

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI OPTIMALISASI TIME SCHEDULE PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN BARU MENGGUNAKAN METODE CPM DAN  
PERT JALAN KAPTEN SUMARSONO  
(STUDI KASUS)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**ANANG KHEISKA ASSOENI**

**1807210117**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**



## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Anang Kheiska Assofni

NPM 1807210117

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Optimalisasi Time Schedule Pada Pembangunan Jalan  
Baru Menggunakan Metode CPM dan PERT Jalan Kapten  
Sumarsono Medan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada Panitia Ujian

Medan, 6 Mei 2023

Dosen Pembimbing

  
Zulkifli Siregar, S.T, M.T

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Anang Kheiska Assofni

NPM 1807210117

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Optimalisasi Time Schedule Pada Pembangunan Jalan Baru Menggunakan Metode CPM dan PERT Jalan Kapten Sumarsono Medan.

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah Berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 6 Mei 2023

Mengetahui dan Menyetujui

  
Zulkifli Siregar, S.T, M.T

Dosen Penguji I



Ir. Tri Rahayu, M.Si

Dosen Penguji II



Wiwin Nurzanah, S.T, M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini di ajukan Oleh:

Nama : Anang Kheiska Assofni  
Tempat, Tanggal Lahir : Tanjungbalai, 29 April 2000  
Npm : 1807210117  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Evaluasi Optimalisasi Time Schedule Pada Pembangunan Jalan Baru Menggunakan Metode CPM dan PERT Jalan Kapten Sumarsono Medan”.

Bukan merupakan plagiat, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan nonmaterial, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis. Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kerjasamasaya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiridan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah SumateraUtara.

Medan, 6 Mei 2023  
Saya yang menyatakan



Anang Kheiska Assofni

## ABSTRAK

### EVALUASI OPTIMALISASI TIME SCHEDULE PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN BARU MENGGUNAKAN METODE CPM DAN PERT JALAN KAPTEN SUMARSONO (STUDI KASUS)

Anang Kheiska Assofni  
1807210117  
Zulkifli Siregar, S.T, M.T

Keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan proyek sering kali disebabkan kurang efektif, sehingga pelaksanaannya tidak efisien, hal ini akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Keterlambatan penyelesaian proyek sendiri adalah kondisi yang sangat tidak dikehendaki, karena hal ini dapat merugikan kedua belah pihak baik dari segi waktu maupun biaya. Lokasi penelitian berada di jalan Kapten Sumarsono provinsi Sumatera Utara Medan, Dalam penelitian ini diidentifikasi masalah yaitu bagaimana bentuk jaringan kerja proyek peningkatan jalan Kapten Sumarsono, Data yang akan dibutuhkan pada penelitian ini yaitu waktu kegiatan proyek, jadwal pelaksanaan proyek serta biaya anggaran proyek, Dari hasil analisis diperoleh perhitungan pada jalur kritis yang jika dijumlahkan anggaran pada biaya normal sebesar Rp.20.766.543.507,92 selama 52 minggu. Dengan memasukkan rumus jadi total biaya pada jalur kritis CPM jika dihitung menjadi Rp.20.766.543.509,9 menggunakan metode CPM yaitu selama 52 minggu dan menggunakan metode PERT yaitu selama 61,3 minggu, hasil perbandingan kedua metode ini didapatkan hasil waktu optimal CPM yaitu selama 52 minggu arena lebih stabil dan terperinci dibandingkan menggunakan metode PERT dan juga perbedaan jumlah hari yang tidak terlalu jauh Jadi total kenaikan biaya optimal pada jalur kritis CPM jika dihitung menjadi Rp. 20.766.543.509,9

Kata Kunci : Jalan Raya, CPM (*Critical Path Method*), PERT (*Project Evaluation and Review Technique*).

## **ABSTRACT**

### ***EVALUATION OF TIME SCHEDULE OPTIMIZATION IN NEW ROAD CONSTRUCTION PROJECTS USING THE CPM AND PERT METHODS OF CAPTAIN SUMARSONO ROAD (CASE STUDY)***

Anang Kheiska Assofni  
1807210117  
Zulkifli Siregar, S.T, M.T

*The success or failure of project implementation is often caused by ineffectiveness, so that the implementation is inefficient, this will result in delays, decreased quality of work, and swelling implementation costs. Delay in completing the project itself is a very undesirable condition, because this can be detrimental to both parties both in terms of time and cost. The location of the study is on the Captain Sumarsono road, North Sumatra province, Medan, In this study, the problem was identified, namely how the network of Captain Sumarsono road improvement projects, the data that will be needed in this study are the time of project activities, project implementation schedules and project budget costs, From the results of the analysis, calculations were obtained on the critical path which if added up the budget at normal costs amounted to Rp.20,766,543,507.92 for 52 weeks. By entering the formula so that the total cost on the CPM critical path if calculated to Rp.20,766,543,509.9 using the CPM method is for 52 weeks and using the PERT method which is for 61.3 weeks, the results of the comparison of these two methods are obtained the optimal time CPM results which are for 52 weeks are more stable and detailed than using the PERT method and also the difference in the number of days that is not too far So the total cost increase is optimal on the CPM critical path if calculated to Rp. 20,766,543,509.9*

*Keywords: Highway, CPM (Critical Path Method), PERT (Project Evaluation and Review Technique).*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang memberikan nikmat, rahmat dan karunia yang begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan lancar. Sholawat berangkai salam tiada putus kita hadiahkan kepada Baginda Nabi Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam yang membawa kita dari zaman kegelapan hingga zaman terang benderang. Alhamdulillah atas nikmat kesehatan jasmani dan rohani penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul "Evaluasi Optimalisasi Time Schedule Pada Pembangunan Jalan Baru Menggunakan Metode CPM dan PERT Jalan Kapten Sumarsono Medan". sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana program Teknik Sipil kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Zulkifli Siregar, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing atasbimbingan,saran serta motivasi yang diberikan.
2. Ibu Ir. Tri Rahayu, S.T, M.Si., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan bimbingan dan arahan.
3. Ibu Wiwin Nurzanah, S.T, M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan bimbingan dan arahan.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain,M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil FakultasTeknikUniversitasMuhammadiyahSumateraUtara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah SumateraUtara.
6. Seluruh Dosen dan Staff pengajar Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membimbing dan mendidik sejak dari semester awal sampai berakhir masa studi jurusan Teknik Sipil.
7. Tercinta dan tersayang kepada keluarga besar: Orang Tua, kakak dan adik yang telah memberikan dorongan semangat dan nasehat serta bantuan moril dan materil selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Kepada seluruh teman di kelas C1 dan teman-teman di Fakultas Teknik,

khususnya Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Pada tugas akhir ini masih tergolong jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis berharap mendapatkan kritik dan masukan demi kesempurnaan untuk menjadi bahan pembelajaran di masa depan.

Medan, 6 Mei 2023

**ANANG KHEISKA ASSOENI**

**1807210117**



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Proyek	4
2.1.1 Perencanaan dan Penjadwalan Proyek	4
2.1.2 Ciri Ciri Proyek	5
2.1.3 Macam Macam Proyek	6
2.1.4 Tahap Siklus Pada Proyek	6
2.2 Manajemen Proyek	7
2.2.1 Proses Manajemen Proyek	8
2.2.2 Tahapan Manajemen Proyek	9
2.2.3 Fungsi Manajemen Proyek	11
2.3 Konsep CPM dan PERT	13
2.3.1 Metode CPM ( <i>Critical Path Method</i> )	13
2.3.2 Lintasan Kritis / Jalur Kritis	15
2.3.3 Durasi Waktu	15

2.3.4	Jadwal	16
2.3.5	Metode PERT ( <i>Project Evaluation and Review Technique</i> )	17
2.3.6	Langkah-langkah crashing project	20
2.3.7	Analisis Optimasi	20
2.3	Perbedaan CPM dan PERT	21
2.5	Kurva S	22
2.6	<i>Microsoft Project</i>	23
BAB 3		26
METODE PENELITIAN		26
3.1	Bagan Alir	26
3.2	Lokasi Penelitian	27
3.3	Identifikasi Masalah	27
3.4	Variabel Penelitian	28
3.5	Metode Pengumpulan Data	28
3.6	Jenis Studi	29
3.7	Analisa Hasil	29
BAB 4		31
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Data Umum Proyek	31
4.2	Data Pelaksanaan Proyek dan RAB	31
4.3	<i>Work Break Down Structure (WBS)</i>	31
4.3.1	Durasi Aktivitas	34
4.3.2	Data Biaya Aktivitas	34
4.3.3	Pengolaha Data	35
4.4	Critical Peth Method	35
4.5	Metode PERT	42
BAB 5		49
KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 RAB Proyek Pembangunan Jalan Kapten Sumarsono	31
Tabel 4.1 <i>Work Breackdown Structure</i>	32
Tabel 4.3 Durasi Setiap Kegiatan	35
Tabel 4.4 Anggaran Biaya Setiap Proses	35
Tabel 4.5 Kegiatan Dengan <i>Microsoft Project</i>	37
Tabel 4.6 Jadwal Kegiatan Manual	37
Tabel 4.7 Hasil Tabel <i>Microsoft Project</i>	39
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan ES-EF,LS-LF	40
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Float	41
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Float Kritis dan Tidak Kritis	42
Tabel 4.11 Estimasi Waktu Pada Metode PERT	43
Tabel 4.12 Waktu Yang Diharapkan	44
Tabel 4.13 Perhitungan Float Pada Metode PERT	45
Tabel 4.14 Nilai Standar Deviasi dan Varians Kegiatan Pada Metode	46
Tabel 4.15 Anggaran Biaya Normal Pada Titik Kritis	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jadwal Proyek	17
Gambar 2.2 Diagram PERT	21
Gambar 2.3 Contoh Kurva S Pada Pekerjaan Jalan	23
Gambar 2.4 Contoh Penjadwalan dan Kurva S Pada Ms.Project	24
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	26
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian	27
Gambar 4.1 Struktur <i>Work Breackdown Structure</i>	34
Gambar 4.2 <i>Network</i> Diagram CPM	39
Gambar 4.3 <i>Network</i> Diagram CPM Dengan Jalur Kritis	42
Gambar 4.4 <i>Network</i> Diagram PERT	44
Gambar 4.5 <i>Network</i> Diagram PERT Dengan Jalur Kritis	45

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan proyek sering kali disebabkan kurang efektif, sehingga pelaksanaannya tidak efisien, hal ini akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Keterlambatan penyelesaian proyek sendiri adalah kondisi yang sangat tidak dikehendaki, karena hal ini dapat merugikan kedua belah pihak baik dari segi waktu maupun biaya. Jika sebuah proyek bagus dari segi waktu dan biaya, proyek ini selesai dengan efisien mencapai efisiensi tenaga dan alat (Badri, 1997).

Agar proyek dapat berjalan dengan lancar, diperlukan manajemen yang baik agar proyek tidak mengalami kerugian dan berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Dalam proyek ini penulis akan mengevaluasi proyek Pembangunan Jalan Baru dari awal sampai akhir dengan metode CPM dan PERT. Kondisi dalam pembangunan proyek akan selalu berubah-ubah dan setiap pemimpin yang terlibat dituntut untuk dapat memantau setiap pekerjaan setiap saat.

Untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan durasi proyek walaupun akan diikuti meningkatnya biaya proyek. Oleh karena itu diperlukan analisis optimalisasi durasi proyek sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut diselesaikan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan metode CPM (Critical Path Method – Metode Jalur Kritis) dan PERT (Project Evaluation and Review Technique).

Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan penjadwalan proyek konstruksi milik PT. Duta Cahaya Deli pada proyek Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan menerapkan metode CPM dan PERT. Berdasarkan uraian di atas maka penulis dapat menerapkan judul “Evaluasi Optimalisasi Time Schedule Pada Proyek Pembangunan Jalan Baru Menggunakan Metode CPM dan PERT di Jalan Kapten Sumarsono Medan”

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan bentuk dan jaringan kerja (*network planning*) lintasan kritis dengan menggunakan metode CPM dan PERT pada Proyek Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan?
2. Berapa lama durasi waktu optimal Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan dengan menggunakan metode CPM dan PERT?
3. Berapa estimasi biaya Proyek Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan dengan menggunakan metode CPM dan PERT ?

