

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGENDALIAN PENJADWALAN  
PELAKSANAAN PEKERJAAN *ERECTION GIRDER* DI  
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL CIBITUNG –  
CILINCING SEKSI 3**

***(ANALYSIS OF SCHEDULING CONTROL OF  
IMPLEMENTATION *ERECTION GIRDER* WORK IN  
THE CIBITUNG – CILINCING TOLL ROAD  
CONSTRUCTION PROJECT SECTION 3)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



**Sallya Shabrina  
19511113**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2023**

## TUGAS AKHIR

### ANALISIS PENGENDALIAN PENJADWALAN PELAKSANAAN PEKERJAAN *ERECTION GIRDER* DI PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL CIBITUNG – CILINCING SEKSI 3

### (*ANALYSIS OF SCHEDULING CONTROL OF IMPLEMENTATION ERECTION GIRDER WORK IN THE CIBITUNG – CILINCING TOLL ROAD CONSTRUCTION PROJECT SECTION 3*)

Disusun Oleh:



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 04 Agustus 2023

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M  
NIK: 005110101

Penguji I

Ir. Tri Nugroho Sulistyawan, S.T., M.T.  
NIK: 195110502

Penguji II

Ir. Vendi Abma, S.T., M.T., IP-M  
NIK: 155111310

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunnisa Munafi, S.T., M.T., Ph.D. (Enig)  
NIK: 095110101



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang telah saya susun untuk syarat penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau Sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya siap untuk bertanggung jawab.

Yogyakarta, 18 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Sallya Shabrina

(19511113)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan laporan Proposal Tugas Akhir yang berjudul Evaluasi Penjadwalan Pelaksanaan Pekerjaan *Erection Girder* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3. Proposal Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT,
2. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng) selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia,
3. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 1, yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,
5. Bapak Ir. Vendie Abma, S.T., M.T., IP-M. selaku Dosen Penguji 2, yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,
6. Bapak Ir. Mukhammad Amin M.Si. selaku Team Leader Manajemen Konstruksi PT Virama Karya-SMEC KSO pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing, Jakarta Utara yang telah mengizinkan dan membantu jalannya penelitian,
7. Bapak Ir. Fajar Mabrizi selaku Project Control Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing, Jakarta Utara yang telah membantu jalannya penelitian,

8. Segenap keluarga besar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Akhir kata Penulis berharap agar Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 18 Agustus 2023

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sallya Shabrina', with a horizontal line drawn through the bottom of the signature.

Sallya Shabrina

(19511113)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Tugas Akhir ini dapat selesai. Puji syukur kepada Allah yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta memberikan kelancaran dan kekuatan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Tidak lupa, selawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW.

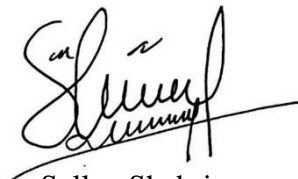
Laporan Tugas Akhir ini, dipersembahkan kepada:

1. Papa dan Mama selaku orang tua penulis yang senantiasa mendampingi dengan sabar, memberikan dukungan baik moril maupun material serta selalu memberikan doa untuk kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini. terima kasih kepada Papa dan Mama yang sudah mencukupi segala kebutuhan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini serta telah memberikan kasih sayang dan perhatian yang begitu besar dan belum bisa terbalaskan. Semoga Tugas Akhir ini menjadi salah satu langkah untuk sedikit membahagiakan Papa dan Mama.
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM., sebagai dosen pembimbing yang telah banyak membimbing, memberikan nasihat, saran dan dorongan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Terima kasih ibu, selalu mau meluangkan waktunya, memberikan tenaga, waktu, dan pikiran demi kelancaran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga ilmu yang telah ibu berikan dapat memberikan manfaat yang besar untuk penulis maupun pembaca Tugas Akhir ini.
3. Hanifah Indira P, Refianti Hastya C, dan Tsaltsa Rizqa M selaku sahabat "*Tanda-Tanda*" penulis yang telah menjadi tempat berkeluh kesah, menerima kondisi penulis dalam keadaan apapun serta memberikan dorongan, motivasi dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini,
4. Pemilik NIM 19511274 yang telah menemani, mendukung dan memberikan bantuan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Terima kasih atas keterlibatan dan kebijaksanaan untuk tidak acuh pada masalah orang-orang disekitar yang membutuhkan bantuan terutama penulis. Semoga sukses selalu menyertai kita.

5. Alwan Dwi W dan sahabat-sahabat seperjuangan kuliah “*Bestie TXC*” yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih telah menemani suka duka selama menempuh studi serta menjadi keluarga baru yang hangat di Yogyakarta. Semoga silaturahmi dapat tetap terjaga hingga kita menjemput sukses masing-masing.
6. Dhea Fatmawati sahabat sekaligus saudara yang senantiasa bersama dari awal perkuliahan hingga akhir penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih sudah bertahan karena tidak pernah menganggap penulis sebagai *rival* dan memberikan dukungan penuh demi terselesaikannya Tugas Akhir ini. Setelah ini masih banyak cerita-cerita baru kedepannya semoga pertemanan ini tidak pernah putus.
7. Tegar Fadillah, Herjuno Jatiko, Haris Ahmad K dan teman-teman Teknik Sipil UII angkatan 2019 yang telah terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini serta teman-teman Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas pengalaman baru yang berharga.

Yogyakarta, 18 Agustus 2023

Penulis,



Sallya Shabrina

(19511113)

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.2.1 Evaluasi Penjadwalan Kurva-S dan CPM ( <i>Critical Path Method</i> ) dalam Mengendalikan Pelaksanaan Pondasi Bore Pile	5
2.2.2 Analisa Penjadwalan Proyek Pembangunan Kapal Wisata Glass Bottom Trimaran Pada Konstruksi Hull Dengan Precedence Diagram Method (PDM) dan Metode Project Evaluation Review Technique (PERT)	6
2.2.3 Analisis Keterkaitan Kegiatan Proyek dengan Menggunakan Metode PDM (Precedence Diagram Method) Studi Kasus Pelaksanaan Preservasi dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Wilayah Lubuk Selasih – Batas Jambi	7
2.2.4 Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan PDM dengan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung Dokter Polisi Rumah Sakit Bhayangkara Kota Manado	8
2.2.5 Optimalisasi Penjadwalan dan Efisiensi Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes)	8



2.2.6	Analisis Optimasi Biaya dan Waktu Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off Menggunakan Aplikasi Primavera P6 (Studi Kasus Proyek Gedung Teknik Universitas Jendral Soedirman)	9
2.3	Persamaan dan Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu	10
BAB III		20
LANDASAN TEORI		20
3.1	Penjadwalan	20
3.1.1	Pengertian	20
3.1.2	Manfaat dan Fungsi Perencanaan	20
3.1.3	Jenis – Jenis Penjadwalan	21
3.2	Keterlambatan dan Pengendalian Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi	28
3.2.1	Keterlambatan Pelaksanaan Proyek	28
3.2.2	Prinsip-prinsip Pengendalian	30
3.2.3	Pekerjaan yang Mendahului Sebelum Pekerjaan Erection Girder	32
3.2.4	Faktor-Faktor Produktivitas	36
3.3	Percepatan ( <i>Crashing</i> )	38
BAB IV		40
METODOLOGI PENELITIAN		40
4.1	Metode Penelitian	40
4.2	Subjek Penelitian	40
4.3	Objek Penelitian	40
4.4	Jenis Data	40
4.5	Tahapan Penelitian	41
4.6	Langkah Mengatur Jadwal dengan Primavera	45
BAB V		47
ANALISIS DAN PEMBAHASAN		47
5.1	Gambaran Umum Proyek	47
5.2	Objek Pengamatan	47
5.3	Subjek Pengamatan	54
5.4	Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan ( <i>Time Schedule</i> )	54
5.5	Analisis dengan Program Primavera	56
5.5.1	Menentukan Tanggal Mulai dan Tanggal Akhir Proyek	56
5.5.2	Identifikasi Jalur Kritis dan Float	57

5.6	Analisis Penjadwalan Dengan Metode PDM	57
5.7	Hubungan Konstrain PDM ( <i>Precedence Diagram Method</i> ) Dengan Percepatan Proyek	81
5.8	Pembahasan	95
BAB VI		97
KESIMPULAN DAN SARAN		97
DAFTAR PUSTAKA		99
LAMPIRAN		101

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Dengan Peneliti Terdahulu	12
Tabel 5.1 Durasi Normal Pekerjaan	58
Tabel 5.2 Penentuan Hubungan Jaringan Kerja Dalam Bentuk Kegiatan Sebelumnya ( <i>Prodesessor</i> )	60
Tabel 5.3 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penggalian	63
Tabel 5.4 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Cutting Pile	63
Tabel 5.5 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Bobok Pile	63
Tabel 5.6 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Lean Concrete	63
Tabel 5.7 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Pile Cap	63
Tabel 5.8 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Pile Cap	64
Tabel 5.9 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Pile Cap	64
Tabel 5.10 Produktivitas Tenaga Kerja Penulangan Kolom K1 Tahap 1	64
Tabel 5.11 Produktivitas Tenaga Kerja Formwork Kolom K1 Tahap 1	64
Tabel 5.12 Produktivitas Tenaga Kerja Pengecoran Kolom K1 Tahap 1	64
Tabel 5.13 Produktivitas Tenaga Kerja Penulangan Kolom K1 Tahap 2	65
Tabel 5.14 Produktivitas Tenaga Kerja Formwork Kolom K1 Tahap 2	65
Tabel 5.15 Produktivitas Tenaga Kerja Pengecoran Kolom K1 Tahap 2	65
Tabel 5.16 Produktivitas Tenaga Kerja Penulangan Kolom K2 Tahap 1	65
Tabel 5.17 Produktivitas Tenaga Kerja Formwork Kolom K2 Tahap 1	66
Tabel 5.18 Produktivitas Tenaga Kerja Pengecoran Kolom K2 Tahap 1	66
Tabel 5.19 Produktivitas Tenaga Kerja Penulangan Kolom K2 Tahap 2	66
Tabel 5.20 Produktivitas Tenaga Kerja Formwork Kolom K2 Tahap 2	66
Tabel 5.21 Produktivitas Tenaga Kerja Pengecoran Kolom K2 Tahap 2	67
Tabel 5.22 Produktivitas Tenaga Kerja Penulangan Kolom K3 Tahap 1	67
Tabel 5.23 Produktivitas Tenaga Kerja Formwork Kolom K3 Tahap 1	67
Tabel 5.24 Produktivitas Tenaga Kerja Pengecoran Kolom K3 Tahap 1	67
Tabel 5.25 Produktivitas Tenaga Kerja Penulangan Kolom K3 Tahap 2	68
Tabel 5.26 Produktivitas Tenaga Kerja Formwork Kolom K3 Tahap 2	68
Tabel 5.27 Produktivitas Tenaga Kerja Pengecoran Kolom K3 Tahap 2	68

Tabel 5.28 Produktivitas Tenaga Kerja Penulangan Kolom K4 Tahap 1	69
Tabel 5.29 Produktivitas Tenaga Kerja Formwork Kolom K4 Tahap 1	69
Tabel 5.30 Produktivitas Tenaga Kerja Pengecoran Kolom K4 Tahap 1	69
Tabel 5.31 Produktivitas Tenaga Kerja Penulangan Kolom K4 Tahap 2	70
Tabel 5.32 Produktivitas Tenaga Kerja Formwork Kolom K4 Tahap 2	70
Tabel 5.33 Produktivitas Tenaga Kerja Pengecoran Kolom K4 Tahap 2	71
Tabel 5.34 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penggalan	71
Tabel 5.35 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Cutting Pile	71
Tabel 5.36 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Bobok Pile	71
Tabel 5.37 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Lean Concrete	71
Tabel 5.38 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penulangan Pile Cap	76
Tabel 5.39 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Formwork Pile Cap	76
Tabel 5.40 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Pengecoran Pile Cap	76
Tabel 5.41 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penulangan Kolom K1 Tahap 1	77
Tabel 5.42 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Formwork Kolom K1 Tahap 1	77
Tabel 5.43 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K1 Tahap 1	77
Tabel 5.44 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penulangan Kolom K1 Tahap 2	78
Tabel 5.45 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Formwork Kolom K1 Tahap 2	78
Tabel 5.46 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K1 Tahap 2	78
Tabel 5.47 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penulangan Kolom K2 Tahap 1	79
Tabel 5.48 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Formwork Kolom K2 Tahap 1	79
Tabel 5.49 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K2 Tahap 1	79

Tabel 5.50 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penulangan Kolom K2 Tahap 2	80
Tabel 5.51 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Formwork Kolom K2 Tahap 2	80
Tabel 5.52 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K2 Tahap 2	80
Tabel 5.53 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penulangan Kolom K3 Tahap 1	81
Tabel 5.54 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Formwork Kolom K3 Tahap 1	81
Tabel 5.55 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K3 Tahap 1	81
Tabel 5.56 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penulangan Kolom K3 Tahap 2	82
Tabel 5.57 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Formwork Kolom K3 Tahap 2	96
Tabel 5.58 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K3 Tahap 2	98
Tabel 5.59 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penulangan Kolom K4 Tahap 1	99
Tabel 5.60 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Formwork Kolom K4 Tahap 1	99
Tabel 5.61 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K4 Tahap 1	100
Tabel 6.62 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Penulangan Kolom K4 Tahap 2	100
Tabel 6.63 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Formwork Kolom K4 Tahap 2	101
Tabel 6.64 Jumlah Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K4 Tahap 2	102

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Node PDM	23
Gambar 3.2 Konsrain FS	24
Gambar 3.3 Konsrain SS	24
Gambar 3.4 Konsrain FF	24
Gambar 3.5 Konsrain SF	25
Gambar 3.6 Pembesian <i>Pile Cap</i>	34
Gambar 3.7 Pekerjaan Penulangan Kolom	35
Gambar 3.8 Pekerjaan Penulangan <i>Pier Head</i>	36
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.2 Diagram Alir Pembuatan Jadwal Dengan <i>Primavera</i>	44
Gambar 5.1 Pekerjaan Pemancangan	50
Gambar 5.2 Pekerjaan Penulangan <i>Pile Cap</i>	52
Gambar 5.3 Pekerjaan Penulangan Kolom	53
Gambar 5.4 Pekerjaan Pengecoran Kolom	54
Gambar 5.5 Pekerjaan Penulangan <i>Pier Head</i>	55
Gambar 5.6 Pekerjaan Pengecoran <i>Pier Head</i>	56
Gambar 5.7 Pekerjaan Penggalian – <i>Lean Concrete</i> Sebelum Mengalami Percepatan	83
Gambar 5.8 Pekerjaan Penggalian – <i>Lean Concrete</i> Setelah Mengalami Percepatan	84
Gambar 5.10 Pekerjaan Pile Cap Sebelum Mengalami Percepatan	85
Gambar 5.11 Pekerjaan Pile Cap Setelah Mengalami Percepatan	85
Gambar 5.12 Pekerjaan Kolom K1 dan K2 Sebelum Mengalami Percepatan	87
Gambar 5.13 Pekerjaan Kolom K1 dan K2 Setelah Mengalami Percepatan	89
Gambar 5.14 Pekerjaan Kolom K1, K2, K3, dan K4 Setelah Mengalami Percepatan	92
Gambar 5.15 Pekerjaan <i>Pier Head</i> Sebelum Mengalami Percepatan	94
Gambar 5.16 Pekerjaan <i>Pier Head</i> Setelah Mengalami Percepatan	95

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Surat Permohonan Pengambilan Data Proyek	103
Lampiran 2.1 Data Schedule Proyek	104
Lampiran 2.2 Data Schedule Proyek	105
Lampiran 2.3 Data Schedule Proyek	106
Lampiran 3 Data Volume Pekerjaan	107
Lampiran 4 Detail Engineering Desain JU BKT	108
Lampiran 5 Perhitungan Penulangan Pier Head P4	109
Lampiran 6.1 Shop Drawing Penulangan Kolom P4	110
Lampiran 6.2 Shop Drawing Penulangan Kolom P4	111
Lampiran 7.1 Data Identifikasi Kemunduran Proyek	112
Lampiran 7.2 Data Identifikasi Kemunduran Proyek	113
Lampiran 8.1 Laporan Progress Bulanan Primavera	114
Lampiran 8.2 Laporan Progress Bulanan Primavera	115
Lampiran 9 Lokasi Proyek	116
Lampiran 10 Dokumentasi Pekerjaan Proyek	117
Lampiran 11 Wawancara Narasumber	118

## ABSTRAK

Penjadwalan dalam pekerjaan proyek mempunyai andil besar dalam keberhasilan dan keberlangsungan sebuah proyek karena melibatkan berbagai pekerjaan yang saling berkesinambungan dalam proses pelaksanaannya. Alur yang panjang untuk melaksanakan rangkaian pekerjaan yang sudah dijadwalkan dalam pelaksanaannya tidak jarang menjadi salah satu faktor dari keterlambatan sebuah proyek konstruksi. Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3 dalam pelaksanaannya mengalami kemunduran sehingga tidak sesuai dengan jadwal yang telah dirancang. Kemunduran jadwal penyelesaian pelaksanaan salah satunya adalah keterlambatan pelaksanaan *erection girder*. Oleh karena itu dibutuhkan evaluasi mengenai penjadwalan di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung - Cilincing, yang bertujuan untuk menyusun ulang jadwal pelaksanaan proyek agar proyek dapat selesai pada waktu yang telah ditentukan. Untuk mengevaluasi keterlambatan pelaksanaan pekerjaan *erection girder* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3 dapat dilakukan percepatan durasi dengan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dibantu dengan program *Primavera Project Planner*.

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data berupa jenis pekerjaan, rangkaian tahapan pekerjaan, durasi yang telah direncanakan. Selanjutnya mensinkronkan data yang telah didapat dengan realita pelaksanaan di proyek dan mendapati ketidaktepatan jadwal kerja dari mulai perencanaan, tanggal mulai dan selesai pelaksanaan *erection girder*. Setelah itu menganalisis jalur kritis dan melakukan *cheking* program *primavera* untuk mendapatkan produktivitas normal, produktivitas percepatan, durasi normal dan durasi percepatan. Durasi percepatan yang didapatkan selanjutnya digunakan untuk menyusun *Time Schedule* baru yang lebih singkat dari *Time Schedule* semula dengan bantuan analisis *primavera project planner*. Setelah dilakukan penelitian, hasil yang didapat setelah dilakukan *crash program* pada pekerjaan sisa yaitu 85 hari dari durasi waktu sebelum dipercepat sebesar 155.

**Kata kunci:** *crashing*, PDM (*Precedence Diagram Method*), penjadwalan



## **ABSTRACT**

*Scheduling in project work is important for project success and sustainability because it involves a variety of projects that are mutually sustainable during the implementation process. A construction project's delay is frequently caused by a long flow of job to complete a series of works that have been scheduled in its implementation. Setbacks have occurred during the implementation of the Cibitung - Cilincing Toll Road Section 3 Construction Project, causing it to fall behind schedule. The delay in the implementation of the erection girder is one of the setbacks in the implementation schedule. As a result, an evaluation of the scheduling of the Cibitung - Cilincing Toll Road Construction Project is required, with the goal of rearranging the project implementation schedule so that the project can be completed on time. To evaluate the delay in the implementation of girder erection work on the Cibitung - Cilincing Toll Road Section 3 Development Project, the PDM (Precedence Diagram Method) method, assisted by the Primavera Project Planner program, can be used to shorten the duration.*

*Data was collected in this study in the form of types of work, a series of stages of work, and the planned duration. Furthermore, synchronizing the obtained data with the reality of project implementation and discovering inaccuracies in the work schedule from the start of planning, the start date, and the completion of the erection girder. Then, examine the critical path and the Primavera program to determine normal productivity, acceleration productivity, normal duration, and acceleration duration. The obtained acceleration duration was then used to create a new Time Schedule that was shorter than the original Time Schedule using the primavera project planner analysis. Following the completion of the research, the results obtained after the crash program on the remaining work were 85 days from the time duration before being accelerated by 155.*

**Keywords:** *crashing, PDM (Precedence Diagram Method), scheduling*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penjadwalan dalam proyek konstruksi mempunyai andil besar dalam keberhasilan dan keberlangsungan sebuah proyek karena melibatkan berbagai pekerjaan yang saling berkesinambungan dalam proses pelaksanaannya. Proses pelaksanaan yang banyak dan tahapan-tahapan satu dengan lainnya berkesinambungan membutuhkan pengawasan berdasarkan penjadwalan yang sudah dirancang. Alur yang panjang untuk melaksanakan rangkaian pekerjaan yang sudah dijadwalkan dalam pelaksanaan proyek konstruksi inilah yang tidak jarang menjadi salah satu faktor dari keterlambatan sebuah proyek konstruksi.

Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3 mengalami kemunduran dalam pelaksanaannya sehingga tidak terjadi kemunduran. Kemunduran jadwal penyelesaian pelaksanaan salah satunya adalah keterlambatan pelaksanaan *erection girder*. Kemunduran yang terjadi dikarenakan kurang dikontrolnya pekerjaan dan pelaksanaan tidak sesuai dengan perencanaan. Ketidaksiuaian terjadi karena situasi lapangan tidak memungkinkan dan pekerjaan yang saling berkaitan menyebabkan keterlambatan pekerjaan selanjutnya. Sehingga kegiatan proyek menjadi tidak efisien dala pelaksanaannya.

Maka untuk mengatasinya dapat diminimalisir dengan melakukan penjadwalan ulang dengan metode PDM (*Precedence Diagram Method*). PDM merupakan salah satu jaringan dalam manajemen konstruksi yang mengizinkan pekerjaan dikerjakan dengan tumpang tindih (*over lapping*) atau pekerjaan bisa dimulai tanpa menunggu suatu pekerjaan lain selesai (Nurhidayat, 2021).

Berdasarkan uraian diatas, maka dibutuhkan penjadwalan ulang pada pekerjaan *erection girder* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3 agar kegiatan proyek dapat selesai lebih cepat dengan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dibantu dengan program *Primavera Project Planner*. Langkah ini bertujuan untuk menganalisa kegiatan-kegiatan untuk

dilakukan penjadwalan ulang dengan metode PDM agar proyek dapat diselesaikan lebih cepat. Dengan dilakukannya percepatan proyek menggunakan metode PDM diharapkan agar dapat mempermudah proses penjadwalan dan dapat mengetahui durasi yang diperlukan sebelum dan setelah mengalami percepatan, serta membantu mengatasi kemungkinan kendala yang terjadi di proyek tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, terdapat dua rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengendalian waktu pada pekerjaan *erection girder* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3 dengan menggunakan PDM (*Precedence Diagram Method*)?
2. Apakah setelah penyusunan ulang jadwal terjadi percepatan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengendalian waktu pelaksanaan proyek dengan *network diagram*.
2. Menganalisis terkait dengan percepatan pada pekerjaan *erection girder* di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang ada, manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat secara khusus
  - a. Mendapatkan informasi tentang cara agar proyek tidak mengalami keterlambatan pelaksanaan pekerjaan konstruksi di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing.
  - b. Menambah wawasan tentang metode percepatan proyek konstruksi, sehingga jika suatu saat menghadapi kasus keterlambatan maka metode ini dapat menjadi solusi
2. Manfaat secara umum:

Memberi masukan dan solusi pada konsultan dan kontraktor pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing terkait pengendalian waktu terhadap pelaksanaan di lapangan.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi dengan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan hanya pada pilar P5 Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing seksi 3.
2. Penggunaan metode PDM dan program Primavera digunakan sebagai alat bantu yang berfungsi untuk analisis perencanaan dan pengendalian waktu pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing seksi 3.
3. Dalam studi ini masalah biaya tidak mengevaluasi biaya terkait kemunduran pelaksanaan proyek.
4. Studi kasus ini dilakukan pada proyek yang sudah selesai dan membahas masalah proyek setelah dilakukan evaluasi pada 1 bulan pertama (minggu ke 4).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Tinjauan pustaka terdiri dari beberapa penelitian yang akurat berisi topik tertentu. Tinjauan pustaka berfungsi sebagai referensi dan bahan acuan dalam proses penelitian sehingga dapat menghasilkan penelitian yang akurat, bersifat asli, dan dapat dipertanggungjawabkan. Semakin banyak tinjauan pustaka yang relevan dengan penelitian ini maka akan semakin baik.

Dalam penelitian ini tinjauan pustaka yang akan dibahas yaitu tiga teori untuk digunakan sebagai acuan. Teori-teori yang akan dibahas sebagai berikut.

##### **1. Penjadwalan proyek konstruksi**

Umumnya penjadwalan proyek dilakukan oleh konsultan perencana dan kemudian dikoordinasikan dengan kontraktornya dan owner sesuai ketentuan yang telah disepakati dalam kontrak. Penjadwalan waktu setiap item kegiatan proyek perlu diatur secara efisien dan seoptimal mungkin oleh kontraktor dengan cara membuat pengelolaan penjadwalan metode jaringan kerja yang sesuai dengan karakteristik proyek dan mudah dimonitoring setiap waktu sehingga tidak terjadi keterlambatan dalam menyelesaikan proyek (Soeharto, 1999).

##### **2. Metode PDM (*Precedence* Diagram Method)**

PDM meletakkan kegiatan /aktivitasnya pada node yang biasa disebut AON (Activity on Node). Teknik metode PDM digunakan sebagai dasar perhitungan pada software manajemen proyek seperti Ms. Project (Rezky, 2018). Dapat dikatakan PDM adalah satu satu metode penjadwalan atau rencana jaringan kerja.

##### **3. *Primavera Project Planner***

## 2.2 Penelitian Terdahulu

### 2.2.1 Evaluasi Penjadwalan Kurva-S dan CPM (*Critical Path Method*) dalam Mengendalikan Pelaksanaan Pondasi Bore Pile

Ramadhan dkk pada tahun 2021 melakukan penelitian untuk jurnal ilmiah Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan mengenai evaluasi kurva-S dan mengidentifikasi masalah pelaksanaan pekerjaan di lapangan yang kemudian menentukan solusinya. Dalam penelitian ini disebutkan bahwa terdapat keterlambatan pekerjaan bore pile yang menyebabkan penyelesaian pekerjaan jembatan jadi mundur tidak sesuai dengan jadwal yang dirancang. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengevaluasi penjadwalan kurva-S dengan tujuan untuk menciptakan ketepatan waktu, biaya, dan mutu kemudian diidentifikasi apa saja penyebab yang dihadapi kontraktor dan memberikan solusi penyelesaian masalah penyebab kemunduran penjadwalan. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang dapat dipertanggung jawabkan yaitu dengan cara melakukan evaluasi kurva-S pada pekerjaan bore pile dan mengevaluasi jalur kritis menggunakan metode *Chritical Path Method* (CPM). Data yang akan diolah nantinya diperoleh melalui wawancara secara langsung kepada responden di lapangan yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil dari evaluasi kurva-S yaitu durasi dari pekerjaan bore pile tidak sesuai atau dapat dikatakan tidak sama rata pada setiap sub pekerjaan. Hal ini dikarenakan pada masing-masing sub pekerjaan area lokasi tanah dan kedalaman lubang bor yang berbeda-beda. Didapatkan hasil kapasitas alat bore pile yaitu dua hingga empat hari per titik. Jalur kritis dalam masalah ini terdapat di pelaksanaan pekerjaan pengeboran dikarenakan tidak ada jeda waktu dan hanya ada satu set alat pada pekerjaan tersebut. Terdapat dua alternatif solusi yaitu penambahan set alat di lapangan yang mempengaruhi durasi pelaksanaan pekerjaan yaitu 95 hari kerja atau penambahan waktu lembur pekerja pada pelaksanaan pekerjaan pengeboran pilar 1 dan pilar 2 sehingga durasi pekerjaan dapat selesai selama 140 hari kerja.

