakang BIM	28
2.1.5.3. Penggunaan BIM	30
2.1.5.4. Peran Dalam Organisasi BIM.....	30
2.1.5.5. Pengaturan Permodelan	31
2.1.5.6. Proses BIM Level of Development (LOD)	31

2.1.5.7.	BIM Master Workflow	33
2.1.5.8.	BIM Modelling	34
2.1.5.	Pelaksanaan Pekerjaan Precast Girder	36
2.1.6.	Pekerjaan Detouring dan Perkuatan Rel	41
2.1.7.	Tugas Khusus Selama Kerja Praktek	42
2.1.7.1.	Peninjauan Kesesuaian Ukuran Girder Terhadap Desain.....	42
2.1.7.2.	Peninjauan Kesesuaian Waktu Pelaksanaan Aktual Terhadap Perencanaan Proyek	44
BAB III	HAL YANG MENARIK DAN PENYELESAIANNYA.....	45
3.1.	Kendala di Proyek dan Pemecahan	45
3.1.1.	Kendala Ketidaksesuaian Perencanaan Terhadap Kondisi Existing Lapangan .45	
3.1.1.1.	Perubahan Jarak Antar Pilar	45
3.1.2.	Penyimpanan Material dan Peralatan Konstruksi Terlalu Sempit	45
3.1.3.	Pembangunan Pilar Berada Ditengah-tengah Jalan Raya dan Rel Kereta Api ..46	
3.1.4.	Pengairan pada Pembangunan <i>Bored pile</i>	47
3.1.5.	Banyak Pekerja Proyek yang Terpapar Virus Covid-19.....	47
3.2.	Inovasi di Proyek.....	48
3.2.1.	Penggunaan Building Information Modelling (BIM)	48
3.2.2.	Pembuatan Detouring Untuk Membantu Pengerjaan Proyek	48
3.2.3.	Absensi <i>Barcode</i>	48
3.2.4.	Aplikasi Material Checklist	49
3.2.5.	Aplikasi Insitu-Cast	49
BAB IV	KESIMPULAN DAN PENUTUP	50
4.1.	Kesimpulan.....	50
4.2.	Saran.....	50
BAB V	LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Scope of Work Proyek <i>Flyover</i> Ganefo Mranggen	10
Gambar 2.2 Area proyek <i>flyover</i> Ganefo Mranggen	10
Gambar 2.3. Pemasangan Bekisting	11
Gambar 2. 4. Pelaksanaan Pemasangan Tulangan Perkerasan Beton.....	12
Gambar 2. 5. Pengecoran Rigid	13
Gambar 2. 6. pengujian Beton 7 hari Pekerjaan Rigid	15
Gambar 2. 7. <i>Flow Chart</i> Pekerjaan <i>Bored pile</i>	16
Gambar 2. 8. Pekerjaan pengeboran <i>Bored pile</i>	17
Gambar 2. 9. Pemberian Air pada Titik Pengeboran	17
Gambar 2. 10. Pemasangan Sensor dan Pengetesan PDA	19
Gambar 2. 11. Gambar Rencana Pilar <i>Flyover</i> Ganefo Mranggen.....	19
Gambar 2. 12. Gambar Rencana Penulangan Pilar	20
Gambar 2. 13. Pelaksanaan Penulangan Abudment	20
Gambar 2. 14. detail finishing pilar 2	21
Gambar 2. 15. Tampak Atas detail penulangan pier 2.....	21
Gambar 2. 16. Potongan A pilar 2	22
Gambar 2. 17. Potongan B pilar 2.....	22
Gambar 2.18. Berat bersih pilar 2.....	23
Gambar 2. 19. Pemasangan Bekisting Pilar.....	23
Gambar 2. 20. Pengecoran Pilar 7 Menggunakan Concrete Pump.....	25
Gambar 2. 21. Flowchart Pekerjaan Pilecap	26
Gambar 2. 22. Tingkatan Implementasi <i>BIM</i>	27
Gambar 2. 23. Sertifikasi ISO BIM PT. Brantas Abipraya	29
Gambar 2. 24. Tingkatan <i>Level of Development (LOD)</i>	32
Gambar 2. 25. Alur Koordinasi Dokumen.....	33
Gambar 2. 26. Software <i>BIM</i>	34
Gambar 2. 27. Pengolahan foto dengan Agisoft Metashape.....	34
Gambar 2. 28. Software <i>BIM</i>	34
Gambar 2. 29. Permodelan dengan Revit 2022	35
Gambar 2. 30. Metode CDE (<i>Common Data Environment</i>).....	35
Gambar 2. 31. Proses Pengcoran Girder di Batching Plant Abipraya Beton.....	36
Gambar 2. 32. Proses Percetakan Girder di Batching Plant Abipraya Beton	37
Gambar 2. 33. Job Mix Formula PCU Girder.....	38
Gambar 2. 34. Hasil Uji Kuat Tekan Beton PCU Girder.....	38
Gambar 2. 35. Pengetesan Uji Kuat Beton PCU Girder	39
Gambar 2. 36. Tampak Samping dan Tampak Atas PCU Girder	39
Gambar 2. 37. Potongan PCU Girder	40
Gambar 2. 38. Hasil PCU Girder yang Telah Jadi.....	41
Gambar 2. 39. Pekerjaan Detouring dan Perkerasan Rel.....	42
Gambar 2. 40. Pengecekan Ukuran Girder	43
Gambar 2. 41. Hasil Checklist Ukuran Girder.....	43
Gambar 2. 42. Peninjauan Pelaksanaan Pekerjaan STA 200.....	44

Gambar 2. 43. Hasil Peninjauan Pekerjaan Proyek	44
Gambar 3. 1. Retak Pada Girder	46
Gambar 3. 2. Pembangunan Detouring dan Perkuatan Rel	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Spesifikasi <i>Ready Mix Rigid Pavement</i>	13
Tabel 2. 2. Hasil kuat lentur beton <i>rigid</i>	14
Tabel 2. 3. Penggunaan BIM	30
Tabel 2. 4. Peran Organisasi dalam BIM	31
Tabel 2. 5. Perangkat Lunak BIM.....	31
Tabel 2. 6. Spesifikasi SSD PCU Girder	37
Tabel 2. 7. Hasil Uji Tekan PCU Girder.....	41

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Gambaran Umum Proyek

Mahasiswa dalam menempuh perkuliahan diharapkan mendapatkan 2 jenis Ilmu yang berbeda, yaitu ilmu teori dan ilmu praktek. Ilmu teori adalah ilmu yang didapatkan oleh Mahasiswa selama perkuliahan berlangsung di kelas, yang didapat dari buku atau platform pendidikan lainnya. Sedangkan Ilmu Praktek adalah ilmu yang didapatkan oleh Mahasiswa secara langsung dengan menerapkan ilmu teori yang didapatkan selama perkuliahan untuk diimplementasikan secara langsung di Lapangan.

Mahasiswa Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) harus memiliki kemampuan lebih tidak hanya dalam ilmu teori keteknik sipilan saja, namun juga harus memiliki pengalaman dalam penerapan ilmu perkuliahan secara langsung di lapangan. Salah satu jalan untuk mendapatkan pengalaman dalam penerapan ilmu perkuliahan di lapangan adalah dengan kegiatan Kerja Praktek.

Kegiatan Kerja Praktek dilaksanakan agar Mahasiswa dapat mengerti implementasi dari Ilmu Teori yang mereka dapatkan untuk mendapatkan pengalaman serta ilmu lapangan yang sangat bermanfaat bagi Mahasiswa untuk lebih siap dalam menghadapi dunia kerja, dimana dalam pelaksanaan proyek, terdapat banyak masalah-masalah tak terduga yang hanya dapat dibantu dan diselesaikan dengan ilmu terapan lapangan.

Kepentingan akan dilaksanakannya kerja praktek membuat Mahasiswa wajib untuk melaksanakannya. Oleh karena itu, Penulis melaksanakan kerja praktek Teknik Sipil di PT. Brantas Abipraya sebagai kontraktor dalam pengerjaan proyek *Flyover* Ganefo Mranggen, ruas jalan Semarang-Godong, Kabupaten Demak, Jawa Tengah.

Proyek Pembangunan Fly Over Ganevo (Mranggen) merupakan proyek jembatan beton girder yang dibangun dengan panjang efektif total proyek yaitu 600 meter, dibangun diatas jalan kereta api, proyek *Flyover* mranggen dikerjakan dengan masa pengerjaan 515 hari kerja, dengan rincian pengerjaannya yaitu pembangunan *Flyover* dan perkerasan serta pelebaran jalan. Proyek *Flyover* Ganefo Mranggen menghubungkan jalur Purwodadi, Demak dan Kota Semarang, dengan lebar *Flyover* yaitu 13,5 meter dengan tinggi yaitu 7 meter.

1.2. Maksud dan Tujuan Kerja Praktek

Maksud dan tujuan dari kerja praktek adalah sebagai berikut :

1. Mengikuti, mempelajari, serta memahami proses pelaksanaan pekerjaan struktur di Proyek Pembangunan *Flyover* Ganefo Mranggen, Kabupaten Demak secara langsung yang didalamnya terdapat proses perencanaan dan pembangunan.
2. Mengerti serta memahami permasalahan yang ada di proyek serta cara menanganinya.
3. Memahami dan mengetahui proses teknis dan non teknis pengerjaan proyek di lapangan.
4. Sarana belajar untuk berkomunikasi lebih baik dalam pekerjaan proyek sebagai bekal mahasiswa di dunia kerja.

1.3. Data Proyek

Nama Proyek	: Proyek Pembangunan <i>Flyover</i> 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	: 600 m
Penyedia Jasa KSO	: PT. Brantas Abipraya (Persero) dan Heroni Karya Semesta
Tanggal Penunjukan	: 11 September 2020
Nilai Kontrak	: Rp 109.037.051.430,51
Nilai DPA	: Tahun 2020 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

1.4. Lokasi Proyek Kerja Praktek

Lokasi pelaksanaan Kerja Praktek di Proyek **Pembangunan *Flyover* Ganefo Mranggen, Ruas Semarang-Godong, Kabupaten Demak.**

1.5. Waktu Kerja Praktek

Waktu pelaksanaan kerja praktek adalah 2 Bulan, dilakukan mulai tanggal 24 Juli 2021 s/d 24 September 2021.

1.6. Metode Pelaksanaan Kerja Praktek

Metodologi yang dipakai dalam kerja praktek ini meliputi:

1. Pengamatan di lapangan
Pengamatan dilakukan meliputi jenis pekerjaan, metode pelaksanaan, dan pemecahan masalah di lapangan.
2. Asistensi Kerja Lapangan
Asistensi kerja lapangan dilaksanakan bersama dengan dosen pembimbing kerja praktek,
3. Analisa Metode
Identifikasi terkait realisasi metode yang direncanakan pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan serta melakukan perubahan terhadap metode berdasarkan pada kondisi lapangan.
4. Identifikasi Masalah
Identifikasi mengenai masalah-masalah yang terdapat langsung di lapangan dan mempelajari cara-cara untuk menyelesaikannya.
5. Studi Literatur
Studi literatur adalah mempelajari buku-buku atau literatur-literatur untuk mempelajari teori-teori yang telah didapat di perkuliahan untuk dibandingkan dengan kenyataan pelaksanaan di lapangan.
6. Penyusunan Laporan Kerja Praktek
Penyusunan laporan ini dibuat berdasarkan hasil pengamatan terhadap pekerjaan *flyover* Ganefo Mranggen, Kabupaten Demak.

1.7. Kegiatan di Lokasi Proyek

Adapun kegiatan yang dilakukan selama kerja praktek adalah:

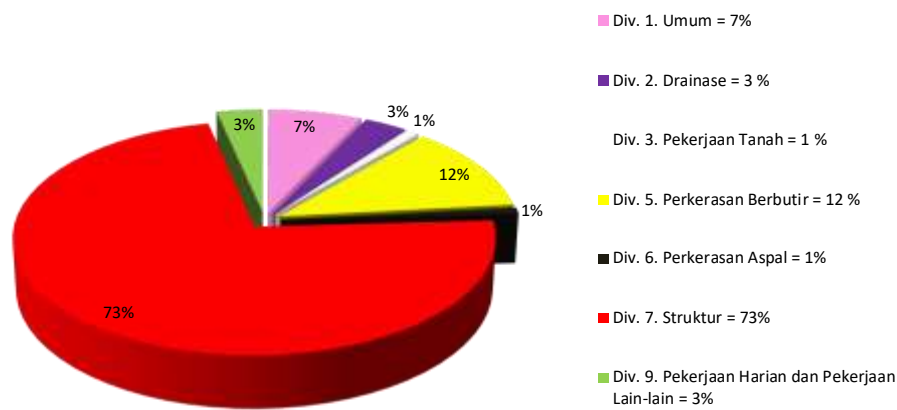
1. Meninjau serta mempelajari sebanyak-banyaknya pekerjaan yang terdapat pada proyek Pembangunan *flyover* Ganefo Mranggen
2. Meninjau metode pelaksanaan pekerjaan struktur Proyek *flyover* Ganefo Mranggen
3. Meninjau kesesuaian waktu pelaksanaan aktual terhadap perencanaan proyek Pembangunan *flyover* Ganefo Mranggen.
4. Meninjau kesesuaian wujud hasil pelaksanaan terhadap gambar shop Proyek Pembangunan *flyover* Ganefo Mranggen.
4. Menganalisis permasalahan yang terjadi di lapangan Proyek Pembangunan *flyover* Ganefo Mranggen.