## 1.3 Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah yang ditetapkan dalam tugas akhir ini yaitu:

1. Data yang dievaluasi adalah data Proyek Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan.
2. Peninjauan hanya dilakukan dalam hal durasi waktu pekerjaan dan biaya Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan.
3. Data yang digunakan adalah rencana anggaran biaya dan penjadwalan pekerjaan Proyek Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan jaringan kerja (*network planning*) dan lintasan kritis Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan dengan menggunakan metode CPM dan PERT
2. Menganalisis estimasi waktu optimal untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan dengan menggunakan metode CPM dan PERT
3. Mengetahui estimasi biaya yang paling efisien dalam Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan dengan menggunakan metode CPM dan PERT.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat didapatkan dari penelitian ini yaitu:

1. Efisiensi waktu dalam penyelesaian proyek sehingga tidak terjadi pemborosan anggaran dalam pelaksanaan pekerjaan sejenis.
2. Teridentifikasinya kegiatan apa saja yang perlu dioptimalisasikan untuk diselesaikan agar jadwal dapat terpenuhi rencana.
3. Memberikan tambahan wawasan bagi penulis terkait teknik penjadwalan dengan mempraktekkan langsung metode CPM dan PERT pada Proyek Pembangunan Jalan Baru di Jalan Kapten Sumarsono Medan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk tugas akhir atau proposal ini penulisan menggunakan sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab yang dibahas, yaitu:

- Bab 1. Pendahuluan, bab ini memuat latar belakang masalah dan rumusan penelitian serta memuat tujuan penelitian, kegunaan penelitian, dan sistematika penulisan.
- Bab 2. Tinjauan Pustaka, dalam bab ini terdapat sub bab dan landasan teori dari penelitian terdahulu yang memaparkan masalah yang diteliti serta beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya.
- Bab 3. Metode Penelitian, bab ini menguraikan deskripsi tentang bagaimana penelitian akan dilaksanakan dengan menjelaskan variabel penelitian dan definisi operasional, penentuan jenis sampel, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, dan metode analisis.
- Bab 4. Hasil dan Pembahasan, bab ini menguraikan tentang deskripsi objek penelitian melalui gambaran umum dan proses penginterpretasian data yang diperoleh untuk mencari makna dan implikasi dari hasil analisis.
- Bab 5. Penutupan, bab ini berisi kesimpulan dan saran atas hasil penelitian

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Proyek**

Proyek didefinisikan sebagai sebuah rangkaian aktivitas untuk yang saling terkait untuk mencapai suatu hasil tertentu yang dilakukan dalam periode waktu tertentu pula (Soeharto, 1995). Menurut PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) edisi ke-3, proyek adalah usaha sementara dengan awal dan akhir dan harus digunakan untuk menciptakan produk, layanan atau hasil yang unik. Sedangkan pengertian proyek menurut Larson (2006:3), proyek adalah usaha yang kompleks, tidak rutin, yang dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya, dan spesifikasi kinerja yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Dan pengertian proyek menurut Husen (2009:4), proyek adalah gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia material, peralatan, dan modal/biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan.

Proyek biasanya membuat layanan, produk, atau hasil yang unik dan spesifikasi. Menurut definisi tersebut, dapat dikatakan bahwa proyek adalah kegiatan yang tidak dapat berjalan tanpa batas waktu dan harus mempunyai tujuan yang jelas. Proyek di organisasi manapun membutuhkan kolaborasi dan kerja sama antara departemen untuk mencapai tujuan yang optimal dan jelas. Manajemen proyek sangat penting dalam produksi barang dan jasa. Dari ide hingga produksi akhir suatu produk atau layanan, setiap langkah atau tahap dapat diklasifikasikan sebagai proyek individu. Setiap proyek membutuhkan manajer proyek yang bertanggung jawab untuk mengelola semua aspek proyek, mulai dari perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian proyek hingga selesai dengan anggaran, jadwal, dan kualitas hasil yang ditentukan.

##### **2.1.1 Perencanaan dan Penjadwalan Proyek**

Perencanaan dan penjadwalan saling terkait. Perencanaan adalah proses pengambilan keputusan dari beberapa alternative yang mungkin, misalnya, metode konstruksi yang tepat dan urutan kerjanya. Proses ini akan digunakan



sebagai dasar untuk memperkirakan kegiatan di masa depan, penjadwalan, dll sebagai patokan untuk pengendalian proyek.

Pengadaan barang/jasa berdasarkan Perpres No. 70 Tahun 2012 adalah “kegiatan untuk memperoleh barang/jasa oleh Kementerian/Lembaga/Satuan Kerja Perangkat Daerah/Institusi yang prosesnya dimulai dari perencanaan kebutuhan sampai diselesaikannya seluruh kegiatan untuk memperoleh barang/jasa”.

Di dalam proses mencapai tujuan tersebut (Soeharto, 1999), terdapat batasan yang disebut tiga kendala (*triple constrain*), yaitu:

- Biaya Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran.
- Jadwal Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang ditentukan.
- Mutu Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intended use*.

Menurut Ervianto, (2005) proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis kelompok, yaitu:

1. Bangunan gedung, seperti: rumah, kantor, pabrik dan lain-lain
2. Bangunan sipil, seperti: jalan, jembatan, bendungan dan infrastruktur lainnya

### **2.1.2 Ciri Ciri Proyek**

Menurut Dannyanti, (2010) berdasarkan pengertian proyek diatas, ciri-ciri proyek antara lain:

- a. Memiliki tujuan tertentu berupa hasil kerja akhir.
- b. Sifatnya sementara karena siklus proyek relatif pendek.
- c. Dalam proses pelaksanaannya, proyek dibatasi oleh jadwal, anggaran biaya, dan mutu hasil akhir.
- d. Merupakan kegiatan nonrutin, tidak berulang-ulang.
- e. Keperluan sumber daya berubah, baik macam maupun volume.

### 2.1.3 Macam Macam Proyek

Menurut Soeharto, (1999) proyek dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Proyek *Engineering*-Konstruksi terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi
- b. Proyek *Engineering*-Manufaktur dimaksudkan untuk membuat produk baru, meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.
- c. Proyek Penelitian dan Pengembangan bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu.
- d. Proyek Pelayanan merupakan Manajemen Proyek pelayanan manajemen tidak memberikan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir, misalnya merancang sistem informasi manajemen.
- e. Proyek Kapital merupakan proyek yang berkaitan dengan penggunaan dana kapital untuk investasi.
- f. Proyek Radio-Telekomunikasi bertujuan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya minimal.
- g. Proyek Konservasi bio diversity merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan.

### 2.1.4 Tahap Siklus Pada Proyek

Siklus pada proyek konstruksi ada 4 (empat) tahap yaitu:

1. Inisiasi proyek (pendefinisian proyek)
  - Tahap ke-satu yaitu pendugaan, dimana dalam tahapan ini biasanya akan ada penyampaian kemungkinan-kemungkinan mengenai proyek yang akan dijalankan.
  - Tahap ke-dua yaitu kemungkinan terdiri dari rencana waktu, biaya dan spesifikasi
2. Perencanaan proyek (perencanaan detail)
  - Tahap ke-tiga yaitu pra-desain terdiri dari data dan survei awal.
  - Tahap ke-empat yaitu desain terdiri dari gambar tender dan RKS atau spesifikasi.

- Tahap ke-lima yaitu estimasi (BQ, RAB) yang berisikan tentang deskripsi pekerjaan, kuantitas dan harga satuan pekerjaan.
  - Tahap ke-enam yaitu tender aanwijzing klarifikasi dan kontrak.
  - Tahap ke-tujuh yaitu pembentukan tim proyek.
  - Tahap ke-delapan yaitu schedulling (perencanaan).
  - Tahap ke-sembilan yaitu pembuatan gambar untuk konstruksi
3. Eksekusi proyek (Pengawasan dan Kontrol)
- Tahap ke-sepuluh yaitu pekerjaan persiapan
  - Tahap ke-sebelas yaitu pelaksanaan konstruksi
4. Penutupan Konstruksi (evaluasi dan *review* proyek).

## 2.2 Manajemen Proyek

Menurut Schwalbe, (2004) manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan, keahlian, peralatan dan teknik untuk kegiatan proyek yang sesuai dengan kebutuhan proyek. Sedangkan menurut Hughes dan Mike, (2002) manajemen proyek merupakan suatu cara untuk menyelesaikan masalah yang harus dipaparkan oleh user, kebutuhan user harus terlihat jelas dan harus terjadi komunikasi yang baik agar kebutuhan user bisa diketahui. Manajemen proyek memiliki peran khusus dalam struktur organisasi tradisional yang sangat birokratis dan tidak dapat dengan cepat merespon perubahan lingkungan.

Manajemen proyek merupakan suatu pemikiran tentang manajemen untuk mengelola kegiatan yang berbentuk proyek Heizer & Reinder, (2006). Manajemen proyek memiliki arti berbeda karena menggambarkan suatu komitmen sumber sumber daya dan manusia untuk melakukan suatu aktivitas yang penting dalam jangka waktu relatif, sehingga setelah selesai manajemen akan dibubarkan. Terdapat tiga fase dalam manajemen proyek, yaitu: perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian.

Pada umumnya, sebuah proyek memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Waktu (*Timeline*): Proyek memiliki timeline atau garis waktu yang pasti dengan titik awal dan titik akhir yang terukur.
- Sumber Daya (*Resource*): Sebuah proyek memiliki sumber daya modal dan tenaga kerja yang terbatas.
- Alat (*Tools*): Menggunakan alat-alat (*tools*) dan teknik khusus digunakan

untuk manajemen proyek, contohnya *Gantt Chart*.

- Tim (*Team*): Manajemen Proyek memerlukan tim yang beragam dari berbagai departemen dan fungsi.

Manajemen dalam konteks pembangunan memiliki rangkap fungsi yaitu:

- Membangun dorongan / antusiasme untuk memotivasi orang agar tugas selesai dilakukan dengan baik
- Direct sumber daya manusia dan sumber daya lainnya

### **2.2.1 Proses Manajemen Proyek**

Pelaksanaan manajemen dijalankan melalui suatu proses kegiatan tertentu dengan fungsi yang saling berkaitan. Dalam hal ini proses dan fungsi mempunyai pengertian yang sama. Yang dimaksud proses adalah serangkaian mulai dari awal penentuan sasaran sampai dengan akhir pencapaian sasaran, sedang kegiatan yang berlangsung merupakan fungsi dari manajemen (Djojowirono, 2005).

Menurut A.D Austen dan R.H Neale, (1994) yang dimaksud dengan proses manajemen adalah suatu proses untuk memanfaatkan sumber daya manusia dan sumberdaya lainnya untuk mencapai tujuan tertentu. Proses manajemen atau sering juga disebut fungsi manajemen, dalam satu kesatuan sebagai berikut dibawah ini:

1. Penetapan tujuan (*goal setting*) merupakan tahapan awal dari proses manajemen. Tujuan merupakan misi sasaran yang akan tercapai.
2. Perencanaan (*planning*) merupakan proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi-asumsi mengenai keadaan dimasa yang akan datang untuk merumuskan kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dalam rangka pencapaian tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.
3. Staffing adalah proses manajemen yang berkenaan dengan pengerahan (*recruitment*), penempatan, pelatihan, dan pengembangan tenaga kerja dalam organisasi. Pada dasarnya prinsip dari tahapan proses manajemen itu adalah menempatkan orang yang sesuai pada tempat yang sesuai dan pas pada saat yang tepat (*right people, right position, right time*).
4. *Directing* adalah usaha untuk memobilisasi sumber-sumber daya yang

dimiliki oleh organisasi agar dapat bergerak dalam satu kesatuan yang sesuai dengan rencana yang telah dibuat.

5. Supervising didefinisikan sebagai interaksi langsung antara individu-individu dalam suatu organisasi untuk mencapai kinerja kerja serta tujuan organisasitersebut.
6. Pengendalian (*Controlling*) yaitu panduan atau aturan untuk melaksanakan aktifitas suatu usaha atau bagian-bagian lain dari usaha tersebut untuk tercapainya tujuan yang telahdisepakati.

### **2.2.2 Tahapan Manajemen Proyek**

Menurut A.D Austen dan R.H Neale, (1994) dalam Suyatno, (2010), tahapan proyek konstruksi terdiri dari 10 (sepuluh) tahap, yaitu:

1. Tahap *briefing* bertujuan memungkinkan klien menjelaskan fungsi proyek dan biaya yang diijinkan, sehingga para arsitek, insinyur, surveyor kuantitas dan anggota lainkelompokperancangdapatsecaratepatmenafsirkankeinginannya dan menafsirkan biaya.
2. Menyusun rencana kerja dan menunjuk para perancang dan ahli;
3. Mempertimbangkan kebutuhan pemakai, keadaan lokasi dan lapangan, merencanakan rancangan, taksiran biaya, persyaratan mutu. Mempersiapkan program data departemen, program data ruangan, jadwal waktu, sketsa dengan skala 1:1000, 1:1500 atau 1:2000, yang menggambarkan denah dan batas-batas proyek, taksiran biaya dan implikasinya dan rencana pelaksanaan.
4. Tahap perencanaan dan perancangan bertujuan untuk melengkapi penjelasan proyek dan menentukan tata letak, rancangan, metode konstruksi dan taksiran biaya agar mendapat persetujuan yang perlu dari klien dan pihak berwenang yang terlibat.
5. Memeriksa masalah teknis
6. Meminta persetujuan dari klien
7. Mempersiapkan rancangan sketsa/pra-rancangan, termasuk taksiran biaya, rancangan terinci, spesifikasi dan jadwal, daftar kuantitas, taksiran biaya akhir, program pelaksanaan pendahuluan, termasuk jadwal waktu.
8. Tahap pelelangan (*tender*) menunjuk kontraktor bangunan, atau sejumlah

kontraktor yang akan melaksanakan konstruksi. Kegiatan pada tahap ini untuk mendapatkan penawaran dari para kontraktor untuk pembangunan gedung dan untuk menyerahkan kontrak. Dalam tahap ini klien terkait kuat pada sebagian besar pengeluaran proyek, jadi prosedur serta proses harus didefinisikan secara cermat dan ketat.

