

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGUNAKAN METODE CPM-PERT (*CRITICAL PATH METHOD-PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE*)**

**(Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung APSLC Universitas Gadjah  
Mada)**

**(*ANALYSIS OF BUILDING PROJECT SCHEDULING USING  
THE CPM-PERT METHOD*)**

**(*Case Study of the APSLC Building Project at Gadjah Mada University*)**

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



**Syfa Safitri Aulia  
16511253**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2021**

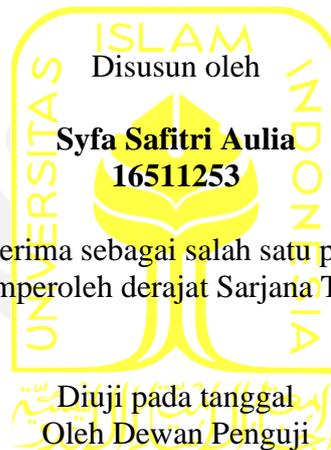
**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG  
MENGUNAKAN METODE CPM-PERT (*CRITICAL PATH  
METHOD-PROGRAM EVALUATION AND REVIEW  
TECHNIQUE*)**

**(Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung APSLC Universitas Gajah  
Mada)**

**(*ANALYSIS OF BUILDING PROJECT SCHEDULING USING  
THE CPM-PERT METHOD*)**

**(*Case Study of the APSLC Building Project at Gadjah Mada University*)**



**Pembimbing**

**Alhani Musvafa', S.T., M.T., Ph.D.**  
NIK : 955110102

**Penguji I**

**Vendie Abma, S.T., M.T.**  
NIK : 155111310

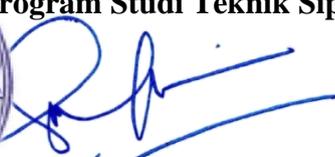
**Penguji II**

**Adityawan Sigit, S.T., M.T.**  
NIK :155110108

Mengesahkan,



**Program Studi Teknik Sipil**

  
**Sri Amini Yuni Astuti, S.T., M. T.**  
NIK: 885110101

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk menyelesaikan program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 8 Februari 2021

Yang membuat pernyataan,

(materai 10000)

Syfa Safitri Aulia

(16511253)

## ABSTRAK

Dalam pembangunan suatu proyek konstruksi tentunya terdapat penjadwalan suatu proyek, dan pengendalian biaya proyek. Dalam pelaksanaannya, terkadang dua hal tersebut menyimpang dari apa yang telah direncanakan, sehingga perlu dilakukannya pengendalian dan pengelolaan suatu proyek. Selain dilihat dari mutu, keberhasilan suatu proyek juga dapat dilihat dari segi pengendalian biaya dan waktu. Waktu merupakan hal penting yang saling berkaitan dalam pengendalian suatu proyek. Dimana keterlambatan waktu dapat menentukan seberapa besar biaya yang dikeluarkan dalam proyek tersebut. Sehingga keterlambatan waktu perlu dilakukan pencegahan dan pengendalian agar hal itu tidak terjadi. Untuk mengembalikan tingkat kemajuan, dapat digunakan metode penjadwalan yaitu CPM dan PERT untuk mendapatkan durasi optimal pelaksanaan kegiatan proyek.

Dalam penelitian ini dilakukan survey, pembukaan dokumen serta wawancara untuk mendapatkan data yang dibutuhkan seperti durasi dan urutan kegiatan pelaksanaan proyek serta perkiraan estimasi waktu. Analisis data untuk metode CPM adalah dengan menganalisis kegiatan mana saja yang termasuk kedalam jalur lintasan kritis agar didapatkan durasi optimal untuk metode tersebut, sementara itu untuk metode PERT dengan menggunakan 3 estimasi waktu yaitu waktu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu paling memungkinkan (m).

Dalam penelitian ini durasi proyek sebesar 182 hari. Setelah dilakukan analisis perhitungan didapatkan durasi pelaksanaan kegiatan proyek dengan metode CPM sebesar 180 hari dan PERT sebesar 186 hari dengan probabilitas waktu rencana sebesar 2,44 persen.

**Kata kunci** : Durasi, Jalur kritis, CPM, PERT

## **ABSTRACT**

*In the construction of a construction project, of course, there is a project scheduling and project cost control. In its implementation, sometimes these two things deviate from what has been planned, so it is necessary to control and manage a project. Apart from being seen from the quality, the success of a project can also be seen in terms of controlling costs and time. Time is an important thing that is related to each other in controlling a project. Where the time delay can determine how much the costs incurred in the project. So that time delays need to be prevented and controlled so that it does not happen. To restore the level of progress, scheduling methods, namely CPM and PERT can be used to obtain the optimal duration of project activity implementation.*

*In this study, surveys, document opening and interviews were conducted to obtain the required data such as the duration and sequence of project implementation activities as well as the estimated time estimates. Data analysis for the CPM method is to analyze which activities are included in the critical trajectory in order to obtain the optimal duration for the method, meanwhile for the PERT method using 3 time estimates, namely optimistic time (a), pessimistic time (b), and time most likely (m).*

*In this study the project duration was 182 days. After analyzing the calculation, it was found that the duration of the project activity implementation of the CPM was 180 days and PERT method was 186 days with a probability of planning time of 2,44 percent.*

**Keywords:** Duration, Critical Path, CPM, PERT

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Analisis Penjadwalan Proyek Gedung Menggunakan Metode CPM-PERT ini.

Selama proses menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari pihak lain baik dari segi bimbingan, arahan, serta saran dan kritik demi terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan hasil yang baik. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph. D, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberi banyak ilmu dengan saran, kritik, dan diskusi yang membangun selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Vendie Abma, S.T., M.T., Ph. D, selaku dosen penguji I dan Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph. D, selaku dosen penguji II yang telah membimbing, menguji dan memberi banyak ilmu dengan saran, kritik, dan diskusi yang membangun selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Agus, Bapak Ahmad, Bapak Parwoto, Bapak Yamto, dan Bapak Hari selaku pembimbing lapangan sekaligus sebagai narasumber proyek pembangunan Gedung APSLC UGM yang senantiasa membimbing serta mengarahkan terkait data-data dan informasi di lapangan yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini.
4. Ibu, dan keluarga lainnya yang selalu memberi dukungan baik doa, dorongan semangat, dan materiil untuk penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman terdekat yang telah saling bertukar ilmu dan saling memberikan semangat selama penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen, karyawan, dan asisten Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah

memberikan ilmu dan menyediakan fasilitas penunjang selama masa perkuliahan.

7. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

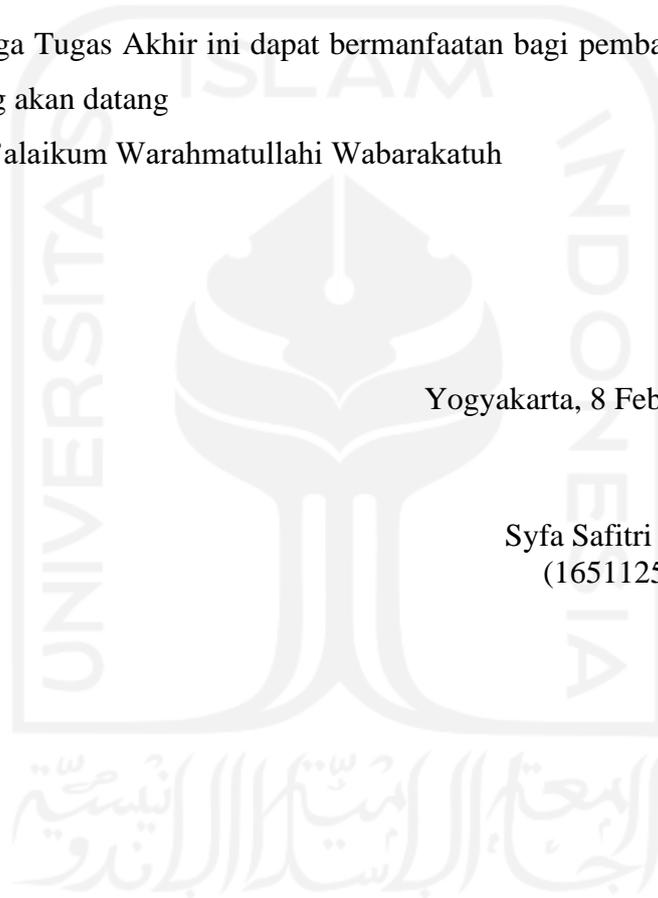
Akhirnya dengan selesainya Tugas Akhir ini penulis menyadari adanya kekurangan pada Tugas Akhir ini, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi lebih baik pada waktu yang akan datang.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penulis dimasa yang akan datang

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 8 Februari 2021

Syfa Safitri Aulia  
(16511253)



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.2.1 Pengendalian waktu proyek antara jadwal pelaksanaan aktual dan jadwal dengan menggunakan <i>Network Planning</i> .	5
2.2.2 Perencanaan waktu proyek dengan menggunakan metode CPM dan PERT	6
2.2.3 Perbandingan durasi proyek dengan metode CPM dan PERT	6
2.2.4 Optimalisasi pelaksanaan proyek dengan pengendalian waktu dan biaya proyek menggunakan metode CPM-PERT	7

2.2.5	Optimalisasi penjadwalan waktu proyek dengan menggunakan metode CPM/PERT dan Monte Carlo	7
2.2.6	Penjadwalan proyek dengan menggunakan metode PERT	7
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>		<b>13</b>
3.1	Manajemen	13
3.2	Manajemen Proyek	13
3.3	Penjadwalan	14
3.4	Durasi Optimal	14
3.4.1	Metode CPM	15
3.4.2	Metode PERT	20
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>23</b>
4.1	Jenis Penelitian	23
4.2	Variabel Penelitian	23
4.3	Metode Pengumpulan Data	23
4.4	Pelaksanaan Penelitian Data	23
4.4.1	Waktu Pelaksanaan Penelitian	23
4.4.2	Peralatan Penelitian	24
4.5	Metode Analisis Data	24
4.6	Bagan Alir	27
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		<b>29</b>
5.1	Gambaran Umum Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM	29
5.1.1	Data Umum Proyek	29
5.2	Data Penelitian Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM	29
5.3	Pengolahan Data	30
5.3.1	Metode CPM	30
5.3.2	Metode PERT	51
5.3.3	Perbandingan Durasi Pelaksanaan Proyek Antara Durasi Pelaksanaan Eksisting Dengan Metode CPM dan PERT	68
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>71</b>

6.1 Kesimpulan	71
6.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3.1	Simbol-simbol <i>Network Planning</i>	16
Tabel 4.1	<i>Time Schedule</i> Penelitian	30
Tabel 5.1	Daftar Kegiatan Pembangunan Gedung APSLC UGM	30
Tabel 5.2	Urutan Kegiatan Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM	33
Tabel 5.3	Hasil Perhitungan CPM Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM	46
Tabel 5.4	Estimasi Waktu Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM menurut Bapak Agus	52
Tabel 5.5	Estimasi Waktu Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM menurut Bapak Ahmad, Bapak Parwoto, Bapak Yamto, dan Bapak Hari	54
Tabel 5.6	Rekapitulasi Rata – Rata Estimasi Waktu Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM	58
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Metode PERT Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM	63
Tabel 5.8	Distribusi Normal Z	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Waktu Kejadian	17
Gambar 3.2	Waktu Kegiatan	18
Gambar 4.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	28
Gambar 5.1	Diagram Jaringan Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM	37
Gambar 5.2	Diagram Jaringan Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM Dengan Ms. Project 2019	40
Gambar 5.3	Perhitungan Maju dan Mundur Pada Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM	42

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Time Schedule</i> Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM	77
Lampiran 2.	<i>Zoning</i> Gedung APSLC	78
Lampiran 3.	Gambar Teknis Gedung APSLC	79
Lampiran 4.	Surat Keterangan Selesai Magang	80
Lampiran 5.	Form Data Penelitian Narasumber	81
Lampiran 6.	Profil Narasumber	97
Lampiran 7.	Dokumentasi Dengan Narasumber	103
Lampiran 8.	Dokumentasi Proses Pelaksanaan Pembangunan Gedung APSLC	105



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Nama kegiatan
<i>a</i>	= Waktu paling optimis
APSLC	= <i>Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center</i>
<i>b</i>	= Waktu paling pesimis
CPM	= <i>Critical Path Method</i>
D	= Durasi
dA	= Durasi kegiatan A
EET	= <i>Earliest Even Time</i>
EF	= <i>Earliest Finish</i>
ES	= <i>Earliest Start</i>
i	= Nomor kejadian
LET	= <i>Latest Even Time</i>
LF	= <i>Latest Finish</i>
LS	= <i>Latest Start</i>
<i>m</i>	= Waktu paling memungkinkan
PERT	= <i>Project Evaluation and Review Technique</i>
S	= Standar Deviasi
T(d)	= Target jadwal penyelesaian
TE	= Kurun waktu yang diharapkan
TF	= <i>Total Float</i>
UGM	= Universitas Gadjah Mada
V	= Variansi
Z	= Probabilitas

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proyek dapat diartikan sebagai rangkaian beberapa kegiatan dalam jangka waktu yang terbatas dengan mengalokasikan sumber daya yang ada dengan tujuan menghasilkan produk yang mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999).

Dalam pembangunan suatu proyek konstruksi tentunya terdapat perencanaan jadwal proyek, perencanaan mutu, dan perencanaan biaya proyek. Tiga hal tersebut merupakan parameter yang sangat penting dalam penyelenggaraan proyek yang biasanya diasosiasikan sebagai sasaran proyek atau yang biasa disebut *Triple Constrain* (Soeharto, 1999). Dalam pelaksanaannya, terkadang tiga hal tersebut menyimpang dari apa yang telah direncanakan, sehingga perlu dilakukannya pengendalian dan pengelolaan suatu proyek. Pengendalian suatu proyek dapat dilakukan dengan sistem *monitoring*, pelaporan diwaktu tertentu sesuai kebutuhan proyek. Semakin detail hasil *monitoring* dan pelaporan semakin mudah suatu proyek dikendalikan dan semakin kecil pula kemungkinan keterlambatan waktu proyek.

