

TUGAS AKHIR
EVALUASI JADWAL PELAKSANAAN
PEKERJAAN *BOX CULVERT* PROYEK JALAN TOL BETUNG,
TEMPINO – JAMBI STA 61+680 s.d STA 97+600
MENGGUNAKAN METODE *CRITICAL PATH METHOD* (CPM)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Akademis Dalam Menyelesaikan Pendidikan
Tingkat Sarjana (Strata-1) Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB – YPKP)

Oleh :

NAUFAL ALAMSYAH HIDAYAT

2112221044



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP
BANDUNG

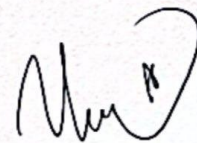
LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh kerendahan hati dan rasa syukur yang mendalam, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada:

1. Allah Subhanahu Wata'ala, atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya yang senantiasa menerangi setiap langkah penulis hingga dapat menyelesaikan karya ini.
2. Kedua orang tua tercinta, atas kasih sayang, doa, serta dukungan yang tiada henti. Ketulusan dan pengorbanan mereka menjadi sumber kekuatan dan inspirasi dalam setiap perjuangan.
3. Saudara dan keluarga besar, yang selalu memberikan semangat, motivasi, serta doa terbaik di setiap tahap perjalanan hidup penulis.
4. Dosen pembimbing dan seluruh civitas akademika Universitas Sangga Buana, yang dengan kesabaran dan keikhlasan telah membimbing, mengarahkan, serta menanamkan ilmu yang amat berharga.
5. Rekan-rekan seperjuangan, yang telah menjadi bagian penting dalam proses panjang ini menemani dalam suka maupun duka, saling menguatkan hingga karya ini dapat terselesaikan dengan baik.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat, menjadi amal jariyah, serta membawa kebaikan bagi siapa pun yang membacanya.

Bandung, Februari 2026



NAUFAL ALAMSYAH HIDAYAT

NPM. 2112221044

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

EVALUASI JADWAL PELAKSANAAN
PEKERJAAN *BOX CULVERT* PROYEK JALAN TOL BETUNG,
TEMPINO – JAMBI STA 61+680 s.d STA 97+600
MENGUNAKAN METODE *CRITICAL PATH METHOD* (CPM)

Disusun Oleh:

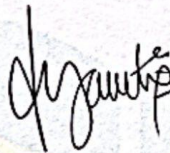
Naufal Alamsyah Hidayat

2112221044

Naskah Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan, guna memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Menyetujui:

Dosen Pembimbing



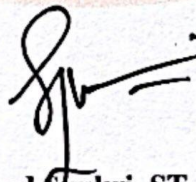
Ir. Yanti Irawati, S.T., M.T.

NIP 432.200.198

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Sangga Buana



Muhammad Sukri, ST., MT.

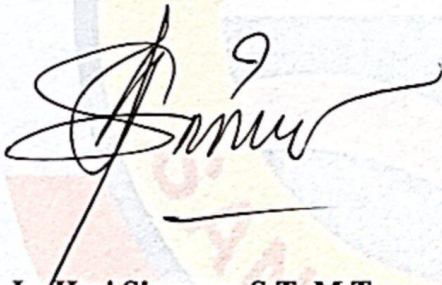
NIP 432.200.200

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir ini telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat akademis dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB-YPKP)

MENGESAHKAN,
Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana
YPKP Bandung

Penguji 1



Ir. Heri Sismoro, S.T., M.T.

NIP. 432.200.197

Penguji 2



Dwi Haryono Aji Wibowo, S.T., M.T.

NIP. 432.200.159

PERNYATAAN KEABSAHAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini yang berjudul **“EVALUASI JADWAL PELAKSANAAN PEKERJAAN BOX CULVERT PROYEK JALAN TOL BETUNG, TEMPINO – JAMBI STA 61+680 s.d STA 97+600 MENGGUNAKAN METODE *CRITICAL PATH METHOD* (CPM)”** tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam Tugas Akhir ini dibuat oleh penulis sendiri.

Apabila pernyataan saya ternyata tidak benar, penulis bersedia menerima hukuman atau konsekuensi sesuai hukum yang berlaku.

Bandung, Februari 2026



Naufal Alamsyah Hidayat

HALAMAN HAK CIPTA

Mahasiswa S1

**“EVALUASI JADWAL PELAKSANAAN
PEKERJAAN BOX CULVERT PROYEK JALAN TOL BETUNG,
TEMPINO – JAMBI STA 61+680 s.d STA 97+600
MENGUNAKAN METODE *CRITICAL PATH METHOD* (CPM)”**

Oleh:

Naufal Alamsyah Hidayat

Naskah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik

©Naufal Alamsyah Hidayat 2026

Universitas Sangga Buana – YPKP

2026

Hak Cipta dilindungi Undang – undang

Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, fotokopi, dan atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

ABSTRAK

Pekerjaan *box culvert* merupakan salah satu pekerjaan struktur yang berperan penting dalam mendukung sistem drainase pada proyek pembangunan jalan tol. Pada proyek Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 sampai dengan STA 97+600, pelaksanaan pekerjaan *box culvert* terdiri dari beberapa tahapan yang saling berkaitan, sehingga diperlukan perencanaan dan pengendalian waktu yang baik agar pekerjaan dapat diselesaikan sesuai jadwal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi jadwal pelaksanaan pekerjaan *box culvert* menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Data yang digunakan diperoleh dari hasil pengamatan lapangan, dokumen jadwal rencana proyek, gambar kerja, serta dokumen pendukung lainnya. Berdasarkan data tersebut, disusun jaringan kerja yang menggambarkan hubungan ketergantungan antar aktivitas pekerjaan, kemudian dilakukan analisis untuk menentukan lintasan kritis dan durasi penyelesaian pekerjaan.

Berdasarkan hasil analisis, metode *Critical Path Method* (CPM) dapat mengidentifikasi aktivitas-aktivitas kritis yang berpengaruh langsung terhadap durasi pelaksanaan pekerjaan *box culvert*. Hasil analisis menunjukkan bahwa durasi penyelesaian pekerjaan *box culvert* adalah 11 bulan, dengan lintasan kritis yang terdiri dari aktivitas pekerjaan persiapan, pekerjaan pembersihan tempat kerja, pekerjaan pembongkaran, pekerjaan galian tanah, bahan *porous* untuk penimbunan atau bahan penyaring (*Filter*), pekerjaan *line concrete box culvert*, pekerjaan pembesian *box culvert*, pekerjaan bekisting *box culvert*, pekerjaan pengecoran *box culvert*. Dengan mengetahui lintasan kritis tersebut, pengendalian waktu pelaksanaan pekerjaan dapat dilakukan secara lebih efektif sehingga potensi keterlambatan dapat diminimalkan.

Kata kunci: *Box culvert*, *Critical Path Method* (CPM), penjadwalan proyek, lintasan kritis.

ABSTRACT

Box culvert works are one of the structural components that play an important role in supporting the drainage system in toll road construction projects. In the Betung–Tempino–Jambi Toll Road Project at STA 61+680 to STA 97+600, the implementation of box culvert works consists of several interrelated activities, therefore proper time planning and control are required to ensure that the works can be completed according to schedule.

This study aims to evaluate the construction schedule of box culvert works using the Critical Path Method (CPM). The data used in this study were obtained from field observations, project scheduling documents, working drawings, and other supporting documents. Based on these data, a project network was developed to describe the dependency relationships among construction activities, followed by an analysis to determine the critical path and the project duration.

Based on the analysis results, the Critical Path Method (CPM) is able to identify critical activities that directly affect the duration of box culvert works. The results show that the total duration of box culvert construction is 11 months, with the critical path consisting of Preparation Works, Site Clearing Works, Demolition Works, Earth Excavation Works, Porous Material for Embankment or Filter Material, Lean Concrete Works for Box Culvert, Reinforcement Works for Box Culvert, Formwork Works for Box Culvert, and Box Culvert Concreting Works. By identifying the critical path, time control of the construction process can be carried out more effectively, thereby minimizing the potential for project delays.

Keywords: *Box culvert, Critical Path Method (CPM), project scheduling, critical path.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan Rahmat, Taufik, dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Evaluasi Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan *Box Culvert* Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 s.d STA 97+600 Menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM)”** dengan baik dan lancar.

Laporan ini disusun guna memenuhi persyaratan menyelesaikan Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si. Selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
2. Bapak Dr. Teguh Nurhani Suharno, M.T. Selaku Wakil Rektor I Sangga Buana YPKP Bandung.
3. Bapak Assoc. Prof. Dr. Bambang Susanto, S.E., M.Si. Selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
4. Ibu Nurhaeni Sikki, S.AP., M.AP. Selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
5. Bapak Assoc. Prof. Slamet Risnanto, S.T., M. Kom., Ph.D. Selaku Wakil Ketua Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
6. Bapak Muhammad Syukri, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
7. Bapak Drs. H. Rosadi, M.T. Selaku Dosen Wali saya, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan bagi penulis dalam melaksanakan masa perkuliahan.
8. Ibu Ir. Yanti Irawati, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta arahnya dalam penyusunan Topik Khusus ini.
9. Bapak, Ibu dan seluruh keluarga tercinta atas dukungan dan do'a, waktu dan kasih sayang yang tidak pernah putus.

Oleh karena itu penyusun banyak mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah cakrawala pemikiran bagi pembaca. Akhir kata penyusun ucapkan terimakasih.

Bandung, Februari 2026

NAUFAL ALAMSYAH HIDAYAT

NPM. 2112221044



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSEMBAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR:.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEABSAHAN	1
HALAMAN HAK CIPTA	1
ABSTRAK	2
ABSTRACT	3
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR TABEL	10
DAFTAR LAMPIRAN	11
BAB I PENDAHULUAN.....	12
1.1 Latar Belakang	12
1.2 Rumusan Masalah	14
1.3 Tujuan Penelitian	15
1.4 Manfaat Penelitian	15
1.5 Batasan Masalah.....	16
1.6 Sistematika Penulisan	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	18
2.1 Manajemen.....	18
2.2 Proyek	18
2.2.1 Jenis- Jenis Proyek	19
2.2.2 Ciri-Ciri Proyek.....	19
2.3 Manajemen Proyek.....	21
2.3.1 Tujuan Manajemen Proyek	22
2.3.2 Fungsi Manajemen Proyek.....	22
2.3.3 Tahapan Manajemen Proyek.....	23
2.3.4 Komponen Manajemen Proyek.....	24
2.3.5 Faktor-Faktor Keberhasilan Manajemen Proyek	25
2.4 Penjadwalan Proyek	26
2.4.1 Pengertian Penjadwalan Proyek.....	27

2.4.2	Tujuan Penjadwalan Proyek.....	27
2.4.3	Fungsi Penjadwalan Proyek	28
2.4.4	Jenis Metode Penjadwalan Proyek.....	28
2.5	<i>Network Planning</i>	30
2.5.1	Pengertian <i>Network Planning</i>	30
2.5.2	Tujuan <i>Network Planning</i>	30
2.5.3	Jenis dan Bentuk <i>Network Planning</i>	31
2.5.4	Manfaat <i>Network Planning</i>	31
2.5.5	Tanda (<i>Symbol</i>) <i>Network Planning</i>	32
2.6	<i>Network Diagram</i>	33
2.6.1	Pengertian <i>Network Diagram</i>	33
2.6.2	Tujuan <i>Network Diagram</i>	33
2.6.3	Kelebihan dan Kelemahan <i>Network Diagram</i>	33
2.7	Metode <i>Critical Path Method (CPM)</i>	34
2.7.1	Pengertian Metode <i>Critical Path Method (CPM)</i>	34
2.7.2	Durasi Kegiatan Waktu	35
2.7.3	Jalur Kritis	35
2.7.4	Waktu Kejadian.....	37
2.7.5	Hitungan Maju (<i>Forward Pass / Earliest Time Calculation</i>)	38
2.7.6	Hitungan Mundur (<i>Backward Pass / Latest Time Calculation</i>).....	39
2.7.7	Waktu Kegiatan atau <i>Activity Time</i>	39
2.7.8	Ruang Kelonggaran (<i>Float</i>)	40
2.7.9	Langkah Perhitungan Metode <i>Critical Path Method (CPM)</i>	41
2.8	<i>Box Culvert</i>	41
2.9	Penelitian Terdahulu	43
2.9.1.	Analisis Keterkaitan Penelitian Terdahulu.....	45
2.9.2.	Analisis Perbedaan Penelitian Terdahulu.....	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		47
3.1	Jenis Penelitian.....	47
3.2	Objek Dan Lokasi Penelitian	47
3.3	Jenis Dan Sumber Data	48
3.3.1	Jenis Jenis Data	48
3.3.2	Sumber Data.....	48

3.4	Responden Penelitian	49
3.4.1	Populasi Penelitian	49
3.4.2	Sampel Penelitian	50
3.5	Variabel Penelitian	51
3.6	Teknik Pengumpulan Data	52
3.7	Teknik Pengolahan Data	54
3.8	Metode Analisis Data	55
3.9	Bagan Alir Penelitian	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		58
4.1	Pendahuluan	58
4.2	Data Kontrak Proyek	58
4.3	Pengumpulan Data	58
4.3.1	Gambar Kerja	59
4.3.2	Kurva S	60
4.4	Durasi Normal	61
4.5	<i>Network Planning</i> (NWP)	61
4.6	Analisa Metode <i>Critical Part Method</i> (CPM)	62
4.6.1	<i>Analisa Hitungan Kedepan (Forward Pass)</i>	63
4.6.2	<i>Analisa Hitungan Kebelakang (Backward Pass)</i>	64
4.6.3	Analisa Waktu Total	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh <i>Network Diagram</i> Model AOA Dan AON	31
Gambar 2.2 Kegiatan A Pendahulu Kegiatan B Dan Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C	36
Gambar 2.3 Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C	36
Gambar 2.4 Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D.....	36
Gambar 2.5 Kegiatan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D	37
Gambar 2.6 Kegiatan A, B, Dan C Mulai Dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama.	37
Gambar 2.7 Waktu Kejadian	38
Gambar 2.8 Waktu Kegiatan	39
Gambar 2.9 <i>Box Culvert</i>	42
Gambar 3.1 Data Lapangan	47
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	57
Gambar 4.1 <i>Long Section Box Culvert</i>	59
Gambar 4.2 <i>Cross Section Box Culvert</i>	59
Gambar 4.3 Potongan <i>Wing Wall</i>	60
Gambar 4.4 Kurva S Pekerjaan <i>Box Culvert</i>	60
Gambar 4.5 <i>Network Diagram</i> Analisa Hitungan Kedepan	64
Gambar 4.6 Diagram Kegiatan Jalur Kritis	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol-Simbol <i>Network Planning</i>	32
Tabel 2.2 Daftar Tabel Penelitian Terdahulu	43
Tabel 4.1 Durasi Normal.....	61
Tabel 4.2 <i>Network Planning</i>	62
Tabel 4.3 Analisa Hitungan Kedepan.....	63
Tabel 4.4 Analisa Hitungan Kebelakang.....	65
Tabel 4.5 Analisa Waktu Total.....	66
Tabel 4.6 Lintasan Kritis Proyek.....	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Galian Box Culvert STA 69+560	1
Lampiran 2 Pengecoran Wing Wall Box Culvert STA 68+425.....	2
Lampiran 3 Pemasangan Perancah Box Culvert STA 81+086	3
Lampiran 4 Pengecoran Top Slab & Wing Wall Box Culvert STA 81+175	4
Lampiran 5 Kurva S Pekerjaan Box Culvert.....	5



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan tol merupakan salah satu bentuk upaya pemerintah dalam memperkuat konektivitas antarwilayah serta menunjang pertumbuhan ekonomi nasional. Jalan tol berfungsi sebagai jalur transportasi strategis yang dapat mempercepat mobilitas barang dan orang, sekaligus menekan biaya logistik di berbagai sektor. Salah satu proyek yang memiliki peranan penting dalam mendukung konektivitas di wilayah Sumatera adalah Proyek Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 sampai dengan STA 97+600. Keberadaan proyek ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi transportasi dan mempercepat distribusi hasil produksi antarwilayah.

Dalam pelaksanaan proyek pembangunan jalan tol, selain pekerjaan badan jalan, pekerjaan struktur pendukung seperti *Box Culvert* memiliki peran yang sangat penting. *Box Culvert* berfungsi sebagai bangunan drainase utama yang menjamin kelancaran aliran air di bawah badan jalan serta menjaga stabilitas konstruksi jalan tol. Keterlambatan pada pekerjaan *Box Culvert* dapat berdampak langsung terhadap pekerjaan lanjutan, seperti penimbunan, perkerasan, dan pekerjaan struktur lainnya, sehingga berpotensi mengganggu keseluruhan jadwal proyek.

