

TUGAS AKHIR

***RE-ENGINEERING* PADA *INTERCHANGE* SAYUNG
PROYEK JALAN TOL SEMARANG – DEMAK SEKSI 2**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

Adenia Wines Hajar

NIM : 30201900016

Talitha Aurellia Dewi

NIM : 30202100251

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

RE-ENGINEERING PADA INTERCHANGE SAYUNG
PROYEK JALAN TOL SEMARANG – DEMAK SEKSI 2



Adenia Wines Hajar
NIM : 30201900016



Talitha Aurellia Dewi
NIM : 30202100251

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Januari 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Dr. Ir. Kartono Wibowo, MM, MT.**
NIDN: 0614066301
2. **Eko Muliawan Satrio, ST., MT.**
NIDN: 0610118101
3. **Juny Andry Sulisty, ST., MT.**
NIK : 210222097

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 24 / A.2 / SA – T / IX / 2022

Pada hari ini tanggal 13-01-2023 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM, MT.
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Eko Muliawan Satrio, ST., MT.
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Adenia Wines Hajar
NIM : 30201900016

Talitha Aurellia Dewi
NIM : 30202100251

Judul : Judul Laporan Tugas Akhir *Re-Engineering* pada *Interchange* Sayung Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	23/09/2022	
2	Seminar Proposal	18/10/2022	ACC
3	Pengumpulan data	19/10/2022	
4	Analisis data	02/11/2022	
5	Penyusunan laporan	06/11/2023	
6	Selesai laporan	13/01/2023	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM, MT.

Eko Muliawan Satrio, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Kusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Adenia Wines Hajar / Talitha Aurellia Dewi

NIM : 30201900016 / 30202100251

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

Re-Engineering pada Interchange Sayung Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, Januari 2023

Yang membuat pernyataan 1,

Yang membuat pernyataan 2,



Adenia Wines Hajar
NIM : 30201900016



Talitha Aurellia Dewi
NIM : 30202100251



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Adenia Wines Hajar / Talitha Aurellia Dewi
NIM : 30201900016 / 30202100251
JUDUL TUGAS AKHIR : *Re-Engineering* pada *Interchange* Sayung Proyek
Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, Januari 2023
Yang membuat pernyataan 1, Yang membuat pernyataan 2,



Adenia Wines Hajar
NIM : 30201900016



Talitha Aurellia Dewi
NIM : 30202100251

MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا
يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا
مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Artinya: “Hai orang-orang beriman apabila dikatakan kepadamu: “Berlapang-lapanglah dalam majelis”, maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: “Berdirilah kamu”, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.” (QS. Surat Al-Mujadalah : 11).

وَمَا كَانَ الْمُؤْمِنُونَ لِيَنفِرُوا كَافَّةً فَلَوْلَا تَفَرَّ مِنْ كُلِّ فِرْقَةٍ مِنْهُمْ إِذَا قَوْمُهُمُ وَاللَّذِينَ طَائِفَةٌ لِيُبَيِّنَ فِي الدِّينِ
رَجَعُوا إِلَيْهِمْ لَعَلَّهُمْ يَحْذَرُونَ (١٢٢)

Artinya: "Dan tidak sepatutnya orang-orang mukmin itu semuanya pergi (ke medan perang). Mengapa sebagian dari setiap golongan di antara mereka tidak pergi untuk memperdalam pengetahuan agama mereka dan untuk memberi peringatan kepada kaumnya apabila mereka telah kembali, agar mereka dapat menjaga dirinya. (QS. At Taubah : 122).

Tiada kekayaan yang lebih utama daripada akal. Tiada keadaan lebih menyedihkan daripada kebodohan. Tiada warisan yang lebih baik daripada pendidikan. Dan tiada pembantu yang lebih baik daripada musyawarah.

-Ali bin Abi Thalib

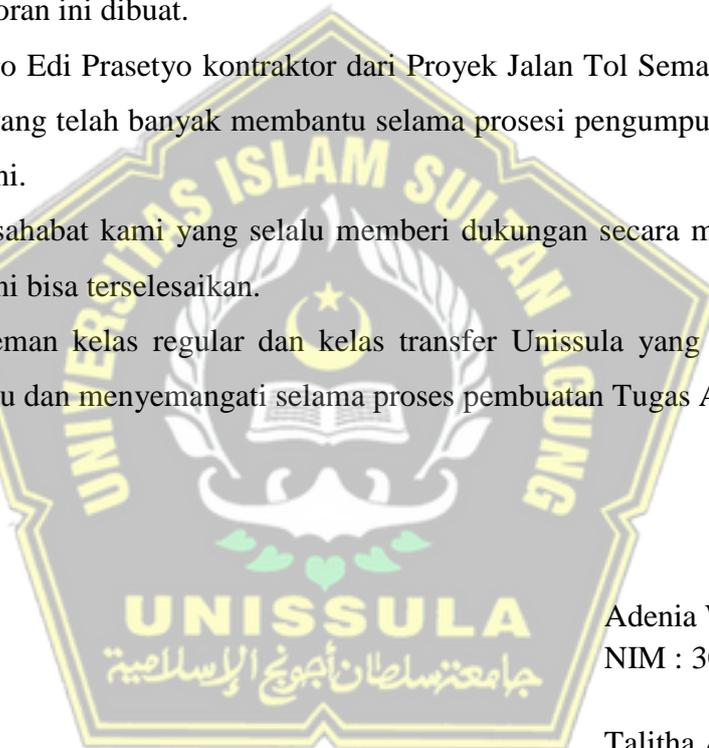
Mahkota seseorang adalah akalnya. Derajat seseorang adalah agamanya. Sedangkan kehormatan seseorang adalah budi pekertinya.

-Umar bin Khattab

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Orang tua serta keluarga kami yang senantiasa membantu dalam suka maupun duka.
2. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT serta Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT. yang telah berkenan membimbing kami dari awal hingga akhir laporan ini dibuat.
3. Mas Yogo Edi Prasetyo kontraktor dari Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2 yang telah banyak membantu selama prosesi pengumpulan data untuk laporan ini.
4. Sahabat-sahabat kami yang selalu memberi dukungan secara moriil sehingga laporan ini bisa terselesaikan.
5. Teman-teman kelas regular dan kelas transfer Unissula yang sudah banyak membantu dan menyemangati selama proses pembuatan Tugas Akhir.



Adenia Wines Hajar
NIM : 30201900016

Talitha Aurellia Dewi
NIM : 30202100251

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “*Re-Engineering* pada *Interchange* Sayung Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
2. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT. yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Keaslian Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Kajian Pustaka.....	8
2.2. Landasan Teori.....	9
2.2.1. Kegiatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi.....	9
2.2.2. Manajemen Konstruksi.....	10
2.2.3. Metode Kerja.....	12
2.2.4. Slab On Pile	14
2.2.5. Tiang Pancang	14
2.2.6. Diesel Hammer.....	17
2.2.7. Hydraulic Static Pile Driver	18
2.2.8. Slab/Pelat.....	19
2.2.9. Full Slab Precast.....	19
2.2.10. Full Slab Cast In Site	22
2.2.11. Microsoft Project	23
2.3. Hipotesis.....	31
BAB III METODOLOGI.....	33
3.1. Metode Pengujian.....	33
3.1.1. Lokasi Penelitian.....	33
3.1.2. Objek Penelitian.....	34
3.1.3. Jenis dan Sumber Data	34
3.1.4. Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.1.5. Alat Penelitian.....	35
3.1.6. Langkah Penelitian	36

3.1.7. Variabel	39
3.1.8. Metode Analisis Hasil	39
3.2. Bagan Alir Pembuatan Tugas Akhir	42
3.3. Kesulitan Saat Penelitian dan Solusinya	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Data Proyek.....	45
4.1.1. Tiang Pancang	48
4.1.2. Pemancangan Menggunakan Diesel Hammer.....	53
4.1.3. Pemancangan Menggunakan Hydraulic Static Pile Driver (HSPD).....	58
4.1.4. Full Deck Slab Precast.....	62
4.1.5. Full Deck Slab Cast In Site	69
4.2. Analisis Data	74
4.2.1. Volume Pekerjaan	74
4.2.2. Volume Pekerjaan Full Slab Precast	74
4.2.3. Volume Pekerjaan Pengecoran Beton Cast In Site	75
4.3. Analisis Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan	76
4.3.1. Biaya Pekerjaan Pemancangan menggunakan Diesel Hammer	76
4.3.2. Biaya Pekerjaan Pemancangan menggunakan HSPD	77
4.3.3. Biaya Pekerjaan Full Slab Precast	78
4.3.4. Biaya Pekerjaan Pengecoran Beton Cast In Site	79
4.3.5. Rekapitulasi Harga Pekerjaan	81
4.3.6. Analisis Perbandingan Biaya	84
4.4. Analisis Durasi Pekerjaan	86
4.5. Analisis Produktivitas Pekerjaan.....	89
4.5.1. Produktivitas Pekerjaan Pemancangan Diesel Hammer.....	90
4.5.2. Produktivitas Pekerjaan Pemancangan menggunakan HSPD	91
4.5.3. Produktivitas Pekerjaan Errection Full Slab Precast	92
4.5.4. Produktivitas Pekerjaan Pengecoran Beton Cast In Site	93
4.6. Analisis Biaya	94
4.6.1. Analisis Efisiensi Biaya.....	94
4.6.2. Analisis Penambahani Waktu	97
4.6.3. Analisis Efisiensi Waktu	99
4.7. Komparasi Analisis Hasil.....	102
4.8. Pembahasan.....	103
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	106
5.1. Kesimpulan	106
5.2. Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA	xvii

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Keaslian Penelitian.....	5
Tabel 3.1. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Tugas Akhir.....	5
Tabel 4.1. Spesifikasi Mutu Material Utama	52
Tabel 4.2. Spesifikasi Peralatan Utama	53
Tabel 4.3. Spesifikasi Mutu Material Utama <i>Full Deck Slab Precast</i>	63
Tabel 4.4. Definisi Istilah.....	69
Tabel 4.5. Spesifikasi Mutu Material Utama <i>Full Deck Slab Cast In Site</i>	70
Tabel 4.6. Definisi Istilah.....	73
Tabel 4.7. Volume <i>Full Slab Precast</i>	75
Tabel 4.8. Volume Besi Tulangan	75
Tabel 4.9. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan <i>Diesel Hammer</i>	76
Tabel 4.10. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan HSPD.....	77
Tabel 4.11. Analisis Harga Satuan Pekerjaan <i>Erection Full Slab Precast</i>	78
Tabel 4.12. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengecoran <i>Joint</i>	79
Tabel 4.13. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bekisting.....	79
Tabel 4.14. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pembesian.....	80
Tabel 4.15. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengecoran Beton CIS.....	81
Tabel 4.16. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Eksisting	81
Tabel 4.17. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Alternatif 1	82
Tabel 4.18. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Alternatif 2	82
Tabel 4.19. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Alternatif 3	83
Tabel 4.20. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Alternatif 4	84
Tabel 4.21. Perbandingan RAB Pekerjaan Pemancangan	85
Tabel 4.22. Perbandingan RAB Pekerjaan <i>Pemancangan Slab</i>	85
Tabel 4.23. Durasi Waktu Pekerjaan Pemancangan <i>Diesel Hammer</i>	86
Tabel 4.24. Durasi Waktu Pekerjaan Pemancangan HSPD	87
Tabel 4.25. Durasi Waktu Pekerjaan <i>Erection Full Slab Precast</i>	88
Tabel 4.26. Durasi Waktu Pekerjaan Pengecoran <i>Joint</i> Melintang	88
Tabel 4.27. Durasi Waktu Pekerjaan Pengecoran <i>Joint</i> Memanjang.....	89
Tabel 4.28. Durasi Waktu Pekerjaan Pengecoran Beton <i>Cast In Site</i>	89
Tabel 4.29. Produktivitas Pekerjaan Pemancangan <i>Diesel Hammer</i>	90
Tabel 4.30. Produktivitas Pekerjaan Pemancangan HSPD	91
Tabel 4.31. Koefisien Tenaga Kerja Pemancangan	92
Tabel 4.32. Data Pengamatan Waktu Siklus.....	92
Tabel 4.33. Koefisien Tenaga Kerja Pekerjaan <i>Erection Full Slab Precast</i>	93
Tabel 4.34. Koefisien Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Beton <i>Cast In Site</i>	93
Tabel 4.35. Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif 1	96
Tabel 4.36. Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif 1	97
Tabel 4.37. Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif 2.....	98
Tabel 4.38. Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif 3.....	98
Tabel 4.39. Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif 4.....	99
Tabel 4.40. Analisis Komprasi Hasil Metode Pemancangan.....	102
Tabel 4.41. Analisis Komprasi Hasil Metode <i>Full Slab</i>	102
Tabel 4.42. Analisis Komprasi Hasil Kombinasi.....	102
Tabel 4.43. Analisis Komprasi Hasil Terhadap Biaya Eksisting.....	103
Tabel 4.44. Selisih Biaya Hasil Kombinasi <i>Re-Engineering</i>	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Proyek.....	2
Gambar 1.2. Diagram Alir Ssitematika Penulisan	7
Gambar 2.1. <i>Triple Constraint</i>	9
Gambar 2.2. Pihak-pihak yang Terlibat dalam Proyek Konstruksi	10
Gambar 2.3. Proses Manajemen Konstruksi	11
Gambar 2.4. Bentuk Penampang Tiang Pancang Beton	15
Gambar 2.5. Tiang Beton Pracetak dengan Penguat Biasa	16
Gambar 2.6. Tiang Beton Prategang Khusus	17
Gambar 2.7. <i>Diesel Hammer</i>	18
Gambar 2.8. <i>Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)</i>	19
Gambar 2.9. Tahapan <i>Precast Prestressed Pre-Tension</i>	21
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	33
Gambar 3.2. <i>Flow Chart</i> Urutan Membuat Rancangan Anggaran Biaya	39
Gambar 3.3. <i>Flow Chart</i> Urutan Membuat <i>Time Schedule</i>	40
Gambar 3.4. Diagram Alir Pembuatan Tugas Akhir.....	42
Gambar 4.1. <i>Layout</i> Pekerjaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Paket 2 Porsi WIKA	45
Gambar 4.2. <i>Plan</i> Tinjauan <i>Slab On Pile Access Interchange</i> Sayung	46
Gambar 4.3. Susunan Struktur <i>Slab On Pile</i>	46
Gambar 4.4. <i>Flow Chart</i> Metode <i>Slab On Pile</i>	47
Gambar 4.5. Skema Pengujian <i>Soil Penetration Test</i>	49
Gambar 4.6. Hasil Uji Bor Log SPT	50
Gambar 4.7. Spesifikasi <i>Spun Pule</i> PT. WIKA Beton.....	51
Gambar 4.8. Detail Tiang Pancang	51
Gambar 4.9. Detail Sambungan Las	52
Gambar 4.10. <i>Flow Chart</i> Pekerjaan Pemancangan <i>Spun Pile</i>	53
Gambar 4.11. <i>Squence</i> Pekerjaan Pemancangan.....	54
Gambar 4.12. Mobilisasi <i>Spun Pile</i> dari <i>Stock Yard</i>	54
Gambar 4.13. Penurunan <i>Spun Pile</i> di <i>Site</i>	55
Gambar 4.14. Penurunan <i>Spun Pile</i> di <i>Site</i>	55
Gambar 4.15. Penentuan Koordinat Pancang	55
Gambar 4.16. <i>Handling</i> Tiang Pancang	56
Gambar 4.17. Syarat Pemancangan	56
Gambar 4.18. Lokasi Titik Pemancangan	57
Gambar 4.19. Penyambungan Tiang Pancang	57
Gambar 4.20. Pelaksanaan Kalendering	58
Gambar 4.21. <i>Flow Chart</i> Pekerjaan HSPD	58
Gambar 4.22. Mobilisasi <i>Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)</i>	59
Gambar 4.23. Penurunan <i>Spun Pile</i> di <i>Site</i>	59
Gambar 4.24. Penurunan <i>Spun Pile</i> di <i>Site</i>	59
Gambar 4.25. Penentuan Koordinat Pancang	60
Gambar 4.26. <i>Handling</i> Tiang Pancang	60
Gambar 4.27. Pemancangan HSPD	61
Gambar 4.28. Penyambungan Tiang Pancang	61
Gambar 4.29. Spesifikasi Alat Utama HSPD.....	62

Gambar 4.30. Desain <i>Full Deck Slab Precast</i>	62
Gambar 4.31. Potongan Melintang <i>Full Deck Slab Precast</i>	64
Gambar 4.32. <i>Plan Full Deck Slab Precast</i>	64
Gambar 4.33. Lokasi Penelitian PA.110-PA.111	64
Gambar 4.34. <i>Flow Chart</i> Pekerjaan <i>Erection Full Slab Precast</i>	65
Gambar 4.35. <i>Marking</i> Elevasi	66
Gambar 4.36. <i>Leveling</i>	66
Gambar 4.37. <i>Load Chart Crane</i>	67
Gambar 4.38. Persiapan <i>Erection</i>	68
Gambar 4.39. <i>Erection Fullslab Precast</i>	68
Gambar 4.40. Cek Elevasi <i>Fullslab Precast</i>	68
Gambar 4.41. Potongan Melintang <i>Full Deck Slab Cast In Site</i>	69
Gambar 4.42. <i>Plan Full Deck Slab Cast In Site</i>	69
Gambar 4.43. <i>Flow Chart</i> Pekerjaan Pengecoran Beton <i>Cast In Site</i>	71
Gambar 4.44. Persiapan Perancah.....	71
Gambar 4.45. Pemasangan <i>Shoring PD-8</i>	72
Gambar 4.46. Pembesian <i>Deck Slab</i>	72
Gambar 4.47. Pekerjaan Pengecoran	73
Gambar 4.48. Tinjauan Penelitian Studi Kasus	74
Gambar 4.49. Potongan Memanjang <i>Slab/Pelat Lantai</i>	76
Gambar 4.50. Rekapitulasi Waktu Eksisting Proyek	100
Gambar 4.51. Rekapitulasi Waktu Alternatif 1.....	100
Gambar 4.52. Rekapitulasi Waktu Alternatif 2.....	100
Gambar 4.53. Rekapitulasi Waktu Alternatif 3.....	101
Gambar 4.54. Rekapitulasi Waktu Alternatif 4.....	101



RE-ENGINEERING PADA ACCESS INTERCHANGE SAYUNG PROYEK JALAN TOL SEMARANG - DEMAK SEKSI 2

Abstrak

Semakin pesatnya pertumbuhan ekonomi yang ditandai dengan semakin berkembangnya industri, pemukiman, pemekaran wilayah kota serta di imbangi dengan pembangunan infrastruktur diharapkan dapat melancarkan transportasi. Semakin berkembangnya teknologi dalam pembangunan infrastruktur dan semakin banyak berbagai macam alternatif metode konstruksi yang dapat mempercepat dan menghasilkan kualitas konstruksi yang baik, maka perlu dilakukan *Re-Engineering* terhadap metode konstruksi supaya dapat menghasilkan metode yang efektif dan efisien.

Re-Engineering struktur *Slab On Pile* dengan membandingkan metode kerja alat pemancangan *diesel hammer* dengan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) dan pekerjaan *full deck slab precast* dengan *full deck slab cast in site*, menggunakan metode perhitungan RAB dan *Time Schedule* berdasarkan data di daerah objek yang berbentuk kuantitatif maupun kualitatif serta literatur yang berkaitan dengan permasalahan.

Dari hasil *Re-Engineering* dengan berbagai alternatif membandingkan dan mengkombinasikan metode kerja alat pemancangan *diesel hammer*, *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD), pekerjaan *full deck slab precast*, dan *full deck slab cast in site*. dapat disimpulkan bahwa metode pekerjaan struktur slab on pile dengan menggunakan alat pemancangan *diesel hammer* dan pekerjaan *deck slab* dengan *full deck slab precast* paling efektif dan efisien sebagai alternatif pekerjaan konstruksi.

Kata Kunci: *Re-Engineering; Time Schedule; Pemancangan; full deck slab*

RE-ENGINEERING OF SAYUNG ACCESS INTERCHANGE ON SEMARANG - DEMAK TOLL ROAD PROJECT SECTION 2

Abstract

The more rapid economic growth marked by the development of industry, settlements, expansion of urban areas and offset by infrastructure development is expected to facilitate transportation. As technology develops in infrastructure development and there are more and more alternative construction methods that can accelerate and produce good quality construction, it is necessary to re-engineer construction methods in order to produce effective and efficient methods.

Re-Engineering the Slab On Pile structure by comparing the work method of a diesel hammer piling tool with a Hydraulic Static Pile Driver (HSPD) and full deck slab precast work with full deck slab cast in site, using the RAB and Time Schedule calculation methods based on data in the object area. in the form of quantitative and qualitative as well as literature related to the problem.

From the results of Re-Engineering with various alternatives to compare and combine the work methods of diesel hammer piling tools, Hydraulic Static Pile Driver (HSPD), full deck slab precast work, and full deck slab cast in site. It can be concluded that the slab on pile structure work method using a diesel hammer driving tool and slab deck work with full deck slab precast is the most effective and efficient alternative to construction work.

Keywords: *Re-Engineering; Time Schedule; Spun pile; full deck slab*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Semarang adalah kota yang tidak pernah sepi dan padat penduduk. Semarang ditetapkan menjadi ibukota provinsi di Indonesia yaitu provinsi Jawa Tengah Semarang semakin berkembang karena kestabilan ekonomi yang terus tumbuh. Hal ini dapat dilihat dari berbagai sektor di Semarang yang terus maju seperti sektor industri, perumahan, dan pengembangan pada wilayah kota dengan adanya dukungan dari sektor transportasi yang semakin meningkat dalam memperlancar pengiriman bahan baku dan industri pada tempat pemasaran. Kemajuan-kemajuan tersebut tidak hanya memberikan dampak positif pada kota Semarang, namun juga terdapat dampak negatif diantaranya yaitu :

1. Penataan lokasi industri yang semena-mena dan tidak mempertimbangkan dampak pada lingkungan karena sektor industri berbondong-bondong untuk menguasai fasilitas jalan utama sehingga apabila dibiarkan terus menerus akan membuat volume lalu lintas membludak dan memperlambat jalan.
2. Banjir yang disebabkan perubahan tata guna lahan, pengambilan air tanah yang tidak terkendali yang mengakibatkan penurunan muka tanah (*land subsidence*) serta menurunnya kapasitas tampungan air (sungai dan sistem *drainase*).
3. Tercampurnya lalu lintas lokal dan regional sehingga berakibat pada kemacetan di jalan utama.
4. Realisasi tata kelola wilayah kota yang tidak sesuai dengan rancangan awal.

Salah satu solusi yang dapat mengatasi masalah di atas yaitu adanya proyek jalan tol guna meminimalisir terjadinya kemacetan. Hal ini penting untuk dilakukan mengingat bahwa masyarakat sangat perlu untuk berpindah tempat baik untuk bekerja atau hal lain. Proyek jalan tol yang telah terealisasi oleh pemerintah adalah program pembangunan tol Trans Jawa dengan banyak proyek tol salah satunya yaitu Semarang - Demak Seksi 2

Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2 dinaungi oleh PT. PP Semarang Demak – Investasi dan dikerjakan oleh PP-WIKA Konsorsium dengan letak lokasi pada (STA 10+690 s/d STA 27+000) sepanjang 16,31 km di

Kec. Sayung, Kab. Demak, Jawa Tengah. Pada proyek ini PT. PP Semarang - Demak selaku investor (pemilik) dan PP – WIKA Konsorsium sebagai kontraktor pelaksana. Selain itu, untuk Konsultan Pengawas ada dari PT. Virama Karya.

Pada Proyek ini terdapat dua jenis pekerjaan yaitu timbunan dan struktur, dan ada beberapa jenis struktur yang digunakan yaitu *Slab on Pile*, *Jembatan*, *Underpass*, *Overpass*, dan *Box*. (Prasetyo, 2021).



Gambar 1.1. Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2
(Sumber : *Google Earth*).

Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Paket 2 terdiri dari 2 pekerjaan utama yaitu pekerjaan *slab on pile* dan pekerjaan jembatan. Pada pekerjaan struktur *slab on pile* terdapat pekerjaan :

1. Pekerjaan pemancangan menggunakan metode pelaksanaan dengan alat *Diesel Hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*.
2. Struktur *full deck slab*/pelat menggunakan metode *precast* dan *cast in site* (cor di tempat).

Dari keseluruhan kegiatan pekerjaan metode yang digunakan untuk menahan beban konstruksi di atasnya adalah dengan pondasi dalam, yaitu tiang pancang, karena proyek ini berada di atas tambak yang memiliki letak tanah keras yang dalam 70,45 m dan tanah ini bersifat tanah lunak (lempung).

Sedangkan untuk pekerjaan struktur *slab*/pelat menggunakan metode *precast* dan *cast in site* (cor di tempat). Pekerjaan ini tidak dapat diremehkan karena harus mempertimbangkan pilihan yang telah sesuai dengan tepat. Adapun pertimbangan yang harus dilakukan oleh pekerja yaitu penggunaan metode apakah akan mengambil metode kerja struktur *full deck slab* secara *cast in site* (cor di tempat) atau secara *precast* (pracetak) dan metode kerja pemancangan menggunakan *diesel hammer* atau menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD). Selain itu, biaya dan waktu juga merupakan hal yang harus dipertimbangkan untuk memenuhi permintaan pemilik proyek, sehingga dipilih metode yang untuk mengetahui alternatif metode mana yang lebih efektif terkait waktu dan yang lebih efisien terkait biaya pada proyek tersebut.

Maka diperlukan analisis perbandingan metode kerja :

1. Pemancangan *diesel hammer* dengan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD)
2. *full deck slab precast* dengan *full deck slab cast in site*
3. Kombinasi metode kerja pemancangan dan metode kerja *full deck slab*

Sehubungan dengan itu, judul Tugas Akhir yang akan dibahas adalah

“RE-ENGINEERING PADA ACCESS INTERCHANGE SAYUNG PROYEK JALAN TOL SEMARANG - DEMAK SEKSI 2”

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat 6 metode kerja yang dapat dianalisis. Adapun rumusan masalah yang ditarik oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana metode pekerjaan pemancangan yang efektif dan yang efisien?
2. Bagaimana metode pekerjaan *slab* yang efektif dan yang efisien?
3. Bagaimana kombinasi metode pekerjaan pemancangan dan *slab* yang efektif dan yang efisien?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang harus kami capai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan metode kerja pemancangan yang efektif dan yang efisien.
2. Mendapatkan metode kerja *full deck slab* yang efektif dan yang efisien.

3. Mendapatkan kombinasi metode pekerjaan pemancangan dan *full deck slab* yang efektif dan yang efisien.

Manfaat dari adanya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai alternatif kombinasi metode yang tepat sebagai acuan untuk tahap pekerjaan proyek yang akan datang.
2. Memberikan analisis hasil yang maksimal dengan waktu yang efektif dan biaya yang efisien.
3. Dapat mempercepat pelaksanaan proyek yang serupa dan tidak mengganggu lingkungan masyarakat sekitar dengan membandingkan metode kerja yang tepat dan berkaitan dengan waktu yang akan datang.
4. Mendapatkan ilmu untuk diri sendiri maupun orang lain supaya dapat dikembangkan kembali.

1.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dilakukan pada *slab on pile access interchange* Sayung di Tol Semarang - Demak Seksi 2.
2. Penelitian atau analisa perbandingan dilakukan pada masing-masing metode 1 span *slab on pile* dengan bentang 7.5 m (*Center to Center*).
3. Analisis yang dilakukan yaitu meninjau metode pelaksanaan pekerjaan pemancangan (*diesel hammer* dan *hydraulic static pile driver*) dan *full deck slab* (*precast* dan *cast in site*) yang di dalamnya mencakup aspek biaya dan waktu.
4. Tidak membahas perhitungan geometri jalan pada *slab on pile*.
5. Tidak membahas pembebanan struktur maupun geoteknik pada *slab on pile*.

1.5. Keaslian Penelitian

Pada bagian ini penulis ingin mengulas sedikit mengenai penelitian terdahulu yang berhubungan dengan pokok bahasan yang akan dianalisis, yaitu mengenai analisis perbandingan metode kerja *full deck slab* dan metode kerja pemancangan.