9. Tahap konstruksi atau tahap pelaksanaan pembangunan bertujuan membangun bangunan dalam batasan biaya dan waktu yang telah disepakati, mutu yang telah disyaratkan. Kegiatan dalam tahap ini adalah merencana, mengkoordinasi dan mengendalikan operasi lapangan.
10. Tahap persiapan penggunaan bertujuan menjamin agar bangunan yang telah selesai dibangun sesuai dokumen kontrak, dan semua fasilitas bekerja sebagaimana mestinya.

Kegiatannya adalah:

- a. Mempersiapkan catatan pelaksanaan
- b. Meneliti bangunan dengan cermat dan memperbaiki kerusakan
- c. Menguji sifat kedap air bangunan
- d. Memulai menguji dan menyesuaikan semua fasilitas
- e. Mempersiapkan petunjuk operasi serta pedoman pemeliharaan
- f. Melatih staf

Sedangkan menurut Dipohusodo, (1995) tahapan konstruksi dibagi menjadi 5 (lima) tahap yaitu:

1. Tahap pengembangan konsep, adapun kegiatan yang dilakukan dalam tahap ini adalah melakukan survei pendahuluan dengan investigasi lapangan dimana proyek akan dilaksanakan. Hal ini akan mengungkapkan informasi-informasi yang sangat diperlukan dalam pembuatan konsep proyek. Seperti misalnya informasi mengenai upah tenaga kerja setempat, harga material, perizinan pemerintah setempat, kemampuan penyedia jasa setempat, informasi mengenai iklim dan lain sebagainya.
2. Tahap perencanaan, adapun kegiatan yang dilakukan adalah pengajuan proposal, survei lanjutan, pembuatan desain awal/sketsa rencana (*preliminary design*) dan perancangan detail (*detail design*), keempat kegiatan ini tidak dapat dipisahkan satu sama lain karena hasil kegiatan pertama akan

berpengaruh pada kegiatan kedua dan selanjutnya. Tujuan dari tahap ini sebenarnya untuk mendapatkan rencana kerja final yang memuat pengelompokan pekerjaan dan kegiatan secara terperinci.

Adapun sasaran pokok rencana kerja final adalah:

- a. Dengan menggunakan sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan maka akan didapat harga kontrak konstruksi dan material yang lebih pasti, bernilai tetap dan bersaing, sehingga tidak akan melewati batas anggaran yang tersedia.
  - b. Pekerjaan akan dapat diselesaikan sesuai dengan kualitas dan dalam rentang waktu seperti yang telah direncanakan atau ditetapkan.
3. Tahap pelelangan, kegiatan yang dilakukan adalah kegiatan administrasi untuk pelelangan sampai dengan terpilihnya pemenang lelang.
  4. Tahap Pelaksanaan Konstruksi, dalam tahap ini adapun kegiatan yang dilakukan antara lain persiapan lapangan, pelaksanaan konstruksi fisik proyek sampai dengan selesainya konstruksi itu sendiri. Salah satu kegiatan yang cukup penting pada saat pelaksanaan konstruksi fisik adalah kegiatan pengendalian biaya dan jadwal konstruksi.
  5. Tahap pengoperasian, setelah konstruksi fisik selesai maka penyedia jasa akan menyerahkannya kepada pengguna jasa untuk dioperasikan, dalam tahap ini penyedia jasa masih memiliki tanggung jawab untuk memelihara bangunan tersebut sesuai dengan perjanjian.

Sedangkan menurut Ervianto, (2005) adapun kegiatan proyek yang secara umum terdiri dari 5 (lima) tahapan, yaitu:

1. Tahap studi kelayakan (*feasibility study*)
2. Tahap penjelasan (*briefing*)
3. Tahap perancangan (*design*)
4. Tahap pengadaan (*procurement*)
5. Tahap pelaksanaan (*construction*)

### **2.2.3 Fungsi Manajemen Proyek**

Fungsi manajemen proyek, sebagai suatu proses manajemen mengenal urutan pelaksanaan yang logis yang menggambarkan bahwa tindakan manajemen

diarahkan pada pencapaian sasaran yang telah ditetapkan karena penetapan tujuan (sasaran) merupakan tindakan manajemen yang pertama, yang diikuti tindakan perencanaan (*planning*), organisasi (*organizing*), dan koordinasi (*coordinating*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengawasan dan pengendalian (*controlling*) dengan pemanfaatan sumber daya yang tersedia secara efisien dan efektif (Dimiyati & Nurjaman, 2014).

Secara umum, fungsi manajemen dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Fungsi perencanaan (*planning*) berupa tindakan pengambilan keputusan yang mengandung data dan informasi, ataupun fakta kegiatan yang akan dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang. Tindakan perencanaan proyek meliputi:
  - a. Menetapkan tujuan dan sasaran proyek.
  - b. Menganalisa kendala dan risiko yang mungkin terjadi untuk seluruh proyek ataupun perbagian dari rencana.
  - c. Menetapkan penggunaan sumber daya.
  - d. Menyusun rencana induk jangka panjang dan pendek.
  - e. Menyumbangkan strategi dan prosedur operasi.
  - f. Menyiapkan pendanaan serta standar kualitas yang diharapkan.
  - g. Menentukan metode dan aspek-aspek teknik yang diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan. Manfaat fungsi perencanaan tersebut adalah sebagai alat pengawas atau pengendali kegiatan, serta sarana untuk memilih dan menetapkan kegiatan yang diperlukan.
2. Fungsi organisasi (*Organizing*) adalah mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang mempunyai pekerjaan masing-masing, saling berhubungan satu sama yang lain dengan tata cara tertentu dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mendukung tercapainya tujuan. Tindakan organisasi, antara lain:
  - a. Menentukan daftar penugasan
  - b. Menyusun ruang lingkup kegiatan
  - c. Menyusun struktur kegiatan
  - d. Menyusun daftar personil organisasi beserta lingkup tugasnya.
3. Fungsi pelaksanaan (*Actuattng*) adalah menyelaraskan seluruh anggota



organisasi dalam kegiatan pelaksanaan, serta mengupayakan agar seluruh anggota organisasi dapat bekerja sama dalam pencapaian tujuan bersama.

Tindakan pelaksanaan itu, antara lain:

- a. Mengorganisasikan pelaksanaan kegiatan.
  - b. Mendistribusikan tugas, wewenang dan tanggung jawab.
  - c. Memberikan pengarahan penugasan dan motivasi
4. Fungsi pengendalian (*controlling*) adalah mengukur kualitas penampilan dan menganalisis serta mengevaluasi penampilan yang diikuti dengan tindakan perbaikan yang harus diambil terhadap penyimpangan yang terjadi (di luar batas toleransi). Tindakan pengendalian meliputi:
- a. Mengukur kualitas hasil membandingkan hasil terhadap standar kualitas
  - b. Mengevaluasi penyimpangan yang terjadi
  - c. Memberikan saran-saran perbaikan
  - d. Menyusun laporan kegiatan

## **2.3 Konsep CPM dan PERT**

### **2.3.1 Metode CPM (*Critical Path Method*)**

Menurut Levin dan Kirkpatrick, (1972) metode Jalur Kritis (*Critical Path Method* - CPM), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua 5 sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Menurut Atkinson, (1999), manajemen proyek adalah aplikasi dari kumpulan alat dan teknik (CPM dan Matriks Organisasi) untuk mengarahkan penggunaan sumber daya yang beragam terhadap pemenuhan yang unik, kompleks, terbatas pada waktu, biaya, dan kendala kualitas.

Pada CPM dipakai cara “deterministik”, yaitu memakai satu angka estimasi. Kurun waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, kemudian pada tahap berikutnya, diadakan pengkajian lebih lanjut untuk memperpendek kurun waktu, misalnya dengan menambah biaya atau time cost trade-off atau crash

program. Sistematika dari proses penyusunan jaringan kerja (*network planning*) adalah sebagai berikut (Soeharto, 1999):

- a. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- b. Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
- c. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- d. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan float pada jaringan kerja.

Menurut Heizer dan Render, (2009), CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan. Pada CPM dipakai cara “deterministik”, yaitu memakai satu angka estimasi.

Jaringan kerja (*Network planning*) prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Jaringan kerja adalah jaringan yang terdiri dari rangkaian kegiatan-kegiatan untuk menyelesaikan suatu proyek berdasarkan urutan dan ketergantungan aktivitas satu dengan aktivitas lainnya. Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network (Hayun, 2005), yaitu:

- a. Anak panah/busur/arrow, mewakili sebuah aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan proyek.
- b. Lingkaran kecil/node, mewakili sebuah kejadian.
- c. Dummy, menyatakan kegiatan semu atau dummy activity. Dummy berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti kegiatan biasa.
- d. Anak panah tebal, adalah kegiatan pada lintasan kritis.

### 2.3.2 Lintasan Kritis / Jalur Kritis

Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Dalam metode CPM (*Critical Path Method*) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Selain itu, jalur kritis berisi tentang pekerjaan kritis yang membentuk jalur sehingga dinamakan jalur kritis.

Heizer dan Render, (2005) menjelaskan bahwa dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses two-pass, terdiri atas *forward pass* dan *backward pass*.

Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, dengan anak panah tebal (Badri, 1997). Manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut:

- a. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
- b. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- c. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *trade off* (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan *crash* program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.
- d. *Time slack* atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

### 2.3.3 Durasi Waktu

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek. Diketahui bahwa 18 faktor yang berpengaruh dalam

menentukan durasi pekerjaan adalah volume pekerjaan, metode kerja (*construction method*), keadaan lapangan, serta keterampilan tenaga kerja yang melaksanakan pekerjaan proyek (Maharany dan Fajarwati, 2006).

Durasi Kegiatan Waktu Durasi kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Kurun waktu pada umumnya dinyatakan dengan satuan jam, hari, atau minggu. Penghitungan durasi pada metode CPM digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian aktivitas, yaitu dengan cara *single duration estimate*. Cara ini dilakukan jika durasi dapat diketahui dengan akurat dan tidak terlalu berfluktuasi. Rumus yang digunakan untuk menghitung durasi kegiatan adalah (Soeharto, 1999):

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

Keterangan:

D = durasi kegiatan

V = volume kegiatan

Pr = produktivitas kerja rata-rata

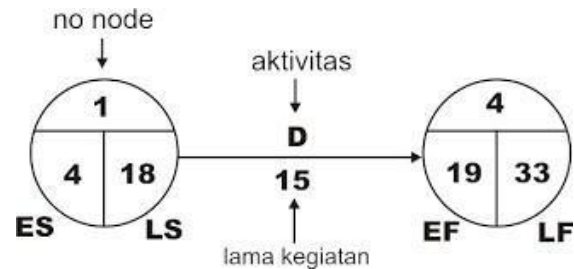
N = jumlah tenaga dan peralatan

#### 2.3.4 Jadwal

Guna mengetahui jalur kritis kita menghitung dua waktu awal dan akhir untuk setiap kegiatan, sebagai berikut:

1. Mulai terdahulu (*earliest start* – ES), yaitu waktu terdahulu suatu kegiatan dapat dimulai, dengan asumsi semua pendahulu sudah selesai.
2. Selesai terdahulu (*earliest finish* – EF), yakni waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai.
3. Mulai terakhir (*latest start* – LS), yaitu waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.
4. Selesai terakhir (*latest finish* – LF), yaitu waktu terakhir suatu kegiatan dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

Contoh penjadwalan guna mengetahui kegiatan, aktivitas, dan durasi dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini



Gambar 2.1 Jadwal proyek,

Sumber: *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya Vol. 6 2020*

Hambatan aktivitas dapat terjadi dalam pelaksanaan suatu proyek, untuk itu harus ada waktu slack dalam setiap kegiatan. Waktu slack (*slack time*) merupakan waktu bebas yang dimiliki oleh setiap kegiatan untuk bisa diundur tanpa menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Waktu slack dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} \text{ atau } \text{Slack} = \text{LF} - \text{EF} \quad (2.2)$$

Keterangan:

Slack = Waktu bebas

LS = Latest start

ES = Earliest start

LF = Latest Finish

EF = Earliest finish

### 2.3.5 Metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*)

PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan dan konflik produksi; mengkoordinasikan dan mensinkronisasikan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan; mempercepat selesainya proyek.

Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan (Soeharto, 1999 dan Eka Danyanti, 2010).