Ada beberapa aspek yang terlibat dalam sistem *monitoring*, seperti material, alat, sumber daya, serta penjadwalan pelaksanaan kegiatan proyek. Penjadwalan sendiri merupakan pengaturan sumber daya guna menyelesaikan tugas dengan melibatkan komponen – komponen kegiatan, waktu, serta sumber daya untuk mencapai target (Fadhilah, 2018).

Selain dilihat dari mutu, keberhasilan suatu proyek juga dapat dilihat dari segi pengendalian biaya dan waktu. Waktu merupakan hal penting yang saling berkaitan dalam pengendalian suatu proyek. Dimana keterlambatan waktu dapat menentukan seberapa besar biaya yang dikeluarkan dalam proyek tersebut.

Keberhasilan maupun kegagalan suatu proyek biasanya disebabkan karena kurang matangnya perencanaan kegiatan serta pengendalian yang tidak efektif,

sehingga mengakibatkan keterlambatan, menurunnya produktivitas serta pembengkakan biaya (Ekanugraha, 2016).

Meskipun penjadwalan suatu proyek sudah dilakukan, namun pada praktiknya di lapangan masih terdapat masalah pada pekerjaan pelaksanaan yaitu keterlambatan waktu proyek. Seperti halnya pada proyek pembangunan gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada. Pada proyek ini sudah menggunakan metode penjadwalan *Bar Chart*.

Metode penjadwalan *Bar Chart* merupakan metode yang umum digunakan pada proyek konstruksi di Indonesia. Metode ini dapat terbilang sederhana, mudah dimengerti, dan efektif untuk komunikasi dengan pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi. Tetapi juga memiliki beberapa kekurangan seperti hubungan antar kegiatan tidak dapat terlihat dengan jelas sehingga apabila suatu pekerjaan mengalami keterlambatan, tidak berpengaruh terhadap pekerjaan selanjutnya.

Untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek sesuai durasi yang telah direncanakan, diperlukan analisis untuk durasi optimal proyek dan logika ketergantungan antar kegiatan tersebut agar didapatkan durasi pelaksanaan yang optimal, dan dapat diketahui pekerjaan – pekerjaan yang harus mendapat perhatian khusus. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam menganalisis durasi optimal pelaksanaan proyek, pada penelitian ini digunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) yang sedikit berbeda dengan metode yang digunakan pada proyek.

Adapun dengan digunakannya metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) sebagai pembanding dari perencanaan penjadwalan yang sudah ada, diharapkan dapat digunakan sebagai optimalisasi durasi pelaksanaan proyek agar dapat lebih meminimalisir adanya keterlambatan dan dapat dijadikan referensi untuk proyek berikutnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana bentuk jaringan kerja atau *network* proyek pembangunan gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada ?
2. Berapa perbandingan durasi pelaksanaan proyek pembangunan gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada antara durasi perencanaan proyek dengan metode CPM dan PERT?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat bentuk jaringan kerja atau *network* proyek pembangunan gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada.
2. Menentukan perbandingan durasi pelaksanaan proyek pembangunan gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada antara durasi perencanaan proyek dengan metode CPM dan PERT.

## 1.4 Batasan Masalah

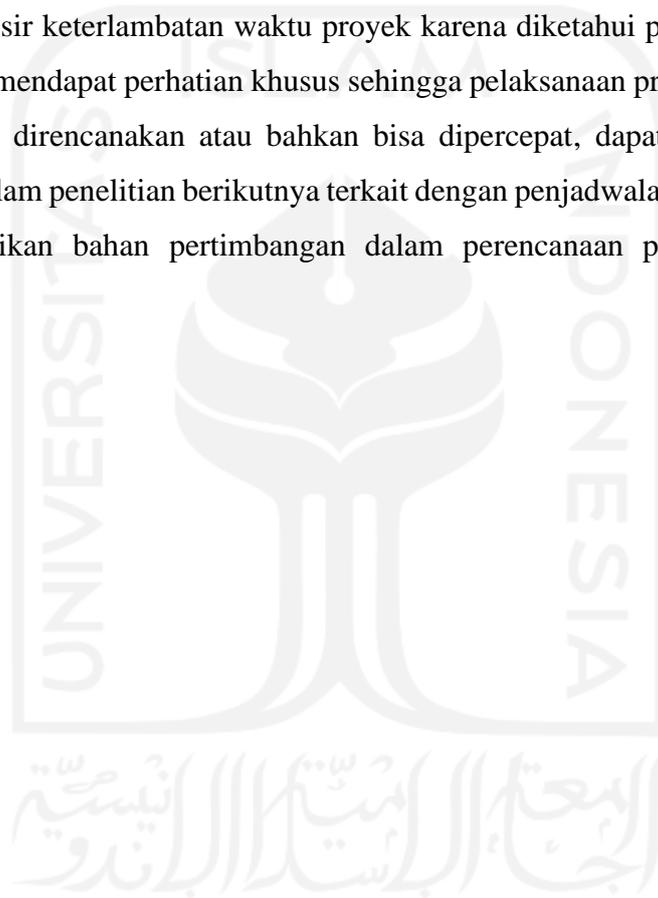
Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dalam penelitian ini penentuan durasi optimal pelaksanaan kegiatan proyek menggunakan metode CPM-PERT.
2. Penentuan durasi optimal berdasarkan jadwal yang sudah ditentukan proyek.
3. Tidak merubah metode pelaksanaan proyek yang sudah ada.
4. Tidak melakukan analisis perencanaan biaya.
5. Perencanaan probabilitas pelaksanaan proyek hanya menggunakan metode PERT.

6. Analisis data meliputi pembuatan jaringan kerja, menghitung durasi keseluruhan kegiatan proyek, serta melakukan perbandingan durasi yang dihasilkan dengan jadwal proyek sebagai optimalisasi durasi pelaksanaan keseluruhan proyek.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mengendalikan waktu proyek, dengan diperolehnya hubungan antar kegiatan, dapat meminimalisir keterlambatan waktu proyek karena diketahui pekerjaan mana saja yang harus mendapat perhatian khusus sehingga pelaksanaan proyek sesuai dengan waktu yang direncanakan atau bahkan bisa dipercepat, dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian berikutnya terkait dengan penjadwalan suatu proyek, dan dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam perencanaan pelaksanaan proyek berikutnya.



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tinjauan Umum**

Penelitian mengenai “Penjadwalan Proyek Gedung Menggunakan Metode CPM-PERT (*Critical Path Method-Program Evaluation And Review Technique*)” perlu dilakukan peninjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya sebagai referensi.

Pengendalian waktu atau penjadwalan merupakan suatu alat yang dapat digunakan dalam penyelesaian suatu proyek. Untuk proyek dalam skala kecil yang hanya terdapat beberapa kegiatan, tahapan serta waktu pelaksanaannya dapat dibayangkan, sehingga penjadwalan proyek tidak wajib dilakukan. Tetapi untuk proyek dalam skala besar, penting adanya penjadwalan atau pengendalian waktu proyek agar setiap tahapan kegiatan dapat diketahui estimasi durasinya secara lebih rinci. Sehingga dalam proyek skala besar dengan adanya pengendalian waktu proyek, pelaksanaan kegiatan proyek dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien serta dapat meminimalisir adanya keterlambatan proyek.

Dalam pengendalian waktu proyek, dapat digunakan *Network Planning* atau jaringan kerja. Ini merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk membantu dalam pengendalian waktu proyek, karena dengan jaringan kerja dapat diketahui tahapan kegiatan yang berurutan, kegiatan yang dilakukan bersamaan atau saling berhubungan. Serta dapat diketahui juga durasi total proyek berdasarkan tahapan kegiatan yang telah ditentukan.

### **2.2 Penelitian Terdahulu**

Dalam tinjauan pustaka ini, disertakan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik untuk membantu menyelesaikan kesulitan permasalahan dalam penelitian serta membantu mengevaluasi hasil penelitian yang sejenis.

2.2.1 Pengendalian waktu proyek antara jadwal pelaksanaan aktual dan jadwal dengan menggunakan *Network Planning*.

Muhammad (2019) menyatakan pada proses pelaksanaan suatu proyek diperlukan adanya pengawasan atau pengendalian pada suatu sektor, agar tetap sesuai dengan standar. Salah satu hal yang sangat berpengaruh pada pelaksanaan proyek adalah waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterlambatan proyek serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Serta membandingkan jadwal pelaksanaan kontraktor dengan jadwal menggunakan *Network Planning*.

Hasilnya didapatkan bahwa dalam menggunakan *Network Planning* dengan metode CPM hasilnya umur proyek selama 153 hari. Hasil ini lebih cepat dari kontrak kerja (*Bar Chart*) yaitu 180 hari. Hasil ini lebih cepat dari umur proyek 27 hari.

#### 2.2.2 Perencanaan waktu proyek dengan menggunakan metode CPM dan PERT

Lokajaya (2019) menyatakan tujuan dari penelitiannya tersebut adalah (1) mendapatkan waktu rencana pelaksanaan proyek, (2) mendapatkan durasi optimal pelaksanaan proyek, serta (3) mendapatkan total biaya pelaksanaan proyek. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan metode CPM dan PERT didapatkan waktu penyelesaian proyek selama 252 hari. Dengan selisih 23 hari lebih cepat dari waktu rencana sebesar 275 hari. Biaya total untuk waktu pelaksanaan 275 hari sebesar Rp 24.972.450.794,11 menjadi 252 hari sebesar Rp 24.972.998.294,11. Dikarenakan ada penambahan biaya upah percepatan serta pengurangan gaji karyawan dan upah operasional.

#### 2.2.3 Perbandingan durasi proyek dengan metode CPM dan PERT

Angeline dan Ariyanti (2018) menyatakan Perencanaan dan pengendalian suatu proyek memiliki peran penting untuk kelancaran dan keberhasilan pelaksanaan proyek. Kegagalan dalam suatu proyek dapat disebabkan oleh perencanaan yang kurang matang serta pengendalian yang kurang efektif sehingga dapat menyebabkan keterlambatan. Adapun untuk pelaksanaan proyek tersebut memerlukan perencanaan proyek yang optimal dengan memanfaatkan metode CPM dan PERT. Dengan membandingkan kedua metode tersebut, didapatkan hasil durasi penyelesaian proyek dengan metode CPM lebih cepat dibandingkan dengan metode PERT. Durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dengan metode CPM adalah 101 hari dan dengan PERT 102 hari serta dengan metode CPM

dapat dilakukan percepatan waktu penyelesaian proyek 34% dari jadwal proyek eksisting.

#### 2.2.4 Optimalisasi pelaksanaan proyek dengan pengendalian waktu dan biaya proyek menggunakan metode CPM-PERT

Dannyanti (2010) mengatakan bahwa untuk mengurangi dampak keterlambatan proyek dan pembengkakan biaya, dapat diambil metode-metode alternatif berikut; (1) tenaga kerja / tenaga kerja tambahan, (2) kerja lembur, dan (3) subkontrak. Percepatan durasi proyek dapat dilakukan pada aktivitas yang terdapat pada jalur kritis dan total durasi pada setiap alternatif disamakan.

#### 2.2.5 Optimalisasi penjadwalan waktu proyek dengan menggunakan metode CPM/PERT dan Monte Carlo

Jannah dkk. (2018) mengatakan salah satu kendala yang dialami dalam pelaksanaan proyek yaitu adanya ketidaksesuaian antara jadwal rencana dengan keadaan yang sebenarnya, sehingga terjadi keterlambatan karena waktu yang sebenarnya tidak sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang tepat untuk mengoptimalkan penjadwalan proyek. Dapat digunakan metode CPM/PERT dan simulasi Monte Carlo.

Hasil dari perhitungan menggunakan metode CPM/PERT probabilitas keberhasilan pengerjaan proyek dengan waktu 169 hari adalah 99,74% sedangkan menggunakan simulasi Monte Carlo probabilitasnya 97,5%. Meskipun angka probabilitas dengan menggunakan simulasi Monte Carlo lebih kecil, dengan menggunakan simulasi tersebut seorang kontraktor dapat melihat kemungkinan waktu yang dibutuhkan serta keberhasilan dari waktu-waktu tersebut. Optimasi penjadwalan proyek dari target 180 hari menjadi 169 hari sehingga dapat menghemat waktu 11 hari dan biaya Rp 2.581.942.

#### 2.2.6 Penjadwalan proyek dengan menggunakan metode PERT

Masinambow (2019) mengatakan penjadwalan proyek membantu menunjukkan hubungan setiap aktivitas dengan aktivitas lainnya, mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan diantara aktivitas, serta menunjukkan perkiraan waktu yang realistis untuk setiap aktivitas.

PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan yaitu waktu tercepat, waktu terlama, dan waktu paling mungkin. Metode ini bertujuan untuk mengurangi kegiatan penundaan.

Dari perhitungan waktu kegiatan yang diharapkan (*expected time*) dengan metode PERT diperoleh durasi proyek selama 245 hari untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan dengan tingkat keberhasilan sebesar 99,9%. Penjadwalan rencana awal proyek membutuhkan durasi selama 270 hari, Oleh karena itu, perhitungan dengan metode PERT lebih cepat 25 hari daripada penjadwalan rencana proyek.