Berikut adalah tabel keaslian penelitian :

Tabel 1.1. Keaslian Penelitian

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Output Penelitian	Sumber
1	Angger Wali Abiyyu, 2019	Analisis Perbandingan Pelaksanaan <i>Full Slab Precast</i> dengan Kombinasi <i>Slab Precast</i> dan <i>Cast In Situ</i> Ditinjau Dari Segi Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Jalan Tol Cibitung - Cilincing Seksi 3 Sta 20+871,52 – 20+946,52	Output dari penelitian ini yaitu hasil analisis mengenai perbandingan biaya dan waktu yang didapatkan hasil bahwa penurunan biaya sejumlah 2,03% serta penambahan waktu kurang lebih 16,67 % atau tiga hari pada kondisi <i>full slab precast</i> merupakan akibat dari kombinasi <i>slab precast</i> dan <i>cast in situ</i> 72 cm	2019. D3 Tugas Akhir Teknik Sipil. Universitas Gajah Mada
2	Gitaning Primaswari, Agung Bhakti Utama, Galih Adya Taurano, 2022	Produktivitas <i>Hydraulic Pile Driver</i> pada Proyek Pembangunan <i>Workshop</i> di Semarang	Output dari penelitian ini yaitu hasil analisis mengenai produktivitas yang dimana produktivitas tertinggi pada angka 1.337 meter/menit, terendah 0.990 meter/menit, dan produktivitas rata-rata 1.143 meter/menit.	Vol. 18 No. 1 Maret 2022 : 11 – 21. Orbith Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial.
3	Khalidi, 2017	Analisa Produktivitas <i>Pile Driver Diesel</i>	Output dari penelitian ini yaitu hasil analisis produktivitas <i>diesel hammer</i>	2017. Teknik Sipil. Universitas

		<p><i>Hammer</i> Pada Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang Pada Proyek Penggandaan Jembatan Kureng Cut Kota Banda Aceh.</p>	<p>yang menunjukkan bahwa produktivitas aktual Pile Driver Diesel Hammer pada proyek lebih besar 2,21 m/jam</p>	<p>Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh.</p>
--	--	--	---	---

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini berisi acuan peneliti dalam penyusunan tugas akhir dengan adanya hal ini diharapkan pembaca dapat memahami penulisan dalam Tugas Akhir ini, berikut dapat dijelaskan di dalam diagram alir berikut ini :



Gambar 1.2. Diagram Alir Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan merupakan bab yang didalamnya mencakup beberapa hal diantaranya yaitu latar belakang atau alasan peneliti mengangkat topik penelitian, lokasi penelitian yang menjelaskan letak peneliti melakukan penelitian dan mengambil data, perumusan masalah berisikan masalah-masalah yang ditemukan

oleh peneliti, tujuan penelitian berisikan tujuan peneliti yang didapatkan, manfaat penelitian berisikan harapan peneliti terhadap hasil tulisan yang telah dibuat, lalu yang terakhir terdapat sistematika penulisan yang berisikan pedoman atau acuan peneliti dalam penyusunan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka adalah bagian yang berisi teori-teori guna untuk menunjang keberhasilan peneliti dalam mencapai tujuan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI

Metodologi penelitian berisi tentang uraian umum, lokasi yang ditinjau, pengambilan sampel penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dari penelitian yang dibahas dan penjelasan data yang diperoleh. Analisis data yang mengacu pada tercapainya tujuan penelitian dan pembahasan penelitian pada masing-masing metode pekerjaan.

BAB V PENUTUP

Penutup memuat kesimpulan saran yang telah menjadi fokus perhatian dari pembahasan dan diskusi.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisikan daftar referensi yang digunakan oleh peneliti dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Kajian yang penulis paparkan didukung oleh beberapa sumber kredibel dari artikel jurnal dan berbagai tulisan yang relevan dengan topik penelitian. Sementara tujuan dari penerapan sistem demikian adalah untuk memberi kemudahan terhadap penyusunan penelitian.

Abiyu (2019), berdasarkan analisis komparatif biaya dan waktu menunjukkan bahwa kombinasi *slab precast* 72 cm dan cor di tempat mengurangi biaya hanya sebesar 2,03% dan meningkatkan waktu konstruksi sebesar 16,67% (3 hari) dibandingkan dengan kondisi normal (*full slab precast*).

Dalam studi lain yang diprakarsai Primaswari dkk. (2022) mengungkap, alat berat yang lazim dilibatkan dalam konstruksi pondasi salah satunya *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD). Hal tersebut telah dikumpulkan sebagai basis data terkait produktivitas utama. Studi tersebut secara terfokus memiliki tujuan perihal analisis produktivitas HSPD. HSPD dengan kapasitas 120 ton digunakan untuk pemancangan. Alat yang digunakan untuk mengukur produktivitas yakni dengan kombinasi *work process chart* dan *work sampling*. Uji kolmogorov menjabarkan jika data sampel distribusinya normal yang selanjutnya dilakukan analisis rata-rata. Hasil memaparkan, produktivitas tertinggi berada di angkat 1.337 meter/menit, terendahnya adalah 0,990 meter/menit, sedangkan rata-rata di angka 1.143 meter/menit.

Beralih ke penelitian yang oleh Khalidi (2017) diulik perihal nilai produktivitas aktual dan secara teori pada kegiatan pemancangan tiang pancang dengan melibatkan alat *diesel hammer*. Alat tersebut secara khusus diterapkan pada proyek Penggandaan Jembatan Krueng Cut Kota Banda Aceh. Adapun metode analisa yang dipakai adalah dengan analisa deskriptif. Hasil penelitian tersebut menunjukkan, produktivitas aktual *Pile Driver Diesel Hammer* berada di angka rata-rata 14,21 m/jam dan produktivitas *diesel hammer* secara teori di angka 12,00

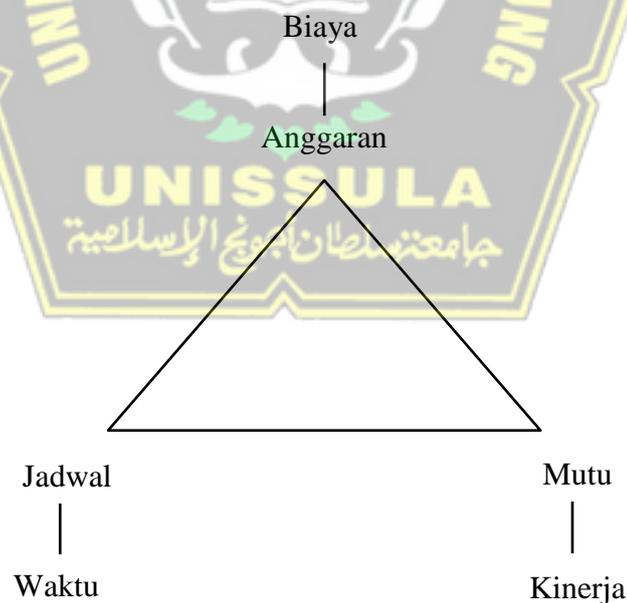
m/jam. Produktivitas aktual menunjukkan jika proyek tersebut terbilang lebih besar yakni 2,21 m/jam.

2.2. Landasan Teori

Bab ini menjelaskan secara terstruktur kerangka teori dasar yang berkorelasi pada masalah penelitian. Ragam teori telah dihimpun berdasarkan referensi kepustakaan. Adapun referensi yang dipilih memiliki kaitan dengan pelaksanaan proyek konstruksi, metode kerja, manajemen konstruksi, tiang pancang, *slab* atau pelat, *slab on pile*, dan *Microsoft Project*.

2.2.1. Kegiatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Kegiatan proyek bisa diartikan sebagai aktivitas temporer dengan durasi yang telah ditetapkan guna menciptakan hasil berupa produk dengan standar kualitas dan alokasi sumber daya tertentu. Sebagaimana yang telah dipahami, proses terkait mencapai hasil akhir terbatas dalam beberapa komponen, mulai dari anggaran, jadwal, serta mutu. Ketiganya awam disebut sebagai *triple constraint* atau tiga kendala (Soeharto, 1999).



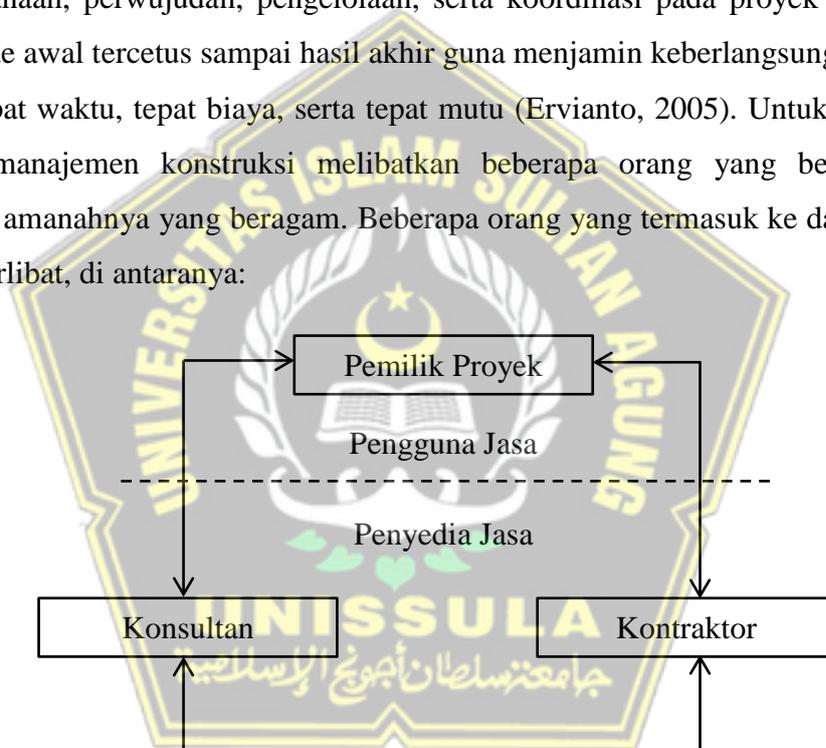
Gambar 2.1. *Triple Constraint*

(sumber : Soeharto, I, Manajemen proyek : Dari konseptual sampai operasional, Jakarta ; Erlangga, 1999,p.3).

Proyek konstruksi merupakan suatu upaya kompleks dengan unsur kebaruan atau tidak sama dengan proyek sebelumnya sehingga pada implementasinya perlu sistem kontrol yakni manajemen proyek konstruksi. Hal ini menjadi serangkaian aktivitas dengan kurun tertentu yang pada pelaksanaannya terjadi hanya satu kali. Adapun karakteristiknya ialah unik, memerlukan sumber daya (*money, method, manpower, material, machines*), juga organisasi (Ervianto, 2005).

2.2.2. Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi merupakan suatu kesatuan sistem yang memuat perencanaan, perwujudan, pengelolaan, serta koordinasi pada proyek konstruksi sejak ide awal tercetus sampai hasil akhir guna menjamin keberlangsungan proyek bisa tepat waktu, tepat biaya, serta tepat mutu (Ervianto, 2005). Untuk kemudian suatu manajemen konstruksi melibatkan beberapa orang yang berkompeten dengan amanahnya yang beragam. Beberapa orang yang termasuk ke dalam pihak yang terlibat, di antaranya:



Gambar 2.2. Pihak-Pihak yang Terlibat dalam Proyek Konstruksi

(sumber : Ervianto, 2005).

Husen (2010) memaparkan terkait aspek manajemen yang sebaiknya diperhatikan, mencakup:

a. **Planning (Perencanaan)**

Aspek pertama ini memuat sasaran, tujuan, sampai mengarah pada kebijakan lain guna menyongsong keberhasilan suatu proyek. Dengan demikian, aspek perencanaan memerlukan komitmen kuat karena salah satu tujuannya adalah mengurangi risiko di dalam pengerjaan suatu proyek. Pada implementasinya kelak, aspek ini tetap bisa disempurnakan kembali menyesuaikan perkembangan dan perubahan tertentu.

b. **Organizing (Pengorganisasian)**

Terdapat semacam kegiatan tertentu yang menjadi basis dari aspek pengorganisasian, ialah *work breakdown structure* termasuk di dalamnya penentuan anggota dengan tanggung jawab masing-masing. Menimbang begitu krusialnya aspek ini, maka suatu proyek membutuhkan struktur organisasi dengan menyelaraskan kebutuhan, konteks penjabaran sesuai kemahiran, serta kecakapan setiap anggota.

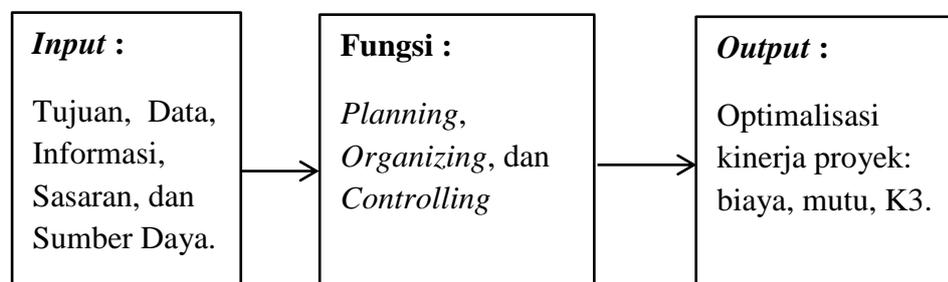
c. **Actuating (Pelaksanaan)**

Aspek ini menjadi tahap aktualisasi dari aspek pertama yang sudah diputuskan berdasar pada tahapan pekerjaan baik secara non-fisik ataupun fisik. Untuk selanjutnya produk akhir dapat menyesuaikan sasaran dan tujuan.

d. **Controlling (Pengendalian)**

Aspek ini mengandung maksud yakni mencapai proses dan aturan dalam pekerjaan dengan hasil optimal.

Di bawah ini adalah proses manajemen konstruksi yang dipaparkan melalui gambar



Gambar 2.3. Proses Manajemen Konstruksi

(sumber : Husen, 2010).

Kata manajemen bisa digamblangkan sebagai bagian dari ilmu, seni, juga keterampilan yang keberadaanya dibutuhkan guna membantu kemudahan mencapai tujuan yang telah disepakati sejak awal terkait pengelolaan dan koordinasi sumber daya. Manajemen bisa disebut juga merupakan suatu proses menggabungkan beberapa elemen sumber daya dengan hasil yang seoptimal mungkin.

Selanjutnya pada konteks manajemen proyek didefinisikan sebagai ragam upaya terdiri atas perencanaan, pengorganisasian, pemimpin serta pengendalian sumber daya suatu perusahaan guna menjangkau sasaran jangka tertentu yang ditetapkan. Lebih luas lagi bahwa hal demikian menerapkan suatu pendekatan sistem juga arus kegiatan berupa horizontal dan vertikal (H. Kerzner, 1982).

Sumber daya yang dilibatkan untuk keperluan proyek konstruksi terdiri dari berbagai hal, meliputi:

- a. *Money* atau dana pembiayaan.
- b. *Machine* atau alat kebutuhan.
- c. *Time* atau periode waktu tertentu.
- d. *Material* atau segala jenis bahan yang diperlukan.
- e. *Labour* atau personel kerja yang berkompeten di bidangnya.

2.2.3. Metode Kerja

Metode kerja adalah metode yang digunakan pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi .

1. Metode Kerja Pemancangan

- a. Pemancangan dengan *Diesel Hammer* (pukulan)

Pemancangan ini menggunakan sistem pukulan atau tumbukan, pemancangan tiang menggunakan *diesel hammer* menimbulkan getaran pada daerah sekitar lokasi pemancangan berupa getaran dan desakan tanah akibat penetrasi tiang pada tanah. Getaran terjadi akibat energi mekanik dari *hammer* yang pukul pada tiang pancang, sebagian digunakan untuk penetrasi tiang pancang dan sebagian ditransmisikan ke daerah sekitar lokasi pemancangan melalui medium tanah.

- b. Pemancangan dengan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) (tekan)
Pemancangan ini menggunakan sistem tekan hidrolis, sehingga tidak menghasilkan getaran, suara dan polusi, sehingga banyak digunakan di daerah perkotaan dan industri.

2. Metode Kerja Struktur *Slab*

a. *Full Slab Precast*

- *Erection Full Slab Precast*

Erection Full Slab Precast adalah serangkaian tindakan yang melibatkan unsur menyatukan berbagai komponen bangunan termasuk di dalamnya beton pracetak yang dinyatakan layak untuk digunakan sebagai struktur atas slab on pile dan berfungsi menerima beban yang kemudian disalurkan ke struktur di bawahnya. Metode paling cepat begitulah sebutan untuk metode satu ini. Namun, ada hal-hal khusus lain yang juga sebaiknya dipertimbangkan yakni sambungan beton pracetak, transportasi ke lokasi proyek, serta daya kekuatan alat angkat (total beton *precast* harus di bawah kapasitas kuat angkat ujung *tower crane*).

Kemudian terkait jumlah personel yang cenderung membutuhkan sekitar enam orang dengan komponen pembagiannya di lokasi komponen pracetak (dua orang), di permukaan tanah (dua orang), mandor (satu orang), serta satunya lagi sebagai operator *crane*. *Erection full slab* dilakukan secara bertahap mulai dari lajur terjauh dari jalan akses sehingga celah antar *spun pile* dapat dimanfaatkan untuk menempatkan posisi *crane*.

b. *Full Slab Cast In Site*

- Pengecoran *Full Slab Cast In Site*

Pekerjaan pengecoran ialah jenis aktivitas dengan melibatkan pencurahan beton segar ke cetakan elemen struktur yang sebelumnya sudah diberi besi tulangan. Sebelum aktivitas ini dilaksanakan, perlu pemberlakuan inspeksi kerja demi memastikan cetakan serta besi tulangan berada di tempat semestinya sesuai *planning*. Pada pengerjaan slab/pelat lantai *cast in site* memerlukan perancah (Shoring PD-8) serta bekisting untuk membantu pengecoran pelat lantai, jika beton-betonnya sudah dikatakan mengeras pelepasan perancah dan bekisting bisa dilakukan. Pada proses yang

melibatkan perancah dan bekisting perlu personel dan material cukup banyak. Selain itu, pada pekerjaan ini membutuhkan alat berupa *concrete pump* dan *concrete vibrator*.

2.2.4. Slab On Pile

Struktur *slab on pile* termasuk ke dalam struktur gabungan antara *slab* beton dan kelompok tiang pancang yang terikat dengan *pile head*. Ini menjadi satu keterpaduan hingga dapat membendung dan menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah bagian dalam.

Struktur atas ialah bagian yang secara langsung memperoleh beban memuat beban mati, beban mati tambahan, beban sendiri, beban lalu lintas kendaraan, gaya rem, dan sebagainya. Struktur atas pada jalan tol pada cenderung mencakup *full slab* lantai kendaraan, dinding *barrier* dan parapet, dan perkerasan. Sedangkan struktur bawah atau *substructure* memiliki fungsi terkait memanggul beban struktur atas secara menyeluruh. Selain beban demikian, ada beban lain yang juga dipikul seperti beban akibat tekanan di tanah, aliran air, gesekan tumpuan, dan lain-lain. Struktur bawah jalan tol antara lain *pile head* menerus dan *expansion joint*, dan *spun pile* (Prasetyo, 2021).

2.2.5. Tiang Pancang

Pada kegiatan yang melibatkan pembuatan jalan tol harus menerapkan pondasi. Hal ini karena pondasi menjadi bagian krusial dengan fungsinya sebagai penghubung ke bagian tanah, menstabilkan kondisi berat bangunan, beban berguna serta gaya luar pada gedung termasuk di dalamnya kemungkinan gempa bumi dan tekanan angin (Heinz Frick, 2001).

Dengan demikian, pondasi memiliki manfaat guna meneruskan beban akibat struktur atas ke lapisan tanah yang ada di struktur bawah. Diharapkan dengan peran tersebut tidak terjadi keruntuhan, pergeseran, dan penurunan tanah pondasi secara signifikan. Pada bahasan ini menjadikan *pile foundation* sebagai unsur yang dipakai pada proyek. Menimbang struktur yang dilibatkan mengalami penerimaan, pemindahan, dan penyaluran beban dari struktur atas ke kedalaman tertentu.

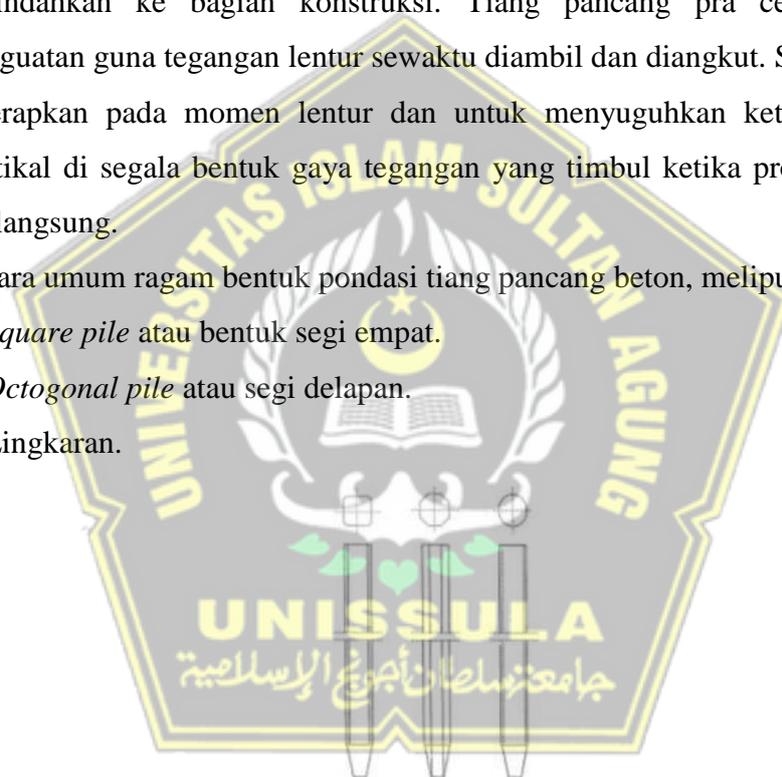
Digunakannya *pile foundation* jika tanah yang di bawah bangunan tidak memiliki *bearing capacity* cukup dalam mengemban berat bangunan (Sardjono HS, 1988). Sementara itu, apabila tanah memiliki cukup *bearing capacity* mengemban keseluruhan beban berada di lapisan yang cukup dalam lebih dari 8 m (Bowles, 1991) di bawah permukaan tanah.

a. Tiang Pancang Beton

Studi yang termaktub dalam jurnal Teknik Sipil UBL vol. 6 no. 2 memaparkan, tiang pancang di kategori ini terbentuk pada tempat khusus pencoran sentral menyesuaikan dengan panjang ketetapan untuk selanjutnya dipindahkan ke bagian konstruksi. Tiang pancang pra cetak memakai penguatan guna tegangan lentur sewaktu diambil dan diangkut. Selain itu, juga diterapkan pada momen lentur dan untuk menyuguhkan ketahanan beban vertikal di segala bentuk gaya tegangan yang timbul ketika proses dorongan berlangsung.

Secara umum ragam bentuk pondasi tiang pancang beton, meliputi:

1. *Square pile* atau bentuk segi empat.
2. *Octogonal pile* atau segi delapan.
3. Lingkaran.



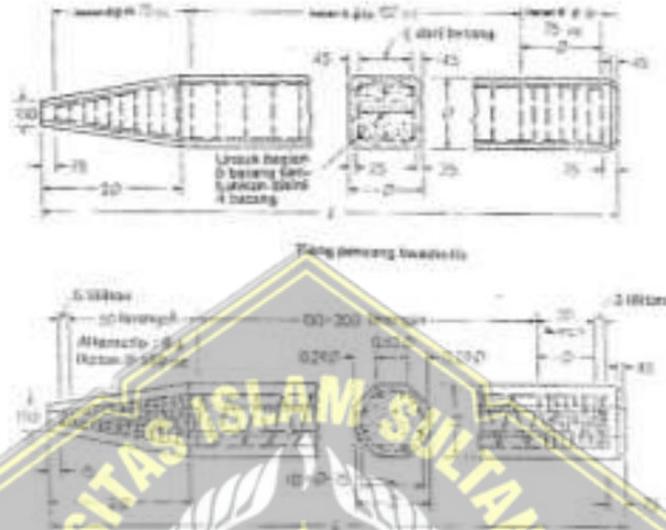
Gambar 2.4. Bentuk Penampang Tiang Pancang Beton

(sumber : Antonius dkk, 2015).

Kondisi tanah yang sulit dilakukan pengecoran beton di tempat biasanya menggunakan pondasi tiang pancang beton pracetak. Untuk meminimalkan anggaran terkait pengiriman, proses pengecoran sebenarnya dapat diupayakan di tempat pembangunan dengan catatan tersedianya ruangan dan kuantitas

yang memang dibutuhkan. Pasalnya pracetak sendiri membutuhkan alat angkut, kendati dapat mengurangi kebutuhan lahan pembangunan.

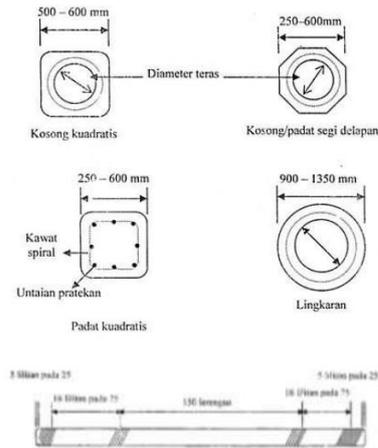
Penggunaan beton bertulang dapat diterapkan pada pembuatan tiang pancang beton pracetak seperti yang tersaji dalam Gambar 2.6. Selanjutnya bisa juga dengan tiang beton model pratekan seperti gambar di bawahnya.



Gambar 2.5. Tiang Beton Pracetak dengan Penguat Biasa (beton bertulang)

(sumber : Antonius dkk, 2015).

Tiang tersebut melibatkan penggunaan beton bertulang yang dibuat tegangan lentur sewaktu *pick up* ke lokasi pembangunan. Hal tersebut menitikberatkan pada momen lentur ketimbang beban lateral dan juga menyuguhkan tahanan dengan kapasitas cukup pada setiap gaya tegangan dan beban vertikal yang hadir sewaktu proses pendorongan. Lokasi pengambilan menjadi salah satu aspek yang dipertimbangkan saat momen lentur disempurnakan. Penting untuk dipahami bahwa lokasi pengambilan harus diberi tanda yang jelas karena momen lentur berkaitan erat dengan lokasi tersebut (Antonius dkk, 2015).



Gambar 2.6. Tiang Beton Prategang Khusus

(sumber : Antonius dkk, 2015).

2.2.6. Diesel Hammer

Penumbuk atau dalam istilah asing dikenal dengan kata *hammer* biasanya terbuat dari material baja pejal yang memiliki fungsi memukul tiang pancang untuk merasuk ke tanah. *Hammer* memiliki komponen tersendiri yang memuat blok pancang, blok landasan, sistem injeksi bahan bakar, dan silinder. Seutas kabel diperlukan untuk memulai siklus tersebut guna meningkatkan blok pancang dan tali yang terlepas. Keduanya berkaitan dengan penjatuhan blok pancang tersebut. Untuk selanjutnya melibatkan bahan bakar injeksi yang sengaja dibakar. Lantas blok pancang naik guna mengulangi siklus demikian. Bahan bakar lebih rendah dan ringan serta operasinya bisa dikatakan efisien karena bisa merajuk ke suhu rendah 0° celcius merupakan karakteristik penggunaan palu diesel. Perbandingan berat tiang pancang dan balok besi yang panjang harus berkisaran pada tata cara di angka antara 0.25 dan 1.0. (Antonius dkk, 2015).

Beberapa keunggulan penerapan teknologi berbasis *diesel hammer*, yakni:

1. Mudah diterapkan sekalipun di wilayah terpencil atau jauh dari kawasan tinggal penduduk.
2. Tidak menimbulkan suara bising sehingga ekonomis pada konteks pemakaiannya.
3. Perawatan alat terbilang mudah.
4. Bisa bekerja di lingkungan yang memiliki temperature suhu dingin.

Adapun kelemahan teknologi ini adalah:

1. Sulit diimplementasikan pada kondisi tanah yang lembek atau lunak.
2. Sulit menetapkan jumlah energi yang diperlukan.



Gambar 2.7. *Diesel Hammer*

(sumber : Prasetyo, 2022).

2.2.7. Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)

Teknologi bertajuk *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) atau juga dikenal dengan “*Press in Pile*” adalah metode pemancangan dengan penawaran solusi terbaru di kawasan padat pemukiman. Secara umum teknologi ini memiliki fokus tujuan pada pengurangan persoalan yang merebak di lingkungan saat pekerjaan dilakukan. Ini dikatakan lebih ekonomi, praktis, juga cenderung tidak banyak memakan waktu.

Beberapa keunggulan teknologi ini di antaranya adalah:

1. Kinerja yang disuguhkan lebih cepat dibanding teknologi bersistem *hammer* dengan angka perbandingan mencapai 1:2,5
2. Tidak memicu suara bising dan getaran yang memengaruhi lingkungan.
3. Tidak menghasilkan pencemaran udara sehingga bisa dikatakan lebih *eco friendly*.
4. Pondasi tiang pancang yang telah terpasang lebih bisa diandalkan karena lebih efisien dan efektif terkait daya dukung pondasi.
5. Tiang pancang cenderung lebih presisi dan bisa diaplikasikan pada wilayah kecil dengan kisaran jarak 65 cm dari dinding bangunan eksisting.

Adapun kinerja dari teknologi HSPD, yakni:

1. Mengapit bagian tengah *pile* kemudian ditekan secara hidrolis.
2. Dikatakan praktis terhadap aktivitas pemancangan tiang sampai 17 meter.
3. Bisa digunakan untuk menancapkan *pile* sampai kedalaman 9 meter dengan menggunakan *doly*. Hal tersebut bisa dilakukan lepas pasang kembali secara lebih gampang.



Gambar 2.8. *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD)

(sumber : CV. Medan Albertindo).

2.2.8. Slab/ Pelat

Slab/pelat lantai menurut Ali Asroni (2010 : 191) ialah struktur yang terbuat dari beton bertulang dengan karakteristik utama yakni tipis, berbidang horizontal, dengan beban yang dikerahkan tegak lurus menyesuaikan bidang strukturnya. Disandingkan bentar bidangnya, ketebalan bidang pelat justru relatif sangat kecil. Fungsi struktur ini adalah menyalurkan beban hidup juga mati ke rangka vertikal.