Dalam setiap pelaksanaan proyek konstruksi, pengaturan waktu atau manajemen jadwal merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan proyek. Jadwal pelaksanaan digunakan sebagai panduan untuk mengarahkan setiap kegiatan agar berjalan sesuai dengan rencana dan target waktu yang telah ditetapkan. Namun, pada praktiknya di lapangan, sering terjadi ketidaksesuaian antara jadwal rencana dan pelaksanaan aktual akibat berbagai kendala, seperti kondisi cuaca, keterlambatan pasokan material, keterbatasan sumber daya, serta hambatan koordinasi antarpekerjaan, termasuk pada pekerjaan *Box Culvert* yang memiliki tingkat ketergantungan aktivitas yang tinggi.

Pada pelaksanaan di lapangan, kontraktor pada Proyek Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi masih menggunakan metode Kurva-S untuk memantau kemajuan pekerjaan, termasuk pekerjaan *Box Culvert*. Metode ini dipilih karena mampu menggambarkan progres proyek berdasarkan hubungan antara volume pekerjaan dan waktu pelaksanaan yang divisualisasikan dalam bentuk kurva persentase kumulatif seluruh aktivitas proyek.

Meskipun Kurva-S efektif untuk memantau kemajuan proyek secara umum, metode ini belum mampu memberikan gambaran yang rinci mengenai keterkaitan antaraktivitas serta pengaruh keterlambatan suatu pekerjaan terhadap durasi keseluruhan proyek. Kondisi ini menjadi krusial pada pekerjaan *Box Culvert*, yang bersifat struktural dan sering berada pada jalur kritis proyek. Oleh karena itu, diperlukan metode pengendalian jadwal yang lebih komprehensif dan analitis untuk mengidentifikasi aktivitas kritis dan potensi keterlambatan secara lebih akurat.

Proyek Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi yang merupakan bagian dari jaringan Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS) tahap II memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi, baik dari segi teknis, manajerial, maupun koordinasi antar pemangku kepentingan. Kompleksitas tersebut mencakup ketergantungan antaraktivitas pekerjaan, dinamika pembebasan lahan, tantangan logistik material, serta fluktuasi ketersediaan sumber daya. Kondisi ini membuat pekerjaan-pekerjaan penting seperti *Box Culvert* memiliki potensi besar untuk mempengaruhi ketercapaian jadwal proyek secara keseluruhan.

Berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa keterlambatan proyek konstruksi, termasuk proyek jalan tol, masih sering terjadi meskipun perencanaan jadwal telah disusun. Penyebab keterlambatan tersebut umumnya berasal dari faktor teknis, manajerial, dan eksternal, dengan faktor manajerial khususnya perencanaan dan pengendalian jadwal sebagai salah satu penyebab dominan. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada identifikasi faktor keterlambatan berdasarkan persepsi responden, tanpa melakukan analisis struktural terhadap jaringan aktivitas proyek.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat kesenjangan penelitian berupa minimnya kajian yang secara khusus mengevaluasi jadwal pekerjaan struktural seperti *Box Culvert* pada proyek jalan tol berskala besar menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Metode ini mampu menunjukkan hubungan ketergantungan antaraktivitas, lintasan kritis, serta durasi minimum penyelesaian proyek secara kuantitatif.

Mengingat pentingnya pekerjaan *Box Culvert* dalam mendukung keberhasilan konstruksi jalan tol serta besarnya dampak keterlambatan terhadap biaya dan waktu pelaksanaan proyek, maka diperlukan suatu analisis penjadwalan yang lebih sistematis dan berbasis jaringan kerja. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi jadwal pelaksanaan pekerjaan *Box Culvert* pada Proyek Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 sampai dengan STA 97+600 menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) guna mengidentifikasi aktivitas kritis, durasi penyelesaian, serta potensi perbaikan penjadwalan yang dapat diterapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil dari penerapan metode jalur kritis *Critical Path Method* (CPM) dalam pelaksanaan Pekerjaan *Box Culvert* pada Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 sampai dengan STA 97+600?
2. Berapa durasi total pelaksanaan Pekerjaan *Box Culvert* pada Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 sampai dengan STA 97+600 setelah menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM)?
3. Apa saja pekerjaan yang termasuk jalur kritis dalam pelaksanaan Pekerjaan *Box Culvert* pada Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 sampai dengan STA 97+600 berdasarkan analisis menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil dari penerapan metode jalur kritis *Critical Path Method* (CPM) dalam pelaksanaan Pekerjaan *Box Culvert* pada Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 sampai dengan STA 97+600.
2. Untuk mengetahui durasi total pelaksanaan Pekerjaan *Box Culvert* pada Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 sampai dengan STA 97+600 setelah diterapkannya metode *Critical Path Method* (CPM).
4. Untuk mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang termasuk jalur kritis dalam pelaksanaan Pekerjaan *Box Culvert* pada Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 sampai dengan STA 97+600 berdasarkan analisis menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

1. Bagi Penulis

Dapat menambah wawasan, pengetahuan, serta kemampuan dalam menerapkan metode *Critical Path Method* (CPM) pada proyek konstruksi nyata, khususnya dalam bidang perencanaan dan pengendalian waktu. Selain itu, penelitian ini membantu penulis dalam mengasah kemampuan analisis untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan proyek di lapangan.

2. Bagi Proyek Pembangunan Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi

Dapat memberikan informasi terkait jalur kritis, durasi optimal, serta aktivitas yang berpotensi menyebabkan keterlambatan proyek. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan pertimbangan dalam pengambilan keputusan agar pelaksanaan pekerjaan dapat diselesaikan lebih efisien dan tepat waktu.

3. Bagi Institusi (Universitas Sangga Buana YPKP)

Dapat menjadi referensi tambahan bagi mahasiswa, dosen, maupun pihak akademik lainnya dalam memahami penerapan metode *Critical Path Method*

(CPM) pada proyek konstruksi. Penelitian ini juga dapat dijadikan acuan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penjadwalan proyek dan manajemen konstruksi.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terarah dan fokus pada tujuan yang ingin dicapai, maka diperlukan adanya batasan ruang lingkup penelitian. Batasan ini juga dimaksudkan untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dan di luar konteks topik utama. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya membahas evaluasi jadwal pelaksanaan Pekerjaan *Box Culvert* pada Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+851, STA 63+000, STA 64+205, STA 65+450 dan STA 66+680.
2. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk mengetahui jalur kritis dan durasi total proyek.
3. Penelitian ini berfokus pada aspek waktu pelaksanaan tanpa melakukan analisis terhadap biaya, mutu, atau sumber daya manusia secara mendalam hanya pada pekerjaan *Box Culvert*.
4. Data yang digunakan berasal dari jadwal pelaksanaan sementara proyek, serta dokumen pendukung yang diperoleh dari pihak terkait.
5. Hasil penelitian difokuskan pada evaluasi dan analisis waktu terhadap jadwal yang telah disusun, bukan pada penyusunan rencana jadwal baru.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan dan pemahaman terhadap isi laporan, penulisan tugas akhir ini disusun secara sistematis ke dalam beberapa bab yang saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya. Adapun sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan

laporan. Bab ini memberikan gambaran umum mengenai alasan dilakukannya penelitian dan arah yang ingin dicapai.

- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas teori-teori yang berkaitan dengan topik penelitian, seperti konsep manajemen proyek, penjadwalan, pengertian serta prinsip dasar metode *Critical Path Method* (CPM), *box culvert*, dan hasil penelitian terdahulu yang relevan. Tinjauan pustaka ini menjadi dasar teori dalam analisis yang dilakukan.

- **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian yang dilakukan, meliputi jenis penelitian, waktu dan tempat penelitian, variabel penelitian, data dan sumber data penelitian, metode pengumpulan dan analisis data. Selain itu, disajikan pula diagram alir (*flowchart*) penelitian untuk memperjelas alur pelaksanaan penelitian.

- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil pengolahan dan analisis data penelitian berdasarkan metode *Critical Path Method* (CPM). Pembahasan meliputi penyusunan jaringan kerja proyek, perhitungan waktu mulai dan selesai setiap aktivitas, penentuan lintasan kritis, serta durasi penyelesaian pekerjaan. Hasil analisis tersebut kemudian dibahas untuk mengetahui aktivitas-aktivitas yang berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan *box culvert* pada proyek yang diteliti.

- **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya. Selain itu, disajikan pula saran-saran yang diharapkan dapat memberikan masukan bagi pihak terkait dalam pengendalian waktu pelaksanaan proyek serta sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen

Manajemen dipahami sebagai suatu disiplin dalam ilmu pengetahuan yang keberlakuannya dapat dibuktikan secara umum dan diterapkan pada berbagai konteks organisasi (George R. Terry, 2001). Dalam perspektif lain, manajemen dipandang sebagai rangkaian proses yang mencakup kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pengendalian, serta pengarahan terhadap seluruh upaya yang dilakukan oleh anggota organisasi. Proses ini juga melibatkan pemanfaatan berbagai sumber daya yang tersedia secara efektif agar tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai secara optimal (Stoner, 2012). Dengan demikian, manajemen tidak hanya sekadar aktivitas administratif, tetapi merupakan mekanisme strategis yang mengoordinasikan manusia, metode, dan sumber daya untuk menghasilkan kinerja organisasi yang terarah dan berkelanjutan.

2.2 Proyek

Proyek dapat dipahami sebagai serangkaian aktivitas yang dilaksanakan dalam kurun waktu tertentu dengan tujuan spesifik yang ingin dicapai. Keistimewaan suatu proyek terletak pada karakteristiknya yang tidak bersifat rutin, melainkan bersifat unik dan hanya dilakukan ketika diperlukan. Oleh karena itu, proyek menuntut pengelolaan yang lebih cermat dibandingkan pekerjaan operasional sehari-hari karena setiap tahapan memiliki tuntutan dan tantangan tersendiri.

Selain itu, setiap proyek pada dasarnya memuat tingkat risiko yang relatif tinggi terhadap sistem manajemen yang diterapkan. Pengelolaan proyek yang tidak terstruktur dapat menimbulkan konsekuensi negatif yang serius, diibaratkan seperti mengendarai mobil balap dengan kecepatan tinggi di jalan umum tanpa kesiapan memadai. Kerugian yang muncul tidak hanya terkait materi, waktu, dan tenaga, tetapi juga bisa merusak kredibilitas organisasi maupun hubungan profesional yang telah terbangun. Bahkan, dalam situasi tertentu, kegagalan manajemen dapat berdampak fatal dan mengganggu sistem yang sebelumnya berjalan dengan baik.

2.2.1 Jenis- Jenis Proyek

Menurut Soeharto (1999), proyek dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan tujuan dan bidang penerapannya. Pembagian ini bertujuan agar proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian dapat disesuaikan dengan karakteristik pekerjaan. Secara umum, jenis-jenis proyek dapat digolongkan sebagai berikut:

1. **Proyek Konstruksi**, Proyek ini meliputi kegiatan pembangunan fisik seperti gedung, jalan raya, jembatan, pelabuhan, bendungan, dan fasilitas infrastruktur lainnya. Proyek konstruksi memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi karena melibatkan banyak sumber daya, durasi pelaksanaan panjang, serta risiko teknis yang besar (Soeharto, 1999).
2. **Proyek Penelitian dan Pengembangan (R&D)**, Proyek jenis ini bertujuan menghasilkan temuan baru atau mengembangkan teknologi yang sudah ada. Biasanya dilaksanakan oleh lembaga riset, perguruan tinggi, dan industri berbasis inovasi (Kerzner, 2017).
3. **Proyek Pengembangan Produk**, Proyek ini berkaitan dengan pembuatan atau penyempurnaan suatu produk yang akan dipasarkan. Tahapan kegiatan mencakup desain, pengujian, hingga komersialisasi (Gido & Clements, 2017).
4. **Proyek Teknologi Informasi**, Proyek ini mencakup pembuatan sistem aplikasi, pengembangan perangkat lunak, integrasi sistem, maupun digitalisasi proses. Proyek TI membutuhkan penyesuaian terhadap kebutuhan pengguna dan tahapan pengujian yang ketat (Kerzner, 2017).
5. **Proyek Sosial dan Pemerintahan**, Jenis proyek ini tidak selalu menghasilkan output fisik, tetapi lebih berfokus pada manfaat sosial seperti pendidikan, kesehatan, pelatihan masyarakat, atau program pelayanan publik (Gido & Clements, 2017).

2.2.2 Ciri-Ciri Proyek

Secara konseptual, proyek memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari kegiatan operasional rutin dalam suatu organisasi. Karakteristik ini penting dipahami karena menjadi dasar dalam penerapan

pendekatan manajemen proyek, khususnya dalam aspek perencanaan, pengendalian, dan evaluasi. Menurut Soeharto (1999), proyek merupakan kegiatan yang bersifat sementara, unik, dan membutuhkan pengelolaan sumber daya secara terintegrasi untuk mencapai tujuan tertentu dalam batas waktu yang telah ditetapkan. Sejalan dengan pandangan tersebut, Kerzner (2017) dan Gido & Clements (2017) menjelaskan bahwa proyek memiliki ciri-ciri utama sebagai berikut:

1. Setiap proyek diselenggarakan untuk mencapai hasil tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya, baik berupa produk, layanan, maupun sistem. Kejelasan tujuan dan ruang lingkup tersebut menjadi landasan dalam penyusunan strategi pelaksanaan, alokasi sumber daya, serta pengukuran keberhasilan proyek.
2. Proyek memiliki periode pelaksanaan yang terbatas dengan tanggal mulai dan selesai yang telah direncanakan. Batasan waktu ini menjadi parameter evaluasi kinerja dan menjadi salah satu elemen utama dalam penentuan keberhasilan proyek (Kerzner, 2017).
3. Meskipun dapat memiliki kemiripan dengan proyek lain, setiap proyek memiliki kondisi dan karakteristik yang berbeda, baik dari segi desain, lokasi, metode pelaksanaan, maupun kebutuhan teknis. Keunikan ini menyebabkan proyek tidak dapat sepenuhnya distandarisasi sebagaimana kegiatan operasional rutin.
4. Proyek memanfaatkan berbagai sumber daya seperti tenaga kerja, biaya, material, peralatan, dan teknologi. Keterbatasan sumber daya menuntut pengelolaan yang efisien agar tujuan proyek dapat dicapai tanpa melebihi batas anggaran atau durasi yang direncanakan.
5. Setiap proyek memiliki potensi risiko yang dapat mempengaruhi kualitas, biaya, maupun waktu pelaksanaan. Risiko tersebut dapat bersumber dari aspek teknis, administratif, lingkungan, atau faktor eksternal lainnya sehingga diperlukan strategi mitigasi dan pengendalian yang efektif (Gido & Clements, 2017).
6. Pelaksanaan proyek umumnya melibatkan lebih dari satu pihak, seperti pemilik proyek, kontraktor, konsultan perencana, konsultan pengawas, serta pemasok

material dan peralatan. Oleh karena itu, koordinasi dan komunikasi antar pihak menjadi elemen penting dalam menjaga kelancaran dan integrasi aktivitas proyek.

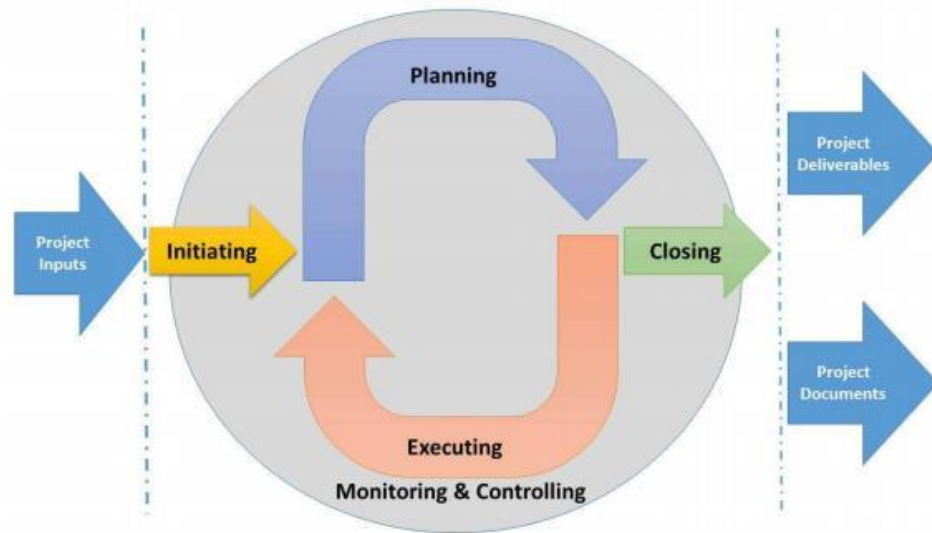
Dengan memahami ciri-ciri tersebut, pendekatan manajemen proyek dapat diterapkan secara tepat untuk memastikan pelaksanaan proyek berjalan sesuai sasaran waktu, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan.