Untuk mempermudah pemahaman dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut



Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Referensi	Topik/Masalah	Lokasi	Metode Penelitian	Hasil
1.	Amiruddin Hi. Muhammad, 2019, Pengendalian Waktu Pada Proyek Pembangunan Los Pasar Ikan Segar Goto Kota Tidore Kepulauan	Membandingkan antara jadwal pelaksanaan aktual dan jadwal dengan menggunakan <i>network planning</i> .	Pasar ikan segar goto kota tidore kepulauan	Pengumpulan data dilanjutkan membuat NWP Diagram, kemudian menganalisis perbandingan hasil CPM dengan kurva S	Durasi proyek dengan metode CPM lebih cepat 27 hari dibandingkan dengan durasi proyek rencana.
2.	I Nyoman Lokajaya, 2019, Analisis Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode CPM dan PERT	Membandingkan total durasi pelaksanaan proyek antara metode CPM dengan metode PERT	Jalan Nasional Wilayah III Provinsi Kalimantan Tengah	Pengumpulan data dilanjutkan membuat NWP Diagram dengan program Ms. Project, kemudian menganalisis penjadwalan proyek dengan metode CPM dan PERT	Didapat percepatan waktu proyek sebanyak 23 hari yang dianalisis menggunakan metode CPM dan PERT. Dan penghematan biaya sebesar Rp 547.500,-
3.	Atica Angelin dan Silvi Ariyanti, 2018, Analisis Penjadwalan Proyek <i>New Product Development</i> Menggunakan Metode Pert Dan Cpm	Membandingkan durasi proyek antara metode CPM dengan metode PERT	Bagian NPD pada PT. XYZ	Data dikumpulkan dan diolah dengan menggunakan metode CPM dan PERT. Kemudian dibuat <i>Network Diagram</i> dan <i>Gantt Chart</i>	Metode CPM menghasilkan durasi penyelesaian keseluruhan proyek lebih singkat dibandingkan dengan metode PERT. Percepatan waktu proyek sebanyak 53 hari.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Referensi	Topik/Masalah	Lokasi	Metode Penelitian	Hasil
4.	Eka Danyanti, 2010, Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM	Mengoptimalisasikan pelaksanaan proyek dengan pengendalian waktu dan biaya proyek menggunakan metode CPM-PERT	Twin tower building pasca sarjana undip	Setelah data didapatkan dengan cara wawancara, observasi, dan studi pustaka dilanjutkan dengan metode <i>crashing</i> untuk mempercepat waktu proyek	Dari kedua metode tersebut didapatkan percepatan waktu sebanyak 25 hari dan kenaikan biaya total akibat penambahan tenaga kerja dan kenaikan biaya lembur pekerja
5.	Siti Rodlotul Jannah, 2018, Optimasi Waktu Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Menggunakan Critical Path Method (Cpm)/Program Evaluation And Review Technique (Pert) Dan Simulasi Monte Carlo	Mengoptimalisasikan penjadwalan waktu proyek dengan menggunakan metode CPM/PERT dan Monte Carlo	Proyek perumahan Granada Regency Karang di Jalan Karang Indah Timur, Semanding ,Kab. Tuban	Untuk percepatan waktu proyek digunakan metode CPM dan PERT. Sedangkan analisis probabilitas digunakan simulasi Monte Carlo	Percepatan waktu proyek dengan metode PERT dihasilkan percepatan sebesar 11 hari dan dengan simulasi Monte Carlo didapat tingkat keberhasilan yang tinggi yaitu sebesar 99,74% dan 97,5%.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Referensi	Topik/Masalah	Lokasi	Metode Penelitian	Hasil
6.	Jendry Masinambow, 2019, Penjadwalan Pembangunan Menara Alfa Omega Di Kota Tomohon Dengan Menggunakan Metode Pert ( <i>Program Evaluation And Review Technique</i> )	Penjadwalan proyek dengan menggunakan metode PERT	Menara Alfa Omega	Data primer dan data sekunder yang didapat dianalisis dengan metode PERT	Dengan menggunakan metode PERT proyek dapat diselesaikan dalam waktu 245 hari dan memiliki tingkat keberhasilan sebesar 99,9%

Dari penelitian-penelitian terdahulu, didapat perbedaan dan persamaan sebagai berikut.

1. Perbedaan dengan penelitian Amiruddin Hi. Muhammad (2019), yaitu perbedaan metode yang digunakan, beliau hanya menggunakan metode CPM kemudian membandingkan hasilnya dengan jadwal aktual proyek (*Bar Chart*). Persamaannya terletak pada salah satu metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode CPM.
2. Perbedaan dengan penelitian I Nyoman Lokajaya (2019), yaitu terletak pada aspek yang ditinjau, beliau menggunakan aspek waktu dan biaya sebagai variabelnya. Dan pada penelitian saya ini hanya meninjau dari segi waktu. Persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada metode. Metode yang digunakan sama sama menggunakan metode CPM-PERT.
3. Tidak banyak perbedaan dengan penelitian Atica Angelin dan Silvi Ariyanti (2018), hanya terletak pada lokasi penelitian. Terkait metode yang digunakan sama seperti penelitian ini yaitu PERT dan CPM.
4. Perbedaan dengan penelitian Eka Dannyanti (2010), yaitu beliau memasukkan aspek biaya dalam penelitiannya yang mana itu tidak ada di dalam penelitian ini. Metode yang digunakan sama seperti dengan penelitian ini yaitu menggunakan metode CPM dan PERT dalam pengendalian waktu proyek.
5. Perbedaan dengan penelitian Siti Rodlotul Jannah (2018) yaitu, setelah didapat hasil durasi waktu proyek yang diinginkan kemudian menganalisis probabilitas waktu proyek dengan simulasi Monte Carlo yang mana simulasi tersebut tidak ada dalam penelitian ini. Lokasi proyek juga menjadi perbedaan dalam penelitian ini. Persamaannya terletak pada metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu CPM-PERT.
6. Perbedaan dengan penelitian Jendry Masinambow (2019) yaitu pada metode yang digunakan, pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan metode PERT yang mana metode tersebut menjadi salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini. Persamaannya terletak pada aspek yang ditinjau yaitu waktu proyek.

## **BAB III LANDASAN TEORI**

### **3.1 Manajemen**

Manajemen merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang seni memimpin organisasi yang terdiri dari kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian terhadap sumber daya yang ada dalam mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. Tujuan dari manajemen itu sendiri adalah untuk mendapatkan metode yang paling baik dengan sumber daya yang ada agar diperoleh hasil yang maksimal dalam hal ketepatan, kecepatan, penghematan, dan keselamatan kerja.

### **3.2 Manajemen Proyek**

H. Kerzner (1982) dalam Iman soeharto (1999) menyebutkan bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Berikut merupakan deskripsi aspek-aspek dalam manajemen proyek :

1. Perencanaan (*Planning*)

Kegiatan ini dilakukan untuk menetapkan sasaran dan tujuan yang harus dicapai dengan menentukan kebijakan pelaksanaan, metode yang akan digunakan, jadwal pelaksanaan, alokasi anggaran biaya, dan sumber daya. Kegiatan ini merupakan kegiatan yang paling utama dan dapat dikatakan berhasil apabila kegiatan ini dapat diimplementasikan dengan baik, sehingga dapat meminimalisir kegagalan dan dapat mencapai hasil akhir yang maksimal.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Dalam kegiatan ini dilakukan identifikasi dan pengelompokkan beberapa jenis pekerjaan sehingga dapat ditentukan wewenang, tanggung jawab, sumber daya, dan hal-hal apa saja yang dibutuhkan dan harus dilakukan.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan ini merupakan implementasi dari kegiatan perencanaan. Dengan melaksanakan kegiatan yang sesungguhnya di lapangan sehingga dapat dicapai hasil akhir yang sesuai dengan sasaran dan tujuan. Karena dalam kegiatan perencanaan bersifat ramalan, biasanya dalam kegiatan ini terjadi beberapa perubahan yang harus disesuaikan dengan kondisi lapangan. Sehingga dalam kegiatan ini perlu dibutuhkan pengambilan keputusan yang tepat dan akurat.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memastikan program kerja yang telah direncanakan dan dilaksanakan dapat mencapai tujuan dan sasaran dengan penyimpangan paling minimal dan hasil akhir yang maksimal.

### 3.3 Penjadwalan

Penjadwalan proyek merupakan salah satu dari hasil perencanaan yang pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil yang optimal. Dengan adanya penjadwalan proyek dapat diperoleh informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal biaya, tenaga kerja, peralatan serta durasi proyek untuk penyelesaian proyek (Husen, 2011). Berikut merupakan beberapa fungsi dari penjadwalan proyek:

1. Untuk mengetahui kemajuan pelaksanaan proyek.
2. Mengevaluasi pengaruh dari perubahan waktu penyelesaian proyek dan biaya.
3. Mengatur sumber daya proyek untuk mempercepat atau memperlambat kemajuan pelaksanaan proyek.
4. Dapat menjelaskan kegiatan yang diperlukan untuk penyelesaian proyek berikut tahapan, durasi, dan hubungan untuk tiap kegiatan.

### 3.4 Durasi Optimal

Dalam konteks penjadwalan tentu tidak akan luput dari istilah durasi. Durasi itu sendiri merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan dalam melakukan suatu

kegiatan. Sehingga durasi optimal merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan dalam melakukan suatu kegiatan untuk diperoleh hasil yang optimal. Kinerja waktu akan berdampak pada kinerja biaya. Karena semakin lama waktu yang dibutuhkan semakin banyak pula biaya yang harus dikeluarkan. Oleh karena itu sangat penting suatu proyek menemukan durasi optimal untuk setiap pelaksanaan kegiatannya agar proyek tetap sesuai dengan kondisi yang direncanakan.

Dalam menentukan durasi optimal dapat digunakan beberapa metode yang disesuaikan dengan kebutuhan dan permasalahan proyek. Pada proyek di penelitian ini, sedikit mengalami keterlambatan di kegiatan-kegiatan tertentu. Sehingga metode CPM dan PERT yang dirasa cocok untuk menentukan durasi optimal proyek.

#### 3.4.1 Metode CPM

Levin dan Kirkpatrick (1972) dalam Ekanugraha (2016) menyebutkan CPM adalah metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek merupakan sistem yang paling banyak digunakan dibandingkan sistem yang lain yang menggunakan prinsip jaringan kerja. Metode CPM banyak digunakan oleh kalangan industri maupun proyek konstruksi. Cara ini dapat digunakan apabila durasi kegiatan diketahui dan tidak terlalu berfluktuasi.

##### 1. *Network Planning* atau Jaringan Kerja

Husen (2011) menyatakan dalam bukunya sebagai berikut ini.

Metode ini dikembangkan untuk mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks. Metode ini relatif lebih sulit, hubungan antar kegiatan jelas, dan dapat memperlihatkan kegiatan kritis. Dengan informasi *Network Planning* lah tindakan koreksi dapat dilakukan serta memperbarui jadwal. Akan tetapi, lebih informatif apabila metode ini dikombinasikan dengan metode lain.

Berikut beberapa manfaat dari *Network Planning*:

- a. Penggambaran logika hubungan antarkegiatan, membuat perencanaan proyek menjadi lebih rinci dan detail.
- b. Menyediakan kemampuan analisis untuk mencoba mengubah sebagian dari proses, lalu mengamati efek terhadap proyek secara keseluruhan.

- c. Dalam *Network Planning* dapat terlihat jelas waktu penyelesaian yang harus disegerakan.
- d. Terdiri atas metode *Activity On Arrow* dan *Activity On Node*.

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

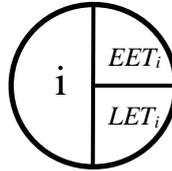
**Tabel 3.1 Simbol-simbol *Network Planning***

Simbol	Keterangan	Arti
	Lingkaran = node	Menunjukkan suatu kejadian atau peristiwa.
	Anak panah = arrow	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. Jalur Kritis

Jalur kritis merupakan jalur yang memiliki komponen kegiatan dengan durasi terpanjang dalam jaringan dan dapat menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat. Sehingga jalur kritis terdiri dari kegiatan paling awal hingga paling akhir. Pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang apabila pelaksanaannya terlambat akan mengakibatkan keterlambatan keseluruhan proyek.

### 3. Waktu Kejadian



**Gambar 3.1 Waktu Kejadian**

(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2020)

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.

### 4. Hitungan maju

Hitungan maju merupakan cara yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi jalur kritis. Hitungan maju berfungsi untuk memperoleh waktu mulai paling awal ( $EET_i = \text{Earliest Even Time node } i$ ) pada *I-node* dan waktu mulai paling awal ( $EET_j = \text{Earliest Even Time node } j$ ) pada *J-node* dari seluruh kegiatan dengan mengambil nilai maksimum. Untuk waktu mulai paling awal, kegiatan berikutnya ditentukan oleh selesainya kegiatan pendahulu (*predecessor*) atau dengan kata lain kegiatan pendahulu harus sudah diselesaikan sebelum kegiatan berikutnya dimulai. Perhitungan ini dilakukan dengan menjumlahkan  $EET$  pada *node* kegiatan pendahulu ditambah dengan durasi maksimum. Untuk awal peristiwa sebagai penanda dimulainya proyek,  $EET$  adalah 0.

$$\begin{aligned} ES_{ij} &= \text{Earliest Start, waktu kegiatan paling cepat dimulai} \\ &= EET_i \end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned} EF_{ij} &= \text{Earliest Finish, waktu kegiatan paling cepat diselesaikan} \\ &= EF_{ij} = ES_{ij} + dA \end{aligned} \tag{3.2}$$

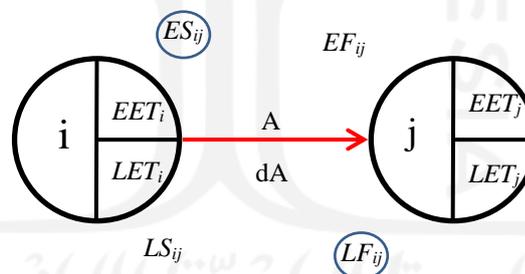
## 5. Hitungan mundur

Hitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu paling akhir kita masih dapat memulai dan mengakhiri tiap kegiatan tanpa menunda kurun waktu keseluruhan proyek yang telah dihasilkan oleh hitungan maju. Perhitungan ini juga berfungsi untuk memperoleh waktu selesai paling lambat ( $LET_i = Latest Even Time node i$ ) pada *I-node* dan waktu selesai paling lambat ( $LET_j = Latest Even Time node j$ ) pada *J-node* dari seluruh kegiatan dengan mengambil nilai minimum. Perhitungan dimulai dari peristiwa paling akhir, dengan EET adalah sama dengan LET akhir pada perhitungan maju.

$$\begin{aligned} LS_{ij} &= Latest Start, \text{ waktu kegiatan paling lambat harus dimulai} \\ &= LS_{ij} = LF_{ij} - dA \end{aligned} \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} LF_{ij} &= Latest Finish, \text{ waktu kegiatan paling lambat harus diselesaikan} \\ &= LET_j \end{aligned} \quad (3.4)$$

## 6. Waktu Kegiatan atau Activity Time



**Gambar 3.2 Waktu Kegiatan**  
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2020)

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

$$= LET_j$$

### 7. *Float*

Berdasarkan Husen (2011) *Float* merupakan batas toleransi keterlambatan suatu kegiatan yang dapat dimanfaatkan untuk optimasi waktu. Berikut merupakan salah satu jenis float yang dibutuhkan pada penelitian ini

- a. *Total Float* (TF) = Menyatakan berapa lama suatu kegiatan boleh terlambat untuk tidak mempengaruhi waktu penyelesaian proyek. Lama nya suatu kegiatan tersebut dapat dituliskan dengan jumlah waktu yang diperoleh bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin dan kegiatan selanjutnya dimulai selambat mungkin. *Float* ini dimiliki oleh semua kegiatan yang berada pada jalur yang bersangkutan. Dapat dirumuskan seperti persamaan 3.5 sebagai berikut.

$$TF = LET_j - EET_i - D_{ij} \quad (3.5)$$

### 8. Langkah Perhitungan Metode CPM

- 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  $EET_i$  (*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

### 3.4.2 Metode PERT

PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* merupakan suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur, dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada di dalam suatu proyek sehingga mengurangi penundaan dan gangguan pada pekerjaan.