BAB II STUDI KASUS

2.1. Proses/Aktivitas

Terdapat berbagai macam pengerjaan di Proyek *Flyover* Ganefo Mranggen, beberapa diantara pekerjaan/aktivitas yang penulis ikuti dan pelajari adalah pelaksanaan pekerjaan perkerasan beton, pelaksanaan pekerjaan timbunan, pekerjaan pilar, pekerjaan *bored pile*, pelaksanaan pembelajaran Building Information Modelling (BIM), serta pelaksanaan pengelolaan material dan peralatan.

Secara umum, pekerjaan proyek *flyover* Ganefo Mranggen dibedakan menjadi beberapa pekerjaan yang diantaranya yaitu pekerjaan struktural dan pekerjaan perkerasan.

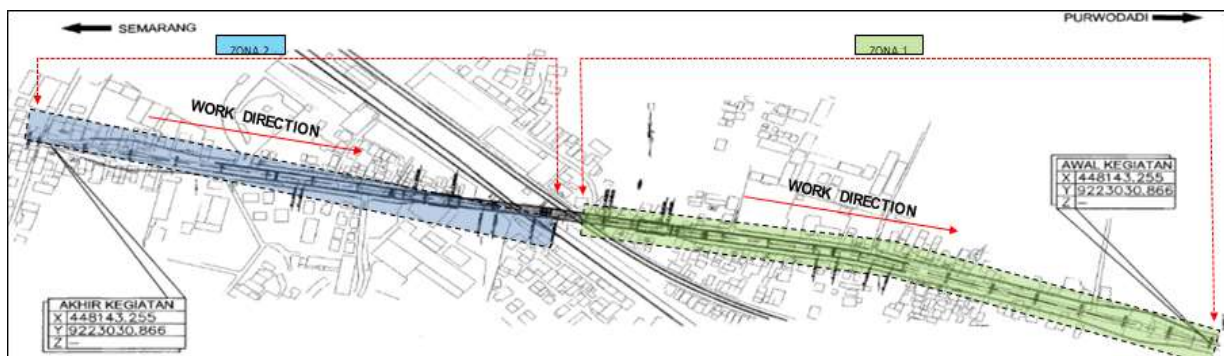


Gambar 2.1. Scope of Work Proyek *Flyover* Ganefo Mranggen

Diagram diatas menunjukkan pembagian pekerjaan yang terdapat pada proyek *flyover* Ganefo, Mranggen mulai dari pekerjaan umum, drainase, perkerasan berbutir, pekerjaan tanah, perkerasan aspal serta pekerjaan harian dan lain-lain.

2.1.1. Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Beton

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/continue, dengan penggambaran pelaksanaannya adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Area proyek *flyover* Ganefo 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 beton langsung dituang dan diratakan 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*.

2.1.1.1. Pelaksanaan pemasangan bekisting

Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituang sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Sebelum pelaksanaan pemasangan bekisting dalam pekerjaan perkerasan beton semen dilakukan pemasangan dan pengecekan string line, kemudian dilaksanakan fabrikasi dowel dan tie bar yang selanjutnya bekisting mulai dipasang dalam pekerjaan. Bekisting dibuat dari kayu sederhana yang kemudian diikat dengan besi, sehingga ketika mulai pemasangan tulangan, bekisting tidak bergeser dari tempatnya.



Gambar 2.3. Pemasangan Bekisting

2.1.1.2. Pelaksanaan Pemasangan Tulangan Perkerasan Beton

Setelah bekisting telah dibikin, langkah selanjutnya ada 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.



Gambar 2. 4. Pelaksanaan Pemasangan Tulangan Perkerasan Beton

2.1.1.3. Pelaksanaan Pengecoran Perkerasan Beton

Pekerjaan pengecoran beton untuk perkerasan jalan dilaksanakan setelah pemasangan bekisting dan penulangan telah selesai, pengecoran menggunakan beton fs45 yang dikerjakan oleh penyedia beton/sub kontraktor PT. Varia Usaha Beton. Pengerjaan beton *readymix* dilaksanakan di tempat batching plant Varia usaha beton di Semarang Utara. dalam proses pengecoran, setiap pekerja harus memakai Alat Pelindung Diri (APD), mulai dari safety boot, helm, sarung tangan, masker hingga pelindung mata. Selain pemakaian APD yang sesuai prosedur, para pekerja proyek juga melakukan perencanaan serta pengecekan lebih lanjut terhadap dimensi pengecoran. Dengan demikian, perencanaan dan ukuran zona pengecoran harus ditentukan dengan baik sejak awal sehingga proses pengecoran dapat dilakukan secara lebih presisi, efektif dan tidak terdapat masalah.

Sebelum proses pengecoran, pekerja juga harus kembali memastikan bahwa bekisting telah kuat. Saat proses pengecoran berlangsung, harus dipastikan bekisting dan tulangan tidak rusak atau berubah. Durasi proses pengerasan dapat dipengaruhi cuaca panas atau angin yang kencang dan kedua hal tersebut merupakan faktor yang mempengaruhi proses pengeringan beton. Dalam proses pengecoran, pekerja tidak dianjurkan menambahkan air pada beton untuk memudahkan proses pengecoran. Jika dirasa harus menambahkan air, maka bisa gunakan campuran air dan semen.

Perlakuan dalam proses pengecoran juga berbeda tergantung pada kontur elemen yang dicor. Pengecoran elemen vertikal langsung dari truk molen karna pengecoran berada pada elevasi ground floor, sedangkan elemen horizontal menggunakan alat bantu concrete mixer. Sementara itu pada volume pekerjaan kecil digunakan alat bantu TC dan Bucket cor.

Proses pengecoran dimulai dari pojok bekisting sebagai tempat yang menjadi posisi akhir beton. Pada saat pengecoran, kondisi beton perlu dipantau agar tidak terlalu basah ataupun kering sehingga tidak terjadi segregasi, kemudian dilanjutkan dengan proses

pemadatan. Proses pemadatan dibagi menjadi 2 metode yaitu pemadatan menggunakan vibrator eksternal dan internal dimana fungsi vibrator eksternal untuk pemadatan dan vibrator internal untuk mengeluarkan udara yang terperangkap dalam beton sehingga beton memadat memenuhi bekisting.



Gambar 2. 5. Pengecoran Rigid

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) Ex. Type D Sika	0.62	0.78	1.04	0.98	0.71	0.75
Admixture Super Plasticizer	(ltr) Ex. Type F Sika	1.61	2.03	2.73	3.86	1.75	-
Admixture Super Plasticizer	(ltr) Ex. Visco Sika						4.15
w/c Ratio		0.761	0.603	0.449	0.432	0.4	0.286

Tabel 2. 1. Spesifikasi Ready Mix Rigid Pavement

Penulis juga mengamati hasil tes lentur beton rigid (tes 7 hari) dengan hasil tes adalah sebagai berikut :

No.	Tanggal		Umur	Gaya Tekan	Panjang 2 Tumpuan	Lebar Balok	Tinggi Balok	Modulus of Rupture
	Pengecoran	Pengetesan		P	L	b	h	$\sigma_{MR} = \frac{PL}{bh^2}$
			hr	KN	cm	cm	cm	Kg/cm ²
1	27-Juli-21	03-Agust-21	7	39,00	45,00	15,0	15,0	53,02
2	27-Juli-21	03-Agust-21	7	40,00	45,00	15,0	15,0	54,38
3	27-Juli-21	03-Agust-21	7	38,00	45,00	15,0	15,0	51,67

Tabel 2. 2. Hasil kuat lentur beton *rigid*

Hasil Tes Lentur Beton Rigid (7 Hari)

PROYEK : PEMBANGUNAN *FLYOVER*
 GANEFO MRANGGEN
 MUTU : FS 45
 BENDA UJI : **BEAM / BALOK**

Catatan :

Slump on site = 50 – 70 mm
 Pengetesan benda uji 3 buah

2.1.1.4. Produksi Beton Untuk Perkerasan di *Batching Plant* 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 mengadakan 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, berikut merupakan salah satu dokumentasi pada saat pengujian di Varia Beton :



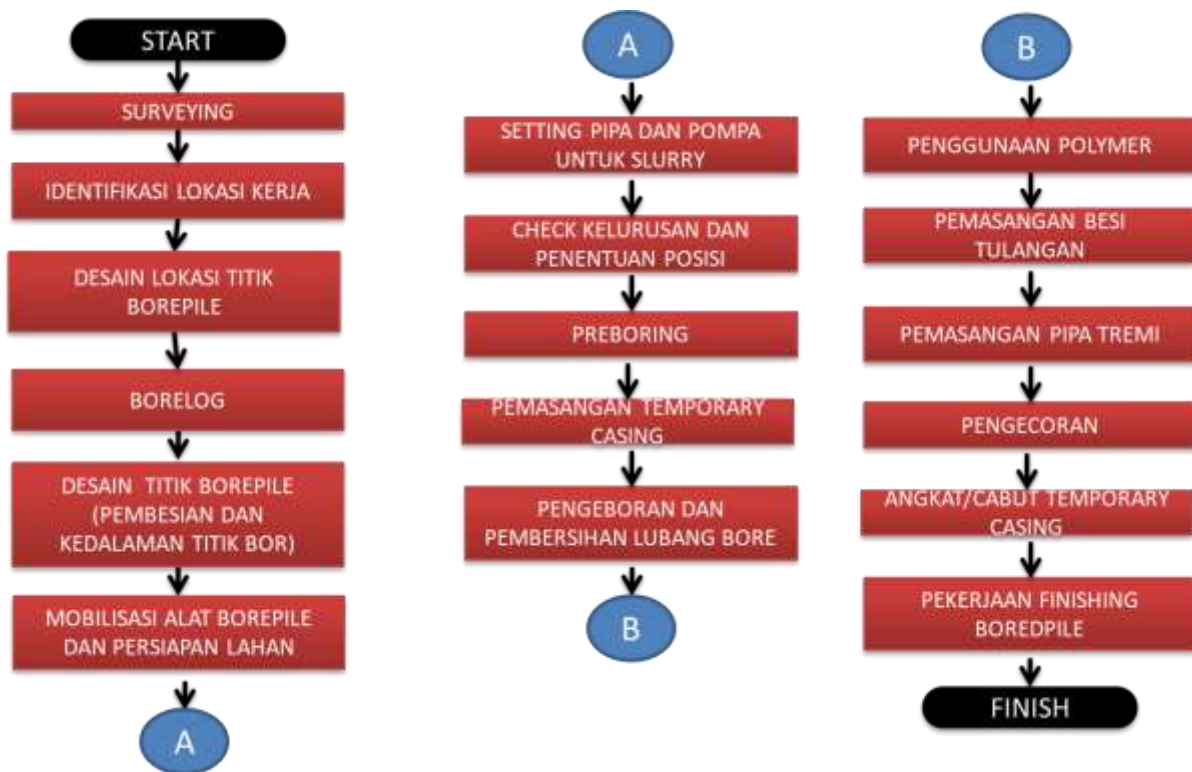
Gambar 2. 6. pengujian Beton 7 hari Pekerjaan Rigid

2.1.2. 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*).

Bored pile di proyek *Flyover Ganefo Mranggen* dikerjakan dengan diameter 1000 mm, dengan mutu beton yang digunakan adalah f_c 30. Berikut adalah flow chart pekerjaan *bored pile*:



Gambar 2. 7. Flow Chart Pekerjaan 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 pabrikan 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 dilanjut 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.



Gambar 2. 8. Pekerjaan pengeboran *Bored pile*

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.



Gambar 2. 9. Pemberian Air pada Titik Pengeboran

2.1.3.1. Pekerjaan Pengujian PDA

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.

Beberapa data yang didapatkan dan dianalisa dari pengujian PDA adalah sebagai berikut :

a. Daya Dukung Aksial

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.

b. Keutuhan Tiang

Keutuhan tiang *bored pile* juga dapat diketahui pada pengujian *PDA test*.

c. Efisiensi Energi yang Ditransfer

PDA test juga dapat mengetahui seberapa besar dan efisien energi yang dapat diterima oleh *bored pile*.