2.3 Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan serangkaian upaya yang diarahkan untuk memastikan bahwa suatu kegiatan dapat dicapai secara efektif dan efisien. Efektivitas dalam konteks ini berkaitan dengan sejauh mana hasil pekerjaan mampu memenuhi tujuan yang telah ditetapkan, termasuk aspek mutu, biaya, waktu, dan indikator lainnya. Sementara itu, efisiensi merujuk pada kemampuan memanfaatkan sumber daya secara optimal melalui pemilihan aktivitas yang tepat, penentuan jumlah dan jenis sumber daya yang sesuai, serta pengaturan waktu penggunaannya agar tidak terjadi pemborosan.

Dengan demikian, penerapan manajemen proyek dalam pekerjaan konstruksi menjadi suatu keharusan yang tidak dapat diabaikan. Tanpa adanya pengelolaan yang terstruktur, proyek konstruksi akan sulit mencapai target yang telah direncanakan, baik dari sisi anggaran, durasi pelaksanaan, maupun kualitas hasil akhir. Manajemen proyek berperan sebagai fondasi utama yang memastikan seluruh komponen pekerjaan berjalan selaras dan terkoordinasi dengan baik sehingga tujuan proyek dapat terwujud secara optimal.

Manajemen proyek meliputi proses perencanaan (*planning*) kegiatan, pengaturan (*organizing*), pelaksanaan (*executing*), serta pengendalian (*controlling*) yang dikenal dengan proses manajemen.



Gambar 2.1 *Project Management Process*

2.3.1 Tujuan Manajemen Proyek

Tujuan dari proses manajemen adalah untuk mengusahakan agar semua rangkaian kegiatan tersebut :

- a. Penyelesaian proyek dilakukan tepat pada jadwal yang telah ditetapkan, sehingga tidak terjadi penundaan dalam tahapan maupun keseluruhan durasi pekerjaan.
- b. Pengeluaran biaya berlangsung sesuai rencana anggaran, sehingga tidak muncul tambahan biaya di luar estimasi yang telah disusun sebelumnya.
- c. Hasil pekerjaan memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan dan sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan.
- d. Seluruh tahapan pekerjaan dapat berlangsung secara teratur dan tanpa hambatan berarti, sehingga alur kegiatan tetap stabil dan terkoordinasi dengan baik.

2.3.2 Fungsi Manajemen Proyek

Menurut Dimiyati dan Nurjaman (2014), manajemen proyek memiliki beberapa fungsi utama, yaitu sebagai berikut:

1. Perencanaan (*Planning*), fungsi ini berfokus pada proses pengambilan keputusan berdasarkan data dan informasi yang tersedia untuk kebutuhan masa

depan. Perencanaan mencakup penyusunan rencana jangka pendek maupun jangka panjang sehingga arah pelaksanaan proyek menjadi lebih terstruktur dan terukur.

2. Pengorganisasian (*Organizing*), fungsi ini bertujuan menyelaraskan seluruh aktivitas yang dilakukan oleh berbagai individu atau tim dalam proyek. Melalui pengorganisasian, pembagian tugas, batasan tanggung jawab, serta hubungan antarbagian menjadi lebih jelas sehingga setiap unit dapat bekerja secara terkoordinasi untuk mencapai tujuan yang sama.
3. Pelaksanaan (*Actuating*), pada fungsi ini, fokus utamanya adalah memastikan seluruh pihak yang terlibat mampu melaksanakan tugas sesuai rencana. Aktivitas seperti pengarahan, koordinasi, serta pemberian motivasi menjadi bagian penting agar pekerjaan dapat berjalan efektif serta sesuai jadwal.
4. Pengendalian (*Controlling*), fungsi terakhir ini berkaitan dengan proses peninjauan dan penilaian terhadap pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Melalui pengendalian, kualitas kerja dapat diukur, kesalahan dapat diidentifikasi, dan langkah koreksi dapat segera dilakukan agar pelaksanaan proyek tetap berada dalam batasan kinerja yang telah ditetapkan.

2.3.3 Tahapan Manajemen Proyek

Proses perencanaan (*planning*) dalam suatu proyek umumnya dibagi ke dalam dua tahapan utama, yaitu perencanaan pada lingkup manajemen konsultan dan perencanaan pada lingkup manajemen kontraktor. Perencanaan yang menjadi tanggung jawab konsultan meliputi penyusunan rancangan fisik dan struktur secara detail, penyusunan anggaran biaya, serta penentuan durasi pelaksanaan pekerjaan. Sementara itu, perencanaan yang ditangani oleh pihak kontraktor berfokus pada penyusunan metode kerja yang akan digunakan, perencanaan anggaran selama tahap pelaksanaan, serta pengaturan administrasi baik di tingkat lapangan maupun perusahaan. Dengan pembagian ini, proses perencanaan dapat berlangsung lebih sistematis karena setiap pihak menjalankan fungsi perencanaan sesuai perannya masing-masing.

Metode manajemen proyek yang diterapkan oleh pihak pelaksana (kontraktor), manajemen pengawasan, maupun organisasi pemilik proyek pada dasarnya menggunakan pendekatan yang serupa, yakni berlandaskan pada berbagai laporan tertulis yang menggambarkan kondisi aktual di lapangan. Dokumen-dokumen tersebut menjadi acuan utama dalam memantau perkembangan pekerjaan dan biasanya disusun dalam bentuk laporan harian, mingguan, serta jenis laporan periodik lainnya sesuai kebutuhan pengendalian proyek. Pendekatan berbasis laporan ini memungkinkan seluruh pihak terkait memperoleh informasi terkini sehingga keputusan manajerial dapat diambil dengan lebih tepat dan responsif terhadap dinamika di lapangan.

Sebuah proyek dapat dipahami sebagai rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dalam rentang waktu tertentu dengan tujuan yang telah dirumuskan secara jelas sejak tahap perencanaan awal. Berdasarkan pemahaman tersebut, manajemen proyek bertujuan untuk mengarahkan seluruh aktivitas agar sasaran yang telah ditetapkan dapat dicapai secara efektif dan efisien. Untuk mewujudkan tujuan tersebut, diperlukan pengelolaan sumber daya yang memadai, termasuk tenaga kerja sebagai elemen kunci yang menentukan keberhasilan pelaksanaan proyek. Dengan pengaturan yang tepat, seluruh sumber daya dapat dioptimalkan sehingga proyek mampu menghasilkan output sesuai rencana.

2.3.4 Komponen Manajemen Proyek

Komponen manajemen proyek merupakan elemen dasar yang harus dikelola untuk memastikan proyek berjalan sesuai tujuan. Komponen tersebut meliputi:

1. Ruang Lingkup (*Scope*), Menentukan batasan pekerjaan, tujuan proyek, serta hasil akhir yang harus dicapai agar tidak terjadi deviasi atau pekerjaan di luar kebutuhan proyek.
2. Waktu (*Schedule*), Mengatur durasi kegiatan, urutan pekerjaan, serta jadwal pelaksanaan menggunakan metode penjadwalan seperti *Critical Path Method* (CPM) untuk memastikan proyek selesai tepat waktu.

3. Biaya (*Cost*), Meliputi proses estimasi, alokasi, serta pengendalian anggaran agar biaya aktual tetap sesuai rencana dan tidak terjadi pembengkakan (*cost overrun*).
4. Mutu (*Quality*), Menjamin pekerjaan memenuhi standar teknis, spesifikasi, dan ketentuan mutu melalui kegiatan inspeksi, uji kualitas, dan pengawasan lapangan.
5. Sumber Daya (*Resources*), Mengelola kebutuhan tenaga kerja, material, peralatan, dan teknologi agar tersedia sesuai rencana dan dapat mendukung pelaksanaan proyek.
6. Komunikasi (*Communication*), Mengatur aliran informasi antar pihak terkait untuk mendukung koordinasi, pengambilan keputusan, serta mencegah miskomunikasi.
7. Risiko (*Risk Management*), Mengidentifikasi potensi hambatan, menganalisis dampaknya, serta menyusun strategi mitigasi untuk meminimalkan gangguan terhadap proyek.
8. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), Menjamin keselamatan tenaga kerja, lingkungan kerja yang aman, serta kepatuhan terhadap standar K3 agar pelaksanaan proyek bebas kecelakaan.

2.3.5 Faktor-Faktor Keberhasilan Manajemen Proyek

Keberhasilan suatu proyek tidak hanya ditentukan oleh terselesaikannya pekerjaan sesuai waktu, biaya, dan mutu yang ditetapkan, tetapi juga oleh bagaimana proses pengelolaannya dilakukan secara terstruktur dan efektif. Menurut Kerzner (2017) serta *Project Management Institute* (PMI, 2021), beberapa faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan manajemen proyek antara lain perencanaan yang matang sejak tahap awal pelaksanaan, komunikasi yang terbangun secara efektif antar seluruh pihak terkait, serta sistem monitoring dan pengendalian yang berjalan secara berkelanjutan untuk memastikan kesesuaian antara rencana dan kondisi aktual di lapangan.

Selain itu, kualitas sumber daya manusia, material, dan peralatan juga berperan signifikan dalam menentukan performa proyek. Dukungan dan komitmen

dari pihak manajemen serta stakeholder menjadi faktor strategis guna menjaga keputusan tetap selaras dengan tujuan proyek. Di sisi lain, kemampuan dalam mengidentifikasi risiko serta menyusun strategi mitigasi sejak dini membantu meminimalkan potensi gangguan terhadap jalannya proyek. Kepatuhan terhadap standar, spesifikasi teknis, serta regulasi keselamatan kerja turut memperkuat keberhasilan proyek dari aspek teknis maupun administratif.

Dengan demikian, keberhasilan manajemen proyek tidak hanya bergantung pada satu aspek, tetapi merupakan hasil integrasi beberapa faktor yang saling mendukung dalam suatu sistem pengelolaan yang terencana dan adaptif.

2.4 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan elemen penting dalam manajemen proyek yang berfungsi untuk merencanakan, mengatur, dan mengoordinasikan seluruh aktivitas proyek agar dapat diselesaikan sesuai waktu yang telah ditentukan. Menurut Kerzner (2017), penjadwalan proyek adalah proses sistematis dalam menentukan urutan aktivitas, durasi pelaksanaan, serta alokasi sumber daya yang dibutuhkan guna mencapai tujuan proyek secara efektif dan efisien.

Dalam proyek konstruksi, penjadwalan memegang peran sentral karena sifat pekerjaan yang saling bergantung satu sama lain (*interdependency*). Hal ini ditegaskan oleh Soeharto (1999) bahwa penjadwalan proyek diperlukan untuk mengetahui hubungan antar pekerjaan, waktu mulai dan selesai kegiatan, serta kegiatan kritis yang mempengaruhi total durasi penyelesaian proyek.

Menurut Callahan, Quackenbush, dan Rowings (1992), penjadwalan juga berfungsi sebagai alat monitoring dan pengendalian pelaksanaan pekerjaan di lapangan, sehingga dapat dijadikan pembandingan antara rencana dan kondisi aktual (*baseline vs actual schedule*). Dengan demikian, penjadwalan tidak hanya membantu dalam tahap perencanaan, tetapi juga dalam pengawasan serta pengambilan keputusan proyek.

Secara umum, penjadwalan proyek pada bidang konstruksi mencakup proses identifikasi aktivitas, estimasi durasi, penentuan hubungan logis antar pekerjaan, serta

penyusunan urutan kegiatan dalam bentuk representasi grafis seperti *bar chart*, *network planning*, atau *Critical Path Method (CPM)* (Badiru, 1993).

2.4.1 Pengertian Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan proses pengorganisasian urutan pekerjaan, durasi aktivitas, serta waktu mulai dan selesai setiap kegiatan agar proyek dapat diselesaikan sesuai target yang telah direncanakan (Kerzner, 2017). Penjadwalan berfungsi sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan sehingga aktivitas dapat berjalan terkoordinasi, terstruktur, dan tidak saling tumpang tindih (Soeharto, 1999).

Selain itu, penjadwalan juga berperan sebagai alat komunikasi dan pengendalian kemajuan proyek, karena mampu menunjukkan prioritas pekerjaan, hubungan ketergantungan antar aktivitas, serta waktu kritis yang harus dipenuhi (Callahan, Quackenbush, & Rowings, 1992). Dengan demikian, penjadwalan membantu manajer proyek memastikan seluruh kegiatan berjalan efektif dan sesuai rencana.

2.4.2 Tujuan Penjadwalan Proyek

Tujuan utama dari penjadwalan proyek adalah memastikan seluruh aktivitas proyek berlangsung sesuai rencana dalam batas waktu yang telah ditetapkan (PMI, 2021). Melalui penjadwalan, manajer proyek dapat mengetahui urutan pekerjaan, waktu pelaksanaan, serta sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap aktivitas secara efisien (Kerzner, 2017). Penjadwalan juga membantu meminimalkan risiko keterlambatan yang berpotensi memengaruhi biaya dan mutu akhir proyek.

Selain itu, penjadwalan berfungsi sebagai alat pengendalian untuk memantau kemajuan proyek selama pelaksanaan (Soeharto, 1999). Dengan membandingkan rencana dan realisasi di lapangan, manajer proyek dapat melakukan evaluasi serta tindakan korektif apabila terjadi deviasi. Dengan demikian, penjadwalan tidak hanya berperan sebagai pedoman pelaksanaan, tetapi juga sebagai instrumen dalam pengambilan keputusan agar proyek tetap berada pada jalur yang telah direncanakan.

2.4.3 Fungsi Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek berperan sebagai alat penting dalam mengatur waktu pelaksanaan pekerjaan konstruksi agar berjalan sesuai target yang telah direncanakan. Melalui penyusunan jadwal yang sistematis, manajer proyek dapat mengetahui urutan aktivitas, durasi pekerjaan, serta kebutuhan sumber daya sehingga pelaksanaan dapat lebih terarah dan terukur (Soeharto, 1999).

Fungsi utama penjadwalan proyek meliputi:

- a) Sebagai alat perencanaan waktu, yaitu menentukan durasi kegiatan dan total waktu penyelesaian proyek (Rani, 2016).
- b) Sebagai alat pengendalian, yaitu menjadi acuan dalam memantau kemajuan proyek dan mengambil tindakan koreksi bila terjadi keterlambatan (PMI, 2021).
- c) Sebagai pedoman koordinasi sumber daya, sehingga penggunaan tenaga kerja, material, dan peralatan dapat lebih efisien (Callahan, Quackenbush & Rowings, 1992).
- d) Sebagai sarana identifikasi pekerjaan prioritas, terutama aktivitas kritis yang mempengaruhi durasi keseluruhan proyek (Kerzner, 2017).
- e) Sebagai media komunikasi proyek, sehingga seluruh pihak yang terlibat memiliki pemahaman jadwal yang sama (Soeharto, 1999).

Dengan demikian, penjadwalan proyek tidak hanya menjadi pedoman waktu, tetapi juga instrumen pengelolaan yang mendukung efektivitas dan keberhasilan pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

2.4.4 Jenis Metode Penjadwalan Proyek

Dalam manajemen proyek konstruksi, terdapat berbagai metode penjadwalan yang digunakan untuk membantu merencanakan urutan kegiatan, menentukan durasi pekerjaan, serta memantau kemajuan pelaksanaan agar target waktu dapat tercapai (Soeharto, 1999). Pemilihan metode penjadwalan sangat bergantung pada kompleksitas proyek, tingkat detail yang dibutuhkan, serta kebutuhan pengendalian waktu. Secara umum, metode penjadwalan proyek yang sering digunakan meliputi *Bar Chart (Gantt Chart)*, *Precedence Diagramming*

Method (PDM), *Critical Path Method* (CPM), dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) (Kerzner, 2017).

- a) *Bar Chart (Gantt Chart)*, Metode ini merupakan bentuk penjadwalan paling sederhana yang menampilkan aktivitas dalam format grafik batang horizontal sesuai durasi pelaksanaannya (Callahan, Quackenbush & Rowings, 1992). Keunggulannya terletak pada visualisasi yang mudah dipahami serta efektif digunakan pada tahap awal penyusunan jadwal. Namun, kekurangannya adalah metode ini tidak menunjukkan hubungan ketergantungan antar aktivitas secara jelas.
- b) *Precedence Diagramming Method* (PDM), PDM menampilkan aktivitas melalui diagram jaringan yang menunjukkan hubungan logis antar pekerjaan, seperti hubungan *finish to start*, *start to start*, *finish to finish*, atau *start to finish* (PMI, 2021). Metode ini lebih fleksibel dibanding *Bar Chart* karena menggambarkan aliran dan ketergantungan pekerjaan secara lebih rinci.
- c) *Critical Path Method* (CPM), CPM merupakan metode yang berfungsi untuk mengidentifikasi jalur kritis, yaitu rangkaian kegiatan yang keterlambatannya akan langsung menunda penyelesaian proyek secara keseluruhan (Kerzner, 2017). Metode ini sangat efektif pada proyek konstruksi besar dan kompleks karena dapat digunakan untuk perencanaan, pemantauan, serta pengendalian jadwal secara terukur.
- d) *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), Metode ini digunakan pada pekerjaan yang mengandung tingkat ketidakpastian waktu tinggi. Estimasi waktu dihitung berdasarkan tiga nilai, yaitu waktu optimis (O), realistis (M), dan pesimis (P), sehingga hasil perhitungannya bersifat probabilistik (Soeharto, 1999). Dengan demikian, PERT lebih cocok digunakan pada proyek penelitian, pengembangan teknologi, atau pekerjaan yang belum memiliki standar durasi pasti.