Menurut Heizer dan Render, (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain:

- a. Waktu optimis
- b. Waktu pesimis
- c. Waktu realistis (m)

Menurut Handoko, (2009) PERT bukan hanya berguna untuk proyek-proyek raksasa yang memerlukan waktu tahunan dan ribuan pekerja, tetapi juga digunakan untuk memperbaiki efisiensi pengerjaan proyek-proyek segala ukuran. Pada PERT, penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling baik (ke arah yang lebih akurat). Seperti yang sudah di ketahui bahwa PERT menggunakan unsur probability. Siswanto, (2007) menyebutkan bahwa PERT, melalui distribusi beta, menggunakan taksiran-taksiran waktu untuk menentukan waktu penyelesaian suatu kegiatan agar lebih realistik. Menurut Hayan, (2005) *triple duration estimate* merupakan dasar perhitungan untuk PERT yang mempunyai asumsi dasar bahwa suatu kegiatan dilakukan berkali-kali, maka actual time akan membentuk distribusi beta dimana *optimistic* (waktu optimis) dan *pessimistic* (waktu pesimis) merupakan buntut (*tail*), sedangkan *most likely duration* (waktu realistis) adalah mode dari distribusi beta tersebut. Kemudian diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata yang disebut *expected return* (te) dengan rumus berikut:

$$te = \frac{a + (4 \times m) + b}{6} \quad (2.3)$$

Dengan keterangan:

te = expected duration

a = waktu optimis

m = waktu realistis

b = waktu pesimis

Besarnya ketidak pastian tergantung pada besarnya angka a dan b Untuk menentukan deviasi standar maka menggunakan rumus:

$$S = \frac{a-b}{6} \quad (2.4)$$

Dengan Keterangan:

S = deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

Selanjutnya rumus dari variasi kegiatan proyek yang akan digunakan yaitu:

$$V(te) = S^2 = \left\{ \frac{a-b}{6} \right\}^2 \quad (2.5)$$

Dengan Keterangan:

V (te) = Varians kegiatan

S = Deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

Untuk mengetahui probabilitas mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (te) dengan target T(d) yang dinyatakan dengan rumus:

$$Z = \frac{T(d) - te}{S} \quad (2.6)$$

Dengan keterangan:

Z = Angka kemungkinan mencapai target

T(d) = Target jadwal

S = Deviasi standar kegiatan

Angka Z merupakan angka probabilitas yang persentasenya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif Z. Pada metode PERT penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling baik.

Pada metode PERT menggunakan unsur probabilitas. Kemudian diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata yang disebut *expected return* ( $t_e$ ).

### 2.3.6 Langkah-langkah crashing project

- a. Gambar diagram jaringan untuk setiap kejadian
- b. Menghitung total waktu akselerasi, total biaya akselerasi, dan biaya akselerasi per unit waktu untuk setiap kejadian.
- c. Menentukan garis edar kritis dan lamanya waktu proyek.
- d. Memilih aktivitas pada garis edar kritis yang memiliki biaya akselerasi paling sedikit, dan kurangi waktu aktivitas tersebut semaksimal mungkin.

Catatan: Jika hanya ada satu jalur kritis maka pilih aktivitas yang:

- Masih bisa dilakukan *crash*.
- Mempunyai biaya *crash* paling minimal per satuan waktu.

Namun jika terdapat lebih dari satu jalur kritis, maka pilihlah satu aktivitas sedemikian rupa sehingga:

- a. Setiap aktivitas yang dipilih masih bisa dilakukan *crash*
- b. Memilih biaya terkecil dari biaya *crash* total per satuan waktu dari semua aktivitas.
- c. Memperbaharui semua waktu kegiatan, apabila batas waktu yang diinginkan telah tercapai, maka berhenti.

### 2.3.7 Analisis Optimasi

analisis optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya. Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai *crashing* proyek (Heizer dan Render, 2005).

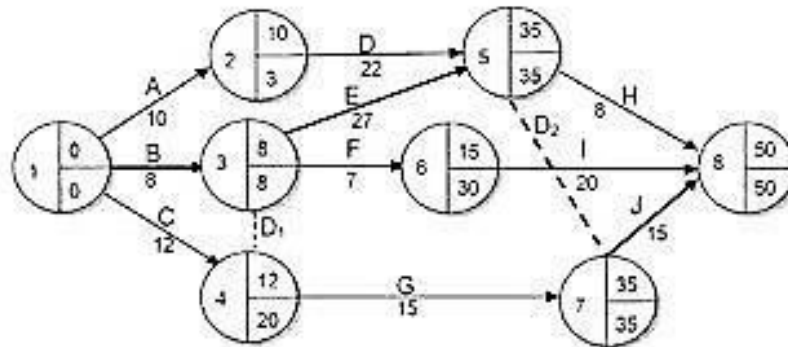
Komponen–Komponen PERT, Menurut Render dan Jay, (2004) yaitu:

1. Kegiatan (*activity*) merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang dilaksanakan/kegiatan mengkonsumsi waktu dan sumber daya serta mempunyai waktu mulai dan waktu berakhirnya kegiatan.



2. Peristiwa (*event*) yaitu menandai permulaan dan akhir suatu kegiatan. Biasanya peristiwa digambarkan dengan suatu lingkaran atau nodes dan juga diberi nomor dengan nomor-nomor yang lebih kecil bagi peristiwa-peristiwa yang mendahuluinya dan biasanya dihubungkan dengan menggunakan anak panah.
3. Waktu kegiatan (*activity time*) yaitu suatu unsur yang merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang harus dilaksanakan.
4. Waktu mulai dan waktu berakhir Waktu mulai dan waktu berakhir yang terdiri dari waktu mulai paling awal (ES), waktu mulai paling lambat (LS), waktu selesai paling awal (EF) dan waktu selesai paling lambat (LF).
5. Kegiatan semu (*dummy*) yaitu suatu kegiatan yang tidak sebenarnya dan biasanya ditunjukkan dengan garis putus-putus.

Untuk mengetahui lebih jelasnya gambaran metode *PERT (Project Evaluation and Review Technique)* dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini



Gambar 2.2 Diagram Pert  
 Sumber: *repository.unikom.ac.id*

### 2.3 Perbedaan CPM dan PERT

- a. CPM dan PERT pada dasarnya serupa, bedanya CPM adalah teknik deterministic sedangkan PERT bersifat probabilistik.
- b. Pada teknik deterministic (CPM), waktu kegiatan diasumsikan diketahui dengan pasti, sehingga merupakan nilai tunggal, Sedangkan pada PERT waktu kegiatan merupakan variable random yang memiliki distribusi probabilistik.

- c. Pada PERT digunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu yang tercepat, terlama serta terlayak, sedangkan pada CPM hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.
- d. PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan, sedangkan CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktivitas yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui oleh evaluator.
- e. Pada PERT yang ditekankan tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek turut mengecil, sedangkan pada CPM menekankan tepat biaya.
- f. Dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan (hubungan presidentil), sedangkan pada CPM tanda panah adalah kegiatan.

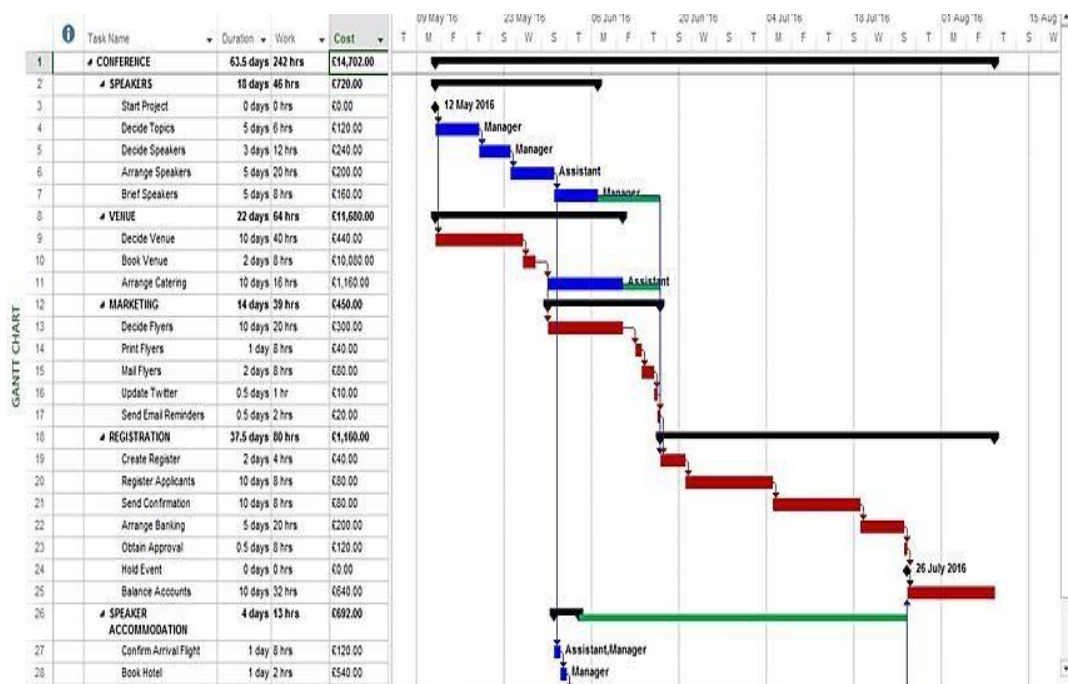
## **2.5 Kurva S**

Kurva “S” dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kegiatan (bobot %) kumulatif pada sumbu vertikal atau sumbu Y terhadap waktu pada sumbu horisontal atau sumbu X. Kemajuan kegiatan biasanya diukur terhadap jumlah uang yang telah dikeluarkan oleh proyek. Perbandingan kurva S rencana dengan kurva pelaksanaan memungkinkan dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun lebih dari yang direncanakan. Seperti pada Gambar 2.3 dibawah ini:



*Microsoft Office Professional 2016* yang dapat terintegrasi dengan mudah pada program *Microsoft Excel* maupun *Visio*. Sebagaimana dapat dilihat dari Gambar 2.4 manfaat dari *Microsoft Project 2016* adalah:

- Menyimpan detail mengenai proyek di dalam *database*-nya yang meliputi detail tugas-tugas beserta hubungannya satu dengan yang lain, sumber daya yang dipakai, biaya, jalur kritis, dan lain-lain.
- Menggunakan informasi tersebut untuk menghitung dan memelihara jadwal, biaya dan elemen-elemen lain termasuk juga menciptakan suatu rencana proyek.
- Melakukan pelacakan selama proyek berjalan untuk menentukan apakah proyek akan dapat diselesaikan tepat waktu dan sesuai anggaran yang direncanakan atau tidak.



Gambar 2.4 Contoh penjadwalan dan kurva s pada Ms.Project,

Sumber: *ocw.upj.ac.id*

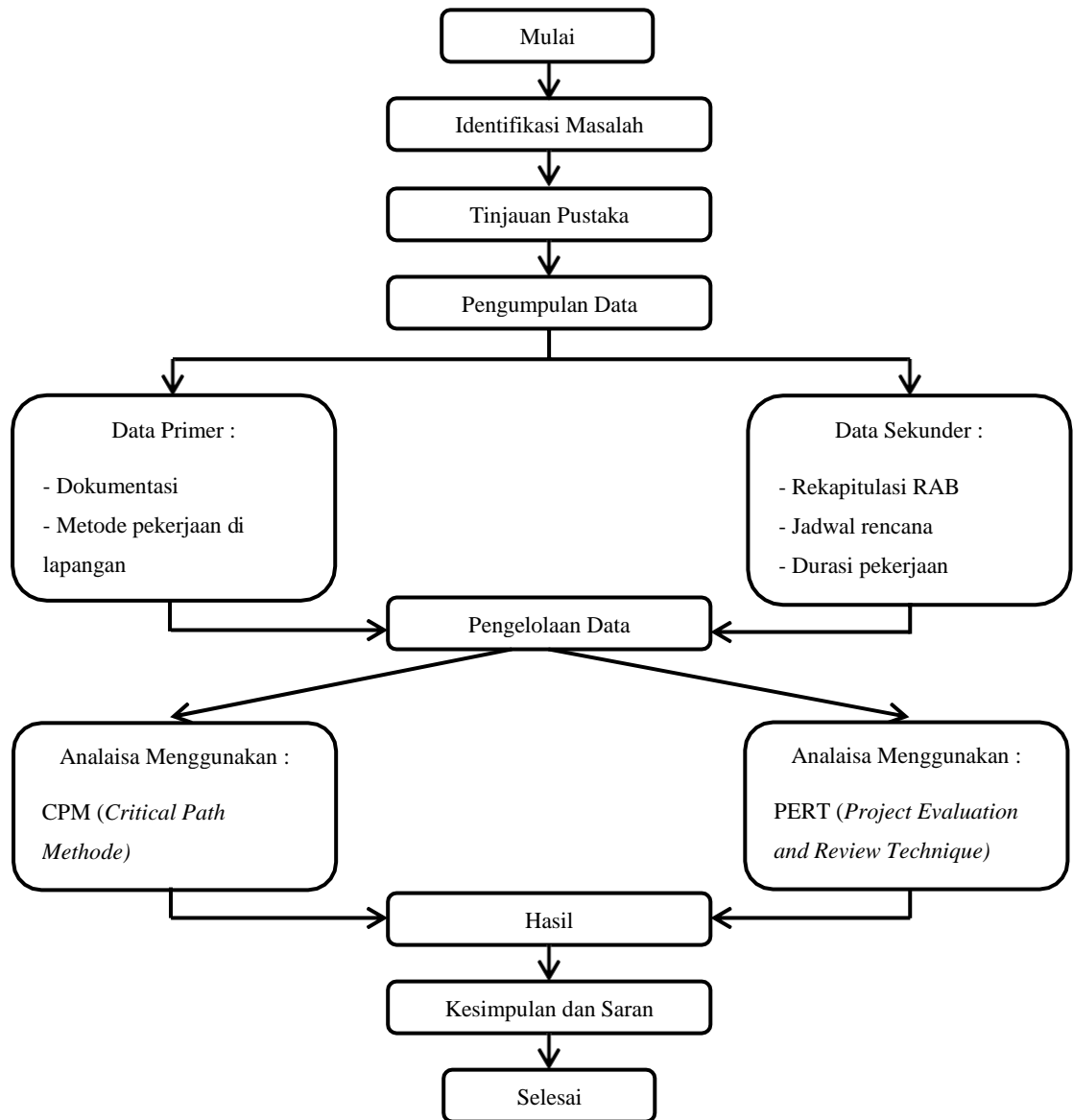
Dalam penggunaannya, terdapat beberapa fitur-fitur lembar kerja yang dapat digunakan dalam menyusun penjadwalan kegiatan proyek. Beberapa fitur yang sering digunakan dalam penyusunan jadwal diantaranya adalah:

1. *Gant chart*, yaitu merupakan lembar kerja yang digunakan untuk menyusun urutan pekerjaan proyek. Pada lembar kerja gant chart terdapat kolom yang berisikan nama pekerjaan, durasi pekerjaan, hubungan ketergantungan (*predecessor*), diagram balok (*bar chart*), dan lainnya.
2. *Resource sheet*, merupakan lembar kerja yang berisikan sumber daya apa saja yang digunakan dalam pekerjaan proyek. Di dalam jendela *resource sheet* terdapat kolom yang berisikan nama sumber daya, tipe sumber daya, jumlah maksimal sumber daya, harga, dan lainnya

**BAB 3**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Bagan Alir**

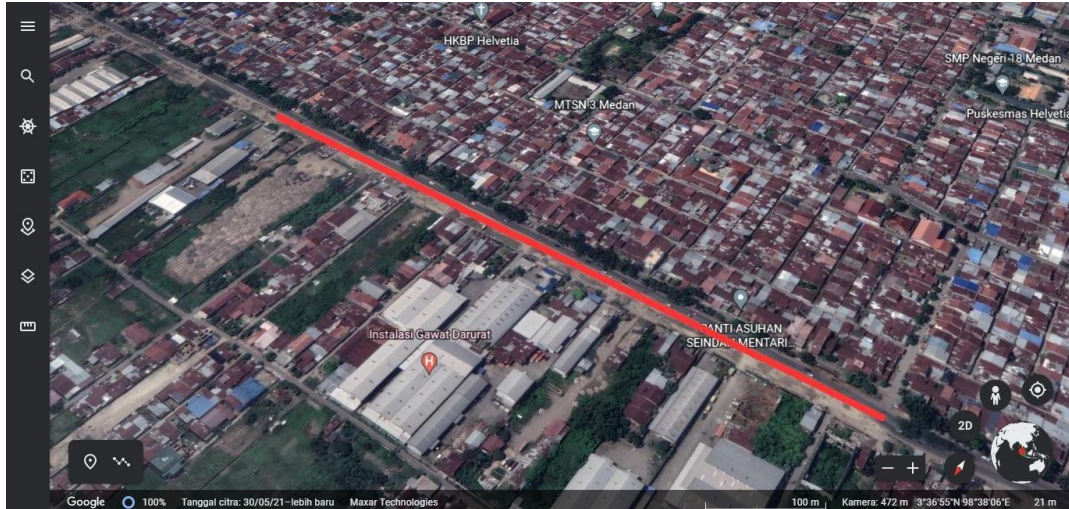
Adapun bagan alir penelitian Tugas Akhir dibuat seperti pada *Flow Chart*. Tahapan penelitian secara skematis dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di di jalan Kapten Sumarsono provinsi Sumatera Utara Medan, jelasnya di secara skematis dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.2. Lokasi Penelitian  
Sumber: *Google earth* update Maret 2022

### 3.3 Identifikasi Masalah

Dalam penelitian ini diidentifikasi masalah yaitu bagaimana bentuk jaringan kerja proyek peningkatan jalan Kapten Sumarsono, berapa durasi optimal proyek peningkatan jalan transmigrasi tebet kabupaten benar meriah dan berapa total biaya peningkatan jalan kapten sumarsono. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Kajian Literatur Studi pustaka merupakan pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca buku-buku literatur, jurnal-jurnal, internet, majalah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Perumusan Masalah Setelah mengetahui masalah apa saja yang terdapat di tempat penelitian, maka peneliti merumuskan beberapa masalah yang ingin diketahui.
3. Batasan Masalah Setelah melakukan identifikasi masalah, dan perumusan masalah, maka peneliti membuat batasan penelitian yang digunakan untuk membatasi penelitian ini.

Berdasarkan masalah yang dikemukakan keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan proyek sering kali disebabkan kurang oleh kurangnya perencanaan

kegiatan serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga pelaksanaannya tidak efisien, hal ini akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan proyek.

Dengan menggunakan metode CPM dan PERT diharapkan dalam kaitannya dengan waktu dan biaya produksi, perusahaan dapat seefisien mungkin dalam penggunaan waktu di setiap kegiatan atau aktivitas, sehingga biaya dapat diminimalkan dari rencana semula.

### **3.4 Variabel Penelitian**

Variabel secara umum dibagi menjadi dua, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen merupakan tipe variabel yang menjelaskan atau mempengaruhi variabel lain, sedangkan variabel dependen adalah tipe variabel yang dijelaskan atau dipengaruhi oleh variabel independen. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel waktu optimal proyek sebagai variabel dependen, sedangkan variabel independennya, yaitu durasi proyek, hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek, dan rencana anggaran biaya.

### **3.5 Metode Pengumpulan Data**

Data yang akan dibutuhkan pada penelitian ini yaitu waktu kegiatan proyek, jadwal pelaksanaan proyek serta biaya anggaran proyek. Jadi dalam penelitian ini akan menggunakan data primer dan sekunder.

- a. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti dari tangan pertama atau sumber utama dari fenomena yang sedang dikaji atau pihak yang berhubungan dengan masalah yang diteliti, seperti rancangan biaya proyek dari document buku proyek yang didapat dari PT. Duta Cahaya Deli yang juga berisikan kurva s, RAB, dan waktu pelaksanaan proyek.
- b. Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh peneliti dari studi literatur dan wawancara dengan para pekerja atau staf pihak perusahaan kontraktor, didapat dari PT. Duta Cahaya Deli dengan judul “Evaluasi Optimilisasi Time Schedule Pada Proyek Pembangunan Jalan Baru Menggunakan Metode CPM dan PERT Jalan Kapten Sumarsono”.



### **3.6 Jenis Studi**

Jenis studi dalam penelitian ini berupa :

- a. Data Kualitatif, merupakan data yang hanya dapat diukur secara tidak langsung, data tidak dinyatakan dalam bentuk angka, tetapi diuraikan dengan cara memberikan pengertian, penerangan, dan menafsirkan data yang diperoleh (Hadi, 1994). Hubungan ketergantungan sangat diperlukan karena dengan diketahuinya hubungan ketergantungan ini maka kegiatan yang harus didahulukan dapat dikerjakan dan dapat dijadikan dasar untuk melakukan kegiatan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu kegiatan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.
- b. Data Kuantitatif, yaitu data dengan menggunakan pengukuran-pengukuran dan pembuktian-pembuktian, khususnya pengujian hipotesis yang dirumuskan sebelumnya dengan menggunakan metode statistika untuk mengukur dan membuktikan penelitian (Sugiyono, 1999). Dalam penelitian ini data yang diperlukan adalah data mengenai waktu kegiatan, jadwal pelaksanaan proyek, biaya proyek, data perkiraan kebutuhan tenaga kerja proyek, dan data lain yang berhubungan dengan permasalahan penelitian.

### **3.7 Analisa Hasil**

Analisa data/hasil adalah bagian dari pembahasan berdasarkan rangkuman hasil pengolahan data. Pada analisis data, dilakukan pembahasan mengenai metode yang dilakukan apakah efektif dan efisien untuk digunakan dalam proyek pembangunan jalan baru Kapten Sumarsono.

Waktu yang diestimasikan dalam tahapan tugas akhir Evaluasi Optimalisasi Time Schedule Pada Pembangunan Jalan Baru Menggunakan Metode CPM dan PERT Jalan Kapten Sumarsono Medan penyelesaian proyek dapat dilakukan dengan cara:

- a. pengambilan dokumen dengan metode observasi yang dilakukan 7 (tujuh) hari di jalan Kapten Sumarsono.
- b. Proses pengolahan data menggunakan teknik penjadwalan dengan metode CPM dan PERT Pengolahan data akan dilakukan dengan sebagai berikut:
  - o menentukan durasi proyek.

- menentukan aktivitas yang didahului dan yang didahului.
  - membuat *diagram network* .
  - menentukan jalur kritis.
  - menentukan waktu dan biaya proyek.
- c. Pengumpulan data yang berhubungan dengan biaya dan data aktivitas proyek sebagai berikut:
- Data Biaya
 

Data biaya ini terdiri dari biaya bahan material dan biaya tenaga kerja biaya upah perhari, biaya harga sewa alat berat. Dan data ini diperoleh dari document perusahaan. PT. Duta Cahaya Deli
  - Data Aktivitas
 

Data aktivitas merupakan data yang diperlukan untuk proyek pembangunan jalan Kapten Sumarsono. Untuk menentukan aktivitas yang akan timbul maka akan digunakan metode abjad (ABC) sedangkan untuk menyusun aktivitas berdasarkan levelnya akan menggunakan software *Microsoft Project*.

Tahap akhir pada metodologi penelitian ini adalah kesimpulan dan saran. Kesimpulan akan memberikan gambaran secara keseluruhan dari hasil analisis pembahasan masalah yang sedang diteliti dengan singkat, jelas dan sistematis. Sedangkan saran yaitu usul atau pendapat yang berkaitan dengan pemecahan masalah terhadap metode apa yang sebaiknya digunakan dalam proyek yang sedang diteliti.

## BAB 4

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Umum Proyek

Pembangunan jalan baru di jalan Kapten Sumarsono Medan ini memiliki panjang jalan 1,65 km dan berada di Jl. Kapten Sumarsono Medan. Pembangunan ini dilakukan oleh PT, Duta Cahya Deli selaku kontraktor pelaksana. Hal yang menjadi pertimbangan dalam membangun jalan transmigrasi yaitu untuk mempermudah akses yang sudah ada untuk menjangkau wilayah tertentu.

#### 4.2 Data Pelaksanaan Proyek dan RAB

Dalam penelitian ini pengumpulan data sangat penting demi keberhasilan pengerjaan penelitian. Data pelaksanaan proyek meliputi data Rencana Anggaran Biaya pekerjaan berupa uraian pekerjaan, satuan, kuantitas, harga satuan, jumlah harga bobot pada proyek pembangunan jalan ini menggunakan metode CPM dan PERT. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 RAB proyek pembangunan jalan baru Kapten Sumarsono

Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
DIVISI 1. UMUM	Rp 355.250.000,00
DIVISI 2. DRAINASE	Rp 1.168.225.313,93
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	Rp 2.906.575.091,44
DIVISI 4. PERKERASAN BERBUTIR	Rp 3.482.069.012,15
DIVISI 5. PERKERASAN ASPAL	Rp 11.422.630.248,14
DIVISI 6. STRUKTUR	Rp 2.659.989.137,03
DIVISI 7. PEKERJAAN HARIAN	Rp 1.496.558.226,40
A. Jumlah Harga Pekerjaan	Rp 23.491.297.029,09
B. PPN = 10% x A	Rp 2.349.129.702,91
C. Total Harga + PPN = A + B	Rp 25.840.426.732,00

#### 4.3 Work Break Down Structure (WBS)

Struktur pekerjaan terperinci adalah suatu metode pengorganisasian proyek menjadi pelaporan hierarkis. WBS digunakan untuk melakukan *breakdown* atau