2.2.9. Full Slab Precast

Full slab precast termasuk ke dalam kategori teknologi konstruksi struktur beton dengan melibatkan aspek penyusunan dan penyatuan dahulu atau *pre-assembly* lantas dilakukan instalasi. Dengan begitu, sistem ini memiliki perbedaan pada konstruksi monolit dari segi *planning* dan juga metode aplikasi dari tempat awal produksi. Selain itu, mempertimbangkan penyatuan dan pemasangan yang ditetapkan oleh pihak tertentu selaku teknisi perilaku sistem pracetak yang

menyasar pada tutorial penyambungan komponen *joint*. (Abduh, 2007, as cited in perkembangan beton pracetak, 2014).

Teknologi *precast* ini dianggap sebagai bagian dari konstruksi yang efisien dan lebih cepat saat proses pengaplikasian. Hal demikian karena teknologi tersebut tidak butuh perancah dalam kapasitas yang banyak saat konstruksi dilakukan. Sementara itu, alat-alat berat yang digunakan untuk memudahkan pengangkatan dan pengangkutan menjadi aspek yang wajib diperhatikan saat mendesai pelat lantai pracetak. Pertimbangan tersebut diberlakukan agar saat di lapangan lebih mudah dipasang.

Beberapa keunggulan dari beton *precast*, yakni:

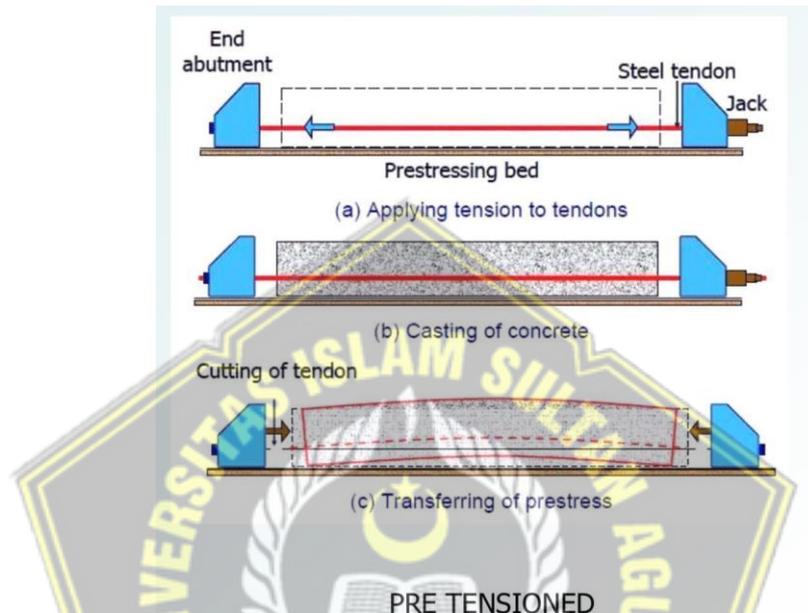
- Waktu yang diperlukan cenderung lebih cepat.
- Cetakan bisa digunakan secara berulang.
- Material optimum dan kualitas bahan dikatakan baik.
- Tidak menimbulkan kebisingan ekstrem dan ramah lingkungan.
- Penyederhanaan terkait aplikasi konstruksi.
- Tahap penyelesaian terbilang mudah untuk dilakukan.

Di sisi lain, ada juga kekurangannya yaitu:

- Dalam jumlah produksi sedikit penggunaannya tidak ekonomis.
- Membutuhkan lebih *space* bagi pabrikasi, penimbunan, termasuk pengerjaan sambungan beton.
- Bisa diaplikasikan hanya di wilayah yang telah ada alat *erection* dan *handling*.
- Panjang dan bentuk elemen terbatas, menyesuaikan kapasitas alat angkat dan angkut.
- Jarak maksimum pengangkutan jalur darat di kisaran angka antara 150 sampai 350 km (bergantung juga dengan tipe produk). Sementara pengangkutan jalur laut, jarak maksimum transportasi bisa mencapai angka 1.000 km bahkan lebih.
- Konstruksi tipe ini bisa berbahaya jika diterapkan pada kontur wilayah dengan risiko terjadi gempa cukup sering terlebih pada masalah sambungannya. (as cited in *Beton pracetak*, 2014).

a. *Precast Prestressed Pre-Tension*

Pemberian gaya prategang dengan cara melakukan stressing pada kabel (tendon) sebelum beton dicor. Kabel tendon diikat di dua buah angkur (mati dan hidup). Yang hidup dipendam pada beton lantas ditarik dengan melibatkan dongkrak. Hal demikian bertujuan agar kabel tendon kian memanjang. Pada proses demikian gaya konsentris timbul yang kemudian mengakibatkan kuatnya daya beton.



Gambar 2.9. Tahapan *Precast Prestressed Pre-Tension*

(sumber : *Power Point Wika Beton dan Universitas Diponegoro*).

Penarikan kabel (tendon) dapat dilakukan apabila hasil *test* kuat tekan beton sudah mencapai minimal 80% dari kuat tekan beton rencana atau sesuai dengan perhitungan *design*.

Beton tipe ini mengantongi berbagai nilai plus terkait keunggulannya, seperti:

- Pada proyek yang berada di sekitar perairan tetap bisa menggunakan beton tipe ini karena kedap air.
- Beton prategang cenderung tahan korosi karena terhindar dari retak terbuka di bagian tarik.
- Jumlah baja yang dilibatkan lebih sedikit.
- Peningkatan daya tahap pada geseran dan puntiran.

- Volumen produksi beton prategang dan baja atau besi untuk produksi juga lebih sedikit.
- Lebih profit jika diproduksi dalam kapasitas yang besar.
- Tidak terlalu membutuhkan biaya pemeliharaan karena kuat, tahan lama, serta balok membentang lebih panjang.
- Lendutan akhir setelah beban rencana kerja lebih kecil.
- Dimensi penampung struktur ramping sehingga efisien.
- Penggunaan beton ini menghemat waktu yang dikerahkan untuk melakukan konstruksi.

Sedangkan kekurangannya, terdiri atas:

- Perlu biaya tambahan pada kegiatan yang melibatkan pengangkatan.
- Bisa memicu kehilangan tegangan pada saat pemberian gaya prategang di awal.
- Perlu *quality control* (QC) lebih kukuh saat proses pembuatannya.

2.2.10. Full slab Cast In Site

Slab Cast In Site atau bisa diartikan sebagai kegiatan cor di tempat merupakan posisi akhir pada beton struktur dengan atau tidak dengan tulangan yang dicetak jadi satu kesatuan membentuk suatu bangunan. Untuk kemudian penyediaan komponen alat yang diperlukan dikerahkan saat berada di lapangan yang bersangkutan. Pencampuran betok menempuh pengecoran cepat agar tidak dingin sambungannya.

Nilai keunggulan dari metode ini terdiri atas:

- Bisa dikerjakan pada daerah yang relatif sempit.
- Bisa menyesuaikan dengan kebutuhan proyek.
- Pengawasan lebih gampang dilakukan dan dikontrol.

Sisi kelemahan metode ini mencakup:

- Waktu yang dikerahkan lebih lama.
- Butuh personel kerja banyak.
- Mempertimbangkan kondisi cuaca.
- Tidak ramah lingkungan karena menyisakan limbah.
- Sulit untuk mengukur mutu dan kualitasnya.

2.2.11. Microsoft Project

Perkembangan zaman yang kian pesat dibarengi dengan kemajuan peranti yang melibatkan komputer memberi efek berupa peningkatan daya guna jaringan kerja untuk memproses data. Proses data dengan memanfaatkan komputer dilakukan karena skala data yang ada sangat besar sehingga pengerjaannya harus cepat dan akurat. Dengan kata lain, dapat meningkatkan efektivitas pada pelaksanaan suatu proyek. Konteks demikian menimbang penggunaan *Microsoft Project* pada kegiatan analisa jaringan kerja yang merupakan bagian dari *software* yang digagas oleh perusahaan teknologi *Microsoft*.

Tujuan dari *Microsoft Project* ialah menyuguhkan kemudahan atas pengaplikasian manajemen proyek. Tentu setiap penyelenggara tidak mau proyeknya mendatangkan hasil yang buruk. Mengingat kemungkinan yang tidak diinginkan tersebut bisa sangat berhubungan dengan proses identifikasi (kebutuhan ataupun potensi) saat manajemen proyek berlangsung.

Fase manajemen proyek terdiri dari berbagai fase, memuat:

1. Fase pelingkupan

Penentuan batasan suatu proyek. Fase ini didominasi pada proses negosiasi lingkup proyek yang kemudian dijabarkan ke pernyataan kerja.

2. Fase Perencanaan

Identifikasi tugas yang terlibat pada suatu proyek. Ini diberlakukan saat proyek diimplementasikan untuk selanjutnya merangkum tugas menjadi berbagai tingkatan dengan hasil akhir adalah *breakdown structure*.

3. Fase perkiraan

Di dalamnya memuat upaya perkiraan waktu yang diperlukan di masing-masing tugas.

4. Fase penjadwalan

Menetapkan pola ketergantungan antar tugas secara keseluruhan yang berguna untuk pembangunan proyek.

5. Fase pengorganisasian

Meletakkan sumber daya pada pos-pos tugas. Di samping itu, melakukan penyeimbangan atau *leveling* sumber daya.

6. Fase pengarahan

Diterapkan saat proyek diaplikasikan. Fase ini membutuhkan arahan tim yang telah ditetapkan sejak awal agar bisa segera selesai.

7. Fase pengontrolan

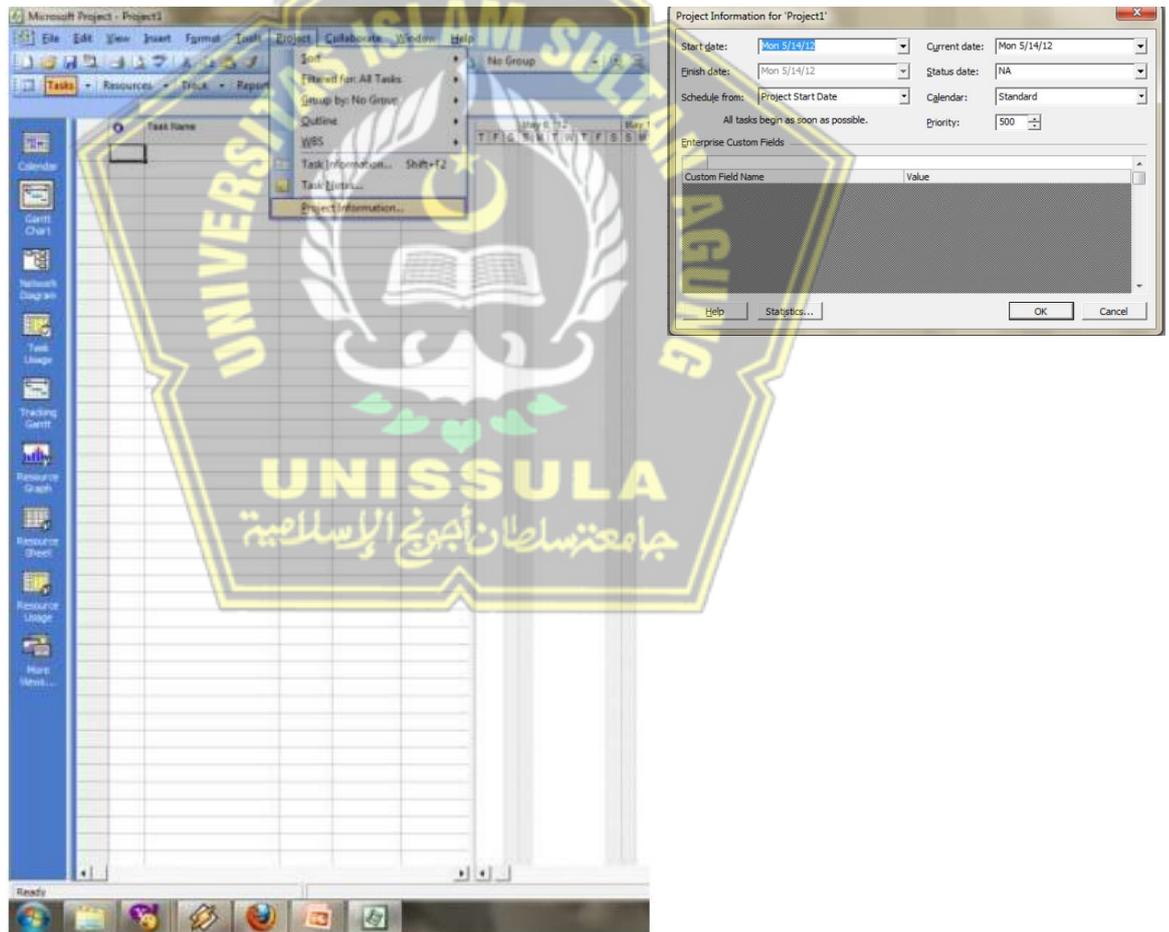
Bisa dibilang fase ini adalah tahap monitor terhadap progress proyek dengan memberikan laporan akan kondisi lapangan sesungguhnya.

8. Fase pengarahan

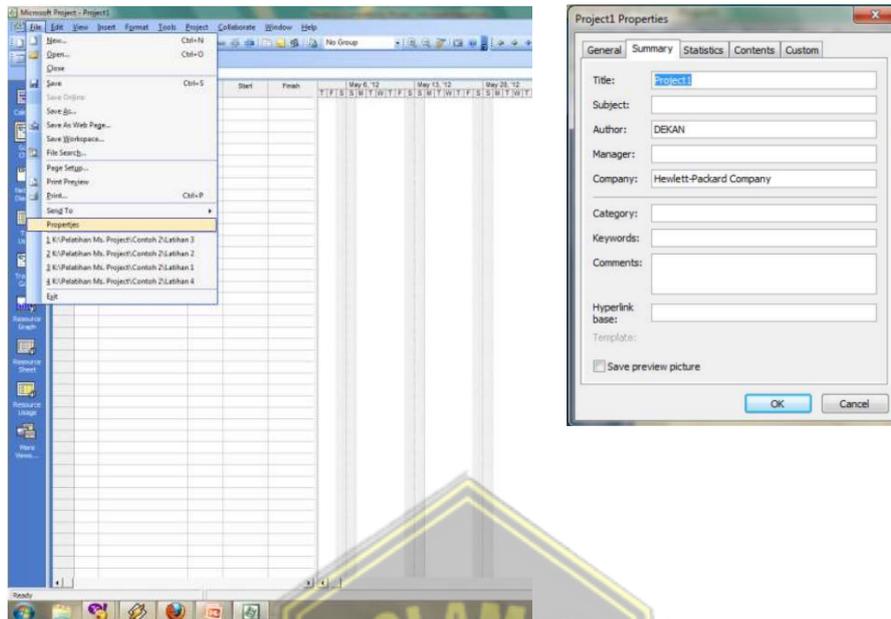
Termasuk ke dalam bagian penilaian hasil akhir. Di dalam fase ini juga memuat masukan atau pengalaman guna sebagai bekal untuk pengerjaan proyek di kemudian hari.

Tahapan penggunaan *Microsoft Project* :

1. Memulai Ms. Project



2. Keterangan Proyek



3. Mengisi Task Name dan Duration

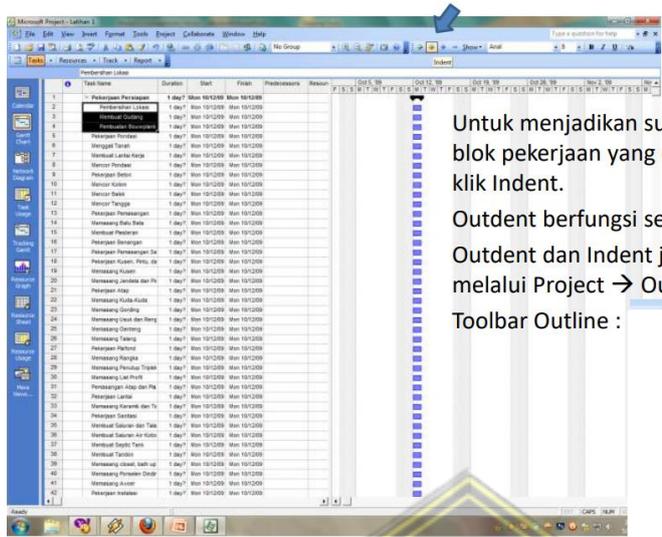
	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	Pekerjaan Persiapan	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
2	Pembersihan Lokasi	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
3	Membuat Gudang	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
4	Pembuatan Bouwplank dan	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
5	Pekerjaan Pondasi	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
6	Meng gali Tanah	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
7	Membuat Lantai Kerja	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
8	Mencor Pondasi	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
9	Pekerjaan Beton	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
10	Mencor Kolom	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
11	Mencor Balok	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
12	Mencor Tangga	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
13	Pekerjaan Pemasangan	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
14	Memasang Batu Bata	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
15	Membuat Plesteran	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
16	Pekerjaan Benangan	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
17	Pekerjaan Pemasangan Se	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
18	Pekerjaan Kusen, Pintu, da	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
19	Memasang Kusen	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	
20	Memasang Jendela dan Pi	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09	

Summary Task

Sub Task

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
1	Pekerjaan Persiapan	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
2	Pembersihan Lokasi	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
3	Membuat Gudang	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
4	Pembuatan Bouwplank dan	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
5	Pekerjaan Pondasi	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
6	Meng gali Tanah	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
7	Membuat Lantai Kerja	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
8	Mencor Pondasi	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
9	Pekerjaan Beton	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
10	Mencor Kolom	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
11	Mencor Balok	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
12	Mencor Tangga	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
13	Pekerjaan Pemasangan	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
14	Memasang Batu Bata	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
15	Membuat Plesteran	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
16	Pekerjaan Benangan	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
17	Pekerjaan Pemasangan Se	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
18	Pekerjaan Kusen, Pintu, da	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
19	Memasang Kusen	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		
20	Memasang Jendela dan Pi	1 day?	Mon 10/12/09	Mon 10/12/09		

4. Outlining



Untuk menjadikan sub pekerjaan, blok pekerjaan yang dimaksud dan klik Indent.

Outdent berfungsi sebaliknya.

Outdent dan Indent juga bisa diakses melalui Project → Outline

Toolbar Outline :

5. Start dan Finish Pekerjaan



6. Milestone

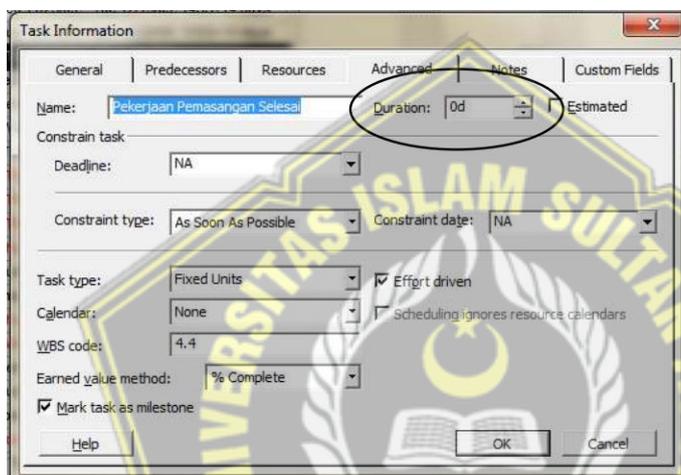
- Diartikan sebagai referensi berupa tanda penunjuk. Tanda penunjuk tersebut digunakan untuk menandai suatu kejadian penting saat proyek

dilaksanakan. Selain itu, digunakan juga untuk media monitor kemajuan dan perkembangan.

- *Milestone* cenderung berdurasi 0 (nol) untuk menandai pekerjaan tersebut tidak mempengaruhi lama proyek.
- Pada *milestone* tetap bisa ditambahkan *predecessor* dan *resources*, tetapi tidak mempengaruhi besarnya biaya proyek.

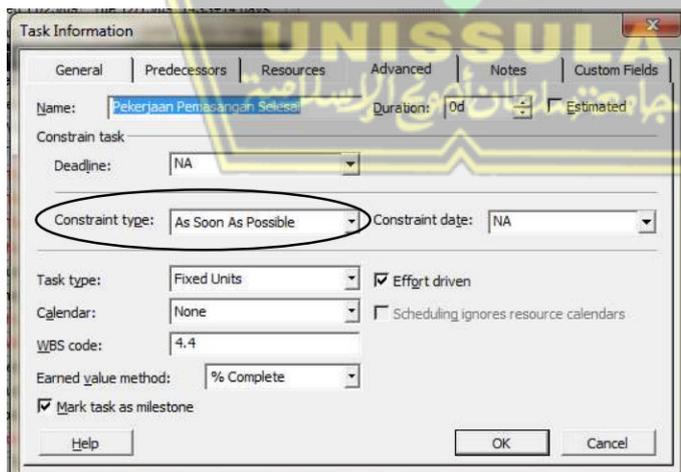
Membuat *milestone* dengan durasi lebih dari nol

1. *Task Information*
2. *Advanced*



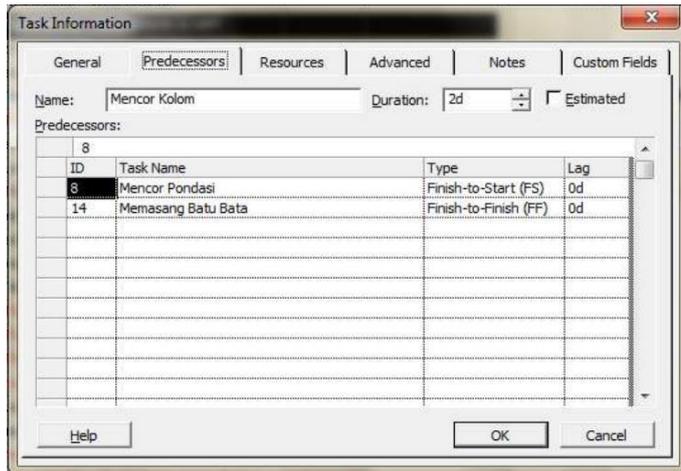
7. *Constraint*

Adalah tipe batasan penyelesaian suatu pekerjaan.

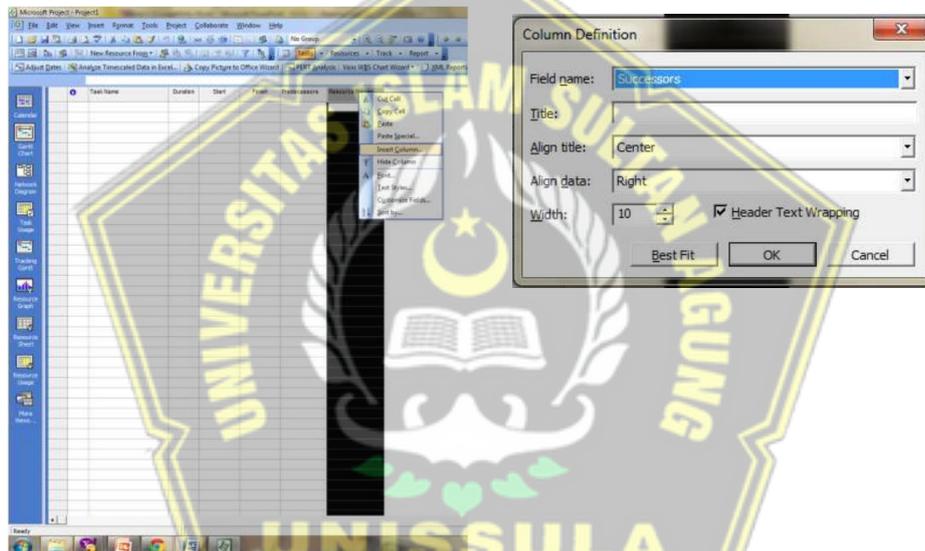


8. Mengisi *Predecessors* melalui *Task Information*

1. *Project* → *Task Information*
2. Klik kanan pada pekerjaan yang dimaksud → *Task Information*

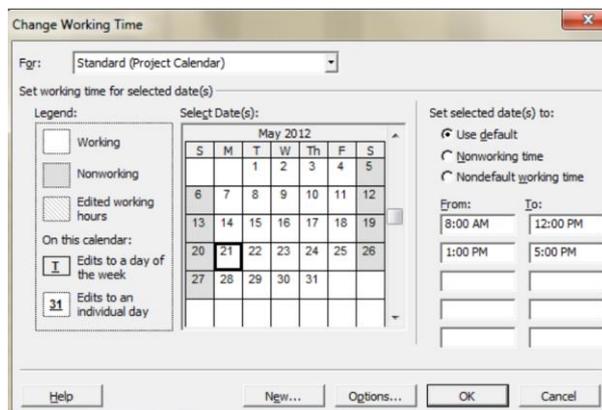


9. Mengisi Kolom *Successors*

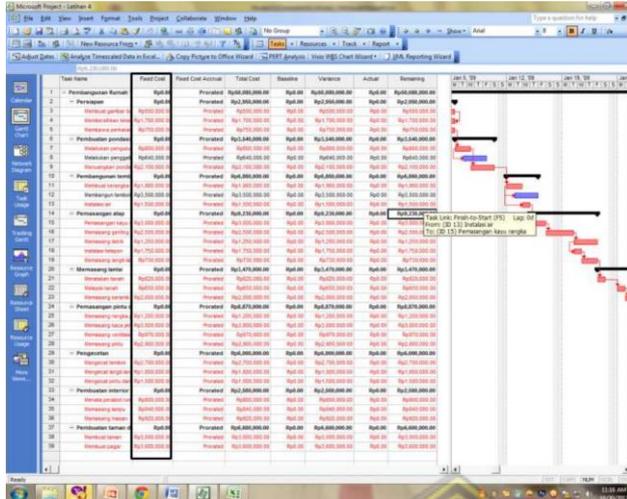


10. Calendar

Sistem penanggalan untuk memastikan perancangan proyek dengan menggunakan *software* Ms. Project.



11. Mengisi Biaya



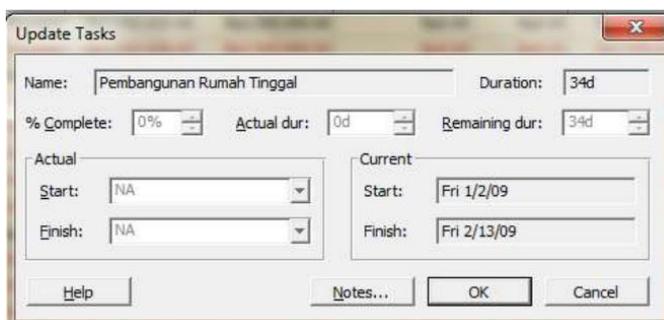
12. Baseline

Tools → Tracking → Save Baseline

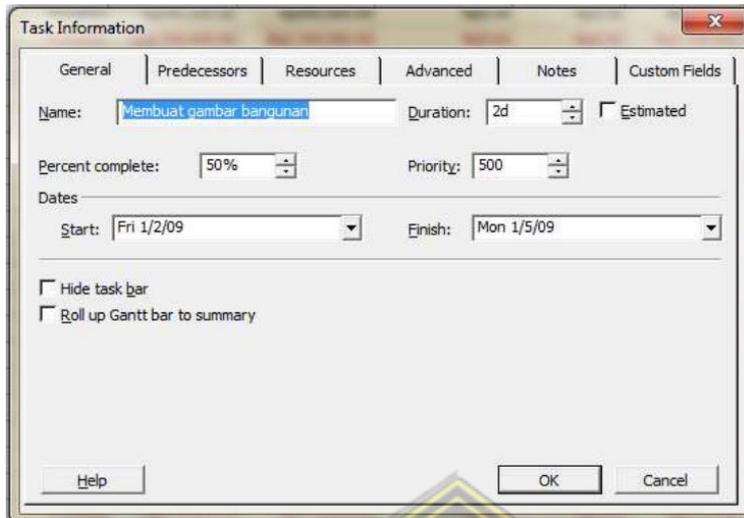


13. Melakukan penyesuaian (update) sesuai dengan kondisi lapangan

Tools → Tracking → Update Tasks

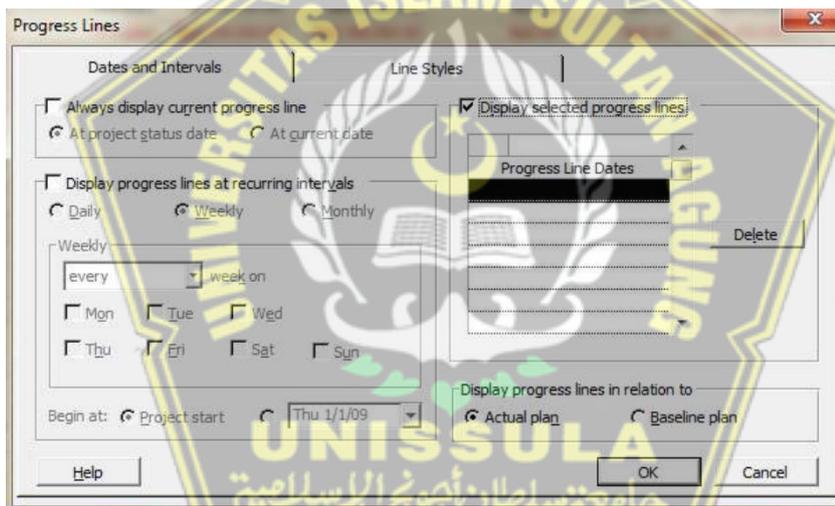


Task Information



14. Menentukan *progress* proyek

Tools → *Tracking* → *Progress Line*



15. Laporan proyek



16. Resources

		Resource Name	Type	Material Label	Initials	Group	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost/Use	Accrue At	Base Caler
	3	Surveyor	Work		S		1	Rp50,000.00/hr	Rp0.00/hr	Rp0.00	Prorated	Standard
	4	Excavator	Work		E		1	Rp500,000.00/hr	Rp0.00/hr	Rp0.00	Prorated	Standard
	2	Tukang	Work		T		2	Rp25,000.00/hr	Rp0.00/hr	Rp0.00	Prorated	Standard
	1	Pekerja	Work		P		6	Rp20,000.00/hr	Rp0.00/hr	Rp0.00	Prorated	Standard
	6	Beton K175	Material	m3	B			Rp250,000.00		Rp0.00	Prorated	
	7	Multipleks	Material	m3	M			Rp1,000.00		Rp0.00	Prorated	
	5	Besi Tulangan	Material	meter	B			Rp5,000.00		Rp0.00	Prorated	

17. Overloaded dan Overlocated Resources

- *Overloaded* adalah terjadinya penggunaan sumber daya yang melebihi jumlah yang tersedia.
- *Overlocated* adalah penggunaan satu sumber daya di 2 pekerjaan yang berbeda.