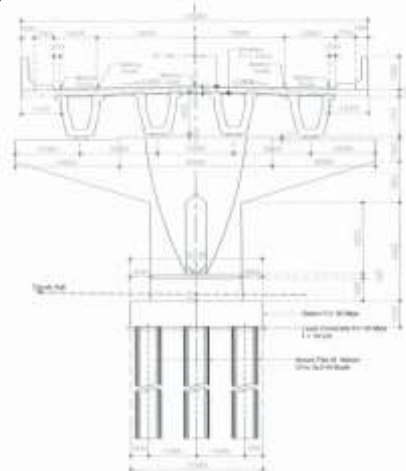
Berikut merupakan dokumentasi dalam pengujian *PDA test* untuk *bored pile flyover* yang dilaksanakan oleh PT. PAKU BUMI yang sekaligus sebagai sub-kontraktor dari pembangunan *bored pile* :



Gambar 2. 10. Pemasangan Sensor dan Pengetesan PDA

2.1.3. 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.



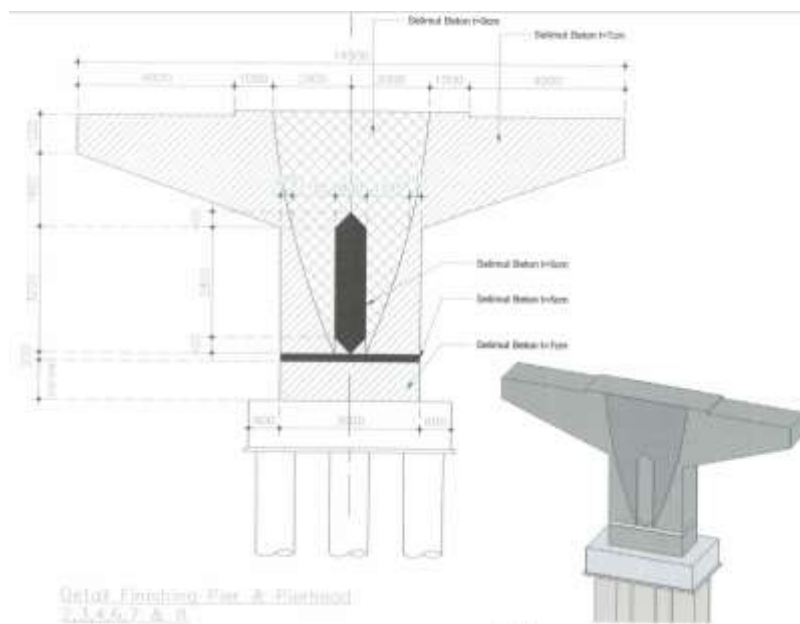
Gambar 2. 11. Gambar Rencana Pilar *Flyover* Ganefo Mranggen

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.

2.1.4.1. Pelaksanaan Penulangan Pile

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.



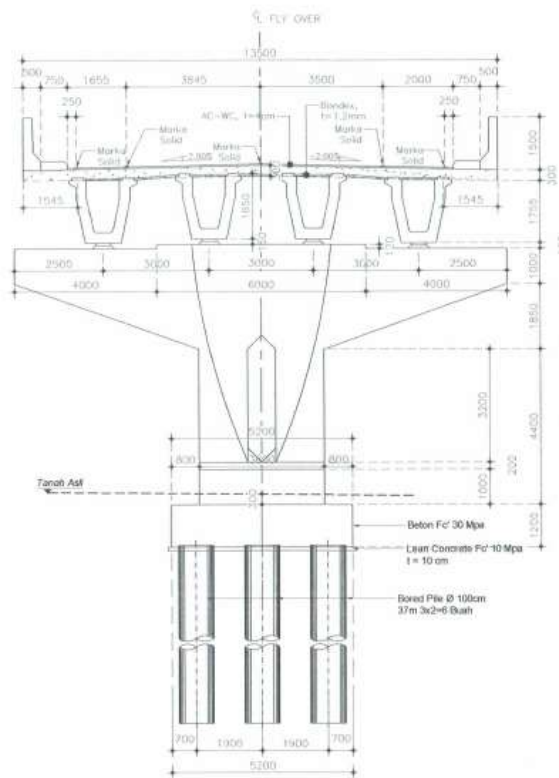
Gambar 2. 12. Gambar Rencana Penulangan Pilar

Pada pekerjaan penulangan pilar, perbedaan lebih ke tebal selimut beton yang berbeda-beda, namun perbedaan paing terlihat ada pada pilar ke 5 yang melewati jalan kereta api.



Gambar 2. 13. Pelaksanaan Penulangan Abudment

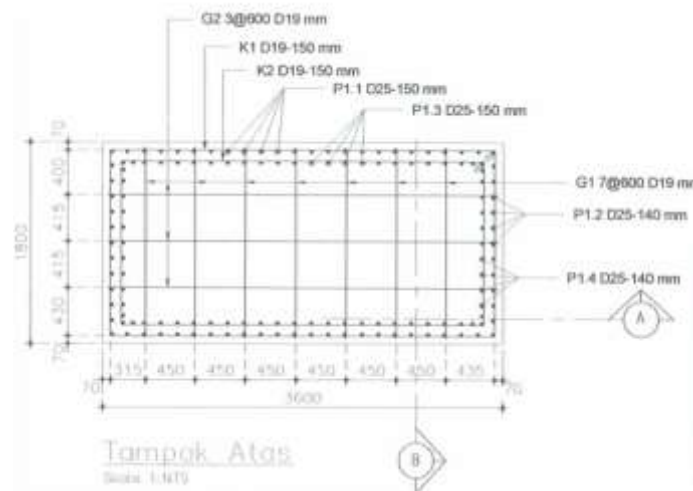
Berikut merupakan detail finishing pilar 2 setelah abudment bagian timur jembatan.



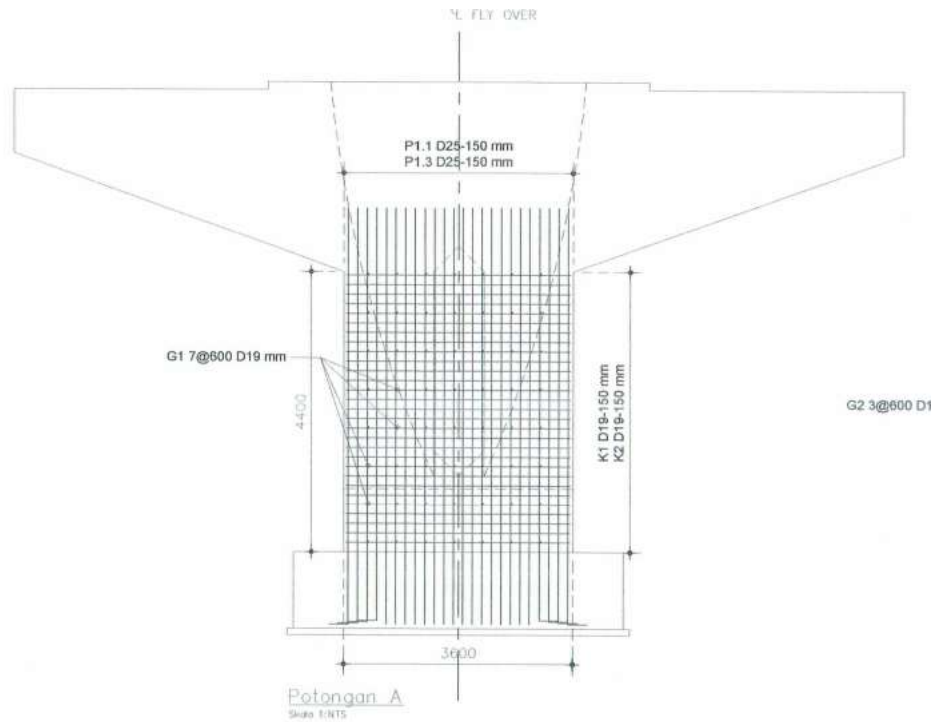
Gambar 2. 14. detail finishing pilar 2

Pilar memiliki panjang bersih 3600 mm dan lebar bersih 1800 mm dengan bentang pile head mencapai 13500 mm. Tinggi total pilar adalah 8450 mm, dengan rincian tinggi pile cap adalah 1200 mm, kemudian tinggi pile 4400 mm dan pile head adalah 2850 mm. Pilar sendiri menyokong 4 buah balok girder dengan *bored pile* di pilar 2 mencapai 12 titik.

Berikut merupakan detail penulangan pier 2 :

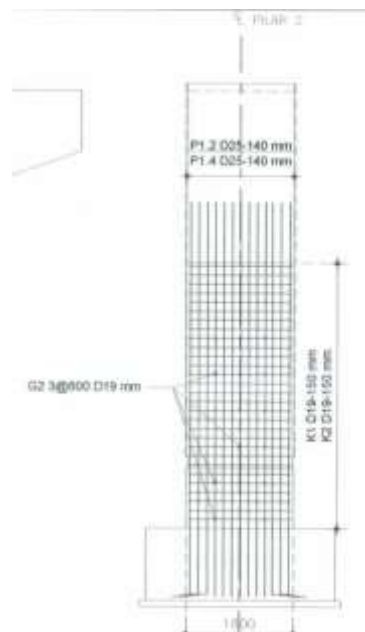


Gambar 2. 15. Tampak Atas detail penulangan pier 2



Gambar 2. 16. Potongan A pilar 2

Tulangan lentur yang digunakan memiliki diameter 25 mm dengan jarak antar tulangan adalah 150 mm, kemudian untuk tulangan longitudinal memiliki diameter 19 mm dengan jarak antar tulangan adalah 150 mm. Kemudian untuk tulangan geser yang digunakan memiliki diameter 19 mm berjumlah 7 buah tulangan arah memanjang dengan jarak antar tulangan 600 mm, kemudian pada arah melintang digunakan 3 buah tulangan dengan jarak antar tulangan yaitu 600 mm.



Gambar 2. 17. Potongan B pilar 2

Berikut merupakan perhitungan berat bersih pilar 2 :

PERHITUNGAN BERAT BESI PIER (P2)									
KODE	MARK	DIA	BAR BENDING (mm)			TOTAL	WEIGHT (Kg/m)	JUMLAH	TOTAL
			a	b	c	PANJANG (m)			BERAT (Kg)
P1.1		D 25	300	6700	-	7.000	3.853	48	1.294.608
P1.2		D 25	300	6700	-	7.000	3.853	22	593.362
P1.3		D 25	300	6700	-	7.000	3.853	48	1.294.608
P1.4		D 25	300	6700	-	7.000	3.853	22	593.362
K1		D 19	3460	1660	230	10.700	2.226	30	722.485
K2		D 19	3260	1460	230	9.900	2.226	30	668.468
G1		D 19	230	1660	-	2.120	2.226	58	275.282
G2		D 19	230	3460	-	3.920	2.226	25	218.148
TOTAL BERAT									5.660.323

Gambar 2.18. Berat bersih pilar 2

2.1.4.2. 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. 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 2. 19. Pemasangan Bekisting Pilar

2.1.4.3. 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 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. Pengecoran 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 dituangkan kedalam bekisting.



Gambar 2. 20. Pengecoran Pilar 7 Menggunakan Concrete Pump

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

2.1.4.4. Pekerjaan Pile cap

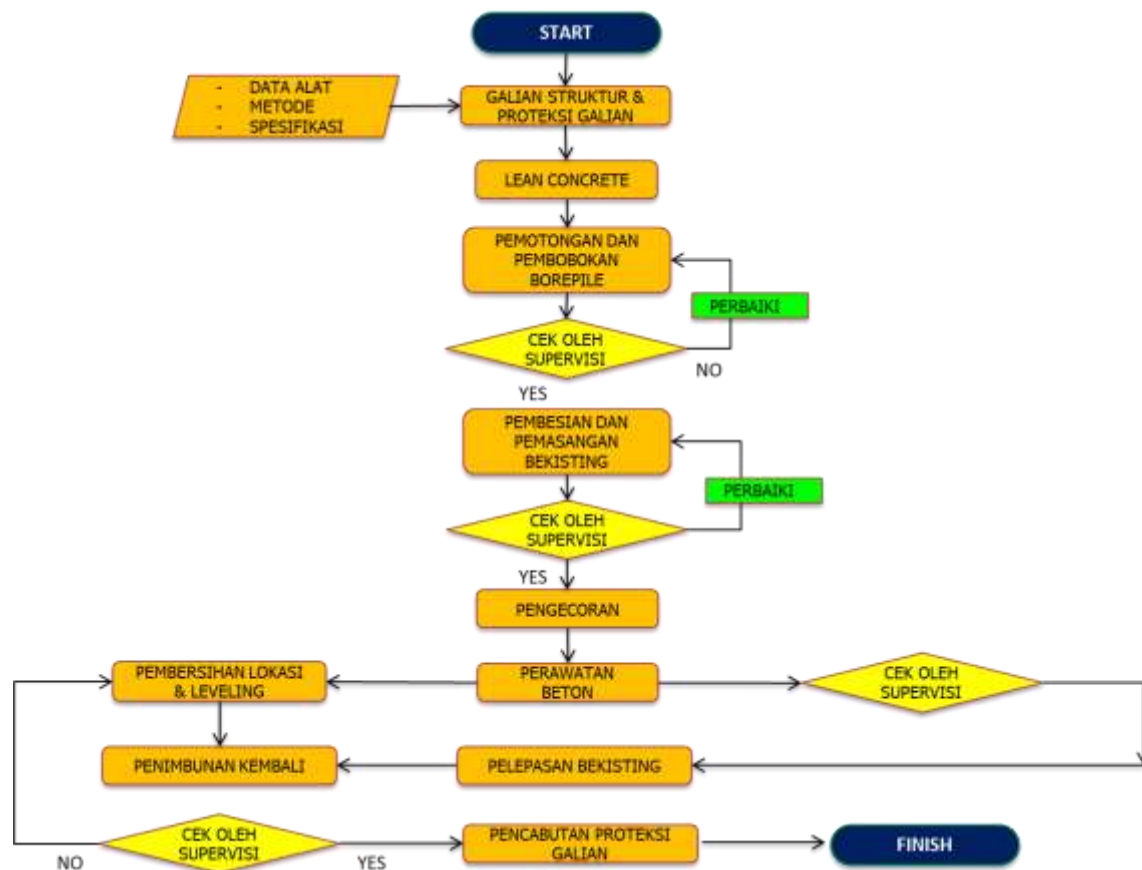
Pile Cap adalah salah satu dari bagian pekerjaan struktur yang ada pada suatu bangunan. Oleh karena itu, pile cap sendiri menjadi bagian terpenting yang harus dilalui ketika ingin membangun sebuah bangunan. Pilecap sendiri memiliki fungsi sebagai penopang beban dari kolom, yang akan disebarkan lebih 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 merupakan flowchart dari pekerjaan pilecap :