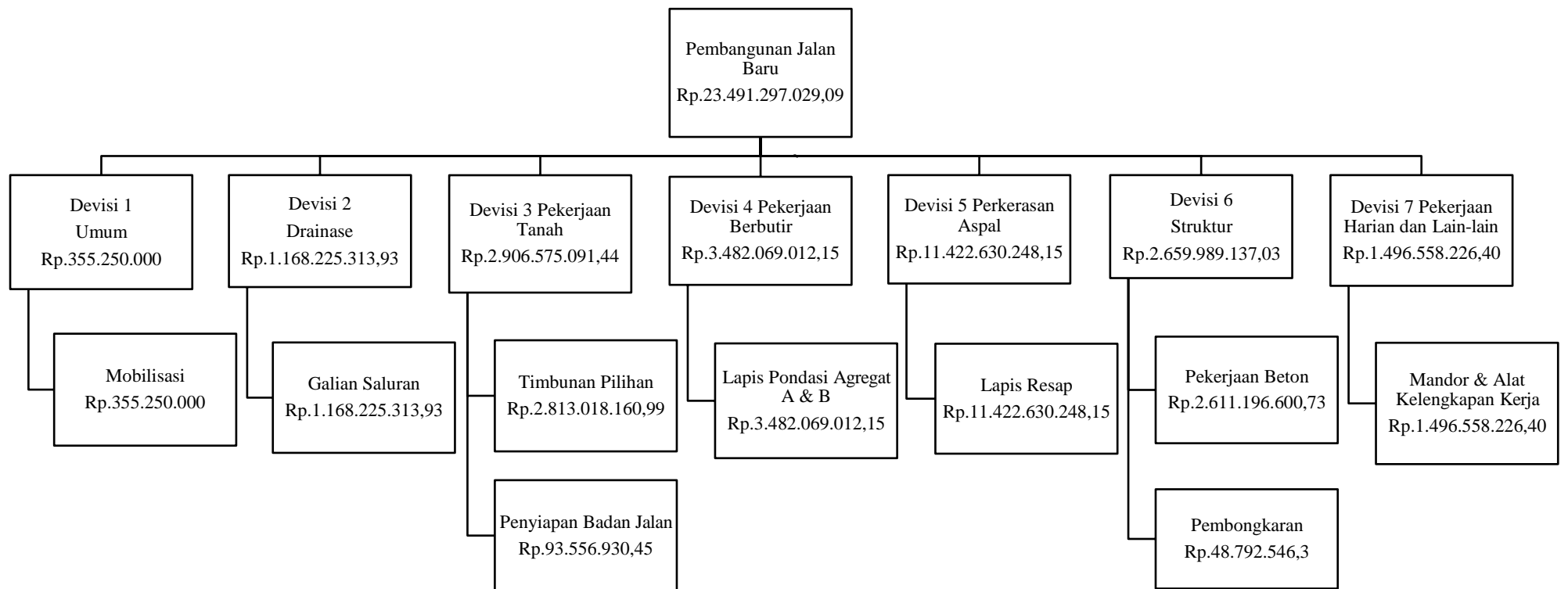
memecahkan tiap proses pekerjaan menjadi lebih detail. Hal ini dimaksudkan agar proses perencanaan proyek memiliki tingkat yang lebih baik.

WBS disusun berdasarkan dasar pembelajaran dari seluruh dokumen proyek menjadi bagian-bagian dengan mengikuti pola struktur dan hirarki tertentu menjadi item-item pekerjaan yang cukup terperinci. Dapat dilihat pada tabel 4.2, dan keterangan gambar struktur WBS pada Gambar 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 *Work Breackdown Structure*

No	Task Name
1	Mobilisasi
2	Galian Selokan
3	Timbunan Pilihan
4	Penyediaan Badan Jalan
5	Lapis Pondasi Agregat A & B
6	Lapis Resap
7	Pekerjaan Beton
8	Pembongkaran
9	Mandor & Alat Kelengkapan Kerja

Pada dasarnya WBS merupakan suatu daftar yang bersifat *top-down* yaitu menerangkan komponen-komponen yang harus dibangun ataupun kronologis lainnya. Contoh gambar WBS dengan diagram seperti dibawah ini:



Gambar 4.1 Struktur *Work Breakdown Structure*

Sumber : RAB PT. Duta Cahaya Deli

### 4.3.1 Durasi Aktivitas

Durasi aktivitas merupakan elemen pekerjaan yang biasanya ditemukan pada WBS yang membutuhkan durasi, biaya dan sumber daya. Berdasarkan *schedule* tersebut PT. Duta Cahaya Deli sukses menargetkan bahwa pekerjaan pembangunan jalan 61 minggu sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Untuk memudahkan dalam menggambarkan *network diagram*, maka setiap aktivitas dapat diurutkan berdasarkan waktu penyelesaian kegiatan. Data durasi dari setiap aktivitas dapat ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Durasi Setiap Kegiatan

No	Nama	Aktivitas	Durasi (minggu)
1	Mobilisasi	A	4
2	Galian Selokan	B	7
3	Timbunan Pilihan	C	5
4	Penyediaan Badan Jalan	D	4
5	Lapis Pondasi Agregat A & B	E	10
6	Lapis Resap	F	16
7	Pekerjaan Beton	G	5
8	Pembongkaran	H	3
9	Mandor & Alat Kelengkapan Kerja	I	7
TOTAL			61

### 4.3.2 Data Biaya Aktivitas

Data biaya aktivitas merupakan biaya total material pengerjaan pembangunan jalan baru Rp. 23.491.297.029.09 dengan rincian pada table 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4 Anggaran Biaya Setiap Proses

No	Task Name	Aktivitas	Duration (week)	Anggaran Biaya (Rp)
1	Mobilisasi	A	4	355.250.000

No	Task Name	Aktivitas	Duration (week)	Anggaran Biaya (Rp)
2	Galian Selokan	B	7	1.168.225.313,93
3	Timbunan Pilihan	C	5	2.813.018.160,99
4	Penyediaan Badan Jalan	D	4	93.556.930,45
5	Lapis Pondasi Agregat A & B	E	10	3.482.069.012,15
6	Lapis Resap	F	16	11.422.630.248,15
7	Pekerjaan Beton	G	5	2.611.196.600,73
8	Pembongkaran	H	3	48.792.546,3
9	Mandor & Alat Kelengkapan Kerja	I	7	1.496.558.226,40
TOAL				23.491.297.029,9

### 4.3.3 Pengolaha Data

Seluruh data yang telah diperoleh akan digunakan untuk membuat jaringan kerja yang akan menggambarkan rangkaian kegiatan konstruksi mulai dari persiapan hingga berlangsungnya kegiatan. Pembuatan jaringan kerja ini menggunakan metode CPM dan PERT untuk mengetahui durasi total dari masing-masing metode yang digunakan.

### 4.4 Critical Peth Method

Pengendalian proyek dengan metode CPM, metode CPM akan cukup membantu para manajer proyek dalam mengendalikan kelancaran proyek, dengan CPM manajer proyek dapat mengetahui saling ketergantungan antara item pekerjaan yang satu dengan item pekerjaan yang lainnya, seberapa besar waktu yang tersedia untuk item pekerjaan tersebut dapat terlambat atau kelonggaran waktu yang tersedia dan seberapa besar waktu yang tersedia item pekerjaan dapat dipercepat tanpa harus menambah biaya yang dapat mengurangi target profit yang direncanakan. Langkah-langkah pengendalian proyek dengan metode CPM adalah:

1. Pembuatan jadwal kegiatan dengan Microsoft Project dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan kegiatan manual pada table 4.6 dibawah ini:

Tabel 4.5 Kegiatan dengan *Microsoft Project*

<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Prodecessors</i>
<b>DEVISI 1 UMUM</b>	<b>4 wks</b>	<b>Mon 26/04/21</b>	<b>Sat 22/05/21</b>	
Mobilisasi	4 wks	Mon 26/04/21	Sat 22/05/21	
<b>DEVISI 2 DRAINASE</b>	<b>7 wks</b>	<b>Mon 24/05/21</b>	<b>Sat 10/07/21</b>	
Galian dan Timbunan	7 wks	Mon 24/05/21	Sat 10/07/21	
<b>DEVISI 3 PEKERJAAN TANAH</b>	<b>11 wks</b>	<b>Mon 21/06/21</b>	<b>Sat 04/09/21</b>	
Timbunan Pilihan	5 wks	Mon 21/06/21	Sat 24/07/21	
Penyiapan Badan Jalan	4 wks	Mon 09/08/21	Sat 04/09/21	
<b>DEVISI 4 PERKERASAN BERBUTIR</b>	<b>10 wks</b>	<b>Mon 09/08/21</b>	<b>Sat 16/10/21</b>	
Lapis Pondasi Agregat A & B	10 wks	Mon 09/08/21	Sat 16/10/21	
<b>DEVISI 5 PERKERASAN ASPAL</b>	<b>16 wks</b>	<b>Mon 20/09/21</b>	<b>Sat 08/01/22</b>	
Lapis Resap	16 wks	Mon 20/09/21	Sat 08/01/22	
<b>DEVISI 6 STRUKTUR</b>	<b>14 wks</b>	<b>Mon 08/11/21</b>	<b>Sat 12/02/22</b>	
Pekerjaan Beton	5 wks	Mon 08/11/21	Sat 11/12/21	
Pembongkaran	3 wks	Mon 24/01/22	Sat 12/02/22	
<b>DEVISI 7 PEKERJAAN HARIAN</b>	<b>7 wks</b>	<b>Mon 14/02/22</b>	<b>Sat 02/04/22</b>	
Mandor dan Alat Kelengkapan Kerja	7 wks	Mon 14/02/22	Sat 02/04/22	

Tabel 4.6 Jadwal kegiatan manual

No	Task Name	Aktivitas	Prodececor	Duration (week)
1	Mobilisasi	A	B-C	4



2	Galian Selokan	B	D-E	7
3	Timbunan Pilihan	C	F	5
4	Penyediaan Badan Jalan	D	G	4
5	Lapis Pondasi Agregat A & B	E	H	10
6	Lapis Resap	F	H	16
7	Pekerjaan Beton	G	I	5
8	Pembongkaran	H	I	3
9	Mandor & Alat Kelengkapan Kerja	I		7

Dengan perencanaan yang baik diharapkan waktu penyelesaian suatu proyek dapat sesuai dengan target waktu yang diharapkan. Selain itu dengan adanya perencanaan yang baik diharapkan proyek dikerjakan dengan biaya yang efisien dan kualitas yang sesuai dengan yang diharapkan.

## 2. Pembuatan Diagram *Network Planning*

Dari jadwal kegiatan tersebut kemudian dibuat diagram *networkplanning*. Pengisian nilai diagram tersebut dilakukan perhitungan maju, yaitu:

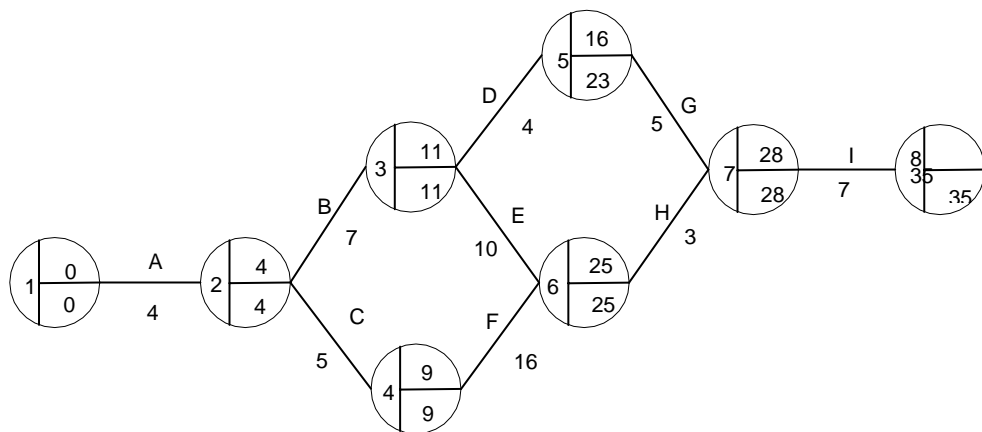
- a) Saat paling awal untuk terjadinya kegiatan (*event*) yang pertama dari jaringan kerja disamakan dengan nol ( $SA = 0$ ),
- b) Tiap-tiap aktivitas mulai paling awalnya ( $MA$ ) disamakan dengan saat awal terjadinya ( $MA = SA$ ),
- c) Jadi,  $BA = MA + d = SA + d$
- d) Untuk *merge event*, saat mulai paling awal terjadinya disamakan dengan harga terbesar dari saat berakhir paling awal dari aktivitas-aktivitas sebelumnya perhitungan mundur sesudah langkah cara perhitungan maju selesai dilakukan sampai *event* yang terakhir.

Maka untuk pencegahan perlu dilakukan perhitungan mundur dimana perlu diperhatikan pokok-pokok pedoman utama sebagai berikut:

- a) Saat paling lambat yang diijinkan pada *event* terakhir dari jaringan kerja disamakan dengan saat paling awal tersebut yang didapat dari cara perhitungan maju ( $S = SA$ ).

- b) Saat paling lambat diijinkan untuk suatu aktivitas adalah (ML) sama dengan saat berakhir paling lambat (SL) yang diijinkan untuk kejadian berikutnya dikurangi waktu pelaksanaan aktivitas tersebut ( $BA = MA + d = SA + d$ )

Untuk *Burst event*, saat paling lambat yang diijinkan untuk terjadinya suatu *events* sama dengan harga terkecil dari saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk aktivitas sesudahnya.