Beberapa keunggulan dari *software* ini adalah:

- Dengan mengubah format sesuai keperluan bisa tersaji data berupa laporan untuk kemudahan kontrol.
- Menyuguhkan kemudahan fitur berupa perkiraan waktu, isi daftar kegiatan, pengorganisasi terkait, dan sebagainya dalam waktu yang terbilang tidak lama.

2.3. Hipotesis

Hipotesis penulis terkait penelitian adalah untuk mengetahui metode yang dinilai paling efektif dan efisien :

1. Metode pekerjaan pemancangan yang paling efektif adalah *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*.
2. Metode pekerjaan pemancangan yang paling efisien adalah *diesel hammer*.
3. Metode pekerjaan slab yang paling efektif adalah *precast*.
4. Metode pekerjaan slab yang paling efisien adalah *cast in site*.
5. Kombinasi metode pekerjaan pemancangan dan slab yang paling efektif adalah menggunakan metode slab *precast* dan dengan sistem pemancangan menggunakan alat *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*.

6. Kombinasi metode pekerjaan pemancangan dan slab yang paling efisien adalah menggunakan metode slab *cast in site* dan dengan sistem pemancangan menggunakan alat *diesel hammer*.



BAB III

METODOLOGI

3.1. Metode Pengujian

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah analisa, yaitu suatu metode yang dilakukan dengan menganalisa data yang didapatkan dan dengan pengamatan secara langsung. Data yang didapatkan adalah data yang bersifat kuantitatif dengan pembahasan yang akan berfokus pada perbandingan data ditinjau melalui segi waktu dan biaya berdasarkan masing-masing metode kerja.

3.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian dilakukan pada Proyek Konstruksi Jalan Tol Semarang - Demak Seksi 2, pada pekerjaan struktur *slab on pile access interchange* Sayung, Desa Sidogemah, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

(Sumber : Prasetyo, 2022).

3.1.2. Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini yaitu *full deck slab precast*, *full deck slab cast in site*, dan alat pemancangan *diesel hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) di Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2.

3.1.3. Jenis dan Sumber Data

Jenis data dan sumber data yang dipakai untuk menunjang keberhasilan penelitian ini dibedakan melalui cara memperolehnya, yaitu sebagai berikut :

a. Data Primer

Data primer merujuk pada data penelitian yang didapatkan melalui sumber utama atau sumber aslinya secara langsung. Adapun tujuan dari penggunaan data primer pada penelitian ini yaitu untuk melihat keadaan objek yang akan diangkat menjadi topik penelitian dengan melalui *factory visit* serta wawancara.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui penelitian dari instansi lain sehingga autor disini mengutip data dari pihak lain. Sumber yang digunakan oleh autor biasanya tidak berbentuk data dokumentasi dan arsip resmi. Adapun data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Gambar Kerja Proyek
2. *Time schedule* Proyek
3. Dokumentasi Proyek
4. Rencana Anggaran dan Biaya Proyek

3.1.4. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan salah satu hal pokok dalam melakukan penelitian atau analisis dalam suatu permasalahan. Sehingga diperlukan data-data yang akurat untuk dapat dijadikan patokan yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan. Peranan berbagai pihak yang berkaitan sangat diperlukan sebagai pendukung dalam memperoleh data-data yang dibutuhkan. Pada pengumpulan data harus memperhatikan jenis data yang diperoleh, tempat memperoleh data,

dan jumlah data yang dibutuhkan. Maka data yang didapatkan akan efektif untuk digunakan.

Data yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini dengan cara sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi Pustaka merupakan proses dalam mempelajari sumber-sumber yang valid untuk ditulis, seperti : jurnal, literatur, buku yang relevan untuk acuan penelitian ini.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pihak proyek dan sub kontraktor Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2.

3. Observasi

Observasi yaitu dengan berkunjung atau meninjau secara langsung kondisi lapangan, dan mengumpulkan data berupa data dokumentasi dan arsip-arsip resmi dari data Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2.

3.1.5. Alat Penelitian

Dalam melakukan pengumpulan data, tentunya penulis membutuhkan alat-alat penunjang untuk keberhasilan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan. Adapun alat-alat yang digunakan sebagai penunjang dalam pengumpulan data yaitu:

1. Kamera / *Handphone*

Dalam pelaksanaan penelitian ini penulis membutuhkan kamera atau *handphone* untuk mengumpulkan dokumentasi pada saat meninjau ke lapangan. Dengan *output* yang dihasilkan berupa foto menjadikan penelitian ini dapat mudah dipahami oleh pembaca.

2. Daftar Pertanyaan

Sebelum melakukan wawancara, penulis menyusun daftar pertanyaan untuk menunjang keberhasilan dalam melakukan wawancara dengan narasumber.

3. Alat Perekam Suara

Pada saat wawancara berlangsung, penulis membutuhkan alat perekam suara untuk memudahkan dalam mencatat setiap jawaban dari narasumber.

4. Laptop / Komputer

Laptop / komputer merupakan suatu perangkat keras yang digunakan untuk mengolah data menurut prosedur yang telah dirumuskan. Selain untuk mencari jurnal atau karya tulis ilmiah, dalam penelitian ini komputer memiliki peranan penting yaitu dapat menghasilkan data dan angka yang akan disajikan dalam *microsoft word*, *microsoft excel*, dan *microsoft project*.

3.1.6. Langkah Penelitian

Langkah penelitian adalah langkah – langkah penulis penelitian untuk menyusun dan membuat laporan penelitian dari awal hingga akhir, adapun langkah – langkah berikut yang bisa diuraikan :

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan suatu langkah awal dalam penelitian. Setelah mengidentifikasi masalah, barulah dapat menyusun rumusan masalah. Pada tahap ini masalah yang dapat diidentifikasi antara lain:

- Analisa perbandingan metode pekerjaan pemancangan menggunakan *diesel hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*.
- Analisa perbandingan metode pekerjaan *full deck slab precast* dan *full deck slab cast in site* pada pekerjaan struktur *slab on pile*.

b. Studi Literatur

Kajian yang dilakukan oleh penulis megacu pada hasil penelitian yang telah dilakukan oleh ilmuwan teknik sipil di dunia dengan mempertimbangkan peraturan yang berlaku serta memanfaatkan buku yang berkaitan dengan struktur *slab on pile*.

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan salah satu hal pokok dalam melaulukan penelitian atau analisis dalam suatu permasalahan. Sehingga diperlukan data - data yang akurat untuk dapat dijadikan patokan yang tepat dalam menyesuaikan permasalahan. Peranan berbagai pihak yang berkaitan di butuhkan sebagai penunjang dalam menacri data yang dibutuhkan. pada pengumpulan data harus memperhatikan jenis data yang diperoleh, tempat memperoleh data dan jumlah data yang dibutuhkan maka data yang didapatkan akan efektif untuk digunakan.

Terdapat beberapa metode dalam pengumpulan data penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- Pengumpulan Data primer

Data primer merujuk pada data penelitian yang didapatkan melalui sumber utama atau sumber aslinya secara langsung. Adapun tujuan dari penggunaan data primer pada penelitian ini yaitu untuk melihat keadaan objek yang akan diangkat menjadi topik penelitian dengan melalui factory visit serta wawancara.

- Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui penelitian dari instansi lain sehingga autor disini mengutip data dari pihak lain. Sumber yang digunakan oleh autor biasanya tidak berbentuk data dokumentasi dan arsip resmi. Adapun data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

3.1.1. Gambar Kerja Proyek

3.1.2. *Time schedule* Proyek

3.1.3. Dokumentasi Proyek

3.1.4. Rencana Anggaran dan Biaya Proyek

d. Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan upaya peneliti dalam mengumpulkan dan memproses data yang telah dikumpulkan dengan tujuan tertentu. Pada penelitian ini pengolahan data dilakukan dengan cara mengelompokkan data yang akan digunakan untuk analisa perbandingan metode pekerjaan pemancangan dengan menggunakan alat *diesel hammer* dan HSPD *Static Pile Driver* (HSPD) dengan metode pekerjaan *full deck slab pelat precast, full deck slab cast in site*.

e. Analisis Data

Analisis data adalah upaya yang dilakukan oleh peneliti untuk mengkaji lebih dalam mengenai data yang telah diolah sehingga nantinya diharapkan dapat memberikan suatu jawaban atas masalah yang ditemukan. Analisis data merupakan salah satu teknik statistik yang menggunakan metode analisis kuantitatif. Dalam penelitian ini melakukan analisa perbandingan suatu pekerjaan struktur dalam proyek yaitu dengan menggunakan metode analisis data kuantitatif.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis data yang sesuai dengan rumusan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Analisis Volume Pekerjaan

- a. Menghitung volume pekerjaan *full deck slab precast* dan *full deck slab cast in site* pada *slab on pile*.

2. Analisis Produktivitas Pekerjaan

- a. Menghitung produktivitas pekerjaan metode kerja pemancangan dengan menggunakan alat *diesel hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD).
- b. Menghitung Produktivitas metode kerja *full deck slab precast* dan *full deck slab cast in site* pada *slab on pile*.

3. Analisis Biaya Pekerjaan

- a. Menghitung rencana anggaran biaya pada metode pekerjaan pemancangan dengan menggunakan alat *diesel hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD).
- b. Menghitung rencana anggaran biaya pada metode pekerjaan *full deck slab precast* dan *full deck slab cast* pada *slab on pile*.

4. Analisis Durasi Pekerjaan

- a. Analisis durasi waktu pekerjaan pemancangan dengan menggunakan alat *Diesel Hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD).
- b. Analisis durasi waktu pekerjaan *full deck slab precast* dan *full deck slab cast in site* pada *slab on pile*.

5. Analisis Komparasi

- a. Analisis hasil komparasi antara metode kerja pemancangan menggunakan alat *diesel hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD).
- b. Analisis hasil komparasi antara metode kerja *full deck slab precast* dan *full deck slab cast in site*.
- c. Analisis hasil komparasi antara kombinasi kerja pemancangan menggunakan alat *diesel hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) dengan metode kerja *full deck slab precast* dan *full deck slab cast in site*.

f. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran adalah bagian akhir dari penelitian ini yang berisi tentang kesimpulan penulis terhadap penelitiannya yang sudah ditinjau dan dijabarkan di bab-bab sebelumnya.

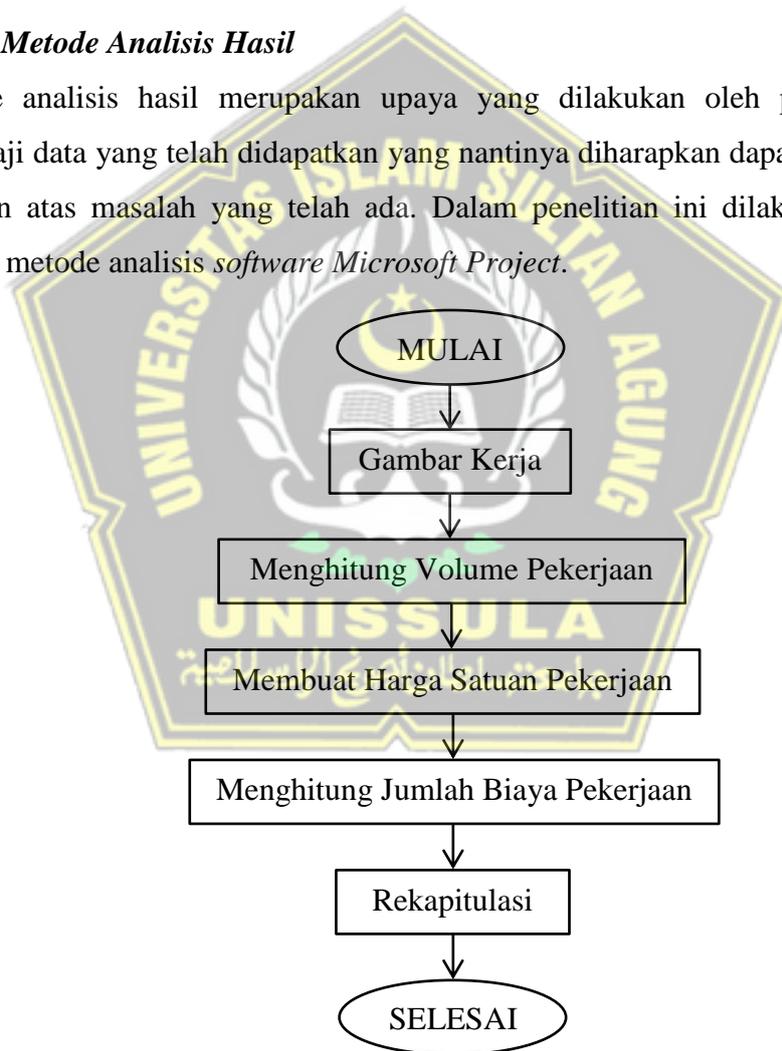
3.1.7. Variabel

Variabel yang diteliti yaitu :

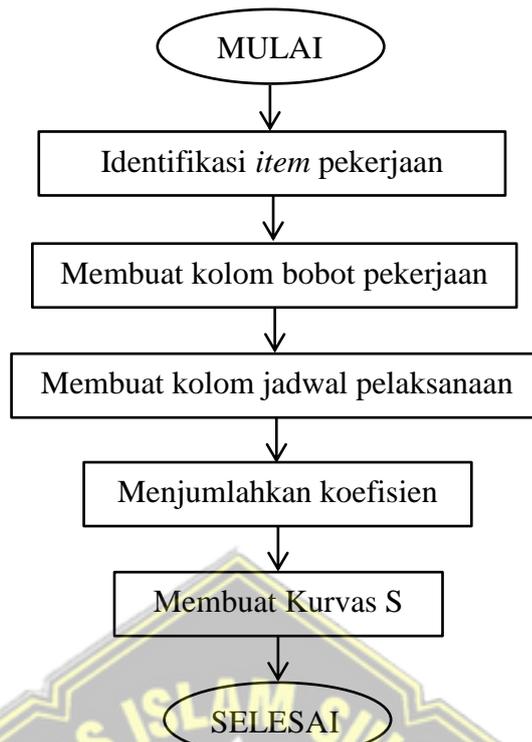
1. Waktu → efektif
2. Biaya → efisien

3.1.8. Metode Analisis Hasil

Metode analisis hasil merupakan upaya yang dilakukan oleh peneliti untuk mengkaji data yang telah didapatkan yang nantinya diharapkan dapat memberikan jawaban atas masalah yang telah ada. Dalam penelitian ini dilakukan evaluasi dengan metode analisis *software Microsoft Project*.



Gambar 3.2. Flow Chart Urutan Membuat Rancangan Anggaran Biaya Proyek



Gambar 3.3. Flow Chart Urutan Membuat Time Schedule

Adapun metode analisis hasil yang dikaji :

1. Analisis Volume Pekerjaan

Analisis volume pekerjaan pemancangan dan volume pekerjaan *slab*/pelat.

a. Volume Pekerjaan *slab* :

1. Volume Pekerjaan *Full Slab Precast*

- Volume Beton *Joint* = panjang *full slab* x lebar *pile head* x tebal *full slab*

2. Volume Pekerjaan Pengecoran Beton *Cast In Site*

- Bekisting = panjang x lebar
- Volume Beton = panjang x lebar x tebal

2. Analisis Produktivitas Pekerjaan

Analisis ini digunakan untuk mengetahui produktivitas alat pancang *Diesel Hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)* ditinjau dari panjang tiang berdasarkan durasi/lamanya pemancangan dan pekerjaan *slab*.

Adapun rumus yang dapat digunakan dalam analisis ini :

a. Produktivitas Pekerjaan Pemancangan:

$$Q = \frac{\text{Panjang Tiang Tertanam} \times 60}{T_s}$$

b. Produktivitas Pekerjaan *Slab*

$$Q = \frac{\text{Volume} \times 60}{\text{Waktu (CT)}}$$

c. Koefisien Alat :

$$\text{Koefisien Alat} = \frac{\sum \text{alat}}{\text{Produktivitas (Q)}}$$

d. Koefisien Tenaga Kerja :

$$\text{Koefisien Tenaga Kerja} = \frac{\sum \text{pekerja} \times \text{jam kerja}}{\text{Produktivitas (Q)} \times \text{jam kerja}}$$

3. Analisis Biaya Pekerjaan

Rencana Anggaran Biaya atau yang biasa disebut dengan RAB merupakan acuan metode penyajian rencana biaya selama proses pekerjaan tersebut berlangsung mulai dari awal hingga pekerjaan itu selesai. Hal-hal yang dicakup pada pembuatan RAB yaitu segala sesuatu yang berhubungan dengan pekerjaan itu sendiri seperti material, upah karyawan, biaya alat dan sebagainya. Sebelum proses pembuatan RAB perhitungan analisis harga satuan pekerjaan perlu untuk dilakukan dengan mengacu pada HSPK Kota Semarang Tahun 2020.

Adapun rumus analisis biaya pekerjaan :

a. Analisis Biaya Pekerjaan Pemancangan

$$\text{Analisis Biaya Pekerjaan} = \frac{\text{Nilai total pekerjaan pemancangan}}{\text{jumlah total titik pemancangan}}$$

b. Analisis Biaya Pekerjaan *Slab*

$$\text{Analisis Biaya Pekerjaan} = \frac{\text{Nilai total pekerjaan slab}}{\text{volume slab}}$$

4. Analisis Durasi Pekerjaan

a. Analisis Durasi Waktu Pekerjaan Pemancangan

$$x = \frac{\text{Jumlah waktu pemancangan}}{(n) \text{jumlah data}}$$

b. Analisis Durasi Waktu Pekerjaan *Slab*

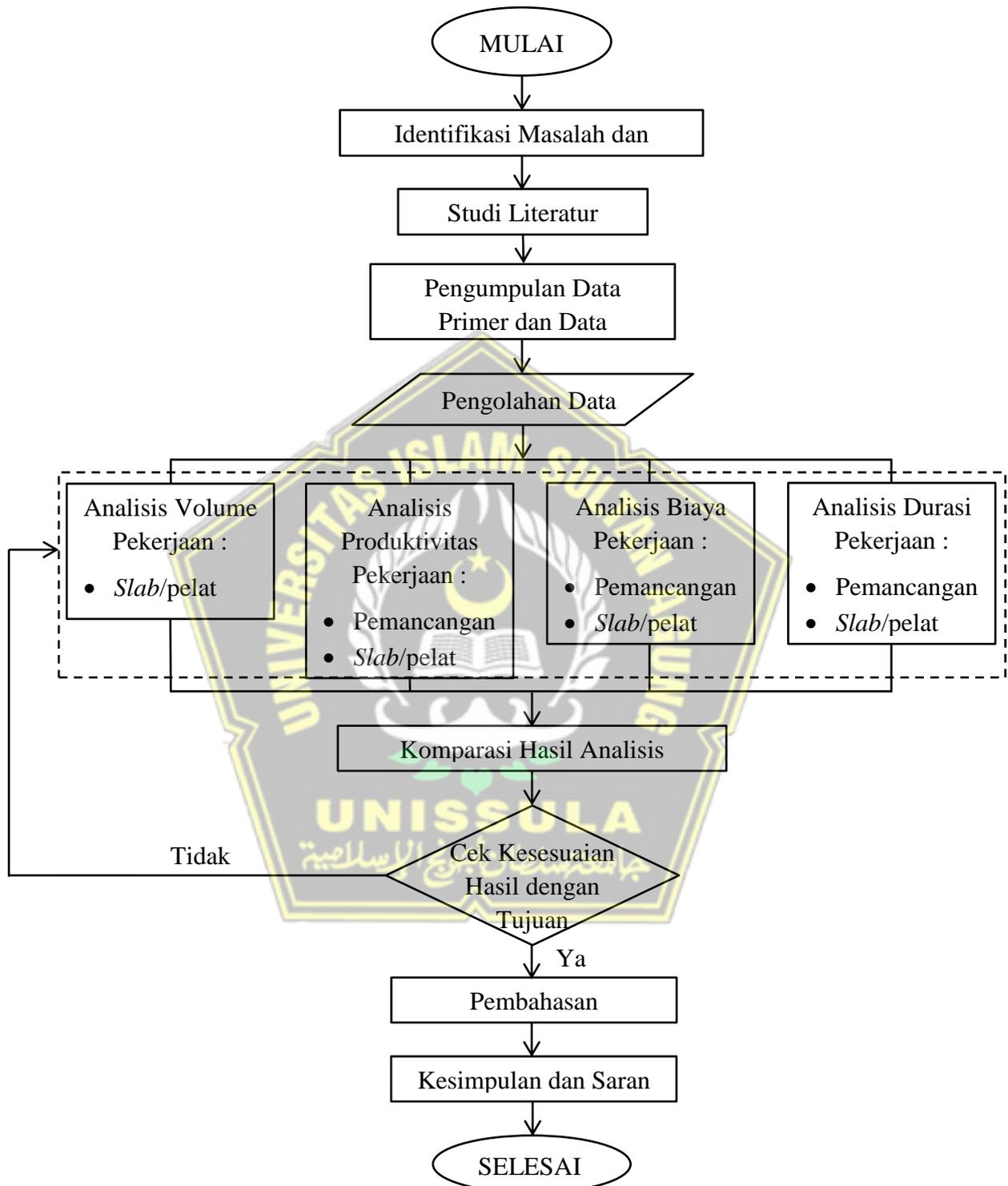
$$\text{Durasi Waktu } \textit{Erection} \text{ untuk 1 span} = \text{CT}_{\text{rata-rata}} \times \sum \textit{full slab}$$

5. Analisis Komparasi

Metode komparasi adalah suatu metode yang digunakan untuk membandingkan data-data yang sudah dianalisis dan dihitung.

3.2. Bagan Alir Pembuatan Tugas Akhir

Bagan alir dalam penelitian, yaitu urutan dari awal hingga akhir peneliti tulis.



Gambar 3.4. Diagram Alir Pembuatan Tugas Akhir

3.3. Kesulitan Saat Penelitian dan Solusinya

Penulis menemukan beberapa kesulitan sekaligus solusi dalam melakukan penelitian ini, yaitu :

1. Pada sebuah karya ilmiah yang akan dibuat, bab pendahuluan adalah “gerbang” awal, karena pada bab tersebut harus terdapat sebuah informasi yang dapat digunakan untuk para pembaca dalam membantu memahami penelitian yang dilakukan, pendahuluan juga harus dibuat secara menarik karena apabila terkesan monoton maka pembaca akan malas untuk membaca.
 - Solusi yang dapat penulis berikan yaitu dengan mempelajari proses pembuatan pendahuluan yang terdapat dalam karya ilmiah baik melalui jurnal nasional maupun internasional.
2. Penentuan materi dan metodologi penelitian yang tepat pada saat pengumpulan data harus diperhatikan dengan seksama. Kesalahan penentuan variable dan metode dapat memberikan hasil yang fatal pada akhir penelitian karena metode penelitian dapat memberikan gambaran strategi dari sebuah penelitian.
 - Solusi yang dapat penulis berikan yaitu untuk memperbanyak studi literatur mengenai metode penelitian, sehingga pada saat akan melakukan penelitian dapat segera menemukan metode yang relevan. Selain itu, mencari referensi mengenai jurnal maupun skripsi yang hamper sama dengan topik penelitian perlu untuk dilakukan mengingat hal ini dapat menunjang keberhasilan penelitian. Solusi yang terakhir yaitu penentuan jenis data dapat diambil dengan cara observasi, wawancara, dan lain-lain.
3. Masalah lainnya yaitu pada bagian abstrak. Abstrak merupakan rangkuman dari proposal penelitian secara menyeluruh namun disampaikan dengan singkat, padat, dan jelas.
 - Solusi yang dapat penulis lakukan yaitu mengambil intisari yang terdapat pada proposal penelitian

4. Masalah selanjutnya yaitu menyimpulkan hasil penelitian yang masih kurang dikuasai
 - Solusi yang penulis lakukan adalah tulis hasil akhir dari penelitian. Lalu pastikan ulang apakah hasil telah sesuai dengan tujuan penelitian, dan apakah hasil bermanfaat secara teoritis dan praktis.
5. Masalah selanjutnya yaitu menyusun tinjauan Pustaka yang masih kurang dikuasai
 - Solusi yang penulis lakukan adalah dengan menentukan kata kunci yang terdapat dalam pembahasan penelitian sehingga nantinya dapat terpetakan dengan rapi.

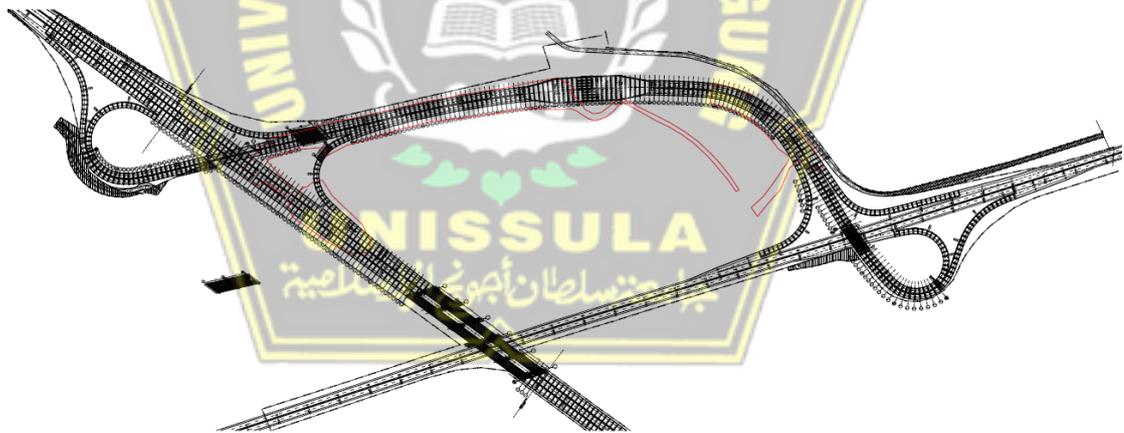


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

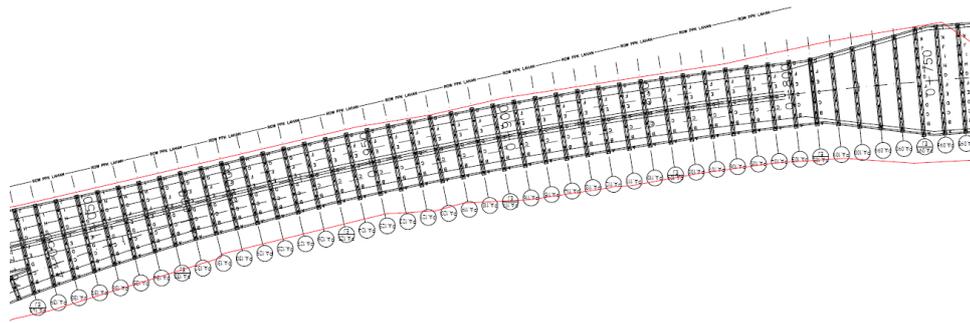
4.1. Data Proyek

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu *staff engineering* dan data - data Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2 ini panjangnya 16,31 km dan terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian PP (75%) dan bagian WIKA (25%). Untuk pembangunan porsi WIKA sendiri memiliki panjang 610 m untuk *mainroad* yang berawal dari Sta. 10+690 - Sta. 11+300 dan 1,511 km untuk *access*. Jalan tol ini memiliki jumlah lajur 2 x 2 lajur. Tiang pancang yang digunakan berdiameter 60 cm dengan panjang total 60 m. Jarak antar span adalah 7,5 m. Pada pembangunan porsi WIKA memiliki 3 buah jembatan yaitu jembatan *mainroad* 5 span, jembatan *access* 4 span dan jembatan *access* 2 span. *Layout* dan plan tinjauan *slab on pile* dari Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Paket 2 dapat dilihat pada Gambar 4.1. dan Gambar 4.2. sebagai berikut :



Gambar 4.1. *Layout* Pekerjaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Paket 2 Porsi WIKA

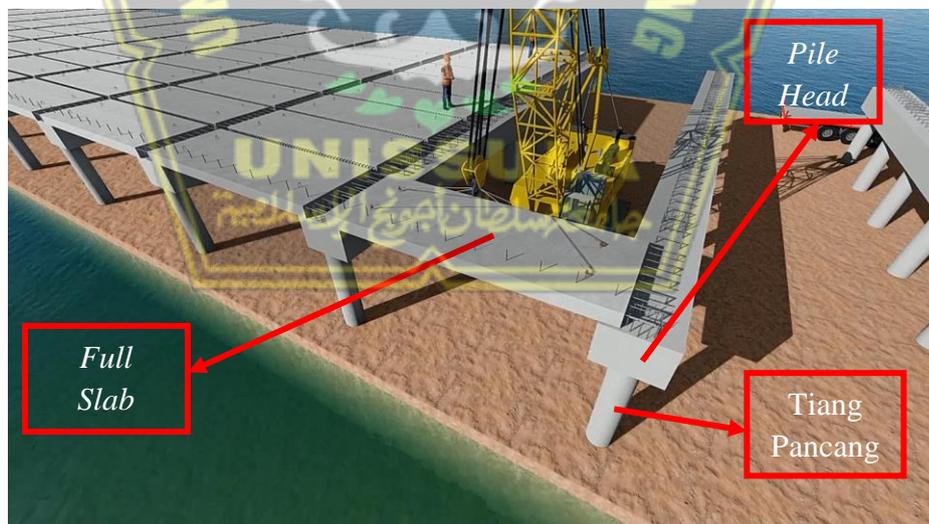
(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)



Gambar 4.2. Plan Tinjauan Slab On Pile Access Interchange Sayung

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Menurut data yang ada dari Kantor Proyek Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2 ini, struktur *slab on pile* merupakan salah satu pekerjaan utama pada Proyek jalan Tol Semarang-Demak Seksi 2 khususnya bagian PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk. yang berada di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Menggunakan desain *slab on pile* karena dinilai akan efektif dan sesuai dengan kondisi di area lokasi proyek yang merupakan area tambak atau perairan, maka konstruksi jalan tol tersebut dibuat *elevated* atau struktur di atas permukaan tanah. Susunan struktur *slab on pile* terdapat pada Gambar 4.3. sebagai berikut :



Gambar 4.3. Susunan Struktur Slab On Pile

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Struktur atas merupakan bagian yang langsung menerima beban, antara lain beban sendiri, beban mati, beban mati tambahan, beban lalu lintas kendaraan, gaya pengereman dan lain-lain. Struktur atas jalan tol pada umumnya meliputi pelat lantai kendaraan, dinding parapet, dinding *barrier*, serta perkerasan.