Dengan adanya berbagai metode tersebut, perencana proyek dapat memilih teknik penjadwalan yang paling sesuai dengan kebutuhan, tingkat akurasi yang diharapkan, serta kondisi realisasi pekerjaan di lapangan.

2.5 Network Planning

Network Planning merupakan teknik penjadwalan proyek yang menggunakan diagram jaringan (*network diagram*) untuk menggambarkan hubungan ketergantungan antar aktivitas dalam suatu proyek. Teknik ini dikembangkan untuk membantu perencanaan, pengorganisasian, serta pengendalian waktu pelaksanaan proyek secara lebih sistematis dan terukur (Soeharto, 1999). Melalui penyajian aktivitas dalam bentuk jaringan, *Network Planning* memungkinkan identifikasi alur pekerjaan yang paling efisien sehingga keterlambatan dapat diminimalkan dan koordinasi sumber daya dapat dilakukan secara lebih efektif. Dalam praktik konstruksi modern, *Network Planning* menjadi dasar bagi metode lanjut seperti *Critical Path Method* (CPM) maupun *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) (Kerzner, 2017).

2.5.1 Pengertian Network Planning

Network Planning didefinisikan sebagai metode penjadwalan proyek yang menjelaskan urutan logis pekerjaan dalam bentuk diagram jaringan yang menunjukkan ketergantungan antar aktivitas serta durasi pelaksanaannya (PMI, 2021). Diagram ini menampilkan aktivitas proyek sebagai titik atau panah yang saling berhubungan sehingga alur pekerjaan dapat terlihat secara jelas. Dengan demikian, *Network Planning* mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai struktur pekerjaan, interaksi antar aktivitas, serta waktu penyelesaian proyek secara lebih komprehensif.

2.5.2 Tujuan Network Planning

Tujuan utama *Network Planning* adalah membantu perencanaan dan pengendalian waktu pelaksanaan pekerjaan proyek secara sistematis. Menurut Callahan, Quackenbush, dan Rowings (1992), tujuan penyusunan *Network Planning* meliputi:

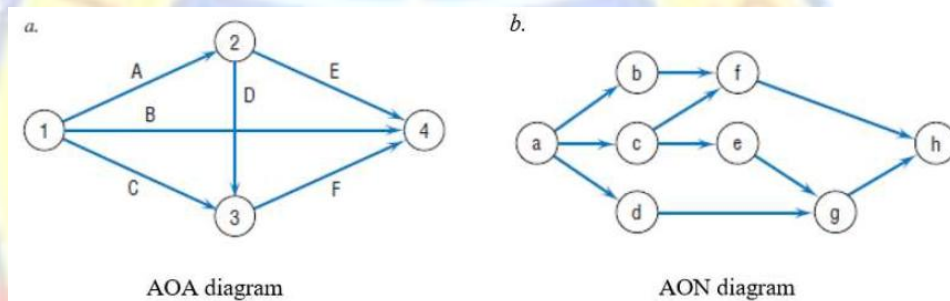
- a) Mengidentifikasi hubungan ketergantungan antar aktivitas
- b) Mengestimasi durasi proyek secara akurat.
- c) Menentukan prioritas pekerjaan yang harus diselesaikan terlebih dahulu.
- d) Menyediakan alat kontrol untuk mengevaluasi kemajuan proyek selama pelaksanaan.

Dengan tujuan tersebut, *Network Planning* berfungsi sebagai pedoman strategis dalam memastikan pelaksanaan proyek berjalan sesuai jadwal.

2.5.3 Jenis dan Bentuk Network Planning

Network Planning umumnya dibedakan menjadi dua bentuk diagram, yaitu:

- Activity on Node* (AON), Pada model ini, aktivitas digambarkan dalam bentuk kotak atau node, sedangkan garis atau panah yang menghubungkan antar node menunjukkan ketergantungan pekerjaan. Model ini banyak digunakan pada metode CPM dan merupakan bentuk diagram yang paling umum dalam praktik modern (PMI, 2021).
- Activity on Arrow* (AOA), Pada model ini, aktivitas digambarkan dalam bentuk panah, sedangkan simpul menunjukkan awal dan akhir aktivitas.



Gambar 2.1 Contoh *Network Diagram Model AOA Dan AON*

Meskipun merupakan bentuk awal *Network Planning*, metode ini kini jarang digunakan kecuali pada pendekatan berbasis PERT.

2.5.4 Manfaat *Network Planning*

Berikut beberapa manfaat dari *Network Planning*:

- Penyusunan logika hubungan antar aktivitas memungkinkan proses perencanaan proyek dilakukan secara lebih terstruktur, rinci, dan mendalam.
- Memberikan kapasitas analitis untuk memodifikasi sebagian alur proses dan kemudian menilai bagaimana perubahan tersebut memengaruhi keseluruhan pelaksanaan proyek.
- Melalui penyusunan *Network Planning*, waktu penyelesaian suatu aktivitas yang perlu diprioritaskan atau dipercepat dapat terlihat dengan jelas,

sehingga membantu dalam pengambilan keputusan terkait percepatan pekerjaan.

2.5.5 Tanda (*Symbol*) *Network Planning*

Menurut Hayun (2005) simbol-simbol yang digunakan dalam penggambaran *Network Planning* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Simbol-Simbol *Network Planning*

Simbol	Keterangan	Arti
	Lingkaran = <i>node</i>	Menunjukkan suatu kejadian atau peristiwa.
	Anak panah = <i>arrow</i>	Menunjukkan sebuah kegiatan atau aktivitas yang memerlukan durasi. Baik panjang maupun kemiringan dari anak panah ini tidak mempunyai arti. Sehingga dalam penggambarannya tidak memerlukan skala.
	Anak panah terputus – putus = <i>dummy</i>	Menyatakan kegiatan semu atau <i>dummy</i> . Bedanya dengan kegiatan biasa, <i>dummy</i> tidak memerlukan durasi atau waktu. Penggambarannya pun tidak memerlukan skala.
	Anak panah tebal	Menunjukkan aktivitas pada lintasan kritis.

2.6 Network Diagram

2.6.1 Pengertian Network Diagram

Network diagram merupakan representasi grafis yang menggambarkan urutan dan hubungan logis antar aktivitas dalam pelaksanaan proyek. Diagram ini digunakan untuk menunjukkan ketergantungan antar pekerjaan, urutan proses, serta waktu pelaksanaan secara sistematis (Soeharto, 2019).

Dalam manajemen proyek, *network diagram* berperan sebagai alat bantu dalam perencanaan dan penjadwalan karena mampu menunjukkan hubungan aktivitas yang dilaksanakan secara berurutan maupun paralel. Selain itu, diagram ini menjadi dasar dalam metode analisis penjadwalan seperti *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) (Kerzner, 2017).

2.6.2 Tujuan Network Diagram

Tujuan pembuatan *network diagram* dalam penjadwalan proyek antara lain:

- a) Menyajikan alur aktivitas proyek secara jelas dan terstruktur
- b) Mengidentifikasi hubungan ketergantungan antar aktivitas.
- c) Menentukan lintasan kritis untuk mengetahui durasi minimum proyek.
- d) Mendukung proses evaluasi, pengendalian, dan penyesuaian jadwal apabila terjadi perubahan selama pelaksanaan (Soeharto, 2019).

2.6.3 Kelebihan dan Kelemahan Network Diagram

Dalam penerapannya, *network diagram* memiliki sejumlah keunggulan sekaligus keterbatasan yang perlu diperhatikan agar penggunaannya sesuai dengan kebutuhan analisis proyek.

1. Kelebihan Network Diagram

- a) Mempermudah visualisasi hubungan logis antar aktivitas proyek sehingga urutan pekerjaan dapat dipahami dengan lebih jelas.
- b) Mendukung identifikasi lintasan kritis (*critical path*) yang menjadi dasar penentuan durasi minimum proyek.
- c) Memungkinkan analisis keterlambatan dan pengaruhnya terhadap jadwal keseluruhan proyek.

- d) Bersifat fleksibel karena dapat diperbarui sesuai perubahan durasi atau metode pelaksanaan pekerjaan.
- e) Membantu meningkatkan pengendalian jadwal karena aktivitas kunci dapat diprioritaskan selama pelaksanaan proyek. (Kerzner, 2017)

2. Kelemahan *Network Diagram*

- a) Membutuhkan data aktivitas yang lengkap dan akurat, sehingga proses penyusunan awal cukup kompleks.
- b) Dapat menjadi sangat rumit ketika proyek memiliki banyak aktivitas dan dependensi.
- c) Memerlukan keterampilan analitis serta perangkat lunak pendukung untuk menghindari kesalahan dalam pengolahan data.
- d) Perlu diperbarui secara berkala, sehingga membutuhkan waktu dan perhatian khusus dalam tahap pengendalian jadwal proyek. (Soeharto, 2019)

2.7 Metode *Critical Path Method* (CPM)

2.7.1 Pengertian Metode *Critical Path Method* (CPM)

Metode jalur kritis atau *Critical Path Method* (CPM) telah lama dikenal sebagai salah satu teknik penjadwalan proyek yang banyak digunakan, terutama pada pekerjaan konstruksi. Levin dan Kirkpatrick (1972) menjelaskan bahwa *Critical Path Method* (CPM) merupakan metode yang dirancang untuk membantu proses perencanaan sekaligus pengawasan proyek dengan menggunakan pendekatan jaringan kerja. Mereka menekankan bahwa metode ini menjadi salah satu sistem perencanaan yang paling sering diterapkan dibandingkan teknik lain berbasis jaringan, khususnya ketika durasi setiap aktivitas dalam proyek dapat diperkirakan dengan cukup pasti dan tidak mengalami perubahan signifikan.

Sejalan dengan itu, Siswanto (2007) mengemukakan bahwa *Critical Path Method* (CPM) bukan hanya berfungsi sebagai alat perencanaan waktu, tetapi juga sebagai model manajemen proyek yang menempatkan biaya sebagai salah satu unsur penting dalam analisis. Melalui pendekatan ini, durasi penyelesaian proyek dapat dioptimalkan sehingga biaya total proyek dapat ditekan. Dengan kata lain,

penerapan *Critical Path Method* (CPM) memungkinkan penyelesaian pekerjaan secara lebih efisien karena metode ini membantu mengidentifikasi aktivitas yang harus mendapatkan prioritas utama agar keseluruhan proyek dapat selesai sesuai target.

2.7.2 Durasi Kegiatan Waktu

Durasi suatu kegiatan dalam perencanaan jaringan kerja menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas dari awal hingga akhir. Biasanya, durasi ini diukur dalam satuan jam, hari, atau minggu. Dalam metode *Critical Path Method* (CPM), estimasi durasi digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian tiap aktivitas secara tepat, dengan pendekatan *single duration estimate*. Metode ini cocok diterapkan ketika durasi dapat ditentukan secara akurat dan tidak mengalami banyak fluktuasi. Perhitungan durasi sendiri mengikuti rumus yang telah dijelaskan oleh Soeharto (1999) dimana :

$$D = \frac{v}{Pr \cdot N} \quad (2.1)$$

Keterangan:

D = durasi kegiatan

V = volume kegiatan

Pr = produktivitas kerja rata-rata

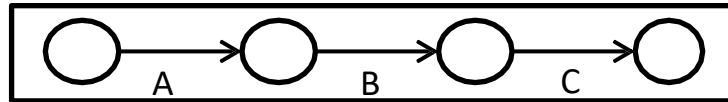
N = jumlah tenaga kerja dan peralatan

2.7.3 Jalur Kritis

Menurut Render dan Jay (2006), jalur kritis adalah rangkaian aktivitas dalam suatu proyek yang tidak dapat ditunda pelaksanaannya dan memiliki keterkaitan yang erat satu sama lain. Semakin banyak jalur kritis yang ada, semakin banyak pula aktivitas yang perlu diawasi secara cermat. Durasi terpanjang dari jalur kritis ini digunakan sebagai acuan untuk memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jalur kritis sendiri ditentukan melalui diagram jaringan yang menggambarkan hubungan dan urutan kegiatan dalam proyek.

Logika ketergantungan kegiatan-kegiatan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

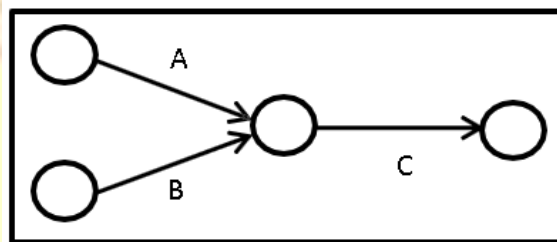
- 1) Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai dan kegiatan C dapat dimulai setelah kegiatan B selesai, hubungan kegiatan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.2**



Gambar 2.2 Kegiatan A Pendahulu Kegiatan B Dan Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C

(Sumber: Render dan Jay, 2006)

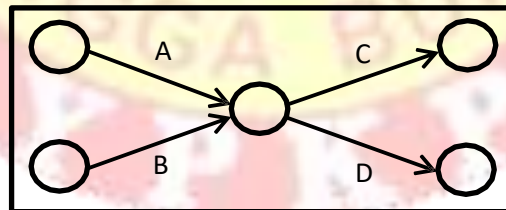
- 2) Kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, hubungan kegiatannya dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



Gambar 2.3 Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C

(Sumber: Render dan Jay, 2006)

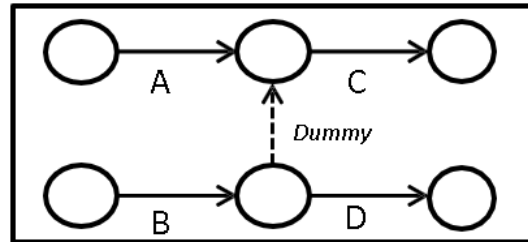
- 3) Jika kegiatan A dan B harus dimulai sebelum kegiatan C dan D, hubungan kegiatan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.4**



Gambar 2.4 Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D

(Sumber: Render dan Jay, 2006)

- 4) Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, tetapi D sudah dapat dimulai bila kegiatan B sudah selesai, hubungan kegiatan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.5**

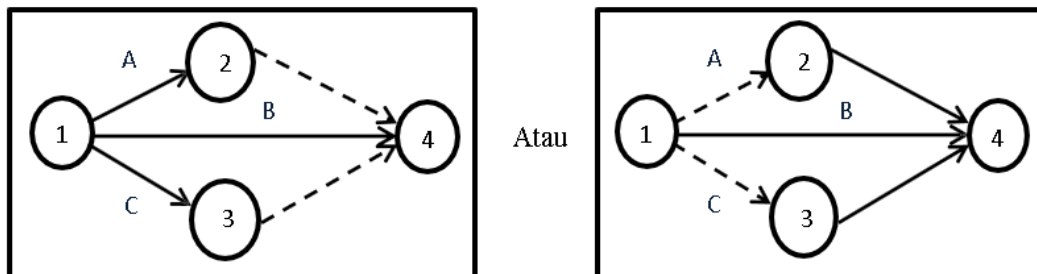


Gambar 2.5 Kegiatan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D

(Sumber: Render dan Jay, 2006)

Fungsi *dummy* (- →) di atas adalah untuk memindahkan seketika itu juga (sesuai dengan arah panah) keterangan tentang selesainya kegiatan B

- 5) Jika kegiatan A, B, dan C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka hubungan kegiatan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.6**



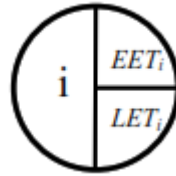
Gambar 2.6 Kegiatan A, B, Dan C Mulai Dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama

(Sumber: Render dan Jay, 2006)

2.7.4 Waktu Kejadian

Bagian ini membahas konsep dasar waktu kejadian dalam proyek, yang mencakup waktu paling awal dan paling akhir suatu aktivitas dapat terjadi. Waktu kejadian ini menjadi dasar bagi perhitungan jalur kritis, karena menentukan kapan suatu aktivitas dapat dimulai maupun diselesaikan. Dalam perencanaan proyek, waktu kejadian biasanya dinyatakan dalam satuan jam, hari, atau minggu, dan

dibedakan menjadi Earliest Event Time (EET) dan Latest Event Time (LET) (Soeharto, 1999).