Berbeda dengan metode CPM yang memperkirakan waktu kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan kepastian, sedangkan metode ini menggunakan waktu dengan tiga jenis durasi yang mana akan sangat berpengaruh terhadap durasi keseluruhan proyek yang dihasilkan guna menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian yang tinggi pada waktu kegiatan proyek. Metode ini menganggap ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi perencanaan estimasi 3 jenis durasi dibawah ini.

#### 1. Jenis Durasi

- a.  $T_o(a)$  = *Optimistic duration*, waktu paling optimis atau paling singkat untuk melakukan suatu kegiatan. Yang mana kegiatan tersebut berjalan dengan baik tanpa hambatan.
- b.  $T_m(m)$  = *Most likely duration*, waktu paling memungkinkan untuk melakukan suatu kegiatan. Biasanya waktu ini adalah waktu yang paling sering terjadi ketika pelaksanaan di proyek.
- c.  $T_p(b)$  = *Pesimistic duration*, waktu paling pesimistik atau paling lama untuk menyelesaikan suatu kegiatan, waktu yang dibutuhkan apabila dalam pelaksanaannya terjadi kesalahan.

#### 2. Langkah perhitungan dengan metode PERT

Menurut Ekanugraha (2016) berikut merupakan beberapa langkah yang dapat digunakan dalam metode PERT

##### a. Kurun Waktu Yang Diharapkan ( $T_e$ )

Dalam menentukan  $T_e$  digunakan asumsi kemungkinan terjadinya peristiwa optimis (a) dan pesimis (b) adalah sama. Sedangkan jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling memungkinkan (m) adalah 4 kali lebih besar dari

kedua peristiwa tersebut. Sehingga dapat dirumuskan seperti pada persamaan 3.6 berikut.

$$Te = \frac{a+4m+b}{6} \quad (3.6)$$

dengan :

Te = Kurun waktu yang diharapkan

a = Waktu paling optimis

m = Waktu paling memungkinkan

b = Waktu paling pesimis

b. Deviasi Standar Kegiatan Proyek

Deviasi standar merupakan derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan yang tergantung pada besarnya angka  $a$  dan  $b$  yang diperkirakan. Deviasi standar dapat dirumuskan seperti pada persamaan 3.7 berikut.

$$S = \frac{1}{6}(b - a) \quad (3.7)$$

dengan :

S = Standar Deviasi

a = Waktu paling optimis

b = Waktu paling pesimis

c. Variansi Kegiatan Proyek

Varians dapat dihitung dengan persamaan 3.8 berikut.

$$V(te) = S^2 = \left[\frac{b-a}{6}\right]^2 \quad (3.8)$$

dengan :

V (te) = Varians

S = Standar Deviasi

a = Waktu paling optimis

b = Waktu paling pesimis

d. Probabilitas

Probabilitas merupakan suatu cara untuk menganalisis kemungkinan/kepastian untuk mencapai target jadwal yang telah ditentukan. Dengan didapatkannya angka probabilitas penyelesaian proyek, dapat menjadi informasi penting bagi pengelola proyek untuk mengetahui langkah-langkah yang perlu dilakukan. Probabilitas dapat dihitung dengan persamaan 3.9 berikut.

$$z = \frac{T(d) - TE}{S} \quad (3.9)$$

dengan :

$z$  = Probabilitas

$T(d)$  = Target jadwal penyelesaian

$TE$  = Kurun waktu penyelesaian proyek yang diharapkan

$S$  = Deviasi standar

## **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

### **4.1 Jenis Penelitian**

Jenis metode penelitian ini adalah kuantitatif. Metode yang dilakukan berupa perencanaan alternatif durasi optimal proyek dengan metode CPM – PERT berdasarkan data yang didapatkan dari observasi. Adapun objek dari penelitian ini adalah Gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada dan subjek penelitian ini adalah pengendalian waktu proyek dengan metode CPM-PERT.

### **4.2 Variabel Penelitian**

Karena pada proyek gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada ini mengalami keterlambatan dalam pelaksanaannya, sehingga variabel pada penelitian ini tertuju kepada waktu pelaksanaan kegiatan proyek.

### **4.3 Metode Pengumpulan Data**

Data-data yang akan digunakan merupakan data primer yang didapat dari kontraktor proyek dengan metode wawancara terhadap ahli terkait dan diberikan langsung oleh kontraktor proyek. Adapun data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah jadwal kegiatan aktual proyek, dan data penunjang lain proyek Gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada.

### **4.4 Pelaksanaan Penelitian Data**

#### **4.4.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan selama tiga sampai empat bulan untuk merencanakan durasi optimal proyek dengan metode CPM – PERT Proyek Gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada. Pengambilan data dilakukan pada saat jam kerja.

#### 4.4.2 Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

##### 1. Program Ms. Project 2019

Ms. Project sendiri merupakan perangkat lunak manajemen proyek. *Software* ini dirancang untuk mengembangkan jadwal, menetapkan sumber daya, mengelola anggaran, menganalisis beban kerja, serta mengetahui keterkaitan antar pekerjaan. Sehingga dengan menggunakan Ms. Project dapat membantu dalam menentukan jalur kritis untuk metode CPM

##### 2. Program Ms. Excel

Ms. Excel sangat penting digunakan dalam pengolahan data pada penelitian ini. Baik pada metode CPM maupun PERT.

##### 3. Program AutoCad 2007

Autocad 2007 digunakan untuk menggambar *network planning* pada metode CPM. Sehingga *network planning* yang dihasilkan dapat terlihat lebih rapi dan tertata.

##### 4. Komputer untuk penjadwalan waktu proyek.

#### 4.5 Metode Analisis Data

##### Cara Analisis Data

Suatu penelitian harus dilaksanakan secara sistematis dengan urutan yang jelas dan teratur sehingga akan diperoleh tujuan dan hasil sesuai yang diharapkan. Oleh karena itu, pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap sebagai berikut.

##### 1. Studi Literatur

Sebelum memulai penelitian, terlebih dahulu dilakukan studi literatur guna memperdalam ilmu tentang topik yang akan diteliti dengan membaca beberapa buku, materi kuliah, jurnal, dan referensi yang berhubungan dengan topik penelitian.

##### 2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data proyek yang diperlukan untuk menunjang penelitian yang dilakukan. Adapun data yang dibutuhkan yaitu

jadwal kegiatan aktual proyek Gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada. Data-data tersebut diperoleh dari PT. PP yang mengerjakan proyek tersebut. Data yang diperlukan meliputi:

a. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode wawancara dan survey langsung di lokasi proyek. Wawancara dilakukan langsung dengan beberapa tenaga ahli proyek yang terdiri dari:

- 1) Bapak Agus
- 2) Bapak Ahmad
- 3) Bapak Parwoto
- 4) Bapak Yamto
- 5) Bapak Hari

Kuisisioner pertanyaan berisi tentang variabel pada penelitian ini dan setiap narasumber mendapatkan pertanyaan yang sama antara satu dengan yang lain. Adapun data primer yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- 1) Daftar kegiatan pelaksanaan proyek
- 2) Keterkaitan antar kegiatan
- 3) Durasi pelaksanaan proyek

b. Data Sekunder

Data sekunder yang merupakan data penunjang terkait pembangunan proyek Gedung APSLC UGM, dan beberapa literatur.

3. Menentukan Objek Penelitian

Untuk menentukan objek penelitian, perlu dilakukannya pengumpulan data, kemudian dilakukan identifikasi permasalahan yang akan diteliti. Pada penelitian ini objek yang dituju adalah durasi optimal kegiatan pelaksanaan proyek Gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada.

4. Pelaksanaan Penelitian

Data-data primer dan sekunder yang sudah dikumpulkan selanjutnya dilakukan pelaksanaan penelitian perencanaan alternatif durasi optimal proyek dengan

metode CPM – PERT Gedung Advanced Pharmaceutical Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada dengan tahapan sebagai berikut:

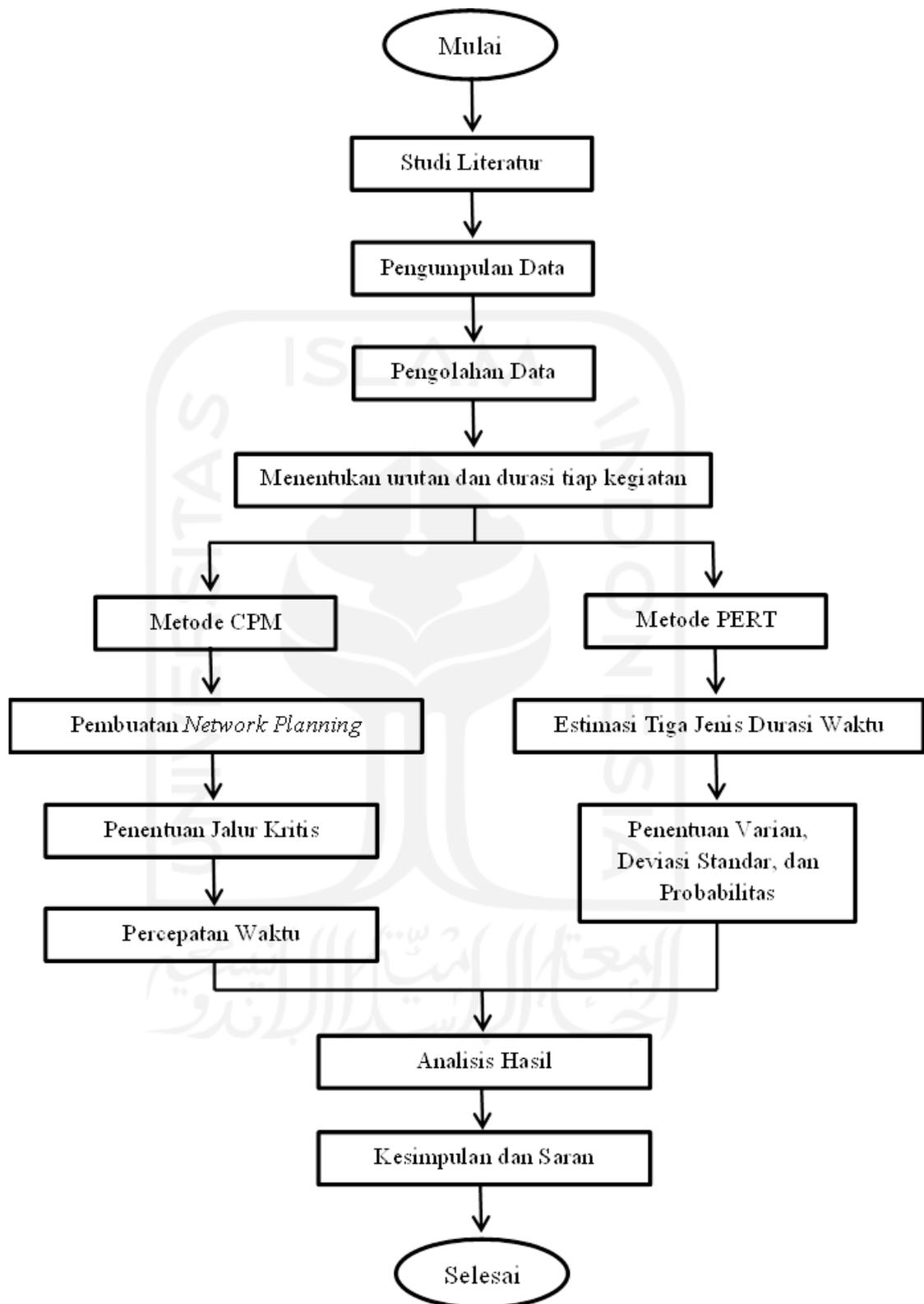
- a. Pelaksanaan penelitian dimulai dengan menentukan urutan kegiatan proyek baik pada metode CPM maupun PERT. Serta menentukan durasi untuk masing-masing tahap kegiatan.
- b. Untuk metode CPM dilanjutkan dengan membuat *network* menggunakan Ms. Project 2019 untuk mengetahui keterkaitan antar kegiatan proyek.
- c. Langkah berikutnya yaitu perhitungan maju dan mundur seperti pada persamaan (3.1) hingga persamaan (3.4) untuk menentukan *activity time*, yang mana hasil dari *activity time* dapat digunakan untuk menghitung nilai *Total Float* (TF) yang sesuai dengan persamaan (3.5).
- d. Dari hasil TF yang telah dihitung, dapat dilihat pekerjaan mana saja yang terkena jalur kritis. Sehingga dapat dilakukan percepatan waktu proyek dengan menjumlahkan durasi kegiatan pada jalur kritis dan didapatkan durasi optimal proyek dengan metode CPM.
- e. Untuk metode PERT dapat dilanjutkan dengan menentukan waktu aktifitas ( $T_e$ ) yang sesuai dengan persamaan (3.6) baik untuk semua kegiatan maupun kegiatan pada jalur kritis.
- f. Menghitung deviasi standar yang sesuai dengan persamaan (3.7), kemudian dilanjutkan dengan menghitung variansi tiap kegiatan proyek sesuai dengan persamaan (3.8)
- g. Variansi kegiatan proyek pada jalur kritis yang nantinya akan digunakan untuk menentukan probabilitas kegiatan proyek sesuai dengan persamaan (3.9). Kemudian digunakan tabel distribusi normal Z untuk menentukan probabilitas waktu penyelesaian proyek.
- h. Setelah didapatkan durasi optimal dari kedua metode tersebut, selanjutnya membandingkan durasi tersebut dengan durasi eksisting. Sehingga dapat diambil kesimpulan alternatif metode yang paling tepat untuk menentukan durasi optimal pada proyek Gedung Advanced Pharmaceutical

Sciences Learning Center (APSLC) Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada.