Sedangkan yang dimaksud struktur bawah (*substructure*) berfungsi menahan beban struktur atas dan beban lain yang disebabkan oleh tekanan bawah, aliran air dan hanyutan, tumbukan, gesekan pada tumpuan tersebut yang kemudian disalurkan untuk didistribusikan ke tanah dasar. Struktur bawah jalan tol antara lain *pilehead* menerus dan *expantion joint*, dan *spun pile*.

Menurut data proyek, metode pekerjaan *slab on pile access interchange* Sayung dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Flow Chart Metode Slab On pile

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Terdapat beberapa alternatif metode dalam pekerjaan struktur *Slab on Pile* yaitu sebagai berikut :

1. Metode pekerjaan slab dengan *full deck slab precast*.
2. Metode pekerjaan slab dengan *full deck slab cast in site*.
3. Pekerjaan pemancangan menggunakan metode pelaksanaan dengan alat *diesel hammer*.
4. Pekerjaan pemancangan menggunakan metode pelaksanaan dengan alat *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*.

Dari alternatif metode tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui metode mana yang lebih efisien dalam segi biaya dan yang lebih efektif dalam segi waktu.

Berikut adalah data – data yang sudah penulis dapatkan dari hasil wawancara dan permintaan data proyek dengan salah satu *staff engineering* yang bernama Yogo Edi Prasetyo.

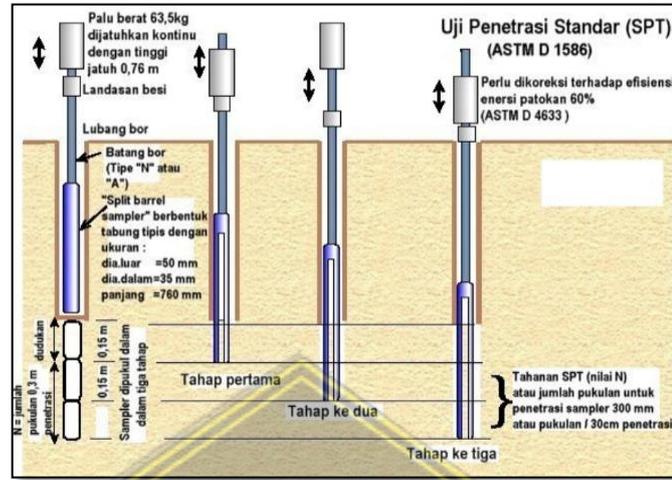
4.1.1. Tiang Pancang

Pekerjaan pemancangan merupakan bagian dari pekerjaan *struktur slab on pile*. Berdasarkan posisinya, pekerjaan *slab on pile* terbagi menjadi dua bagian, yaitu substruktur dan superstruktur. Substruktur jembatan *slab on pile* berfungsi untuk menyangga beban hidup dan beban mati pada struktur. Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang - Demak STA 10+690 s/d STA 27+000, pondasi atau penyangga struktur menggunakan *spun pile precast*.

Dalam pekerjaan pemancangan diperlukan data tanah. Data tanah yang diperlukan meliputi nilai kohesi, sudut geser tanah, γ tanah, nilai *California Bearing Ratio* (CBR), kadar air tanah, dan angka pori untuk menentukan jenis pondasi yang akan digunakan, kedalaman dan dimensinya. Selain itu, dari informasi tanah di atas juga dapat ditentukan jenis perkuatan tanah dan kestabilan tanah untuk menunjang keamanan struktur yang akan dibangun.

Dalam Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2, lokasi proyek merupakan area tambak dengan kadar air tanah yang tinggi dan kondisi tanahnya lunak serta berada pada daerah pesisir yang mana setiap tahunnya mengalami penurunan tanah. Maka dari itu, dilakukan uji SPT (*Soil Penetration Test*) untuk menentukan kedalaman lapisan tanah keras dan daya dukung masing-

masing kedalaman. Adapun skema pengujian SPT (*Soil Penetration Test*) yang dilakukan dengan metode pengeboran hingga kedalaman rencana dapat dilihat pada Gambar 4.5.

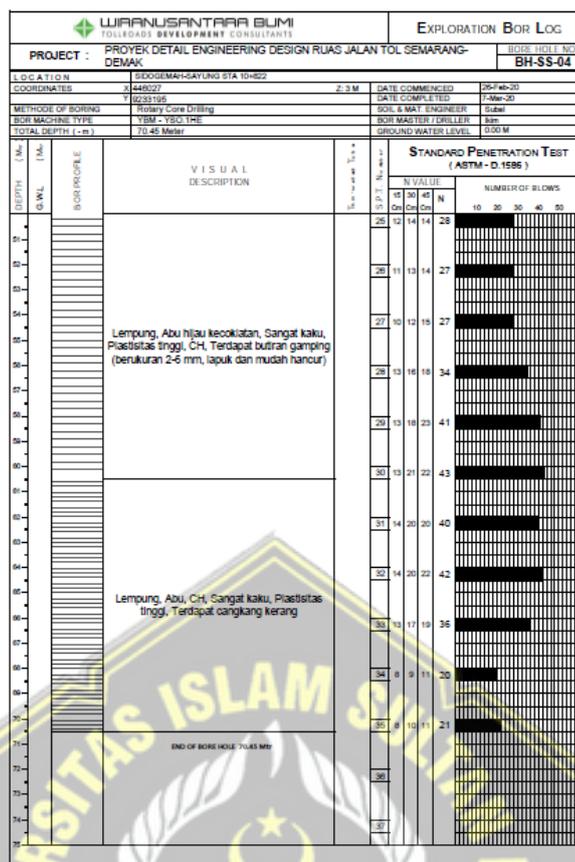


Gambar 4.5. Skema Pengujian *Soil Penetration Test*

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Berikut adalah hasil pengujian SPT pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Paket 2 yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.

LIPRANUSANTARA BUMI TOLL ROAD DEVELOPMENT CONSULTANTS				EXPLORATION BOR LOG				LIPRANUSANTARA BUMI TOLL ROAD DEVELOPMENT CONSULTANTS				EXPLORATION BOR LOG				
PROJECT : PROYEK DETAIL ENGINEERING DESIGN RUAS JALAN TOL SEMARANG-DEMAK				BORE HOLE NO. BH-SS-04				PROJECT : PROYEK DETAIL ENGINEERING DESIGN RUAS JALAN TOL SEMARANG-DEMAK				BORE HOLE NO. BH-SS-04				
LOCATION : SEC. SEMARANGJAYA STA 10+02				DATE COMMENCED : 05/04/2011				LOCATION : SEC. SEMARANGJAYA STA 10+02				DATE COMMENCED : 05/04/2011				
COORDINATES : 1044827 733396				DATE COMPLETED : 12/04/2011				COORDINATES : 1044827 733396				DATE COMPLETED : 12/04/2011				
METHOD OF BORING : Rotary Core Boring				SOIL & WATER ENGINEER : Sidiq				METHOD OF BORING : Rotary Core Boring				SOIL & WATER ENGINEER : Sidiq				
BOR MACHINE TYPE : TBM - VIBRO				BOR MACHINE SERIAL NO. : 0302M				BOR MACHINE TYPE : TBM - VIBRO				BOR MACHINE SERIAL NO. : 0302M				
TOTAL DEPTH (m) : 10.45 Meter				GROUND WATER LEVEL : 0.00 M				TOTAL DEPTH (m) : 10.45 Meter				GROUND WATER LEVEL : 0.00 M				
DEPTH (m)	B.O.R. PROFILE	VISUAL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST (ASTM - D.1586)													
			N VALUE			NUMBER OF BLOWS										
0.00		Lempung Abu-abu, Sangat lunak, Plastisitas tinggi, CH	15	30	45	N	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1.00		Pasir lempungan, Abu, Sangat lunak, S.C, Gradasi buruk, Tidak tersegmentasi, Terdapat cangkang kerang, Pasir sangat halus=60%, Lempung=40%	1	1	1	2										
2.00			2	0	0	0										
3.00			3	0	0	0										
4.00			4	0	1	1	2									
5.00			5	1	1	2	3									
6.00		Lempung, Abu, Sangat lunak-lunak, Plastisitas tinggi, CH, Terdapat cangkang kerang	6	1	1	2	3									
7.00			7	0	1	2	3									
8.00			8	1	2	3	4									
9.00			9	1	2	3	5									
10.00			10	1	2	3	4									
11.00		Lempung, Abu, Teguh-kaku, Plastisitas tinggi, CH, Terdapat cangkang kerang.	11	1	2	3	5									
12.00			12	2	2	3	5									
13.00																
14.00																
15.00																
16.00																
17.00																
18.00																
19.00																
20.00		Lempung, Abu keoklatan, Sangat kaku, Plastisitas tinggi, CH, Terdapat outran gamping (benukuran 2-6 mm, lapuk dan mudah hancur)	20	9	11	14	25									
21.00			21	10	12	14	25									
22.00			22	10	11	15	25									
23.00			23	11	12	13	25									
24.00			24	11	14	15	30									

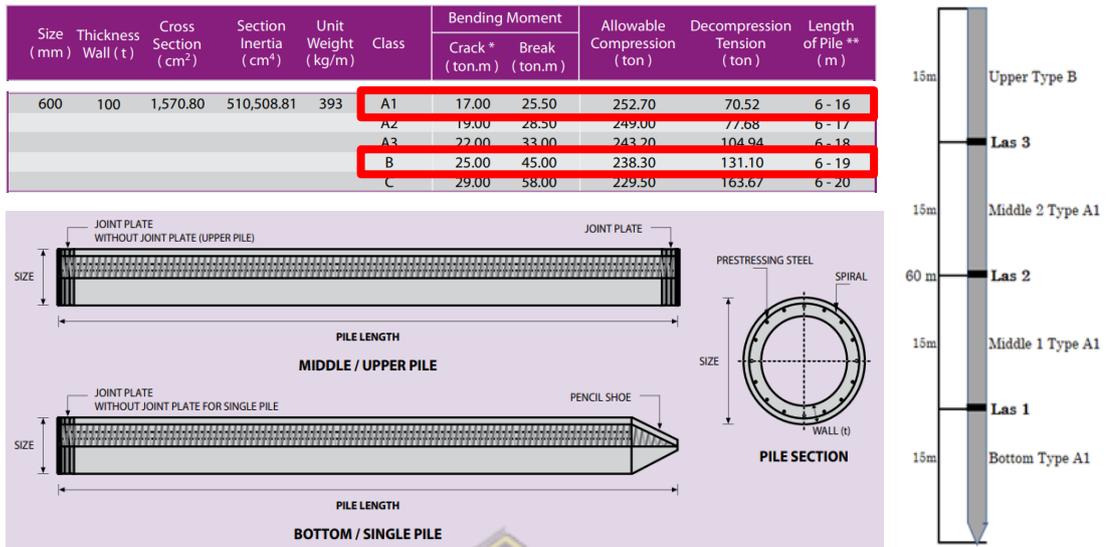


Gambar 4.6. Hasil Uji Bor Log SPT (Lampiran I)

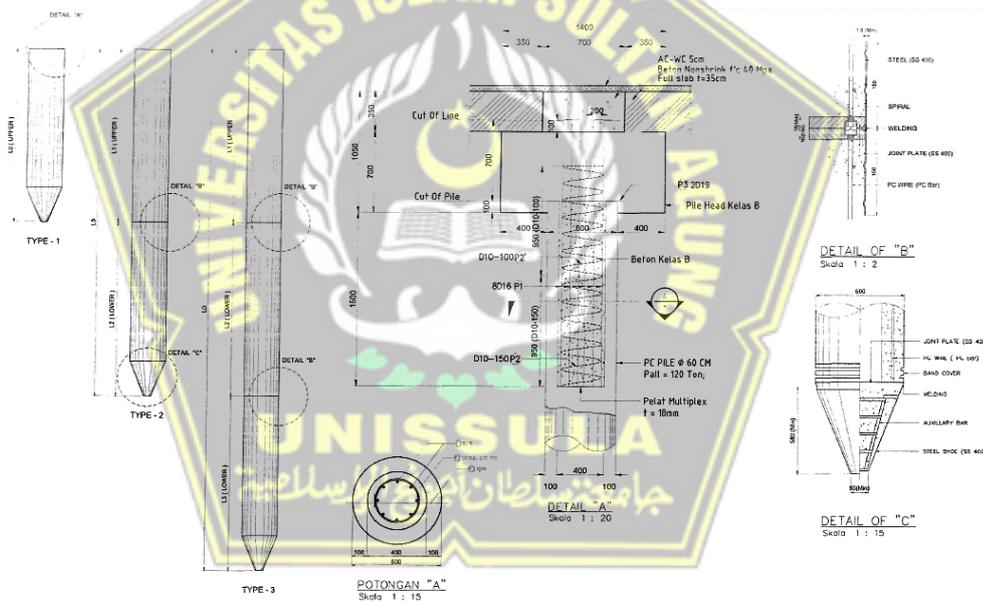
(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Berdasarkan hasil uji spt diatas, didapatkan nilai N-SPT rata-rata yaitu 5.4707583, nilai ini kurang dari 15 sehingga dapat didefinisikan bahwa tanah tersebut merupakan tanah lunak (tanah lempung) dan belum mencapai tanah keras sampai pada kedalaman pengujian yaitu 70,45 m. Oleh karena itu, perencanaan struktur *slab on pile* pada proyek ini menggunakan tiang pancang *spun pile* dengan daya dukung tiang friksi.

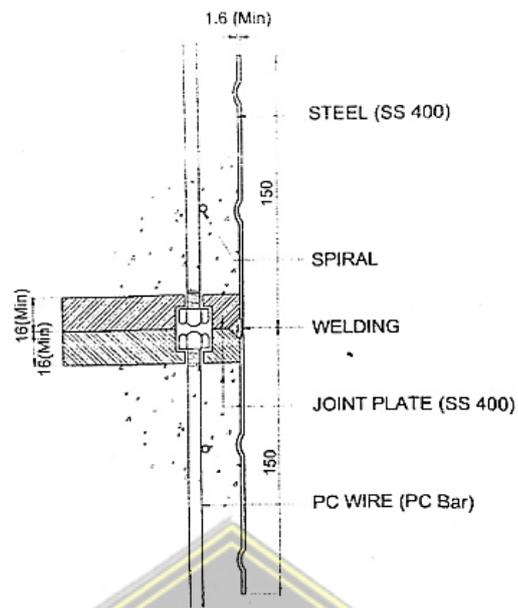
Spesifikasi *spun pile* yang digunakan ialah tiang pancang beton *pre-tension* yang memiliki mutu beton $f_c' 52$ MPa dengan diameter 60 cm dan panjang 60 m yang dibagi menjadi 4 segmen masing-masing panjangnya 15 m, yaitu *bottom* (type A1), *middle 1* (type A1), *middle 2* (type A1) dan *upper* (type B). Tiang pancang ini direncanakan dapat menahan beban *design load* sebesar 120 ton.



Gambar 4.7. Spesifikasi *Spun Pile* PT. WIK Beton
(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)



Gambar 4.8. Detail Tiang Pancang (Lampiran 4)
(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)



DETAIL OF "B"
Skala 1 : 2

Gambar 4.9. Detail Sambungan Las
(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Tabel 4.1. Spesifikasi Mutu Material Utama

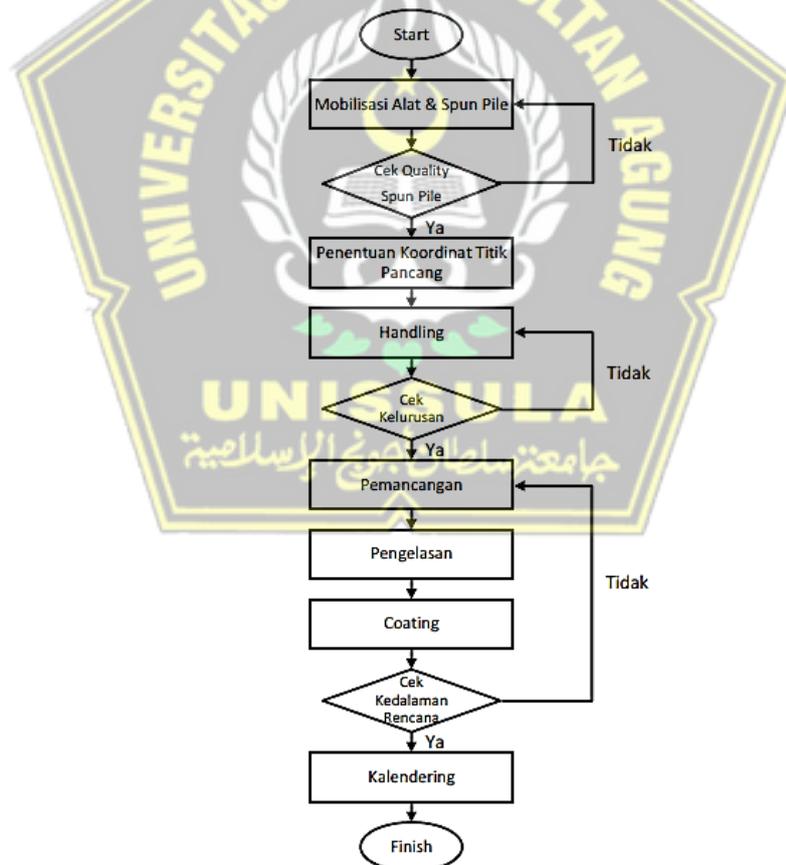
Material	Spesifikasi	Standard Rujukan
Tiang Pancang Beton	<ul style="list-style-type: none"> Tiang pancang beton prategang harus dibuat sesuai dengan detail pada gambar dan peraturan. Sambungan tiang putar beton prategang harus dibuat sesuai dengan gambar dan petunjuk penilai otoritas bangunan. Pengelasan harus sesuai dengan peraturan. Alasnya terbuat dari pelat baja seperti yang ditunjukkan gambar. 	<ul style="list-style-type: none"> 001/WIKA/RFMA /TOL-SEMAK/II/2020 007/WIKA/RFMA /TOL-SEMAK/II/2020

4.1.2. *Pemancangan Menggunakan Diesel Hammer*

Tabel 4.2. Spesifikasi Peralatan Utama

No	Alat	Kapasitas	Kebutuhan Alat	Keterangan	Kapasitas
1	Crane pancang	30 m'/Jam	5	Crawler Crane	50 Ton
2	Diesel Hammer	30 m'/Jam	5	JWDD65	6,5 Ton
3	Service Crane	10 Btg/Jam	2	Crawler Crane	25 Ton

Dari data tersebut, berikut adalah *flow chart* pekerjaan pemancangan *spun pile* menggunakan *diesel hammer* dapat dilihat pada Gambar 4.10. :



Gambar 4.10. *Flow Chart* Pekerjaan Pemancangan *Spun Pile*

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

SEQUENCE PEKERJAAN PEMANCANGAN	
Handling	10 Menit
Pemancangan Bottom	15 Menit
Sambungan Las	40 Menit
Pemancangan Middle 1	15 Menit
Sambungan Las	40 Menit
Pemancangan Middle 2	15 Menit
Sambungan Las	40 Menit
Pemancangan Middle 3	15 Menit
Kalendering	5 Menit
TOTAL	180 Menit

Gambar 4.11. *Sequence* Pekerjaan Pemancangan

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Berdasarkan data yang didapatkan, pekerjaan pemancangan meliputi :

1. Mobilisasi Alat Pancang dan *Spun Pile*

Mobilisasi alat pancang (*crawler crane*) dan *spun pile* menggunakan *truck trailer*. Saat melakukan mobilisasi material *spun pile* harus memperhatikan beberapa hal, karena jumlah tumpukan tidak boleh melebihi kapasitas alat pengangkut, urutan penyusunan tiang pancang paling besar berada paling bawah semakin keatas semakin pendek dan harus simetris juga kanan kirinya.



Gambar 4.12. Mobilisasi *Spun Pile* dari *Stock Yard*

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)



Gambar 4.13. Penurunan *Spun Pile* di *Site*

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)



Gambar 4.14. Penurunan *Spun Pile* di *Site*

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

2. Penentuan Koordinat Titik Pancang

Penentuan koordinat titik pemancangan dilakukan dengan cara pengukuran menggunakan *prisma diamond* dan *total station* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15. Penentuan Koordinat Pancang

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

3. Handling dan Setting Tiang Pancang

Sebelum dilakukan pemancangan, *crane* pancang harus disetting dengan mengatur posisi terhadap jangkauan radius pengangkatan *spun pile*.



Gambar 4.16. Handling Tiang Pancang

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

4. Pemancangan

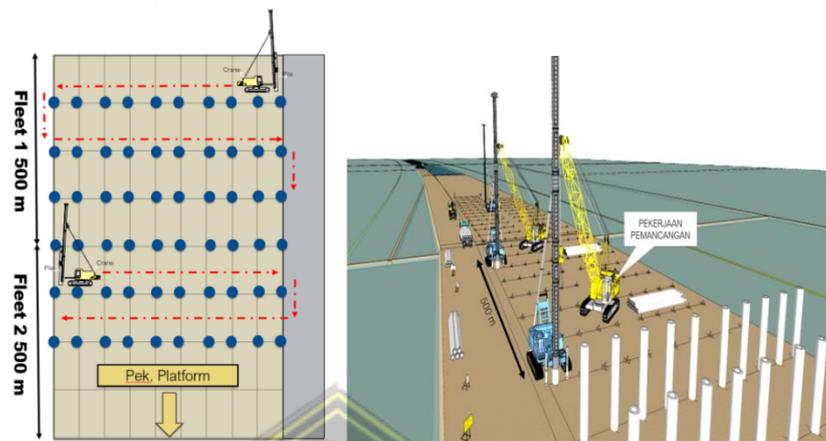
Pemancangan dilaksanakan dengan metode *hammer diesel* dimana *hammer* seberat 6,5 ton dijatuhkan ke kepala tiang secara kontinyu dengan tinggi jatuh maksimal 2,5 m.



Gambar 4.17. Syarat Pemancangan

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Setelah lokasi pemancangan sudah siap, alat pemancangan bisa memulai pekerjaan pemancangan seperti pada Gambar 4.18. berikut :



Gambar 4.18. Lokasi Titik Pemancangan

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Pile head spun pile harus diproteksi menggunakan penutup untuk menanggulangi kerusakan pada tiang pancang.

5. Penyambungan Tiang Pancang

Tiang pancang yang digunakan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2 ini berdiameter 60 cm dan panjang 60 m yang dibagi menjadi 4 segmen yaitu *bottom*, *middle 1*, *middle 2*, *upper*. Masing-masing segmen panjangnya 15 m. Oleh karena itu, perlu adanya penyambungan antar segmen tiang pancang.



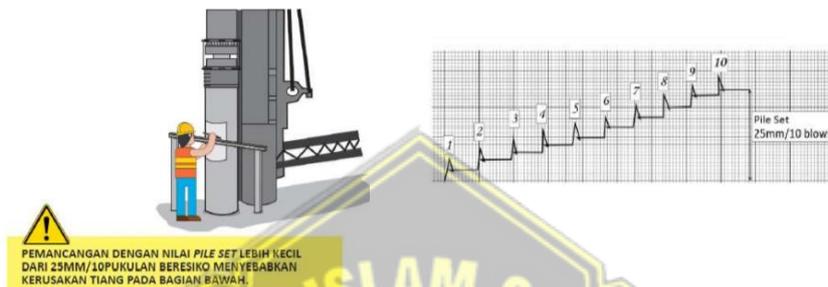
Gambar 4.19. Penyambungan Tiang Pancang

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

6. Pengujian Kalendering Tiang Pancang

Langkah – langkah pekerjaan yang dilakukan saat kalendering antara lain :

- Setelah kalendering telah ditentukan, hentikan *peening*.
- Pasang kertas grafik pada tumpukan.
- Tempelkan ujung *marker* ke *marker* pada kertas grafik.
- Memulai operasi.
- Setelah 10 pukulan, kertas grafik diambil.

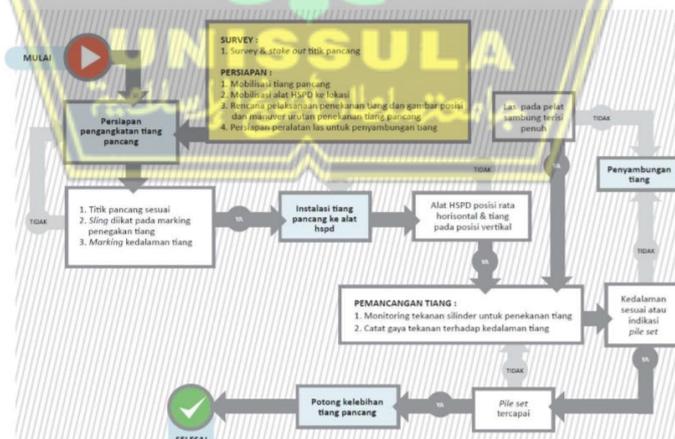


Gambar 4.20. Pelaksanaan Kalendering

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2

4.1.3. Pemancangan Menggunakan Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)

Dari data tersebut, berikut adalah *flow chart* pekerjaan pemancangan *spun pile* menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) dapat dilihat pada gambar 4.21. :



Gambar 4.21. Flow Chart Pekerjaan Pemancangan HSPD

(Sumber : Wika Beton)

Berdasarkan data yang didapatkan, pekerjaan pemancangan meliputi :

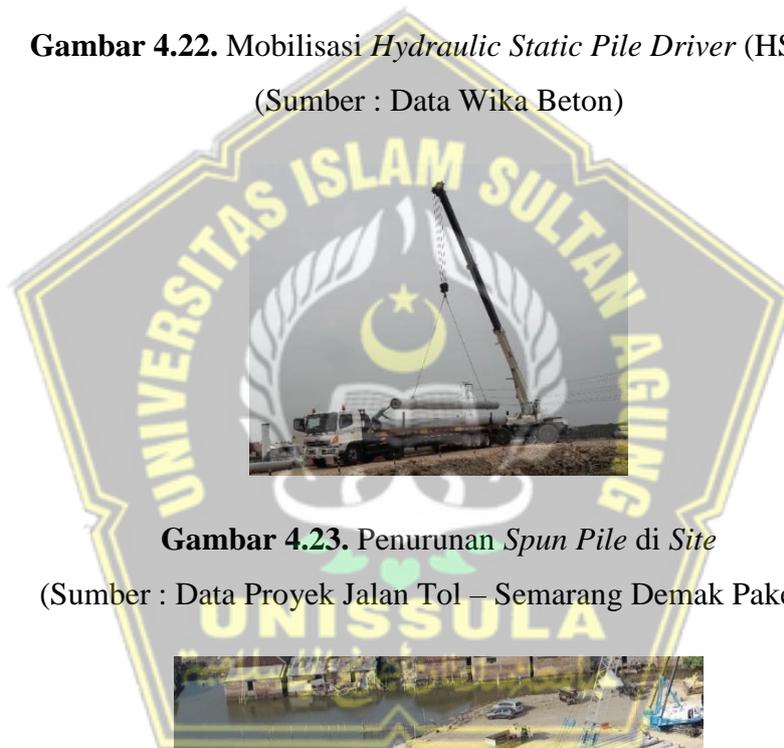
1. Mobilisasi Alat Pancang dan *Spun Pile*

Mobilisasi alat pancang (*crawler crane*) dan *spun pile* menggunakan *truck trailer*.