Gambar 2. 21. Flowchart Pekerjaan Pilecap

2.1.4.5. Pekerjaan Pire 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.

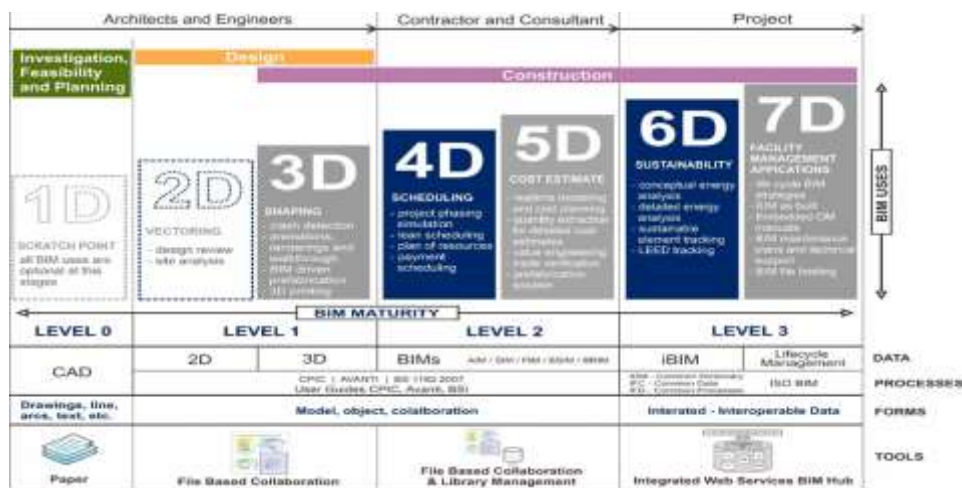
Pemasangan besi/baja tulangan dilakukan sesuai dengan *Shop Drawing* yang telah disetujui oleh konsultan pengawas. Agar posisi besi tidak berubah saat pengecoran, besi-besi diikat menggunakan kawat benderat. Posisi dan jarak/spasi antar tulangan harus dipastikan sesuai dengan spesifikasi yang ada. Pemotongan 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.

2.1.4. Pelaksanaan pembelajaran Building Information Modelling (BIM)

2.1.5.1. Pengertian BIM

BIM merupakan perubahan paradigma yang memiliki banyak manfaat, tidak hanya untuk mereka yang bergerak dalam bidang industri konstruksi bangunan tetapi juga untuk masyarakat yang lebih luas lagi, bangunan yang lebih baik adalah bangunan yang dalam tahap pembangunannya menggunakan energi, tenaga kerja dan modal yang lebih sedikit (Eastman, 2008). BIM dianggap lebih dari sekedar teknologi biasa, melainkan cara baru untuk menangani proses pembangunan. Dengan menggunakan BIM dapat diperoleh 3D, 4D, 5D, dan 6D. Dimana 3D berbasis obyek pemodelan parametric, 4D adalah urutan dan penjadwalan material, pekerja, luasan area, waktu, dan lain-lain, 5D termasuk estimasi biaya dan part-list, dan 6D mempertimbangkan untuk fasilitas manajemen, biaya siklus hidup, dan dampak lingkungan (Tjell, 2010). Konsep ini sangat tergantung pada teknologi program yang digunakan. Inti dari konsep tersebut adalah bahwa model BIM berisi informasi-informasi.

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.



Gambar 2. 22. Tingkatan Implementasi BIM

- **BIM level 0**

Tahap ini cukup mampu membuat gambar 2D dan tanpa kolaborasi seperti gambar dari autocad

- **BIM level 1**

Pengguna BIM sudah mampu memodelkan gambar secara 3 dimensi namun hanya sekedar Visualisasi seperti menggunakan Google sketchup, 3ds max dan sebagainya.

- **BIM level 2**

Pengguna BIM memodelkan gambar 3 dimensi disertai dengan perhitungan volume, schedule, dan biaya. Pada level ini, BIM sudah bisa digunakan untuk kolaborasi antar disiplin ilmu.

- **BIM level 3**

Pada tahap ini pengguna BIM sudah bisa berkoordinasi dengan pihak lain melalui layanan terpadu berbasis awan. Selain itu BIM sudah bisa dijadikan sebagai Manajemen proyek yang berkolaborasi dengan berbagai pihak.

2.1.5.2. Latar Belakang BIM

Infrastruktur dapat diartikan sebagai semua ragam fasilitas yang dibutuhkan khalayak umum guna mendukung kegiatan dan kehidupan kesehariannya. Infrastruktur juga dapat disimpulkan sebagai segala fasilitas, termasuk dalam bentuk fisik dan non-fisik yang dibangun pemerintah atau pun perorangan dalam rangka memenuhi kebutuhan dasar masyarakat dalam ruang lingkungannya yang meliputi sektor dan aspek sosial-ekonomi.

Jalur Selatan Jawa merupakan suatu jalan yang fungsinya sebagai jalur penghubung kota yang ada diselatan pulau Jawa peranannya juga sangat diperlukan seperti Jalur Pantura yang berada di utara pulau Jawa. Diselatan pulau Jawa terdapat jalur-jalan yang menghubungkan kota berada di pulau Jawa juga terdapat masalah pada jalur tersebut diantaranya adalah kemacetan yang terletak di Jalan Pasar Ganefo Mranggen kabupaten Demak, di jalan tersebut hampir sepanjang hari terdapat kemacetan yang di timbulkan karena adanya persimpangan antara jalur jalan raya dengan jalur kereta api ataupun disebut perlintasan sebidang, dan juga karena kurang lebarnya jalur jalan kendaraan yang juga menyebabkan kemacetan dan juga kecelakaan karena tingginya frekuensi lalu lintas yang ada di jalan tersebut.

Oleh karena itu untuk mengatasi dari dampak kemacetan tersebut salah satunya adalah dengan pembangunan jalan layang (*flyover*), pembangunan ini juga harus memperhatikan juga pengaruh dari luar, seperti situasi daerah, kondisi lalu lintas, ruas jalan dan juga rencana kedepan untuk perkembangan daerah tersebut, sehingga jalan layang (*flyover*) ini bisa di dimanfaatkan dengan maksimal untuk menopang mobilitas aktifitas transportasi yang ada.

Pada umumnya suatu pekerjaan konstruksi dimulai dengan suatu perencanaan yang dilakukan oleh konsultan perencana dan kemudian dilaksanakan oleh kontraktor

konstruksi. Dalam suatu proyek khususnya di PT. Brantas Abipraya (Persero) ini, pertukaran informasi secara konvensional biasanya dilakukan antara pihak-pihak secara linear yang menyebabkan informasi menjadi kurang akurat untuk menginterpretasikan dan mengklarifikasikan. Hal ini kadang menyebabkan terjadinya kesalah pahaman yang membuat terjadinya perubahan dalam perencanaan. Permasalahan pada proses perencanaan dapat diminimalisir dengan menggunakan teknologi informasi. Salah satu teknologi informasi yang sudah banyak dikenal adalah Building Information Modeling (BIM).

BIM adalah teknologi permodelan dan serangkaian proses untuk menghasilkan, mengkomunikasikan, dan menganalisis model bangunan yang dapat membantu industri konstruksi dalam meningkatkan produktivitasnya. BIM dapat mendukung dari proses perencanaan desain proyek, jadwal, anggaran biaya, dan informasi-informasi lainnya. Untuk mengimplementasikan BIM diperlukan teknologi, proses, dan investasi yang sangat mahal dan mengadopsi BIM membutuhkan perubahan yang besar untuk bagaimana bangunan konstruksi didesain dan dibangun.

PT Brantas Abipraya (Persero) telah mendapatkan sertifikasi ISO BIM 19650 pada tahun 2021, sehingga membuktikan bahwa PT. Brantas Abipraya (Persero) siap menjalankan proyek dengan menggunakan teknologi BIM baik dari segi manajemen, dari segi tenaga ahli BIM, maupun dari segi teknologi. Sesuai mandat ISO BIM 19650, untuk menjalankan BIM

diperlukan dokumen perencanaan implementasi BIM, atau yang disebut dengan BIM Execution Plan (BEP).



Gambar 2. 23. Sertifikasi ISO BIM PT. Brantas Abipraya

2.1.5.3. Penggunaan BIM

Bagian ini menjelaskan tujuan penggunaan BIM dalam proyek ini. Karena BIM adalah campuran dari model virtual dan informasi didalamnya, ada banyak penerapan proses tersebut. Rencana Eksekusi BIM dan persyaratan model harus dirancang dengan mempertimbangkan tujuan BIM. Sasaran BIM yang diidentifikasi dalam proyek ini selama fase desain adalah :

Tujuan	Objectives
Quality	Visualisasi dan koordinasi; Koordinasi desain melalui model 3D memungkinkan anggota proyek memiliki pengambilan keputusan yang lebih cepat karena model tersebut memberikan kejelasan lebih dari gambar dan semua informasi di semua disiplin ilmu dikolaborasi. Metode ini memungkinkan pengguna untuk mewujudkan desain dan kualitas proses dan bangunan secara keseluruhan. Dokumentasi; Model akan digunakan untuk memastikan dokumentasi terkoordinasi yang akan digunakan di lokasi.
Quantity and Cost	Ekstraksi kuantitas; Model menyediakan memungkinkan ekstraksi kuantitas secara otomatis, meningkatkan kecepatan dan akurasi kuantitas take-off. Ini karena informasi terintegrasi dalam model.

Tabel 2. 3. Penggunaan BIM

2.1.5.4. Peran Dalam Organisasi BIM

Berikut merupakan elemen posisi dalam Organisasi BIM beserta tanggung jawabnya:

Position	Responsibility
BIM Manager	Mengontrol dan merencanakan proses timnya sesuai dengan standar dan rencana yang disepakati untuk kemajuan yang efektif untuk mencapai tujuan proyek. Manager mungkin termasuk tetapi tidak terbatas pada; Manager proyek, Manager BIM, Arsitek proyek, Insinyur proyek dan Penaksir biaya.
BIM Coordinator	Memastikan kemajuan yang efektif melalui komunikasi di dalam partainya sendiri dan dengan pihak asosiasi.

BIM Modeller	Membuat dan memodifikasi dan mengontrol model disiplinnya sendiri sesuai dengan persyaratan, memastikan bahwa model tersebut dapat memenuhi tujuan proyek atau memungkinkan pihak yang ditunjuk berikutnya untuk menggunakan model untuk mencapai tujuan proyek.
BIM Technical Specialist	Konsultasi dan uji coba proses yang melibatkan aspek teknis program untuk memastikan proses BIM yang paling efektif.

Tabel 2. 4. Peran Organisasi dalam BIM

2.1.5.5. Pengaturan Permodelan

Perangkat lunak yang digunakan di seluruh proyek wajib versi perangkat lunak yang sama dengan awal proyek.