#### 4.6 Bagan Alir

Agar lebih mudah dalam memahami proses dari penelitian tersebut, maka dibuat bagan alir seperti pada Gambar 4.1 di bawah ini.





**Gambar 4.1** *Flowchart* Penelitian

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Gambaran Umum Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM**

##### 5.1.1 Data Umum Proyek

Gedung APSLC terletak di kompleks fakultas farmasi UGM. Gedung ini dibangun untuk menunjang aktifitas akademik yang semakin meningkat. Proyek pembangunan gedung ini dikelola oleh PT. PP. Berikut adalah beberapa data umum proyek pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM:

1. Nama proyek : Pembangunan APSLC Universitas Gadjah Mada
2. Alamat proyek : Jl. Sekip Utara, Senolowo, Sinduadi, Kec. Melati, Kab. Sleman
3. Pemberi Tugas : Universitas Gadjah Mada
4. Konsultan MK : Oriental Consultants Global Co., Ltd.  
Azusa Sekkei Co., Ltd.  
PT. Cakra Manggilingan Jaya  
PT. Bitar Enarcon Engineering  
PT. Oriental Consultants Indonesia
5. Nilai Kontrak : Rp. 59.053.583.750.-
6. Jumlah lantai : 8 Lantai
7. No. Kontrak : 06.001/XI/PPK-PIU/UGM/2019

Proyek Gedung ini dibangun pada tanah seluas 8817,23 m<sup>2</sup>, dengan konstruksi bagian bawah berupa *bored pile* dan beton bertulang untuk konstruksi bagian atas dengan penutup atap baja.

#### **5.2 Data Penelitian Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM**

Metode penjadwalan sangat penting dilakukan agar pekerjaan yang telah direncanakan dapat mencapai target dengan hasil yang optimum. Untuk mengetahui

penjadwalan proyek pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM, maka dilakukan wawancara dan pembukaan dokumen dengan pihak pengelola yaitu PT. PP. Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh informasi bahwa penjadwalan yang digunakan oleh PT. PP yaitu metode penjadwalan *Bar Chart* (Kurva S) yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Setelah diperoleh data *Bar Chart* kemudian data diolah kembali bersama pihak proyek seperti yang didapatkan pada Tabel 5.1 dibawah ini.

**Tabel 5.1 Daftar Kegiatan Pembangunan Gedung APSLC UGM**

<b>ITEM PEKERJAAN</b>	<b>DURASI (hari)</b>
<b>Foundation</b>	
Tahap 1	10
Tahap 2	12
Tahap 3	9
<b>Excavation and Collection Work</b>	
Tahap 1	7
Tahap 2	12
Tahap 3	10
<b>Concrete Works (Sub Structure)</b>	
Zone 3	7
Zone 2	12
Zone 1	9
<b>Concrete Works (Upper Structure)</b>	
<b>Lantai 1</b>	
Zone 3	7
Zone 2	13
Zone 1	11
<b>Lantai 2</b>	
Zone 3	6
Zone 2	14
Zone 1	12
<b>Lantai 3</b>	
Zone 3	7
Zone 2	13
Zone 1	11
<b>Lantai 4</b>	
Zone 3	6
Zone 2	14
Zone 1	11

**Lanjutan Tabel 5.1 Daftar Kegiatan Pembangunan Gedung APSLC UGM**

<b>ITEM PEKERJAAN</b>	<b>DURASI (hari)</b>
<b>Lantai 5</b>	
Zone 3	7
Zone 2	14
Zone 1	11
<b>Lantai 6</b>	
Zone 3	7
Zone 2	13
Zone 1	12
<b>Lantai 7</b>	
Zone 3	6
Zone 2	13
Zone 1	10
<b>Lantai 8</b>	
Zone 3	7
Zone 2	13
Zone 1	11
<b>Atap</b>	
Zone 3	7
Zone 2	14
Zone 1	10
<b>Work Roof Truss And Cover</b>	
Zone 3	22
Zone 2	23
Zone 1	20

Melalui tabel diatas, dapat dilihat durasi penyelesaian proyek pembangunan Gedung APSLC UGM adalah 182 hari. Metode pembangunan proyek Gedung APSLC UGM dilakukan dengan cara bertahap, yaitu membagi luasan menjadi 3 bagian atau 3 zone. Pembagian zona dapat dilihat pada Lampiran 2. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari beberapa narasumber dapat diambil kesimpulan alasan digunakannya metode zona:

1. Hal ini dilakukan karna luasan pengerjaan pengecoran dirasa terlalu besar, yaitu sekitar 250 - 500 m<sup>3</sup> untuk tiap zone, yang mana apabila pengecoran dilakukan serentak pada setiap lantai, pengecoran tidak efektif dan efisien.

2. Keterbatasan *batching plant* yang tidak mampu menghasilkan volume beton terlalu besar, karena pada proyek ini, 1 vendor *batching plant* harus memproduksi beton untuk 4 proyek gedung sekaligus.
3. Juga pemanfaatan tenaga kerja agar lebih efektif dan efisien dengan sistim rolling. Contoh dari sistim rolling disini yaitu apabila tenaga bekisting sudah selesai mengerjakan pada zona 1 dilanjutkan dengan mengerjakan pada zona 2 yang mana zona 1 dilanjutkan oleh tenaga pengecoran begitu seterusnya sehingga tidak ada tenaga yang tidak bekerja.
4. Optimalisasi kebutuhan dan mobilitas alat.

Kemudian untuk pekerjaan struktur tiap zona meliputi pekerjaan pembesian, pemasangan perancah, pemasangan bekisting, dan pengecoran untuk kolom, balok, pelat, shear wall, tangga, serta lift. Pada beberapa pekerjaan dalam pelaksanaannya tidak dapat dibagi berdasarkan zona yang telah ditentukan, karena dalam pengerjaannya lebih didasarkan pada jumlah titik atau volume pekerjaan yang telah dilaksanakan, seperti pekerjaan pondasi dan galian.

### **5.3 Pengolahan Data**

Setelah didapatkan data melalui wawancara dan pembukaan dokumen dengan pihak pengelola yaitu PT. PP maka dilakukan pengolahan data seperti dibawah ini.

#### **5.3.1 Metode CPM**

Langkah awal dalam pengolahan data dengan metode ini adalah membuat diagram jaringan atau *Network Diagram*. Diagram jaringan dapat mempresentasikan kegiatan, durasi tiap kegiatan, urutan kegiatan, serta keterkaitan antar kegiatan sehingga dapat dengan mudah diketahui kegiatan apa saja yang terletak pada jalur kritis. Adapun hubungan antar pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.2 dibawah ini.

**Tabel 5.2 Urutan Kegiatan Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM**

<b>KODE</b>	<b>ITEM PEKERJAAN</b>	<b>PREDESESSOR</b>	<b>DURASI (hari)</b>
	<b>Foundation</b>		
A	Tahap 1	-	10
B	Tahap 2	A	12
C	Tahap 3	B	9
	<b>Excavation and Collection Work</b>		
D	Tahap 1	A	7
E	Tahap 2	B, D	12
F	Tahap 3	C, E	10
	<b>Concrete Works (Sub Structure)</b>		
G	Zone 3	D, B	7
H	Zone 2	G	12
I	Zone 1	C, E, H	9
	<b>Concrete Works (Upper Structure)</b>		
	<b>Lantai 1</b>		
J	Zone 3	G	7
K	Zone 2	H	13
L	Zone 1	F, I	11
	<b>Lantai 2</b>		
M	Zone 3	J	6
N	Zone 2	K	14
O	Zone 1	L	12
	<b>Lantai 3</b>		
P	Zone 3	M	7
Q	Zone 2	N	13
R	Zone 1	O	11
	<b>Lantai 4</b>		
S	Zone 3	P	6
T	Zone 2	Q	14
U	Zone 1	R	11
	<b>Lantai 5</b>		
V	Zone 3	S	7
W	Zone 2	T	14
X	Zone 1	U	11
	<b>Lantai 6</b>		
Y	Zone 3	V	7
Z	Zone 2	W	13
AA	Zone 1	X	12

**Lanjutan Tabel 5.2 Urutan Kegiatan Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM**

NO	ITEM PEKERJAAN	PREDESESSOR	DURASI (hari)
	<b>Lantai 7</b>		
AB	Zone 3	Y	6
AC	Zone 2	Z	13
AD	Zone 1	AA	10
	<b>Lantai 8</b>		
AE	Zone 3	AB	7
AF	Zone 2	AC	13
AG	Zone 1	AD	11
	<b>Atap</b>		
AH	Zone 3	AE	7
AI	Zone 2	AF	14
AJ	Zone 1	AG	10
	<b>Work Roof Truss And Cover</b>		
AK	Zone 3	AH	22
AL	Zone 2	AI	23
AM	Zone 1	AJ	20

Dari data yang didapatkan, durasi total proyek pembangunan Gedung APSLC UGM adalah 182 hari dengan menggunakan metode *Bar Chart*. Dimulai dari pekerjaan pondasi sampai selesai pekerjaan atap. Pada proyek ini pengelola mengategorikan macam macam pekerjaan menjadi 5 pekerjaan utama yaitu *Foundation, Excavation and Collection Work, Concrete Works (Sub Structure), Concrete Works (Upper Structure), dan Work Roof Trust and Cover*

Pekerjaan *Foundation* atau yang dalam Bahasa Indonesianya pekerjaan pondasi, merupakan pekerjaan awal yang dilakukan untuk memasang pondasi suatu struktur bangunan. Dalam proyek ini pondasi yang digunakan merupakan pondasi *bored pile*. Dengan pertimbangan karena lokasi proyek terletak dikawasan yang sudah padat penduduk sehingga tidak memungkinkan apabila digunakan pondasi tiang pancang. Pekerjaan pondasi meliputi pekerjaan pengeboran, pemasangan casing, pembersian, dan pengecoran.

Pekerjaan selanjutnya adalah *Excavation and Collection Work* atau pekerjaan galian dan pengumpulan. Pekerjaan ini dilakukan untuk menggali daerah yang akan digunakan untuk pemasangan *pile cap* serta mengumpulkan tanah hasil galian

di tempat tertentu dan juga pekerjaan bobokan bored pile sisa dari pekerjaan sebelumnya.

Pekerjaan ketiga yaitu *Concrete Works (Sub Structure)* sesuai dengan artinya yaitu pekerjaan pembetonan struktur bawah. Pekerjaan ini meliputi pembuatan *pile cap* dan *tie beam*. Yang dimulai dari pemasangan bekisting, pembesian, sampai pengecoran. Pada proyek ini, terdapat beberapa jenis bentuk pile cap yang disesuaikan dengan jumlah pondasi *bored pile* penopangnya. Dimulai pada pekerjaan ini, pengerjaan dibagi menjadi 3 zone sesuai dengan luasan yang telah ditentukan.

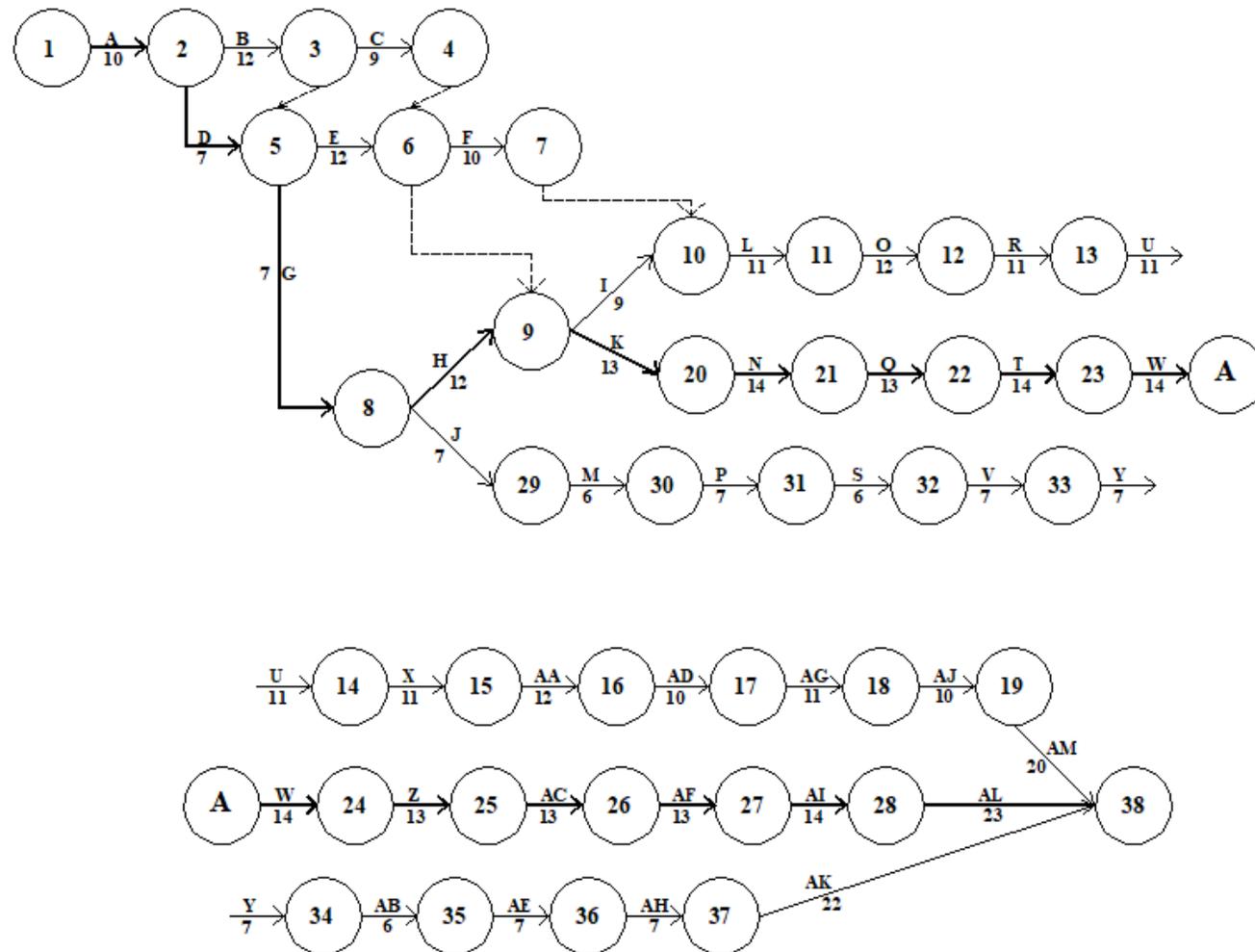
Kemudian pekerjaan pembetonan struktur atas (*Concrete Works (Upper Structure)*). Pekerjaan tersebut meliputi pemasangan bekisting, pembesian, dan pengecoran baik kolom, balok, plat lantai, tangga, dan *sheer wall*. Pada proyek yang ditinjau pada penelitian ini, pengerjaan *sheer wall* merupakan pekerjaan yang paling rumit dibanding pekerjaan yang lain. Karena pada proyek ini tulangan sheer wall yang digunakan dapat dikatakan sangat rapat sehingga cukup sulit untuk dikerjakan.