Gambar 4.22. Mobilisasi *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD)

(Sumber : Data Wika Beton)



Gambar 4.23. Penurunan *Spun Pile* di Site

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)



Gambar 4.24. Penurunan *Spun Pile* di Site

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

2. Penentuan Koordinat Titik Pancang

Penentuan koordinat titik pemancangan dilakukan dengan cara pengukuran menggunakan *prisma diamond* dan *total station* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25. Penentuan Koordinat Pancang

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

3. Handling dan Setting Tiang Pancang

Sebelum dilakukan pemancangan, crane pancang harus disetting dengan mengatur posisi terhadap jangkauan radius pengangkatan *spun pile*.



Gambar 4.26. Handling Tiang Pancang

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

4. Pemancangan

Pemancangan dilaksanakan dengan metode *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD)



Gambar 4.27. Pemancangan HSPD

(Sumber : Wika Beton)

Pile head spun pile harus diproteksi menggunakan penutup untuk menanggulangi kerusakan pada tiang pancang.

5. Penyambungan Tiang Pancang

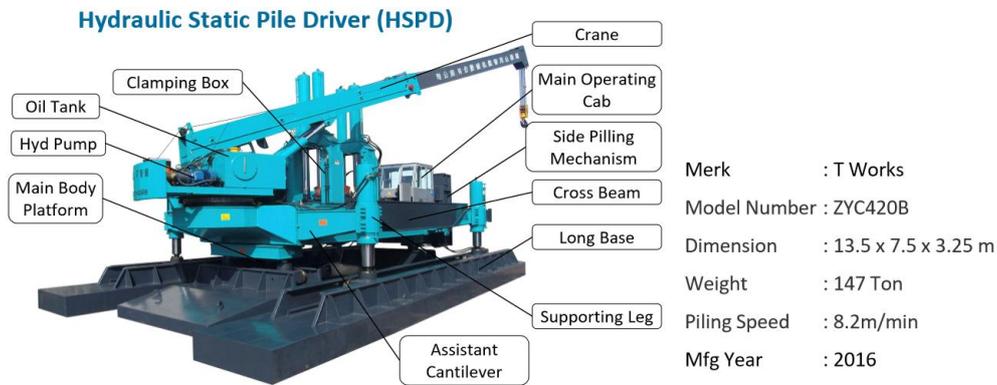
Spun pile yang digunakan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Paket 2 ini berdiameter 60 cm dan panjang 60 m yang dibagi menjadi 4 segmen yaitu *bottom, middle 1, middle 2, upper*. Masing-masing segmen panjangnya 15 m. Oleh karena itu, perlu adanya penyambungan antar segmen tiang pancang.



Gambar 4.28. Penyambungan Tiang Pancang

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Disebutkan spesifikasi alat utama yang digunakan adalah *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)* :

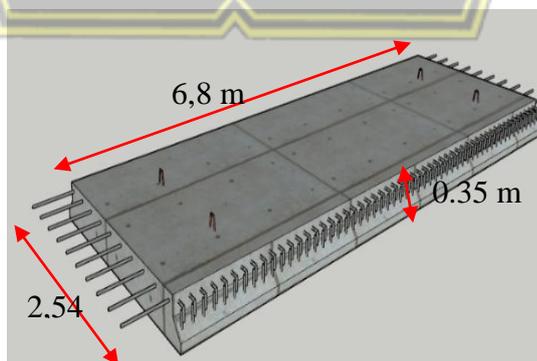


Gambar 4.29. Spesifikasi Alat Utama HSPD

(Sumber : Wika Beton)

4.1.4. Full Deck Slab Precast

Berdasarkan data proyek metode pekerjaan *erection fullslab*, *full slab precast* adalah salah satu aplikasi dari teknologi beton pracetak. Elemen beton adalah elemen beton struktur yang dipres di tempat lain (di pabrik) agar kualitas pekerjaan dapat lebih terjamin. Teknologi pracetak dipilih karena dianggap lebih cepat dan efisien karena tidak membutuhkan banyak bekisting atau *scaffolding* selama konstruksi. Saat mendesain pelat lantai pracetak, harus berhati-hati dalam menggunakan perangkat pemasangan dan pengangkatan untuk memastikan keamanan saat diterapkan di lapangan.

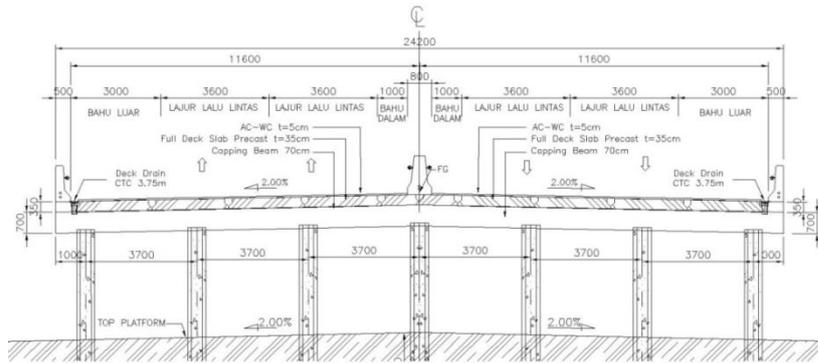


Gambar 4.30. Desain *Full Deck Slab Precast*

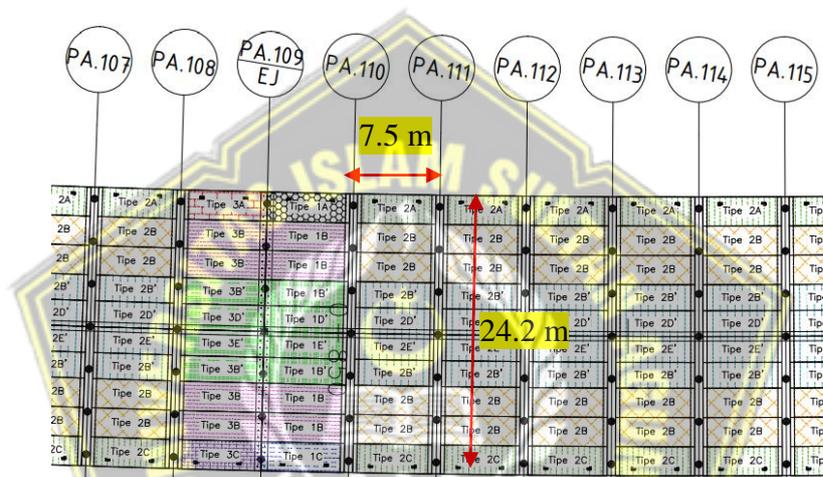
(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Tabel 4.3. Spesifikasi Mutu Material Utama *Full Deck Slab Precast*

Material	Spesifikasi	Standard Rujukan
<i>Fullslab</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fullslab precast</i> pratekan harus dibuat sesuai dengan detail pada gambar dan peraturan . • <i>Space</i> antara 1 <i>fullslab precast</i> dengan fullslab precast yang lain diisi dengan beton $f_c' 50$ Mpa. • Pemambahan tulangan antar <i>fullslab</i> sesuai dengan gambar dan ketentuan. 	<ul style="list-style-type: none"> • 009/WIKA/RFMA/TOL-SEMAK/II/2020
Beton $f_c' 50$ Mpa	<ul style="list-style-type: none"> • Harus memenuhi persyaratan SNI 15-2049-2004 “Semen <i>Portland</i>”. • Semen Tipe IA, IIA, IIIA, PPC, PCC dapat digunakan jika diizinkan oleh konsultan pengawas. • Gradasi sesuai dengan AASHTO T27 	<ul style="list-style-type: none"> • 011/WIKA/RFMA/TOL-SEMAK/II/2020
BJTD 40	<ul style="list-style-type: none"> • Batang dengan diameter 9 mm atau kurang dan jarum dengan berdiameter 25 mm, 29 mm, 30 mm : SNI 07-2052-2002 (BJTP kelas 24); atau JIS G 3112 (kelas SD 40); atau AASHTO M31 (kelas 40). • Diameter batang 10 mm atau lebih : SNI 07-2052-2002 (kelas BJTD 40); atau JIS G 3112 (kelas SD 40); atau AASHTO M31 (kelas 60). Tulangan baja anyaman harus mengikuti AASHTO M55. • Spesifikasi-spesifikasi lain mengenai selimut beton dan klasifikasi lingkungan ditentukan mengikuti yang tersebut dalam spesifikasi umum yang telah ditetapkan oleh pemilik pekerjaan. 	<ul style="list-style-type: none"> • 005/WIKA/RFMA/TOL-SEMAK/II/2020 • 006/WIKA/RFMA/TOL-SEMAK/II/2020



Gambar 4.31. Potongan Melintang *Full Deck Slab Precast*
 (Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

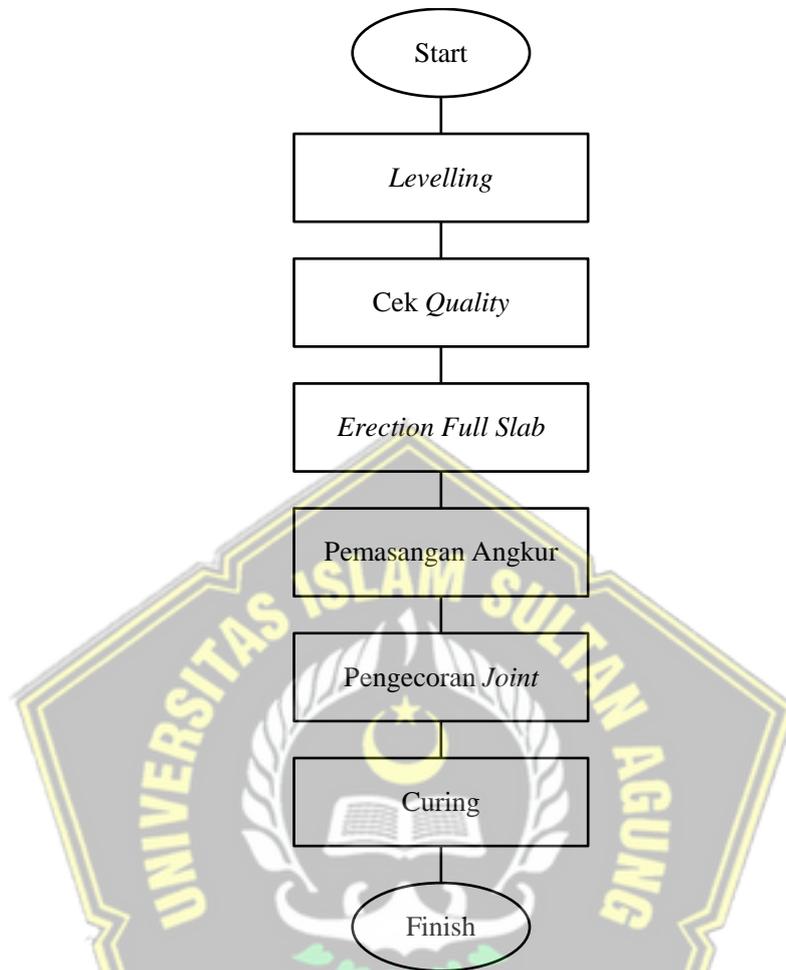


Gambar 4.32. Plan *Full Deck Slab Precast*
 (Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)



Gambar 4.33. Lokasi Penelitian PA.110 – PA.111
 (Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Dari data tersebut, berikut adalah *flowchart* pekerjaan *erection full slab precast* dapat dilihat pada Gambar 4.34. :



Gambar 4.34. *Flow Chart Pekerjaan Erection Full Slab Precast*

Pekerjaan *erection fullslab* dilakukan mulai dari sisi terluar Type 2C. Selanjutnya ke baris kedua Type 2B dan terakhir Type 2A. Pekerjaan *erection full deck slab precast* meliputi :

1. *Leveling* dudukan *precast*

Pekerjaan *leveling* dudukan *fullslab* menjadi pekerjaan yang penting, karena pada tahap ini elevasi *fullsab* harus tepat agar elevasi *finish grade* sesuai dengan gambar dan ketentuan.

- a. Tim *survey* memberi elevasi *leveling* pada *pile head*. Bertujuan agar pada saat pemasangan *fullslab* elevasi *finish grade* sudah sesuai.



Gambar 4.35. *Marking Elevasi*

- b. *Leveling* dilakukan sesuai *marking* yang sudah diberikan tim *survey*.
Dilakukan dengan metode *scrub* maupun *grouting*.



Gambar 4.36. *Leveling*

2. Perhitungan kapasitas *crane erection*

a. Beban *Fullslab Precast*

$$\text{Panjang Fullslab} = 6.8 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Fullslab} = 2.54 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Fullslab} = 0.35 \text{ m}$$

$$\text{Berat Fullslab} = 6.8 \times 2.54 \times 0.35 \times 240$$

$$W = 14.509 \text{ kg}$$

$$\text{Safety Factor} = 2$$

$$\text{Crane yang digunakan} = 2 \times 14.5 \text{ ton} = 29 \text{ ton}$$

Menggunakan *crane* kapasitas minimal 40 ton

b. Kapasitas Crane

[BM500 CRAWLER CRANE RATED LOAD]

(UNIT: METRIC TONS)

BOOM LENGTH / LOAD RADIUS	9.1m	12.2m	15.2m	18.3m	21.3m	24.4m	27.4m	30.5m	33.5m	36.6m	39.6m	42.7m	45.7m	48.8m	51.8m	BOOM LENGTH / LOAD RADIUS
3.5m	3.5m/50.0	3.5m/50.0														3.5m
3.8m	50.0	50.0														3.8m
4.0m	49.0	48.9	4.0m/48.8	4.5m/41.8												4.0m
5.0m	35.1	35.0	35.0	34.0	34.8	5.6m/29.7										5.0m
6.0m	26.4	26.4	26.3	26.3	26.2	26.2	6.1m/26.0	6.6m/23.0								6.0m
7.0m	21.1	21.0	21.0	20.9	20.9	20.8	20.8	20.7	7.2m/19.8	7.7m/18.0						7.0m
8.0m	17.5	17.5	17.4	17.4	17.3	17.3	17.2	17.1	17.1	8.2m/16.9	8.7m/15.3					8.0m
9.0m	14.9	14.9	14.8	14.8	14.7	14.7	14.6	14.6	14.5	14.4	14.4	9.3m/13.2	9.8m/13.2			9.0m
10.0m	9.1m/14.7	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	12.5	12.4	12.4	10.3m/11.5	10.0m
12.0m		11.7m/10.5	10.1	10.1	10.0	10.0	9.9	9.9	9.8	9.8	9.7	9.7	9.6	9.6	9.5	12.0m
14.0m			8.3	8.3	8.2	8.2	8.1	8.1	8.0	8.0	7.9	7.9	7.8	7.8	7.7	14.0m
16.0m				14.4m/8.0	7.0	6.8	6.8	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	16.0m
18.0m					17.0m/6.4	5.9	5.8	5.7	5.7	5.6	5.5	5.5	5.4	5.4	5.3	18.0m
20.0m						19.7m/5.2	5.0	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.6	4.5	4.4	20.0m
22.0m							4.4	4.3	4.2	4.1	4.1	4.0	3.9	3.9	3.8	22.0m
24.0m							22.3m/4.3	3.8	3.7	3.6	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	24.0m
26.0m								24.9m/3.8	3.2	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.6	26.0m

Gambar 4.37. Load Chart Crane
(Sumber : Crawler crane rated load)

3. Handling precast

- a. Dari pabrikan *fullslab* akan diangkut ke lokasi proyek menggunakan *trailer*.
- b. Setelah sampai dilokasi proyek, *fullslab* akan di cek oleh tim *quality* untuk memastikan produk telah sesuai baik dimensional maupun mutu pekerjaan.
- c. Setelah di cek oleh tim *quality* dan produk *fullslab* dinyatakan lolos uji, maka *fullslab* bisa dilakukan *erection* menggunakan *crane* dengan kapasitas minimal 40 Ton.
- d. Pekerjaan *erection full slab precast* dilakukan mulai dari lajur terjauh dari jalan akses. Sehingga *erection* bisa memanfaatkan celah antar *spun pile* untuk menempatkan posisi *crane*.
- e. Setelah *fullslab precast* berada di titik yang telah ditentukan, Tim survey kembali melakukan pengecekan untuk memastikan elevasi sudah sesuai
- f. Dengan lokasi yg ada, Material *Fullslab* langsung dipasang setelah memenuhi *quality control*.



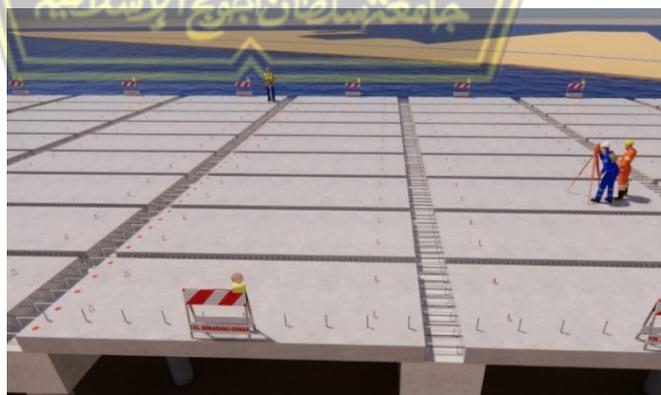
Gambar 4.38. Persiapan *Erection*

- g. Pemasangan *full slab* dimulai dari sisi kiri *Type 2C* dan estafet sampai sisi kanan *Type 2A*.



Gambar 4.39. Erection Fullslab Precast

- h. Setelah *fullslab precast* terpasang, tim *survey* mengecek kembali elevasi *finish grade*.



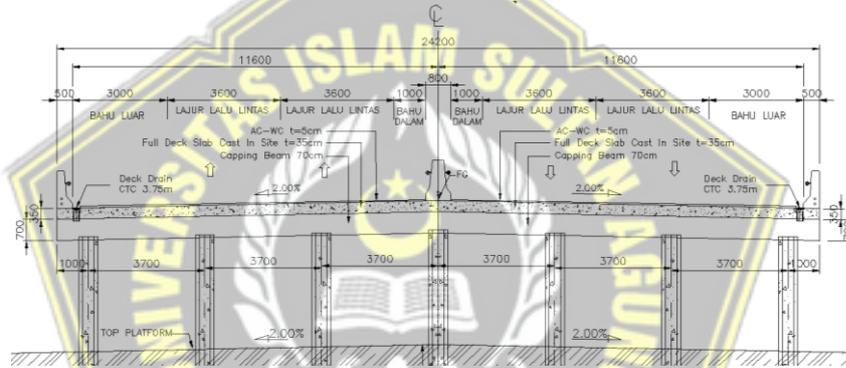
Gambar 4.40. Cek Elevasi *Fullslab Precast*

Tabel 4.4. Definisi istilah

Istilah	Penjelasan
<i>Fullslab Precast</i>	<i>Fullslab precast</i> adalah salah satu aplikasi beton pracetak yang digunakan pada lantai <i>slab on pile</i> .
<i>Handling</i>	Pemindahan <i>precast</i> dari suatu tempat ke lokasi pekerjaan

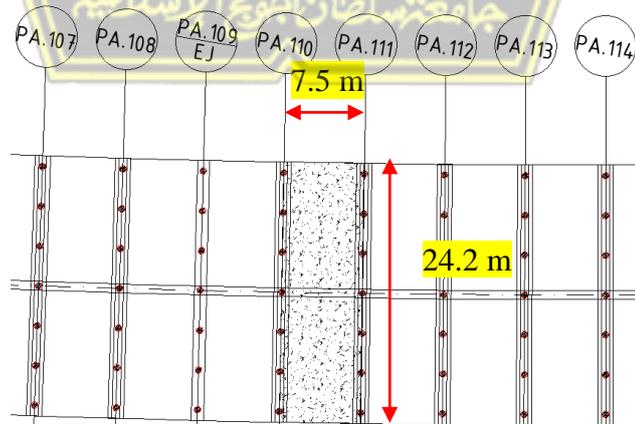
4.1.5. Full Deck Slab Cast In Site

Berdasarkan data proyek metode pekerjaan *slab in site*, pekerjaan *full deck slab cast in site* merupakan pekerjaan pengecoran *deck slab* dengan metode perakitan pembesian dan pengecoran betonnya langsung dilaksanakan di lapangan.



Gambar 4.41. Potongan Melintang *Full Deck Slab Cast In Site*

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)



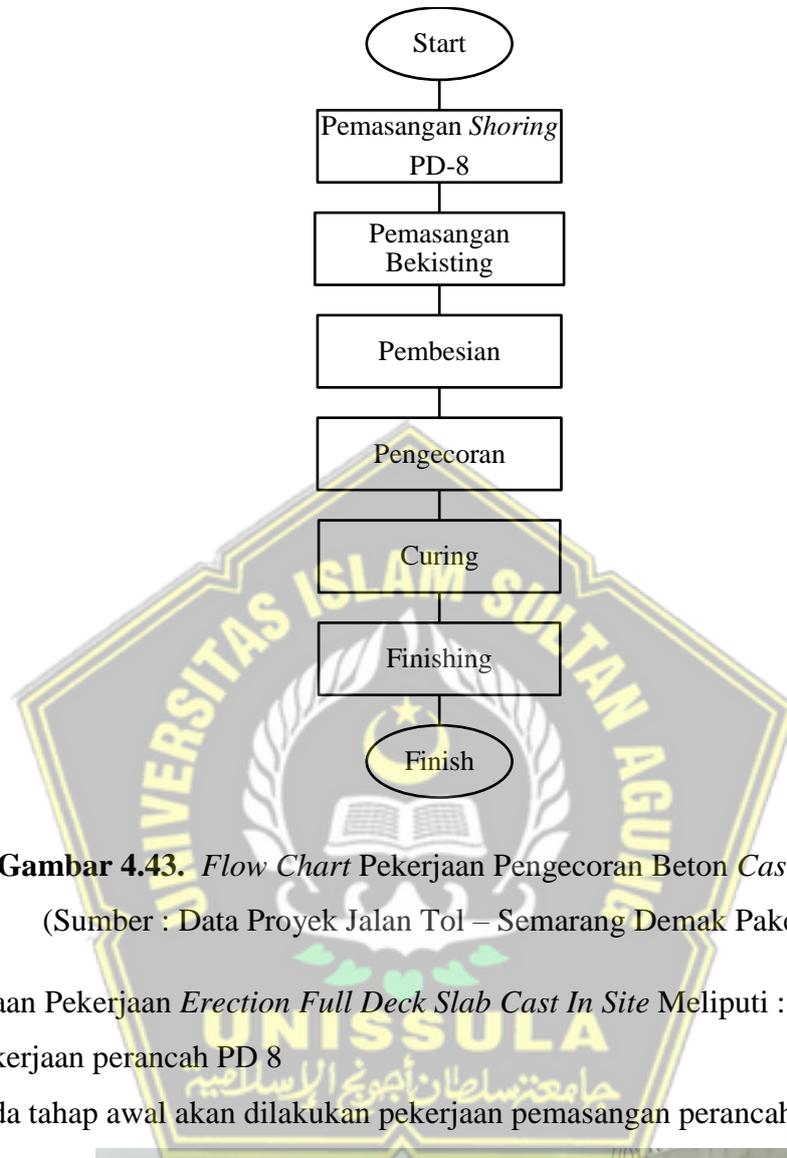
Gambar 4.42. Plan *Full Deck Slab Cast In Site*

(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Tabel 4.5. Spesifikasi Mutu Material Utama *Full Deck Slab Cast In Site*

Material	Spesifikasi	Standard Rujukan
Beton <i>Class B</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Persyaratan SNI 15-2049-2004 “Semen <i>Portland</i>” harus terpenuhi. • Semen Tipe IA, IIA, IIIA, PPC, PCC boleh digunakan jika diizinkan oleh konsultan pengawas. • Gradasi sesuai dengan AASHTO T27 	<ul style="list-style-type: none"> • 004/WIKA/RFMA/ TOL- SEMAK/II/2020
BJTD 40	<ul style="list-style-type: none"> • Batang dengan diameter 9 mm atau kurang dan jarum dengan diameter 25 mm, 29 mm, 30 mm : SNI 07-2052-2002 (BJTP kelas 24); atau JIS G 3112 (kelas SD 40); atau AASHTO M31 (kelas 40). • Diameter batang 10 mm atau lebih : SNI 07-2052-2002 (kelas BJTD 40); atau JIS G 3112 (kelas SD 40); atau AASHTO M31 (kelas 60). Tulangan baja anyaman harus mengikuti AASHTO M55. • Spesifikasi-spesifikasi lain mengenai selimut beton dan klasifikasi lingkungan ditentukan mengikuti yang tersebut dalam spesifikasi umum yang telah ditetapkan oleh pemilik pekerjaan. 	<ul style="list-style-type: none"> • 005/WIKA/RFMA/ TOL- SEMAK/II/2020 • 006/WIKA/RFMA/ TOL- SEMAK/II/2020

Dari data tersebut, berikut adalah *flowchart* pekerjaan *slab cast in site* dapat dilihat pada Gambar 4.43. :



Gambar 4.43. *Flow Chart* Pekerjaan Pengecoran Beton *Cast In Site*
(Sumber : Data Proyek Jalan Tol – Semarang Demak Paket 2)

Pekerjaan Pekerjaan *Erection Full Deck Slab Cast In Site* Meliputi :

1. Pekerjaan perancah PD 8

Pada tahap awal akan dilakukan pekerjaan pemasangan perancah PD 8



Gambar 4.44. Persiapan Perancah

2. Pemasangan Gelagar melintang

- Setelah pekerjaan shoring PD 8 sudah selesai dikerjakan, langkah berikutnya adalah pemasangan tangga dan pemasangan railing sebagai akses pekerjaan.
- Setelah itu dilakukan pemasangan gelagar melintang C 12 55 cm dengan jarak 75 cm



Gambar 4.45. Pemasangan *Shoring* PD-8

3. Perhitungan stabilitas bekisting *cast in site*

- a. Kapasitas PD 8
- b. Stabilitas Holo 10 5 cm
- c. Stabilitas UNP 120 55 mm

4. Pekerjaan pembesian *deck slab cast in situ*

Setelah pemasangan bekisting selesai, tahapan pekerjaan selanjutnya adalah pembesian *slab cast in situ*. Pekerjaan pembesian dilaksanakan sesuai dengan gambar kerja yang ada.



Gambar 4.46. Pembesian *Deck Slab*

5. Pekerjaan Pengecoran

Langkah selanjutnya adalah pekerjaan pengecoran *slab cast in situ*. Sebelum dilakukan proses pengecoran dilakukan pembersihan area pengecoran dari sampah dilakukan sebelum bekisting tepi terpasang untuk mempermudah pekerjaan.



Gambar 4.47. Pekerjaan Pengecoran

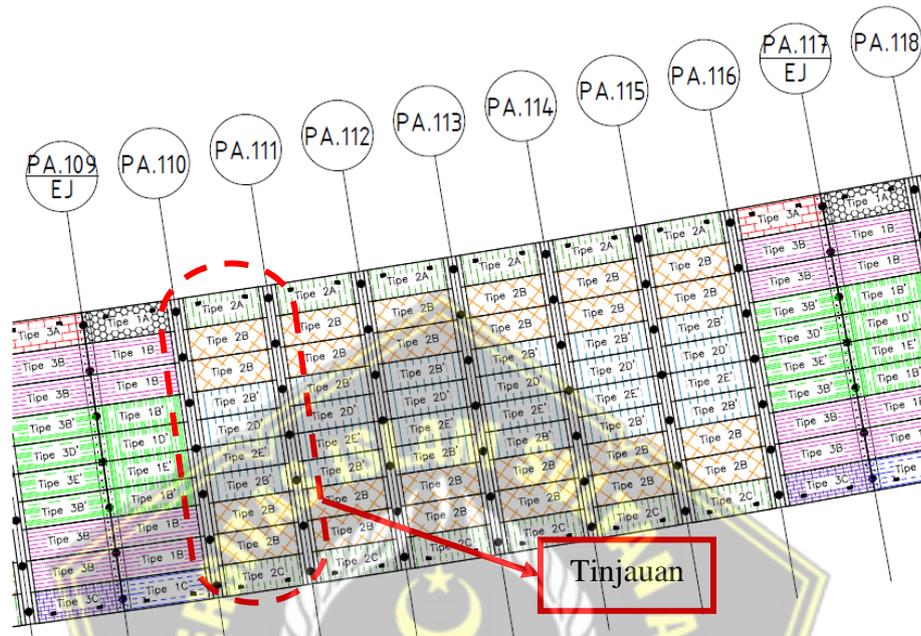
Tabel 4.6. Definisi istilah

Istilah	Penjelasan
<i>Jackbase</i>	Adalah bagian dasar dari sistem perancah yang terdiri dari pelat baja dengan batang baja berulir di tengah dan mur sayap untuk mengatur ketinggian perancah.
PD 8	Perancah ini sering dibuat dari pipa atau tabung logam. Perancah ini dapat diatur untuk membentuk unit perancah yang tinggi untuk mendukung pekerja di lokasi yang tinggi.
<i>Rubber sheet</i>	Adalah karet lembaran yang digunakan untuk perletakan <i>deck slab precast</i> dan proses dilatasi bangunan.