### 2.2.2 Analisa Penjadwalan Proyek Pembangunan Kapal Wisata Glass Bottom Trimaran Pada Konstruksi Hull Dengan Precedence Diagram Method (PDM) dan Metode Project Evaluation Review Technique (PERT)

Penelitian yang dilakukan oleh Ersaputra dkk pada tahun 2022 untuk jurnal ilmiah Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro mengidentifikasi masalah pelaksanaan pekerjaan di lapangan yang kemudian menentukan solusinya. Dalam penelitian ini disebutkan bahwa terdapat masalah yang menyebabkan keterlambatan proses pembangunan kapal. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk menentukan solusi untuk mencegah terjadinya keterlambatan pembangunan kapal. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang dapat dipertanggung jawabkan yaitu dengan cara melakukan aktivitas pada lintas kritis, membuat *network diagram*, dan menghitung produktifitas pekerjaan dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja, sehingga didapatkan *schedule* yang optimal. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan Metode *Project Evaluation Review Technique* (PERT). Data yang akan diolah nantinya diperoleh melalui wawancara secara langsung kepada pihak terkait di lapangan yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pada saat *crashing* menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM), *network diagram* memiliki 10 kegiatan kritis dari 24 kegiatan. Alternatif percepatan yang digunakan ada dua yaitu penambahan jam kerja (lembur). Dengan waktu normal 112 hari setelah *crashing* dengan menambah tenaga kerja durasi pekerjaan kritis didapatkan percepatan sebesar 2,67% atau 3 hari dari waktu normal dengan penambahan biaya tenaga kerja sebesar 4,39% dari rencana awal, sedangkan dengan menambah durasi jam kerja 4 jam/hari pada pekerjaan kritis didapatkan percepatan sebesar 6,25% atau 7 hari dari durasi normal dan penambahan biaya dengan penambahan jam lembur sebesar 53,19% dengan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) diperoleh probabilitas keberhasilan proyek dapat selesai dalam percepatan 7 hari yaitu 89,07%. Berdasarkan hasil

tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan tenaga kerja lebih menguntungkan dibandingkan dengan penambahan jam kerja/lembur pada kegiatan proyek pembangunan konstruksi *hull* kapal wisata *glass bottom* trimaran.

### 2.2.3 Analisis Keterkaitan Kegiatan Proyek dengan Menggunakan Metode PDM (Precedence Diagram Method) Studi Kasus Pelaksanaan Preservasi dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Wilayah Lubuk Selasih – Batas Jambi

Penelitian yang dilakukan oleh Silfia dkk pada tahun 2022 untuk jurnal ilmiah Teknik Sipil Universitas Bung Hatta Padang melakukan pengkajian mengenai penjadwalan dan pengendalian dalam keterkaitan tahapan-tahapan pekerjaan proyek. Tahapan-tahapan dalam proyek ini merupakan pekerjaan yang tumpang tindih. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu menganalisis keterkaitan tahapan pelaksanaan proyek konstruksi menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dengan bantuan MS *Project* 2016, mendapatkan waktu tepat setiap pekerjaan pada proyek Pelaksanaan Preservasi dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Wilayah Lubuk Selasih – Batas Jambi dengan metode PDM, serta mengidentifikasi jalur kritis pada proyek Pelaksanaan Preservasi dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Wilayah Lubuk Selasih – Batas Jambi dengan metode PDM.

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang dapat dipertanggung jawabkan yaitu metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dengan durasi item pekerjaan didapatkan dari data sekunder pada proyek Pelaksanaan Preservasi dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Wilayah Lubuk Selasih – Batas Jambi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu durasi pelaksanaan pekerjaan proyek selama 293 hari, jalur kritis pada proyek Pelaksanaan Preservasi dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Wilayah Lubuk Selasih – Batas Jambi ada 15 item pekerjaan.



#### 2.2.4 Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan PDM dengan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung Dokter Polisi Rumah Sakit Bhayangkara Kota Manado

Penelitian yang dilakukan oleh Manumpil dkk pada tahun 2022 untuk jurnal ilmiah Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi melakukan pengamatan dan pengkajian bagaimana perencanaan dengan metode dan konsep yang tepat dapat mempengaruhi penjadwalan proyek yang disusun. Dalam penelitian ini disebutkan bahwa penjadwalan adalah dasar sebuah proyek agar dapat tepat waktu sesuai yang telah ditentukan. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu memahami dan menjelaskan tentang penerapan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dengan konsep cadangan durasi untuk penjadwalan proyek yang akan dirancang. Pada penelitian ini untuk mendapatkan hasil penelitian yang dapat dipercaya, peneliti menggunakan metode penjadwalan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dengan konsep cadangan durasi dengan tahapan pengelompokan data proyek. Data proyek ini menggunakan data primer yang diperoleh dari hasil observasi wawancara dengan pihak manajemen proyek yang berkaitan dan terlibat langsung dengan proyek dalam penelitian ini. Analisa dan olah data penelitian ini kemudian diolah dalam bentuk table skematik dari berupa *Barchart* dan Kurva S proyek

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu sebesar 23 hari CW memiliki nilai positif (+), yang menunjukkan bahwa proyek memiliki *safety factor* dalam aspek penjadwalan. Dapat disimpulkan dari hasil olah data diatas bahwa jika pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan penjadwalan yang telah dirancang, maka ada toleransi 23 hari untuk pengendalian jadwal pelaksanaan proyek.

#### 2.2.5 Optimalisasi Penjadwalan dan Efisiensi Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes)

Penelitian yang dilakukan oleh Abidin dkk pada tahun 2022 untuk jurnal ilmiah Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang menjelaskan bagaimana cara menyusun penjadwalan yang optimal agar proyek dapat selesai dalam waktu

yang telah ditentukan dengan biaya yang efisien. Dalam penelitian ini disebutkan bahwa penentuan lintasan kritis dalam pelaksanaan proyek berpengaruh dalam keberhasilan sebuah proyek. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu memperoleh data pekerjaan apa saja yang dapat dilakukan percepatan dan dioptimalkan dan menentukan metode kerja apa yang paling tepat agar mendapatkan waktu pelaksanaan proyek yang optimal dan biaya yang efisien menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*). Data proyek ini menggunakan data primer yang diperoleh dari jadwal pelaksanaan meliputi jadwal kegiatan proyek yang berkaitan dan terlibat langsung dengan proyek dalam penelitian ini. Analisa dan olah data penelitian ini kemudian diolah dalam bantuan program *primavera* versi 6.0.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu percepatan pekerjaan dilakukan dengan metode *crashing*, metode *overlapping*, dan metode *combine* (*crashing* dan *overlapping*) agar mendapatkan durasi waktu 7 minggu (21%) dan juga mendapatkan hasil optimalisasi biaya pelaksanaan senilai Rp 4.207.237.695,03 (7%) dengan penurunan biaya yang semula senilai Rp 58.557.390.571,00 menjadi Rp 54.350.152.875,97.

#### 2.2.6 Analisis Optimasi Biaya dan Waktu Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off Menggunakan Aplikasi *primavera* P6 (Studi Kasus Proyek Gedung Teknik Universitas Jendral Soedirman)

Penelitian yang dilakukan Jati dkk pada tahun 2021 untuk jurnal matriks Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret meneliti dan mengkaji pekerjaan proyek untuk mengoptimalkan agar mempercepat jalannya pelaksanaan proyek. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu memperoleh estimasi durasi dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek setelah dilakukannya optimalisasi yang kemudian dapat dibandingkan dengan hasil penjadwalan eksisting. Data proyek ini meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan *time schedule* pelaksanaan proyek dalam penelitian ini. Analisa dan olah data penelitian ini kemudian diolah dalam bantuan program *primavera* P6.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu metode penambahan jam kerja membutuhkan biaya sebesar Rp 6.766.145.480,14 dan metode penambahan tenaga kerja membutuhkan biaya sebesar Rp 6.762.246.375,99. Perbandingan durasi waktu hasil dari percepatan proyek mengalami percepatan sebanyak 211 hari dengan metode penambahan jam kerja dan sebanyak 200 hari jika menggunakan metode penambahan tenaga kerja, jika dibandingkan dengan durasi proyek eksisting yaitu 231 hari. Sedangkan biaya penyelesaian proyek mengalami penurunan menjadi Rp 6.766.145.480,14 dengan penambahan jam kerja dan Rp 6.762.246.375,99 dengan penambahan tenaga kerja. Hasil tersebut jika dibandingkan dengan biaya proyek eksisting yaitu sebesar Rp 6.766.504.072,78.

### **2.3 Persamaan dan Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu**

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dipaparkan diatas rangkuman penelitian-penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Dengan Peneliti Terdahulu

Penelitian	Tahun	Objek Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Ramadhan dkk	2021	Penjadwalan Proyek Konstruksi	Evaluasi Penjadwalan Kurva- S dan CPM ( <i>Critical Path Method</i> ) dalam Mengendalikan Pelaksanaan Pondasi Bore Pile	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil dari evaluasi kurva-S yaitu durasi dari pekerjaan bore pile tidak sesuai atau dapat dikatakan tidak sama rata pada setiap sub pekerjaan. Hal ini dikarenakan pada masing-masing sub pekerjaan area lokasi tanah dan kedalaman lubang bor yang berbeda-beda. Didapatkan hasil kapasitas alat bore pile yaitu dua hingga empat hari per titik. Jalur kritis dalam masalah ini terdapat di pelaksanaan pekerjaan pengeboran dikarenakan tidak ada jeda waktu dan hanya ada satu set alat pada pekerjaan tersebut. Terdapat dua alternatif solusi yaitu penambahan set alat di lapangan yang mempengaruhi durasi pelaksanaan pekerjaan yaitu 95 hari kerja atau penambahan waktu lembur pekerja pada pelaksanaan pekerjaan pengeboran pilar 1 dan pilar 2 sehingga durasi pekerjaan dapat selesai selama 140 hari kerja.

Lanjutan Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Dengan Peneliti Terdahulu

Penelitian	Tahun	Objek Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Ersaputra dkk	2022	Penjadwalan Proyek Konstruksi	Analisa Penjadwalan Proyek Pembangunan Kapal Wisata <i>Glass Bottom</i> Trimaran Pada Konstruksi Hull Dengan <i>Precedence</i> <i>Diagram Method</i> (PDM) dan Metode <i>Project Evaluation</i> <i>Review Technique</i> (PERT)	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pada saat <i>crashing</i> menggunakan metode <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM), <i>network diagram</i> memiliki 10 kegiatan kritis dari 24 kegiatan. Alternatif percepatan yang digunakan ada dua yaitu penambahan jam kerja (lembur). Dengan waktu normal 112 hari setelah <i>crashing</i> dengan menambah tenaga kerja durasi pekerjaan kritis didapatkan percepatan sebesar 2,67% atau 3 hari dari waktu normal dengan penambahan biaya tenaga kerja sebesar 4,39% dari rencana awal, sedangkan dengan menambah durasi jam kerja 4 jam/hari pada pekerjaan kritis didapatkan percepatan sebesar 6,25% atau 7 hari dari durasi normal dan penambahan biaya dengan penambahan jam lembur sebesar 53,19% dengan metode <i>Project Evaluation and Review Technique</i> (PERT) diperoleh probabilitas keberhasilan proyek dapat selesai dalam percepatan 7 hari yaitu 89,07%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan

Lanjutan Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Dengan Peneliti Terdahulu

Penelitian	Tahun	Objek Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
				bahwa penambahan tenaga kerja lebih menguntungkan dibandingkan dengan penambahan jam kerja/lembur pada kegiatan proyek pembangunan konstruksi <i>hull</i> kapal wisata <i>glass bottom</i> trimaran.
Silfia dkk	2022	Metode PDM ( <i>Precedence Diagram Method</i> )	Analisis Keterkaitan Kegiatan Proyek dengan Menggunakan Metode PDM ( <i>Precedence Diagram Method</i> ) Studi Kasus Pelaksanaan Preservasi dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Wilayah Lubuk Selasih – Batas Jambi.	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu durasi pelaksanaan pekerjaan proyek selama 293 hari, jalur kritis pada proyek Pelaksanaan Preservasi dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Wilayah Lubuk Selasih – Batas Jambi ada 15 item pekerjaan.

Lanjutan Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Dengan Peneliti Terdahulu

Penelitian	Tahun	Objek Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Manumpil dkk	2022	Metode PDM ( <i>Precedence Diagram Method</i> )	Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan PDM dengan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung Dokter Polisi Rumah Sakit Bhayangkara Kota Manado	sebesar 23 hari CW memiliki nilai positif (+), yang menunjukkan bahwa proyek memiliki <i>safety factor</i> dalam aspek penjadwalan. Dapat disimpulkan dari hasil olah data diatas bahwa jika pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan penjadwalan yang telah dirancang, maka ada toleransi 23 hari untuk pengendalian jadwal pelaksanaan proyek.

Lanjutan Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Dengan Peneliti Terdahulu

Penelitian	Tahun	Objek Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Abidin dkk	2022	Primavera Project Planner	Optimalisasi Penjadwalan dan Efisiensi Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus Pembangunan RSUD Ketanggungan Kabupaten Brebes)	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu percepatan pekerjaan dilakukan dengan metode <i>crashing</i> , metode <i>overlapping</i> , dan metode <i>combine</i> ( <i>crashing</i> dan <i>overlapping</i> ) agar mendapatkan durasi waktu 7 minggu (21%) dan juga mendapatkan hasil optimalisasi biaya pelaksanaan senilai Rp. 4.207.237.695,03 (7%) dengan penurunan biaya yang semula senilai Rp. 58.557.390.571,00 menjadi Rp. 54.350.152.875,97.



Lanjutan Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Dengan Peneliti Terdahulu

Penelitian	Tahun	Objek Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Jati dkk	2021	Primavera Project Planner	Analisis Optimasi Biaya dan Waktu Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off Menggunakan Aplikasi primavera P6 (Studi Kasus Proyek Gedung Teknik Universitas Jendral Soedirman)	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu metode penambahan jam kerja membutuhkan biaya sebesar Rp 6.766.145.480,14 dan metode penambahan tenaga kerja membutuhkan biaya sebesar Rp 6.762.246.375,99. Perbandingan durasi waktu hasil dari percepatan proyek mengalami percepatan sebanyak 211 hari dengan metode penambahan jam kerja dan sebanyak 200 hari jika menggunakan metode penambahan tenaga kerja, jika dibandingkan dengan durasi proyek eksisting yaitu 231 hari. Sedangkan biaya penyelesaian proyek mengalami penurunan menjadi Rp 6.766.145.480,14 dengan penambahan jam kerja dan Rp 6.762.246.375,99 dengan penambahan tenaga kerja. Hasil tersebut jika dibandingkan dengan biaya proyek eksisting yaitu sebesar Rp 6.766.504.072,78.

Lanjutan Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Dengan Peneliti

Penelitian	Tahun	Objek Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Shabrina	2023	Penjadwalan Ulang Proyek Konstruksi Menggunakan Metode PDM ( <i>Precedence Diagram Method</i> )	Analisis Percepatan Penjadwalan Pelaksanaan Pekerjaan <i>Erection Girder</i> di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3	-

Dari rangkuman yang telah dijabarkan pada Tabel 2.1, terdapat persamaan dan perbedaan dari penelitian terdahulu seperti berikut dibawah ini:

1. Pada penelitian Ariana dkk (2021) memiliki persamaan dengan penelitian yang akan diteliti yaitu perancangan penjadwalan waktu pelaksanaan proyek yang tepat guna mengontrol pelaksanaan proyek menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Perbedaan penelitian ini terletak pada tujuan kedua dan ketiga pada penelitian, jika pada penelitian Ariana dkk (2021) tujuan kedua untuk mengetahui perbandingan waktu antara menggunakan metode *Chritical Path Method* (CPM) dan *Precedence Diagram Method* (PDM), dan tujuan ketiga mengetahui kelebihan dan kekurangan dari metode *Chritical Path Method* (CPM) dan *Precedence Diagram Method* (PDM).
2. Pada penelitian Ramadhan dkk (2021) memiliki persamaan dengan penelitian yang akan diteliti yaitu kemunduran pelaksanaan penyelesaian sebuah pekerjaan konstruksi dengan mengevaluasi penjadwalan tahapan pelaksanaan sebuah proyek konstruksi dari awal hingga akhir dan memberikan solusi terkait penanganan agar pelaksanaan proyek berjalan sesuai jadwal yang direncanakan dan metode yang digunakan sama yaitu *Precedence Diagram Method* (PDM). Perbedaan dalam penelitian ini terletak pada item pekerjaan yang diteliti, yaitu pekerjaan bore pile.
3. Pada penelitian Silfia dkk (2022) memiliki persamaan ditujuan penelitian yang kedua yaitu penelitian ini bertujuan untuk memperoleh durasi setiap sub pekerjaan pada proyek pelaksanaan yang nantinya data ini akan memudahkan untuk menyusun pendajwalan ulang pekerjaan pelaksanaan konstruksi dan metode yang digunakan sama yaitu menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Perbedaan dari penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak di lokasi penelitian yang berbeda.
4. Pada penelitian Manumpil dkk (2022) memiliki persamaan untuk mengetahui perencanaan penjadwalan yang tepat agar tidak terjadi keterlambatan pelaksanaan proyek dan metode yang digunakan yaitu *Precedence Diagram Method* (PDM). Perbedaan dari penelitian ini dengan penelitian yang akan

dilakukan yaitu berbeda dari hasil yang akan didapat, dalam penelitian tersebut lebih meneliti cadangan waktu yang harus dimiliki proyek agar tidak terjadi kemunduran, dan lokasi penelitian berbeda.

5. Pada penelitian Abidin dkk (2022) memiliki persamaan untuk memperoleh optimalisasi penjadwalan agar proyek berjalan sesuai waktu yang telah ditentukan serta aplikasi bantuan yang digunakan menggunakan *primavera* versi 6.0. perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu dalam penelitian ini juga meneliti efisiensi biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek, namun dalam penelitian yang akan dilakukan hanya sebatas efektivitas waktu pelaksanaan proyek agar tidak terjadi keterlambatan dan dalam penelitian ini tidak ada penelitian mengenai efisiensi kerja alat dan tenaga setelah terjadi percepatan pelaksanaan proyek.
6. Pada penelitian Jati dkk (2021) memiliki persamaan untuk mengetahui agar mempercepat penyelesaian proyek. Dalam penelitian ini juga meneliti efisiensi biaya yang dibutuhkan ketika terjadinya percepatan proyek. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu terkait biaya sebelum percepatan penyelesaian proyek dan sesudah. Dalam penelitian yang akan diteliti hanya sebatas percepatan yang dilakukan tidak membahas mengenai biaya.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Penjadwalan**

##### 3.1.1 Pengertian

Penjadwalan merupakan upaya pembagian waktu kegiatan dalam proyek berupa aktivitas-aktivitas tersebut dimulai, ditunda, dan diselesaikan. Dari hasil penjadwalan tersebut maka dapat diketahui penyelesaian pelaksanaan sebuah proyek tepat waktu atau terlambat. Seluruh kegiatan dalam suatu proyek kemudian dikaitkan satu sama lain dengan hubungan yang logis, kemudian akan tersusun lintasan-lintasan peristiwa dan kegiatan yang membentuk suatu jaringan pekerjaan. Menurut Lawrence dan Pasternack (2001), salah satu tujuan penjadwalan proyek adalah menentukan jadwal paling awal dan paling akhir dari waktu mulai dan berakhir untuk setiap kegiatan yang mengarah ke waktu penyelesaian paling awal untuk keseluruhan proyek. Pihak proyek tentunya selalu menginginkan kualitas perencanaan dan pengendalian. Beberapa metode dapat digunakan untuk membuat penjadwalan, mulai dari bagan balok atau biasa disebut *bar chart* hingga analisis jaringan kerja yang sistematis.

##### 3.1.2 Manfaat dan Fungsi Perencanaan

Perencanaan jaringan kerja dirancang guna memperoleh keberhasilan dan efisiensi yang tinggi dari sumber daya yang akan dipakai selama proses pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi. Manfaat dari perencanaan sendiri adalah:

1. Mengoorganisir rangkaian kegiatan yang bersangkutan dalam pelaksanaan proyek
2. Menentukan pembagian tugas, waktu dan cara pelaksanaan tugas
3. Memperkirakan jumlah sumberdaya yang dibutuhkan
4. Membagi tanggung jawab pelaksanaan proyek
5. Mempermudah komunikasi antara unsur-unsur yang terkait
6. Memudahkan dalam pengendalian kemajuan proyek

7. Mempergitungkan segala macam kondisi yang tidak diharapkan dalam perubahan rencana yang dapat terjadi selama keberlangsungan proyek.

Perencanaan memiliki dua fungsi, sebagai berikut:

1. Fungsi pengorganisasian (tahap permulaan)

Fungsi pengorganisasian atau dapat disebut sebagai tahap permulaan proyek perencanaan berguna untuk pengambilan keputusan mengenai teknik yang harus dilaksanakan dan pengalokasian sumberdaya. Perencanaan organisasi proyek, alokasi tenaga kerja, penjadwalan dan penganggaran dikerjakan pada tahap ini. perencanaan menjadi bahan acuan pengendalian proyek.

2. Fungsi pengendalian (tahap pelaksanaan)

Fungsi ini berbarengan dengan pekerjaan pelaksanaan di lapangan. Pengendalian dalam hal ini berguna untuk menentukan biaya yang dibutuhkan selama pelaksanaan proyek, menentukan keputusan lebih lanjut atau memberikan keputusan lain yang telah dibuat jika ketika proyek berlangsung terjadi hal-hal yang tidak diharapkan. Fungsi pengendalian bersifat dinamis yang artinya dapat mengikuti segala macam kondisi di lapangan.

### 3.1.3 Jenis – Jenis Penjadwalan

Pelaksanaan proyek konstruksi memiliki berbagai macam model penjadwalan yang dapat digunakan untuk keberlangsungan proyek. Fungsi dari model-model penjadwalan yaitu untuk mengendalikan dan menyusun sumber daya dan durasi keberlangsungan suatu proyek. Berikut adalah macam-macam dari model penjadwalan:

1. *Gantt Chart*

*Gantt Chart* merupakan jenis model penjadwalan yang menggambarkan item pekerjaan (sumbu y) pada durasi pelaksanaannya berbentuk model diagram batang secara horizontal selama durasi total penjadwalan pada durasi proyek (sumbu x). Model penjadwalan *Gantt Chart* menyajikan data kemajuan proyek yang mengacu pada jadwal rencana dan realita pelaksanaan selama proses pekerjaan konstruksi namun tidak menampilkan data seperti kinerja biaya, jalur kritis, dan bobot pekerjaan.

## 2. *Earned Value Management (EVM) / Earned Value Analysis (EVA)*

Jenis model penjadwalan ini pada dasarnya meliputi pengukuran kinerja terhadap durasi pekerjaan dan biaya suatu proyek. Tinjauan pada metode EVM adalah BCWP (*Budgeting Cost Work Performance*) yaitu nilai hasil bobot pekerjaan *real* di lapangan dikali dengan biaya satuan pekerjaan dalam setiap item pekerjaan yang telah dikerjakan, kemudian yang kedua yaitu memberikan data biaya realita atau *Actual Cost Work Performance (ACWP)* yang telah dikeluarkan pada item pekerjaan hingga kurun waktu dilaksanakannya evaluasi kerja, dan yang ketiga yaitu *Budgeting Cost Work Schedule (BCWS)* dimana parameter ini memberikan data rencana biaya yang akan dikeluarkan berdasarkan perencanaan *schedule* yang telah dirancang. Permodelan penjadwalan ini juga dapat berfungsi untuk menganalisis tingkat penyimpangan durasi dan biaya pekerjaan proyek.

## 3. *Resources Scheduled Distribution*

*Resources Scheduled Distribution* merupakan uraian dari jenis model penjadwalan sebelumnya. Dalam penjadwalan sebelumnya hanya terpusat pada sumber daya yang dijadwalkan meliputi distribusi jadwal tenaga kerja, material dan peralatan proyek. Jenis model penjadwalan ini berfungsi memperoleh informasi target aloasi sumber daya yang didapat dari jumlah yang akan digunakan pada keberlangsungan pelaksanaan proyek yang nantinya meminimalisir terjadinya kemunduran durasi pelaksanaan proyek.

## 4. *Network Planning*

*Network Planning* atau yang dalam beberapa literatur disebut juga sebagai *Network Analysis System (NAS)* adalah nama umum untuk teknik penyusunan dan koordinasi kerja melalui diagram grafis yang memperlihatkan kegiatan dan ketergantungannya (Ali,1992). *Network Planning* atau dapat disebut dengan jaringan kerja merupakan jenis model penjadwalan yang berguna untuk menentukan item pekerjaan di jalur kritis dan untuk mengetahui durasi pasti pekerjaan guna untuk menunjukkan durasi tercepat (*Early Time*) dan durasi waktu terlama (*Latest Time*) yang akan dikerjakan hingga selesainya pekerjaan

pada setiap item pekerjaan. Model jaringan ini memiliki ketiga metode, sebagai berikut (Fakrian dkk, 2021):

a. CPM (*Critical Path Method*)

Metode CPM (*Critical Path Method*) biasa disebut juga sebagai jalur kritis. Jalur kritis dibutuhkan di pelaksanaan proyek konstruksi. Pada jalur ini mulai dan selesainya pelaksanaan pekerjaan harus sesuai dengan durasi yang telah dirancang. Apabila proses kegiatan konstruksi mundur maka dapat menyebabkan keterlambatan proyek secara menyeluruh (Imam Ramadhan, 2021).

b. PERT (*Precedence Diagram Method*)

PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah jenis model Management Science untuk merencanakan hingga mengendalikan sebuah proyek (Manurung, 2023). Teknik dalam metode ini bertujuan untuk meminimalisir tertundanya sebuah pekerjaan hingga kemungkinan gangguan produksi, serta mengatur bermacam-macam item pekerjaan dengan merata dan mengatur agar durasi waktu pelaksanaan pekerjaan proyek selesai lebih cepat. Dalam metode ini menghasilkan suatu pekerjaan yang terstruktur karena penjadwalan dan biaya dari item pekerjaan telah ditentukan sebelum dilaksanakan.

c. PDM (*Precedence Diagram Method*)

PDM (*Precedence Diagram Method*) merupakan jaringan kerja di dalam klasifikasi AON (*Activity On Node*), yang bentuk kegiatannya ditulis dalam anak panah untuk petunjuk kegiatan-kegiatan yang berkaitan. PDM mengatur pekerjaan tumpang tindih (*overlapping*). Dalam PDM tidak mengenal adanya pekerjaan yang tidak membutuhkan baik dari segi waktu dan sumber daya. Setiap node di dalam PDM menandakan suatu kegiatan yang harus dicantumkan bentuk kegiatan dan durasinya. Dalam setiap node memiliki dua kejadian yaitu kegiatan di awal dan di akhir. Node memiliki ruangan yang tiap ruangnya dibagi menjadi bagian-bagian kecil yang diisi dengan keterangan dari kegiatan meliputi durasi



kegiatan (D), identitas kegiatan, mulai dan selesainya kegiatan ES (*Earlier Start*), LS (*Latest Start*), EF (*Earliest Finish*), dan LF (*Latest Finish*).  
Node pada PDM (*Precedence Diagram Method*) adalah sebagai berikut:

Activity		
ES	durasi	EF
LS		LF

**Gambar 3.1 Node PDM (*Precedence Diagram Method*)**

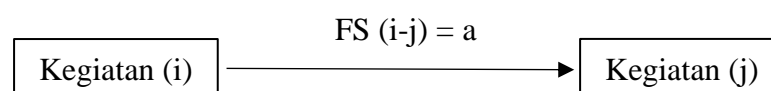
(Sumber: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Sipil, Vol.5, No. 2, Nov 2021)

Jalur kegiatan kritis pada PDM (*Precedence Diagram Method*) memiliki sifat AON (*Activity on Node*) sebagai berikut:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama,  $EF=LS$
2. Waktu selsai paling awal dan akhir harus sama,  $EF=LF$
3. Jangka waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal,  $D=LF-ES$
4. Bila hanya sebagian dari ketiga syarat diatas terpenuhi, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

Pada PDM (*Precedence Diagram Method*) terdapat empat macam permbatas, yaitu:

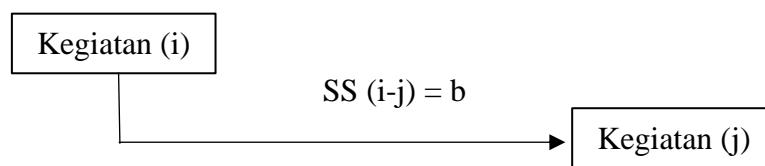
1. *Finish to Start* (FS) merupakan sebuah rangkaian yang menjelaskan bahwa berjalannya aktivitas berikutnya tergantung dari selesainya aktivitas sebelumnya (*predecessor*). Dirumuskan  $FS(i-j) = a$  yang berarti kegiatan (j) dimulai a hari setelah kegiatan yang mendahului (i) selesai.