Pekerjaan terakhir yaitu *Work Roof Truss and Cover* atau pekerjaan pemasangan atap baja dan penutupnya. Pekerjaan ini meliputi perakitan rangka atap baja, pemasangan rangka baja, baik baja berat maupun ringan dan pemasangan penutup atap. Pada proyek ini, pekerjaan ini merupakan pekerjaan yang cukup memakan waktu karena keterbatasan tenaga kerja, tidak banyak tenaga kerja yang dapat memasang penutup atap.

Pada proyek yang ditinjau dalam penelitian ini, metode penjadwalan yang digunakan yaitu *Bar Chart*. Penyajian informasi pada *Bar Chart* agak terbatas, misalnya tidak dapat menunjukkan urutan kegiatan dan hubungan ketergantungan antar kegiatan. Apabila terjadi keterlambatan pada suatu pekerjaan, identifikasi akibat keterlambatan tersebut sukar dilakukan. Oleh karena itu perlu adanya diagram jaringan untuk mengetahui hubungan antar pekerjaan sehingga apabila terjadi keterlambatan, dapat diketahui dampak yang terjadi dan apa yang harus dilakukan.

Diagram jaringan merupakan jaringan kerja yang berisi lintasan kegiatan dan urutan kegiatan yang akan dilakukan selama proyek diselenggarakan. Dengan diagram jaringan dapat diketahui lintasan kegiatan mana yang termasuk dalam lintasan kritis. Berdasarkan Tabel 5.2, peneliti menggambarkan jaringan kerja proyek pembangunan Gedung APSLC UGM seperti dibawah ini.





Gambar 5.1 Diagram Jaringan Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM

Berdasarkan diagram jaringan diatas, dapat diketahui bahwa untuk pekerjaan pondasi tahap 2 (B) dan pekerjaan pondasi tahap 3 (C) dilaksanakan setelah pekerjaan pondasi tahap 1 selesai, selanjutnya pekerjaan D dapat dikerjakan setelah pekerjaan A selesai dilaksanakan, sehingga pekerjaan D dilaksanakan bersamaan ketika pekerjaan B sedang dilakukan. Untuk pekerjaan E yaitu galian tahap 2 dilaksanakan ketika pekerjaan D dan B (pondasi tahap 2) selesai dilakukan karena mengingat pekerjaan galian pada tahap 2 tidak dapat dimulai ketika pekerjaan pondasi tahap 2 belum selesai. Hal tersebut juga berlaku untuk pekerjaan F, H, dan I.

Untuk pekerjaan H yaitu pekerjaan struktur *Pile Cap* zona 2, dapat dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan J (pekerjaan *pile cap* zona 3) hal ini bertujuan agar pekerjaan struktur dapat lebih efektif dan efisien, karena semua tenaga kerja dapat dialokasikan sebaik mungkin. Begitupun untuk pekerjaan di lantai yang lain, pekerjaan pada lantai (n) pada zona 3 dapat dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan pada lantai di atasnya (n+1) zona 2, kemudian untuk pekerjaan pada lantai (n+1) pada zona 1 dapat dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan pada lantai di atasnya (n+2) zona 3. Begitu seterusnya sampai pekerjaan terakhir, sehingga pelaksanaan pekerjaan dengan metode zona dapat menjadi alternatif agar lebih efektif dan efisien.

Dapat dilihat pada Gambar 5.1 terlihat beberapa peristiwa memiliki kegiatan semu atau yang biasa disebut kegiatan *dummy*. Kegiatan *dummy* merupakan kegiatan yang tidak memiliki durasi, kegiatan tersebut pada pelaksanaannya tetap ada tetapi bukan merupakan kegiatan inti. Contoh dari kegiatan *dummy* seperti pembongkaran dan pemindahan bekisting pada kolom. Kegiatan tersebut tetap ada dan dilakukan tetapi bukan merupakan kegiatan inti. Contoh dari kegiatan inti berupa pembesian, pengecoran dan pemasangan bekisting. Biasanya kegiatan *dummy* tidak membutuhkan waktu yang lama hanya kurang lebih 1 hari pelaksanaan.

Pada diagram jaringan kerja diatas terdapat beberapa jalur kegiatan aktivitas yang dilakukan yaitu:

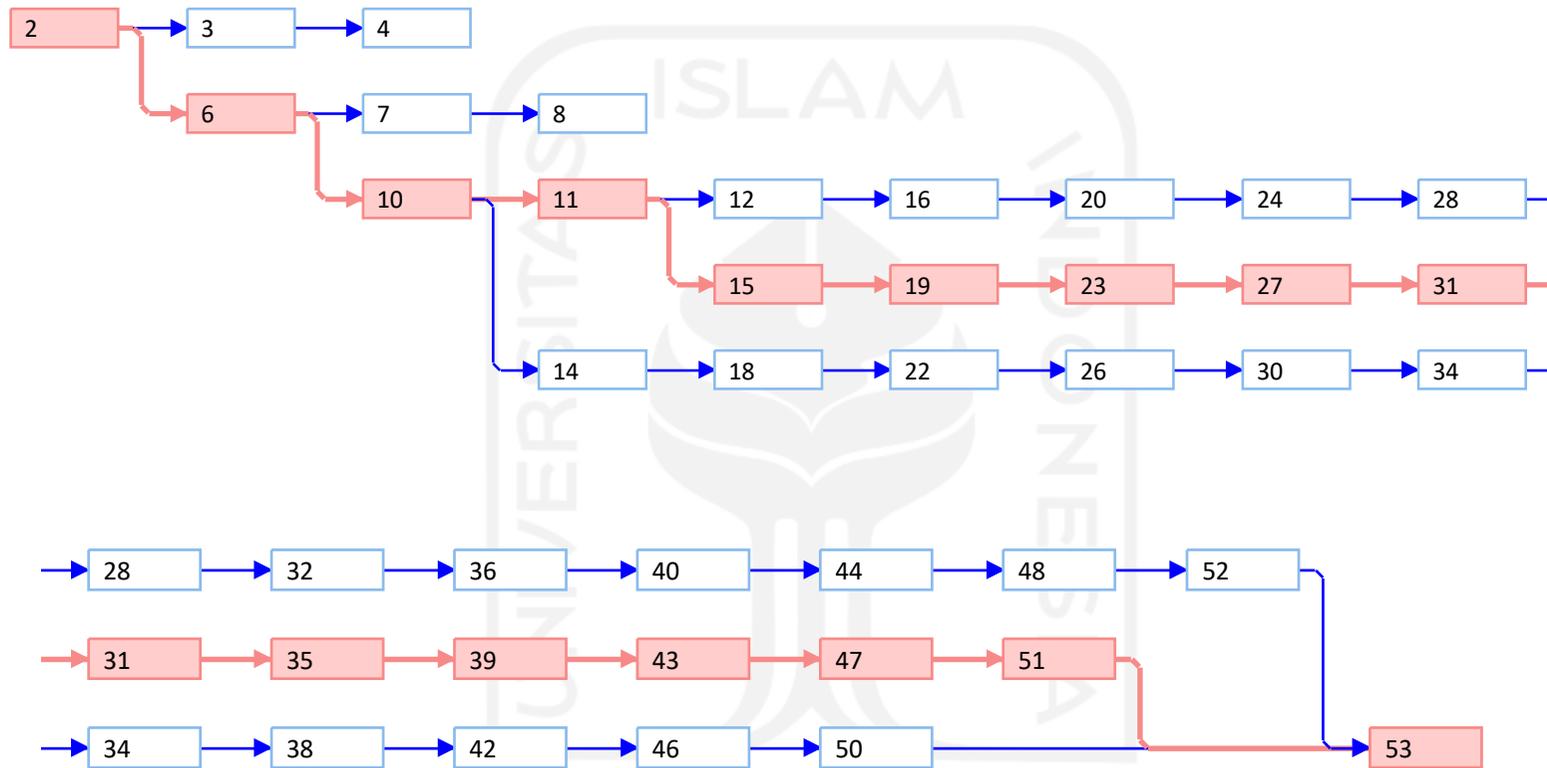
1. A – D – G – H – K – N – Q – T – W – Z – AC – AF – AI – AL

$$(10 + 7 + 7 + 12 + 13 + 14 + 14 + 12 + 13 + 14 + 14 + 13 + 13 + 13 + 14 + 23) = 180 \text{ hari}$$

2. A – D – G – H – I – L – O – R – U – X – AA – AD – AG – AJ – AM  
 $(10 + 7 + 7 + 12 + 9 + 11 + 12 + 11 + 11 + 11 + 12 + 10 + 11 + 10 + 20) = 164 \text{ hari}$

3. A – D – G – J – M – P – S – V – Y – AB – AE – AH – AK  
 $(10 + 7 + 7 + 7 + 6 + 7 + 6 + 7 + 7 + 6 + 7 + 7 + 22) = 106 \text{ hari}$

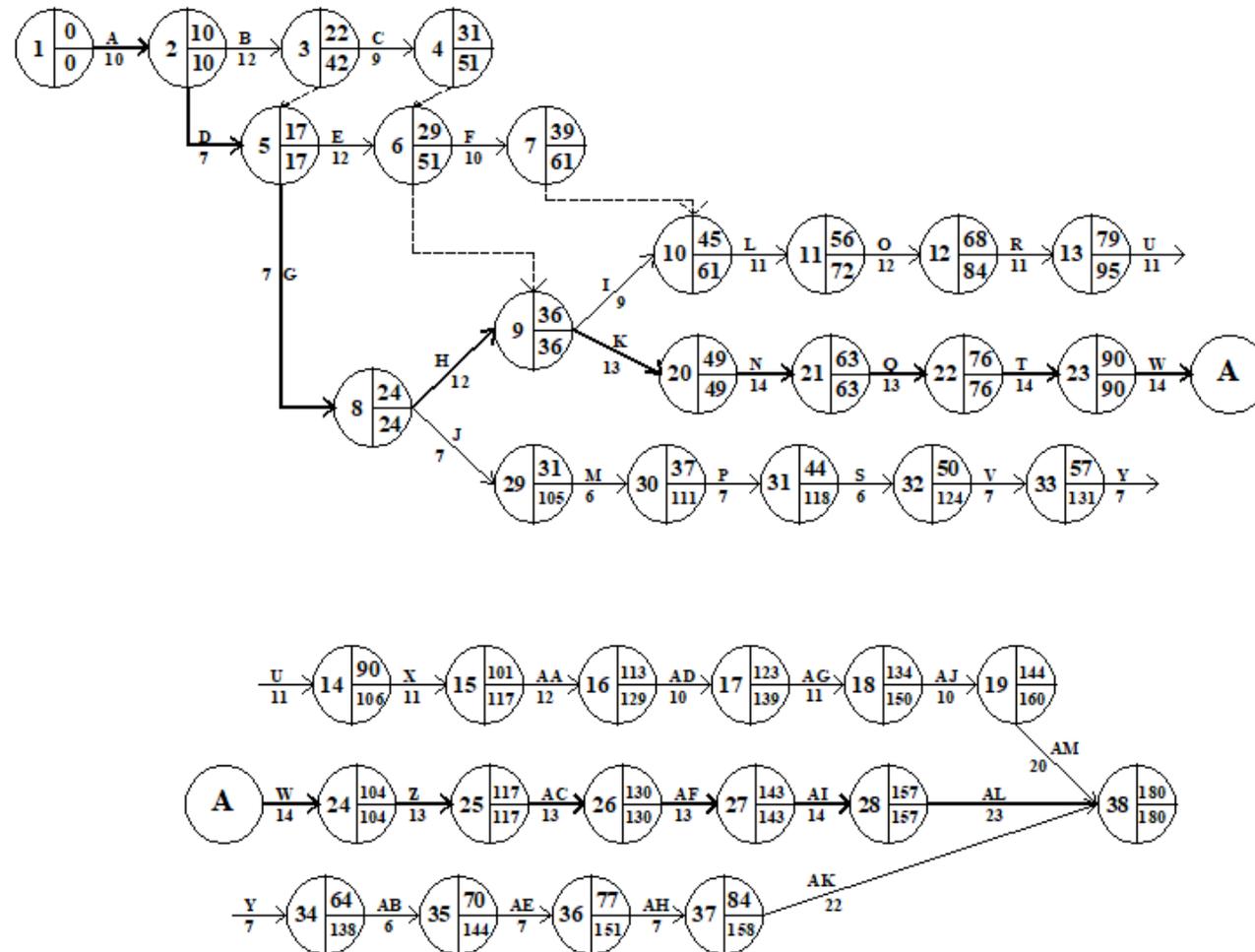
Dalam proyek pembangunan Gedung APSLC UGM, jalur kritis nya adalah A – D – G – H – K – N – Q – T – W – Z – AC – AF – AI – AL (panah tebal) dengan durasi penyelesaian proyek paling lama yaitu 180 hari. Yang artinya lebih cepat 2 hari dibandingkan jadwal rencana proyek. Dibawah ini merupakan jaringan kerja yang dihasilkan dengan bantuan aplikasi Ms. Project. Diagram jaringan kerja CPM dari proyek pembangunan Gedung APSLC UGM ditunjukkan oleh Gambar 5.2. Kotak dan panah berwarna merah menunjukkan aktivitas kritis dalam suatu proyek.