4.2. Analisis Data

4.2.1. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan *slab*/pelat lantai untuk 1 span baik pekerjaan *erection full slab* maupun pengecoran beton *cast in situ* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.48. Tinjauan Penelitian Studi Kasus

4.2.2. Volume Pekerjaan Full Slab Precast

- a. Volume beton *joint* melintang

$$\begin{aligned} &= \text{panjang full slab} \times \text{lebar pile head} \times \text{tebal full slab} \\ &= 24.2 \times 0.7 \times 0.35 \\ &= 5.93 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- b. Volume beton *joint* memanjang

$$\begin{aligned} &= \text{panjang slab} \times \text{area joint memanjang} \\ &= 6.8 \times 0.053 \\ &= 0.36 \times 9 \text{ titik} \\ &= 3.24 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- c. Volume *full slab precast* pada span PA.110 – PA.111 dapat dilihat pada tabel 4.5. berikut :

Tabel 4.7. Volume *Full Slab Precast*

Tipe	Jumlah (buah)
2A	1
2B	4
2B'	2
2C	1
2D'	1
2E'	1
TOTAL	10

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Beton} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal} \times \text{jumlah slab} \\
 &= 6.8 \times 2.54 \times 0.35 \times 10 \\
 &= 60.45 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.2.3. Volume Pekerjaan Pengecoran Beton Cast In Site

- a. Bekisting = panjang x lebar
 $= 24.2 \times 7.5$
 $= 181.5 \text{ m}^2$
- b. Volume Beton = panjang x lebar x tebal
 $= 24.2 \times 7.5 \times 0.35$
 $= 63.52 \text{ m}^3$
- c. Volume besi tulangan pada *span* PA.110 – PA.111 dapat dilihat pada tabel 4.8. berikut :

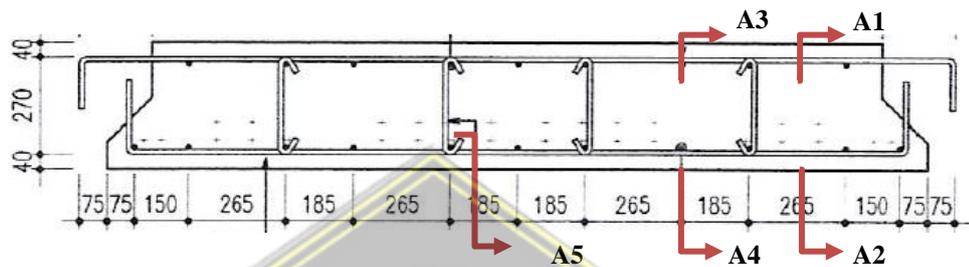
Tabel 4.8. Volume Besi Tulangan

Tipe	D	L (m)				n	Berat per m (kg)	W (kg)
		a	b	c	Total			
A1	19	6.8			6.8	10	2.223	151.164
A2	22	6.8			6.8	11	2.985	223.278
A3	16	12	12	1.52	25.52	27	1.578	1087.31
A4	16	12	12	1.52	25.52	27	1.578	1087.31
A5	13	0.27			0.27	27	1.04	7.582
TOTAL								2556.634

Sumber : Analisis Penulis

Dimana :

- A1 = tulangan memanjang lapis atas
- A2 = tulangan memanjang lapis bawah
- A3 = tulangan melintang lapis atas
- A4 = tulangan melintang lapis bawah
- A5 = tulangan penyangga



Gambar 4.49. Potongan Memanjang Slab/Pelat Lantai

4.3. Analisis Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan

RAB (Rencana Anggaran Biaya) merupakan acuan atau cara untuk menyajikan rencana biaya yang harus disusun dari awal pekerjaan hingga akhir pekerjaan. Rencana biaya harus mencakup semua kebutuhan pekerjaan tersebut, baik biaya material yang dibutuhkan, biaya alat (sewa atau beli), upah pekerja, dan pengeluaran lain yang diperlukan. Sebelum menghitung RAB (Rencana Anggaran Biaya) perlu dilakukan perhitungan analisis harga satuan. Analisis harga satuan pekerjaan disini mengacu pada RAB proyek dan HSPK Kota Semarang Tahun 2022 untuk upah pekerja, upah operator alat berat, dan upah mandor.

4.3.1. Biaya Pekerjaan Pemancangan menggunakan Diesel Hammer

Tabel 4.9. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan Diesel Hammer

Koef.	satuan	Nama kegiatan	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMANCANGAN DIESEL HAMMER				
1	titik	Pemancangan <i>Spun Pile</i>		62.806.911,89
	A	Tenaga		120.551,43
0.0574	OH	Pekerja	115.000,00	6.601,00
0.0574	OH	Operator Alat Berat	250.000,00	14.350,00
0.0057	OH	Mandor	140.000,00	798,00

0.53	bh	Upah <i>Handling Spun Pile</i>		9.500,00	4.987,50
1.00	m	Upah Penurunan Tiang Pancang		9.500,00	9.500,00
0.01	bh	Upah Pemotongan Tiang Pancang		225.000,00	2.714,93
1	set	Pengerjaan Pengelasan Sambungan		81.600,00	81.600,00
	B	Material			54.386.462,43
60	m'	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> Ø 60 cm <i>Type A</i>		905.109,05	54.306.543,00
1	titik	PDA <i>Test</i> Tiang Pancang Ø 60 cm		79.919,43	79.919,43
	C	Peralatan			2.590.178,77
60	m'	Sewa Alat <i>Diesel Hammer</i>		40.000,00	2.400.000
0.262	jam	Sewa <i>Mobile Crane</i> 50 Ton		726.137,11	190.178,77
	D	Jumlah A+B+C			57.097.192,63
	E	Overhead dan Profit	10%		5.709.719,263
	F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)			62.806.911,89

Sumber : Analisis Penulis

4.3.2. Biaya Pekerjaan Pemancangan menggunakan HSPD

Tabel 4.10. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan HSPD

Koef.	satuan	Nama kegiatan		Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMANCANGAN HSPD					
1	titik	Pemancangan <i>Spun Pile</i>			62.267.715,24
	A	Tenaga			120.551,43
0.0574	OH	Pekerja		115.000,00	6.601,00
0.0574	OH	Operator Alat Berat		250.000,00	14.350,00
0.0057	OH	Mandor		140.000,00	798,00
0.53	bh	Upah <i>Handling Spun Pile</i>		9.500,00	4.987,50
1.00	m	Upah Penurunan Tiang Pancang		9.500,00	9.500,00

0.01	bh	Upah Pemotongan Tiang Pancang		225.000,00	2.714,93
1	set	Pengerjaan Pengelasan Sambungan		81.600,00	81.600,00
	B	Material			54.386.462,43
60	m'	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> Ø 60 cm <i>Type A</i>		905.109,05	54.306.543,00
1	titik	PDA <i>Test</i> Tiang Pancang Ø 60 cm		79.919,43	79.919,43
	C	Peralatan			2.100.000,00
60	m'	Sewa Alat HSPD		35.000,00	2.100.000,00
	D	Jumlah A+B+C			56.607.013,86
	E	Overhead dan Profit	10%		5.660.701,386
	F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)			62.267.715,25

Sumber : Analisis Penulis

4.3.3. Biaya Pekerjaan Full Slab Precast

Tabel 4.11. Analisis Harga Satuan Pekerjaan *Erection*

Koef.	satuan	Nama kegiatan	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
HARGA SATUAN PEKERJAAN ERECTION FULLSLAB PRECAST				
1	bh	<i>Erection Full Slab Precast</i>		28.146.707,93
	A	Tenaga		252.830,00
1.310	OH	Pekerja	115.000,00	150.650,00
0.262	OH	Operator Alat Berat	250.000,00	65.500,00
0.262	OH	Mandor	140.000,00	36.680,00
	B	Bahan		25.144.907,53
1	bh	<i>Full Slab Precast</i>	25.144.907,53	25.144.907,53
	C	Peralatan		190.178,77
0.262	jam	Sewa Mobile Crane 50 Ton	726.137,11	190.178,77
	D	Jumlah A+B+C		25.587.916,30
	E	Overhead dan Profit	10%	2.558.791,63
	F	Harga Satuan Pekerjaan		28.146.707,93

		(D+E)			
--	--	-------	--	--	--

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.12. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengecoran *Joint*

Koef.	Satuan	Nama kegiatan		Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
HARGA SATUAN PEKERJAAN JOINT					
1	m3	Pengecoran <i>Joint</i> Melintang			1.894.988,73
1	m3	Pengecoran <i>Joint</i> Memanjang			1.894.988,73
	A	Tenaga			217.665,00
1.687	OH	Pekerja		115.000,00	194.005,00
0.169	OH	Mandor		140.000,00	23.660,00
	B	Bahan			1.502.291,03
1.100	m3	Beton k-350 <i>ready mix</i>		1.352.082,75	1.487.291,03
1	m2	<i>Curing Compound</i>		15.000,00	15.000,00
	C	Peralatan			2.761,00
0.0502	Jam	<i>Concrete Vibrator</i>		55.000,00	2.761,00
	D	Jumlah A+B+C			1.722.717,03
	E	Overhead dan Profit	10%		172.271,70
	F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)			1.894.988,73

Sumber : Analisis Penulis

4.3.4. Biaya Pekerjaan Pengecoran Beton Cast In Site

Harga satuan pekerjaan yang akan dihitung ada 3 pekerjaan yaitu pekerjaan bekisting, pekerjaan pembesian dan pekerjaan pengecoran yang masing-masing dapat dilihat pada Tabel 4.13., Tabel 4.14. dan Tabel 4.15. berikut :

Tabel 4.13. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bekisting

Koef.	Satuan	Nama kegiatan		Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
HARGA SATUAN PEKERJAAN BEKISTING					
1	m2	BEKISTING			546.306,76
	A	Tenaga			135.966,5
1.0409	OH	Pekerja		115.000,00	119.703,50
0.0417	OH	Operator Alat Berat		250.000,00	10.425,00

0.0417	OH	Mandor		140.000,00	5.838,00
	B	Bahan			332.572,97
1	Ls	PD-8 <i>Shoring</i>		32.572,97	32.572,97
1	m'	Sewa Paket Bekisting		300.000,00	300.000,00
	C	Peralatan			28.103,04
0.0417	Jam	Sewa <i>Mobile Crane</i> 25 Ton		270.000,00	28.103,04
	D	Jumlah A+B+C			496.642,51
	E	<i>Overhead dan Profit</i>	10%		49.664,251
	F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)			546.306,76

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.14. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pembesian

Koef.	Satuan	Nama kegiatan	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMBESIAN				
1	Kg	PEMBESIAN		32.859,99
	A	Tenaga		14.038,00
0.0626	OH	Pekerja	115.000,00	7.199,00
0.0063	OH	Operator Alat Berat	250.000,00	1.575,00
0.0250	OH	Tukang Besi	140.000,00	3.500,00
0.0063	OH	Kepala Tukang Besi	140.000,00	882,00
0.0063	OH	Mandor	140.000,00	882,00
	B	Bahan		14.145,00
1.050	Kg	Tulangan/Besi Ulir	13.200,00	13.860,00
0.015	Kg	Kawat Bendrat	19.000,00	285,00
	C	Peralatan		1.689,72
0.0063	Jam	Sewa <i>Mobile Crane</i> 25 Ton	270.000,00	1.689,72
	D	Jumlah A+B+C		29.872,72
	E	<i>Overhead dan Profit</i>	10%	2.987,272
	F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)		32.859,99

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.15. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengecoran

Koef.	Satuan	Nama kegiatan		Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
HARGA SATUAN PEKERJAAN PENGECORAN					
1	m ³	PENGECORAN			1.739.063,18
	A	Tenaga			60.922,50
0.4723	OH	Pekerja		115.000,00	54.314,50
0.0472	OH	Mandor		140.000,00	6.608,00
	B	Bahan			1.502.291,03
1.100	m ³	Beton k-350 <i>ready mix</i>		1.352.082,75	1.487.291,03
1	m ²	<i>Curing Compound</i>		15.000,00	15.000,00
	C	Peralatan			17.753,00
0.0937	Jam	<i>Concrete Pump</i>		160.000,00	14.992,00
0.0502	Jam	<i>Concrete Vibrator</i>		55.000,00	2.761,00
	D	Jumlah A+B+C			1.580.966,53
	E	Overhead dan Profit	10%		158.096,653
	F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)			1.739.063,18

Sumber : Analisis Penulis

4.3.5. Rekapitulasi Harga Pekerjaan

Rekapitulasi harga pekerjaan proyek ini diambil dari harga pekerjaan yang terdapat di tabel 4.16., Tabel 4.17., Tabel 4.18., Tabel 4.19., Tabel 4.20. berikut :

Tabel 4.16. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Eksisting

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
a	b	c	d	e	f = d x e
Struktur Beton					
1	Beton Struktur Kelas A-1-3 (<i>Slab SOP Precast</i>)	m ³	26.965,16	4.649.745,90	125.381.140.444,08
2	Beton Struktur Kelas B-1-5 (<i>Joint Melintang</i>)	m ³	2.644,78	1.893.512,00	5.007.922.667,36
3	Beton Struktur Kelas B-1-5 (<i>Joint Memanjang</i>)	m ³	1.445,04	1.893.512,00	2.736.200.580,48
4	Beton Struktur Kelas B-1-5a	m ³	5.257,02	1.733.347,13	9.112.239.168,68

	(Slab SOP Cast In Site)				
5	Steel Deck (Bekisting Lantai)	m ²	6.289,34	551.882,82	3.470.978.695,14
6	Pembesian Plat Lantai	kg	125.534,00	31.151,88	3.910.620.103,92
7	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , Ø 60 cm	m'	187.740,00	51.491,00	9.666.920.340,00

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.17. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Alternatif 1

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
a	b	c	d	e	f = d x e
Struktur Beton					
1	Beton Struktur Kelas A-1-3 (Slab SOP Precast)	m ³	26.965,16	4.649.745,90	125.381.140.444,08
2	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Joint Melintang)	m ³	2.644,78	1.893.512,00	5.007.922.667,36
3	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Joint Memanjang)	m ³	1.445,04	1.893.512,00	2.736.200.580,48
4	Beton Struktur Kelas B-1-5a (Slab SOP Cast In Site)	m ³	5.257,02	4.649.745,90	9.112.239.168,68
5	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , Ø 60 cm	m'	187.740,00	52.257,90	9.810.898.146,00

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.18. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Alternatif 2

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
a	b	c	d	e	f = d x e
Struktur Beton					
1	Beton Struktur Kelas A-1-3 (Slab SOP Precast)	m ³	26.965,16	4.649.745,90	125.381.140.444,08
2	Beton Struktur Kelas B-1-5	m ³	2.644,78	1.893.512,00	5.007.922.667,36

	(<i>Joint Melintang</i>)				
3	Beton Struktur Kelas B-1-5 (<i>Joint Memanjang</i>)	m ³	1.445,04	1.893.512,00	2.736.200.580,48
4	Beton Struktur Kelas B-1-5a (<i>Slab SOP Cast In Site</i>)	m ³	5.257,02	4.649.745,90	24.443.803.541,17
5	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned, Ø 60 cm</i>	m'	187.740,00	48.723,60	9.147.368.664,00

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.19. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Alternatif 3

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
a	b	c	d	e	f = d x e
Struktur Beton					
1	Besi <i>Precast</i>	kg	1.140.258,00	31.151,88	35.521.180.385,04
2	Beton Struktur Kelas A-1-3 (<i>Slab SOP Cast In Site</i>)	m ³	26.965,16	1.733.347,13	46.739.982.058,99
3	Bekisting Lantai	m ²	80.949,00	551.882,82	44.674.362.396,18
4	Beton Struktur Kelas B-1-5a (<i>Slab SOP Cast In Site</i>)	m ³	5.257,02	1.733.347,13	9.112.239.168,68
5	<i>Steel Deck</i> (Bekisting Lantai)	m ²	6.289,34	551.882,82	3.470.978.695,14
6	Pembesian Plat Lantai	kg	125.534,00	31.151,88	3.910.620.103,92
7	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned, Ø 60 cm</i>	m'	187.740,00	52.257,90	9.810.898.146,00

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.20. Rekapitulasi Harga Pekerjaan Proyek Alternatif 4

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
a	b	c	d	e	f = d x e
Struktur Beton					
1	Besi <i>Precast</i>	kg	1.140.258,00	31.151,88	35.521.180.385,04
2	Beton Struktur Kelas A-1-3 (<i>Slab SOP Cast In Site</i>)	m ³	26.965,16	1.733.347,13	46.739.982.058,99
3	Bekisting Lantai	m ²	80.949,00	551.882,82	44.674.362.396,18
4	Beton Struktur Kelas B-1-5a (<i>Slab SOP Cast In Site</i>)	m ³	5.257,02	1.733.347,13	9.112.239.168,68
5	<i>Steel Deck</i> (Bekisting Lantai)	m ²	6.289,34	551.882,82	3.470.978.695,14
6	Pembesian Plat Lantai	kg	125.534,00	31.151,88	3.910.620.103,92
7	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned, Ø 60 cm</i>	m'	187.740,00	48.723,60	9.147.368.664,00

Sumber : Analisis Penulis

4.3.6. Analisis Perbandingan Biaya

Dari hasil analisis harga satuan di atas diperoleh RAB (Rencana Anggaran Biaya) pemancangan tiang pancang dengan *diesel hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) ; *erection full slab* dan pengecoran beton *cast in site*. Maka, akan mendapatkan selisih biaya dari 4 pekerjaan tersebut. Perbandingan RAB pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.21. dan Tabel 4.22. berikut :

Tabel 4.21. Perbandingan RAB Pekerjaan Pemancangan

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
				(Rp)	(Rp)
A	PEKERJAAN PEMANCANGAN <i>DIESEL HAMMER</i>				
	Pemancangan <i>Spun Pile</i>	1	titik	62.806.911,89	62.806.911,89
TOTAL I					62.806.911,89
B	PEKERJAAN PEMANCANGAN HSPD				
	Pemancangan <i>Spun Pile</i>	1	titik	62.267.715,24	62.267.715,24
TOTAL II					62.267.715,24
SELISIH (I – II)					539.196,65

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.22. Perbandingan RAB Pekerjaan Slab

No	Jenis pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
				(Rp)	(Rp)
A	PEKERJAAN <i>ERECTION FULL SLAB PRECAST</i>				
1.	<i>Erection Full Slab</i>	10	bh	28.146.707,93	281.467.079,30
2.	Pekerjaan Pengecoran <i>Joint Melintang</i>	5.93	m ³	1.894.988,73	11.237.283,17
3.	Pekerjaan Pengecoran <i>Joint Memanjang</i>	3.24	m ³	1.894.988,73	6.139.763,49
TOTAL I					298.844.125,96
B	PEKERJAAN PENGECORAN BETON <i>CAST IN SITE</i>				
1.	Pekerjaan Bekisting	181.5	m ²	546.306,76	99.154.676,94
2.	Pekerjaan Pembesian	2556.634	Kg	32.859,99	84.010.967,67
3.	Pekerjaan Pengecoran	63.525	m ³	1.739.063,18	110.473.988,51
TOTAL II					293.639.633,12
SELISIH (I – II)					5.204.492,84

Sumber : Analisis Penulis

4.4. Analisis Durasi Waktu Pekerjaan

Dalam suatu pekerjaan durasi waktu pekerjaan sangatlah penting karena berkaitan dengan penjadwalan dan *progress* pekerjaan sehingga nantinya dapat diidentifikasi apakah pekerjaan tersebut mengalami percepatan atau bahkan keterlambatan. Dari hasil analisis perhitungan diatas maka didapatkan durasi waktu pengerjaan 1 span baik untuk pekerjaan pemancangan menggunakan *diesel hammer* dan pemancangan menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)* ; *erection full slab* dan pengecoran beton *cast in site*. Untuk durasi waktu pekerjaan pemancangan menggunakan *diesel hammer* dan pekerjaan *erection full slab* diambil dari hasil pengamatan dan wawancara waktu siklus di lapangan. Sedangkan untuk pekerjaan pemancangan menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)* dan pekerjaan pengecoran beton *cast in site* diambil dari wawancara. Berikut adalah durasi waktu kedua pekerjaan yang dapat dilihat pada Tabel 4.23. Tabel 4.24., Tabel 4.25., Tabel 4.26., Tabel 4.27., dan Tabel 4.28. :

Tabel 4.23. Durasi Waktu Pekerjaan Pemancangan *Diesel Hammer*

No	Sequence Pekerjaan	Waktu (menit)			
		Rencana	Aktual Lapangan		
			Titik 1	Titik 2	Titik 3
1	Handling	10	5	6	5
2	Pemancangan <i>Bottom</i>	15	7	12	6
3	Las 1	40	21	20	24
4	Pemancangan <i>Middle 1</i>	15	11	5	8
5	Las 2	40	18	24	17
6	Pemancangan <i>Middle 2</i>	15	10	11	9
7	Las 3	40	14	15	14
8	Pemancangan <i>Upper</i>	15	10	14	15
9	Kalendering	5	3	3	4
TOTAL		180	99	110	102
RATA – RATA Ts		103.67			

Sumber : Analisis Penulis

$$\begin{aligned} \text{Durasi waktu pemancangan dengan diesel hammer} &= \frac{\text{Jumlah Waktu Pemancangan}}{N \text{ (jumlah data)}} \\ &= \frac{99+110+102}{3} \\ &= 103.67 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.24. Durasi Waktu Pekerjaan Pemancangan HSPD

No	Sequence Pekerjaan	Waktu (menit)			
		Rencana	Aktual Lapangan		
			Titik 1	Titik 2	Titik 3
1	Handling	10	15	14	15
2	Pemancangan Bottom	15	6	10	8
3	Las 1	40	22	23	21
4	Pemancangan Middle 1	15	10	11	8
5	Las 2	40	21	19	20
6	Pemancangan Middle 2	15	9	8	8
7	Las 3	40	18	17	16
8	Pemancangan Upper	15	9	11	10
9	Kalendering	5	4	3	4
TOTAL		180	114	116	110
RATA – RATA Ts					113.33

Sumber : Analisis Penulis

$$\begin{aligned} \text{Durasi waktu pemancangan dengan HSPD} &= \frac{\text{Jumlah Waktu Pemancangan}}{N \text{ (jumlah data)}} \\ &= \frac{114+116+110}{3} \\ &= 113.33 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.25. Durasi Waktu Pekerjaan *Erection Full Slab Precast*

<i>Full Slab</i> Ke-	Waktu (menit)						
	Muat (LT)	Angkut (HT)	Bongkar (DT)	Kembali (RT)	Tunggu (ST)	CT	CT Rata ²
1	3	6	5	3	0	17	15.70
2	2	5	3	2	0	12	
3	3	4	2	3	17	29	
4	3	3	1	2	0	9	
5	2	3	2	2	13	22	
6	1	2	5	2	2	12	
7	3	2	2	2	0	9	
8	3	3	3	3	0	12	
9	2	2	2	4	3	13	
10	3	2	3	2	12	22	

Sumber : Analisis Penulis

Durasi waktu *erection* untuk 1 span = $CT_{rata-rata} \times \Sigma full\ slab$

$$= 15.70 \times 10$$

$$= 157.00 \text{ menit} \approx 160 \text{ menit}$$

Tabel 4.26. Durasi Waktu Pekerjaan Pengecoran *Joint* Melintang

Pekerjaan	Waktu (jam)
Pemasangan Bekisting	1
Pembesian	4
Pengecoran <i>joint</i> melintang	2
TOTAL	7

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.27. Durasi Waktu Pekerjaan Pengecoran *Joint* Memanjang

Pekerjaan	Waktu (jam)
Pembesian	3
Pengecoran <i>joint</i> memanjang	2
TOTAL	5

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.28. Durasi Waktu Pekerjaan Pengecoran Beton *Cast In Site*

Pekerjaan	Waktu (hari)
Pemasangan Bekisting	2
Pembesian	2
Pengecoran	1
TOTAL	5

Sumber : Analisis Penulis

4.5. Analisis Produktivitas Pekerjaan

Produktivitas diperhitungkan agar didapatkan koefisien pekerja, bahan, dan alat untuk analisis biaya perbandingan metode pemancangan dengan *diesel hammer* dan pemancangan dengan HSPD ; *erection full slab precast* dengan pengecoran *cast in site* . Adapun rumus yang digunakan antara lain :

$$\text{Produktivitas Pemancangan (Q)} = \frac{\text{Panjang Tiang Tertanam} \times 60}{T_s}$$

$$\text{Produktivitas slab (Q)} = \frac{V \times 60}{CT}$$

$$\text{Koefisien Alat} = \frac{\Sigma \text{alat}}{Q}$$

$$\text{Koefisien Tenaga Kerja} = \frac{\Sigma \text{pekerja} \times \text{jam kerja}}{Q \times \text{jam kerja}}$$

$$\text{Jam kerja} = 8 \text{ jam}$$

4.5.1. Produktivitas Pekerjaan Pemancangan Diesel Hammer

Analisis ini digunakan untuk mengetahui produktivitas alat pemancang *Diesel Hammer* berdasarkan durasi/waktu penggerak.

Tabel 4.29. Produktivitas Pekerjaan Pemancangan *Diesel Hammer*

No	Kapasitas Alat (titik/hari)	
	Rencana	Aktual Lapangan
1	5	5
2	5	5
3	5	5
4	5	5
5	5	4
6	5	5
7	5	4
TOTAL	35	33
RATA – RATA	5	4.71
KAPASITAS ALAT DALAM 1 HARI KERJA		5

Sumber : Analisis Penulis

Berdasarkan hasil pengamatan diatas, didapatkan kapasitas alat pancang dalam 1 hari kerja yaitu 5 titik/hari. Sedangkan produktivitas pekerjaan pemancangan menggunakan *diesel hammer* didapat dari :

$$Q = \frac{\text{Panjang Tiang Tertanam} \times 60}{T_s} = \frac{56 \times 60}{103.67} = 32.410 \frac{m'}{\text{jam}} = 0.54018 \frac{m'}{\text{menit}}$$

4.5.2. Produktivitas Pekerjaan Pemancangan HSPD

Tabel 4.30. Produktivitas Pekerjaan Pemancangan HSPD

No	Kapasitas Alat (titik/hari)	
	Rencana	Aktual Lapangan
1	5	4
2	5	4
3	5	3
4	5	4
5	5	3
6	5	5
7	5	4
TOTAL	35	27
RATA – RATA	5	3.8
KAPASITAS ALAT DALAM 1 HARI KERJA		4

Sumber : Analisis Penulis

Berdasarkan hasil pengamatan diatas, didapatkan kapasitas alat pancang dalam 1 hari kerja yaitu 4 titik/hari. Sedangkan produktivitas pekerjaan pemancangan didapat dari :

$$Q = \frac{\text{Panjang Tiang Tertanam} \times 60}{T_s} = \frac{56 \times 60}{113.33} = 29.65 \frac{m'}{jam} = 0.49 \frac{m'}{menit}$$

Dari data di atas, maka dalam 1 hari kerja didapatkan :

$$\text{Produktivitas Pemancangan Diesel Hammer} = \frac{56 \times 60}{103.67} = 32.41 \frac{m'}{jam}$$

$$\text{Produktivitas Pemancangan HSPD} = \frac{56 \times 60}{113.33} = 29.65 \frac{m'}{jam}$$

$$\text{Koef. Alat Crane} = \frac{1}{3.818} = 0.262 \text{ jam}$$

Koef. Tenaga Kerja dapat dilihat pada Tabel 4.31. berikut :

Tabel 4.31. Koefisien Tenaga Kerja Pemancangan

Tenaga Kerja	Diesel Hammer		HSPD	
	Jumlah	Koefisien	Jumlah	Koefisien
Pekerja	5	0.057	5	0.057
Operator Alat Berat	1	0.057	1	0.057
Mandor	1	0.057	1	0.057

4.5.3. Produktivitas Pekerjaan Erection Full Slab Precast

Produktivitas pekerjaan *erection full slab precast* dianalisis dari data pengamatan di lapangan berupa waktu siklus alat berat. Data pengamatan waktu siklus dapat dilihat pada tabel 4.32. berikut :

Tabel 4.32. Data Pengamatan Waktu Siklus

Full Slab Ke-	Waktu (menit)						CT	CT Rata ²
	Muat (LT)	Angkut (HT)	Bongkar (DT)	Kembali (RT)	Tunggu (ST)	CT		
1	3	6	5	3	0	17	15.70	
2	2	5	3	2	0	12		
3	3	4	2	3	17	29		
4	3	3	1	2	0	9		
5	2	3	2	2	13	22		
6	1	2	5	2	2	12		
7	3	2	2	2	0	9		
8	3	3	3	3	0	12		
9	2	2	2	4	3	13		
10	3	2	3	2	12	22		

Sumber : Analisis Penulis

Dari data di atas, maka dalam 1 hari kerja didapatkan :

$$\text{Produktivitas Erection} = \frac{1 \times 60}{15.70} = 3.82 \text{ buah/jam}$$

$$\text{Produktivitas Pengecoran Joint Melintang} = \frac{5.93 \times 60}{60 \times 2} = 2.97 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produktivitas Pengecoran Joint Memanjang} = \frac{3.24 \times 60}{60 \times 2} = 1.62 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koef. Alat Crane} = \frac{1}{3.818} = 0.262 \text{ jam}$$

$$\text{Koef. Alat Concrete Vibrator} = 0.0502$$

Koef. Tenaga Kerja dapat dilihat pada Tabel 4.33. berikut :

Tabel 4.33. Koefisien Tenaga Kerja Pekerjaan *Erection Full Slab Precast*

Tenaga Kerja	Erection		Pengecoran Joint	
	Jumlah	Koefisien	Jumlah	Koefisien
Pekerja	5	1.310	10	1.687
Operator Alat Berat	1	0.262	-	-
Mandor	1	0.262	1	0.169