**Gambar 3.2 Konstrain FS**

(Sumber: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Sipil, Vol.5, No. 2, Nov 2021)

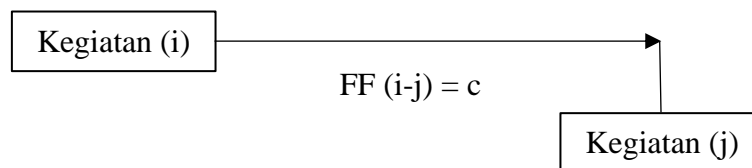
2. *Start to Start* (SS) merupakan sebuah rangkaian yang menjelaskan bahwa berjalannya aktivitas sesudahnya tergantung pada berjalannya aktivitas sebelumnya. Waktu antar dimulai dari kedua kegiatan tersebut disebut lag. Dirumuskan  $SS (i-j) = b$  yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstraiin semacam ini terjadi ketika sebelum kegiatan terdahulu selesai 100% maka kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai.



**Gambar 3.3 Konstraiin SS**

(Sumber: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Sipil, Vol.5, No. 2, Nov 2021)

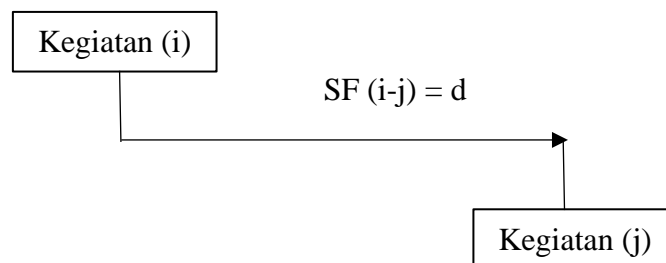
3. *Finish to Finish* (FF) merupakan sebuah rangkaian yang menjelaskan bahwa selesainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu antar dimulainya kedua aktifitas tersebut disebut lag. Dirumuskan  $FF (i-j) = c$  yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari setelah kegiatan terdahulu (i) selesai.



**Gambar 3.4 Konstraiin FF**

(Sumber: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Sipil, Vol.5, No. 2, Nov 2021)

4. *Start to Finish* (SF) merupakan sebuah rangkaian yang menjelaskan bahwa berjalannya aktivitas berikutnya tergantung pada berjalannya aktivitas sebelumnya. Dirumuskan  $SF (i-j) = d$  yang berarti suatu kegiatan atau (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai.



**Gambar 3.5 Konstrain SF**

(Sumber: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Sipil, Vol.5, No. 2, Nov 2021)

Pada PDM (*Precedence Diagram Method*) terdapat perhitungan maju dan perhitungan mundur. Untuk menetapkan kegiatan yang bersifat kritis dan lintasan kritis yaitu dengan perhitungan maju (*Forward Analysis*) dan perhitungan mundur (*Backward Analysis*) sebagai berikut (Ervianto,2005):

1. Perhitungan maju (*Forward Analysis*)

Perhitungan maju berfungsi untuk menghitung dan mendapatkan durasi mulai tercepat atau *Earliest Start* (ES) dan waktu selesai tercepat atau *Earliest Finish* (EF). Dalam mendapatkan hasil perhitungan maju terdapat beberapa macam perhitungan sebagai berikut (Soeharto,1999):

- a. Menghasilkan ES (*Earliest Start*), EF (*Earliest Finish*) dan selang waktu penyelesaian proyek
- b. Diambil angka ES (*Earliest Start*) terbesar jika satu pekerjaan tergabung
- c. Notasi (i) untuk pekerjaan terdahulu dan (j) untuk kegiatan yang ditinjau
- d. Waktu awal dianggap nol,
- e. Waktu mulai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau ES (j), adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah angka kegiatan terdahulu ES (i) atau EF (i) ditambah konstrain yang bersangkutan. Untuk mendapatkannya terdapat rumus sebagai berikut (Sumber: Soeharto, 1999):

$ES(j) = ES(i) + SS(i-j)$  atau  $ES(i) + SF(i-j) - D(j)$  atau  $EF(i) + FS(i-j)$  atau  $EF(i) + FF(i-j) - D(j)$  (pilih yang terbesar). Dimana;

$ES(j)$  = (*Earliest Start*) waktu mulai paling awal dari kegiatan j

$ES(i)$  = (*Earliest Start*) waktu mulai paling awal dari kegiatan i

$EF(i)$  = (*Earliest Finish*) waktu selesai paling awal dari kegiatan i

D = durasi waktu yang bersangkutan

## 2. Perhitungan Mundur (*Backward Analysis*)

Perhitungan mundur berfungsi untuk menghitung waktu mulai paling lambat dan waktu selesai. Hitungan mundur digunakan untuk:

- menghitung LS (*Latest Start*), LF (*Latest Finish*) dan kurung waktu *float*
- Apabila lebih dari satu pekerjaan bersamaan maka diambil LS terkecil
- Notasi (i) untuk kegiatan yang ditinjau dan (j) kegiatan berikutnya.

## 3. Float

Float adalah waktu yang terdapat dalam suatu pekerjaan yang digunakan untuk mengatur agar pekerjaan itu dapat ditunda atau diperlambat di dalam suatu proyek tanpa mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek. Float ada 2 macam, yaitu:

- Total *float*: jumlah waktu keseluruhan yang digunakan untuk penundaan dalam pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi selesainya proyek secara keseluruhan.

Total *float* (TF)<sub>i</sub> = Minimum (LS<sub>j</sub> – EFi)

- Free float*: jumlah waktu total yang digunakan untuk menunda penyelesaian suatu pekerjaan tanpa mempengaruhi dimulainya pekerjaan yang langsung mengikutinya.
- Lag*, menurut Husen (2008) adalah total waktu tunggu dari suatu periode.
- Kegiatan J terhadap kegiatan I yang telah dimulai, terjadi pada hubungan SS dan SF.
- Lead*, menurut Husen (2008) adalah total waktu yang mendahului dari suatu periode kegiatan J sesudah kegiatan I sebelum selesai, terjadi pada hubungan FS dan FF.

Dapat disimpulkan dalam penyusunan jaringan PDM untuk menetapkan urutan ketergantungan, maka terdapat tiga faktor yang harus diperhatikan:

1. Kegiatan mana yang boleh dimulai setelah kegiatan tertentu selesai dan berapa lama jarak waktu antaranya.
2. Kegiatan mana yang harus dimulai setelah kegiatan tertentu mulai dan berapa lama jarak durasi antaranya.
3. Kegiatan mana yang harus diselesaikan setelah kegiatan tertentu boleh dimulai dan berapa lama jarak durasi antaranya.

### **3.2 Keterlambatan dan Pengendalian Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi**

#### **3.2.1 Keterlambatan Pelaksanaan Proyek**

Praboyo (1999), keterlambatan pelaksanaan proyek umumnya dapat mengakibatkan hal yang merugikan bagi pemilik maupun kontraktor karena dampak keterlambatan adalah konflik dan perdebatan tentang apa dan siapa yang menjadi penyebab, juga tuntutan waktu, dan biaya tambah. Wirabakti dkk (2014), faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan waktu pelaksanaan proyek konstruksi adalah:

1. Tenaga kerja
  - a. Kurangnya keahlian tenaga kerja
  - b. Kurangnya kedisiplinan tenaga kerja
  - c. Kurangnya motivasi kerja para pekerja
  - d. Kurangnya kehadiran tenaga kerja
  - e. Kurangnya ketersediaan tenaga kerja
  - f. Penggantian tenaga kerja baru
  - g. Buruknya komunikasi antara tenaga kerja dan badan pembimbing
2. Bahan
  - a. Keterlambatan pengiriman bahan
  - b. Ketersediaan bahan terbatas di pasaran
  - c. Kualitas bahan jelek
  - d. Kelangkaan material yang dibutuhkan

- e. Adanya perubahan materian oleh owner
  - f. Kerusakan bahan di tempat penyimpanan
3. Karakteristik tempat
- a. Keadaan permukaan dan di permukaan bawah tanah
  - b. Tanggapan dari lingkungan sekitar proyek
  - c. Karakter fisik bangunan sekitar proyek
  - d. Tempat penyimpanan bahan/material
  - e. Akses ke lokasi proyek yang sulit
  - f. Kebutuhan ruang kerja yang kurang
  - g. Lokasi proyek yang jauh dari pusat kota/pusat distribusi peralatan dan material
4. Manajerial
- a. Pengawasan proyek
  - b. Kualitas pengontrolan pekerjaan
  - c. Pengalaman manajer lapangan
  - d. Perhitungan kebutuhan
  - e. Komunikasi antara konsultan dan kontraktor
  - f. Komunikasi manajemen material dan peralatan
5. Peralatan
- a. Ketersediaan peralatan
  - b. Kerusakan peralatan
  - c. Kualitas peralatan yang buruk
  - d. Produktifitas peralatan
6. Keuangan
- a. Pembayaran dari pihak *owner* terlambat
  - b. Harga bahan/material yang naik
  - c. Alokasi dana yang tidak cukup
  - d. Telatnya pembayaran kepada pekerja
7. Fisik bangunan
- a. Luas wilayah
  - b. Jumlah unit

- c. Jumlah lantai
8. *Design*
    - a. Perubahan *design* oleh pemilik
    - b. Kesalahan *design* oleh perencana
    - c. Ketidaklengkapan gambar *design*
    - d. Keterlambatan pemberian detail gambar
    - e. Kerumitan *design*
  9. Cuaca
    - a. Intensitas (curah hujan)
    - b. Cuaca yang berubah-ubah
  10. Kejadian yang tidak diduga
    - a. Kerusakan
    - b. Bencana alam
    - c. Pemogokan buruh
    - d. kecelakaan
  11. kebijakan pemerintah
    - a. kenaikan BBM (Bahan Bakar Minyak)
    - b. nilai tukar mata uang

### 3.2.2 Prinsip-prinsip Pengendalian

beberapa cara dapat dilakukan untuk mengatasi keterlambatan berdasarkan pertimbangan kualitas, waktu, dan biaya. Tarore dkk (2012), dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, perencanaan dan pengendalian merupakan fungsi yang paling pokok di dalam mewujudkan keberhasilan sebuah proyek, sehingga dalam penyelesaiannya perlu usaha-usaha untuk mengefektifkan dan mengefisiensikan kegunaan dari sumber daya manusia, dana, informasi, peralatan, teknologi, peralatan, fasilitas, dan material. Nugroho (2002), proses pengendalian merupakan suatu siklus yang terdiri dari empat kegiatan yaitu:

1. Mengumpulkan data.
2. Analisa data dan kemajuan prestasi.
3. Meramalkan hasil akhir.

4. Mengambil tindakan-tindakan perbaikan atau penyesuaian rencana.

### 3.2.3 Produktifitas Tenaga Kerja dan Efisiensi Kerja Alat

Secara umum pengertian produktifitas yaitu sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai dengan berbagai sumber daya yang dipakai dalam durasi tertentu (Dewan Produktifitas Negara Republik Indonesia, 1983). Untuk meningkatkan produktifitas terdapat beberapa alternatif yaitu:

1. Menambah kemampuan satuan pelaksanaan meliputi tenaga kerja, alat, dan biaya.
2. Memberlakukan sistem lembur.

Produktifitas tenaga kerja adalah besarnya volume pekerjaan yang dihasilkan seorang tenaga kerja atau sekelompok tenaga kerja selama periode waktu tertentu, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Produktifitas pekerja} = \frac{\text{Volume hasil kegiatan (satuan volume)}}{\text{Durasi kegiatan (satuan waktu) x jumlah pekerja}}$$

Pada sistem lembur, produktifitas tenaga kerja akan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain kelelahan yang menyebabkan berkurangnya konsentrasi dalam bekerja, hari yang mulai gelap dapat mempengaruhi pandangan dan ketelitian pekerja. Sedangkan pada sistem penambahan tenaga kerja, jika area tempat pekerja masih mencukupi untuk pergerakan orang dan peralatan proyek, maka produktifitas tidak mengalami penurunan. Semakin tinggi banyak jumlah pekerja per area atau makin turun luas area per pekerja, maka akan semakin sibuk kegiatan per area dan akhirnya mencapai titik dimana kelancaran pekerja dapat terganggu dan menyebabkan penurunan produktivitas (Agus dan Wiwik, 1999).

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, tinjauan aspek alat berat merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan. Peralatan berdaya guna tinggi jika bisa menghasilkan produksi yang tinggi dengan biaya yang rendah. Untuk mengatur jenis dan jumlah alat yang dipakai sehingga dapat diperoleh efisiensi yang tinggi, maka diperlukan beberapa hal pokok sebagai berikut (Nugroho, 2002):

1. Kapasitas alat sesuai dengan volume pekerjaan.



2. Kapasitas alat sesuai dengan alat lain (merupakan tim).
3. Menghindari menunggu alat untuk mengerjakan pekerjaan selanjutnya.

Untuk menaikkan hasil pekerjaan dengan waktu penyelesaian tetap atau untuk mempercepat penyelesaian suatu pekerjaan dapat dilakukan dengan cara penambahan alat. Penambahan alat memerlukan pertimbangan mengenai perbandingan kapasitas alat yang paling berpengaruh dengan kapasitas alat yang akan ditambah (Nugroho, 2002).

Menurut PUPR Nomor 28/PTR/M/2016, jumlah jam kerja merupakan koefisien tenaga kerja atau kuantitas jam kerja per-satuan pengukuran. Koefisien ini adalah faktor yang menunjukkan durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan suatu volume pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi koefisien tenaga kerja yaitu jumlah tenaga kerja dan tingkat keahlian tenaga kerja. Penetapan jumlah dan keahlian tenaga kerja mengikuti produktifitas peralatan utama. Jumlah tenaga kerja tergantung dari beban kerja dan jumlah waktu yang digunakan sebagai dasar menghitung jumlah pekerja yang digunakan.

$$\text{Koefisien alat / m}^3 = 1 / Q, \text{ jam} \quad (3.1)$$

### 3.2.3 Pekerjaan yang Mendahului Sebelum Pekerjaan *Erection Girder*

Pelaksanaan pekerjaan struktur merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dan sebagai langkah lanjutan dari proses perencanaan dan perancangan proyek yang telah disusun sebelumnya. Koordinasi harus terjalin dengan baik antara pekerjaan satu dengan yang lainnya. Pengalokasian sumber daya secara efektif dan efisien akan menghasilkan pekerjaan yang maksimal dan optimal. Pekerjaan yang mendahului sebelum pekerjaan *erection girder* ada beberapa tahapan. Tahapan tahapan pekerjaan sebelum pekerjaan *erection girder* sebagai berikut.

1. Tahap Pelaksanaan Pondasi

Pelaksanaan pondasi dalam struktur jembatan dapat menggunakan pondasi *bore pile* atau pondasi *spun pile*. *Spun pile* adalah tiang pancang berbentuk bulat dan berongga pada bagian tengah. Tiang pancang bulat ini dibuat dengan

menggunakan proses *spinning* agar bisa menciptakan kepadatan dan homogenitas. Metode Pelaksanaan untuk pekerjaan pemancangan meliputi pembersihan lahan, pengukuran letak titik pancang, pemasangan patok titik pancang, pemancangan *spun pile*, dan sambungan *spun pile*. Sedangkan pengeboran bored pile dilakukan menggunakan alat dengan mesin bored pile. Alat ini memiliki mata bor yang fungsinya untuk mengebor kedalaman tanah hingga mencapai dasar tanah yang keras. Pengeboran ini dilakukan sesuai dengan titik yang sudah dipatok. Sebelum memulai pengeboran, alat harus dicek dengan segala persiapan dan instalasi pemasangan alat. Setelah itu mata bor ditancapkan ke arah titik yang ingin dibor. Ketika pengeboran sudah dilakukan, nantinya akan ada banyak air atau lumpur yang keluar dan berkemungkinan ketika ada banyaknya air ini akan masuk lagi ke lubang pengeboran sehingga dapat menyebabkan penghambatan pengeboran. Oleh karena itu, para pekerja harus sudah menyiapkan pengalihan air atau lumpur tersebut jauh dari area titik pengeboran. Setelah itu, ketika pengeboran sudah mencapai dasar tanah keras, maka pengeboran sudah dapat dihentikan. Kemudian titik pengeboran tersebut dibersihkan dari banyaknya genangan air yang ada.

Setelah pekerjaan pondasi selesai, dilanjutkan dengan pekerjaan *pile cap*. Pekerjaan *pile cap* dimulai dengan pekerjaan *land concrete*. Elevasi *land concrete* atau lantai kerja harus sesuai dengan *shop drawing*. Dalam pelaksanaannya, adonan beton dituang di dalam bekisting yang sudah disiapkan hingga elevasi rencana. Lantai kerja harus dijaga agar tidak retak dan seluruh permukaan disemprot air secara rutin, serta kelembabannya harus dijaga supaya kondisi tetap baik selama masa perawatan.



**Gambar 3.6 Pembesian Pile Cap**

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Selanjutnya, pekerjaan pembesian *pile cap* dimulai dari bagian bawah ke bagian atas dengan ukuran sesuai dengan perencanaan dan bagian tepi disisakan untuk selimut beton. Setelah pembesian selesai, dilakukan pemasangan bekisting untuk pile cap dengan tinggi sesuai perencanaan.

## 2. Tahap Pelaksanaan Kolom

Kolom utama adalah kolom yang sepenuhnya menumpu beban bangunan di atasnya, kolom ini juga sering disebut dengan kolom struktural. Kolom termasuk struktur utama konstruksi arah vertikal yang berfungsi untuk meneruskan beban, kemudian didistribusikan ke permukaan tanah dibawahnya, yakni pondasi. Rangkaian pekerjaan kolom secara umum meliputi pembesian tulangan kolom yaitu jika *pile cap* sudah memiliki umur kekuatan yang penuh (28 hari), dilakukan pekerjaan pembesian sengkang secara manual dan dengan menggunakan *crawler crane*.



**Gambar 3.7 Pekerjaan Penulangan Kolom**

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Setelah pembesian kolom selesai dilaksanakan, tahap berikutnya yaitu pembuatan bekisting kolom. Pekerjaan bekisting kolom dilakukan bertahap setiap ketinggian 2 hingga 3-meter karena pengecoran tidak dilakukan dalam sekali pengerjaan. Pekerjaan pengecoran dilakukan seperti pengecoran pile cap, tetapi dilakukan secara bertahap untuk menghindari segregasi dan kerusakan pada bekisting karena massa beton yang terlalu bebas dengan arah gravitasi sehingga bekisting yang menahan di arah samping bila tidak kuat akan jebol. Karenanya, bekisting harus kuat untuk bisa menahannya. Kemudian setelah proses pelaksanaan pengecoran selesai, dilanjutkan dengan pelepasan bekisting kolom.

### 3. Pelaksanaan Pekerjaan *Pier Head*

Pekerjaan *pier head* terdapat 2 metode, yaitu metode *pier head precast* yang merupakan pekerjaan *pier head* yang dicor terpisah dengan kolom, kemudian ketika kolom telah memiliki nilai umur kekuatan beton yang penuh dan cukup untuk menerima beban dari *pier head*, maka siap diinstal. Metode yang kedua yaitu pekerjaan *pier head in situ* yang hanya dapat dilakukan pada saat pekerjaan kolom telah selesai dan sudah memiliki nilai umur kekuatan beton yang penuh sehingga dapat menahan beban bekisting dan beton *pier head* di atasnya. Tahapan pelaksanaan pekerjaan *pier head in situ* dimulai dari pemasangan perancah dan bekisting. Setelah bekisting terpasang, tahap

selanjutnya yaitu pekerjaan pembesian dan dilanjut dengan pelaksanaan pengecoran. Jika umur *pier head* sudah memenuhi umur beton, maka dilakukan pembongkaran bekisting.



**Gambar 3.8 Pekerjaan Penulangan Pier Head**  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

#### 3.2.4 Faktor-Faktor Produktivitas

Menurut Riyanto (1986) produktivitas yaitu perbandingan antara hasil yang diperoleh (output) dengan total sumber daya yang dibutuhkan (input). Menurut Faisal (2010) dari penelitian yang telah dilakukan, faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja antara lain:

##### 1. Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja dipengaruhi oleh:

###### a. Pengalaman

Orang yang melakukan pekerjaan tertentu secara terus-menerus maka dapat mengurangi jam dan tenaga kerja untuk memproduksinya atau dengan kata lain akan meningkatkan jumlah produktivitas tenaga kerja.

###### b. Pelatihan

Pelatihan yang dimaksud dalam hal ini yaitu pekerjaan yang diberikan sebelumnya adalah untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja.

c. Motivasi

Pengarahan (*directing*) merupakan salah satu fungsi manajemen yang berfungsi untuk menggerakkan SDM agar dapat menjalankan pekerjaan sesuai dengan yang telah dirancang untuk mencapai keberhasilan.

d. Umur

Menurut Wahyudi B (2018) umur harus mendapat perhatian karena akan mempengaruhi kondisi fisik, mental, kemampuan kerja, dan tanggung jawab seseorang. Umur yang produktif dapat mempengaruhi produktivitas.

e. Lembur kerja

Lembur kerja memengaruhi penurunan produktivitas karena bekerja pada saat seharusnya istirahat. Namun hal ini biasanya tetap dilakukan untuk menyesuaikan *schedule* proyek yang telah dirancang.

f. Kepadatan tenaga

Kepadatan tenaga pada satu luasan tertentu akan menurunkan angka produktivitas jika mencapai titik jenuh (optimal). Semakin padat dan sibuk maka akan timbul gangguan pergerakan manusia dan alat yang mengakibatkan produktivitas menurun.

g. Komunikasi

Komunikasi merupakan hal yang penting dalam keberhasilan proyek. Tingginya produktivitas ditandai dengan terciptanya sistem komunikasi yang baik.

2. Kondisi Fisik Lapangan

Peningkatan produktivitas terjadi ketika kondisi fisik lapangan baik.

3. Iklim/cuaca

Pengaruh cuaca dalam produktivitas sebagai berikut:

- a. Udara panas dengan *temperature* tinggi akan menimbulkan rasa lelah lebih cepat, sehingga mengakibatkan produksi menurun.
- b. Udara dengan suhu dingin ketika salju turun dapat mengakibatkan produktivitas menurun.

4. Peralatan

Peralatan yang sesuai dan memadai dapat menjadi salah satu keberhasilan peningkatan produktivitas.

5. Material

Jumlah material yang cukup dan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dapat mendukung peningkatan produktivitas.

6. Ukuran Besar Proyek

7. Manajemen

Manajemen yang baik dalam mengatur sebuah proyek dapat meningkatkan produktivitas proyek yang sedang dilaksanakan.

Menurut Tamengk dan Walangitan (2016), faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah:

1. Keadaan Cuaca
2. Keadaan Fisik Lapangan
3. Sarana Bantu
4. Komposisi Kelompok Kerja
5. Kerja Lembur
6. Pekerjaan Langsung Versus sub kontraktor
7. Kurva Pengalaman
8. Kepadatan Tenaga Kerja

### 3.3 Percepatan (*Crashing*)

Menurut Shtub dan I. Bard (1994) dalam Kuncanya Samsu dan Rachman Abdul (2003) *crashing* adalah kegiatan mempercepat atau mempersingkat waktu pekerjaan dengan cara menambah sumber daya maupun biaya. Ketika *crashing* harus diperhatikan jenis aktifitasnya. Perhitungan dimulai dengan mencari lintasaan kritis terlebih dahulu.

*Crash program* adalah salah satu cara untuk memperpendek waktu selesainya suatu pekerjaan proyek. Apabila *crash program* ditetapkan pada suatu proyek konstruksi memungkinkan adanya penambahan biaya. Kenaikan biaya tersebut

disebabkan adanya penambahan kerja dan alat dalam pelaksanaan proyek. Untuk mendapatkan *crash program* dengan meminimalisir kenaikan biaya dapat dilakukan dengan cara meningkatkan efisiensi alat dan produktifitas tenaga kerja yang menjadikan *crash program* akan menurunkan biaya proyek.

Upaya melakukan percepatan waktu pada penyelesaian proyek adalah upaya menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dengan *crashing* ini maka akan ada pengurangan durasi kegiatan. Terdapat empat faktor yang dapat dioptimalkan untuk mempercepat suatu kegiatan, yang meliputi penambahan jumlah pekerja, penjadwalan kerja lembur, penggunaan alat berat, dan perubahan metode konstruksi dilapangan. (Fredika, 2010).

Menurut Kuncahya Samsu dan Rachman Abdul (2003) dalam menganalisis proses mempersingkat kurun waktu digunakan asumsi sebagai berikut.

1. Total sumber daya yang ada tidak ada kendala, artinya ketika menganalisis program untuk memperpendek waktu, alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi sumber daya.
2. Waktu penyelesaian kegiatan lebih cepat dalam lingkup yang sama, maka keperluan sumber daya akan bertambah berupa tenaga kerja, material, peralatan, atau bentuk lainnya.



## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian yaitu sebuah cara kerja yang bertujuan mendapatkan suatu penjelasan dan jawaban dalam permasalahan serta memberikan solusi atas kemungkinan yang muncul (Djunaedi, 2002).

Penelitian yang akan dilakukan yaitu menganalisa *time schedule* atau penjadwalan pelaksanaan pekerjaan *erection gierder*. Tempat penelitian yang akan diteliti yaitu pada proyek konstruksi di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3. Penelitian ini memakai metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan bantuan aplikasi *Primavera Project Planner* yang digunakan sebagai alat bantu untuk analisis perencanaan dan pengendalian waktu pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing seksi 3.

#### **4.2 Subjek Penelitian**

Subjek penelitian ini adalah manajemen konstruksi terkait penjadwalan yang tepat dan pengendalian waktu pada proyek konstruksi di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3.

#### **4.3 Objek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah pelaksanaan pekerjaan *erection gierder* berdasarkan pengendalian waktu yang telah direncanakan.

#### **4.4 Jenis Data**

Langkah ini dilaksanakan untuk mencatat data penelitian agar data yang didapat kemudian dikelompokkan ke dalam jenisnya. Pengelompokan data dapat dibagi menjadi data primer dan sekunder:

1. Data primer

Data primer merupakan data yang didapatkan dari data observasi di proyek. Data yang diperoleh tersebut berupa data rancangan jadwal proses pekerjaan tahapan pembangunan pondasi, kolom, pierhead hingga sampai dengan pelaksanaan *erection girder* dan durasi pekerjaan hingga pelaksanaan *erection girder*.

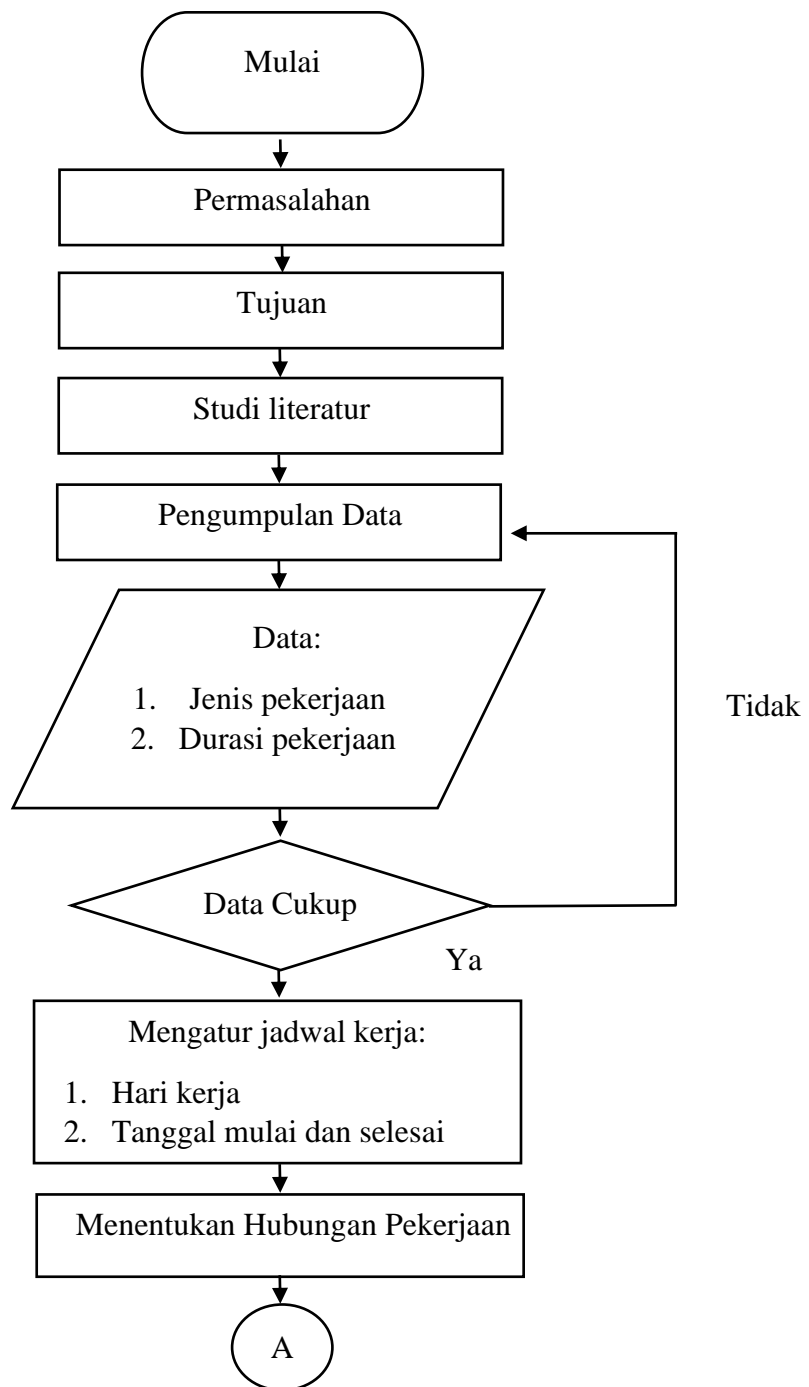
2. Data sekunder

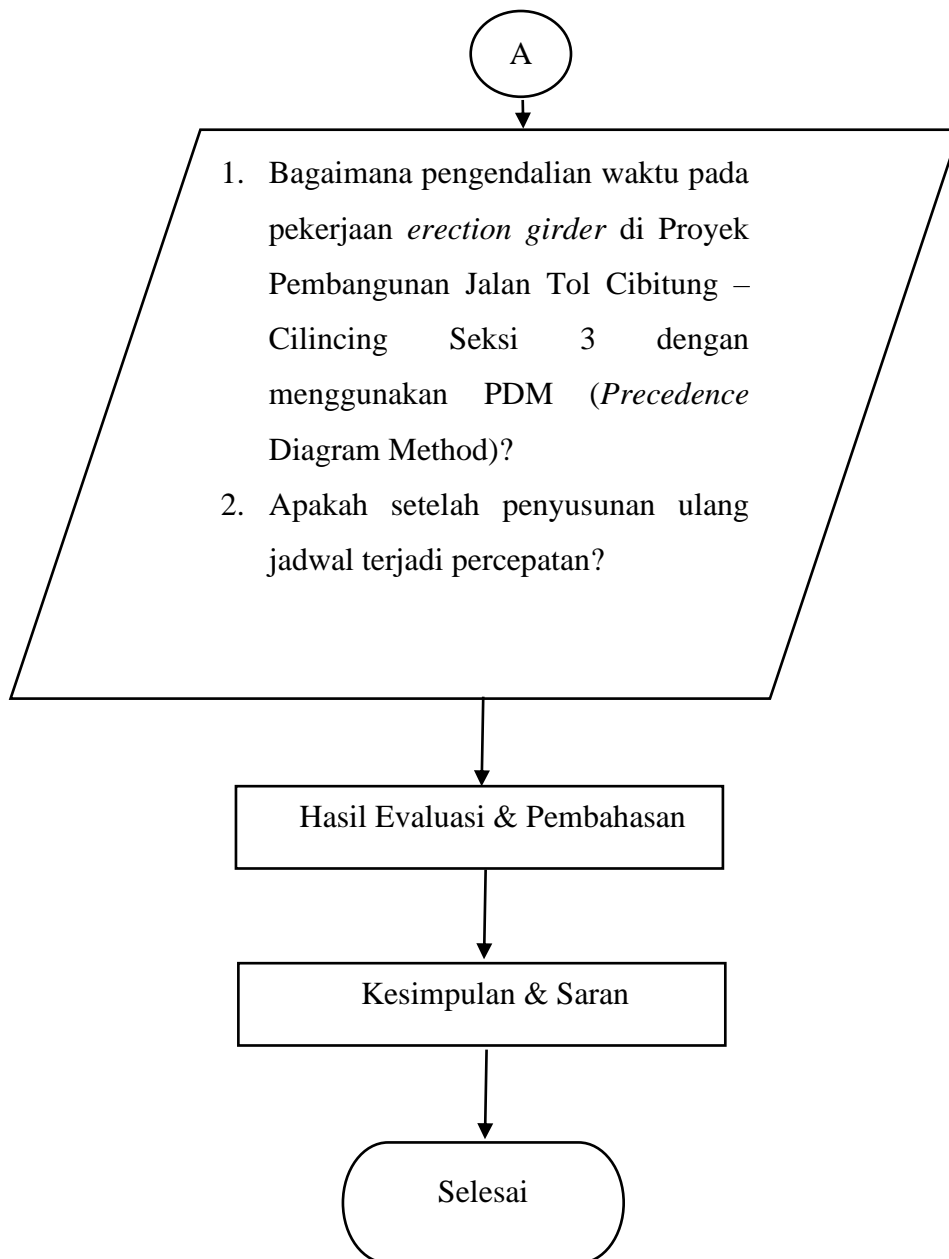
Data sekunder adalah data pendukung penelitian berupa literatur mengenai manajemen konstruksi yang diperlukan ketika penyusunan penelitian.

#### **4.5 Tahapan Penelitian**

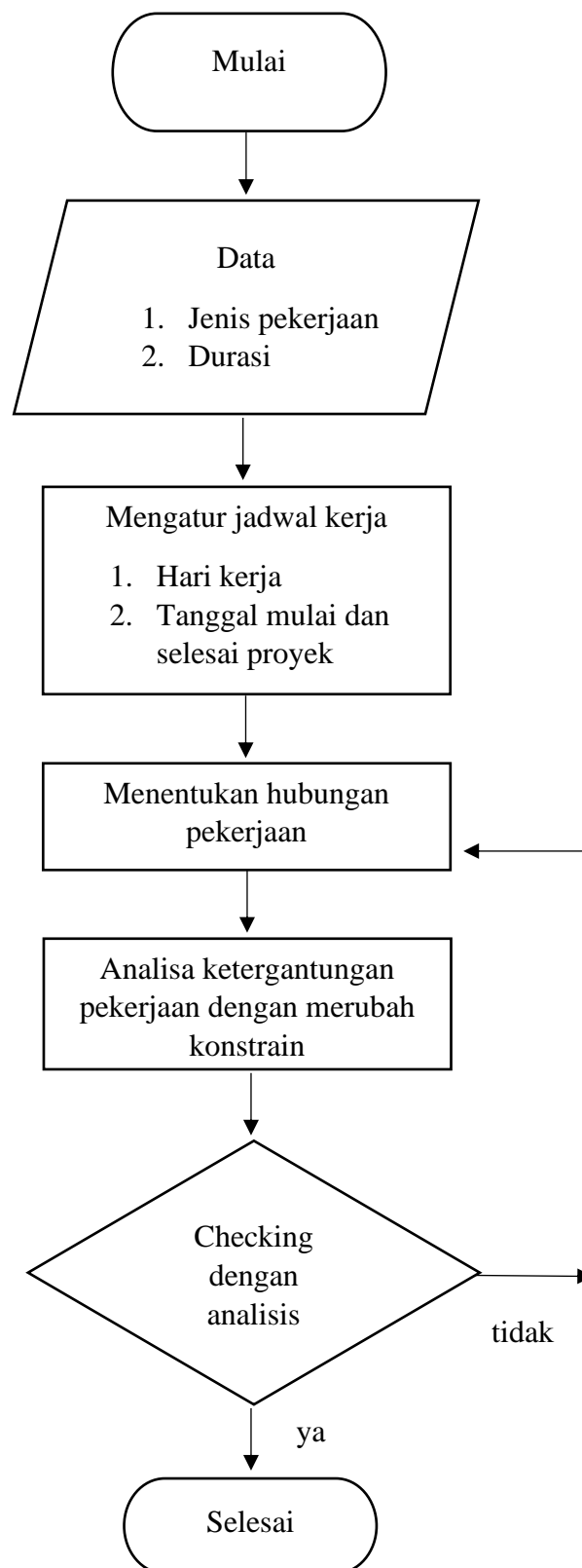
Beberapa tahap dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis pekerjaan apa saja atau rangkaian tahapan proses pekerjaan pembangunan pondasi, kolom, *pierhead* hingga sampai dengan pelaksanaan *erection girder*.
2. Mengetahui durasi dari setiap sub pekerjaan yang berkaitan.
3. Mendapatkan data jadwal pekerjaan pembangunan pondasi, kolom, pierhead hingga sampai dengan pelaksanaan *erection girder* yang telah direncanakan.
4. Mensinkronkan data yang telah didapat dengan realita pelaksanaan di proyek.
5. Mendapatkan ketidaktepatan jadwal kerja dari mulai perencanaan, tanggal mulai dan selesai pelaksanaan *erection girder*.
6. Menganalisis jalur kritis.
7. Cheking dengan analisis *primavera project planer*.
8. Menganalisis untuk mendapatkan produktivitas normal, produktivitas percepatan, durasi normal dan durasi percepatan. Durasi percepatan yang didapatkan selanjutnya digunakan untuk menyusun Time Schedule baru yang lebih singkat dari Time Schedule semula.





**Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 4.2** Bagan Alir Pembuatan Jadwal Dengan Primavera

## 4.6 Langkah Mengatur Jadwal dengan Primavera

### 1. Menghubungkan aktivitas pekerja predecessors dan successors

**Activities**

Layout: BL vs Current Project Filter: All Activities

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Actual Start
<b>CIB-CIL SEKSI 3 JEMBATAN JU BKT PIER 4-5</b>		270	14-Mar-22
CIB-CIL SEKSI 3.MLS MILESTONE		0	
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE KONSTRUKSI JEMBATAN		356	14-Mar-22
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC BAWAH STRUKTUR BAWAH		285	14-Mar-22
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC BAWAH.1 SPUNPILE		34	14-Mar-22
A1000	Pemancangan	14	14-Mar-22
A1010	Penggalian	8	13-Apr-22
A1020	Cutting pile & bobok pile	7	
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC BAWAH.2 PILE CAP		14	
A1030	Lean concrete	2	
A1040	Penulangan	7	
A1050	Formwork	2	
A1060	Pengecoran	3	
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC ATAS STRUKTUR ATAS		71	
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC ATAS.KLM KOLOM TAHAP 1		22	
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC ATAS.KLM.K12 KOLOM 2 Buah (1-2)		11	

General Status Resources Predecessors Successors

Activity A1010 Penggalian

Activity ID	Activity Name	Relations	Lag	Activity Status	Primary Resource
A1000	Pemancangan	FS	0	Completed	SP PSN.T Pancang

**Activities**

Layout: BL vs Current Project Filter: All Activities

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Actual Start	Actual Finish
<b>CIB-CIL SEKSI 3 JEMBATAN JU BKT PIER 4-5</b>		270	14-Mar-22	
CIB-CIL SEKSI 3.MLS MILESTONE		0		
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE KONSTRUKSI JEMBATAN		356	14-Mar-22	
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC BAWAH STRUKTUR BAWAH		285	14-Mar-22	
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC BAWAH.1 SPUNPILE		34	14-Mar-22	
A1000	Pemancangan	14	14-Mar-22	12-Apr
A1010	Penggalian	8	13-Apr-22	22-Apr
A1020	Cutting pile & bobok pile	7		
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC BAWAH.2 PILE CAP		14		
A1030	Lean concrete	2		
A1040	Penulangan	7		
A1050	Formwork	2		
A1060	Pengecoran	3		
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC ATAS STRUKTUR ATAS		71		
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC ATAS.KLM KOLOM TAHAP 1		22		
CIB-CIL SEKSI 3.KONS BRIDE.STC ATAS.KLM.K12 KOLOM 2 Buah (1-2)		11		

General Status Resources Predecessors Successors

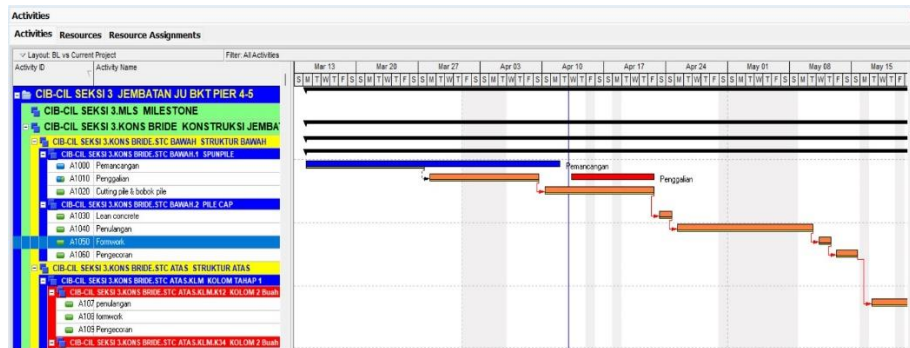
Activity A1010 Penggalian

Activity ID	Activity Name	Relations	Lag	Activity Status	Resource Name
A1020	Cutting pile & bobok pile	FS	-4	Not Started	T Cutter

## 2. Membuat dan menambahkan resource pada masing-masing pekerjaan

Resources					
Activities		Resources			
Display: All Resources					
Resource ID	Resource Name	Resource Type	Unit of Measure	Primary Role	Default Units / Time
E&C Resources	E&C Resources	Labor			8/d
CIB-CIL	JU BKT P4-5	Labor			8/d
CIB-CIL ENG	Struktur Bawah	Labor			8/d
SP	Pemancangan	Labor			8/d
SP PSN	Person	Labor			8/d
SP MTL	Spun Pile	Material	Each		8/d
SP MSN	Set Pemancangan	Nonlabor			8/d
SP EXA	Exavator	Nonlabor			8/d
SP CP	Grinda Potong	Nonlabor			8/d
PC	Pile Cap	Labor			8/d
PC PSN	Person	Labor			8/d
PC MTL	Besi	Material	Tons		8/d
PC CDR	Truck Mixing	Material	Cubic Yards		8/d
CIB-CIL ENG2	Struktur Atas	Labor			8/d
KLM	Kolom	Labor			8/d
KLM PSN	Person	Labor			8/d
KLM MTL	Besi	Material	Tons		8/d
KLM TM	Truck Mixing	Material	Cubic Yards		8/d
PIER	Pier Head	Labor			8/d
PIER PSN	Person	Labor			8/d
PIER MTL	Besi	Material	Tons		8/d
PIER TM	Truck Mixing	Material	Cubic Yards		8/d

## 3. Update progress plan



## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Gambaran Umum Proyek**

Pembangunan Jalan Tol Cibitung - Cilincing merupakan bagian dari Jaringan Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta II / Outer Ring Road (JOOR II). Pembangunan ruas jalan tol Cibitung-Cilincing juga merupakan bagian dari Program Percepatan Pembangunan Jangka Menengah (RPJMN) 2015-2019 (Proyek Strategis Nasional) dimana salah satunya adalah penyedia infrastruktur jalan. Jalan Tol ini akan menghubungkan dan memperlancar konektivitas logistik, industri, hingga mobilitas masyarakat yang terhubung dari Cibitung hingga Cilincing. PT. Cibitung Tanjung Priok Port Tollways (CTP) merupakan Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) anak perusahaan dari PT. Pelindo BUMN memiliki tugas untuk melakukan kegiatan konstruksi dan pengelolaan ruas jalan tol Cibitung hingga Cilincing. Pekerjaan Pembangunan Proyek Jalan Tol Cibitung - Cilincing dibagi menjadi 4 (empat) bagian atau seksi yang masing – masing disebut Bagian-1, Bagian-2, Bagian-3. Lokasi Pembangunan Proyek ini di Bekasi Provinsi Jawa Barat dan Bagian ke 4 di Provinsi DKI Jakarta.

#### **5.2 Objek Pengamatan**

Objek yang akan diamati dalam penelitian ini adalah *time schedule* pelaksanaan *erection girder* pada proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing seksi 3. Proses pekerjaan hingga *erection girder* pada proyek ini dilaksanakan dengan rencana pelaksanaan selama 60 hari. Seluruh pekerjaan di lapangan dimulai dari pukul 08.00 WIB hingga pukul 17.00 WIB dan dilaksanakan mulai hari Senin hingga hari Minggu, tidak ada hari libur. Adapun urutan pekerjaan struktur yang akan diteliti sebagai berikut.



### 1. Pekerjaan pemancangan

Pekerjaan ini dilakukan dengan bantuan alat hammer pancang dan *crawler crane*. Dimulai dengan mengikat *spun pile* kemudian mengangkatnya tegak lurus dengan leader dan dipindahkan ke titik *spun pile* yang akan dilakukan pemancangan dengan kondisi *spun pile* secara vertikal. Pengecekan posisi titik rencana pemancangan menggunakan totalstation yang dipandu langsung oleh surveyor. Setelah *spun pile* tepat di titik yang telah ditentukan, selanjutnya melakukan penetrasi *spun pile* dengan cara menekan pada permukaan tanah pada kedalaman  $\pm 40$  cm. kemudian memeriksa posisi *spun pile* secara lurus dan stabil terhadap 2 sumbu horizontal yang saling tegak lurus dan dilanjutkan dengan kalendering pemancangan dan mencatat jumlah pukulan hammer dari saat mulai hingga mencapai *end bearing*. *End bearing* didapatkan melalui data hasil kalendering.



**Gambar 5.1 Pekerjaan Pemancangan**

(Sumber: dokumentasi pribadi)

### 2. Pekerjaan galian

Pada pekerjaan galian langkah awal yaitu menyesuaikan ketinggian yang sesuai dengan gambar kerja seluas *lean concrete* dan sedalam level dasar lapisan tanah yang diisyaratkan. Karena keadaan tiang pancang yang cukup rapat, maka bila penggalian sekitas tiang pancang sulit dilaksanakan dengan menggunakan alat-alat berat, penggalian dilakukan dengan tenaga orang. Dasar

galian harus bebas dari lumpur, humus dan air, dalam keadaan bersih dan cukup padat. Karenanya dalam pekerjaan penggalian tanah termasuk juga pembuangan segala benda yang ditemukan dalam bentuk apapun yang akan mengganggu pelaksanaan pekerjaan *pile cap*. Pada sisi tepi batas galian, kemiringan galian membentuk sudut kemiringan yang aman dengan memperhatikan stabilitas kemiringan lereng sesuai dengan laporan penyelidikan tanah untuk jenis tanah di lokasi kerja.

3. Pekerjaan COP (*Cut of Pile*)

Setelah pekerjaan penggalian, maka mulai dilaksanakan *cut of pile* dengan cara memotong bagian sesuai marking elevasi ketinggian pada tiang pancang. setelah pekerjaan COP (*Cut of Pile*) selesai, selanjutnya dasar galian perlu dilapisi dengan lapisan pasir setebal yang diisyaratkan dalam gambar rencana, dan kemudian dipadatkan sesuai prosedur pemadatan. Selanjutnya pembuatan lantai kerja (*lean concrete*) dengan ukuran yang telah ditentukan dalam gambar kerja.

4. Pekerjaan penulangan *pile cap*

Pekerjaan penulangan *pile cap* harus sesuai dengan ukuran-ukuran yang terdapat dalam gambar kerja dan menjamin bahwa ukuran-ukuran tersebut tidak akan berubah penempatan dan jenisnya. Pemasangan baja tulangan dilakukan berdasarkan ukuran dan bentuk yang sesuai dengan gambar kerja yang sudah diperhitungkan mengenai toleransi penurunannya. Pemasangan dilakukan dengan menggunakan pengganjal jarak selimut beton (*beton decking*) untuk mendapatkan tebal selimut seperti yang diisyaratkan dalam gambar kerja.



**Gambar 5.2 Pekerjaan Penulangan *Pile Cap***  
(Sumber: dokumentasi pribadi)

5. Pemasangan bekisting

Langkah dalam pemasangan bekisting yang pertama yaitu menyusun rangkaian bekisting pada posisi sesuai marking yang telah ditentukan. Kemudian memasang sekur-sekur untuk perkuatan samping pada sisi atas dan bawah panel bekisting hingga tidak bergeser posisinya dan memeriksa arah vertikal. Setelah itu memasang *form tie* untuk menopang perkuatan posisi panel bekisting.

6. Pekerjaan pengecoran *pile cap*

Pengecoran *pile cap* dilakukan setelah pengecekan kembali terhadap penulangan maupun bekisting serta kondisi *pile cap*. Pengecekan tulangan dilakukan dengan cara menghitung kembali jumlah tulangan dan jarak antar sengkang sesuai dengan gambar kerja. Apabila terjadi ketidaksesuaian antara tulangan di lapangan dengan gambar kerja maka dilakukan perbaikan dan pengecoran belum dapat dilakukan. Untuk pengecekan bekisting dilakukan dengan cara mengecek kembali dimensi dan kondisi dari bekisting tersebut. Setelah semuanya telah sesuai dengan yang diisyaratkan, maka pengecoran dapat dilaksanakan.

#### 7. Pekerjaan penulangan kolom

Setelah pekerjaan pengecoran *pile cap* selesai maka mulai dipersiapkan untuk pekerjaan kolom. Pekerjaan penulangan kolom sama dengan pekerjaan penulangan lainnya yaitu harus sesuai dengan ukuran-ukuran yang terdapat dalam gambar kerja dan menjamin bahwa ukuran-ukuran tersebut tidak akan berubah penempatan dan jenisnya. Pemasangan baja tulangan dilakukan berdasarkan ukuran dan bentuk yang sesuai dengan gambar kerja yang sudah diperhitungkan mengenai toleransi penurunannya. Pemasangan dilakukan dengan menggunakan pengganjal jarak selimut beton (beton *decking*) untuk mendapatkan tebal selimut setebal 5 cm harus sudah terpasang sebelum bekisting dipasang.



**Gambar 5.3 Pekerjaan Penulangan Kolom**

(Sumber: dokumentasi pribadi)

#### 8. Pekerjaan pemasangan bekisting

Pada saat pemasangan bekisting harus memastikan semua ikatan terpasang kuat. Rangkaian bekisting harus pas pada posisi sesuai marking yang telah ditentukan. Dalam pekerjaan kolom pemasangan bekisting dibagi menjadi dua bagian karena tinggi kolom mencapai 7-meter sehingga pengecoran dilakukan sebanyak dua kali per 3,5 meternya.

#### 9. Pekerjaan pengecoran kolom

Pada pengecoran kolom digunakan *concrete pump* sebagai alat bantu pengecoran beton. Pengecoran ini dilakukan per 3,5-meter ketinggian kolom. Setelah itu dapat dilakukan pekerjaan penulangan lanjutan kolom hingga pekerjaan pengecoran yang ke dua.



**Gambar 5.4 Pekerjaan Pengecoran Kolom**

(Sumber: dokumentasi pribadi)

#### 10. Pekerjaan pemasangan perancah dan bekisting bawah

Setelah *curing* beton untuk pier kolom yang dilaksanakan minimal selama 7 hari maka dapat dimulai untuk pekerjaan pemasangan perancah untuk kekuatan bekisting dari bawah agar ketika dilakukan penulangan dan pengecoran tidak terjadi keruntuhan. Pada pekerjaan ini menggunakan sistem perancah shoring.

#### 11. Pekerjaan penulangan *pier head* dan pemasangan bekisting samping

Pemasangan besi tulangan dilakukan sesuai dengan gambar kerja yang telah disetujui oleh konsultan pengawas. Pekerjaan penulangan harus memperhatikan posisi dan jarak antar tulangan sesuai dengan yang telah diisyaratkan. Besi tulangan yang digunakan pada *pier head* antara lain diameter 13 mm, 16 mm, dan 32 mm. Pada pekerjaan penulangan *pier head* dilakukan

secara manual. Kemudian dilanjut dengan pemasangan bekisting samping sesuai marking yang telah ditentukan.