Usage	Software	Version*	Native File Format
Model Authoring (All Discipline)	Autodesk Autocad, Autodesk Revit	2022	DWG, RVT
Photogrammetry	Agisoft Metasave Professional		
Model Federation and Review	Naviswork Manage	2022	NWF
Construction Sequence Animation	Naviswork Manage, MS Project Professional	2022, 2016	NWF, MPP
Cost Estimation	Autodesk Revit, MS Exel	2022, 2016	RVT, XLSX
Quantity Take OFF	Autodesk Revit, MS Exel	2022, 2016	RVT, XLSX

Tabel 2. 5. Perangkat Lunak BIM

2.1.5.6. Proses 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. Fungsi dari LOD adalah :

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



Gambar 2. 24. Tingkatan *Level of Development (LOD)*

LOD secara garis besarnya ada 6 yaitu LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350, LOD 400 dan LOD 500. Definisi dasar dari LOD adalah sebagai berikut :

- **LOD 100 (*Fase konsep*)**

Elemen Model dapat diwakili secara grafis dalam Model dengan simbol atau representasi generik lainnya. Informasi yang terkait dengan Elemen Model dapat berasal dari Elemen Model lainnya. Setiap informasi yang berasal dari elemen LOD 100 harus dianggap sebagai perkiraan

- **LOD 200 (*Fase Skematik*)**

Elemen Model diwakili secara grafis dalam Model sebagai sistem generik, objek, atau perakitan dengan jumlah perkiraan, ukuran, bentuk, lokasi, dan orientasi. Setiap informasi yang berasal dari elemen LOD 200 harus dianggap sebagai perkiraan.

- **LOD 300 (*Fase Detail Design*)**

Elemen Model diwakili secara grafis dalam Model sebagai sistem, objek atau pabrikasi tertentu dalam hal kuantitas, ukuran, bentuk, lokasi, dan orientasi. Informasi non-grafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model. Asal proyek didefinisikan dan elemen terletak secara akurat sehubungan dengan asal proyek.

- **LOD 350 (*Fase Construction Documentation*)**

Elemen Model diwakili secara grafis dalam Model sebagai sistem, objek, atau pabrikasi tertentu dalam hal kuantitas, ukuran, bentuk, lokasi, orientasi, dan antarmuka dengan sistem bangunan lainnya. Informasi non-grafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model.

- **LOD 400 (*Fase Fabrication & Assembly*)**

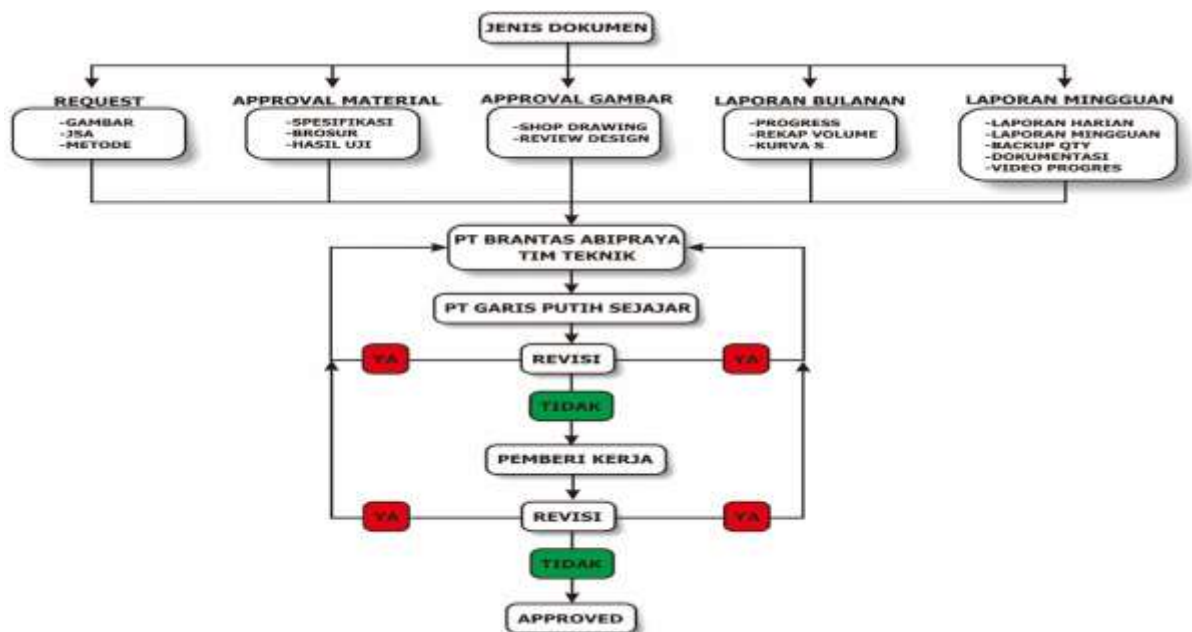
Elemen Model diwakili secara grafis dalam Model sebagai sistem, objek atau pabrikasi tertentu dalam hal ukuran, bentuk, lokasi, jumlah, dan orientasi dengan rincian, perakitan, dan informasi pemasangan. Informasi non-grafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model.

• **LOD 500 (Fase As Built)**

Elemen Model adalah representasi terverifikasi bidang dalam hal ukuran, bentuk, lokasi, jumlah, dan orientasi. Informasi non-grafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model.

2.1.5.7. BIM Master Workflow

Workflow adalah sebuah fitur dari aplikasi BIM 360. Workflow sendiri merupakan sebuah alur koordinasi berupa approval gambar, dokumen, dan modeling dengan pihak lain seperti owner, konsultan perencana, dan konsultan supervisi atau konsultan MK. Workflow ini sangat membantu saat dibutuhkan koordinasi secara cepat dan tepat tanpa harus melakukan pertemuan. Untuk masuk ke aplikasi BIM 360 kita harus mempunyai akun dari Autodesk.



Gambar 2. 25. Alur Koordinasi Dokumen

Dalam proses workflow ini sangat membantu dalam hal koordinasi dan permintaan approval dokumen secara cepat dan tepat, biasanya dilakukan harus menunggu beberapa pihak yang kebetulan tidak berada di lokasi proyek yang berakibat memperlambat pekerjaan dilapangan baik berupa pekerjaan fisik maupun pengadaan material.

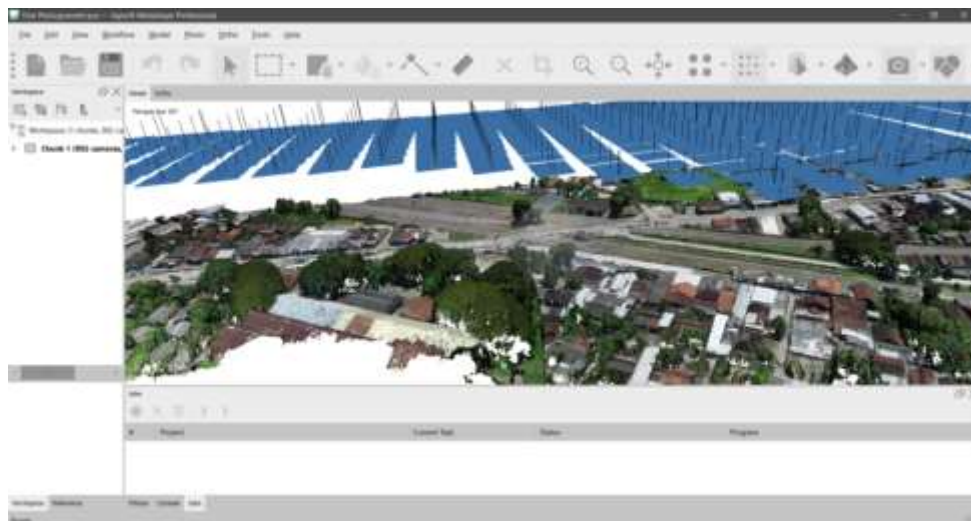
2.1.5.8. BIM Modelling

Software:



Gambar 2. 26. Software BIM

Output:



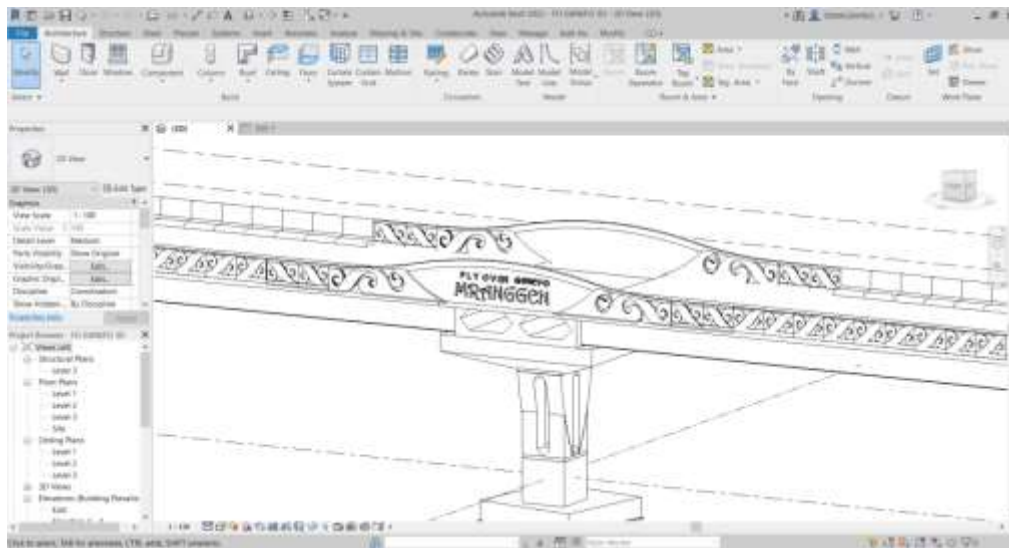
Gambar 2. 27. Pengolahan foto dengan Agisoft Metashape

Software:



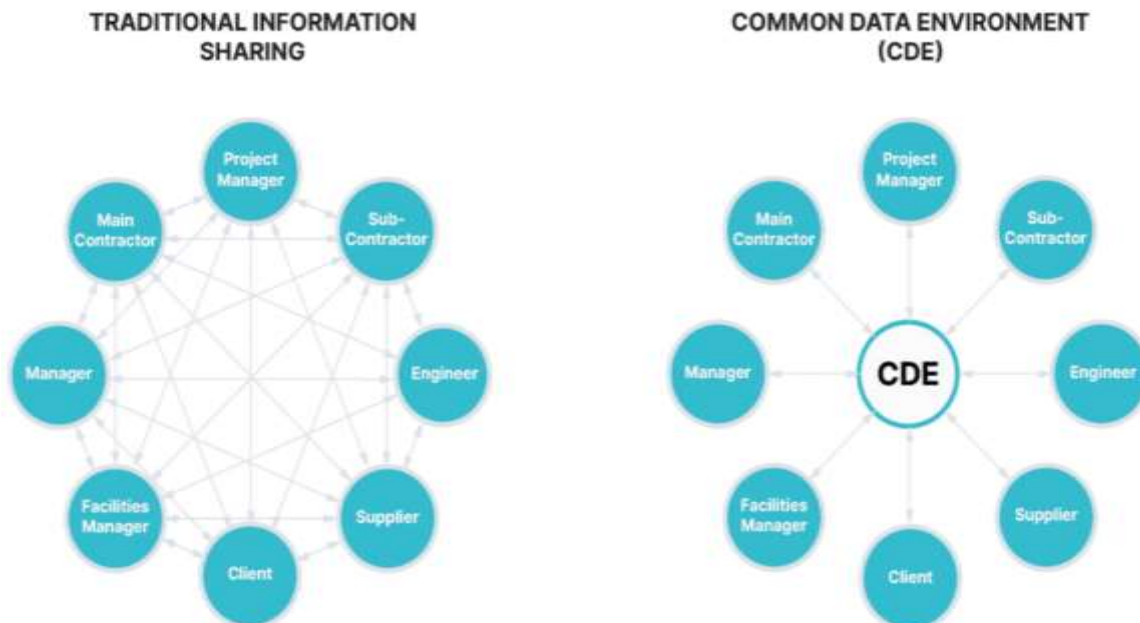
Gambar 2. 28. Software BIM

Output:



Gambar 2. 29. Permodelan dengan Revit 2022

Dalam permodelan 3D diperlukan Kolaborasi dan koordinasi yang termasuk implementasi BIM Level 2 yang difasilitasi dengan penggunaan aplikasi Common Data Environment. Common Data Environment (CDE) adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan, mengelola dan berbagi model, data non-grafis dan semua dokumentasi (yaitu semua informasi proyek yang dibuat dalam lingkungan BIM) di antara semua anggota tim proyek, memfasilitasi kolaborasi dan menghindari duplikasi dan kesalahan.