4.5.4. Produktivitas Pekerjaan Pengecoran Beton *Cast In Site*

Produktivitas pekerjaan pengecoran beton *cast in situ* dianalisis dari gambar shop drawing dan data asumsi. Data tersebut sudah dijelaskan pada sub sub bab kebutuhan material. Maka dalam 1 hari kerja didapatkan :

$$\text{Produktivitas Pemasangan Bekisting} = \frac{181.5 \times 60}{60 \times 8 \times 2} = 11.34 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\text{Produktivitas Pembesian} = \frac{2556.63 \times 60}{60 \times 8 \times 2} = 159.79 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Produktivitas Pengecoran} = \frac{63.52 \times 60}{60 \times 3} = 21.17 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koef. Alat Crane (Bekisting)} = \frac{1}{9.6075} = 0.104 \text{ jam}$$

$$\text{Koef. Alat Crane (Pembesian)} = \frac{1}{159.789} = 0.0063 \text{ jam}$$

$$\text{Koef. Alat Concrete Pump} = 0.0937$$

$$\text{Koef. Alat Concrete Vibrator} = 0.0502$$

Koef. Tenaga Kerja dapat dilihat pada Tabel 4.34. berikut :

Tabel 4.34. Koef. Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Beton *Cast In Site*

Tenaga Kerja	Bekisting		Pembesian		Pengecoran	
	Jumlah	Koef.	Jumlah	Koef.	Jumlah	Koef.
Pekerja	10	1.041	10	0.063	10	0.472
Operator Alat Berat	1	0.042	1	0.006	-	-
Mandor	1	0.042	1	0.006	1	0.047

Kepala Tukang	-	-	1	0.006	-	-
Tukang Besi	-	-	4	0.025	-	-

Sumber : Analisis Penulis

4.6. Analisis Biaya

4.6.1. Analisis Efisiensi Biaya

Pada tahap analisis, diketahui biaya alternatif I memenuhi kriteria *re-engineering* karena harga alternatif lebih rendah daripada harga eksisting. Adapun perhitungannya :

a. Efisiensi Biaya pada Alternatif I

- Pekerjaan Pemeliharaan dan Perlindungan Lalu Lintas

Durasi waktu eksisting = 132 minggu

Durasi waktu alternatif = 119 minggu

Percepatan/Efektivitas waktu = Durasi waktu eksisting - alternatif

= 132 - 119

= 13 minggu

Bobot pekerjaan = 0,0730 % / minggu

Bobot pekerjaan efektivitas = 0,0730 % / minggu x 13 minggu

= 0,9490 %

Total bobot pekerjaan = 8,68 %

Harga Pekerjaan = Rp 78.334.121.056

Efisiensi biaya = $\frac{\text{Bobot efektivitas}}{\text{Total bobot pekerjaan}} \times \text{Harga pekerjaan}$

= $\frac{0,9490}{8,68} \times 78.334.121.056$

= Rp. 8.564.410.239,88

- Mobilisasi

Durasi waktu eksisting = 132 minggu

Durasi waktu alternatif = 119 minggu

Percepatan/Efektivitas waktu = Durasi waktu eksisting - alternatif

= 132 - 119

= 13 minggu

$$\begin{aligned}
\text{Bobot pekerjaan} &= 0,0108 \% / \text{minggu} \\
\text{Bobot pekerjaan efektivitas} &= 0,0108 \% / \text{minggu} \times 13 \text{ minggu} \\
&= 0,1404 \% \\
\text{Total bobot pekerjaan} &= 0,65 \% \\
\text{Harga Pekerjaan} &= \text{Rp } 5.867.922.500 \\
\text{Efisiensi biaya} &= \frac{\text{Bobot efektivitas}}{\text{Total bobot pekerjaan}} \times \text{Harga pekerjaan} \\
&= \frac{0,1404}{0,65} \times 5.867.922.500 \\
&= \text{Rp. } 1.267.486.380
\end{aligned}$$

- Pekerjaan dan Penanganan Aliran Air yang Sudah Ada

$$\begin{aligned}
\text{Durasi waktu eksisting} &= 132 \text{ minggu} \\
\text{Durasi waktu alternatif} &= 119 \text{ minggu} \\
\text{Percepatan/Efektivitas waktu} &= \text{Durasi waktu eksisting} - \text{alternatif} \\
&= 132 - 119 \\
&= 13 \text{ minggu} \\
\text{Bobot pekerjaan} &= 0,0208 \% / \text{minggu} \\
\text{Bobot pekerjaan efektivitas} &= 0,0208 \% / \text{minggu} \times 13 \text{ minggu} \\
&= 0,2704 \% \\
\text{Total bobot pekerjaan} &= 1,83 \% \\
\text{Harga Pekerjaan} &= \text{Rp } 16.486.335.448 \\
\text{Efisiensi biaya} &= \frac{\text{Bobot efektivitas}}{\text{Total bobot pekerjaan}} \times \text{Harga pekerjaan} \\
&= \frac{0,2704}{1,83} \times 16.486.335.448 \\
&= \text{Rp. } 2.436.013.718,65
\end{aligned}$$

- Penanganan Lingkungan Hidup

$$\begin{aligned}
\text{Durasi waktu eksisting} &= 132 \text{ minggu} \\
\text{Durasi waktu alternatif} &= 119 \text{ minggu} \\
\text{Percepatan/Efektivitas waktu} &= \text{Durasi waktu eksisting} - \text{alternatif} \\
&= 132 - 119 \\
&= 13 \text{ minggu} \\
\text{Bobot pekerjaan} &= 0,0002 \% / \text{minggu} \\
\text{Bobot pekerjaan efektivitas} &= 0,0002 \% / \text{minggu} \times 13 \text{ minggu}
\end{aligned}$$

$$= 0,0026 \%$$

Total bobot pekerjaan = 0,02 %

Harga Pekerjaan = Rp 187.500.000

Efisiensi biaya = $\frac{\text{Bobot efektivitas}}{\text{Total bobot pekerjaan}} \times \text{Harga pekerjaan}$

$$= \frac{0,0026}{0,02} \times 187.500.000$$

$$= \text{Rp. } 24.375.000$$

- Manajemen Mutu

Durasi waktu eksisting = 132 minggu

Durasi waktu alternatif = 119 minggu

Percepatan/Efektivitas waktu = Durasi waktu eksisting - alternatif

$$= 132 - 119$$

$$= 13 \text{ minggu}$$

Bobot pekerjaan = 0,0008 % / minggu

Bobot pekerjaan efektivitas = 0,0008 % / minggu x 13 minggu

$$= 0,0104 \%$$

Total bobot pekerjaan = 0,09 %

Harga Pekerjaan = Rp 807.250.000

Efisiensi biaya = $\frac{\text{Bobot efektivitas}}{\text{Total bobot pekerjaan}} \times \text{Harga pekerjaan}$

$$= \frac{0,0104}{0,09} \times 807.250.000$$

$$= \text{Rp. } 93.282.222,22$$

Selengkapnya hasil perhitungan efisiensi biaya pada pekerjaan alternatif I

Tabel 4.35. Efisiensi biaya pekerjaan alternatif I

No	Uraian	Durasi Waktu (Minggu)			Bobot Pekerjaan	Bobot Efektivitas	Total Bobot Pekerjaan	Harga Pekerjaan	Efisiensi Biaya
		Eksisting	Alternatif	Efektivitas	(%)	(%)	(%)	(Rp)	(Rp)
a	b	c	d	e=c-d	f	g =exf	h	i	$j = \frac{g}{h} \times i$
1	Pemeliharaan dan Perlindungan Lalu Lintas	132	119	13	0,0730	0,9490	8,68	78.334.121.056	8.564.410.239,88
2	Mobilisasi	132	119	13	0,0108	0,1404	0,65	5.867.922.500	1.267.486.380

3	Pekerjaan dan Penanganan Aliran Air yang Sudah Ada	132	119	13	0,208	0,2704	1,83	16.486.335.448	2.436.013.718,65
4	Penanganan Lingkungan Hidup	132	119	13	0,0002	0,0026	0,02	187.500.000	24.375.000
5	Manajemen Mutu	132	119	13	0,0008	0,0104	0,09	807.250.000	93.282.222,22
Total Efisiensi Biaya Pekerjaan									12.385.567.560,75

Sumber : Analisis Penulis

Berdasarkan perhitungan Tabel 4.35. didapatkan bahwa efisiensi biaya pekerjaan alternatif I (*precast-diesel hammer*) terhitung sebesar Rp 12.385.567.560,75.

Tabel 4.36. Efisiensi biaya pekerjaan alternatif I

No	Uraian	Anggaran Biaya/bulan (Rp)	Durasi Waktu (Minggu)			Efektivitas Waktu (Bulan)	Efisiensi Biaya (Rp)
			Eksisting	Alternatif	Efektifitas		
a	b	c	d	e	f = d-e	g	h = c x g
1	Gaji Staff	210.700.000	132	119	13	3,25	684.775.000
2	Operasional umum kantor	70.000.000	132	119	13	3,25	227.500.000
3	Efisiensi biaya pekerjaan						12.385.567.560,75
Total Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif I (Precast-Diesel Hammer)							13.297.842.560,75

Sumber : Analisis Penulis

Total efisiensi rencana anggaran biaya proyek alternatif I (*Precast-Diesel Hammer*) berdasarkan Tabel 4.36. terhitung sebesar Rp 13.297.842.560,75.

4.6.2. Analisis Penambahan Waktu

Pada tahap analisis ini, diketahui biaya alternatif II, alternatif III, dan alternatif IV tidak memenuhi kriteria *re-engineering* karena harga penambahan biaya lebih tinggi daripada harga eksisting. Penambahan biaya ini dimaksudkan adanya denda keterlambatan penyelesaian pekerjaan yang dikenakan $\frac{1}{1000}$ (satu permil) dari nilai bagian kontrak untuk setiap hari keterlambatan. Adapun perhitungan yang dihitung adalah :

a. Penambahan Biaya pada Alternatif II

Durasi waktu eksisting	=	132 minggu
Durasi waktu alternatif	=	144 minggu
Total durasi waktu penambahan	=	12 minggu
	=	84 hari
Nilai total kontrak eksisting	=	Rp 893.944.103.632,53

$$\begin{aligned} \text{Denda/hari} &= \frac{1}{1000} \times 893.944.103.632,53 \\ &= \text{Rp } 893.944.103,60 \\ \text{Total denda} &= \text{Rp } 75.091.304.702,40 \end{aligned}$$

Tabel 4.37. Penambahan biaya pekerjaan alternatif II

No	Uraian	Anggaran Biaya/bulan (Rp)	Durasi Waktu (Minggu)			Efektivitas Waktu (Bulan)	Efisiensi Biaya (Rp)
			Eksis-ting	Alter-natif	Penam-bahan		
a	b	c	d	e	f = e-d	g	h = c x g
1	Gaji Staff	210.700.000	132	142	12	3	632.100.000
2	Operasional umum kantor	70.000.000	132	142	12	3	210.000.000
3	Total denda						75.091.304.702,40
Total Penambahan Biaya Pekerjaan Alternatif 2 (Precast-HSPD)							75.933.404.702,40

Sumber : Analisis Penulis

Total penambahan rencana anggaran biaya proyek alternatif II (*Precast-HSPD*) berdasarkan Tabel 4.37. terhitung sebesar Rp 75.933.404.702,40.

b. Penambahan Biaya pada Alternatif III

$$\begin{aligned} \text{Durasi waktu eksisting} &= 132 \text{ minggu} \\ \text{Durasi waktu alternatif} &= 172 \text{ minggu} \\ \text{Total durasi waktu penambahan} &= 40 \text{ minggu} \\ &= 280 \text{ hari} \\ \text{Nilai total kontrak eksisting} &= \text{Rp } 893.944.103.632,53 \\ \text{Denda/hari} &= \frac{1}{1000} \times 893.944.103.632,53 \\ &= \text{Rp } 893.944.103,60 \\ \text{Total denda} &= \text{Rp } 250.304.349.008,00 \end{aligned}$$

Tabel 4.38. Penambahan biaya pekerjaan alternatif III

No	Uraian	Anggaran Biaya/bulan (Rp)	Durasi Waktu (Minggu)			Efektivitas Waktu (Bulan)	Efisiensi Biaya (Rp)
			Eksis-ting	Alter-natif	Penam-bahan		
a	b	c	d	e	f = e-d	g	h = c x g
1	Gaji Staff	210.700.000	132	172	40	10	2.107.000.000
2	Operasional umum kantor	70.000.000	132	172	40	10	700.000.000

3	Total denda	250.304.349.008,00
Total Penambahan Biaya Pekerjaan Alternatif 3 (CIS-Diesel Hammer)		253.111.349.008,00

Sumber : Analisis Penulis

Total penambahan rencana anggaran biaya proyek alternatif III (*Precast-HSPD*) berdasarkan Tabel 4.38. terhitung sebesar Rp 253.111.349.008,00.

c. Penambahan Biaya pada Alternatif IV

Durasi waktu eksisting	=	132 minggu
Durasi waktu alternatif	=	176 minggu
Total durasi waktu penambahan	=	44 minggu
	=	308 hari
Nilai total kontrak eksisting	=	Rp 893.944.103.632,53
Denda/hari	=	$\frac{1}{1000} \times 893.944.103.632,53$
	=	Rp 893.944.103,60
Total denda	=	Rp 275.334.783.908,80

Tabel 4.39. Penambahan biaya pekerjaan alternatif IV

No	Uraian	Anggaran Biaya/bulan (Rp)	Durasi Waktu (Minggu)			Efektivitas Waktu (Bulan)	Efisiensi Biaya (Rp)
			Eksisting	Alternatif	Penambahan		
a	b	c	d	e	f = e-d	g	h = c x g
1	Gaji Staff	210.700.000	132	176	44	11	2.317.700.000
2	Operasional umum kantor	70.000.000	132	176	44	11	770.000.000
3	Total denda						275.334.783.908,80
Total Penambahan Biaya Pekerjaan Alternatif IV (CIS-HSPD)							278.422.483.908,80

Sumber : Analisis Penulis

Total penambahan rencana anggaran biaya proyek alternatif IV (*Precast-HSPD*) berdasarkan tabel 4.39. terhitung sebesar Rp 278.422.483.908,80.

4.6.3. Analisis Efisiensi Waktu

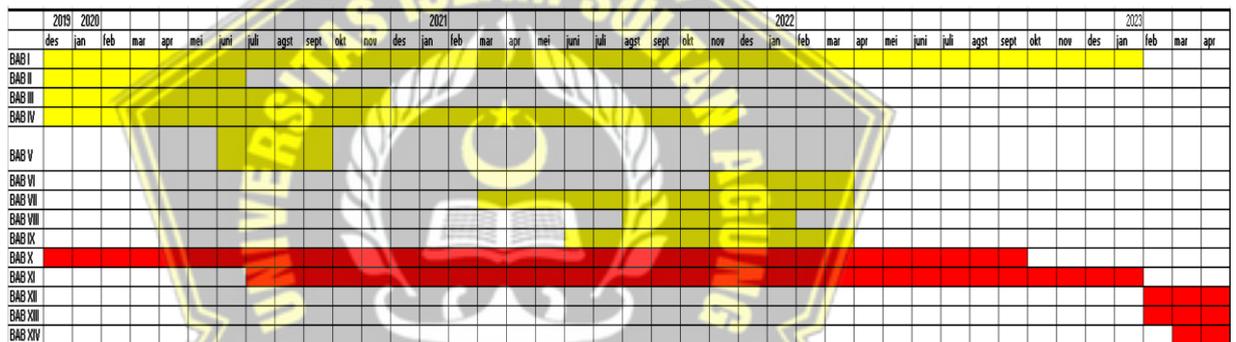
Analisis efisiensi waktu dari perhitungan kami dari *time schedule* eksisting proyek. Adapun hasil rekapitulasi perhitungan waktu yang sudah penulis hitung menggunakan aplikasi *Ms.Project* dan dikaji melalui *Ms. Excel* terdapat pada Gambar 4.48., Gambar 4.49., Gambar 4.50., Gambar 4.51., Gambar 4.52. :

4. Rekapitulasi waktu alternatif 3 (*Cast In Site-Diesel Hammer*)



Gambar 4.53. Rekapitulasi Waktu Alternatif 3

5. Rekapitulasi waktu alternatif 3 (*Cast In Site-HSPD*)



Gambar 4.54. Rekapitulasi Waktu Alternatif 4

Pada tahap analisis efisiensi waktu diketahui bahwa hanya alternatif I (*Precast-Diesel Hammer*) memenuhi kriteria *re-engineering* karena waktu alternatif lebih cepat daripada waktu eksisting.

4.7. Komparasi Analisis Hasil

a. Komparasi Analisis Hasil Metode Pekerjaan Pemancangan

Tabel 4.40. Analisis Komparasi Hasil Metode Pekerjaan Pemancangan

No	Metode Kerja	Keterangan	Waktu	Biaya (Rp)
1	Pemancangan <i>Diesel Hammer</i>	1 titik	103.67 menit	62.806.911,89
2	Pemancangan HSPD	1 titik	113.33 menit	62.267.715,25

Sumber : Analisis Penulis

b. Komparasi Analisis Hasil Metode Pekerjaan *Full Slab*

Tabel 4.41. Analisis Komparasi Hasil Metode Pekerjaan *Full Slab*

No	Metode Kerja	Keterangan	Waktu	Biaya (Rp)
1	<i>Full Slab Precast</i>	1 span	15 jam (1 hari 7 jam)	298.844.125,96
2	<i>Cast In Site</i>	1 span	5 hari	293.639.633,12

Sumber : Analisis Penulis

c. Komparasi Analisis Hasil Kombinasi Metode Pekerjaan Pemancangan dan *Full Slab*

Tabel 4.42. Analisis Komparasi Hasil Terhadap Waktu Eksisting

No	Metode Kerja	Waktu (Minggu)	Selisih Waktu (Minggu)	Ket. Waktu
1	Eksisting (Kombinasi <i>Diesel</i> -HSPD) (Kombinasi <i>Precast</i> -CIS)	132		
2	Alternatif I (<i>Precast</i> - <i>Diesel</i>)	119	13	efektif
3	Alternatif II (<i>Precast</i> -HSPD)	144	- 12	in-efektif
4	Alternatif III (CIS- <i>Diesel</i>)	172	- 40	in-efektif
5	Alternatif IV (CIS-HSPD)	176	- 44	in-efektif

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.43. Analisis Komparasi Hasil Kombinasi Terhadap Biaya Eksisting

No	Metode Kerja	Biaya Produksi (Rp)	Ket. Biaya	Biaya Lain	Total Biaya
1	Eksisting (Kombinasi <i>Diesel</i> -HSPD) (Kombinasi <i>Precast</i> -CIS)	893.944.103.632,53			
2	Alternatif I (<i>Precast</i> - <i>Diesel</i>)	902.038.047.011,97	efisiensi	13.297.842.560,75	888.740.204.451,22
3	Alternatif II (<i>Precast</i> -HSPD)	901.374.517.529,97	<i>over budget</i>	75.933.404.702,40	977.307.922.232,37
4	Alternatif III (CIS- <i>Diesel</i>)	887.898.342.586,82	<i>over budget</i>	253.111.349.008,00	1.141.009.691.594,82
5	Alternatif IV (CIS-HSPD)	887.234.813.104,82	<i>over budget</i>	278.422.483.908,80	1.165.657.297.013,62

Sumber : Analisis Penulis

Tabel 4.44. Selisih Biaya Hasil Kombinasi *Re-Engineering*

No	Metode Kerja	Biaya Eksisting (Rp)	Total Biaya (Rp)	Selisih	Persentase
1	Alternatif I (<i>Precast</i> - <i>Diesel</i>)	893.944.103.632,53	888.740.204.451,22	5.203.899.181,31	1%
2	Alternatif II (<i>Precast</i> -HSPD)	893.944.103.632,53	977.307.922.232,37	- 83.363.818.599,84	- 9%
3	Alternatif III (CIS- <i>Diesel</i>)	893.944.103.632,53	1.141.009.691.594,82	- 247.065.587.962,29	- 28%
4	Alternatif IV (CIS-HSPD)	893.944.103.632,53	1.165.657.297.013,62	- 271.713.193.381,09	- 30%

Sumber : Analisis Penulis

4.8. Pembahasan

Pada penerapan *re-engineering* diperoleh empat alternatif :

1. Alternatif I metode pekerjaan pemancangan menggunakan *Diesel Hammer* dan metode pekerjaan *full slab* menggunakan *precast*.
2. Alternatif II metode pekerjaan pemancangan menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) dan metode pekerjaan *full slab* menggunakan *Precast*.
3. Alternatif III metode pekerjaan pemancangan menggunakan *Diesel Hammer* dan metode pekerjaan *full slab* menggunakan *Cast In Site*.

4. Alternatif IV metode pekerjaan pemancangan menggunakan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) dan metode pekerjaan *full slab* menggunakan *Cast In Site*.

Pada pembahasan ini berisi tentang metode pelaksanaan pekerjaan proyek yang efektif dari segi waktu dan yang efisien dari segi biaya. Berdasarkan tabel analisis komparasi hasil, dapat disimpulkan bahwa :

1. Alternatif I (*Precast-Diesel Hammer*)

- Memiliki waktu pengerjaan yang lebih cepat dibanding dengan waktu pengerjaan eksisting, dengan percepatan waktu 13 minggu.
- Sedangkan untuk efisiensi biaya dari percepatan waktu tersebut dihasilkan dengan perhitungan biaya lain-lain yang berpengaruh dengan waktu sebesar Rp 13.297.842.560,75.
- Sehingga biaya produksi (Rp 902.038.047.011,97) dikurangi biaya efisiensi (Rp 13.297.842.560,75) menjadi sebesar Rp 888.740.204.451,22.

2. Alternatif II (*Precast-HSPD*)

- Memiliki waktu pengerjaan yang lebih lambat dibanding dengan waktu pengerjaan eksisting dengan keterlambatan waktu 12 minggu.
- Sedangkan untuk penambahan biaya dari keterlambatan waktu tersebut dihasilkan dengan perhitungan biaya lain-lain yang berpengaruh dengan waktu sebesar Rp 75.933.404.702,40.
- Sehingga biaya produksi (Rp 901.374.517.529,97) ditambah biaya denda dan biaya lain-lain (Rp 75.933.404.702,40) menjadi sebesar Rp 977.307.922.232,37.

3. Alternatif III (*CIS-Diesel Hammer*)

- Memiliki waktu pengerjaan yang lebih lambat dibanding dengan waktu pengerjaan eksisting dengan keterlambatan waktu 40 minggu.
- Sedangkan untuk penambahan biaya dari keterlambatan waktu tersebut dihasilkan dengan perhitungan biaya lain-lain yang berpengaruh dengan waktu sebesar Rp 253.111.349.008,00.
- Sehingga biaya produksi (Rp 887.898.342.586,82) ditambah biaya denda dan biaya lain-lain (Rp 253.111.349.008,00) menjadi sebesar Rp 1.141.009.691.594,82.

4. Alternatif IV (*CIS-Diesel Hammer*)

- Memiliki waktu pengerjaan yang lebih lambat dibanding dengan waktu pengerjaan eksisting dengan keterlambatan waktu 44 minggu.
- Sedangkan untuk penambahan biaya dari keterlambatan waktu tersebut dihasilkan dengan perhitungan biaya lain lain yang berpengaruh dengan waktu sebesar Rp 278.422.483.908,80.
- Sehingga biaya produksi (Rp 887.234.813.104,82) ditambah biaya denda dan biaya lain-lain (Rp 278.422.483.908,80) menjadi sebesar Rp 1.165.657.297.013,62.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa perbandingan biaya dan waktu antara metode pekerjaan pemancangan *diesel hammer* dan HSPD (*Hydraulic Static Pile Driver*) dengan metode pekerjaan *erection full slab precast* dan pengecoran *cast in site* adalah sebagai berikut :

1. Metode pekerjaan pemancangan yang efektif dan yang efisien yaitu dengan menggunakan alat pemancangan *diesel hammer* dengan waktu pemancangan 103,67 menit/titik dan dengan biaya pemancangan Rp 62.806.911,89.
2. Metode pekerjaan *full deck slab* yang efektif dan yang efisien yaitu dengan menggunakan metode *full slab precast* dengan waktu 1 hari 7 jam (15 jam) dan dengan biaya Rp 298.844.125,96.
3. Metode kombinasi pekerjaan pemancangan dan *full deck slab* yang efektif dan yang efisien yaitu menggunakan metode pada alternatif I (*Precast-Diesel Hammer*) dengan 119 minggu dan biaya total dengan efisiensi 1% sebesar Rp 888.740.204.451,22.

5.2. Saran

Dalam kajian analisis perbandingan metode ini, terdapat beberapa saran dan rekomendasi yang dapat dipertimbangkan dalam pemilihan metode kerja dan untuk penelitian selanjutnya, sebagai berikut :

1. Pelaksanaan metode pemancangan menggunakan *diesel hammer* dan *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) diharapkan dengan membandingkan menggunakan alat pemancangan yang lain.
2. Semua cara kerja yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang maksimal harus dilakukan sesuai dengan prosedur yang berlaku.
3. Sebelum memilih metode identifikasi ulang, resiko-resiko kecil yang akan terjadi selama pelaksanaan, yang mempengaruhi biaya dan keselamatan kerja, diperhatikan sedetail mungkin.

4. Pada pekerjaan struktur bawah *slab on pile* diupayakan selalu presisi dan sesuai karena akan mempengaruhi struktur di atasnya.
5. Pada metode *full deck slab precast* pengecekan dan pendataan gambar maupun jumlah item yang akan digunakan sebagai acuan pemesanan *precast* harus cermat, untuk mengurai kesalahan dalam percetakan dan pemesanan *precast*.

Demikian saran dan rekomendasi yang dapat disampaikan dalam penelitian ini atas dasar selama melaksanakan penelitian tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Abu, D. L. (2020). *Tinjauan Pelaksanaan Produktivitas Pemancangan Dengan Menggunakan Metode Diesel Hammer*.
- Ahen, F., Nuh, S. M., Indrayadi, M., Jurusan, M., Sipil, T., Teknik, F., Tanjungpura, U., Jurusan, D., Sipil, T., Teknik, F., & Tanjungpura, U. (2012). *Pelaksanaan Beton Cast in Situ Dengan Precast Pada*.
- Aryani, F. (2016). Analisa penerapan manajemen waktu pada proyek konstruksi jalan lingkungan lokasi kalimantan barat. *jurnal PWK, laut, sipil, tambang*, 1(1), 1–16.
- Chasanah, U., & Sulistyowati. (2017). PENERAPAN MANAJEMEN KONSTRUKSI DALAM PELAKSANAAN KONSTRUKSI. *Jurnal Neo Teknika*, 3(1), 1–14.
- DR. H. Abdullah K., M. P. (2013). *Tahapan dan Langkah-Langkah Penelitian_Compresed.pdf* (hal. 39).
- Dr. Ir. Erizal, Ma. (2018). *Alat tiang pancang*.
- Hendri, M. D. (2020). “Pelaksanaan Pengerjaan Pile Head Dan Full Slab Pada Proyek Jalan Tol Indralaya – Prabumulih Seksi 1 .” *Laporan Kerja Praktek*, 19 dan 34.
- Iribaram, F. W., Huda, M., Program, M., Teknik, S., Program, D., Teknik, F., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Wijaya, U., Surabaya, K., Surabaya, K., Timur, J., Kerja, R. T., Pelaksanaan, R., & Kartesius, D. (2018). Analisa resiko biaya dan waktu konstruksi pada proyek pembangunan apartemen biz square rungkut surabaya. *Rekayasa dan Manajemen Konstruks*, 6(3), 141–154.
- Margiantono, A., Si, S., Nidn, M. T., P, I. H. S., Nidn, M. T., & Elektro, T. (2021). *PENELITIAN HIBAH KOMPETITIF INTERNAL UNIVERSITAS SEMARANG MENGGUNAKAN DIESEL HAMMER TIM PENGUSUL*.

- Nugroho, H., & Tjitradi, D. (n.d.). *Metode Pemancangan Mini Pile dengan Vibratory Pile Driver yang Dimodifikasi (Studi Kasus Pada Pelaksanaan Proyek Ruko Banjarmasin)*. 11(01), 28–32.
- Prasetyo, Y. edi. (2021). Tugas Akhir Tugas Akhir. In *ANALISA PERBANDINGAN METODE KERJA FULL DECK SLAB PRECAST DENGAN FULL DECK SLAB CAST IN SITE PADA STRUKTUR SLAB ON PILE (STUDI KASUS: PROYEK JALAN TOL SEMARANG - DEMAK SEKSI 2)*.
- Santoso, T. M., Wahyudi, M. S., Muhrozi, M., & Atmanto, I. D. (2022). Analisis Struktur Slab on Pile Studi Kasus Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2. *Teknika*, 17(1), 21. <https://doi.org/10.26623/teknika.v17i1.4823>
- Sudarma. (2015). Analisa Dan Desain Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Bentuk Tiang. *Jurnal Teknik Sipil UBL*, 6(26), 818–842.
- Sugiharti, R. D. A. P. (2014). ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PERKERASAN KAKU METODE CAST IN SITU (CIS) DAN METODE PRECAST PRESTRESSED CONCRETE PAVEMENT (PPCP) (Studi Kasus Pada Proyek Jalan Tol X Di Jawa Timur). *PROKONS Jurusan Teknik Sipil*, 8(2), 134. <https://doi.org/10.33795/prokons.v8i2.69>
- Utama, R. (2021). *Penelitian ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam mengikuti Sidang Akhir.*