Gambar 2.7 Waktu Kejadian

Keterangan :

- i = Nomor kejadian.
- EET = *Earliest Even Time*, waktu kejadian paling cepat yang dapat terjadi.
- LET = *Latest Even Time*, waktu kejadian paling lambat yang harus terjadi agar waktu penyelesaian proyek tidak terlambat.

2.7.5 Hitungan Maju (*Forward Pass / Earliest Time Calculation*)

Hitungan maju merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menentukan jalur kritis dalam sebuah jaringan kerja proyek. Metode ini bertujuan untuk menghitung waktu mulai paling awal (*Earliest Event Time/EET*) pada setiap node, baik pada node awal (*i-node*) maupun node berikutnya (*j-node*), dengan cara mengambil nilai EET terbesar di antara seluruh kegiatan pendahulu. Dalam proses ini, waktu mulai paling awal dari suatu aktivitas ditentukan oleh kapan aktivitas pendahulunya selesai, sehingga setiap kegiatan baru dapat dimulai hanya setelah seluruh pekerjaan pendahulu tuntas. Perhitungan dilakukan dengan menambahkan nilai *Earliest Event Time* (EET) pada *node* pendahulu dengan durasi aktivitas yang bersangkutan. Sementara itu, node awal yang menandai dimulainya proyek diberi nilai *Earliest Event Time* (EET) sebesar 0 sebagai titik referensi.

$$\begin{aligned} \text{ES}_{ij} &= \text{Earliest Start, waktu kegiatan paling cepat dimulai} \\ &= \text{EET}_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EF}_{ij} &= \text{Earliest Finish, waktu kegiatan paling cepat diselesaikan} \\ &= \text{EF}_{ij} = \text{ES}_{ij} + dA \end{aligned}$$

2.7.6 Hitungan Mundur (*Backward Pass / Latest Time Calculation*)

Hitungan mundur digunakan untuk menentukan batas waktu paling akhir suatu aktivitas masih dapat dimulai atau diselesaikan tanpa mengakibatkan keterlambatan pada keseluruhan durasi proyek yang sebelumnya diperoleh melalui proses hitungan maju. Melalui metode ini, diperoleh nilai waktu selesai paling lambat (*Latest Event Time/LET*) pada setiap node, baik pada node awal (*i-node*) maupun node berikutnya (*j-node*), dengan cara mengambil nilai terkecil dari semua kemungkinan waktu yang tersedia. Proses perhitungan dimulai dari peristiwa terakhir dalam jaringan proyek, di mana nilai EET pada node akhir diasumsikan sama dengan nilai LET yang digunakan sebagai acuan dalam hitungan mundur. Dengan demikian, hitungan mundur memungkinkan identifikasi ruang kelonggaran waktu (*float*) sekaligus memastikan bahwa aktivitas tetap berada dalam batas jadwal proyek tanpa menimbulkan penundaan.

LS_{ij} = *Latest Start, waktu kegiatan paling lambat harus dimulai*

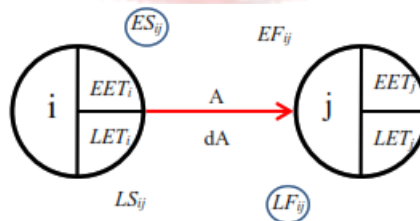
$$= LS_{ij} = LF_{ij} - dA$$

LF_{ij} = *Latest Finish, waktu kegiatan paling lambat harus diselesaikan*

$$= LET_j$$

2.7.7 Waktu Kegiatan atau *Activity Time*

Setiap kegiatan dalam proyek memiliki durasi tertentu (dA) yang berperan dalam menentukan waktu mulai dan selesai aktivitas. Waktu kegiatan ini dihitung berdasarkan hasil hitungan maju dan mundur, dengan memperhatikan nilai ES_{ij} , EF_{ij} , LS_{ij} , dan LF_{ij} . Dengan demikian, waktu kegiatan memberikan gambaran lengkap mengenai jadwal pelaksanaan tiap aktivitas serta hubungannya dengan jalur kritis proyek (Render dan Jay, 2006).



Gambar 2.8 Waktu Kegiatan

Keterangan :

i = Nomor kejadian.

A = Nama kegiatan.

dA = Durasi kegiatan A

ES_{ij} = *Earliest Start*, waktu kegiatan paling cepat dimulai = EET_i

EF_{ij} = *Earliest Finish*, waktu kegiatan paling cepat diselesaikan

= EF_{ij} = ES_{ij} + dA

LS_{ij} = *Latest Start*, waktu kegiatan paling lambat harus dimulai

= LS_{ij} = LF_{ij} - dA

LF_{ij} = *Latest Finish*, waktu kegiatan paling lambat harus diselesaikan

= LET_j

2.7.8 Ruang Kelonggaran (*Float*)

Menurut Husen (2011), *float* adalah besaran waktu yang masih dapat ditoleransi untuk terjadinya keterlambatan suatu aktivitas tanpa mempengaruhi jadwal keseluruhan proyek. Nilai *float* ini dapat dimanfaatkan untuk mengoptimalkan pengaturan waktu maupun alokasi sumber daya selama pelaksanaan proyek. Dalam konteks penelitian ini, jenis *float* tertentu menjadi penting karena berfungsi sebagai dasar untuk menganalisis ruang kelonggaran aktivitas serta menentukan apakah suatu kegiatan berpotensi mengganggu jalur kritis jika terjadi penundaan.

Total Float (TF) menggambarkan besarnya waktu keterlambatan yang masih dapat diterima pada suatu aktivitas tanpa menimbulkan pengaruh terhadap jadwal penyelesaian keseluruhan proyek. Nilai ini diperoleh dari selisih waktu ketika seluruh kegiatan pendahulu diasumsikan mulai pada waktu paling awal, sementara aktivitas penerus dimulai pada waktu paling lambat yang masih memungkinkan proyek selesai tepat waktu. Dengan demikian, total *float* dimiliki oleh setiap aktivitas pada jalur tertentu dan menjadi indikator penting untuk mengetahui ruang kelonggaran yang tersedia dalam pengaturan jadwal proyek.

Dapat dirumuskan seperti persamaan sebagai berikut:

$$TF = LET_j - EET_i - Dij \quad (2.2)$$

2.7.9 Langkah Perhitungan Metode *Critical Path Method* (CPM)

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah perhitungan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk menentukan jalur kritis dalam proyek. Proses perhitungan dilakukan secara sistematis mulai dari penyusunan jaringan kegiatan hingga analisis ruang kelonggaran setiap aktivitas. Tahapan perhitungan tersebut meliputi:

- a. Membuat *network* sesuai hubungan ketergantungan antara kegiatan dengan aktifitas dan durasi masing-masing kegiatan
- b. Memberi nomor semua kejadian dari depan ke belakang
- c. Melakukan perhitungan kedepan:
 - 1) Untuk mendapatkan EETi (*Earliest Event Time*)
 - 2) Mulai dengan hari/angka 0
 - 3) Ambil yang terbesar
- d. Melakukan perhitungan kebelakang:
 - 1) Untuk mendapatkan LET (*Latest Event Time*)
 - 2) Mulai dari belakang dengan nilai = EET
 - 3) Ambil yang terkecil
- e. Hitung *Activity Time*
- f. Hitung *Float*
- g. Menggambar Jalur Kritis

2.8 *Box Culvert*

Box culvert merupakan bangunan air berbentuk saluran tertutup yang umumnya digunakan untuk mengalirkan air di bawah badan jalan atau timbunan. Struktur ini banyak diterapkan pada proyek jalan karena mampu menyalurkan debit air dengan baik tanpa mengganggu fungsi jalan di atasnya. Box culvert biasanya dibuat dari beton bertulang dengan penampang persegi atau persegi panjang, sehingga memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban tanah dan beban lalu lintas (Suripin, 2004).



Gambar 2.9 Box Culvert

Berdasarkan cara pembuatannya, box culvert dapat dibedakan menjadi box culvert yang dicor di tempat (*cast in situ*) dan box culvert pracetak (*precast*). Box culvert *cast in situ* dikerjakan langsung di lokasi proyek sehingga dimensinya dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan, namun memerlukan waktu pelaksanaan yang lebih lama. Sebaliknya, box culvert *precast* diproduksi di pabrik dengan mutu beton yang lebih terkontrol dan dipasang di lokasi proyek, sehingga waktu pelaksanaannya relatif lebih cepat (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018).

Secara umum, pekerjaan box culvert meliputi tahapan persiapan dan pengukuran, pekerjaan galian tanah, pembuatan lantai kerja, pemasangan tulangan dan bekisting, pengecoran beton atau pemasangan elemen pracetak, serta penimbunan kembali (*backfilling*). Pelaksanaan pekerjaan tersebut harus memperhatikan ketentuan teknis yang berlaku agar box culvert dapat berfungsi secara struktural maupun hidrolis sesuai dengan perencanaan. Perencanaan dan pelaksanaan struktur beton pada box culvert mengacu pada peraturan beton bertulang yang berlaku, seperti SNI 2847, serta pembebanan struktur jalan sesuai SNI 1725.

2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Temuan Utama	Relevansi dengan Penelitian Sekarang
1	Ekanugraha , 2016	Perbandingan <i>Critical Path Method</i> dan <i>Program Evaluation Review Technique</i> pada proyek gedung	Studi komparatif antara <i>Critical Path Method</i> dan <i>Program Evaluation Review Technique</i>	<i>Critical Path Method</i> lebih tepat diterapkan untuk aktivitas dengan durasi pasti dan tidak fluktuatif	Memberikan dasar penggunaan <i>Critical Path Method</i> untuk proyek dengan durasi aktivitas yang stabil
2	Husen, 2011	Perencanaan dan pengendalian proyek berbasis <i>Critical Path Method</i>	Kajian teori dan praktik	Menekankan pentingnya menentukan aktivitas kritis dan menghitung <i>float</i> sebagai ruang kelonggaran waktu	Memperkuat landasan teoretis <i>Critical Path Method</i> untuk perencanaan dan pengendalian proyek
3	Hayun, 2005	Manajemen proyek menggunakan	Kajian teori	Fokus pada identifikasi aktivitas kritis	Memberikan dasar teoritis untuk analisis

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Temuan Utama	Relevansi dengan Penelitian Sekarang
		<i>Critical Path Method</i>		dan perhitungan <i>float</i>	jalur kritis dan ruang kelonggaran
4	Sari & Mulyono, 2020	Penerapan <i>Critical Path Method</i> pada Proyek Jalan Tol Ciawi– Sukabumi	Studi aplikasi <i>Critical Path Method</i>	<i>Critical Path Method</i> mampu mempercepat durasi proyek hingga 12%	Menunjukkan efektivitas <i>Critical Path Method</i> dalam optimasi durasi proyek jalan tol
5	Pratama & Yulianto, 2019	Analisis keterlambatan proyek jembatan di Jawa Tengah	Studi aplikasi <i>Critical Path Method</i>	<i>Critical Path Method</i> mampu mengidentifikasi aktivitas penyebab keterlambatan	Memberikan contoh penerapan <i>Critical Path Method</i> untuk mendeteksi penyebab keterlambatan proyek infrastruktur
6	Santoso & Nugraha, 2022	Integrasi <i>Critical Path Method</i> dengan <i>Microsoft</i>	Studi aplikasi <i>Critical Path Method</i>	Penggunaan <i>Microsoft Project</i> meningkatkan	Memberikan panduan pemanfaatan perangkat lunak dalam

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Temuan Utama	Relevansi dengan Penelitian Sekarang
		<i>Project</i> pada proyek gedung pemerintah	dengan perangkat lunak <i>Microsoft Project</i>	akurasi estimasi waktu	implementasi <i>Critical Path Method</i>
7	Setiawan, 2021	Analisis keterlambatan proyek jalan di Sumatera Barat	Studi kasus <i>Critical Path Method</i>	Keterlambatan terjadi pada aktivitas jalur kritis karena kendala lapangan seperti material dan cuaca	Memberikan wawasan tentang faktor eksternal yang mempengaruhi i jalur kritis, relevan untuk penelitian berbasis data lapangan nyata

2.9.1. Analisis Keterkaitan Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu yang membahas metode *Critical Path Method* (CPM) pada proyek konstruksi memiliki keterkaitan substansial dengan penelitian ini, terutama dalam hal penggunaan CPM sebagai metode analisis untuk mengevaluasi waktu penyelesaian proyek. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa CPM efektif dalam mengidentifikasi aktivitas yang memiliki tingkat urgensi tinggi dalam penjadwalan proyek serta mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai struktur jalur kritis. Temuan tersebut sejalan dengan fokus penelitian ini yang bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian jadwal proyek

jalan tol berdasarkan hubungan antaraktivitas, waktu pelaksanaan, dan jaringan kerja yang dihasilkan.

Selain itu, penelitian terdahulu juga menegaskan bahwa CPM dapat membantu mengevaluasi potensi keterlambatan dan memberikan dasar yang kuat bagi perbaikan perencanaan maupun pengendalian proyek. Keterkaitan ini memperkuat landasan teoritis penelitian yang dilakukan pada proyek Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi, karena kedua kelompok penelitian tersebut sama-sama menggunakan CPM sebagai pendekatan analitis untuk menilai keefektifan jadwal pelaksanaan proyek konstruksi. Dengan demikian, penelitian ini didukung oleh temuan empiris sebelumnya yang membuktikan bahwa CPM merupakan metode yang relevan untuk meningkatkan akurasi perencanaan dan pengendalian waktu pada proyek berskala besar.

2.9.2. Analisis Perbedaan Penelitian Terdahulu

Meskipun memiliki keterkaitan metodologis, penelitian ini memiliki sejumlah perbedaan penting dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya menekankan identifikasi faktor keterlambatan atau perbandingan antara metode CPM dan PERT tanpa melakukan evaluasi komprehensif terhadap jadwal proyek aktual. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini secara khusus melakukan analisis evaluatif terhadap jadwal pelaksanaan proyek jalan tol dengan membandingkan rencana kerja dan realisasi proyek yang berlangsung di lapangan.

Penelitian ini dilakukan pada proyek berskala besar yang merupakan bagian dari jaringan Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS), sehingga memiliki tingkat kompleksitas aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan penelitian terdahulu yang umumnya mengkaji proyek gedung atau konstruksi skala menengah. Penelitian ini memanfaatkan data lapangan, dokumen jadwal rencana, serta analisis jaringan kerja yang disusun menggunakan perangkat lunak manajemen proyek seperti *Microsoft Excel* dan *AutoCAD*, sehingga mampu menggambarkan struktur aktivitas dan jalur kritis secara lebih rinci dibandingkan pendekatan perhitungan manual.

BAB III

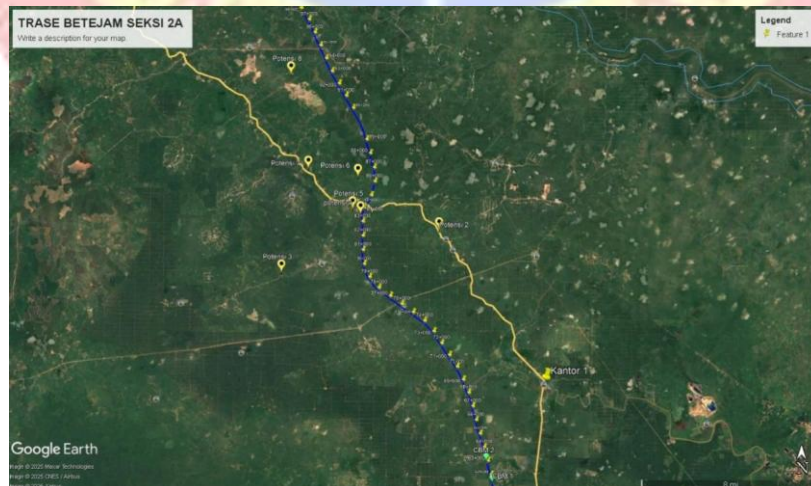
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif, yaitu penelitian yang bertujuan menggambarkan kondisi aktual pelaksanaan proyek berdasarkan data lapangan, kemudian dianalisis menggunakan perhitungan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk mengevaluasi ketepatan jadwal pelaksanaan. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian berfokus pada pengolahan data numerik berupa durasi aktivitas, hubungan ketergantungan, dan hasil perhitungan waktu kejadian sehingga mampu menghasilkan evaluasi terukur dan objektif. Menurut Sugiyono (2019), penelitian kuantitatif sesuai digunakan ketika analisis dilakukan melalui pengolahan angka dan perhitungan matematis.

3.2 Objek Dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di STA (Staatsblad) 61+680 hingga 97+600, segmen proyek ini berlokasi di Provinsi Jambi dan membentang melalui sejumlah desa yang berada dalam wilayah administrasi Kabupaten Muaro Jambi.