**Gambar 5.2 Diagram Jaringan Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM Dengan Ms. Project 2019**

Aktivitas yang dilalui oleh lintasan kritis adalah pekerjaan pondasi tahap 1, pekerjaan galian dan timbunan tahap 1, pekerjaan pengecoran struktur atas tahap 1, pekerjaan pengecoran struktur bawah dimulai dari lantai 1 zona 1 dan 2, lantai 2 sampai lantai atap zona 2, dan pekerjaan atap baja zona 2. Aktivitas – aktivitas tersebut termasuk dalam lintasan kritis dan tidak memiliki slack atau waktu longgar. Untuk mengetahui pekerjaan yang memiliki waktu longgar maupun tidak, dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini. Langkah awal dalam menentukan waktu longgar, diawali dengan perhitungan maju dan perhitungan mundur. Setelah dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur di dapatkan hasil diagram jaringan berikut ini.





Gambar 5.3 Perhitungan Maju dan Mundur Pada Proyek Pembangunan Gedung APSLC Fakultas Farmasi UGM

Setelah dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur, dilakukan perhitungan seperti dibawah ini untuk lebih memastikan dan mengetahui berapa lama waktu tenggang (*float*) untuk tiap kegiatan. Sebagai salah satu cara untuk mengetahui kegiatan mana yang terlibat dalam lintasan kritis.

1. Perhitungan ES

- a. ES Pekerjaan A =  $EET_1$   
= 0
- b. ES Pekerjaan B =  $EET_2$   
=  $0 + 10 = 10$
- c. ES Pekerjaan C =  $EET_3$   
=  $10 + 12 = 22$
- d. ES Pekerjaan D =  $EET_4$   
=  $0 + 10 = 10$
- e. ES Pekerjaan E =  $EET_5$   
=  $10 + 7 = 17$  dan seterusnya

2. Perhitungan LS

- a. LS Pekerjaan AE =  $LF_{31-30} - dAE$   
=  $151 - 7 = 144$
- b. LS Pekerjaan AD =  $LF_{30-15} - dAD$   
=  $139 - 10 = 129$
- c. LS Pekerjaan AC =  $LF_{30-22} - dAC$   
=  $130 - 13 = 117$
- d. LS Pekerjaan AB =  $LF_{30-29} - dAB$   
=  $144 - 6 = 138$
- e. LS Pekerjaan AA =  $LF_{15-14} - dAA$   
=  $129 - 12 = 117$  dan seterusnya

3. Perhitungan EF

- a. EF Pekerjaan A =  $ES_{1-2} + dA$   
=  $0 + 10 = 10$
- b. EF Pekerjaan B =  $ES_{2-3} + dB$   
=  $10 + 12 = 22$

$$\begin{aligned}
 \text{c. EF Pekerjaan C} &= ES_{3-4} + dC \\
 &= 22 + 9 = 31 \\
 \text{d. EF Pekerjaan D} &= ES_{4-5} + dD \\
 &= 10 + 7 = 17 \\
 \text{e. EF Pekerjaan E} &= ES_{5-6} + dE \\
 &= 17 + 12 = 29 \text{ dan seterusnya}
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan LF

$$\begin{aligned}
 \text{a. LF Pekerjaan AE} &= LET_{36} \\
 &= 158 - 7 = 151 \\
 \text{b. LF Pekerjaan AD} &= LET_{35} \\
 &= 150 - 11 = 139 \\
 \text{c. LF Pekerjaan AC} &= LET_{30-15} \\
 &= 143 - 13 = 130 \\
 \text{d. LF Pekerjaan AB} &= LET_{30-22} \\
 &= 151 - 7 = 144 \\
 \text{e. LF Pekerjaan AA} &= LET_{30-29} \\
 &= 129 - 12 = 117
 \end{aligned}$$

5. Perhitungan TF

$$\begin{aligned}
 \text{a. TF Pekerjaan A} &= LET_2 - EET_1 - D_A \\
 &= 10 - 0 - 10 \\
 &= 0 \\
 \text{b. TF Pekerjaan B} &= LET_3 - EET_2 - D_B \\
 &= 52 - 10 - 12 \\
 &= 30 \\
 \text{c. TF Pekerjaan C} &= LET_4 - EET_3 - D_C \\
 &= 61 - 22 - 9 \\
 &= 30 \\
 \text{d. TF Pekerjaan D} &= LET_5 - EET_4 - D_D \\
 &= 17 - 10 - 7 \\
 &= 0 \\
 \text{e. TF Pekerjaan E} &= LET_6 - EET_5 - D_E
 \end{aligned}$$

$$= 51 - 17 - 12$$

= 22 dan seterusnya

Untuk hasil perhitungan pekerjaan selanjutnya hingga pekerjaan akhir dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



Tabel 5.3 Hasil Perhitungan CPM Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM

KODE	ITEM PEKERJAAN	PREDESESSOR	DURASI (hari)	ES	LS	EF	LF	TF	Ket
	<b>Foundation</b>								
A	Tahap 1	-	10	0	0	10	10	0	Kritis
B	Tahap 2	A	12	10	10	22	52	30	-
C	Tahap 3	B	9	22	52	31	61	30	-
	<b>Excavation and Collection Work</b>								
D	Tahap 1	A	7	10	10	17	17	0	Kritis
E	Tahap 2	B, D	12	17	17	29	51	22	-
F	Tahap 3	C, E	10	29	51	39	61	22	-
	<b>Concrete Works (Sub Structure)</b>								
G	Zone 3	D, B	7	17	17	24	24	0	Kritis
H	Zone 2	G	12	24	24	36	36	0	-
I	Zone 1	C, E, H	9	36	36	45	61	16	-
	<b>Concrete Works (Upper Structure)</b>								
	<b>Lantai 1</b>								
J	Zone 3	G	7	24	24	31	105	74	-
K	Zone 2	H	13	36	36	49	49	0	Kritis
L	Zone 1	F, I	11	45	61	56	72	16	-
	<b>Lantai 2</b>								
M	Zone 3	J	6	31	105	37	111	74	-
N	Zone 2	K	14	49	49	63	63	0	Kritis
O	Zone 1	L	12	56	72	68	84	16	-

Lanjutan Tabel 5.3 Hasil Perhitungan CPM Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM

KODE	ITEM PEKERJAAN	PREDESESSOR	DURASI (hari)	ES	LS	EF	LF	TF	Ket
	<b>Lantai 3</b>								
P	Zone 3	M	7	37	111	44	118	74	-
Q	Zone 2	N	13	63	63	76	76	0	Kritis
R	Zone 1	O	11	68	84	79	95	16	-
	<b>Lantai 4</b>								
S	Zone 3	P	6	44	118	50	124	74	-
T	Zone 2	Q	14	76	76	90	90	0	Kritis
U	Zone 1	R	11	79	95	90	106	16	-
	<b>Lantai 5</b>								
V	Zone 3	S	7	50	124	57	131	74	-
W	Zone 2	T	14	90	90	104	104	0	Kritis
X	Zone 1	U	11	90	106	101	117	16	-
	<b>Lantai 6</b>								
Y	Zone 3	V	7	57	131	64	138	74	-
Z	Zone 2	W	13	104	104	117	117	0	Kritis
AA	Zone 1	X	12	101	117	113	129	16	-
	<b>Lantai 7</b>								
AB	Zone 3	Y	6	64	138	70	144	74	-
AC	Zone 2	Z	13	117	117	130	130	0	Kritis
AD	Zone 1	AA	10	113	129	123	139	16	-

Lanjutan Tabel 5.3 Hasil Perhitungan CPM Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM

KODE	ITEM PEKERJAAN	PREDECESSOR	DURASI (hari)	ES	LS	EF	LF	TF	Ket
	<b>Lantai 8</b>								
AE	Zone 3	AB	7	70	144	77	151	74	-
AF	Zone 2	AC	13	130	130	143	143	0	Kritis
AG	Zone 1	AD	11	123	139	134	150	16	-
	<b>Atap</b>								
AH	Zone 3	AE	7	77	151	84	158	74	-
AI	Zone 2	AF	14	143	143	157	157	0	Kritis
AJ	Zone 1	AG	10	134	150	144	160	16	-
	<b>Work Roof Truss And Cover</b>								
AK	Zone 3	AH	22	84	158	106	180	74	-
AL	Zone 2	AI	23	157	157	180	180	0	Kritis
AM	Zone 1	AJ	20	144	160	164	180	16	-

Melalui perhitungan pada Tabel 5.3, maka diketahui lintasan kritis berada pada aktivitas A – D – G – H – K – N – Q – T – W – Z – AC – AF – AI – AL karena aktivitas – aktivitas tersebut tidak memiliki waktu longgar atau  $TF = 0$ .

Sementara itu, pekerjaan lain seperti pekerjaan B, C, E, F, I, J, L, M, O, P, R, S, U, V, X, Y, AA, AB, AD, AE, AG, AH, AJ, dan AK, tidak termasuk ke dalam lintasan kritis. Pekerjaan – pekerjaan tersebut tidak termasuk ke dalam lintasan kritis karena dalam perhitungannya memiliki waktu longgar.

Pada pekerjaan A, yaitu pekerjaan pondasi tahap 1 terdapat waktu longgar. Waktu longgar pada pekerjaan tersebut diperoleh dengan menghitung selisih dari *Earliest Even Time* node 1, *Latest Even Time* node 2, dan durasi pekerjaan A itu sendiri yaitu  $10 - 0 - 10 = 0$  hari. Karena tidak memiliki waktu longgar, maka pekerjaan A termasuk ke dalam lintasan kritis.

Selanjutnya pada pekerjaan B, yaitu pondasi tahap 2 tidak terdapat waktu longgar. Waktu longgar pada pekerjaan tersebut diperoleh dengan menghitung selisih dari *Earliest Even Time* node 2, *Latest Even Time* node 3, dan durasi pekerjaan B yaitu  $52 - 12 - 10 = 30$  hari. Karena memiliki waktu longgar, maka pekerjaan B tidak termasuk ke dalam lintasan kritis.

Kemudian pekerjaan selanjutnya pekerjaan C, adalah pekerjaan pondasi tahap 3, tidak terdapat waktu longgar. Waktu longgar pada pekerjaan tersebut diperoleh dengan menghitung selisih dari *Earliest Even Time* node 3, *Latest Even Time* node 4, dan durasi pekerjaan C yaitu  $61 - 22 - 9 = 30$  hari. Karena memiliki waktu longgar, maka pekerjaan C juga tidak termasuk ke dalam lintasan kritis.

Untuk pekerjaan D adalah pekerjaan galian pile cap tahap 1, memiliki waktu longgar yaitu  $17 - 10 - 7 = 0$  hari. Berdasarkan jumlah waktu longgar tersebut pekerjaan D termasuk kedalam lintasan kritis. Dilanjutkan dengan pekerjaan E yaitu pekerjaan galian pile cap tahap 2, yang memiliki waktu longgar sebesar  $51 - 17 - 12 = 22$  hari. Pekerjaan ini tidak termasuk kedalam lintasan kritis karena memiliki waktu longgar sebesar 22 hari.

Pekerjaan berikutnya yaitu pekerjaan F, pekerjaan galian pile cap tahap 3, lantai 1 zona 3. Jumlah waktu longgar pekerjaan F adalah  $61 - 29 - 10 = 22$  hari. Dapat diartikan bahwa pekerjaan F tidak termasuk kedalam lintasan kritis.

Kemudian pekerjaan G, yaitu pekerjaan struktur bawah meliputi pengecoran pile cap pada zona 3 yang memiliki waktu longgar sebesar  $24 - 17 - 7 = 0$  hari. Jumlah waktu longgar pada pekerjaan ini sama dengan nol, sehingga pekerjaan ini termasuk pekerjaan dalam lintasa kritis.

Selanjutnya pekerjaan H, pekerjaan pekerjaan struktur bawah pada zona 2 yang memiliki waktu longgar sebesar  $36 - 24 - 12 = 0$  hari. Pekerjaan H termasuk kedalam lintasan kritis karena memiliki waktu longgar 0 hari. Pekerjaan berikutnya yaitu pekerjaan I, pekerjaan struktur bawah pada zona 1 memiliki waktu longgar sebesar  $61 - 36 - 9 = 16$  hari. Pekerjaan I tidak termasuk kedalam pekerjaan dalam lintasan kritis karena memiliki waktu longgar 16 hari.

Kemudian pekerjaan J adalah pekerjaan lantai 1 pada zona 3. Memiliki waktu longgar sebesar  $105 - 24 - 7 = 74$  hari. berdasarkan jumlah waktu longgar tersebut maka pekerjaan J tidak termasuk pekerjaan dalam lintasan kritis. Selanjutnya adalah pekerjaan K. Jumlah waktu longgar pada pekerjaan ini adalah  $49 - 36 - 13 = 0$  hari. Sehingga pekerjaan K termasuk pekerjaan dalam lintasan kritis karena waktu longgar sama dengan nol.

Pekerjaan terakhir yaitu pekerjaan AM. Pekerjaan tersebut meliputi pekerjaan pemasangan dan perakitan atap baja pada zona 1 yang memiliki waktu longgar sebesar  $180 - 144 - 20 = 16$  hari. Berdasarkan hasil tersebut, pekerjaan AM tidak termasuk kedalam lintasan jalur kritis karena memiliki waktu longgar.

Maka, terdapat 14 pekerjaan yang termasuk kedalam lintasan kritis yaitu pekerjaan pondasi tahap 1, pekerjaan galian dan timbunan tahap 1, pekerjaan struktur bawah zona 2 dan 3, pekerjaan struktur atas lantai 1 zona 2, pekerjaan struktur atas lantai 2 zona 2, pekerjaan struktur atas lantai 3 zona 2, pekerjaan struktur atas lantai 4 zona 2, pekerjaan struktur atas lantai 5 zona 2, pekerjaan struktur atas lantai 6 zona 2, pekerjaan struktur atas lantai 7 zona 2, pekerjaan struktur atas lantai 8 zona 2, pekerjaan struktur atas lantai atap zona 2, dan pekerjaan pemasangan atap baja zona 2.

Sementara, terdapat 25 pekerjaan yang tidak termasuk kedalam lintasan kritis. sehingga pekerjaan tersebut masih dapat ditunda untuk beberapa waktu.