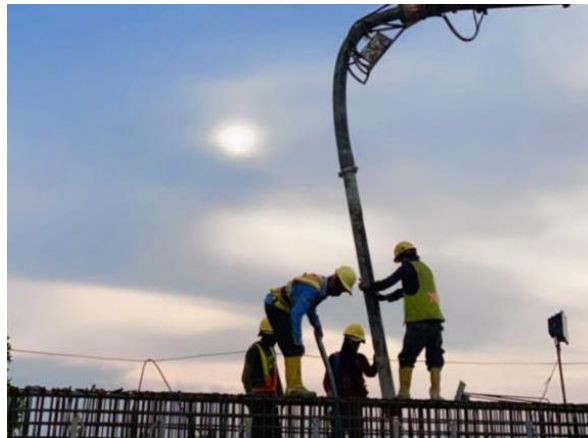


**Gambar 5.5 Pekerjaan Penulangan *Pier Head***

(Sumber: dokumentasi pribadi)

12. Pekerjaan pengecoran *pier head*

Pengecoran dilakukan setelah *formwork* diinspeksi dan dicek dimensi selimut beton dan vertikalitasnya. Selain itu ukuran dan jumlah tulangan *pier head* harus sesuai dengan gambar kerja. Pengecoran *pier head* dilakukan dengan bantuan alat *concrete pump* dan *concrete vibrator*. Pekerjaan pengecoran *pier head* dibagi menjadi dua tahap. Tahap satu merupakan pengecoran *pier head* bagian bawah dan tahap dua merupakan pengecoran *pier head* bagian atas.



**Gambar 5.6 Pekerjaan Pengecoran *Pier Head***  
(Sumber: dokumentasi pribadi)

### 13. Pembongkaran bekisting dan *curing*

Pembongkaran bekisting dilakukan paling cepat setelah umur beton 14 hari. Untuk bekisting samping setelah satu hari sudah bisa dibongkar. Segera setelah bekisting dibongkar permukaan *difinishing* dan *dicuring*. *Curing* permukaan atas beton menggunakan karung goni basah yang ditutupkan ke permukaan beton. Beton tetap dijaga basah selama minimal 7 hari secara terus menerus. Untuk permukaan vertikal, *curing* dilakukan segera setelah bekisting dibuka. *Curing* menggunakan *curing compound* yang disemprotkan secara merata ke permukaan beton dengan alat pompa penyemprot hama.

### 5.3 Subjek Pengamatan

Subjek pengamatan ini adalah mengidentifikasi faktor keterlambatan pekerjaan *erection girder* dan pengendalian waktu terhadap pelaksanaan *erection girder* menggunakan bantuan program *primavera* pada pekerjaan *erection girder* berdasarkan objek dan batasan penelitian yang telah ditentukan.

### 5.4 Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan (*Time Schedule*)

Jadwal pelaksanaan pekerjaan (*Time Schedule*) adalah panduan rencana untuk melaksanakan suatu pekerjaan dalam proyek dan dapat digunakan juga untuk mengevaluasi kemajuan proyek. Dalam *time schedule* terdapat data mengenai jenis pekerjaan beserta volume dan durasi pekerjaan.

Prestasi kerja adalah perbandingan antara realisasi pekerjaan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan. Apabila lebih kecil dari satu maka proyek akan mengalami keterlambatan, dan sebaliknya bila lebih besar dari satu proyek akan mengalami percepatan dalam penyelesaian proyek. Idealnya prestasi kerja adalah satu yaitu antara realisasi pekerjaan sesuai dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan, akan tetapi untuk mewujudkan hal tersebut terkadang sulit. Berbagai kendala yang mengakibatkan ketidaksesuaian realisasi dengan rencana adalah faktor iklim, naik turunnya harga material, produktifitas tenaga dan alat.

Dari jadwal pelaksanaan pekerjaan atau *time schedule*, diperoleh data sebagai berikut:

1. Waktu penyelesaian proyek : 168 hari (24 minggu)
2. Hari kerja : Senin s/d Minggu
3. Waktu kerja efektif : 8 jam/hari
4. Jam kerja : 08.00 – 17.00 WIB
5. Hari libur : Tidak ada

Setelah proyek berjalan selama 4 minggu, diketahui bahwa pada jadwal pelaksanaan proyek mengenai rencana kemajuan proyek adalah 6%, tetapi pada realisasi proyek diperoleh data realisasi kemajuan proyek sebesar 4%. Berdasarkan indikasi tersebut dapat diramalkan bahwa proyek akan mengalami keterlambatan.

Perhitungan proyek adalah sebagai berikut:

$$BCWS \text{ (Budgeted cost of Work Scheduled)} = 6\%$$

$$BCWP \text{ (Budgeted Cost of Work Performed)} = 4\%$$

$$SPI \text{ (Indek kerja jadwal)} = \frac{BCWS}{BCWP} = \frac{4\%}{6\%} = 0,66$$

$$EAC \text{ (Estimate at Clompletion)} = \frac{\text{siswa waktu}}{SPI} + \text{waktu sebelumnya}$$

$$\text{Waktu penyelesaian proyek} = \frac{18 \text{ minggu}}{0,66} + 4 \text{ minggu} = 31,27$$

$$\text{Perkiraan keterlambatan} = 31,27 - 22$$

$$= 7,3 \text{ minggu} \approx 7 \text{ minggu}$$

Faktor yang menyebabkan terjadinya penambahan durasi pada beberapa pekerjaan menurut bapak M. Amin selaku *Team Leader* dikarenakan beberapa faktor yaitu:



1. Faktor pandemi COVID-19 antara lain keterlambatan pengiriman material *spun pile* dan pembatasan kerja yang berakibat pada pengurangan pekerja sehingga menyebabkan efektivitas pekerjaan menurun.
2. Faktor keterlambatan pembayaran material *spun pile*. Hal ini menyebabkan terhentinya pekerjaan pemancangan selama dua hari dikarenakan tidak adanya *supply* material *spun pile* di lapangan.
3. Faktor keterlambatan persiapan alat dan material besi untuk pembesian tiap-tiap item pekerjaan pembesian.
4. Faktor alat yang rusak menyebabkan harus menunggu pengiriman alat yang dapat digunakan.

Untuk menghindari adanya keterlambatan waktu penyelesaian proyek sebesar 7 minggu, dilakukan percepatan proyek dengan cara *crash program*. Dengan mempercepat waktu penyelesaian diharapkan proyek akan selesai sesuai dengan waktu yang direncanakan. Pada kasus ini, percepatan proyek dilakukan pada semua pekerjaan sisa. Untuk mengatasi keterlambatan pada sisa waktu yang ada, maka diperlukan percepatan pada pekerjaan sisa.

## **5.5 Analisis dengan Program Primavera**

Dalam perencanaan penjadwalan ini, digunakan *Primavera Project Planner* yang merupakan suatu paket program sistem penjadwalan proyek. Dengan bantuan program ini akan bisa memperhitungkan jadwal waktu proyek secara terperinci pada tiap pekerjaan. *Primavera Project Planner* juga mampu membantu melakukan pencatatan dan pemantauan atau pengendalian terhadap sumber daya. Dalam perencanaan jadwal *Primavera Project Planner* digunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*).

### **5.5.1 Menentukan Tanggal Mulai dan Tanggal Akhir Proyek**

Dalam *Primavera Project Planner*, ada dua pilihan cara memasukkan data. Pilihan pertama adalah dengan menuliskan tanggal mulai proyek (*Project Start Date*) yang nantinya program akan menghitung kapan proyek akan selesai atau proyek berjalan berdasarkan dengan *Earliest Start*. Pilihan kedua adalah dengan menuliskan tanggal akhir proyek (*Project Finish Date*), yang nantinya program

akan menghitung kapan proyek ini selambat-lambatnya harus dimulai atau proyek berjalan berdasarkan *Latest Start*. Dari perhitungan jenis pertama akan dihasilkan *float* atau tenggang waktu proyek, ini berarti proyek masih punya waktu luang sebelum suatu kegiatan proyek dikerjakan tanpa mempengaruhi aktivitas kegiatan proyek secara keseluruhan (*time scedule* proyek secara keseluruhan). Tanggal mulai proyek ini adalah 14 Maret 2022.

#### 5.5.2 Identifikasi Jalur Kritis dan Float

Pada proses identifikasi jalur kritis dan float digunakan perhitungan dengan cara hitungan maju dan mundur. Dengan hitungan maju akan didapatkan nilai ES dan LS, dan dengan hitungan mundur akan didapatkan nilai EF dan LF.

Dengan adanya *Primavera Project Planner* maka secara otomatis akan didapatkan perhitungan maju dan mundur yang ditunjukkan adanya tanggal-tanggal ES, EF, dan LS, LF dengan memasukkan sifat ketergantungan yang digunakan yaitu FS dan SS.

Sedangkan total float diperoleh dari pengurangan antara EF-ES atau LF-LS. Jika hasil pengurangannya nol, berarti kegiatan itu terdapat pada jalur kritis dan disebut jalur kritis. Lintasan kritis (Critical, Task) adalah lintasan atau jalur kegiatan yang harus selesai pada waktunya sesuai dengan jadwal proyek. Jika kegiatan ini mengalami keterlambatan maka akan mengakibatkan tertundanya kegiatan berikutnya. Dalam *Primavera Project Planner* jika daftar pekerjaan serta durasi dan hubungan kegiatan satu sama lain telah diisikan, maka secara otomatis jalur kritis pada *lay-out* PDM akan ditampilkan dengan warna yang berbeda atau dalam cetak tebal yang berguna untuk membedakannya dengan kegiatan nonkritis lainnya.

### 5.6 Analisis Penjadwalan Dengan Metode PDM

Analisis ini menggunakan metode PDM, dimana jaringan kerja yang termasuk klasifikasi *Activity On Node* (AON). Metode ini digunakan untuk merepresentasikan *network* pekerjaan pada suatu proyek. Langkah awal dalam menyelesaikan masalah adalah membuat jaringan kerja berupa PDM dengan durasi normal berdasarkan *time schedule* yang dibuat pada pelaksanaan *erection girder* di proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing seksi 3. PDM dibuat untuk

menunjukkan keterkaitan antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan lainnya, secara lebih jelas.

Durasi normal adalah 8 jam/hari dan bekerja setiap hari, pekerjaan dimulai dari pukul 08.00 – 12.00 kemudian dilanjutkan lagi pukul 13.00 – 17.00. Durasi normal diperkirakan berdasarkan produktivitas dan sumber daya yang dimiliki. Durasi normal diperkirakan berdasarkan *time schedule* yang dibuat pada pelaksanaan *erection girder* di proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing seksi 3. Secara umum pekerjaan proyek yang dilakukan terdapat dalam Tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5.1 Durasi Normal Pekerjaan**

No	Jenis Pekerjaan	Durasi
1.	pemancangan	26 hari
2.	Penggalian	8 hari
3.	Cutting pile	7 hari
4.	Bobok pile	4 hari
5.	Lean concrete	2 hari
6.	Penulangan pile cap	18 hari
7.	Formwork	2 hari
8.	Pengecoran pile cap	3 hari
9.	Penulangan kolom K1 tahap 1	4 hari
10.	Formwork kolom K1 tahap 1	4 hari
11.	Pengecoran kolom K1 tahap 1	3 hari
12.	Penulangan kolom K2 tahap 1	4 hari
13.	Formwork kolom K2 tahap 1	4 hari
14.	Pengecoran kolom K2 tahap 1	3 hari
15.	Penulangan kolom K1 tahap 2	4 hari
16.	Formwork kolom K1 tahap 2	4 hari
17.	Pengecoran kolom K1 tahap 2	3 hari
18.	Penulangan kolom K2 tahap 2	4 hari
19.	Formwork kolom K2 tahap 2	4 hari

**Lanjutan Tabel 5.1 Durasi Normal Pekerjaan**

20.	Pengecoran kolom K2 tahap 2	3 hari
21.	Penulangan kolom K3 tahap 1	4 hari
22.	Formwork kolom K3 tahap 1	4 hari
23.	Pengecoran kolom K3 tahap 1	3 hari
24.	Penulangan kolom K4 tahap 1	4 hari
25.	Formwork kolom K4 tahap 1	4 hari
26.	Pengecoran kolom K4 tahap 1	3 hari
27.	Penulangan kolom K3 tahap 2	4 hari
28.	Formwork kolom K3 tahap 2	4 hari
29.	Pengecoran kolom K3 tahap 2	3 hari
30.	Penulangan kolom K4 tahap 2	4 hari
31.	Formwork kolom K4 tahap 2	4 hari
32.	Pengecoran kolom K4 tahap 2	3 hari
33.	Perancah	12 hari
34.	Formwork bawah pier	4 hari
35.	Penulangan pier	10 hari
36.	Formwork tepi	4 hari
37.	Pengecoran pier	3 hari

(Sumber: Data Proyek)

Pada Tabel 5.1 merupakan durasi normal yang diambil secara keseluruhan setiap pekerjaan pada pelaksanaan *erection girder* di proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing seksi 3. Melalui metode PDM sangat efektif untuk pekerjaan yang sifatnya berulang, atau terdapat aktivitas yang dapat dikerjakan secara bersamaan. Setelah mendapatkan durasi normal tiap-tiap pekerjaan, Langkah selanjutnya yaitu menentukan hubungan antar kegiatan yang dapat dilihat pada tabel 5.2 sebagai berikut.

**Tabel 5.2 Penentuan Hubungan Jaringan Kerja Dalam Bentuk Kegiatan Sebelumnya (*Prodesessor*)**

<b>ID</b>	<b>Item Pekerjaan</b>	<b>Durasi</b>	<b>Prodesessor</b>
2	pemancangan	26 hari	
3	Penggalian	8 hari	2
4	Cutting pile	7 hari	3
5	Bobok pile	4 hari	4
7	Lean concrete	2 hari	5
8	Penulangan pile cap	18 hari	7
9	Formwork	2 hari	8
10	Pengecoran pile cap	3 hari	9
12	Penulangan kolom K1 tahap 1	4 hari	10
14	Formwork kolom K1 tahap 1	4 hari	12
16	Pengecoran kolom K1 tahap 1	3 hari	14
13	Penulangan kolom K2 tahap 1	4 hari	16
15	Formwork kolom K2 tahap 1	4 hari	13
17	Pengecoran kolom K2 tahap 1	3 hari	15
18	Penulangan kolom K1 tahap 2	4 hari	17
20	Formwork kolom K1 tahap 2	4 hari	18
22	Pengecoran kolom K1 tahap 2	3 hari	20
19	Penulangan kolom K2 tahap 2	4 hari	22
21	Formwork kolom K2 tahap 2	4 hari	19
23	Pengecoran kolom K2 tahap 2	3 hari	21
24	Penulangan kolom K3 tahap 1	4 hari	23
26	Formwork kolom K3 tahap 1	4 hari	24
28	Pengecoran kolom K3 tahap 1	3 hari	26
25	Penulangan kolom K4 tahap 1	4 hari	28
27	Formwork kolom K4 tahap 1	4 hari	25
29	Pengecoran kolom K4 tahap 1	3 hari	27
30	Penulangan kolom K3 tahap 2	4 hari	29

**Lanjutan Tabel 5.2 Penentuan Hubungan Jaringan Kerja Dalam Bentuk Kegiatan Sebelumnya (*Predecessor*)**

32	Formwork kolom K3 tahap 2	4 hari	30
34	Pengecoran kolom K3 tahap 2	3 hari	32
31	Penulangan kolom K4 tahap 2	4 hari	34
33	Formwork kolom K4 tahap 2	4 hari	31
35	Pengecoran kolom K4 tahap 2	3 hari	33
36	Perancah	12 hari	35
37	Formwork bawah pier	4 hari	36
38	Penulangan pier	10 hari	37
39	Formwork tepi	4 hari	38
40	Pengecoran pier	3 hari	39

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3 Pekerjaan *erection girder* P5. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode *crasing*, *overlapping*, dan gabungan antara *crashing* dan *overlapping* untuk menentukan durasi penyelesaiannya. Data akan dianalisa menggunakan program Primavera P6 dan Ms Excel.

Analisa data menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dilaksanakan dengan mengikuti tahapan sebagai berikut:

1. Mentransfer jadwal pelaksanaan ke menu barchart untuk melihat ketergantungan antar pekerjaan.
2. Menginventaris dan memberi kode pada setiap kegiatan guna memudahkan penggambaran diagram.
3. Menentukan waktu yang sesuai dengan jadwal pelaksanaan
4. Menggambar diagram PDM
5. Melakukan perhitungan maju untuk mengetahui ES (*Earliest Start*) dan EF (*Earliest Finish*)
6. Melakukan perhitungan mundur untuk melihat LS (*Latest Start*) dan LF (*Latest Finish*) untuk mengetahui jalur kritis.

### 5.6.1 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja

#### 7. Menentukan produktivitas kerja per hari

Kapasitas kerja per hari digunakan untuk mencari jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada tiap-tiap pekerjaan, sebelum mendapatkan angka produktivitas dibutuhkan kapasitas kerja dari tenaga kerja tersebut. Kapasitas kerja dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Produktivitas Kerja} = \frac{1}{\text{Koefisien Tenaga Kerja}}$$

(Sumber: Nuhuyan, 2019)

#### a. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan penggalian

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0,1398$$

$$\text{Mandor} = 0,0132$$

(Nilai koefisien didapat dari data proyek)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,1398} = 7,153 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,0132} = 75,75 \text{ m}^3/\text{hari}$$

#### b. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan cutting pile

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0,076$$

$$\text{Mandor} = 0,015$$

(Nilai koefisien didapat dari data proyek)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,076} = 13,15 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,015} = 65,57 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 5.3 hingga tabel 5.33.

**Tabel 5.3 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penggalan**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	7,153
2.	Mandor	75,75

**Tabel 5.4 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Cutting Pile**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	13,15
2.	Mandor	65,57

**Tabel 5.5 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Bobok Pile**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	2,55
2.	Mandor	12,75

**Tabel 5.6 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan *Lean Concrete***

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	3,34
2.	Mandor	16,70

**Tabel 5.7 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Pile Cap**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	538,49
2.	Mandor	7000,39
3.	Tukang Besi	1166,73



**Tabel 5.8 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Pile Cap**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	13,52
2.	Mandor	67,62

**Tabel 5.9 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Pile Cap**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Tukang cor	23,11
2.	Mandor	231,16

**Tabel 5.10 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Kolom K1 Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	171,36
2.	Mandor	514,08
3.	Tukang besi	257,04

**Tabel 5.11 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Kolom K1 Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	1,5
2.	Mandor	4,5

**Tabel 5.12 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Kolom K1 Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Tukang cor	0,745
2.	Mandor	2,98

**Tabel 5.13 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Kolom K1  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	171,36
2.	Mandor	514,08
3.	Tukang besi	257,04

**Tabel 5.14 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Kolom K1  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	1,5
2.	Mandor	4,5

**Tabel 5.15 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Kolom K1  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Tukang cor	0,745
2.	Mandor	2,98

**Tabel 5.16 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Kolom K2  
Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	175,13
2.	Mandor	525,38
3.	Tukang besi	262,69

**Tabel 5.17 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Kolom K2****Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Pekerja	1,5
2.	Mandor	4,6

**Tabel 5.18 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Kolom K2****Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Tukang cor	0,745
2.	Mandor	2,98

**Tabel 5.19 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Kolom K2****Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Pekerja	175,13
2.	Mandor	525,38
3.	Tukang besi	262,69

**Tabel 5.20 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Kolom K2****Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Pekerja	1,5
2.	Mandor	4,6

**Tabel 5.21 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Kolom K2****Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Tukang cor	0,745
2.	Mandor	2,98

**Tabel 5.22 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Kolom K3****Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Pekerja	175,47
2.	Mandor	526,42
3.	Tukang besi	263,21

**Tabel 5.23 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Kolom K3****Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Pekerja	1,5
2.	Mandor	4,5

**Tabel 5.24 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Kolom K3****Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Tukang cor	0,77
2.	Mandor	3,10

**Tabel 5.25 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Kolom K3  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	175,47
2.	Mandor	526,42
3.	Tukang besi	263,21

**Tabel 5.26 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Kolom K3  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	1,5
2.	Mandor	4,5

**Tabel 5.27 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Kolom K3  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Tukang cor	0,77
2.	Mandor	3,10

**Tabel 5.28 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Kolom K4  
Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Pekerja	175,47
2.	Mandor	520,67
3.	Tukang besi	260,33

**Tabel 5.29 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Kolom K4  
Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Pekerja	1,5
2.	Mandor	4,6

**Tabel 5.30 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Kolom K4  
Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Tukang cor	0,77
2.	Mandor	3,10

**Tabel 5.31 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Penulangan Kolom K4  
Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Pekerja	175,47
2.	Mandor	520,67
3.	Tukang besi	260,33

**Tabel 5.32 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Formwork Kolom K4  
Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Produktivitas kerja (m<sup>3</sup>/hari)</b>
1.	Pekerja	1,5
2.	Mandor	4,6

**Tabel 5.33 Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pengecoran Kolom K4  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Produktivitas kerja (m <sup>3</sup> /hari)
1.	Tukang cor	0,77
2.	Mandor	3,10

### 5.6.2 Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari

Langkah selanjutnya setelah menentukan nilai produktivitas tenaga kerja adalah mencari jumlah tenaga kerja per hari. Jumlah tenaga kerja per hari dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja} \times \text{durasi pekerjaan}}$$

(Sumber: Nuhuyan, 2019)

#### 1. Jumlah tenaga kerja per hari pada pekerjaan penggalian

$$\text{Volume pekerjaan} = 75,53 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi} = 8 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{75,53}{7,153 \times 8} = 1,319 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{75,53}{75,75 \times 8} = 0,125 \text{ OH}$$

#### 2. Jumlah tenaga kerja per hari pada pekerjaan cutting pile

$$\text{Volume pekerjaan} = 65,57 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi} = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{65,57}{13,15 \times 7} = 1,712 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{65,57}{66,66 \times 7} = 0,141 \text{ OH}$$

Untuk selanjutnya perhitungan jumlah tenaga kerja per hari di Proyek pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing seksi 3 pekerjaan *erection girder* di P5 ditunjukkan pada Tabel 5.34 hingga Tabel 5.64.

**Tabel 5.34 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penggalan**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	1,319
2.	Mandor	0,125

**Tabel 5.35 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Cutting Pile**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	1,712
2.	Mandor	0,141

**Tabel 5.36 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Bobok Pile**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	1,25
2.	Mandor	0,25

**Tabel 5.37 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan *Lean Concrete***

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	2,5
2.	Mandor	0,65

**Tabel 5.38 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penulangan Pile Cap**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	0,72
2.	Mandor	0,55
	Tukang Besi	0,33



**Tabel 5.39 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Formwork Pile Cap**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	2,5
2.	Mandor	0,5

**Tabel 5.40 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Pengecoran Pile Cap**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Tukang cor	3,33
2.	Mandor	0,33

**Tabel 5.41 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penulangan Kolom K1 Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25
3.	Tukang besi	0,5

**Tabel 5.42 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Formwork Kolom K1 Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25

**Tabel 5.43 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K1 Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Tukang cor	1,33
2.	Mandor	0,33

**Tabel 5.44 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penulangan Kolom K1  
Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25
3.	Tukang besi	0,5

**Tabel 5.45 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Formwork Kolom K1  
Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25

**Tabel 5.46 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K1  
Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Tukang cor	1,33
2.	Mandor	0,33

**Tabel 5.47 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penulangan Kolom K2  
Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25
3.	Tukang besi	0,5

**Tabel 5.48 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Formwork Kolom K2****Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25

**Tabel 5.49 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K2****Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Tukang cor	1,33
2.	Mandor	0,33

**Tabel 5.50 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penulangan Kolom K2****Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25
3.	Tukang besi	0,5

**Tabel 5.51 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Formwork Kolom K2****Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25

**Tabel 5.52 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan pengecoran Kolom K2  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Tukang cor	1,33
2.	Mandor	0,33

**Tabel 5.53 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penulangan Kolom K3  
Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25
3.	Tukang besi	0,5

**Tabel 5.54 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Formwork Kolom K3  
Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25

**Tabel 5.55 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan pengecoran Kolom K3  
Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Tukang cor	1,33
2.	Mandor	0,33

**Tabel 5.56 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penulangan Kolom K3  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25
3.	Tukang besi	0,5

**Tabel 5.57 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Formwork Kolom K3  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25

**Tabel 5.58 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K3  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Tukang cor	1,33
2.	Mandor	0,33

**Tabel 5.59 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penulangan Kolom K4  
Tahap 1**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25
3.	Tukang besi	0,5

**Tabel 5.60 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Formwork Kolom K4  
Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25

**Tabel 5.61 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K4  
Tahap 1**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Tukang cor	1,33
2.	Mandor	0,33

**Tabel 5.62 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Penulangan Kolom K4  
Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25
3.	Tukang besi	0,5

**Tabel 5.63 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Formwork Kolom K4  
Tahap 2**

<b>No.</b>	<b>Jenis Pekerja</b>	<b>Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)</b>
1.	Pekerja	0,75
2.	Mandor	0,25

**Tabel 5.64 Jumlah Tenaga Kerja Per hari Pekerjaan Pengecoran Kolom K4  
Tahap 2**

No.	Jenis Pekerja	Jumlah Tenaga Kerja Per hari (OH)
1.	Tukang cor	1,33
2.	Mandor	0,33

### 5.6.3 Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek

Pada penelitian ini akan dilakukan proses percepatan (*crashing*) dengan menggunakan sistem *shiff* menggunakan metode PDM. Dari hasil yang didapat akan dibandingkan dengan durasi proyek pada pekerjaan normal.

#### 1. Menentukan produktivitas kerja *shiff* per hari

Menentukan produktivitas kerja *shiff* memiliki perbedaan dengan menentukan produktivitas kerja biasa, dikarenakan koefisien produktivitas tenaga kerja pada system *shiff* diambil angka 11% dari 11% - 17% (Nuhuyan, 20019). Dapat dilihat contoh perhitungan berikut.

##### a. Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan system *shiff* pada pekerjaan cutting pile

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \text{prod. Kerja/ hari normal} + (\text{prod. Kerja/hari} - (\text{prod. Kerja/hari} \times 11\%))$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 13,15 + (13,15 - (13,15 \times 11\%)) \\ &= 24,85 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 65,57 + (65,57 - (65,57 \times 11\%)) \\ &= 23,92 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

#### 2. Menentukan durasi kerja *crashing*

Proyek pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing seksi 3 pekerjaan *erection girder* di P5 mengalami keterlambatan dan akan dipercepat dengan mengurangi durasi di pekerjaan tersebut dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

Menghitung durasi *crashing* pada pekerjaan cutting pile

$$\begin{aligned} \text{Durasi kerja } \textit{crashing} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{prod.tenaga kerja } \textit{shiff} \times \text{jumlah tenaga kerja}} \\ \text{Pekerja} &= \frac{459}{24,85 \times 1,712} = 5 \text{ hari} \\ \text{Mandor} &= \frac{459}{23,92 \times 1,712} = 5 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya perhitungan durasi kerja *crashing* Analisis kebutuhan resource pada pekerjaan *crashing* di Proyek pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing seksi 3 pekerjaan *erection girder* di P5 ditunjukkan pada Tabel 5.65.