Gambar 3.1 Data Lapangan
(Sumber : Tim Teknik, 2024)

3.3 Jenis Dan Sumber Data

Data penelitian merupakan fakta atau informasi yang diperoleh dari sumber tertentu untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Data yang dikumpulkan dalam penelitian perlu diolah lebih lanjut agar menghasilkan informasi yang bermakna dan dapat digunakan dalam proses analisis (Sugiyono, 2021). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan dua jenis data utama yang bersumber dari dokumen proyek serta hasil observasi lapangan.

3.3.1 Jenis Jenis Data

Jenis data yang digunakan penelitian ini adalah data kuantitatif. Yang dapat diinput ke dalam skala pengukuran statistik. Fakta dan fenomena dalam data ini tidak dinyatakan dalam bahasa alami, melainkan dalam numerik (Priadana, Sidik., Sunarsi, 2021). Data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka. Dalam prakteknya, data kuantitatif dibedakan menjadi dua yaitu data diskrit dan data kontinum. (Sugiyono, 2003). Data kuantitatif adalah data yang menggambarkan hasil perhitungan atau pengukuran yang dijabarkan dalam bentuk numerik, sehingga data kuantitatif sering disebut juga dengan data numerik.

3.3.2 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu (Arikunto, 2019):

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung dari lapangan melalui wawancara, observasi, serta pengamatan kegiatan konstruksi. Data primer ini digunakan untuk memperoleh informasi terkait kondisi aktual proyek, termasuk estimasi durasi aktivitas, hubungan ketergantungan pekerjaan, metode pelaksanaan, serta hambatan yang terjadi selama proses konstruksi berlangsung.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen proyek yang telah tersedia sebelumnya, seperti jadwal pelaksanaan (*time schedule*), laporan progres pekerjaan, gambar kerja, dan dokumen kontrak. Data sekunder ini digunakan

sebagai dasar perhitungan dalam penyusunan jaringan kerja, analisis *Critical Path Method*, serta perbandingan antara rencana jadwal dan realisasi pelaksanaan.

3.4 Responden Penelitian

Responden yang dipilih adalah pihak-pihak yang terlibat langsung dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek:

1. *Project Manager*, Bertanggung jawab atas manajemen keseluruhan proyek, mulai dari perencanaan, penganggaran, pengorganisasian tim, hingga pemantauan dan pelaporan proyek.
2. *Construction Manager*, Mengelola seluruh aspek konstruksi, mulai dari perencanaan kerja, pengawasan penggunaan anggaran dan material, serta koordinasi dengan tim proyek dan vendor.
3. *Site Engineer Manager*, Mengawasi dan mengarahkan pekerjaan teknis di lapangan, memastikan proyek sesuai dengan desain, serta memecahkan masalah teknis yang muncul di lokasi proyek.
4. *Cost Control Engineer*, Bertanggung jawab untuk memantau dan mengendalikan biaya proyek, memastikan pengeluaran tidak melebihi anggaran yang sudah dicadangkan, dan mengambil tindakan korektif jika itu diperlukan.
5. *Quality & Quantity Engineer*, Memastikan kualitas pekerjaan sesuai dengan standar yang ditetapkan dan jumlah kuantitas material serta pekerjaan sesuai dengan rencana proyek.
6. *Site Operation Manager*, Mengelola operasional harian di lokasi proyek, memastikan semua sumber daya manusia, material, dan peralatan bekerja secara efisien untuk mencapai target proyek.

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian merupakan seluruh subjek atau objek yang memiliki karakteristik tertentu dan relevan dengan tujuan penelitian (Sugiyono, 2021). Dalam penelitian ini, populasi yang dimaksud adalah seluruh pihak yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600, khususnya pada pekerjaan *Box Culvert*.

Populasi tersebut mencakup tenaga ahli konstruksi, manajemen proyek, tim pengawas, operator lapangan, serta pekerja teknis lainnya yang memiliki peran dalam pelaksanaan, pengendalian, dan evaluasi proyek.

Penetapan populasi yang tepat diperlukan agar data yang diperoleh dapat mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan serta menghasilkan analisis yang valid dan akurat (Widiasari et al., 2023). Berdasarkan hasil observasi awal dan dokumentasi proyek, populasi pada penelitian ini mencakup pekerja inti proyek yang memahami aspek durasi aktivitas, dependensi pekerjaan, metode pelaksanaan, serta kendala lapangan yang berpotensi memengaruhi penyelesaian proyek.

3.4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah bagian dari populasi yang dipilih melalui metode tertentu untuk mewakili keseluruhan populasi penelitian (Sugiyono, 2021). Pemilihan sampel dilakukan karena jumlah populasi dalam proyek konstruksi cukup besar dan heterogen, sehingga pengambilan seluruh anggota populasi tidak efisien dari segi waktu, tenaga, maupun biaya. Pada penelitian ini, teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling, yaitu metode pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan kriteria tertentu, seperti pengalaman kerja, posisi dalam struktur organisasi proyek, serta keterlibatan aktif dalam pelaksanaan pekerjaan *Box Culvert* pada Proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600.

Penentuan sampel dilakukan agar data yang diperoleh relevan dengan tujuan penelitian, khususnya terkait evaluasi waktu pelaksanaan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Responden yang dipilih merupakan personel yang memiliki pengetahuan teknis dan operasional mengenai jadwal pelaksanaan, hambatan di lapangan, urutan pekerjaan, serta keputusan manajerial dalam pengendalian proyek. Dengan demikian, sampel yang digunakan dianggap mampu memberikan informasi yang representatif terhadap kondisi nyata di proyek.

3.5 Variabel Penelitian

Jenis Variabel	Nama Variabel	Definisi	Indikator
Variabel Bebas (X)	Komponen Penjadwalan Proyek	Variabel yang berisi seluruh elemen input penjadwalan yang digunakan dalam analisis CPM dan mempengaruhi hasil evaluasi jadwal proyek.	1. Durasi setiap aktivitas proyek 2. Urutan dan tahapan kegiatan (<i>sequence of activities</i>) 3. Hubungan ketergantungan aktivitas (<i>precedence relationship</i>) 4. Jaringan kerja proyek (<i>network diagram</i>)
Variabel Terikat (Y)	Hasil Analisis CPM	Variabel yang menggambarkan keluaran analisis CPM sebagai dasar evaluasi ketepatan jadwal proyek.	1. Jalur kritis (<i>critical path</i>) 2. Total durasi penyelesaian proyek 3. Ruang kelonggaran aktivitas (<i>float</i>) 4. Aktivitas yang berpotensi menyebabkan keterlambatan proyek

Dalam penelitian ini, variabel yang dikaji berkaitan dengan proses evaluasi jadwal proyek menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Penelitian ini menggunakan dua jenis variabel, yakni variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah seluruh komponen penjadwalan proyek yang meliputi durasi setiap aktivitas, urutan kegiatan, hubungan ketergantungan antaraktivitas (*precedence relationship*), serta struktur jaringan kerja proyek. Komponen-komponen tersebut merupakan input utama dalam proses analisis *Critical Path Method* dan memiliki pengaruh langsung terhadap hasil perhitungan jalur kritis maupun durasi penyelesaian proyek.

Sementara itu, variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil evaluasi jadwal proyek yang terdiri dari jalur kritis (*critical path*), total durasi penyelesaian proyek, serta ruang kelonggaran (*float*) pada setiap aktivitas. Variabel terikat ini menggambarkan *output* yang diperoleh setelah jaringan aktivitas dianalisis menggunakan *Critical Path Method*. Melalui pengukuran variabel terikat tersebut, penelitian ini dapat menentukan apakah jadwal rencana telah disusun secara realistis, kegiatan mana yang tidak boleh mengalami keterlambatan, serta sejauh mana efisiensi waktu proyek dapat dicapai berdasarkan kondisi aktual dan rencana pelaksanaan.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data dan informasi bagi kepentingan penelitian ini maka penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yaitu :

1. Wawancara

Wawancara menurut Maleong (Herdiansyah, 2010:118) adalah percakapan dengan maksud tertentu, Percakapan dilakukan oleh dua pihak. Wawancara dilakukan untuk memperoleh data dari pihak terkait langsung melalui komunikasi dua arah. Agar dapat mendapatkan jawaban yang sesungguhnya dari informan, peneliti harus melakukan pendekatan terlebih dahulu kepada informan sehingga informan dapat merasa nyaman dan dapat menjawab pertanyaan yang diajukan secara terbuka dan jujur. Wawancara akan dilakukan dengan pihak-pihak terkait

yang terlibat didalam pelaksanaan program penelitian ini, yaitu evaluasi jadwal pelaksanaan proyek jalan tol Betung, Tempino – Jambi 61+680 s.d 97+600.

2. Observasi Lapangan

Observasi atau pengamatan langsung merupakan salah satu Teknik pengumpulan data dimana peneliti terjun langsung ke lapangan sebagai partisipan atau nonpartisipan. Sutrisno Hadi (1986) mengemukakan bahwa, observasi merupakan suatu proses yang kompleks, suatu proses yang tersusun dari berbagai proses biologis dan psikologis. Dua diantara yang terpenting adalah proses-proses pengamatan dan ingatan (Sugiyono, 2003 ; 166).

Teknik pengumpulan data dengan observasi digunakan bila penelitian berkenaan dengan perilaku manusia, proses kerja, gejala-gejala alam dan bila responden yang diamati tidak terlalu besar. Dari segi proses pelaksanaan pengumpulan data, observasi dapat dilakukan menjadi *participant observation* yaitu peneliti terlibat dengan kegiatan sehari-hari orang yang sedang diamati atau yang digunakan sebagai sumber data penelitian. Sedangkan, *non participant observation* yaitu peneliti tidak terlibat dan hanya sebagai pengamat independen.

Dari segi instrumentasi yang digunakan, observasi dibedakan menjadi observasi terstruktur yaitu observasi yang telah dirancang secara sistematis tentang apa yang akan diamati, kapan dan dimana tempatnya. Sedangkan observasi tidak terstruktur yaitu observasi yang tidak dipersiapkan secara sistematis tentang apa yang akan diobservasi. Maka peneliti akan melakukan kegiatan pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap objek penelitian di lapangan yaitu dilokasi proyek Jalan Tol Betung, Tempino – Jambi STA 61+680 s.d STA 97+600.

3. Dokumentasi

Menurut Herdiansyah (2010:143) dokumentasi adalah merupakan satu metode pengumpulan data kualitatif dengan melihat atau menganalisis dokumen-dokumen yang dibuat oleh subjek sendiri atau orang lain tentang subjek. Dokumentasi ini digunakan untuk pengumpulan data sekunder seperti gambaran kondisi umum

proyek dan gambaran umum tentang bagaimana pelaksanaan proyek jalan tol Betung, Tempino – Jambi 61+680 s.d 97+600.

3.7 Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis, yaitu:

1. Pemeriksaan Data (*Data Checking*)
Memeriksa kelengkapan data primer dan sekunder yang diperoleh dari jadwal pelaksanaan proyek, laporan kemajuan, serta hasil wawancara dengan pihak pelaksana.
2. Klasifikasi Data
Mengelompokkan data berdasarkan jenis aktivitas, durasi pekerjaan, hubungan ketergantungan, serta identifikasi pekerjaan pendahulu dan penerus.
3. Tabulasi Data
Menyusun data dalam bentuk tabel aktivitas yang memuat kode kegiatan, uraian pekerjaan, durasi, serta hubungan logis antar pekerjaan untuk memudahkan perhitungan *Critical Path Method*.
4. Konversi Data ke Format Analisis
Mengubah data proyek ke dalam format numerik dan struktural yang sesuai untuk keperluan perhitungan *Critical Path Method*, baik secara manual maupun menggunakan perangkat lunak.
5. Pemodelan Data ke dalam *Network Planning*
Menggambarkan aktivitas proyek ke dalam diagram jaringan (*network diagram*) yang menunjukkan hubungan ketergantungan antar kegiatan.
6. Input Data ke *Microsoft Excel*
Memanfaatkan *Microsoft Excel* untuk membantu verifikasi hubungan logis, durasi aktivitas, serta identifikasi jalur kritis.
7. Validasi Data
Melakukan pengecekan ulang terhadap data hasil pengolahan agar sesuai dengan kondisi lapangan dan dokumen proyek.

3.8 Metode Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menerapkan *Critical Path Method* (CPM) sebagaimana dijelaskan dalam tinjauan pustaka pada Bab II. CPM dipilih karena mampu menggambarkan hubungan logis antaraktivitas, menghitung waktu mulai dan selesai paling awal serta paling lambat, serta menentukan jalur kritis yang secara langsung memengaruhi durasi penyelesaian proyek. Mengingat proyek jalan tol memiliki tingkat ketergantungan pekerjaan yang tinggi dan struktur aktivitas yang kompleks, metode *Critical Path Method* menjadi pendekatan yang paling sesuai untuk mengevaluasi ketepatan jadwal pelaksanaan pada Proyek Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi.

Proses analisis dimulai dengan identifikasi seluruh aktivitas proyek berdasarkan dokumen jadwal pelaksanaan dan *Work Breakdown Structure* (WBS). Setiap aktivitas kemudian ditentukan durasinya beserta hubungan ketergantungan antar kegiatan, baik hubungan *finish to start*, *start to start*, maupun bentuk dependensi lainnya sesuai struktur pekerjaan di lapangan. Data yang telah diklasifikasikan tersebut selanjutnya disusun ke dalam *network diagram* menggunakan model *Activity on Node* (AON) sebagaimana dijelaskan pada teori Network Planning di Bab II.

Setelah struktur jaringan tersusun lengkap, dilakukan perhitungan waktu kejadian melalui dua tahap utama, yaitu *forward pass* dan *backward pass*. Perhitungan *forward pass* digunakan untuk menentukan waktu paling awal kegiatan dapat dimulai (*Earliest Start/ES*) dan diselesaikan (*Earliest Finish/EF*). Sebaliknya, *backward pass* digunakan untuk menghitung waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai (*Latest Start/LS*) dan paling lambat dapat diselesaikan (*Latest Finish/LF*) tanpa menyebabkan keterlambatan total proyek. Perhitungan ini mengikuti kaidah perhitungan waktu kejadian sebagaimana dijelaskan oleh Soeharto serta teori *Critical Path Method* pada Bab II.

Nilai ES, EF, LS, dan LF dari seluruh aktivitas kemudian digunakan untuk menentukan ruang kelonggaran waktu (*float*). *Float* menunjukkan jumlah waktu yang masih dapat ditoleransi untuk terjadinya keterlambatan suatu aktivitas tanpa memengaruhi durasi total proyek. Aktivitas dengan nilai total *float* = 0 diidentifikasi

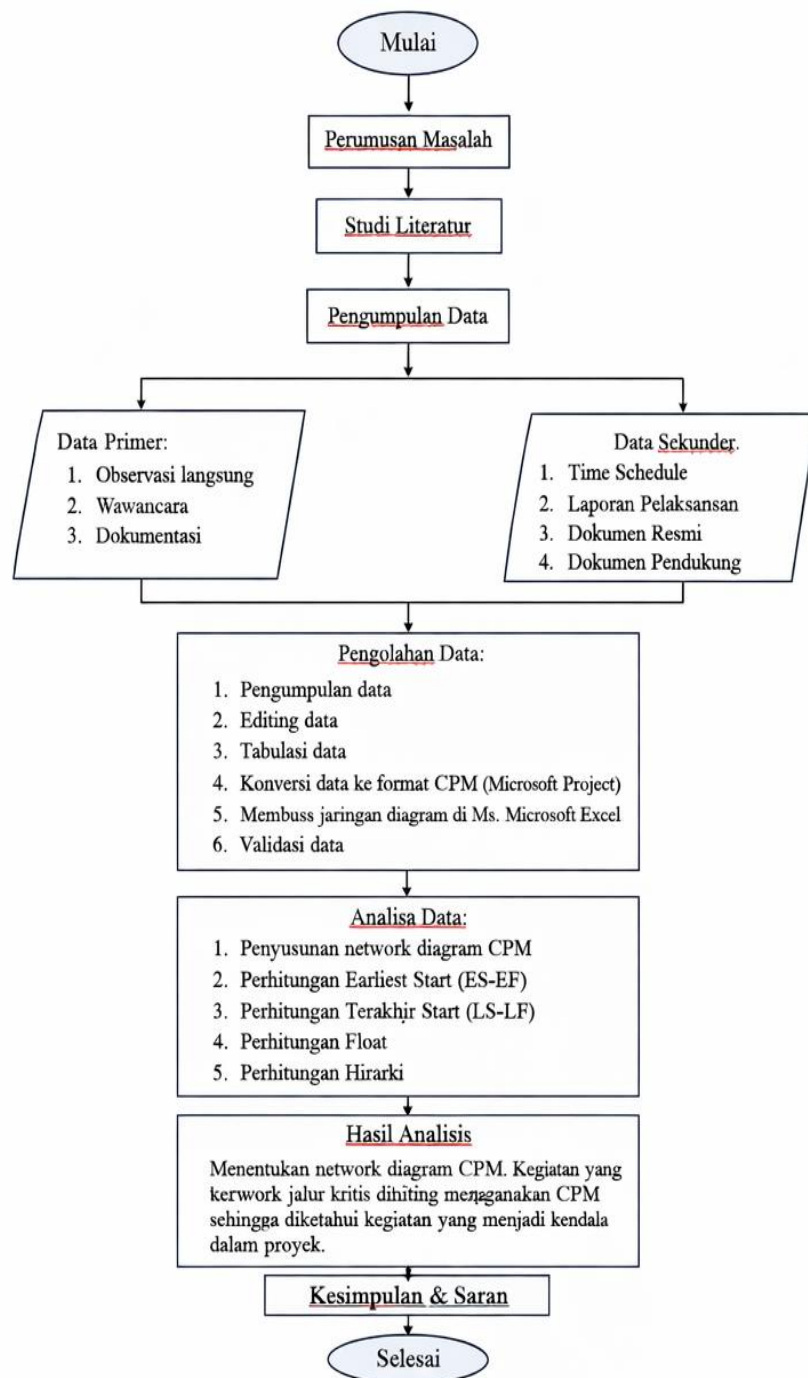
sebagai aktivitas kritis, yaitu pekerjaan yang jika tertunda akan langsung berdampak pada penambahan waktu penyelesaian proyek.