Gambar 2. 30. Metode CDE (*Common Data Environment*)

Sistem CDE sudah disiapkan untuk pertukaran informasi dan data sehingga jejak digital dapat dibuka kembali dikemudian hari untuk proses audit dan penelusuran proses pertukaran data. Fitur didalam CDE sudah disiapkan untuk kepentingan kolaborasi dan koordinasi seperti:

- Fitur Review: adalah salah satu fitur untuk proses persetujuan yang melibatkan banyak stake holder proyek yang sudah ditentukan siapa pembuat informasi, siapa yang mereview dan siapa yang menyetujui.
- Fitur Transmittal; adalah sarana untuk pengiriman dokumen secara searah sehingga bisa digunakan untuk pengiriman dokumen secara digital tanpa harus keluar dari sistem CDE.
- Fitur Issue: adalah salah satu fitur yang disiapkan untuk membuat topik permasalahan yang membutuhkan response dari stakholder proyek lain yang tidak ditentukan garis koordinasinya. Bisa berasal dari siapa saja untuk siapa saja dan bebas ditentukan berapa lama repsonse timenya

2.1.5. Pelaksanaan Pekerjaan Precast Girder

a. Pengertian Girder

Girder adalah sebuah balok diantara dua penyangga dapat berupa pier ataupun abutment pada suatu jembatan atau fly over. Umumnya girder merupakan balok baja dengan profil I, namun girder proyek *flyover* Ganefo Mranggen menggunakan girder berbentuk U dan girder berbentuk box (*box girder*). Menurut material penyusunnya girder dapat terdiri dari girder beton dan girder baja, dan pada proyek kali ini girder yang digunakan adalah girder beton.

Sedangkan menurut sistem perancangannya, proyek *flyover* Ganefo Mranggen menggunakan girder precast, yaitu girder beton yang telah di cetak di pabrik tempat memproduksi beton/ batching plant yang kemudian beton tersebut di bawa ke site proyek. Pekerjaan Pembuatan Girder dilaksanakan dengan menggunakan metode precast yang dikerjakan di Batching Plant milik Abipraya Beton di Kabupaten Demak.



Gambar 2. 31. Proses Pengcoran Girder di Batching Plant Abipraya Beton



Gambar 2. 32. Proses Percetakan Girder di Batching Plant Abipraya Beton

b. Spesifikasi Precast Girder

Jenis Precast : *Precast Concrete U-Shaped Girder* (PCU Girder)
 Lokasi *Batching Plant* : *Batching Plant* Brantas Abipraya Beton OSP Klambu Kudu

Job Mix Formula (JMF) :

1. Split 1 = 19 mm Ex. Batang
2. Pasir 1 = Ex. Merapi
3. Semen = *Ordinary Portland Cement* (OPC) Tiga Roda / Gresik
4. Fly Ash = Produksi Sinarfajar Cahaya Suryatama
5. Admixture = Tipe F (*Water Reducing, High Range Admixture*) Sika ViscacOcrete 8080

Kondisi SSD :

Kode Mix	K600 A
Mutu	K600
Flow	55 - 65
Semen	351
Fly Ash	151
Split 1	760
Pasir 1	974
Air	155
Admix	4,22
W/C	0,31
Density	2395

Tabel 2. 6. Spesifikasi SSD PCU Girder

Berikut merupakan detail dari jobmix pcu girder beserta hasil tes yang telah dilaksanakan :

PT. BRANTAS ABIPRAYA (Persero)
ABIPRAYA BETON PLANT GROBOGAN

JOB MIX FORMULA

No. JMF	Split 1	10 mm Ex. Batang	Semen	OPC Tiga Roda / Gresik
Material	Split 2	Ex. Merapi	Fly Ash	Sinarfajar Cahaya Suryatama
	Passir 1		Admix 1	Type F (Sika Viscocrete 6000)
	Passir 2		Admix 2	

PROJECT : PD GAMEFO - PCU GIRDER

Kondisi SDO

Kode Mix	Mutu	Flow	Semen	Fly Ash	Split 1	Passir 1	Air	Admix 1	W/C	Densitas	Keterangan
K600 A	K600	85 - 65	351	181	790	974	150	4,29	0,31	2395	

GroboGAN, 2021
Dibuat oleh,
PT. Brantas Abipraya (Persero)
Abipraya Beton GroboGAN

Diperiksa Oleh,
Kontraktor

Disetujui oleh,
Konsultan

Owner

Kadirun Jalga
Laboratorium

Gambar 2. 33. Job Mix Formula PCU Girder

PT. BRANTAS ABIPRAYA (Persero)
ABIPRAYA BETON OSP GROBOGAN

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON

Proyek : Trial K600 Product PCU Girder
Tempat Tes : Laboratorium Abipraya Beton Plant GroboGAN

Tanggal Cor	Tanggal Tes	Mutu	Benda Uji	Umur	Luas Penampang (mm ²)	Berat (kg)	No. Benda Uji	Beban (kN)	Tegangan (Mpa)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Persentase (%)	Keterangan
26/06/2021	27/06/2021	K600	Silinder	12 Jam	17.671,46	12,610	1	250	14,147	173,748	78,958	
26/06/2021	27/06/2021	K600	Silinder	24 Jam	17.671,46	2,630	1	340	19,240	236,298	39,383	
26/06/2021	29/06/2021	K600	Silinder	3	17.671,46	12,680	1	610	34,519	423,946	70,658	
26/06/2021	03/07/2021	K600	Silinder	7	17.671,46	12,830	1	790	44,705	549,045	91,507	
26/06/2021	24/07/2021	K600	Silinder	28	17.671,46	13,270	1	980	55,457	681,093	113,516	
26/06/2021	24/07/2021	K600	Silinder	28	17.671,46	12,640	2	1000	56,588	694,993	115,832	

Kuat tekan diisi dalam nilai benda uji silinder 15x30 cm
1 kN = 102 kg

GroboGAN, 24 Juli 2021
Abipraya Beton,
Kadirun Jalga
Laboratorium

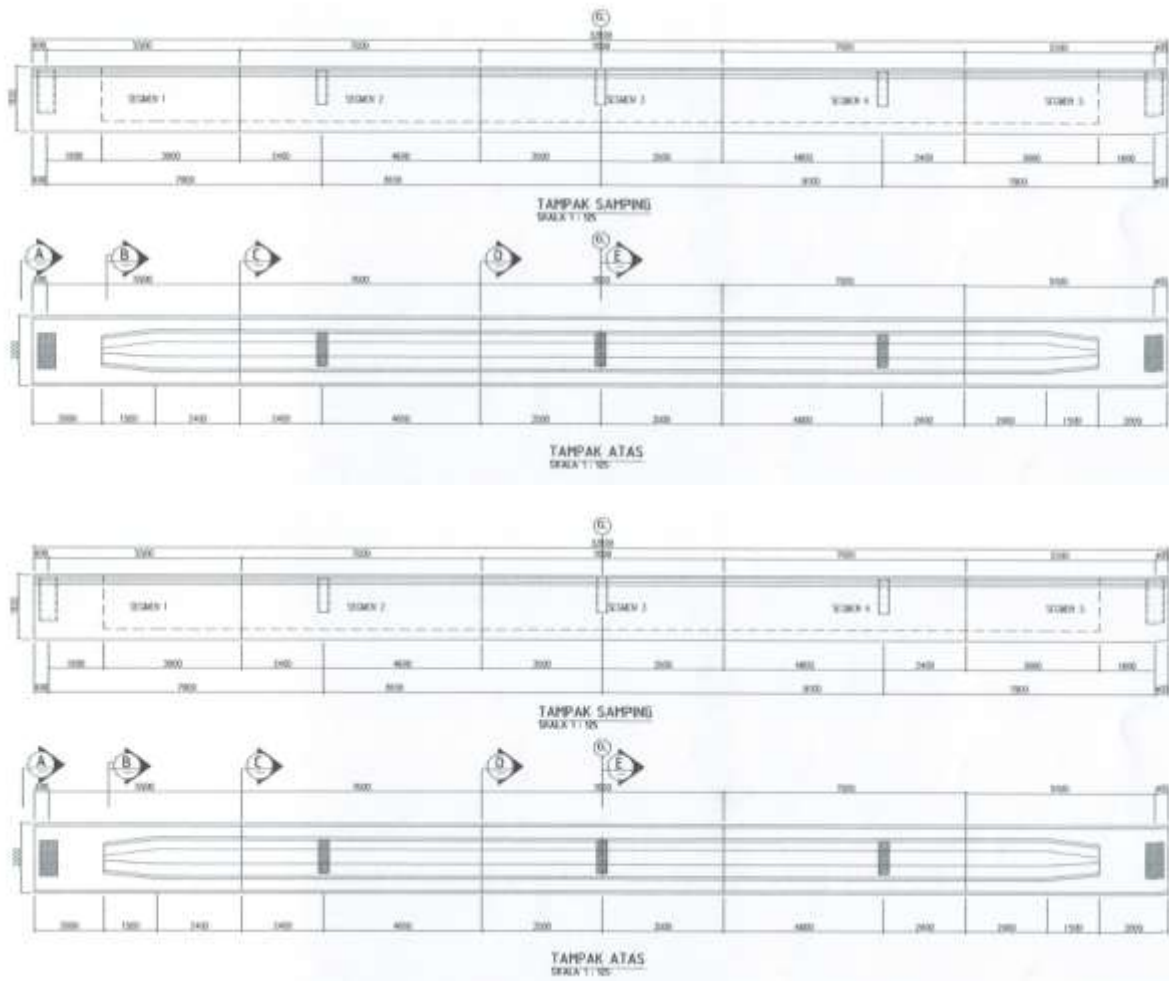
Gambar 2. 34. Hasil Uji Kuat Tekan Beton PCU Girder

Pengetesan kekuatan beton untuk 3,7,14, dan 28 hari dilaksanakan di 2 tempat, yaitu di laboratorium beton Universitas Sultan Agung serta di abipraya beton, berikut merupakan dokumentasi pengujian beton di Abipraya Beton :



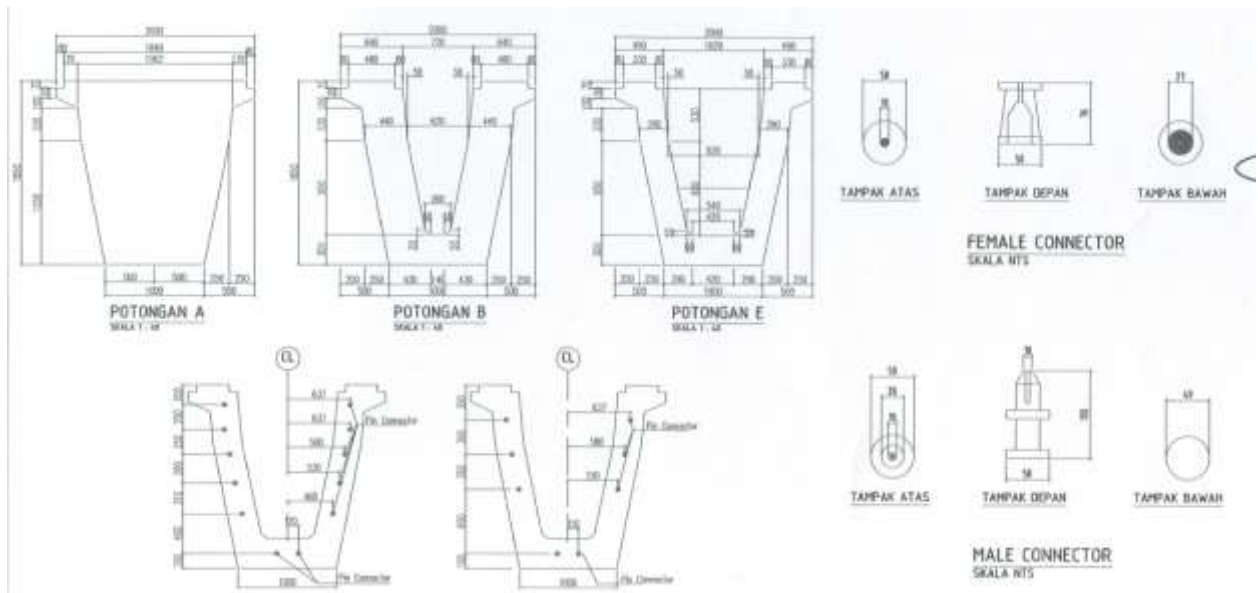
Gambar 2. 35. Pengetesan Uji Kuat Beton PCU Girder

c. Desain Rencana PCU Girder



Gambar 2. 36. Tampak Samping dan Tampak Atas PCU Girder

PCU Girder memiliki Panjang total 38,2 meter, dengan tiap bentang girder memiliki 5 segmen seperti yang dapat dilihat pada gambar diatas.