**Tabel 5.65 Rekapitulasi Durasi Normal dan Durasi *Crashing***

Jenis Pekerjaan	Durasi Awal	Durasi <i>Crashing</i>
Penggalian	8 hari	8 hari
Cutting pile	7 hari	5 hari
Bobok pile	4 hari	4 hari
Lean concrete	2 hari	2 hari
Penulangan pile cap	18 hari	6 hari
Formwork	2 hari	2 hari
Pengecoran pile cap	3 hari	2 hari
Penulangan kolom K1 tahap 1	4 hari	3 hari
Formwork kolom K1 tahap 1	4 hari	4 hari
Pengecoran kolom K1 tahap 1	3 hari	1 hari
Penulangan kolom K2 tahap 1	4 hari	3 hari
Formwork kolom K2 tahap 1	4 hari	4 hari
Pengecoran kolom K2 tahap 1	3 hari	1 hari



**Lanjutan Tabel 5.65 Rekapitulasi Durasi Normal dan Durasi *Crashing***

Penulangan kolom K1 tahap 2	4 hari	3 hari
Formwork kolom K1 tahap 2	4 hari	4 hari
Pengecoran kolom K1 tahap 2	3 hari	1 hari
Penulangan kolom K2 tahap 2	4 hari	3 hari
Formwork kolom K2 tahap 2	4 hari	4 hari
Pengecoran kolom K2 tahap 2	3 hari	1 hari
Penulangan kolom K3 tahap 1	4 hari	3 hari
Formwork kolom K3 tahap 1	4 hari	4 hari
Pengecoran kolom K3 tahap 1	3 hari	1 hari
Penulangan kolom K4 tahap 1	4 hari	3 hari
Formwork kolom K4 tahap 1	4 hari	4 hari
Pengecoran kolom K4 tahap 1	3 hari	1 hari
Penulangan kolom K3 tahap 2	4 hari	3 hari
Formwork kolom K3 tahap 2	4 hari	4 hari
Pengecoran kolom K3 tahap 2	3 hari	1 hari

**Lanjutan Tabel 5.65 Rekapitulasi Durasi Normal dan Durasi *Crashing***

Penulangan kolom K4 tahap 2	4 hari	3 hari
Formwork kolom K4 tahap 2	4 hari	4 hari
Pengecoran kolom K4 tahap 2	3 hari	1 hari
Perancah	12 hari	9 hari
Formwork bawah pier	4 hari	4 hari
Penulangan pier	10 hari	5 hari
Formwork tepi	4 hari	4 hari
Pengecoran pier	3 hari	2 hari

### 5.7 Hubungan Konstraiin PDM (*Precedence Diagram Method*) Dengan Percepatan Proyek

PDM (*Precedence Diagram Method*) memiliki kelebihan konstrainnya yang memungkinkan terjadinya *overlapping* (tumpang tindih) suatu pekerjaan, sehingga dapat merencanakan suatu proyek konstruksi dengan lebih cepat. Dengan pemakaian alat bantu program *Primavera Project Planner*, maka fase-fase dalam proyek konstruksi (khususnya fase perencanaan dan fase pengendalian) dapat dilaksanakan dengan lebih mudah dan cepat.

keunggulan dari *Primavera Project Planner* dibandingkan dengan *software* yang lain adalah terdapat pada berbagai fasilitas pendukungnya, seperti:

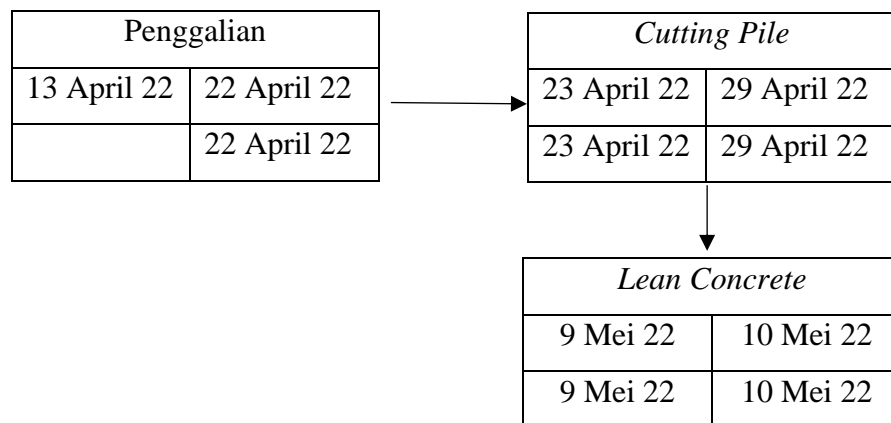
1. *Lay out* yang memudahkan bagi perencana untuk merubah durasi hanya menggeser *bar chart*-nya.
2. Perencanaan kalender kerja yang bisa sampai pada jam kerjanya.
3. Fasilitas *Primavera Easy Review* memungkinkan perencanaan untuk mengubah logika ketergantungan tiap pekerjaan.

Konstraiin dalam PDM ada 4 macam yaitu FS (*Finish to start*), SS (*Start to Start*), FF (*Finish to Finish*), dan SF (*Start to Finish*). Pekerjaan konstruksi mempunyai hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Konstraiin pekerjaan dapat

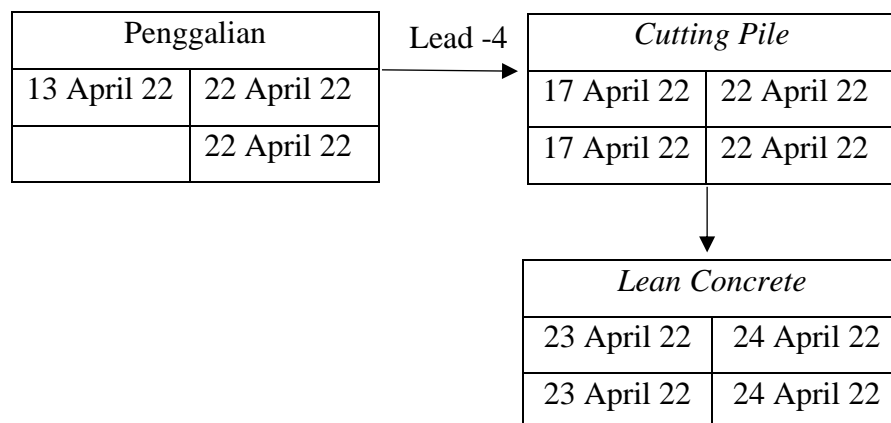
dirubah hanya pada pekerjaan yang belum dimulai. Dalam penelitian ini ada beberapa pekerjaan yang dapat dirubah konstrainnya dan ada pekerjaan yang hanya dilakukan percepatan saja tanpa merubah konstrainnya.

1. Pekerjaan penggalian – *lean concrete*

Pekerjaan penggalian merupakan pekerjaan tidak kritis dimana pekerjaan tersebut memiliki *successor* yaitu *cutting pile* dengan hubungan FS (*Finish to start*). pekerjaan *cutting pile* dapat dimulai lebih maju (*overlapping*) terhadap pekerjaan penggalian.



**Gambar 5.7 Pekerjaan Penggalian – *Lean Concrete* Sebelum Mengalami Percepatan**

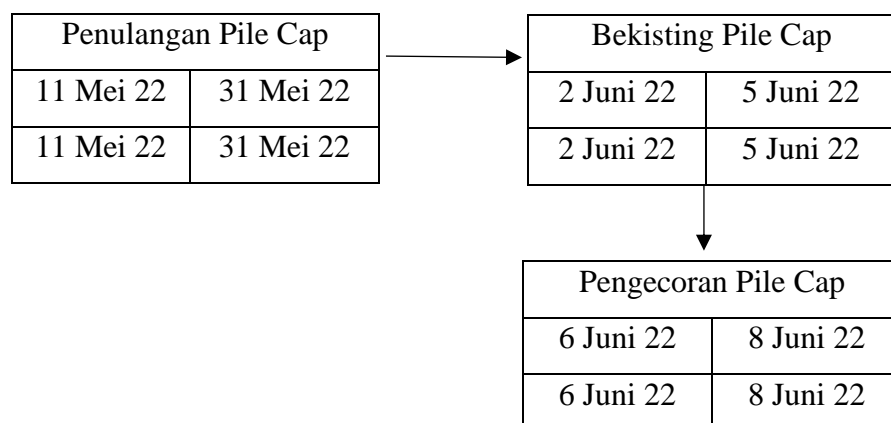


### Gambar 5.8 Pekerjaan Penggalan – *Lean Concrete* Setelah Mengalami Percepatan

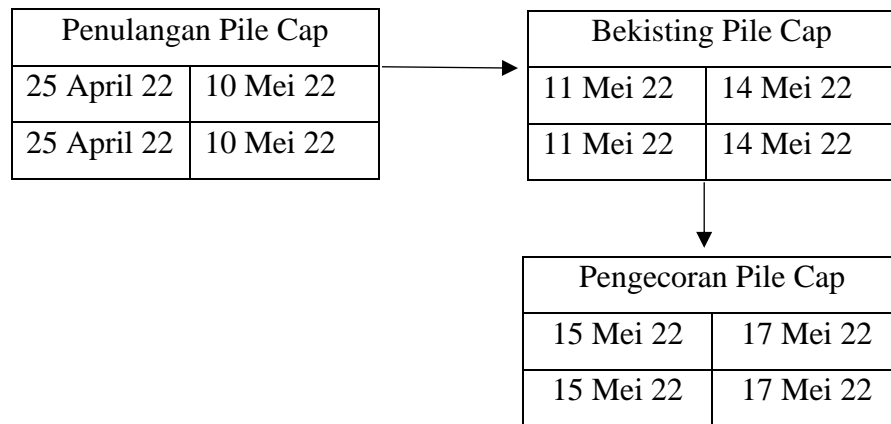
Dari Gambar 5.7 yang semula konstrain dari pekerjaan penggalan dan *cutting pile* menjadi FF (*finish to finish*). Dapat dilihat pada gambar 5.8 bahwa pekerjaan *cutting pile* dapat dipercepat dengan cara *lead* -4 dan akan selesai bersamaan dengan pekerjaan penggalan.

#### 2. Pekerjaan *pile cap*

Pada pekerjaan penulangan *pile cap* sampai dengan pengecoran *pile cap* merupakan pekerjaan kritis artinya seluruh rangkaian pekerjaan harus berurutan dan pekerjaan setelahnya baru dapat dimulai ketika pekerjaan sebelumnya selesai 100% terlebih dahulu. Pada pekerjaan penulangan *pile cap* dan pekerjaan pemasangan bekisting *pile cap* mempunyai hubungan konstrain FS (*finish to start*). Dapat dilihat pada pada Gambar 5.10 dan 5.11.



Gambar 5.10 Pekerjaan Pile Cap Sebelum Mengalami Percepatan



**Gambar 5.11 Pekerjaan Pile Cap Setelah Mengalami Percepatan**

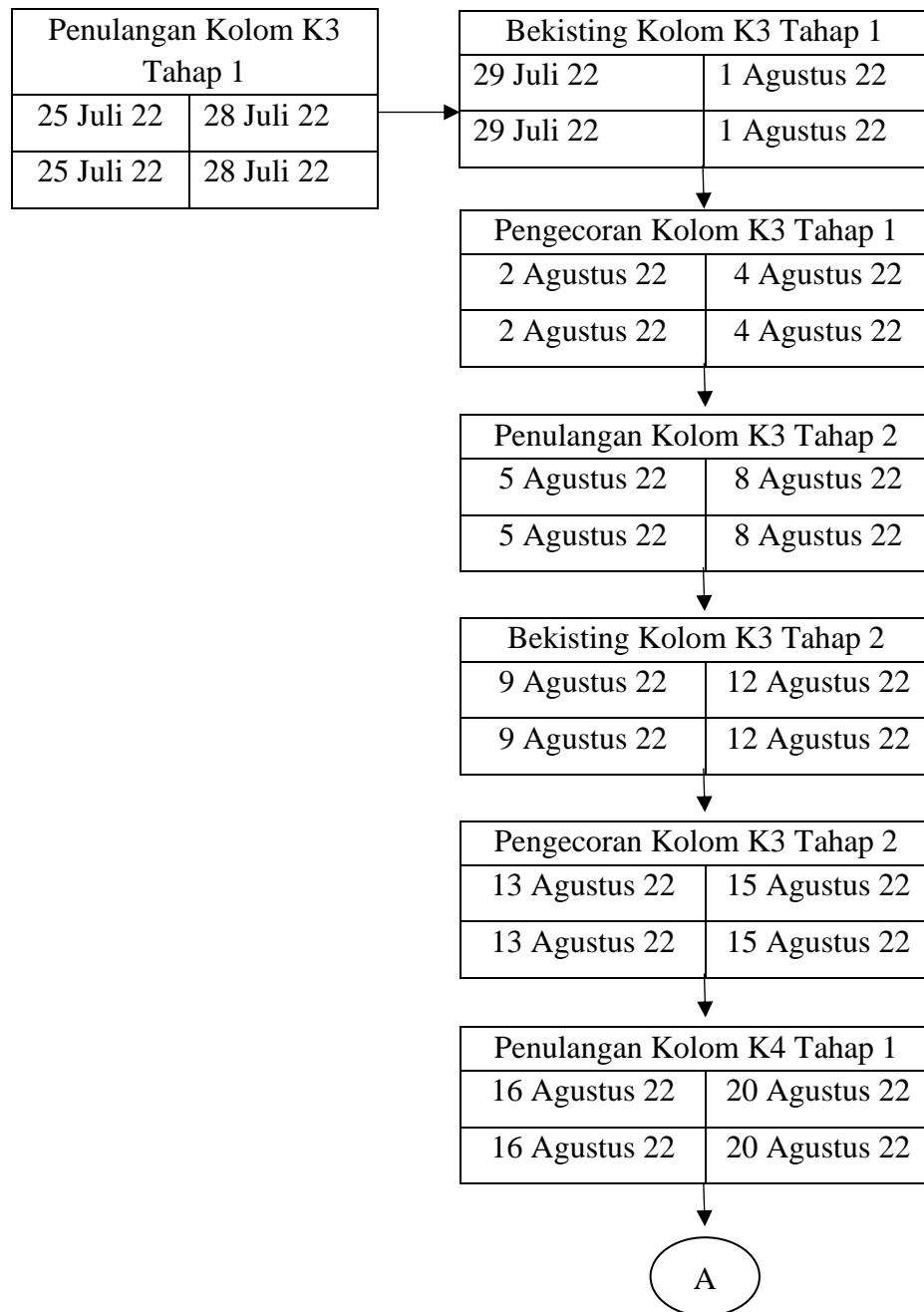
Dari Gambar 5.11 konstrain dari pekerjaan penulangan *pile cap* tetap FS (*finish to start*).

## 3. Pekerjaan Kolom





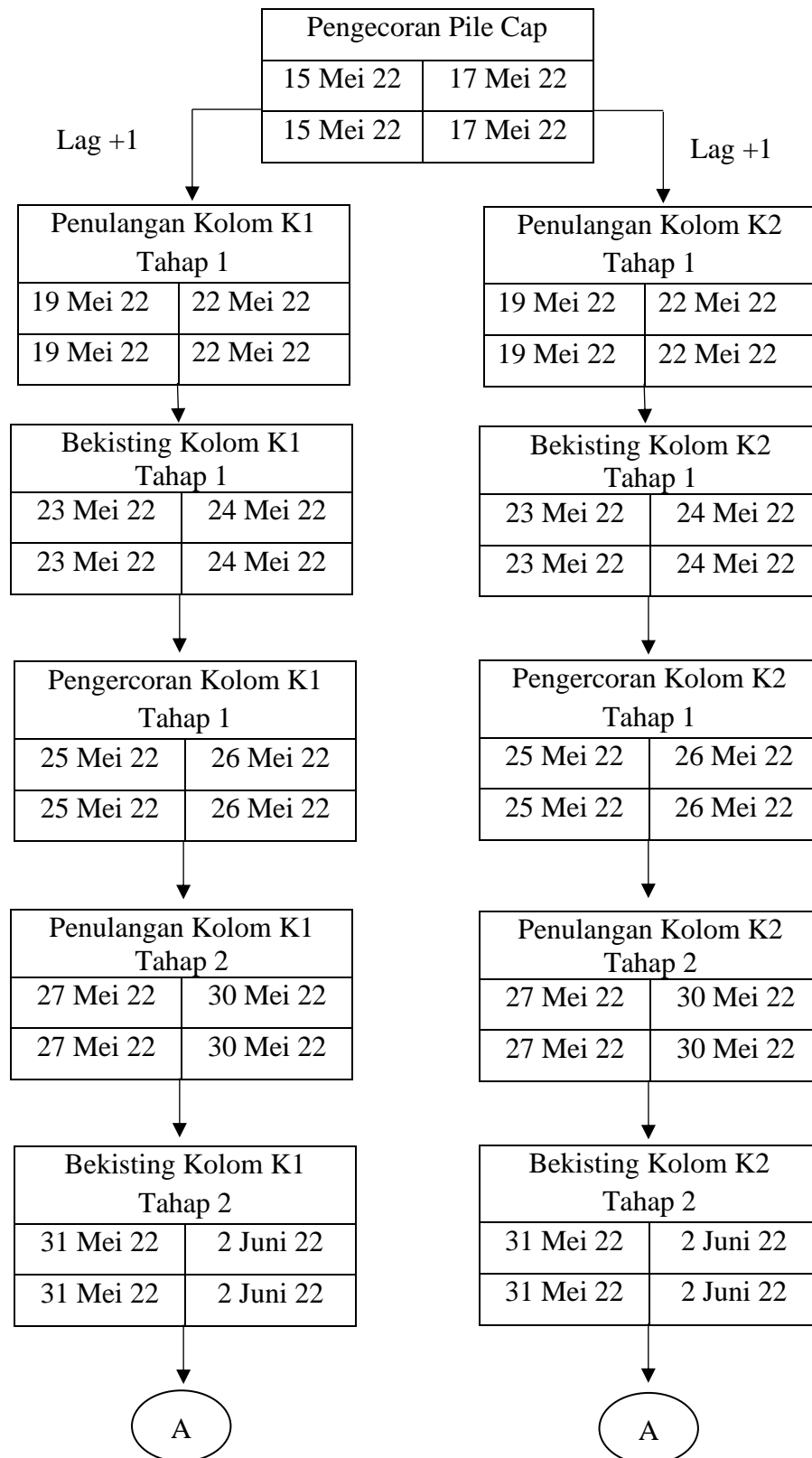
**Gambar 5.12 Pekerjaan Kolom K1 dan K2 Sebelum Mengalami Percepatan**

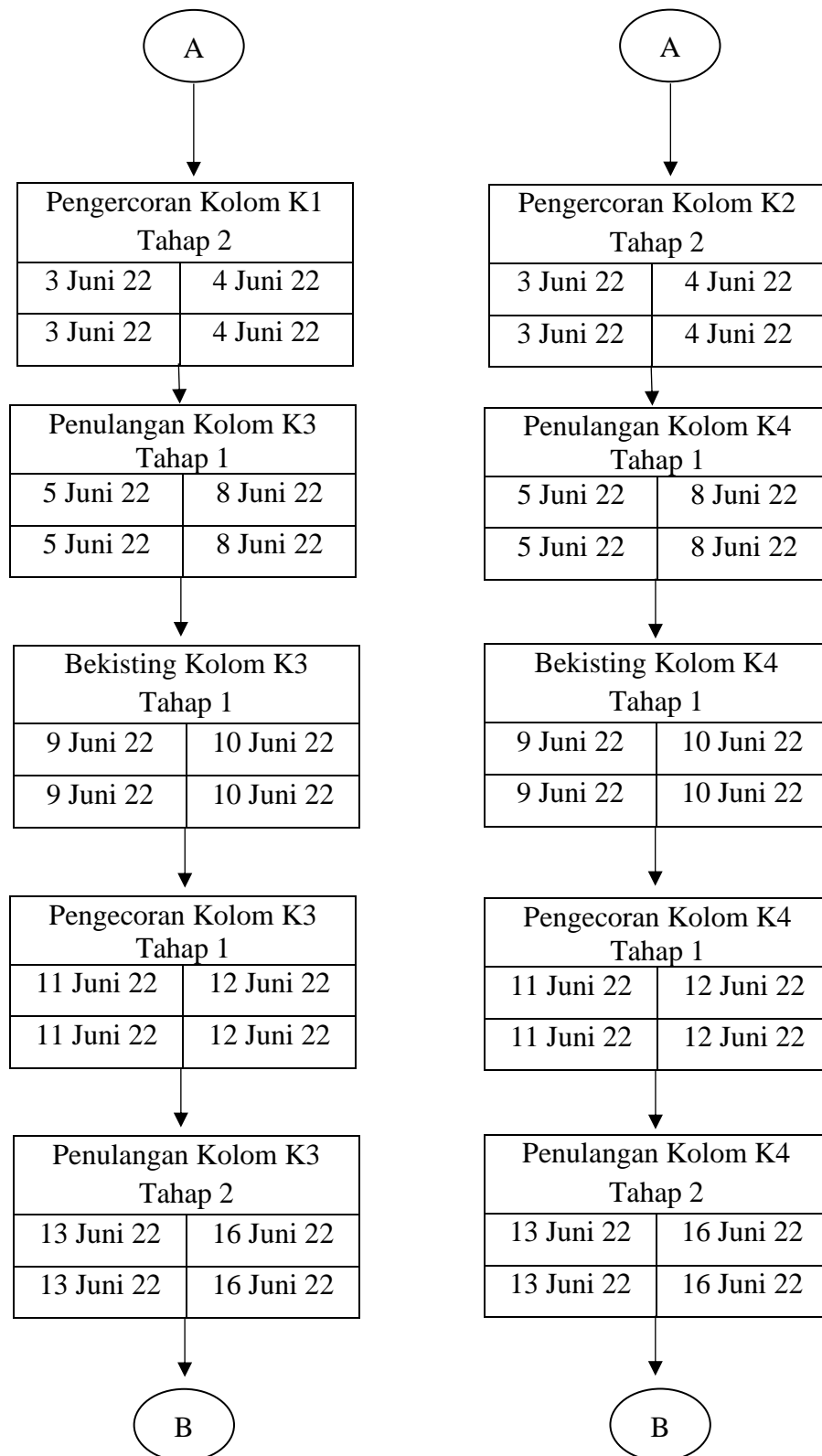


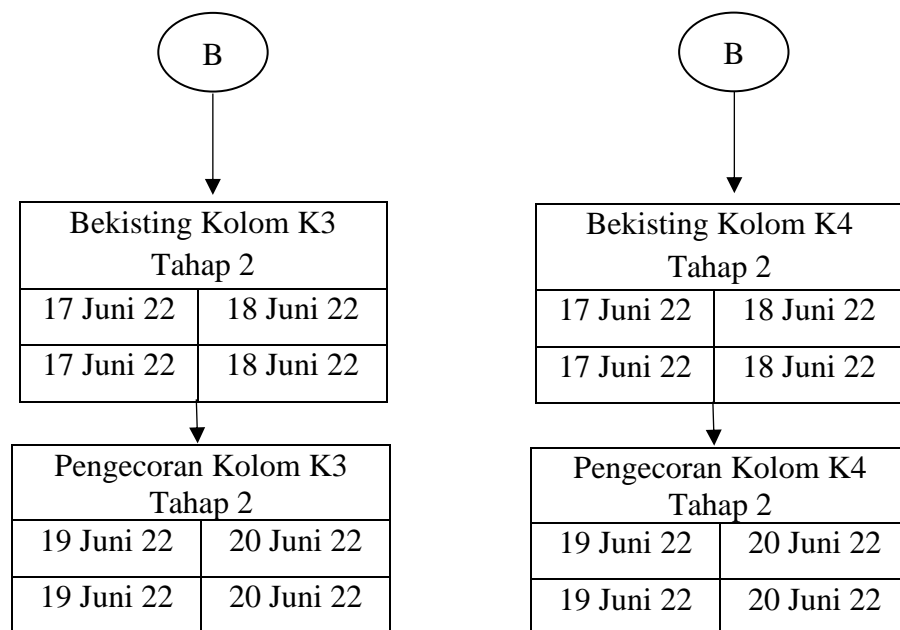




**Gambar 5.13 Pekerjaan Kolom K3 dan K4 Sebelum Mengalami Percepatan**





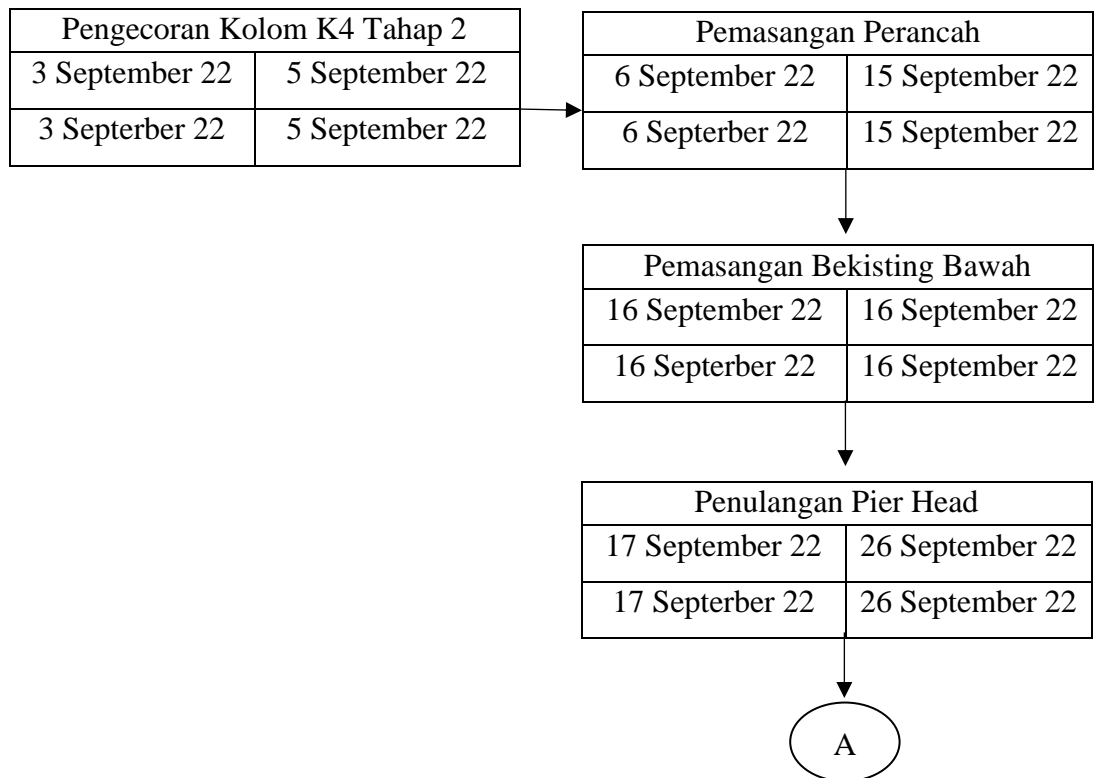


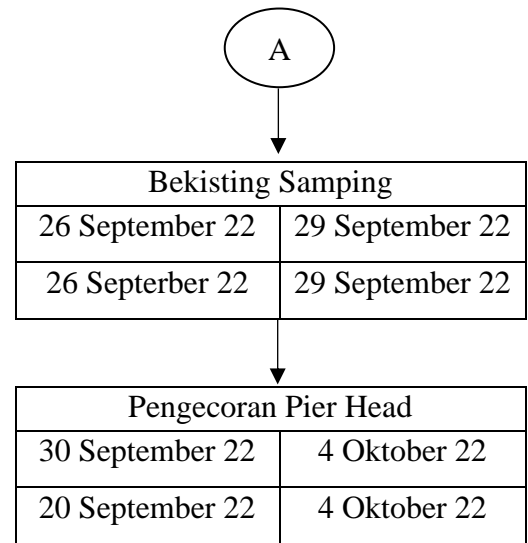
**Gambar 5.14 Pekerjaan Kolom K1, K2, K3, dan K4 Sesudah Mengalami Percepatan**

Pada Gambar 5.11 dan 5.12 pekerjaan kolom K1, K2, K3, dan K4 mempunyai hubungan konstrain FS (*finish to start*) yang artinya seluruh rangkaian pekerjaan harus berurutan dan pekerjaan setelahnya baru dapat dimulai ketika pekerjaan sebelumnya selesai 100% terlebih dahulu. Terlihat pada Gambar 5.11 dan 5.12 pekerjaan kolom pekerjaan kolom K1, K2, K3, dan K4 tidak mempunyai ketergantungan antar pekerjaan maka pekerjaan kolom K1 dan K2 dapat dimulai secara bersamaan dengan hubungan konstrain berubah menjadi SS (*start to start*) dapat dilihat pada Gambar 5.13. Setelah pekerjaan kolom K1 dan K2 selesai 100% selanjutnya dapat dilanjutkan pada pekerjaan kolom K3 dan K4. Pekerjaan kolom K3 dan K4 hubungan konstrainnya berubah sama seperti pekerjaan kolom K1 dan K2 yaitu SS (*start to start*).