Tahap akhir analisis adalah penentuan jalur kritis (*critical path*), yaitu rangkaian aktivitas dengan durasi terpanjang dan *float* nol. Jalur kritis inilah yang menjadi indikator utama dalam mengevaluasi efektivitas jadwal. Hasil perhitungan *Critical Path Method* kemudian dibandingkan dengan jadwal kontrak dan realisasi kemajuan pekerjaan untuk menilai apakah jadwal yang disusun kontraktor telah realistis, mengalami deviasi, atau memerlukan penyesuaian agar pelaksanaan proyek dapat lebih efisien dan tepat waktu.

Melalui tahapan analisis tersebut, metode *Critical Path Method* memungkinkan penelitian ini memberikan gambaran objektif mengenai kondisi penjadwalan proyek, mengidentifikasi aktivitas yang paling berpotensi menyebabkan keterlambatan, serta menawarkan dasar rekomendasi yang dapat digunakan dalam pengendalian waktu pada proyek jalan tol berskala besar.

3.9 Bagan Alir Penelitian

Pada penulisan laporan penelitian ini diperlukan kerangka atau alur pengerjaan agar laporan topik khusus yang dibuat dapat dipahami dengan jelas dan hasil yang didapat menjadi maksimal. Kerangka penyelesaian topik khusus ini dapat dilihat pada *flowchart* pada **Gambar 3.2** berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimanakah durasi total dan jalur kritis dari pekerjaan *box culvert* pada proyek Jalan Tol Betung – Tempino – Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600. Pekerjaan *box culvert* yang ditinjau terdapat 5 titik yang berada pada STA 61+851, STA 63+000, STA 64+205, STA 65+450 dan STA 66+680. Pada kondisi proyek tersebut diperlukan metode untuk menganalisa manajemen waktu dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM).

4.2 Data Kontrak Proyek

Data Umum dari Proyek Pembangunan Jalan Tol Betung (Sp. Sekayu)-Tempino-Jambi Seksi 2A (STA 61+680 – STA 97+600) Kab. Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan adalah sebagai berikut:

Kontraktor Utama	: PT. Hutama Karya Infrastruktur
Konsultan Supervisi	: PT. Multi Phi Beta – PT. Disiplan Consult-PT. Kwarsa Hexagon
Konsultan Perencana	: PT. Virama Karya
Nilai Proyek	: Rp. 4.423.689.672.923,-
Waktu Pelaksanaan	: 540 Hari Kerja
Tanggal Pekerjaan Dimulai	: 10 Oktober 2024

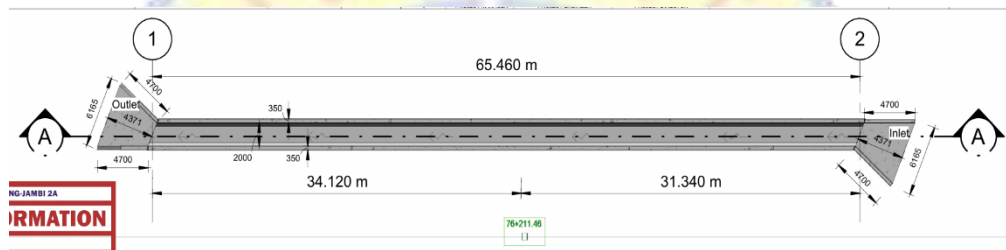
4.3 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh berupa data sekunder yaitu gambar kerja dan kurva s yang didapat dari proyek Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600. Adapun data tersebut sebagai berikut ini:

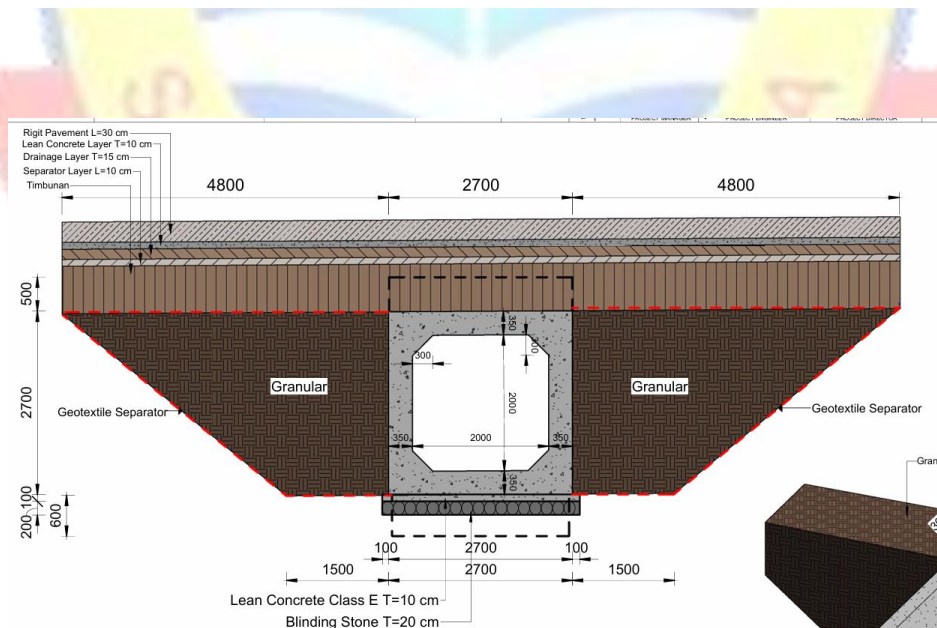
4.3.1 Gambar Kerja

Konstruksi *box culvert* pada proyek Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. 97+600 terdapat 5 unit yang berada pada STA 61+851, STA 63+000, STA 64+205, STA 65+450 dan STA 66+68 dengan panjang tipikal *box culvert* sepanjang 65,460 m' dengan lebar 2 m'

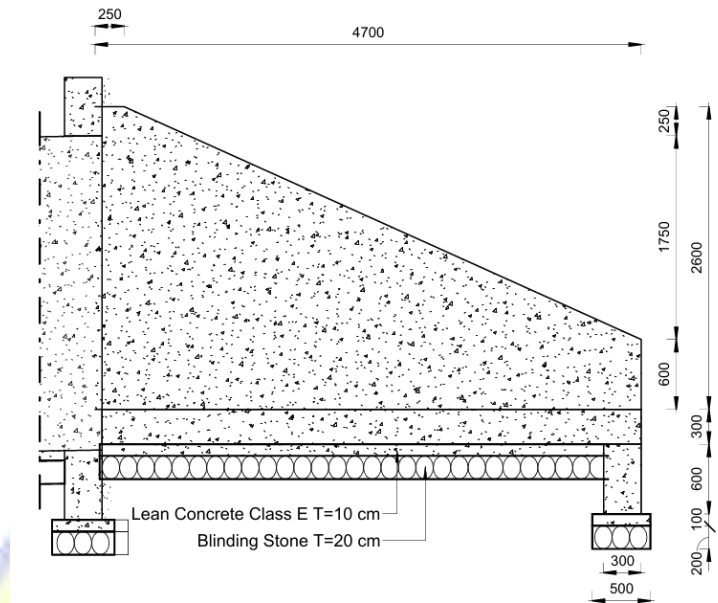
Data gambar berikut merupakan perspektif gambar *box culvert* pada pekerjaan Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600 yang akan ditinjau pada penelitian ini. Berikut ini adalah data gambar *box culvert* pada penelitian ini:



Gambar 4.1 Long Section Box Culvert



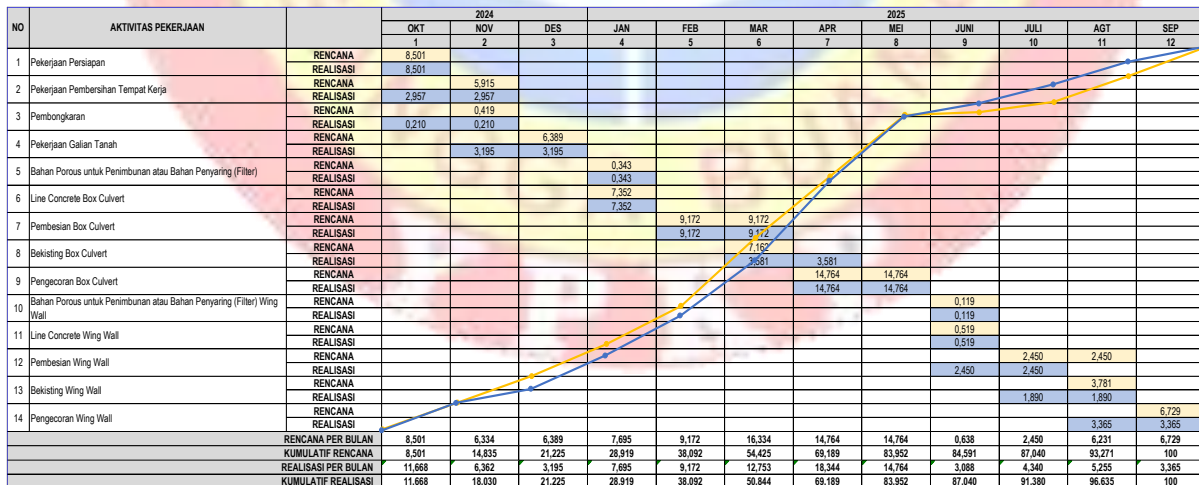
Gambar 4.2 Cross Section Box Culvert



Gambar 4.3 Potongan *Wing Wall*

4.3.2 Kurva S

Data Kurva S pada pekerjaan ini yaitu data yang digunakan untuk merencanakan manajemen waktu untuk pekerjaan *Box Culvert* pada proyek konstruksi Jalan Tol Betung, Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600. Berikut ini data Kurva S yang dapat dilihat pada **Gambar 4.4**



Gambar 4.4 Kurva S Pekerjaan *Box Culvert*

4.4 Durasi Normal

Durasi normal dari pekerjaan *Box culvert* pada proyek konstruksi Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600 dapat diketahui dari data yang diperoleh berdasarkan *time schedule* setiap kegiatan pelaksanaan pada Pembangunan Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600 yang ditabulasikan pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Durasi Normal

NO	AKTIVITAS PEKERJAAN	DURASI (BULAN)
1	Pekerjaan Persiapan	1
2	Pekerjaan Pembersihan Tempat Kerja	1
3	Pembongkaran	1
4	Pekerjaan Galian Tanah	1
5	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (<i>Filter</i>)	1
6	<i>Line Concrete Box Culvert</i>	1
7	Pembesian <i>Box Culvert</i>	2
8	Bekisting <i>Box Culvert</i>	1
9	Pengecoran <i>Box Culvert</i>	2
10	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (<i>Filter</i>) <i>Wing Wall</i>	1
11	<i>Line Concrete Wing Wall</i>	1
12	Pembesian <i>Wing Wall</i>	2
13	Bekisting <i>Wing Wall</i>	1
14	Pengecoran <i>Wing Wall</i>	1

4.5 Network Planning (NWP)

Suatu proyek pekerjaan *Box Culvert* terdiri dari beberapa kegiatan dan masing – masing kegiatan pekerjaan diberi kode – kode tertentu untuk mempermudah pembuatan *Network Diagram* yang ditabulasikan pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.2 *Network Planning*

NO	AKTIVITAS PEKERJAAN	SIMBOL	DURASI PEKERJAAN (bulan)	PREDECESSOR	SUCCESSOR
1	Pekerjaan Persiapan	A	1	-	B,C
2	Pekerjaan Pembersihan Tempat Kerja	B	1	A	D
3	Pembongkaran	C	1	A	D
4	Pekerjaan Galian Tanah	D	1	B,C	E,J
5	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (<i>Filter</i>)	E	1	D	F
6	<i>Line Concrete Box Culvert</i>	F	1	E	G
7	Pembesian <i>Box Culvert</i>	G	2	F	H
8	Bekisting <i>Box Culvert</i>	H	1	G	I
9	Pengecoran <i>Box Culvert</i>	I	2	H	L
10	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (<i>Filter</i>) <i>Wing Wall</i>	J	1	D	K
11	<i>Line Concrete Wing Wall</i>	K	1	J	L
12	Pembesian <i>Wing Wall</i>	L	2	K	M
13	Bekisting <i>Wing Wall</i>	M	1	L	N
14	Pengecoran <i>Wing Wall</i>	N	1	I,M	-

Berdasarkan **Tabel 4.2** dapat diketahui bahwa seluruh kegiatan memiliki durasi normal yaitu 1 bulan (30 hari) kalender diperoleh berdasarkan setiap kegiatan pelaksanaan pada Pembangunan Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600.

4.6 Analisa Metode *Critical Part Method* (CPM)

Untuk mengoptimalkan pekerjaan *Box Culvert* pada proyek konstruksi Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600, maka dapat dilakukan dengan penentuan kegiatan kritis yang akan dioptimalkan dengan metode *Critical Path Method* (CPM) yang dilakukan dengan cara:

1. Menghitung kedepan (*Forward Pass*);
2. Perhitungan kebelakang (*Backword Pass*);
3. Waktu total.

4.6.1 Analisa Hitungan Kedepan (*Forward Pass*)

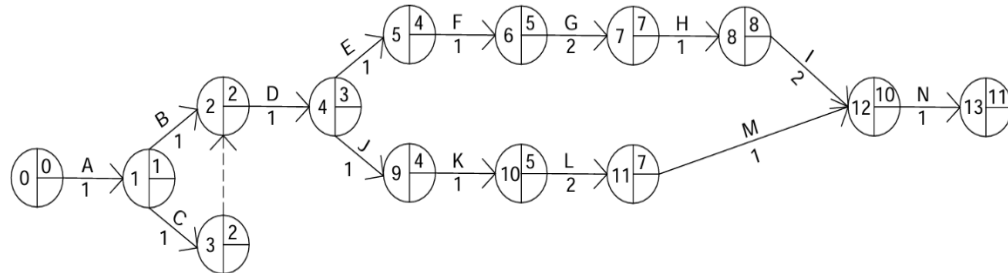
Analisa hitungan kedepan dilakukan untuk mendapatkan waktu akhir dari rangkaian kegiatan selesai. Analisa hitungan kedepan dilakukan dari awal dengan mengambil harga 0 dan selanjutnya diurut sampai akhir. Jika ada atau lebih waktu kejadian maka yang diambil adalah nilai terbesar. Analisa menghitung kedepan (*forward pass*) dapat dilihat pada **Tabel 4.3**

Tabel 4.3 Analisa Hitungan Kedepan

NO	AKTIVITAS PEKERJAAN	SIMBOL	DURASI PEKERJAAN (bulan)	PALING AWAL	
				MULAI (ES)	SELESAI (EF)
1	Pekerjaan Persiapan	A	1	0	1
2	Pekerjaan Pembersihan Tempat Kerja	B	1	1	2
3	Pembongkaran	C	1	1	2
4	Pekerjaan Galian Tanah	D	1	2	3
5	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (<i>Filter</i>)	E	1	3	4
6	<i>Line Concrete Box Culvert</i>	F	1	4	5
7	Pembesian <i>Box Culvert</i>	G	2	5	7
8	Bekisting <i>Box Culvert</i>	H	1	7	8
9	Pengecoran <i>Box Culvert</i>	I	2	8	10
10	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (<i>Filter</i>) <i>Wing Wall</i>	J	1	3	4
11	<i>Line Concrete Wing Wall</i>	K	1	4	5
12	Pembesian <i>Wing Wall</i>	L	2	5	7
13	Bekisting <i>Wing Wall</i>	M	1	7	8
14	Pengecoran <i>Wing Wall</i>	N	1	10	11

Analisa hitungan kedepan (*forward pass*) pada **Tabel 4.3** diatas diperoleh waktu penyelesaian pekerjaan *box culvert* pada proyek konstruksi Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600 adalah 11 bulan. Berdasarkan perhitungan *forward pass* durasi total proyeknya adalah 11 bulan, dengan pekerjaan *Box Culvert* dan *Wing Wall* dilaksanakan secara paralel setelah pekerjaan galian tanah selesai.