Gambar 2. 37. Potongan PCU Girder

Girder memiliki lebar total 2 meter, dengan lebar bagian bawah adalah 1 meter, girder memiliki 12 pasang konektor tiap segmennya dengan diameter konektor adalah 50 mm. Konektor ini berfungsi sebagai pengikat dan penyatu PCU girder setelah stressing.

d. Langkah dan Prosedur Pembuatan PCU Girder

1. Desain dari Girder direncanakan dan dibuat oleh konsultan perencana, mulai dari penentuan jenis girder, spesifikasi Girder, hingga mencakup detail girder seperti jumlah dan letak tendon. Perencanaan tentunya dipengaruhi oleh desain keseluruhan jembatan,
2. Desain hasil dari perencanaan kemudian disetujui dari berbagai pihak, termasuk *owner*, pengawas, dan pelaksana
3. Setelah desain pelaksanaan disetujui pekerjaan selanjutnya yaitu Pelaksanaan pekerjaan bekisting sesuai dengan desain PCU.
4. Mempersiapkan *Job mix formula* yang berupa seluruh elemen seperti semen, agregat, air, serta *fly ash*.
5. Pelaksanaan pekerjaan pembesian dan penulangan serta meletakkan pembesian ke dalam *molding* menggunakan alat berat *crane*
6. *Checklist* ulang kelengkapan pembesian, termasuk pipa yang nanti akan dimasukkan tendon untuk di-*stressing*.
7. Mempersiapkan proporsi semen, agregat, serta *fly ash* sesuai *Job Mix Formula* (JMF).
8. Mengisi *molding* dengan cor beton dan menggunakan *vibrator external* hanya untuk membantu pengaliran Selanjutnya akan dilakukan pemasangan tendon.
9. Dilakukan *stressing* tendon, untuk proyek *flyover* Ganefo Mranggen *stressing* tendon dilakukan di atas karena lokasi proyek yang terlalu sempit dengan menggunakan pancang sebagai penyangga.

e. Hasil Tes Tekan Beton Precast

Nama : Pengujian Kuat Tekan Silinder
Tanggal Uji : Selasa, 03 Agustus 2021

Tempat Uji : Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik
 Universitas Islam Sultan Agung
 Benda Uji : Silinder

No.	Silinder	Kode		Diameter cm	Tinggi cm	Luas Permukaan cm ²	Tanggal		Umur Hari	Berat Kg	P KN	Kuat Tekan Mpa	Kuat Tekan Kg/cm ²	Kuat Tekan 28 Hari Kg/cm ²	Rata-Rata Kuat Tekan 28 Hari Kg/cm ²
		Mutu	Benda Uji				Pembuatan	Pengetesan							
1	PCU	K-500	S1	15	30	176,71	27/07/2021	03/08/2021	7	13,34	911,21	51,56	621,20	705,91	680,77
2	PCU	K-501	S2	15	30	176,71				13,06	868,32	49,14	592,05	672,78	
3	PCU	K-502	S3	15	30	176,71				13,08	856,51	48,47	583,98	663,61	

Tabel 2. 7. Hasil Uji Tekan PCU Girder



Gambar 2. 38. Hasil PCU Girder yang Telah Jadi

2.1.6. Pekerjaan Detouring dan Perkuatan Rel

Dalam proyek *flyover* Ganefo Mranggen terdapat pekerjaan detouring atau pekerjaan pembangunan jalan baru untuk pengalihan lalu lintas jalan yang melalui rel kereta api pada selatan proyek. Pengalihan lalu lintas ini dilaksanakan untuk mempermudah pekerjaan *bored pile* sehingga tidak mengganggu lalu lintas dan menimbulkan kemacetan serta membantu dalam pekerjaan perkerasan jalan pada bagian tengah jalan yang belum dilaksanakan.

Detouring yang dibangun pada proyek Ganefo Mranggen bersifat sementara, dan akan dibongkar kembali ketika proyek selesai. Pada pekerjaan detouring dilaksanakan pula pekerjaan perkuatan Rel karena nantinya jalur akan melewati rel kereta api, jalur mranggen

Semarang-Demak juga dilalui oleh kendaraan-kendaraan berat sebagai alternatif dari jalur pantura, sehingga jalur detouring harus dilaksanakan perkuatan rel agar kendaraan yang melintas tidak merusak rel nantinya.

Jalur Detouring dibuat berbeda dengan jalur utama *flyover* yang akan dibangun nantinya, jalur detouring hanya dibangun dengan menggunakan tie bar dan dowel saja, berbeda dengan jalur utama yang menggunakan tulangan utama dalam pengerjaannya. Dowel merupakan batang baja tulangan polos maupun profil yang digunakan sebagai sarana penyambung pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. Dowel juga biasa disebut dengan sambungan melintang. Sedangkan Tie Bar atau batang pengikat adalah potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah-alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horizontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang. Tie Bar juga bisa disebut sambungan memanjang



Gambar 2. 39.Pekerjaan Detouring dan Perkerasan Rel

2.1.7. Tugas Khusus Selama Kerja Praktek

Selama kerja praktek, penulis diberi beberapa tugas khusus sebagai pembelajaran dan juga untuk memberikan pengalaman selama melaksanakan kerja praktek. Tugas tersebut memberikan gambaran kepada penulis tentang bagaimana keadaan di lapangan yang sebenarnya ketika proyek berjalan. Tugas yang diberikan antara lain adalah Meninjau kesesuaian waktu pelaksanaan aktual terhadap perencanaan proyek Pembangunan *flyover* Ganefo Mranggen, Meninjau kesesuaian wujud hasil pelaksanaan terhadap *shop drawing*, serta *quality control* terhadap pekerjaan di lapangan.

2.1.7.1. Peninjauan Kesesuaian Ukuran Girder Terhadap Desain

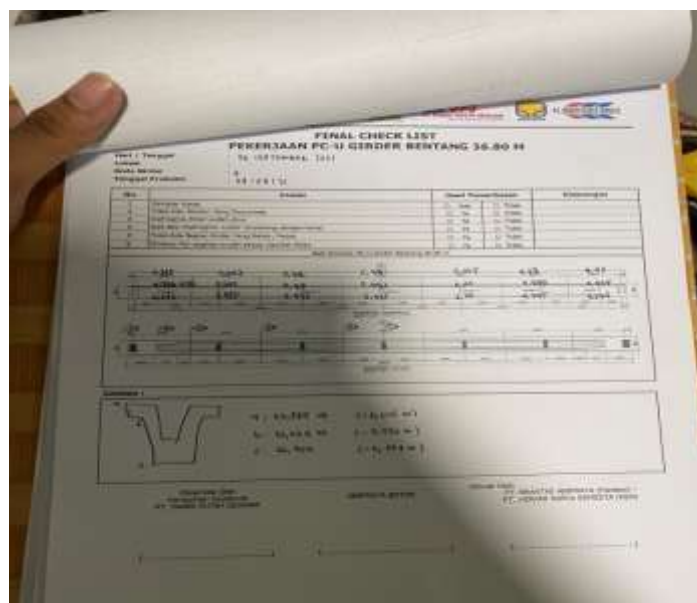
Salah satu tugas khusus yang diberikan yaitu mengukur dan menyesuaikan ukuran girder terhadap desain awal, girder yang telah diproduksi di batching plant kemudian ditempatkan di area proyek dan dilakukan pengecekan kembali terhadap desain awal yang

direncanakan. Hal ini bertujuan untuk memastikan agar girder telah sesuai dengan desain dan tidak terjadi masalah ketika stressing dilaksanakan.

Pengukuran dilaksanakan menggunakan alat ukur meteran dengan 3 sisi yang diukur panjangnya, yaitu dititik bawah girder, tengah girder dan ujung paling atas girder, berikut merupakan publikasi ketika melakukan pengecekan girder :



Gambar 2. 40.Pengecekan Ukuran Girder



Gambar 2. 41.Hasil Checklist Ukuran Girder

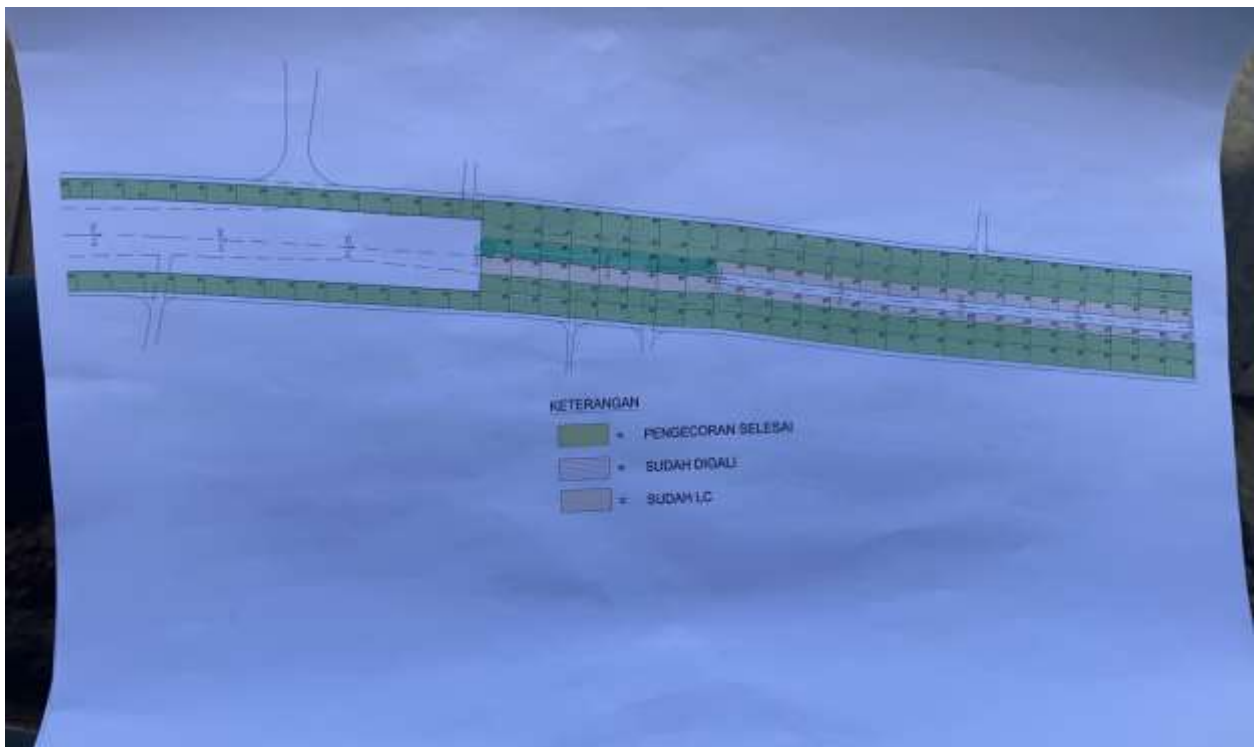
Hasil checklist kemudian dicatat dan disesuaikan sesuai dengan tanggal produksi dan segmen girder, dari pekerjaan yang dilakukan seluruh hasil girder telah sesuai dengan desain dan tidak terdapat permasalahan yang berarti.

2.1.7.2. Peninjauan Kesesuaian Waktu Pelaksanaan Aktual Terhadap Perencanaan Proyek

Pekerjaan selanjutnya yaitu peninjauan kesesuaian waktu pelaksanaan terhadap perencanaan yang telah ditentukan, peninjauan dilaksanakan tiap hari, dengan target sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat di hari tersebut. Contohnya seperti pekerjaan pada STA 200-400 pada hari Rabu tanggal 8 September 2021 adalah pekerjaan *Lean Concrete* dan penulangan *Rigid* dan harus selesai pada hari itu juga, maka hasil di lapangan disesuaikan dengan perencanaan yang telah dibuat. Hasil peninjauan waktu pelaksanaan dan hasil pelaksanaan kemudian dicatat.



Gambar 2. 42. Peninjauan Pelaksanaan Pekerjaan STA 200



Gambar 2. 43. Hasil Peninjauan Pekerjaan Proyek

BAB III

Hal Yang Menarik di Proyek dan Penyelesaiannya

3.1. Kendala di Proyek dan Pemecahan

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

3.1.1. 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.

3.1.1.1. 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.

Mempertimbangkan kondisi yang ada, serta melihat kemungkinan dari opsi solusi solusi yang ada, termasuk dengan pertimbangan biaya dan waktu pelaksanaan proyek, maka pelaksana memutuskan untuk memperpanjang jarak antar pilar 1 dan pilar 2. Pelaksana lalu mengajukan revisi ke pihak konsultan perencana untuk disetujui.

3.1.2. Penyimpanan Material dan Peralatan Konstruksi Terlalu Sempit

Material konstruksi pada site proyek *flyover* Ganefo Mranggen terbatas dikarenakan keadaan lahan yang juga terbatas, proyek yang berada diantara jalan raya dan rel kereta api menyebabkan proyek sulit untuk mendapatkan ruang bebas untuk menyimpan material, sehingga banyak material yang tidak tersimpan dengan baik dan terkesan terbengkalai. Kemudian PCU Girder yang telah selesai dicetak dan seharusnya disimpan di Batching Plant Sub-kontraktor, tidak mencukupi karena padatnya produksi, sehingga terpaksa harus disimpan di lokasi proyek *flyover* Ganefo Mranggen yang sudah sangat terbatas lahannya, sehingga penyimpanan PCU Girder menjadi sangat menumpuk dan terkesan belum

siap tempat penyimpanannya yang mengakibatkan banyak Girder yang bertumbukan dan retak di sisi-sisi luar girder.