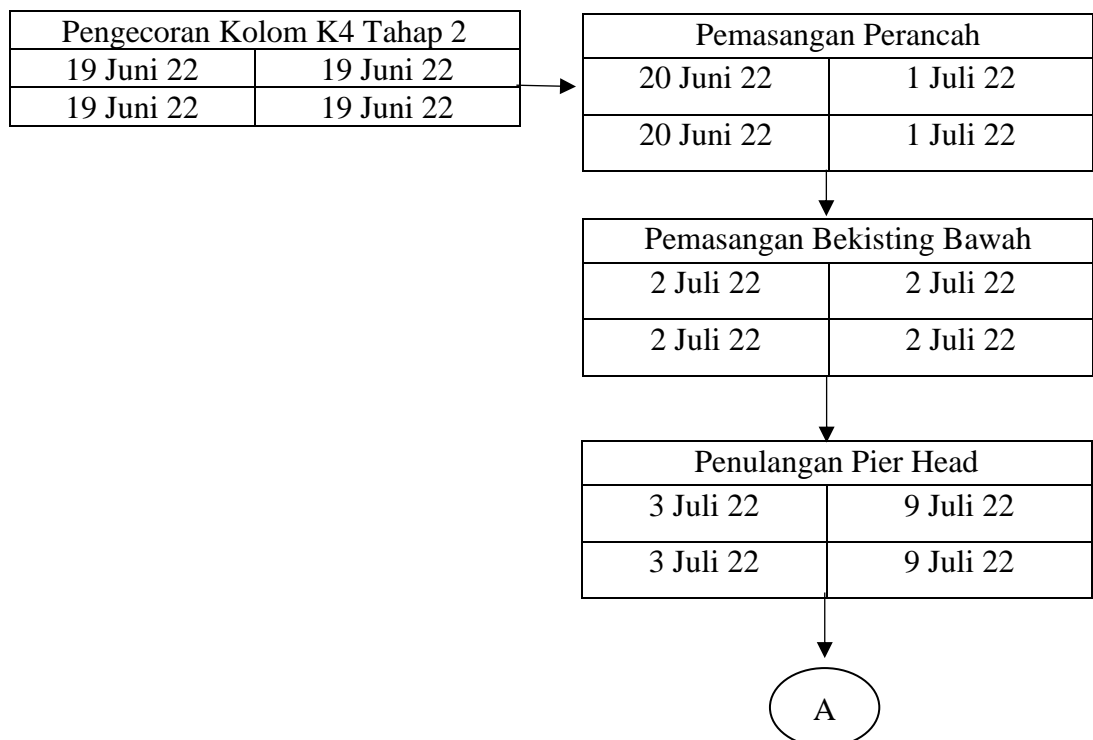
#### 4. Pekerjaan *pier head*

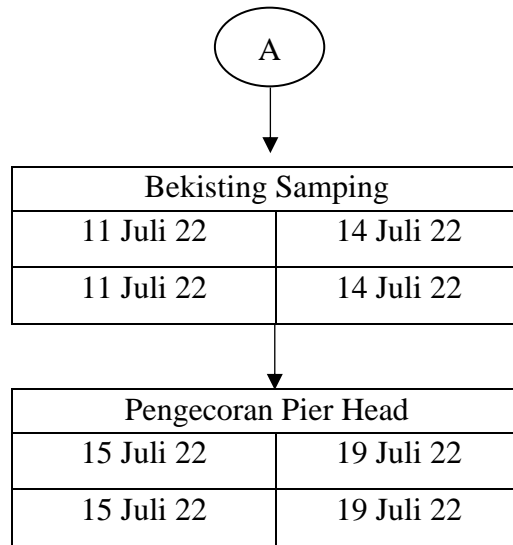
Pada pekerjaan penulangan *pier head* sampai dengan pengecoran *pier head* merupakan pekerjaan kritis artinya seluruh rangkaian pekerjaan harus berurutan dan pekerjaan setelahnya baru dapat dimulai ketika pekerjaan sebelumnya selesai 100% terlebih dahulu. Pada pekerjaan penulangan *pier head* dan pekerjaan pemasangan bekisting *pier head* mempunyai hubungan konstrain FS (*finish to start*). Dapat dilihat pada pada Gambar 5.14 dan 5.15.





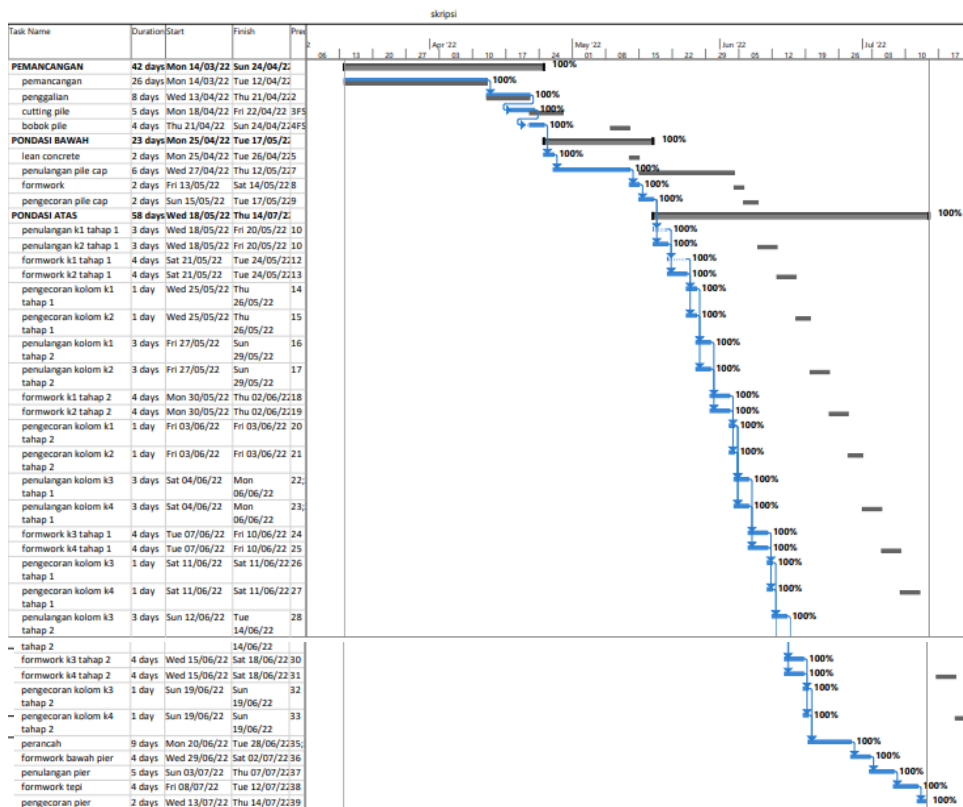
**Gambar 5.15 Pekerjaan Pier Head Sebelum Mengalami Percepatan**





**Gambar 5.16 Pekerjaan Pier Head Setelah Mengalami Percepatan**

Hasil perhitungan *crash duration* dapat dilihat pada Gambar 5.7.

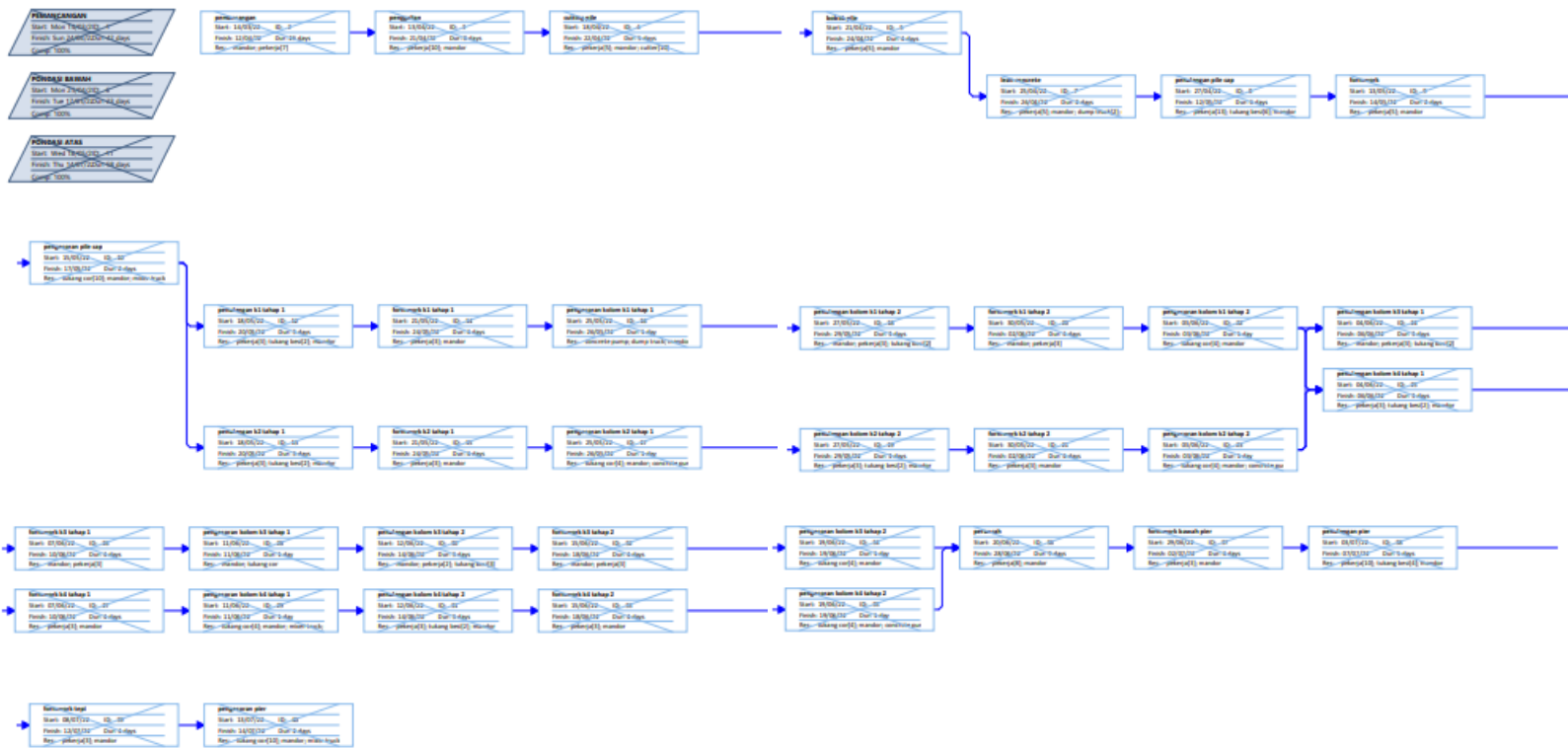


**Gambar 5.7 Penjadwalan Proyek Sesuai Dengan Hasil *Chrasing***

## 5.8 Pembahasan

Dari hasil analisis penjadwalan ulang dengan perhitungan durasi menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) yaitu menunjukkan bahwa dengan metode PDM dapat menyelesaikan Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3 pekerjaan *erection girder* di P5 dalam durasi 117 hari yang dimana lebih cepat dibandingkan jadwal realisasi sebesar 165 hari dengan selisih sebanyak 48 hari. Dengan menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dapat mengoptimalkan karena adanya kegiatan tumpang tindih pada proyek yaitu pekerjaan penggalian dapat berjalan bersamaan dengan pekerjaan cutting pile dengan lead -4 dan hubungan pekerjaan berubah dari FS menjadi FF. Pekerjaan kolom K1 dapat dilakukan tumpang tindih dengan pekerjaan kolom K2 dan hubungan pekerjaan berubah dari FS menjadi SS. Bergitu juga dengan pekerjaan kolom K3 dan K4. Berdasarkan penjadwalan ulang yang telah dilakukan dengan metode PDM terjadi percepatan. hasil pengolahan tersebut Jaringan PDM pekerjaan setelah dipercepat dapat dilihat pada Gambar 5.8.





Gambar 5.8 Jaringan *Precedence Diagram Method* (PDM) Setelah Dipercepat

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pembahasan evaluasi penjadwalan pelaksanaan pekerjaan *erection girder* di proyek pembangunan jalan tol Cibitung–Cilincing seksi 3 dengan jaringan kerja PDM dan alat bantu primavera adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisis dengan metode PDM pada pelaksanaan proyek pembangunan jalan tol Cibitung–Cilincing seksi 3 pekerjaan *erection girder* P5 dan alat bantu *software Primavera Project Planner* menghasilkan durasi 117 hari yang dimana lebih cepat dibandingkan jadwal realisasi sebesar 165 hari dengan selisih sebanyak 48 hari.
2. Berdasarkan hasil analisis dengan metode PDM pada pelaksanaan proyek pembangunan jalan tol Cibitung–Cilincing seksi 3 pekerjaan *erection girder* P5 dapat dilakukan percepatan dengan menambah alat, tenaga kerja, percepatan durasi.

#### 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Penelitian ini hanya menganalisis durasi waktu pekerjaan yang mendahului *erection girder* sehingga penelitian ini akan lebih baik lagi apabila dilakukan analisis mengenai biaya sekaligus agar dapat mengetahui efisiensi biaya yang dikeluarkan ketika sebelum dan sesudah *rescheduling*.
2. Metode percepatan yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan metode *crashing* berupa menambah alat, tenaga kerja, percepatan durasi dan *overlapping* sehingga akan lebih baik jika dapat ditambahkan dengan metode *crashing* yang lain agar dapat lebih banyak perbandingan dan dapat

mengetahui metode *crashing* mana yang lebih efektif pada waktu pengerjaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto M.F., Rachmadita R.N., dan Maharani A. 2020. Evaluasi dan Optimasi Penjadwalan Menggunakan Metode PDM dan *Crashing* untuk Mempercepat Durasi Pengerjaan Proyek. *Jurnal ppns.ac.id Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*.
- Fitrianto, R. 2019. Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Precedence Diagram Method (PDM) dan Perhitungan Waktu Dengan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung TK Sultan Agung – UII Tahap II, Nglanjaran, Sleman). *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia.
- Febriantoro, F., S.P. Cahyo, Y., dan A. Ridwan, A. 2018. Analisa Study Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Jembatan Sembayat Baru II Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil* Vol. 1 No. 1
- Faktor Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Lia Amelia Megawati, A., & Amelia Megawati, L. (n.d.). *ANALISIS FAKTOR KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG*.
- Komang, I., Ariana, A., Nuraga, K., Budiarnaya, P., Ariawan, P., Ngurah, G., Wismantara, N., Riana, N., Kadek, I., & Pangestu, P. 2021. *Analisis Perbandingan Penjadwalan Menggunakan Critical Path Method (CPM) dengan Precedence Diagram Method (PDM) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan SD Negeri 5 Pecatu)* (Vol. 4, Issue 1).
- Komang, I., Ariana, A., Nuraga, K., Budiarnaya, P., Ariawan, P., Ngurah, G., Wismantara, N., Riana, N., Kadek, I., & Pangestu, P. (2021). *Analisis Perbandingan Penjadwalan Menggunakan Critical Path Method (CPM) dengan Precedence Diagram Method (PDM) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan SD Negeri 5 Pecatu)* (Vol. 4, Issue 1).
- Lawrence, J.A., and Pasternack B.A., *Applied Management Science: Modeling, Spreadsheet Analysis, and Communication for Decision Making*, United States of America, John Wiley and Son, 2001.
- Manumpil, T.O., Mangare, J.B., dan Arsyad, T.Tj. 2022. Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM Dengan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung Dokter Polisi Rumah Sakit Bhayangkara Kota Manado. Universitas Sam Ratulangi. Manado. (Vol. 20 No. 81)
- M. Irvan, “Perencanaan Penjadwalan Waktu Dengan Metode PDM (Precedence Diagram Method) Studi Kasus: Pembangunan Jembatan Desa Rantau

Limau Manis, Kecamatan Tabir Ilir, Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi,”*Jurnal Teknik Sipil*, p. 67, 2021.

- Megawati, L.A., Lirawati. 2020. Analisis Faktor Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung.
- Nugroho, F. 2002. Crash Program Pada Proyek Jalan Dengan Metode PDM dan Alat Bantu Program Primavera (Studi Kasus: Proyek Peningkatan Jalan Pathuk-Dlingo-Imogiri). *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia.
- Nuhuyan T.T, 2019. Percepatan Proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Negeri Wonosari Dengan Metode *Shift Kerja Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia.
- Nurhidayat A., Arianto B., dan Bhirawa W.T. 2021. Optimalisasi Pembangunan Proyek Apartemen SGC Cibubur Dengan Menggunakan Metode Precedence Diagram Method (PDM) *Jurnal Universitas Suryadarma* Vol. 10 No. 1
- Pratama, A.R.D. 2019. Pelaksanaan Metode *Erection Girder* Menggunakan *Crawler Crane* Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo. *Tugas Akhir*. Universitas Jember.
- Rezky, A. 2018. Reschedulling Proyek Konstruksi Dengan Menggunakan Software Penjadwalan (Studi Kasus Proyek Jalan Nasional Buger-Galur-Poncosari Tahap 1, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta) *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia.
- Ramadhan, F., Surya, A., & Purnamasari, E. 2021. Evaluasi Penjadwalan Kurva-S dan *Critical Path Method (CPM)* Dalam Mengendalikan Pelaksanaan Pondasi Bore Pile (Studi Pada Pekerjaan Jembatan di Jalan Relokasi Bendungan Tapin).
- Silfia, Y., Mulyani R., dan Yulcherlina. 2022. Analisis Keterkaitan Kegiatan Proyek Dengan Menggunakan Metode PDM (*Precedence Diagram Method*) (Studi Kasus: Pelaksanaan Preservasi Dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Wilayah Lubuk Selasih – Batas Jambi). Universitas Bung Hata. Padang.
- Tyas, A.W., Waskito, J.P.H. 2021. Analisa Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Joyoboyo. *Jurnal Online Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya* Vol. 9 No. 2, 71–078.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Surat Permohonan Pengambilan Data Proyek

 <b>PT VIRAMA KARYA</b> PT. VIRAMA KARYA PT. VIRAMA KARYA		<b>PEMBANGUNAN JALAN TOL CIBITUNG-CILINCING</b> BULOG OFFICE AREA Jl. Akses Tol Cibitung No 50 Cibitung – Bekasi Jawa Barat		 <b>SMEC</b> DENKA INDONESIA							
<p>No : /VKS/CTP /GEN/UJ/02 /2022          Hal : Permohonan Data Proyek dan Izin Praktek Kerja          Lampiran</p>											
<p>Bekasi, 10 Februari 2022</p>											
<p>Kepada Yth,          Kepala Propdi Teknik Sipil UII          Yogyakarta</p>											
<p>Dengan hormat,          Berkaitan dengan surat pengajuan permohonan Data Proyek untuk Mata Kuliah Praktek Kerja yang telah kami terima dari Propdi Teknik Sipil UII Yogyakarta No Surat : 106/Prodi.TS20/PK /II/2022 Tanggal : 10 Februari 2022 atas nama :</p>											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Nama Lengkap</th> <th>NO.Mhs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Sallya Shabrina</td> <td>19511113</td> </tr> </tbody> </table>						No.	Nama Lengkap	NO.Mhs	1.	Sallya Shabrina	19511113
No.	Nama Lengkap	NO.Mhs									
1.	Sallya Shabrina	19511113									
<p>Dapat melakukan Praktek kerja lapangan di perusahaan kami unit kantor Cibitung pada proyek pengawasan teknik pekerjaan pembangunan jalan tol Cibitung- Cilincing yang akan di mulai per 14 Februari 2022 s/d waktu yang ditentukan . Untuk itu kami berusaha untuk membimbing Mahasiswi yang bersangkutan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.</p>											
<p>Demikianlah surat keterangan ini kami buat untuk dapat di penggunaan sebagai mana mestinya.</p>											
<p>Bekasi, 10 Februari 2022          Hormat Kami          Managemen Konstruksi          Pengawasan Jalan Tol          Cibitung-Cilincing</p>											
 <b>M. Amia Msi</b> Team Leader											

## Lampiran 2.1 Data Schedule Proyek



**PT. VIRAMA KARYA**  
ENGINEERING & MANAGEMENT CONSULTANS

**PEMBANGUNAN JALAN TOL CIBITUNG-CILINCING**

BULOG OFFICE AREA  
Jl. Akses Tol Cibitung No. 50 Cibitung – Bekasi  
Jawa Barat



**SMEC**  
DENNA INDONESIA

### SUMMARY BASELINE SCHEDULE

Pemilik Pekerjaan : PT VIRAMA KARYA (PERSERO)  
 Pekerjaan : Pier 4 Jembatan Banjir Kanal Timur  
 Lokasi : Cibitung (Bekasi)  
 Lamp. : 1

No	Jenis Pekerjaan	Rencana	Realisasi
1	pemancangan	14 hari	26 hari
2	Penggalian	8 hari	8 hari
3	Cutting pile	7 hari	7 hari
4	Bobok pile	4 hari	4 hari
5	Lean concrete	2 hari	2 hari
6	Penulangan pile cap	7 hari	18 hari
7	Formwork	2 hari	2 hari
8	Pengecoran pile cap	3 hari	3 hari
9	Penulangan kolom K1 dan K2 tahap 1	4 hari	8 hari
10	Formwork kolom K1 dan K2 tahap 1	4 hari	8 hari
11	Pengecoran kolom K1 dan K2 tahap 1	3 hari	6 hari
12	Penulangan kolom K1 dan K2 tahap 2	4 hari	8 hari
13	Formwork kolom K1 dan K2 tahap 2	4 hari	8 hari
14	Pengecoran kolom K1 dan K2 tahap 2	3 hari	6 hari
15	Penulangan kolom K3 dan K4 tahap 1	4 hari	8 hari



## Lampiran 2.2 Data Schedule Proyek

**PEMBANGUNAN JALAN TOL CIBITUNG-CILINCING**  
 BULOG OFFICE AREA  
 Jl. Akses Tol Cibitung No. 50 Cibitung – Bekasi  
 Jawa Barat



**PT. VIRAMA KARYA**  
ENGINEERING & MANAGEMENT CONSULTANS



**SMEC**  
DENKA INDONESIA

Lamp. 1

16	Formwork kolom K3 dan K4 tahap 1	4 hari	8 hari
17	Pengecoran kolom K3 dan K4 tahap 1	3 hari	6 hari
18	Penulangan kolom K3 dan K4 tahap 2	4 hari	8 hari
19	Formwork kolom K3 dan K4 tahap 2	4 hari	8 hari
20	Pengecoran kolom K3 dan K4 tahap 2	3 hari	6 hari
21	Perancah	6 hari	12 hari
22	Formwork bawah pier	4 hari	4 hari
23	Penulangan pier	10 hari	10 hari
24	Formwork tepi	4 hari	4 hari
25	Pengecoran pier	3 hari	3 hari

Hormat Kami

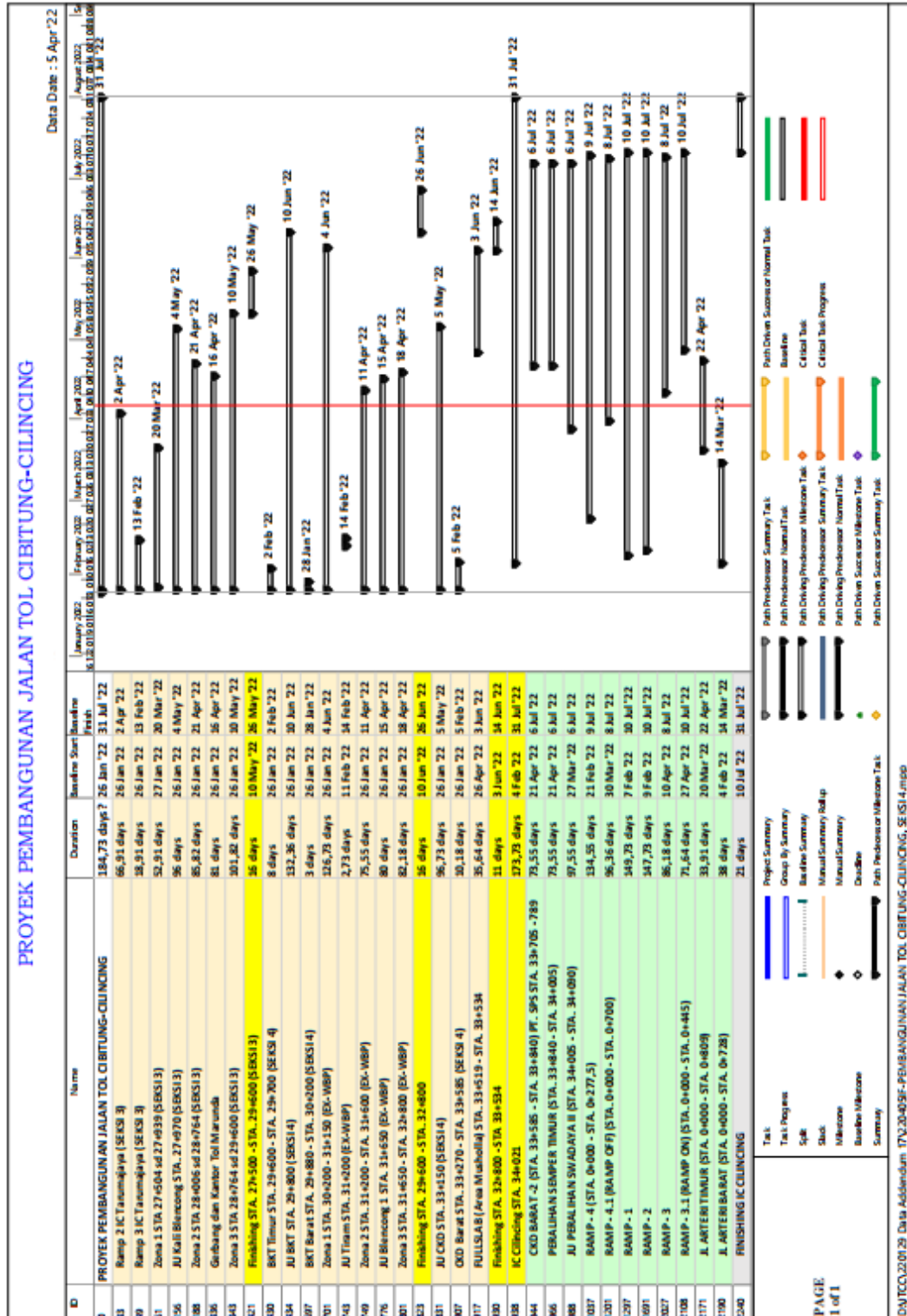


**Ir. Mukhammad Amin, M.Si**  
Team Leader

Tembusan :