Adapun bentuk *Network Diagram* analisa hitungan kedepan (*forward pass*) dapat dilihat pada **Gambar 4.5**



Gambar 4.5 *Network Diagram* Analisa Hitungan Kedepan

Berdasarkan *network diagram* analisa hitungan kedepan, diperoleh waktu paling awal setiap kejadian dan aktivitas proyek. Pekerjaan galian tanah menjadi titik awal percabangan pekerjaan *box culvert* dan *wing wall* yang dapat dilaksanakan secara paralel.

4.6.2 Analisa Hitungan Kebelakang (*Backward Pass*)

Analisa hitungan kebelakang dilakukan untuk mendapatkan waktu awal dari rangkaian kegiatan dimulai. Analisa hitungan kebelakang dilakukan dari akhir dengan mengambil harga selesai dan selanjutnya diurut sampai awal. Jika ada dua atau lebih waktu kejadian maka diambil adalah nilai terkecil. Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan.

Adapun Analisa menghitung kebelakang (*backward pass*) dapat dilihat pada **Tabel 4.4**

Tabel 4.4 Analisa Hitungan Kebelakang

NO	AKTIVITAS PEKERJAAN	SIMBOL	DURASI PEKERJAAN (bulan)	PALING AWAL		PALING AKHIR	
				MULAI (ES)	SELESAI (EF)	MULAI (LS)	SELESAI (LF)
1	Pekerjaan Persiapan	A	1	0	1	0	1
2	Pekerjaan Pembersihan Tempat Kerja	B	1	1	2	1	2
3	Pembongkaran	C	1	1	2	1	2
4	Pekerjaan Galian Tanah	D	1	2	3	2	3
5	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (<i>Filter</i>)	E	1	3	4	3	4
6	<i>Line Concrete Box Culvert</i>	F	1	4	5	4	5
7	Pembesian <i>Box Culvert</i>	G	2	5	7	5	7
8	Bekisting <i>Box Culvert</i>	H	1	7	8	7	8
9	Pengecoran <i>Box Culvert</i>	I	2	8	10	8	10
10	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (<i>Filter</i>) <i>Wing Wall</i>	J	1	3	4	3	5
11	<i>Line Concrete Wing Wall</i>	K	1	4	5	5	6
12	Pembesian <i>Wing Wall</i>	L	2	5	7	6	8
13	Bekisting <i>Wing Wall</i>	M	1	7	8	8	10
14	Pengecoran <i>Wing Wall</i>	N	1	10	11	10	11

Hasil Analisa hitungan kebelakang (*backward pass*) pada **Tabel 4.4** diatas diperoleh waktu penyelesaian pekerjaan *box culvert* pada proyek proyek konstruksi Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600 adalah 11 bulan.

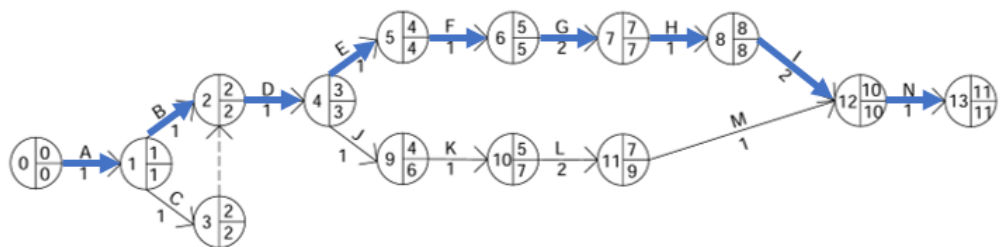
4.6.3 Analisa Waktu Total

Total *float* adalah jumlah waktu yang diperkenankan sesuatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Adapun analisa total *float* dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

Tabel 4. 5 Analisa Waktu Total

NO	AKTIVITAS PEKERJAAN	SIMBOL	DURASI PEKERJAAN (bulan)	PALING AWAL		PALING AKHIR		TOTAL FLOAT (TF _(i,j))
				MULAI (ES)	SELESAI (EF)	MULAI (LS)	SELESAI (LF)	
1	Pekerjaan Persiapan	A	1	0	1	0	1	0
2	Pekerjaan Pembersihan Tempat Kerja	B	1	1	2	1	2	0
3	Pembongkaran	C	1	1	2	1	2	0
4	Pekerjaan Galian Tanah	D	1	2	3	2	3	0
5	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (Filter)	E	1	3	4	3	4	0
6	Line Concrete Box Culvert	F	1	4	5	4	5	0
7	Pembesian Box Culvert	G	2	5	7	5	7	0
8	Bekisting Box Culvert	H	1	7	8	7	8	0
9	Pengecoran Box Culvert	I	2	8	10	8	10	0
10	Bahan Porous untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (Filter) Wing Wall	J	1	3	4	3	5	2
11	Line Concrete Wing Wall	K	1	4	5	5	6	2
12	Pembesian Wing Wall	L	2	5	7	6	8	2
13	Bekisting Wing Wall	M	1	7	8	8	10	2
14	Pengecoran Wing Wall	N	1	10	11	10	11	0

Hasil analisa total *float* pada **Tabel 4.5** diatas diperoleh berdasarkan durasi normal pada pekerjaan *box culvert* pada proyek proyek konstruksi Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600 maka perhitungan total *float* berdasarkan *network* Adalah A, B, C, D, E, F, G, H, I dan N dengan waktu penyelesaian menggunakan metode jalur kritis 11 bulan. Mengoptimalkan pekerjaan *box culvert* pada proyek proyek konstruksi Jalan Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600, maka dilakukan penentuan kegiatan jalur kritis yang akan dioptimalkan yaitu dengan cara CPM seperti pada **Gambar 4.6**



Gambar 4. 6 Diagram Kegiatan jalur Kritis

Dapat dilihat dari jaringan kerja CPM pada **Gambar 4.6** pekerjaan *Box Culvert* pada proyek konstruksi Jalan Tol Betung, Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600 dengan waktu penyelesaian 11 bulan, yang menggunakan metode *Critical Path Method* diperoleh 1 jalur kritis dengan simbol A,B,D,E,F,G,H,I,N

Tabel 4. 6 Lintasan Kritis Proyek

Jalur Kritis 1	A	B	D	E	F	G	H	I	N
-----------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan BAB IV, setelah waktu pelaksanaan yang didapat pada pekerjaan *Box Culvert* pada proyek konstruksi Jalan Tol Betung, Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan metode *Critical Path Method* (CPM) pada pekerjaan *Box Culvert* proyek konstruksi Jalan Tol Betung, Tempino–Jambi STA 61+680 s.d. STA 97+600 menunjukkan bahwa metode ini mampu memberikan alternatif penjadwalan yang lebih optimal. Berdasarkan perbandingan dengan data kurva-S proyek, waktu penyelesaian pekerjaan yang semula direncanakan selesai pada September 2025 dapat dipercepat menjadi Agustus 2025 setelah dilakukan analisis menggunakan metode CPM, sehingga terjadi percepatan waktu penyelesaian pekerjaan selama 1 bulan.
2. Durasi total pekerjaan *Box Culvert* setelah dilakukan analisis menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) adalah selama 11 bulan, yang merupakan durasi minimum proyek berdasarkan lintasan kritis pada *network diagram*.
3. Berdasarkan hasil analisis lintasan kritis menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM), terdapat beberapa aktivitas pekerjaan yang berada pada jalur kritis dan memiliki nilai total *float* = 0, sehingga aktivitas-aktivitas tersebut sangat menentukan waktu penyelesaian proyek. Aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam jalur kritis meliputi:
 - Pekerjaan Persiapan
 - Pekerjaan Pembersihan Tempat Kerja
 - Pekerjaan Pembongkaran
 - Pekerjaan Galian Tanah
 - Bahan *Porous* untuk Penimbunan atau Bahan Penyaring (*Filter*)

- Pekerjaan *Line Concrete Box Culvert*
- Pekerjaan Pembesian *Box Culvert*
- Pekerjaan Bekisting *Box Culvert*
- Pekerjaan Pengecoran *Box Culvert*

5.2 Saran

Dalam perkembangan penelitian ini, pada penelitian selanjutnya disarankan untuk:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan percepatan durasi pelaksanaan proyek dengan menggunakan metode yang berbeda, misalnya dengan metode penambahan tenaga kerja, bandingkan penambahan waktu dengan yang melakukan kerja lembur manakah yang lebih minimum.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan *software* seperti *Microsoft Project*, *Primavera* atau yang lainnya untuk melakukan perbandingan hasil analisis manajemen waktu dengan perhitungan manual.
3. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis keseluruhan pekerjaan tidak hanya terhadap pekerjaan *Box Culvert*.
4. Kajian lebih lanjut diperlukan studi lanjutan diperlukan untuk menganalisis spek lain seperti biaya pelaksanaan, ketahanan struktur jangka panjang, serta dampak lingkungan, agar benar-benar sesuai dengan kondisi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ekanugraha, A. (2016). *Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode CPM dan PERT*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- George R. Terry. (2001). *Principles of Management*. Homewood: Richard D. Irwin Inc.
- Hayun. (2005). *Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode CPM dan PERT*. Jakarta: Erlangga.
- Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Andi.
- Levin, R. I., & Kirkpatrick, C. A. (1972). *Quantitative Approaches to Management*. New York: McGraw-Hill.
- Stoner, J. A. F. (2012). *Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- PT. Utama Karya (Persero). (2024). *Laporan Kemajuan Pekerjaan Proyek Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Betung–Tempino–Jambi*. Jakarta: Direktorat Operasi I.
- Tim Teknik Proyek Tol Betung–Tempino–Jambi. (2024). *Data Lapangan Pekerjaan STA 61+680–97+600*. Jambi: PT Utama Karya Infrastruktur.
- Virama Karya & Maratama Cipta Mandiri. (2024). *Rencana Anggaran Waktu (RAW) Proyek Tol Betung–Tempino–Jambi STA 61+680–97+600*. Jakarta: Konsultan Perencana.
- Kwarsa Hexagon, Multi Phibeta & Disiplin Consultant (KSO). (2024). *Laporan Pengawasan Pekerjaan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Betung–Tempino–Jambi*. Jakarta: KSO Konsultan Pengawas.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 2847: *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: B

LAMPIRAN



Lampiran 1 *Galian Box Culvert STA 69+560*



Lampiran 2 Pengecoran *Wing Wall Box Culvert* STA 68+425



Lampiran 3 Pemasangan Perancah *Box Culvert* STA 81+086



Lampiran 4 Pengecoran *Top Slab & Wing Wall Box Culvert* STA 81+175

NO	AKTIVITAS PEKERJAAN	2024												
		OKT 1	NOV 2	DES 3	JAN 4	FEB 5	MAR 6	APR 7	MAY 8	JUN 9	JULI 10	AGT 11	SEP 12	
1	Pekerjaan Pasipapan	RENCANA	8.501											
		REALISASI	8.501	5.915										
2	Pekerjaan Pemeliharaan Tempal Kerja	RENCANA	2.957	2.957										
		REALISASI		0.419										
3	Pembongkaran	RENCANA	0.210	0.210	6.389									
		REALISASI												
4	Pekerjaan Galian Tanah	RENCANA		3.195	3.195									
		REALISASI												
5	Bahan Poros untuk Pembiuhan abu Bahan Penyaring (Filter)	RENCANA			0.343									
		REALISASI			0.343									
6	Line Concrete Box Culvert	RENCANA			7.352									
		REALISASI												
7	Pembiisan Box Culvert	RENCANA				9.172	9.172							
		REALISASI				9.172	9.172							
8	Bekisting Box Culvert	RENCANA				7.162	7.162							
		REALISASI				3.581	3.581							
9	Pengcoran Box Culvert	RENCANA					14.764	14.764						
		REALISASI					14.764	14.764						
10	Bahan Poros untuk Pembiuhan abu Bahan Penyaring (Filter) Wing Wial	RENCANA							0.119					
		REALISASI							0.119					
11	Line Concrete Wing Wial	RENCANA							0.519					
		REALISASI												
12	Pembiisan Wing Wial	RENCANA								2.450	2.450			
		REALISASI								2.450	2.450			
13	Bekisting Wing Wial	RENCANA									3.781			
		REALISASI									3.781			
14	Pengcoran Wing Wial	RENCANA										1.890		
		REALISASI										1.890		
		RENCANA PER BULAN	8.501	6.334	6.389	7.695	9.172	16.334	14.764	14.764	0.638	2.450	3.365	6.729
		KUMULATIF RENCANA	8.501	14.835	21.225	28.919	38.092	54.425	69.189	83.952	84.597	87.040	93.271	100
		REALISASI PER BULAN	11.668	6.382	3.195	7.695	9.172	12.733	18.344	14.764	3.088	4.340	5.255	3.365
		KUMULATIF REALISASI	11.668	18.030	21.225	28.919	38.092	50.844	69.189	83.952	87.040	91.380	96.635	100

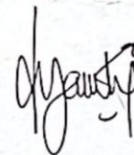
Lampiran 5 Kurva S Pekerjaan Box Culvert

 UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP	FORMULIR BIMBINGAN/ASISTENSI (TUGAS AKHIR)			 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
	EVALUASI JADWAL PELAKSANAAN PEKERJAAN <i>BOX CULVERT</i> PROYEK JALAN TOL BETUNG, TEMPINO – JAMBI STA 61+680 s.d STA 97+600 MENGGUNAKAN METODE <i>CRITICAL PATH METHOD (CPM)</i>			
	Mahasiswa : <u>Naufal Alamsyah</u> <u>Hidayat</u> 2112221044	Dosen Pembimbing : Ir. Yanti Irawati, S.T., M.T	TA 2025-2026	

No.	Tanggal Pertemuan	Uraian Kegiatan, Catatan Perbaikan	Paraf Pembimbing
1	9 Januari 2026	Perubahan judul dan rumusan masalah agar lebih spesifik membahas tentang pekerjaan box culvert.	dy
2	16 Januari 2026	Penambahan Tinjauan pustaka mengenai box culvert dan rumusan-bahasan ulang miring	dy
3	20 Januari 2026	Pembahasan data teknis dan menentukan jalur kritis pada pekerjaan box culvert	dy
4	23 Januari 2026	Pembahasan hasil analisis jalur kritis pada pekerjaan Box culvert	dy
5	30 Januari 2026	Pelaku mengenai hasil analisis jalur kritis, pada bagian Analisa tumpuan ke belakang	dy
6	06 Februari 2026	Perbaikan mengenai karibah penulisan sesuai dengan pedoman kampus	dy
7	13 Februari 2026	Pembahasan kesimpulan dan saran (BAB V) serta keterkaitan dengan tujuan penelitian.	dy
8			

Bandung, 20 Februari.....2026

Dosen Pembimbing,



Ir. Yanti Irawati, S.T., M.T



PUSTAKALAYA

UNIVERSITAS SANGGA BUANA

YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN

Jl. PHH. Mustofa No.68, Kel. Cikutra, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung

Website: pustakalaya.usbykp.ac.id Email: library@usbykp.ac.id

Surat Keterangan Cek Plagiarisme

Nomor: 144/IV/SKCP/USB-YPKP/2026

Sehubungan dengan kewajiban Cek Plagiarisme dengan *similarity check maximal 25%* sebagai salah satu kelengkapan persyaratan administrasi bagi mahasiswa tingkat akhir, dengan ini UPT Perpustakaan Universitas Sangga Buana menerangkan bahwa:

Nama	: NAUFAL ALAMSYAH HIDAYAT
NPM	: 2112221044
Program Studi	: S1 Teknik Sipil
Judul Karya Tulis Ilmiah	: "EVALUASI JADWAL PELAKSANAAN PEKERJAAN BOX CULVERT PROYEK JALAN TOL BETUNG, TEMPINO – JAMBI STA 61+680 s.d STA 97+600 MENGGUNAKAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM)"
Tanggal Cek Turnitin	: 09 April 2026
Status	: Lulus dengan 23% Similaraty Check

Adalah benar telah dilakukan *similarity check* sebagaimana data tersebut diatas, dan surat ini dibuat berdasarkan keadaan yang sebenar benarnya, untuk bisa dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 11 April 2026

Kepala Pustakalaya

Widayapuri Prasastiningtyas, S.Sos., M.I.kom.

NIP. 432.200.173