Gambar 4.2 Network Diagram CPM

Maka langkah selanjutnya adalah dengan melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur, perhitungan maju dilakukan untuk mengetahui *Earliest Start (ES)* dan *Earliest Finish (EF)* sedangkan perhitungan mundur akan mengetahui *Lates Star (LS)* dan *Lates Finish (LF)*. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah turun waktu kegiatan yang bersangkutan.  $EF = ES + D$  (durasi) atau  $EF (k-1) = ES (k-1) + D$  (durasi). Dari perhitungan hari yang dapat pada Ms. Project dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4.7 Hasil tabel *Microsoft Project*

Task Name	Duration	Start	Finish	Prodecessors
<b>DEVISI 1 UMUM</b>	<b>4 wks</b>	<b>Mon 26/04/21</b>	<b>Sat 22/05/21</b>	
Mobilisasi	4 wks	Mon 26/04/21	Sat 22/05/21	
<b>DEVISI 2 DRAINASE</b>	<b>7 wks</b>	<b>Mon 24/05/21</b>	<b>Sat 10/07/21</b>	
Galian dan Timbunan	7 wks	Mon	Sat	3

		24/05/21	10/07/21	
<b>DEVISI 3 PEKERJAAN TANAH</b>	<b>9 wks</b>	<b>Mon 05/07/21</b>	<b>Sat 04/09/21</b>	
Timbunan Pilihan	5 wks	Mon 05/07/21	Sat 07/08/21	5FS-1 wk
Penyiapan Badan Jalan	4 wks	Mon 09/08/21	Sat 04/09/21	7
<b>DEVISI 4 PERKERASAN BERBUTIR</b>	<b>10 wks</b>	<b>Mon 09/08/21</b>	<b>Sat 16/10/21</b>	
Lapis Pondasi Agregat A & B	10 wks	Mon 09/08/21	Sat 16/10/21	7SS+5 wks
<b>DEVISI 5 PERKERASAN ASPAL</b>	<b>16 wks</b>	<b>Mon 20/09/21</b>	<b>Sat 08/01/22</b>	
Lapis Resap	16 wks	Mon 20/09/21	Sat 08/01/22	10SS+6 wks
<b>DEVISI 6 STRUKTUR</b>	<b>8 wks</b>	<b>Mon 20/12/21</b>	<b>Sat 12/02/22</b>	
Pekerjaan Beton	5 wks	Mon 20/12/21	Sat 22/01/22	12SS+13 wks
Pembongkaran	3 wks	Mon 24/01/22	Sat 12/02/22	14
<b>DEVISI 7 PEKERJAAN HARIAN</b>	<b>7 wks</b>	<b>Mon 17/01/22</b>	<b>Sat 05/03/22</b>	
Mandor dan Alat Kelengkapan Kerja	7 wks	Mon 17/01/22	Sat 05/03/22	14SS+4 wks

Dari hasil perhitungan manual dapat dilihat pada Tabel 4.8 dibawah ini:

Tabel 4.8 Hasil perhitungan ES-EF,LS-LF

No	Aktivitas	prodececor	Duration	ES	EF	LS	LF
				A	B	C	E
1	A	B-C	4	0	4	0	4
2	B	D-E	7	4	11	4	11
3	C	F	5	4	9	4	9
4	D	G	4	11	16	11	28
5	E	H	10	11	25	11	25
6	F	H	16	9	25	9	25
7	G	I	5	16	28	23	28
8	H	I	3	25	28	25	28
9	I		7	28	35	28	35

Keterangan :

ES :*Earliest Star* (waktu paling awal tercepat)

EF :*Earliest Finish* (waktu paling awal pekerjaan dapat diselesaikan)

LS :*Lates Star* (waktu paling lambat kegiatan)

LF :*Lates Finish* (waktu paling lambat untuk menyelesaikan pekerjaan)

Setelah diketahui nilai ES-EF dan LS-LF pada masing-masing kegiatan, maka selanjutnya akan mencari perhitungan Float dapat dilihat pada Tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Hasil perhitungan Float

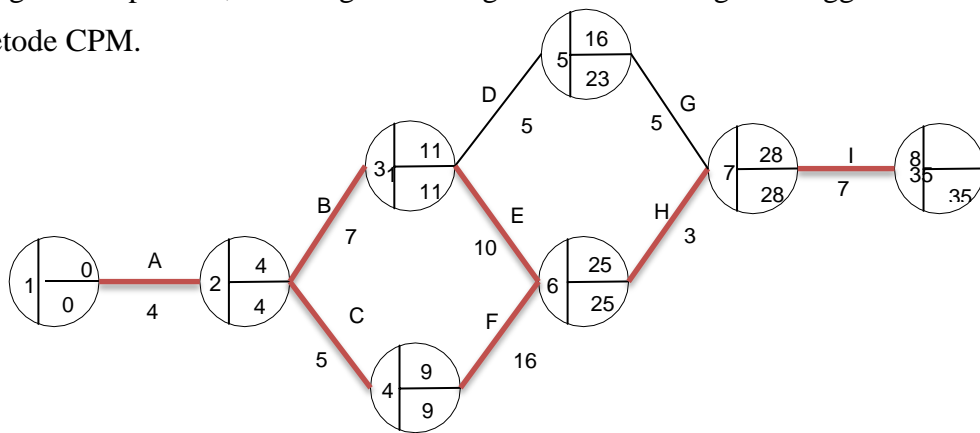
Aktivitas	Duration	Predecessor	Early		Latest		Float
			ES	EF	LS	LF	
			A	B	C	E	
A	4	B-C	0	4	0	4	0
B	7	D-E	4	11	4	11	0
C	5	F	4	9	4	9	0
D	4	G	11	16	11	23	7
E	10	H	11	25	11	25	0
F	16	H	9	25	9	25	0
G	5	I	16	28	23	28	7
H	3	I	25	28	25	28	0
I	7		28	35	28	35	0

Dalam CPM terdapat jenis *Float* yang dapat digunakan untuk menganalisis pelaksanaan proyek yang sedang berjalan ataupun dalam hal perencanaan pemanfaatan sumber daya proyek pada terlihat Tabel 4.10

Tabel 4.10 Hasil perhitungan Float kritis dan Tidak Kritis

Aktivitas	Duration	Predecessor	Early		Latest		Float	Keterangan
			ES	EF	LS	LF		
			A	B	C	E		
A	4	B-C	0	4	0	4	0	K
B	7	D-E	4	11	4	11	0	K
C	5	F	4	9	4	9	0	K
D	4	G	11	16	11	23	7	TK
E	10	H	11	25	11	25	0	K
F	16	H	9	25	9	25	0	K
G	5	I	16	28	23	28	7	TK
H	3	I	25	28	25	28	0	K
I	7		28	35	28	35	0	K

Dari tabel diatas dapat diketahui aktifitas yang termasuk kedalam jalur kritis yaitu pada kegiatan **A, B, C, E, F, H, I** yang berdurasi 52 minggu yaitu dikerjakan mobilisasi, galian selokan, timbunan pilihan, lapis pondasi agregat A dan B, lapis resap, pembongkaran, mandor dan alat kelengkapan kerja. Kemudian data tersebut akan dipindahkan ke dalam diagram *network* yang telah disesuaikan dengan hasil yang telah diperoleh, berikut gambar diagram *network* dengan menggunakan metode CPM.



Gambar 4.3 Network diagram CPM dengan jalur kritis

#### 4.5 Metode PERT

Metode jaringan untuk penjadwalan proyek yang dikenal dengan sebagai metode PERT ini untuk pertama kali dikembangkan pada tahun 1957 oleh kantor khusus angkatan taut yang bekerja sama dengan Booz, Allen, dan Hamilton. Langkah pertama dalam penyusunan jaringan kerja menggunakan metode PERT menentukan parkiran durasi optimis (a) dan durasi pesimis (b) dari setiap aktivitas berdasarjan durasi yang ada (m). Tahap selanjutnya adalah dengan menghitung waktu yang diharapkan (Te), dalam PERT waktu menjadi dasar ukuran mengenai waktu yang diperlukan oleh suatu proyek tabel 4.11 dibawah ini:

Tabel 4.11 Estimasi waktu pada metode Pert

No	Aktivitas	Prodecessors	Optimis (a)	Realistis (m)	Pesimis (b)
1	A	B-C	3	4	7
2	B	D-E	6	7	8
3	C	F	4	5	6
4	D	G	3	4	7
5	E	H	9	10	11
6	F	H	14	16	18
7	G	I	4	5	6
8	H	I	2	3	5
9	I		6	7	8

Setelah membuat estimasi waktu maka dicari nilai Te (waktu yang diharapkan) dengan menggunakan rumus:

$$Te = \frac{a+4(m)+b}{6} \quad (4.1)$$

Dimana:

te : waktu yang diharapkan

a : waktu optimis

b : waktu pesimis

m : waktu paling mungkin

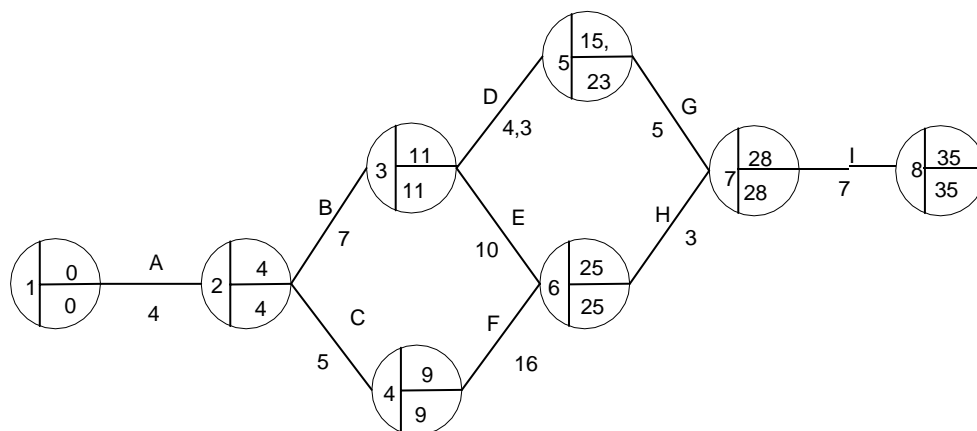
Didapatkan nilai te untuk masing-masing kegiatan dalam bentuk tabel dibawah ini:

Tabel 4.12 Waktu yang diharapkan

No	Aktivitas	Task Name	Te (Week)
1	A	Mobilisasi	4
2	B	Galian Selokan	7
3	C	Timbunan Pilihan	5
4	D	Penyediaan Badan Jalan	4,3
5	E	Lapis Pondasi Agregat A & B	10
6	F	Lapis Resap	16
7	G	Pekerjaan Beton	5
8	H	Pembongkaran	3
9	I	Mandor & Alat Kelengkapan Kerja	7
TOTAL			61,3

Dengan menggunakan nilai te (durasi waktu yang diharapkan) maka dibuatlah sebuah diagram jaringan kerja proyek. dimana prinsip pembuatan jaringan kerja ini sama seperti dengan metode CPM. Perhitungan waktu penyelesaian menggunakan metode PERT dilakukan dengan hitungan maju dan mundur.

Berdasarkan network pada gambar, kemudian dilakukan hitungan maju dan hitungan mundur seperti pada gambar 4.4 di bawah ini:



Gambar 4.4 Network Diagram PERT

Berdasarkan gambar 4.4 penyelesaian menggunakan metode PERT diselesaikan dalam waktu 61,3 minggu.

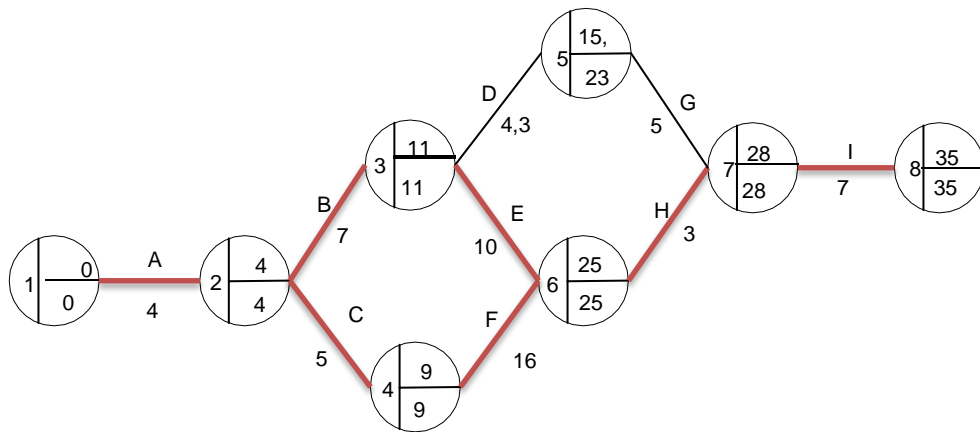
Dengan begitu hasil perhitungan float pada metode PERT dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.13 Perhitungan Float pada metode PERT

Aktivitas	Duration	Predec	Early		Latest		Float	Keterangan
			ES	EF	LS	LF		
			A	B	C	E		
A	4	B-C	0	4	0	4	0	K
B	7	D-E	4	11	4	11	0	K
C	5	F	4	9	4	9	0	K
D	4,3	G	11	15,3	11	23	7,7	TK
E	10	H	11	25	11	25		K
F	16	H	9	25	9	25		K
G	5	I	15,3	28	23	28	7,7	TK
H	3	I	25	28	26	28		K
I	7		28	35	28	35		K

Kemudian gambarkan diagram jaringan kerja dari hasil Analisa penjadwalan dengan metode PERT dengan nilai te sebagai durasi yang digunakan dalam perhitungan, maka akan diketahui penyelesaian proyek (te) selama 61,3 minggu dan diperoleh jalur kritis pada diagram jaringan kerja pada kegiatan **A, B, C, E, F, H, I**, yaitu dikerjakan mobilisasi, galian selokan, timbunan pilihan, lapis pondasi agregat A dan B, lapis resap, pembongkaran, mandor dan alat kelengkapan kerja.