1. Pimpinan Proyek PT Cibitung Tanjung Priok Port Tollways (UP : Bapak Ir. Satria Ganefanto)
2. SVP Infra II PT Waskita Karya (Persero), Tbk
3. Arsip

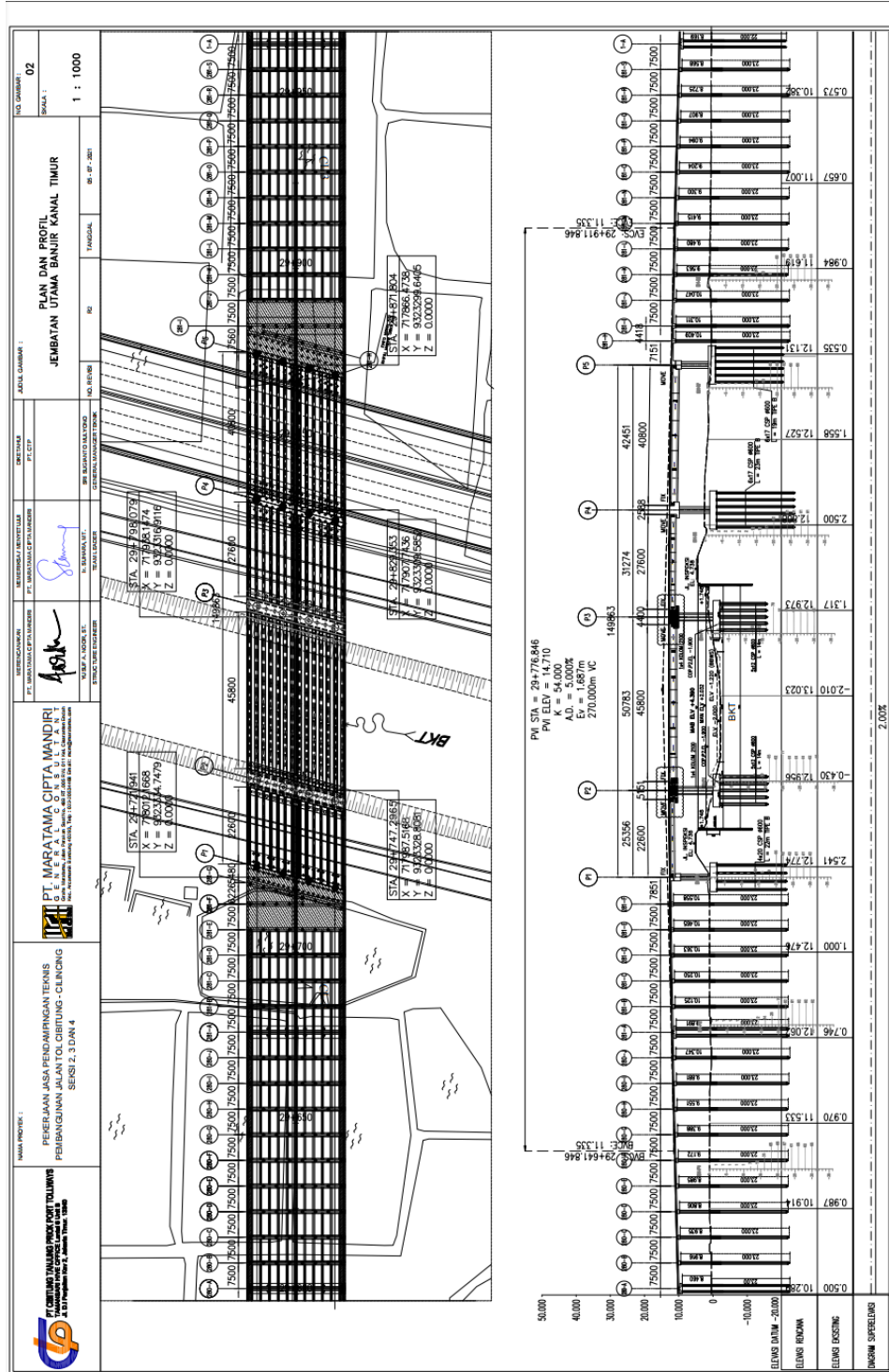
Lampiran 2.3 Data Schedule Proyek



### Lampiran 3. Data Volume Pekerjaan

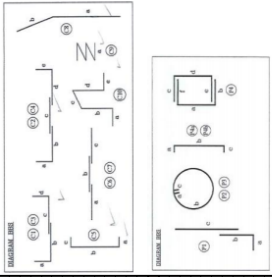
No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
<b>A</b>	<b>Pekerjaan Struktur</b>		
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Pancang</b>		
	- Pemancangan Tiang Pancang	102.00	Titik
	- Cutting Pile	255.00	m'
	- Pembobokan	51.00	m'
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Pile Cap</b>		
	- Galian Tanah	1,001.82	m3
	- Lantai Kerja	33.39	m3
	- Pengecoran	693.50	m3
	- Penulangan	126,007.16	Kg
	- Bekisting	164.06	m2
	- Urugan Kembali	333.94	m3
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Kolom</b>		
	- Pengecoran	96.44	m3
	- Penulangan	48,770.05	Kg
	- Bekisting	192.80	m2
<b>4</b>	<b>Pekerjaan Pier Head</b>		
	- Pengecoran	293.67	m3
	- Penulangan	51,480.85	Kg
	- Bekisting	358.49	m2

Lampiran 4. Detail Engineering Desain JU BKT



Lampiran 5. Perhitungan Penulangan Pier Head P4

PERHITUNGAN PENULANGAN  
PIER HEAD P4



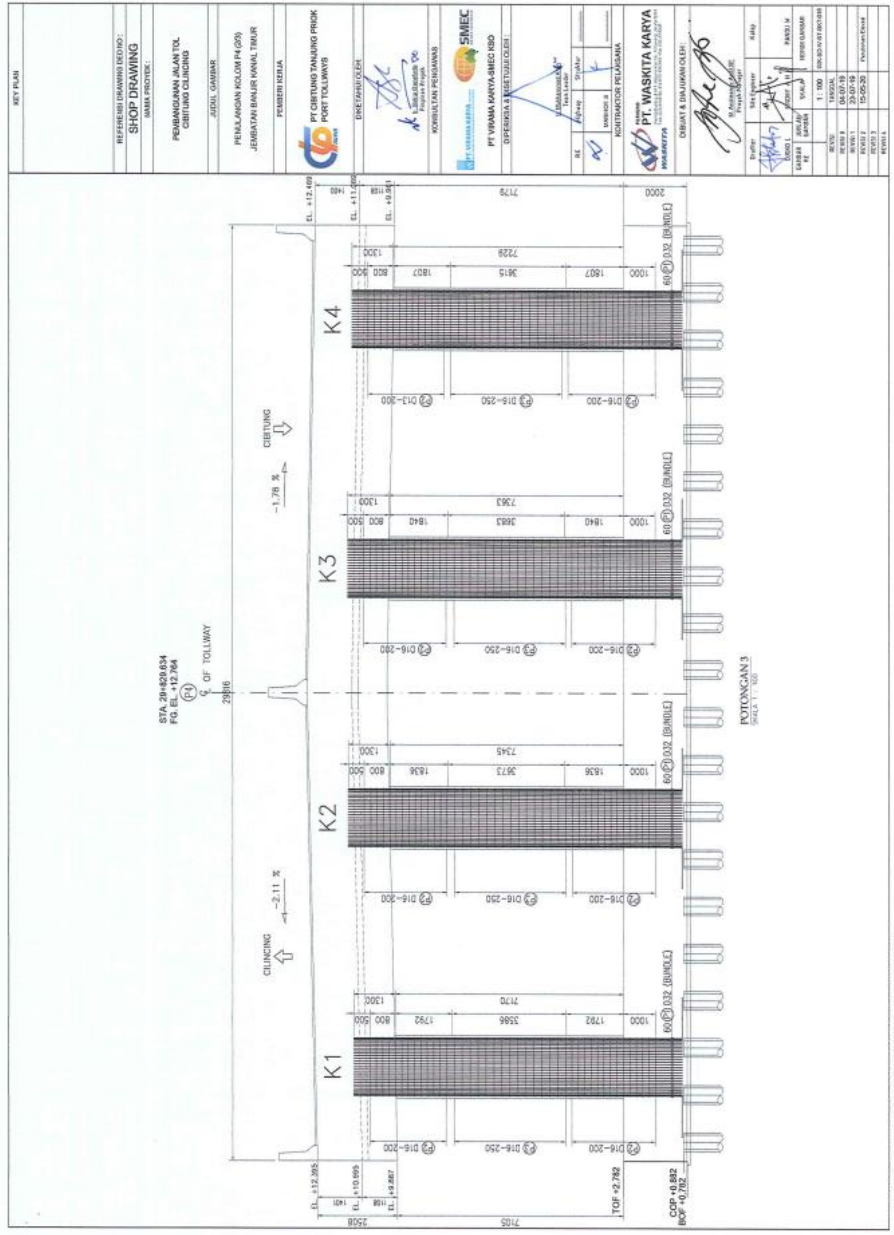
NO	DIA. CUB	NAMA PEABERSAN	DIMENSI (mm)						PANJANG JUMLAH JUMLAH TOTAL						BIAYAT	KJT		
			a	b	c	d	e	f	1	2	3	4	5	6			7	8
1	25	Dapatlah Sifat P4	12	3200	1550	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	7,262	103,526
			15	3200	1550	600	1800	600	2	3	3	1	3	3	1	3	2,358	150,128
			16	3200	1550	600	1800	600	2	2	2	1	2	2	1	2	2,111	102,168
<b>Total</b>																11,731	355,822	
2	1800	Halangan Atas	12	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			15	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			16	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
<b>Total</b>																18,522	496,314	
3	1800	Halangan Bawah	12	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			15	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			16	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
<b>Total</b>																18,522	496,314	
4	1800	Halangan Tengah	12	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			15	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			16	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
<b>Total</b>																18,522	496,314	
5	1800	Halangan Samping	12	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			15	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			16	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
<b>Total</b>																18,522	496,314	
6	1800	Halangan Atas	12	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			15	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			16	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
<b>Total</b>																18,522	496,314	
7	1800	Halangan Bawah	12	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			15	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			16	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
<b>Total</b>																18,522	496,314	
8	1800	Halangan Tengah	12	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			15	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			16	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
<b>Total</b>																18,522	496,314	
9	1800	Halangan Samping	12	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			15	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
			16	1800	1000	600	1800	600	1	3	3	1	3	3	1	3	6,174	165,438
<b>Total</b>																18,522	496,314	

### Lampiran 6.1 Shop Drawing Penulangan Kolom P4

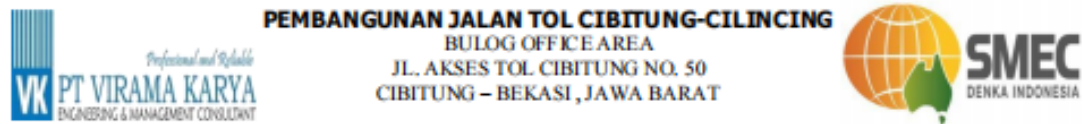
KEY PLAN	
REFERENSI DAWAHG BETHO	
SHOP DRAWING	
NAMA PROJEK:	
REHABILITASI JALAN TOL	
CIBITUNG CILINDRO	
JUDUL GAMBAR	
PENULANGAN KOLON P4 (D)	
JEMBATAN BANJIR KANAL TIMUR	
PEMERINTAH	
PT CIBITUNG TANGKUP PRICK	
PORT TOLLWAYS	
DISENJAUN OLEH:	
KONSULTAN PERENCANA	
PT WIRAMA KARYA-SIMEC KSD	
DIREKSI & DIREKTUR	
KONSTRUKSI PELAKSANA	
DISENJAUN OLEH:	

WASKITA KARYA - PT WIRAMA KARYA-SIMEC KSD

### Lampiran 6.2 Shop Drawing Penulangan Kolom P4



## Lampiran 7.1 Data identifikasi kemunduran proyek



### PEMBANGUNAN JALAN TOL CIBITUNG-CILINCING

BULOG OFFICE AREA  
JL. AKSES TOL CIBITUNG NO. 50  
CIBITUNG – BEKASI, JAWA BARAT



Nomor : 143/VKS/CTP/GEN/WK/IV/2022

Bekasi, 1 April 2022

Lampiran : -

Kepada Yth :

- Kontraktor**  
PT. Waskita Karya (Persero), Tbk  
U/P : Bapak Prasetyo Andhi Nugroho

Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Rencana Seksi 3

Dengan hormat,

Merujuk kepada Dokumen Kontrak Addendum XVII Nomor : 07/ADD.XVII/KONTRAK/MK-CTP/II/2002, Kontrak Jasa Pemborongan Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing, dan surat kami sebelumnya :

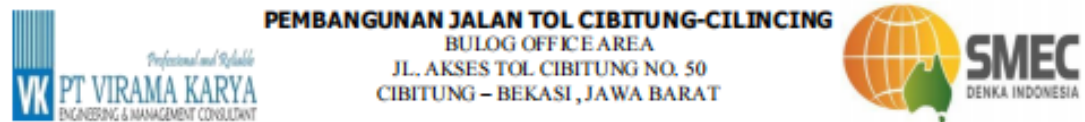
- Nomor : 101/VKS/CTP/GEN/WK/III/2022; Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Rencana Seksi 3
- Nomor : 120/VKS/CTP/GEN/WK/III/2022; Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Rencana Seksi 3
- Nomor : 127/VKS/CTP/GEN/WK/III/2022; Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Rencana Seksi 3
- Nomor : 138/VKS/CTP/GEN/WK/III/2022, Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Rencana Seksi 3.

Berdasar pada rencana kerja (schedule) pelaksanaan konstruksi dalam pelaksanaannya telah mengalami keterlambatan, oleh karena itu kami mengingatkan kembali kepada Kontraktor untuk meningkatkan kinerja baik dalam proses pengadaan maupun juga dalam pelaksanaan konstruksi. Berikut beberapa item yang mengalami keterlambatan pelaksanaan dan pengadaan seperti tabel berikut :

No	Work Package	Rencana	Realisasi	Peningkatan
1	IC Tarumajaya Ramp 2	Finish	Pilehead dan pembesian slab insitu	Tambah ABM
2	IC Tarumajaya Ramp 3	Finish	Pembesian slab insitu	Tambah ABM
3	Mainroad Zona 1 STA 27+504 - STA 27+936	Finish	Pemancangan masih sisa 458/580 titik, sisa 49/50 pilehead	Supply timbunan, spun pile & tambah alat pancang sesuai spesifikasi (baik)
4	JU Sungai Blencong	Setting segmental dan Stressing Girder	Belum mulai pemancangan SP Ø 80 cm, Ø/120 titik	Segera dikerjakan dan pastikan pengadaan spun pile dan 15 girder
5	Mainroad Zona 2 STA 28+006 - STA 28+764	Pekerjaan pilehead dan sebagian erection fullslab (Modul 261)	Terlambat erection fullslab Modul 261-267	Supply fullslab dan tambah team erection fullslab
6	Gerbang Tol Marunda	Finish	Belum mulai konstruksi	Pengadaan steel structure dan tenaga kerja
7	Kantor Tol Marunda	Proses pekerjaan arsitektural	Belum mulai konstruksi	Pengadaan dan tenaga kerja
8	Mainroad Zona 3 STA 28+764 - 29+700	Selesai, selain modul 275 (masih dipakai akses kerja)	Sisa Non-shrinkage, parapet dan barrier 200 meter	Menambah tenaga kerja
9	JU Kanal Banjir Timur	P2-selesai P3-bobok pancang	P2-masih pembesian kolom stage 2 P3-masih proses	Menambah ABM Ganti alat pancang yang



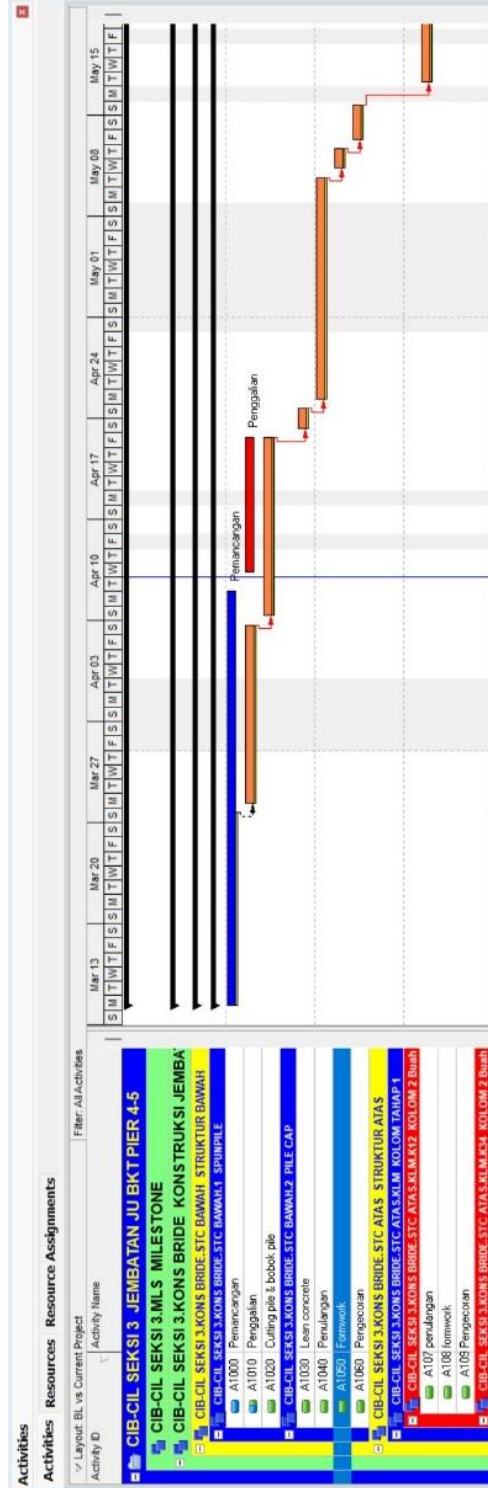
## Lampiran 7.2 Data identifikasi kemunduran proyek



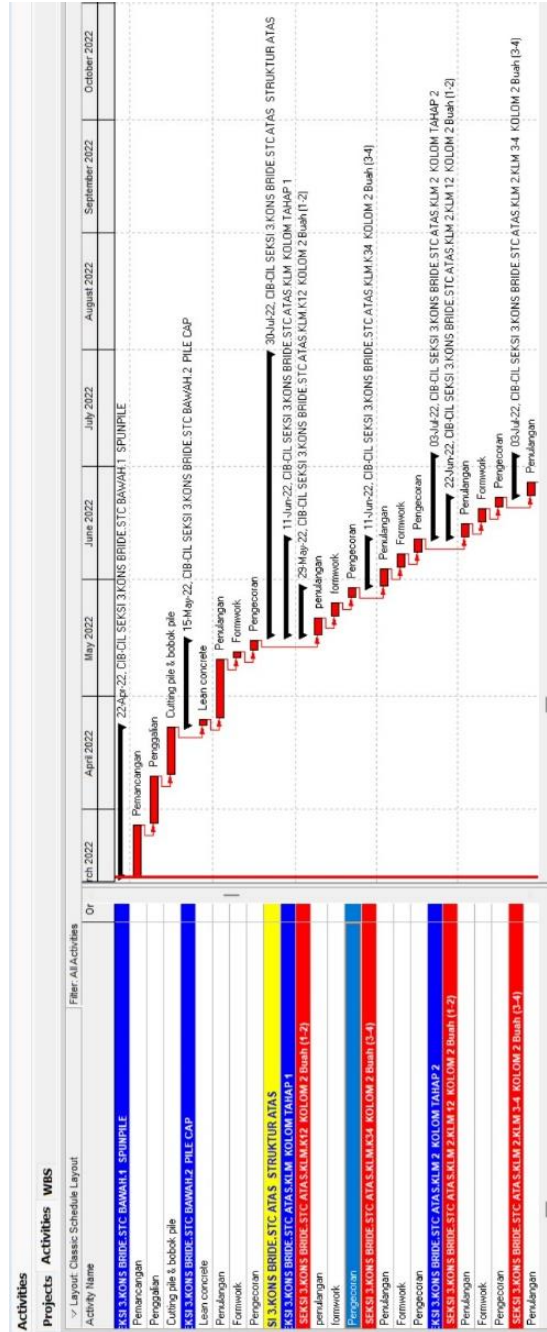
No	Work Package	Rencana	Realisasi	Peningkatan
		Bentang P1-P2 stressing girder Bentang P2-P3 stressing girder P4 -pemancangan  P5 -bobok pancang	pancang SSP 189/290 Belum mobilisasi girder  Belum mobilisasi girder  P4- masih proses pancang SSP 54/102  Belum mobilisasi girder	lebih baik Pengadaan 14 girder  Pengadaan 14 girder  Supply spun pile & ganti alat pancang sesuai spesifikasi (baik)  Pengadaan 14 girder
10	Zona 1 ex WBP STA. 30+200 - 31+150	Selain pada ex-bidang 70-73, selesai parapet barrier	Masih sisa kurang timbunan akses & 588 titik pancang	Mobilisasi alat, material dan tambah tenaga
11	Zona 2 ex WBP STA. 31+200 - 31+600	Selesai parapet barrier	Masih menyisakan pekerjaan NS, parapet barrier dan modul 21, 22 masih pekerjaan pilehead	Mobilisasi tenaga kerja dan material
12	JU Sungai Blencong 1 (Anak Blencong)	Pembesian slab jembatan	Belum mobilisasi girder dan alat	Mobilisasi alat dan material 15 girder
13	JU Sungai CKD	P2-selesai pierhead P3-selesai pierhead  Bentang P1-P2 mobilisasi segmental & setting girder Bentang P2-P3 pembesian diaphragm Bentang P3-P4 finishing cor parapet-barrier Bentang P4-P5 selesai	P2-masih pembesian & cor kolom stage 2 P3-masih pembesian & cor kolom stage 2 P2 masih pembesian kolom  P2-P3 masih pembesian kolom Belum mobilisasi girder dan alat Belum mobilisasi girder dan alat	Tambah ABM  Tambah ABM  Pengadaan 15 girder  Pengadaan 15 girder  Pengadaan 15 girder  Pengadaan 15 girder
14	Arteri Barat 520 m (STA 0+000 - STA 0+728)	Arteri Semper Barat Finish	Stack out STA 00+100 sd STA 00+250	
15	IC Cilincing (General)	Mulai fabrikasi 132 girder area IC Cilincing	Belum mulai fabrikasi girder	Segera order dan fabrikasi girder
16	Pengadaan	Pengadaan Lampu PJU Pengadaan Rambu Pengadaan Bearing pad dan long lead items lainnya	Belum mulai berproses	Segera berproses pengadaan material

Dan selanjutnya kami minta kepada Kontraktor untuk menambah Resources, Supply Material dan Alat untuk dapat mempercepat penyelesaian pekerjaan sesuai dengan target penyelesaian pekerjaan yang sudah disepakati.

Lampiran 8.1 Laporan progress bulanan primavera



Lampiran 8.2 Laporan progress bulanan primavera



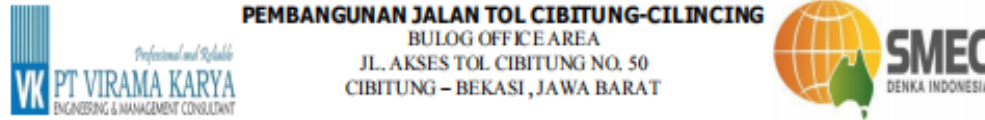
**Lampiran 9. Lokasi Proyek**



## Lampiran 10. Dokumentasi Pekerjaan Proyek



## Lampiran 11. Wawancara Narasumber



Nomor : IV/2022

Bekasi, 20 September 2022

Lampiran :-

Ket :

Hasil wawancara pemegang

A.N Sallya Shabrina UII

Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi P4 JU Kanal Banjir Timur

Terhadap Rencana Seksi 3 Dengan hormat,

Merujuk kepada Dokumen Kontrak Addendum XVII Nomor : 07/ADD.XVII/KONTRAK/MK-CTP/I/2002, Kontrak Jasa Pemborongan Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing, dan surat kami sebelumnya :

1. Nomor : 101/VKS/CTP/GEN/WK/III/2022; Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Rencana Seksi 3
2. Nomor : 120/VKS/CTP/GEN/WK/III/2022; Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Rencana Seksi 3
3. Nomor : 127/VKS/CTP/GEN/WK/III/2022; Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Rencana Seksi 3
4. Nomor : 138/VKS/CTP/GEN/WK/III/2022, Perihal : Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Rencana Seksi 3.

Berdasar pada rencana kerja (schedule) pelaksanaan konstruksi dalam pelaksanaannya telah mengalami keterlambatan, Berikut penyebab keterlambatan pelaksanaan dan pengadaan seperti tabelberikut :

No	Work Package	Penyebab Keterlambatan
1	JU Kanal Banjir Timur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Faktor pandemi COVID-19 antara lain keterlambatan pengiriman material spun pile dan pembatasan kerja yang berakibat pada pengurangan pekerja sehingga menyebabkan efektivitas pekerjaan menurun.</li> <li>2. Banyak pekerja yang terjangkit penyakit menular COVID-19, menyebabkan berkurang atau pergantian tenaga kerja yang lambat.</li> <li>3. Faktor keterlambatan pembayaran material spun pile. Hal ini menyebabkan terhentinya pekerjaan pemanangan selama tiga hari dikarenakan tidak adanya supply material spun pile di lapangan.</li> <li>4. Faktor keterlambatan persiapan alat dan material besi untuk pembesian tiap-tiap item pekerjaan pembesian.</li> <li>5. Faktor alat yang rusak menyebabkan harus menunggu pengiriman alat yang dapat digunakan.</li> </ol>