Berikut merupakan keretakan girder akibat bertumbukan dengan girder yang lain akibat penyimpanan yang terlalu mepet dikarenakan area penyimpanan material yang terlalu sempit :



Gambar 3. 1.Retak Pada Girder

Solusi dari permasalahan yaitu dilakukan perbaikan girder, dengan cara melakukan grouting dengan pasta semen pada bagian girder yang mengalami keretakan, karena keretakan pada girder dapat berpengaruh fatal dan dapat menyebabkan keretakan yang lebih besar apabila tidak dilakukan grouting pada bagian girder yang mengalami keretakan. Selanjutnya, tempat penyimpanan girder yang ada di proyek diperlebar, proyek memutuskan untuk memperlebar tempat penyimpanan material yang berada diantara jalan raya, kemudian memperbaiki barrier yang memungkinkan agar PCU girder dapat tersimpan dengan baik tanpa membahayakan pengendara yang melintas.

3.1.3. Pembangunan Pilar Berada Ditengah-tengah Jalan Raya dan Rel Kereta Api

Proyek *flyover* Ganefo Mranggen dibangun untuk memperlancar lalu lintas kendaraan yang melewati rel kereta api, oleh karena itu dalam pembangunan ditemukan berbagai kendala akibat lokasi proyek yang berada ditengah-tengah jalan raya dan rel, salah satunya yang paling berbahaya adalah pembangunan pilar yang berada tepat diatas rel kereta api, hal ini tidak memungkinkan proyek untuk meneruskan pembangunan pilar tanpa pengamanan dan perlakuan khusus karena terlalu membahayakan baik pengendara maupun pekerja proyek serta dapat menyebabkan lalu lintas untuk terganggu total.

Solusi untuk permasalahan ini yaitu proyek memutuskan untuk membangun jalur detouring (jalur alternatif) sehingga pengendara tidak melintasi tempat pembangunan pilar yang berada di tengah rel kereta api. Pembangunan detouring ini disertai dengan perkuatan rel sehingga dapat lebih aman dan menguntungkan baik dari pihak proyek, pengendara, maupun dari pihak kereta api.



Gambar 3. 2. Pembangunan Detouring dan Perkuatan Rel

3.1.4. Pengairan pada Pembangunan *Bored pile*

Pada pembangunan *Bored pile* dibutuhkan pengairan yang lancar untuk mencegah kelongsoran pada titik pengeboran, namun karena lokasi berada ditengah-tengah jalan pengaturan saluran air menjadi terganggu oleh kendaraan yang melintas.

Solusinya yaitu dibuat polisi tidur sementara yang terbuat dari papan datar sehingga dapat melindungi selang air dari kendaraan yang melintas.

3.1.5. Banyak Pekerja Proyek yang Terpapar Virus Covid-19

Karena proyek dilaksanakan saat kondisi pandemi Virus Covid-19, banyak pekerja proyek yang sakit dan terpapar oleh Virus, hal ini dikarenakan proyek tidak memungkinkan untuk dilaksanakan secara online dan pekerja harus selalu kontak secara langsung satu sama lain.

Solusi dari permasalahan ini adalah pekerja dituntut selalu menjalankan protokol kesehatan yang ada, mulai dari memakai masker, mencuci tangan dan sebisa mungkin

menjaga jarak. Serta, dari pihak proyek dilaksanakan vaksinasi massal untuk seluruh pekerja proyek untuk memberikan keamanan lebih bagi pekerja proyek.

3.2. Inovasi di Proyek

Terdapat beberapa Inovasi yang dapat diterapkan di proyek pembangunan *flyover* Ganefo Mranggen, inovasi-inovasi ini membantu proyek dalam efektifitas waktu pengerjaan proyek, keeffitan biaya, hingga membantu dalam penyelesaian masalah-masalah tak terduga lainnya.

3.2.1. Penggunaan Building Information Modelling (BIM)

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.

3.2.2. Pembuatan Detouring Untuk Membantu Pengerjaan Proyek

Dalam proyek *flyover* Ganefo Mranggen terdapat pekerjaan detouring atau pembangunan jalan sementara sebagai pengalihan lalu lintas jalan yang melalui rel kereta api pada selatan proyek. Pengalihan lalu lintas ini dilaksanakan untuk mempermudah pekerjaan *bored pile* sehingga tidak mengganggu lalu lintas dan menimbulkan kemacetan serta membantu dalam pekerjaan perkerasan jalan pada bagian tengah jalan yang belum dilaksanakan.

Pekerjaan Detouring dilaksanakan setelah mempertimbangkan kemacetan serta adanya rel kereta yang berada tepat di tempat pembangunan pilar jembatan, serta untuk mempertimbangkan kelancaran proyek dan keselamatan pekerja. Pekerjaan detouring merupakan salah satu Inovasi yang ada di proyek *Flyover* Ganefo Mranggen untuk memberikan manfaat baik bagi pengguna jalan maupun masyarakat yang melintasi area proyek maupun bagi para pekerja proyek itu sendiri, dengan adanya Detouring maka proyek dapat lebih lancar dalam pelaksanaan serta meminimalisir kecelakaan kerja.

3.2.3. Absensi Barcode

Pelaksanaan proyek masih ditengah-tengah pandemi COVID-19, oleh karena itu penggunaan absensi menggunakan fingerprint maupun secara manual masih beresiko untuk

menularkan virus jika ada pekerja yang terpapar, oleh karena itu penggunaan *barcode* dalam absensi memungkinkan untuk menjadi pilihan terbaik.

3.2.4. Aplikasi Material Checklist

Material yang digunakan pada proyek berjumlah sangat banyak dan berbeda-beda bentuknya, hal ini menyulitkan bagi pekerja proyek untuk menyimpan serta melaksanakan proyek yang memerlukan berbagai macam material. Aplikasi *Material Checklist* dapat membantu pekerja maupun tim quality control untuk melakukan checklist kembali terhadap material proyek yang akan digunakan dalam proyek apakah telah sesuai standart dan sesuai dengan desain yang telah direncanakan.

3.2.5. Aplikasi Insitu-Cast

Dalam pelaksanaan pengecoran terdapat banyak permasalahan yang tak terduga, mulai dari terlambatnya *mixing truck* dari tempat batching plant ke lokasi pengecoran, hingga menentukan volume beton yang dibutuhkan selama pengecoran. Oleh karena itu, penulis memberikan inovasi aplikasi bernama *Insitu-Cast* yang dapat membantu pekerja proyek selama pengecoran, mulai dari penentuan volume yang berhubungan dengan banyaknya *mix truck* yang dibutuhkan, hingga tracker *mixing truck* sehingga meminimalisir keterlambatan selama pengecoran.

BAB IV

KESIMPULAN DAN PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan untuk laporan kerja praktek ini yaitu sebagai berikut:

1. Proyek Pembangunan *Flyover* Ganefo Mranggen dibangun dengan panjang efektif proyek yaitu 600 meter dengan masa pelaksanaan 515 hari kalender, terdiri atas 365 hari untuk konstruksi bangunan atas & 1095 hari untuk perkerasan beton semen.
2. Proyek *flyover* Ganefo Mranggen merupakan proyek Jembatan Beton Pratekan yang menggunakan balok precast girder PCU dan *steel box* dengan bentang PCU sepanjang 36,8 meter, dan *steel box* 54,31 meter serta 54,91 meter.
3. Pondasi pilar *flyover* menggunakan pondasi *bored pile*.
4. Proyek ini sudah mencapai tahap pekerjaan boredpile dan pekerjaan pilar saat penulis melaksanakan kerja praktek.
5. Dalam pelaksanaannya, penulis mengikuti dan mempelajari kegiatan pengecoran girder, pengecoran serta penulangan pilar, pekerjaan *Bored pile*, pengecoran serta penulangan *rigid*, serta pekerjaan detouring dan perkuatan rel kereta api.
6. Dari kegiatan kerja praktek di proyek *flyover* Ganefo Mranggen penulis mendapatkan banyak ilmu dan pelajaran mengenai pelaksanaan kegiatan proyek di lapangan, yang sangat bermanfaat sebagai pembelajaran sebelum masuk dunia kerja.

4.2. Saran

Saran yang bisa penulis berikan dalam Proyek Pembangunan *Flyover* Ganefo Mranggen ini adalah:

1. Semua pihak yang terkait dalam Proyek Pembangunan *flyover* Ganefo Mranggen diharapkan mendukung penuh dan membantu guna kelancaran proses pembangunan dengan bertanggung jawab atas kesehatan dan keselamatan Bersama.
2. Semua pelaksana pekerjaan di lapangan agar senantiasa menerapkan K3 di lapangan.
3. Site penyimpanan barang dan peralatan proyek harusnya bisa dibangun lebih besar agar mampu menampung semua alat dan barang proyek agar tidak mengganggu masyarakat sekitar.

BAB V LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Absensi Kerja Praktek



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

Gedung Teknik Sipil Lt. 2 Kampus ITS Sekeloa, Surabaya 60111

Telp. 031-596094, Fax. 031-5947284

<http://www.its.ac.id/> / twitter : itsits

FORM KEHADIRAN DAN NILAI KERJA PRAKTEK DI LAPANGAN

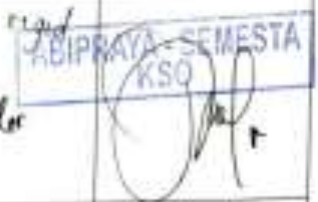


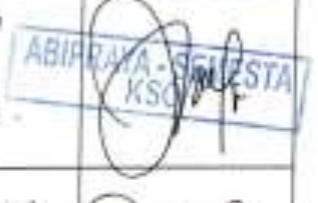




Nama Mahasiswa 1 : M. FAIZ AKBAR
NRP : 0711184000061

Nama Mahasiswa 2 : MUHAMMAD IRFAN SUSANTO
NRP : 07111840000144

Telah melaksanakan Kerja Praktek dengan daftar kehadiran sebagai berikut:

No.	Hari/Tanggal	Deskripsi Pekerjaan	Pembimbing
1.	01/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan Checklist Gorden • Pengelasan Detouring rol • Pengelasan Shoring. 	ABIPRANA SEMESTA KSO
2.	02/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan checklist Gorden 	ABIPRANA SEMESTA KSO
3.	03/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati pekerjaan Shoring • Pengelasan Detouring • Mengamati pekerjaan Pilar tahap 2. 	ABIPRANA SEMESTA KSO
4.	04/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati pekerjaan bekisting 	ABIPRANA SEMESTA KSO
5.	05/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Pemberian abudment 	ABIPRANA SEMESTA KSO
6.	06/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Pemberian abudment • Pembekistingan 	ABIPRANA SEMESTA KSO

07/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Check out Gudar • Memeriksa rencana Design 	
08/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa rencana LPA 	
09/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Persiapan PDA • Pengukuran Pilar taha 	
10/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran beton rigid di PT Merah 	
11/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Persiapan Tes PDA 	
12/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Tes PIT • Tes PDA 	
13/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran Lc • Pembesian Rigid 	
14/09/2021	<ul style="list-style-type: none"> • Persiapan bored Pile 	

	15 / 09 / 21	<ul style="list-style-type: none"> • Checklist pengecoran read • Checklist Rencana Kerja 	
16	16 / 09 / 21	<ul style="list-style-type: none"> • Pengamatan shoring Pile head • Pengamatan Progres Pile 	
17	17 / 09 / 21	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran bored pile kedalaman 50 cm. • Pembesian tulangan bored Pile 	
18	18 / 09 / 21	<ul style="list-style-type: none"> • Penyeragaman tulangan bored pile • Pengecoran bored Pile 	
19	19 / 09 / 21	<ul style="list-style-type: none"> • Pengamatan proses bored Pile • Pengecoran bored Pile 	
20	20 / 09 / 21	<ul style="list-style-type: none"> • Pengamatan Proses Pengecoran bored pile titik yang lain 	
21	21 / 09 / 21	<ul style="list-style-type: none"> • Pengamatan pemasangan Shoring • Pengamatan Pembesian read • Pengamatan pengecoran bored Pile 	
22	22 / 09 / 21		

Kemudian berdasarkan kehadiran keaktifan, perilaku dan hasil laporan kerja praktek yang dibuat kepada mahasiswa diberi nilai 97. (... sembilan .. puluh .. tujuh ..)

Demak 24 September 2021

Mengetahui,
Pimpinan/Manajer/Kepala Bagian

Pembimbing Lapangan


Fanny Zuriansyah
Project Manager


Hartadi Aco.
SAE Engineering Manager.

Lampiran 2. Dokumentasi Pelaksanaan Kerja Praktek

- Berfoto Bersama Dosen Pembimbing Lapangan dan *Project Manager* Proyek Ganefo



- Presentasi Hasil Kerja Praktek kepada Pembimbing Lapangan Kerja Praktek dan *Project Manager* Proyek Ganefo



- Memperhatikan proses uji kuat tekan beton *Precast Girder* di *batching plant* Abipraya Beton Kabupaten Demak



- Mempelajari proses pengeboran salah satu titik *Bored pile* Fly over Ganefo Mranggen



- Mengamati dan mempelajari proses pengecoran pilar