Gambar 4.5 Network diagram PERT dengan jalur kritis

Nilai deviasi standar dapat dicari dengan rumus:

$$\sigma = \frac{1}{6} (\beta - \alpha) \quad (4.2)$$

Dan nilai varians kegiatan dapat dicari dengan rumus:

$$\sigma^2 = \sigma^2 \quad (4.3)$$

Maka kedua Microsoft ini dapat dilihat dalam bentuk table 4.14 dibawah ini

Tabel 4.14 Nilai Standar Deviasi dan Varians kegiatan pada metode

No	Aktivitas	Hari A	Hari B	S	V(te)
1	A	3	7	0.6	0.36
2	B	6	8	0.3	0.9
3	C	4	6	0.3	0.9
4	D	3	7	0.6	0.36
5	E	9	11	0.3	0.9
6	F	14	18	0.6	0.36
7	G	4	6	0.8	0.64
8	H	2	5	0.5	0.25
9	I	6	8	0.3	0.09

Langkah berikutnya dilanjutkan dengan menggunakan Microsoft Project seperti berikut ini:

- a) Menjalankan program *Microsoft Project*
- b) Menentukan tanggal mulai proyek
- c) Memasukkan jenis-jenis pekerjaan kedalam kolom task name
- d) Memasukkan durasi pekerjaan
- e) Membuat *constraint* yang merupakan tipe penyelesaian suatu pekerjaan
- f) Memasukkan hubungan logis keterkaitan antar pekerjaan atau yang biasa disebut dengan *predecessor*
- g) Mengatur penanggalan dan jadwal kerja
- h) Mengubah waktu kerja default
- i) Membuat hari libur khusus
- j) Mengisikan daftar sumber daya pada *resource sheet*
- k) Mengisikan daftar sumber daya dari satuan dolar (\$) ke satuan rupiah (Rp.)
- l) Menugaskan sumber daya
- m) Melakukan perhitungan biaya proyek dalam Microsoft Project didasarkan pada dua jenis biaya, yaitu *resource cost* dan *fixed cost*.
- n) Jika segala suatu telah disepakati, maka data dalam file proyek ini dapat disimpan sebagai baseline atau sebagian acuan anggaran belanja, baik jadwal kerja maupun besarnya proyek yang akan digunakan dalam proyek tersebut
- o) Jadwal proyek yang telah disusun tersebut telah siap untuk dilaksanakan
- p) Setelah proyek dimulai pekerjaan demi pekerjaan dapat mulai dilakukan *tracking*
- q) Melakukan *report*, yaitu *visual report* dan *report*

Dibawah ini adalah hasil dari data proyek dalam bentuk diagram menggunakan Microsoft Project pada peoyek tersebut. Dari hasil diagram dapat dilihat bahwa estimasi total biaya dengan dokumen kontrak proyek sebelum dikenakan pajak Rp.23.491.297.029,09 dan sesudah dikenakan pajak yaitu Rp25.840.426.732,00 .

Berdasarkan tabel 4.4 total biaya normal penyelesaian kontruksi sebanyak Rp.23.491.297.029,9,- dengan durasi 61 minggu. Perhitungan *crashing* hampir selalu berarti peningkatan biaya, penambahan biaya yang diakibatkan percepatan waktu adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan atau melaksanakan

kegiatan dengan durasi yang dipercepat. Kondisi yang paling sering dialami pada suatu proyek konstruksi adalah terbatanya waktu pelaksanaan.

Berdasarkan kenyataan yang ada dilapangan, sering terjadinya perpanjangan waktu pelaksanaan akibat kurang cermatnya perencanaan, kurang rapinya manajemen pelaksanaan, kurang logis dan realistiknya hubungan antara aktivitas yang membawa dampak oeroanjangsan waktu sera membengkaknya biaya penyelesaian proyek. Dasar pertimbangan seorang manajer proyek dalam memutuskan percepatan waktu dengan menggunakan metode *crashing* adalah sebagai berikut:

- 1) Waktu pelaksanaan proyek yang sudah terlambat dari jadwal semula, sehingga dilakukan percepatan waktu
- 2) Waktu proyek normal dipercepat dengan menerapkan metode *crashing* agar waktu penyelesaian lebih awal untuk meningkatkan *performance* dari profil perusahaan kontraktor

Hasil perhitungan percepatan dapat dilihat pada table 4.15 dibawah ini. Dari setiap aktivitas yang dipercepat dilakukan juga perhitungan biaya percepatan untuk aktivitas tersebut dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Biaya Percepatan} = \frac{\text{Biaya Percepatan}}{\text{Durasi Percepatan}} + \text{Biaya Normal} \quad (4.2)$$

Tabel 4.15 Anggaran biaya normal pada titik kritis

No	Aktivitas	Duration	Anggaran Biaya (Rp)
1	A	4	Rp.355.250.000
2	B	7	Rp.1.168.225.313,93
3	C	5	Rp.2.813.018.160,99
4	E	10	Rp.3.482.069.012,15
5	F	16	Rp.11.422.630.248,15
6	H	3	Rp.48.792.546,3
7	I	7	Rp.1.496.558.226,40

TOTAL	Rp.20.766.543.507.92
-------	----------------------

Perhitungan diatas adalah perhitungan pada jalur kritis yang jika dijumlahkan anggaran pada biaya normal sebesar Rp.20.766.543.507.92 selama 52 minggu. Maka untuk mengetahui berapa kenaikan biaya percepatan pada titik kritis adalah dengan rumus yang sudah dijelaskan diatas, yaitu dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rp.20.766.543.507,9} &= \frac{61}{52} + \text{Rp. 20.766.543.507.92} \\ &= \text{Rp.20.766.543.509,9} \end{aligned}$$

Jadi total biaya pada jalur kritis CPM jika dihitung menjadi Rp.20.766.543.509,9

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian diatas dapat diambil kesimpulan:

- 1) Pada perhitungan diagram network adalah waktu penyelesaian yang berbeda dengan menggunakan metode CPM yaitu selama 52 minggu dan menggunakan metode PERT yaitu selama 61,3 minggu dari kedua metode yang digunakan dapat dilihat perbedaan utamanya yaitu perbedaan hari yang tidak terlalu jauh. Hasil perhitungan Float dari tabel diatas dapat diketahui aktivitas yang termasuk ke dalam jalur kritis yaitu pada kegiatan **A, B, C, E, F, H,** Ikemudian data tersebut akan dipindahkan kedalam diagram metode PERT dengan nilai  $t_e$  sebagai durasi yang digunakan dalam perhitungan, maka akan diketahui penyelesaian proyek ( $t_e$ ) selama 61,3 minggu
- 2) Dengan perbandingan kedua metode ini didapatkan hasil estimasi waktu optimal bahwa penjadwalan akan metode CPM yaitu selama 52 minggu karena lebih stabil dan terperinci dibandingkan menggunakan metode PERT dan juga perbedaan jumlah hari yang tidak terlalu jauh
- 3) Jadi untuk mengetahui berapa kenaikan biaya percepatan pada titik kritis adalah dengan rumus yang sudah dijelaskan. Jadi total kenaikan biaya optimal pada jalur kritis CPM jika dihitung menjadi Rp.20.766.543.509,9

#### **5.2 Saran**

1. Agar tidak terjadi penundaan dalam melaksanakan pekerjaan proyek, pekerjaan yang diluar jalur kritis perlu diawasi dan dikontrol dengan ketat agar pekerjaan tidak terlambat
2. Untuk supervisor proyek penentuan waktu dan perkiraan waktu penjadwalan harus dilakukan dan diperhatikan lagi dari setiap aktivitas kegiatan proyek agar penyelesaian tepat pada waktu yang paling optimal.

Dan pihak kontraktor sebaiknya tidak hanya berfokus pada percepatan waktu penyelesaian saja, melainkan juga memperhatikan kelayakan peralatan dan keselamatan pekerja.

3. Setiap pengerjaan proyek sebaiknya menggunakan metode agar semua penjadwalan dan pembiayaan bisa terperinci dengan benar, jika suatu saat terjadi kesalahan bisa dicari dimana letak dari kesalahannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- A,A.H.(2005). Perencanaan Dan Pengendalian Proyek Dengan Metode Pert – CPM.Dan Cpm. *Jurnal Skripsi* .
- Dannyanti, E.(2010). Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Pert Dan Cpm.dengan Aplikasi Microsoft Project.
- Dr.Ir. Putri Lynna A.Luthan dan M.Sc.,IPM Syafriandi,S.T. Manajemen Konstruksi  
<https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-manajemen-proyek-project-management-https://www.ruang-sipil.com/2018/11/4-tahapan-utamasiklus-proyek-konstruksi.html>
- Imam Safi'i, h. (2017). Analisis Optimasi Pelaksanaan Proyek Revitalisasi Integrasi Jaringan Universitas Kadiri . *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri, Vol. 3 No. 2, Agustus* .*Journal The WINNERS, Vol. 6 No. 2, September*.*Jurnal skripsi*. karakteristik-manajemen
- Kartikasari2), J. O. (2017). Evaluasi Manajemen Waktu Proyek Menggunakan Metode CPM dan PERT
- Lokajaya, I. N. (2018). Analisis Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Mencapai Efektifitas Penyelesaian Dengan Metode Pert Dan Cpm. *Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi Volume 1 No. 1* .
- Muhammad, A. H. (2015). Optimasi Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Metode Pert
- Nur, D. S. (2021). Sistem pengendalian waktu dengan metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation Review Technic) pada pekerjaan pembangunan kantor garasi & barak, gudang YONKAV-13/SL Kutai Kartanegara Kalimantan Timur (PAKET-V). *KURVA MAHASISWA, 11(2)*, 639-652.
- Peningkatan Jalan. *JURNAL ILMIAH SINTEKS, VOL 7 NO 2* .PERT dan CPM (Network planning) Pert Dan Cpm Pada Pengerjaan “Proyek Reparasi Crane Lampson”. *Journal of Business Administration Vol 1, No.1, Maret*. Program Microsoft Project 2010. *Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.1, November*.

Proyek Banyu Menggunakan Metode Critical Path Method (Cpm) Dan Program Evaluation And Review Technique (Pert). *Skripsi* .

proyek <https://sinta.unud.ac.id/uploads/wisuda/1204105007-3-BAB%20II.pdf>

*Richard I. Leviin dan Charles A. Kirkpatrick*. Perencanaan dan Pengendalian dengan

Sastriani, N.K.E., Budiadi, I. M., & Putra, I.G.P.A.S. (2021, December). analisis penjadwalan proyek pembangunan gedung puskesmas Abiansemal I dengan metode PERT DAN CPM. In *Proceedings* (Vol. 9, No. 1, pp. 204-214).

Sihotang, L. H. (2021). *Evaluasi Pengendalian Waktu dan Biaya pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Nasreuhe-Lewak-Sibigo Kab. Simeulue dengan Metode CPM Dan PERT* (Doctoral dissertation).

Stefanus Kris Hertanto, N. U. (2014). Usulan Optimalisasi Penjadwalan Pelaksanaan.

Taurusyanti, D. (2015). Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna.

Walean, D. M. (2012). Perencanaan Dan Pengendalian Jadwal Dengan Menggunakan.



# **LAMPIRAN**



Gambar L.1: Pemadatan agregat kelas B



Gambar L.2: Pemadatan agregat kelas A



Gambar L.3 Penghamparan AC Base



Gambar L.4 Paper test



**Gambar L.5: Pemasangan laston lapis antara (AC-BC)**







## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### Data Diri Penyusun

Nama Lengkap : Anang Kheiska Assofni  
Tempat, Tanggal Lahir : Tanjungbalai, 29 April 2000  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Alamat : Jl. M.U. Damanik No.21 LK.VI  
Agama : Islam  
Nama Ayah : Azrai  
Nama Ibu : Nazlina Ulya  
No. Handphone : 081362151539  
Email : [anangkheizka90@gmail.com](mailto:anangkheizka90@gmail.com)

### Riwayat Pendidikan

No	Tingkat Pendidikan	Nama Sekolah	Tahun
1	Taman Kanak-Kanak	TK Alfalah Tanjungbalai	2005-2006
2	Sekolah Dasar	SDN 132415 Tanjungbalai	2006-2012
3	Sekolah Menengah Pertama	SMPN 10 Tanjungbalai	2012-2015
4	Sekolah Menengah Atas	SMKN 2 Medan	2015-2018
5	Perguruan Tinggi (Strata 1)	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan	2018-2023