### 5.3.2 Metode PERT

Dalam menentukan estimasi waktu pelaksanaan, dilakukan wawancara terhadap beberapa tenaga ahli (*estimator*) dalam proyek pembangunan ini. Sehingga dapat diperoleh estimasi waktu yang rasional dan dapat dipertanggung jawabkan. Penentuan estimasi waktu juga harus mempertimbangkan berbagai faktor yang sulit dipastikan, banyak ketidakmungkinan yang terjadi sehingga digunakan metode ini untuk menentukan waktu pelaksanaan.

Perhitungan metode PERT menggunakan 3 perkiraan waktu yaitu waktu paling optimis (a), waktu paling pesimis (b), dan waktu paling memungkinkan (m). Menurut narasumber, waktu paling optimis pada proyek ini diperoleh ketika pelaksanaan pekerjaan dilakukan dengan sedikit percepatan, seperti penambahan alat, tenaga kerja, inovasi metode pelaksanaan, pembeian dengan sistem *pre-cast*, serta cuaca yang sangat mendukung. Untuk waktu paling memungkinkan diperoleh apabila pelaksanaan pekerjaan berjalan normal seperti pada umumnya tanpa hambatan.

Pada proyek ini waktu paling memungkinkan sesuai dengan waktu yang direncanakan. Dan waktu paling pesimis pada proyek ini diperoleh ketika pekerjaan mengalami beberapa masalah sehingga dapat menunda waktunya pelaksanaan pekerjaan seperti:

1. Cuaca yang cukup esktrim, hujan secara terus menerus sehingga beberapa pekerjaan tidak dapat dilakukan atau terhenti seperti pekerjaan cor dan bekisting.
2. Kesulitan dalam mengatur waktu libur pekerja. Banyak pekerja yang mengambil cuti secara bersamaan sehingga proyek sempat mengalami kekurangan tenaga kerja.
3. Beberapa alat mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan service yang memakan waktu yang cukup lama 3 – 5 hari pengerjaan.
4. Kurangnya fabrikasi untuk balok

Berikut merupakan hasil wawancara estimasi waktu menurut beberapa *estimator*. Semua angka durasi yang diperoleh dalam satuan hari:

**Tabel 5.4 Estimasi Waktu Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM  
menurut Bapak Agus**

<b>KODE</b>	<b>ITEM PEKERJAAN</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>m</b>
A	<b>Foundation</b>	61	65	63
B	<b>Excavation and Collection Work</b>	50	58	56
C	<b>Concrete Works (Sub Structure)</b>	61	65	63
	<b>Concrete Works (Upper Structure)</b>			
	<b>Lantai 1</b>			
D	Zone 1	8	12	10
E	Zone 2	11	15	13
F	Zone 3	10	14	12
	<b>Lantai 2</b>			
G	Zone 1	8	12	10
H	Zone 2	11	15	13
I	Zone 3	10	14	12
	<b>Lantai 3</b>			
J	Zone 1	8	12	10
K	Zone 2	11	15	13
L	Zone 3	10	14	12
	<b>Lantai 4</b>			
M	Zone 1	8	12	10
N	Zone 2	11	15	13
O	Zone 3	10	14	12
	<b>Lantai 5</b>			
P	Zone 1	8	12	10
Q	Zone 2	11	15	13
R	Zone 3	10	14	12
	<b>Lantai 6</b>			
S	Zone 1	8	12	10
T	Zone 2	11	15	13
U	Zone 3	10	14	12
	<b>Lantai 7</b>			
V	Zone 1	8	12	10
W	Zone 2	11	15	13
X	Zone 3	10	14	12

**Lanjut Tabel 5.4 Estimasi Waktu Proyek Pembangunan Gedung APSLC  
UGM menurut Bapak Agus**

<b>KODE</b>	<b>ITEM PEKERJAAN</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>m</b>
	<b>Lantai 8</b>			
Y	Zone 1	8	12	10
Z	Zone 2	11	15	13
AA	Zone 3	10	14	12
	<b>Lantai Atap</b>			
AB	Zone 1	8	12	10
AC	Zone 2	11	15	13
AD	Zone 3	10	14	12
AE	<b>Work Roof Truss And Cover</b>	65	73	70

**Tabel 5.5 Estimasi Waktu Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM menurut Bapak Ahmad, Bapak Parwoto, Bapak Yamto, dan Bapak Hari**

KO DE	ITEM PEKERJAAN	a (hari)				b (hari)				m (hari)			
		B. Parwoto	B. Ahmad	B. Yamto	B. Hari	B. Parwoto	B. Ahmad	B. Yamto	B. Hari	B. Parwoto	B. Ahmad	B. Yamto	B. Hari
	<b>Foundation</b>												
A	Tahap 1	9	10	10	11	14	16	17	17	10	11	13	12
B	Tahap 2	12	12	12	12	15	15	15	14	12	12	13	13
C	Tahap 3	8	9	10	8	12	11	11	11	9	10	10	9
	<b>Excavation and Collection Work</b>												
D	Tahap 1	6	6	6	6	11	11	11	11	7	8	7	6
E	Tahap 2	11	12	11	13	14	14	13	15	12	12	12	14
F	Tahap 3	10	10	9	10	13	13	12	13	10	11	9	10
	<b>Concrete Works (Sub Structure)</b>												
G	Zone 3	7	7	6	6	12	11	10	10	7	7	8	7
H	Zone 2	11	11	12	13	17	14	16	17	12	14	13	14
I	Zone 1	9	9	10	9	12	13	14	10	9	9	10	9
	<b>Concrete Works (Upper Structure)</b>												
	<b>Lantai 1</b>												
J	Zone 3	6	6	7	6	9	10	11	8	7	7	7	6
K	Zone 2	11	11	12	11	16	15	16	16	13	12	13	12
L	Zone 1	11	10	12	10	13	13	15	12	11	11	12	10

Lanjutan Tabel 5.5 Estimasi Waktu Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM menurut Bapak Ahmad, Bapak Parwoto, Bapak Yamto, dan Bapak Hari

KODE	ITEM PEKERJAN	a (hari)				b (hari)				m (hari)			
		B. Parwoto	B. Ahmad	B. Yamto	B. Hari	B. Parwoto	B. Ahmad	B. Yamto	B. Hari	B. Parwoto	B. Ahmad	B. Yamto	B. Hari
	<b>Lantai 2</b>												
M	Zone 3	6	7	6	7	8	11	9	10	6	7	6	8
N	Zone 2	13	12	14	12	18	18	19	18	14	12	14	13
O	Zone 1	12	12	12	11	14	14	14	14	12	12	12	12
	<b>Lantai 3</b>												
P	Zone 3	6	6	6	6	9	9	10	9	7	6	6	8
Q	Zone 2	12	12	13	11	15	16	16	13	13	14	14	13
R	Zone 1	10	11	12	10	14	13	16	14	11	11	12	11
	<b>Lantai 4</b>												
S	Zone 3	6	7	7	8	8	8	10	9	6	7	7	8
T	Zone 2	13	11	13	12	18	16	18	16	14	12	14	14
U	Zone 1	8	9	10	11	13	12	12	13	11	10	10	11
	<b>Lantai 5</b>												
V	Zone 3	6	7	6	6	9	9	10	9	7	7	7	6
W	Zone 2	13	12	11	12	18	17	17	17	13	13	13	13
X	Zone 1	9	10	11	11	14	12	13	14	11	11	11	12
	<b>Lantai 6</b>												
Y	Zone 3	7	7	6	7	9	10	9	11	7	8	6	8
Z	Zone 2	12	12	12	13	18	18	16	18	13	13	14	14
AA	Zone 1	11	11	11	11	15	14	15	13	12	11	12	11

**Lanjutan Tabel 5.5 Estimasi Waktu Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM menurut Bapak Ahmad, Bapak Parwoto, Bapak Yamto, dan Bapak Hari**

KODE	ITEM PEKERJAAN	a (hari)				b (hari)				m (hari)			
		B. Parwoto	B. Ahmad	B. Yamto	B. Hari	B. Parwoto	B. Ahmad	B. Yamto	B. Hari	B. Parwoto	B. Ahmad	B. Yamto	B. Hari
	<b>Lantai 7</b>												
AB	Zone 3	6	6	6	6	8	8	11	10	6	7	8	8
AC	Zone 2	12	11	12	13	16	17	17	17	13	12	13	13
AD	Zone 1	9	10	10	11	12	14	12	14	10	12	10	11
	<b>Lantai 8</b>												
AE	Zone 3	6	6	6	6	8	10	9	8	7	7	7	7
AF	Zone 2	13	12	13	12	19	16	16	18	13	13	13	12
AG	Zone 1	10	10	10	13	14	14	13	17	11	11	11	13
	<b>Atap</b>												
AH	Zone 3	7	7	6	6	9	11	8	9	7	7	7	6
AI	Zone 2	14	13	11	12	18	17	17	17	14	14	12	14
AJ	Zone 1	10	10	10	10	12	12	12	12	10	10	10	10
	<b>Work Roof Truss And Cover</b>												
AK	Zone 3	21	21	22	21	25	24	25	24	22	22	22	22
AL	Zone 2	21	22	22	22	27	29	28	29	23	24	23	24
AM	Zone 1	20	20	20	21	23	24	24	25	20	20	20	21

Dari data hasil wawancara diatas dilakukan beberapa perhitungan rata – rata dengan mengambil nilai tengah dengan rumus sebagai berikut :

$$X = \frac{N}{n}$$

Dengan:

X = Nilai rata – rata

N = Jumlah total nilai

n = Banyaknya data

Contoh perhitungan seperti pada dibawah ini:

1. Perhitungan rata – rata nilai durasi optimis (a) pada pekerjaan lantai 1 zona 3 adalah sebagai berikut:

B. Agus = 8 hari

B. Parwoto = 6 hari

B. Ahmad = 6 hari

B. Yamto = 7 hari

B. Hari = 6 hari

maka,

$$X = \frac{N}{n}$$

$$X = \frac{33}{5} = 6,6 \text{ hari}$$

2. Perhitungan rata – rata nilai durasi optimis (b) pada pekerjaan lantai 1 zona 3 adalah sebagai berikut:

B. Agus = 12 hari

B. Parwoto = 9 hari

B. Ahmad = 10 hari

B. Yamto = 9 hari

B. Hari = 8 hari

maka,

$$X = \frac{N}{n}$$

$$X = \frac{48}{5} = 9,6 \text{ hari}$$

Untuk pekerjaan yang lain dilakukan dengan perhitungan yang sama, sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.6 berikut

**Tabel 5.6 Rekapitulasi Rata – Rata Estimasi Waktu Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM**

KODE	ITEM PEKERJAAN	Durasi (hari)		
		a	b	m
	<b>Foundation</b>			
A	Tahap 1	10	16	11.5
B	Tahap 2	12	14.75	12.5
C	Tahap 3	8.75	11.25	9.5
	<b>Excavation and Collection Work</b>			
D	Tahap 1	6	11	7
E	Tahap 2	11.75	14	12.5
F	Tahap 3	9.75	12.75	10
	<b>Concrete Works (Sub Structure)</b>			
G	Zone 3	6.5	10.75	7.25
H	Zone 2	11.75	16	13.25
I	Zone 1	9.25	12.25	9.25
	<b>Concrete Works (Upper Structure)</b>			
	<b>Lantai 1</b>			
J	Zone 3	6.6	10	7.4
K	Zone 2	11.2	15.6	12.6
L	Zone 1	10.6	13.4	11.2
	<b>Lantai 2</b>			
M	Zone 3	6.8	10	7.4
N	Zone 2	12.4	17.6	13.2
O	Zone 1	11.4	14	12
	<b>Lantai 3</b>			
P	Zone 3	6.4	9.8	7.4
Q	Zone 2	11.8	15	13.4
R	Zone 1	10.6	14.2	11.4
	<b>Lantai 4</b>			
S	Zone 3	7.2	9.4	7.6
T	Zone 2	12	16.6	13.4

**Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Rata – Rata Estimasi Waktu Proyek  
Pembangunan Gedung APSLC UGM**

KODE	ITEM PEKERJAAN	Durasi (hari)		
		a	b	m
U	Zone 1	9.6	12.8	10.8
	<b>Lantai 5</b>			
V	Zone 3	6.6	9.8	7.4
W	Zone 2	11.8	16.8	13
X	Zone 1	10.2	13.4	11.4
	<b>Lantai 6</b>			
Y	Zone 3	7	10.2	7.8
Z	Zone 2	12	17	13.4
AA	Zone 1	10.8	14.2	11.6
	<b>Lantai 7</b>			
AB	Zone 3	6.4	9.8	7.8
AC	Zone 2	11.8	16.4	12.8
AD	Zone 1	10	13.2	11
	<b>Lantai 8</b>			
AE	Zone 3	6.4	9.4	7.6
AF	Zone 2	12.2	16.8	12.8
AG	Zone 1	10.6	14.4	11.6
	<b>Atap</b>			
AH	Zone 3	6.8	9.8	7.4
AI	Zone 2	12.2	16.8	13.4
AJ	Zone 1	10	12.4	10.4
	<b>Work Roof Truss And Cover</b>			
AK	Zone 3	21.25	24.5	22
AL	Zone 2	21.75	28.25	23.5
AM	Zone 1	20.25	24	20.25

Setelah menentukan waktu pelaksanaan dengan 3 estimasi waktu diatas, dapat ditentukan kurun waktu yang diharapkan ( $T_e$ ) dan probabilitas keberhasilan penjadwalan proyek dengan rincian perhitungan seperti dibawah ini.

1. Menentukan waktu yang diharapkan ( $T_e$ )

$$\begin{aligned}
 T_e \text{ Pekerjaan A} &= \frac{a+4m+b}{6} \\
 &= \frac{10+4(11,5)+16}{6}
 \end{aligned}$$

$$= 12$$

$$\begin{aligned} \text{Te Pekerjaan B} &= \frac{a+4m+b}{6} \\ &= \frac{12+4(12,5)+14,75}{6} \end{aligned}$$

$$= 13$$

$$\begin{aligned} \text{Te Pekerjaan C} &= \frac{a+4m+b}{6} \\ &= \frac{8,75+4(9,5)+11,25}{6} \end{aligned}$$

$$= 10$$

$$\begin{aligned} \text{Te Pekerjaan D} &= \frac{a+4m+b}{6} \\ &= \frac{6+4(7)+10}{6} \end{aligned}$$

$$= 8$$

$$\begin{aligned} \text{Te Pekerjaan E} &= \frac{a+4m+b}{6} \\ &= \frac{11,75+4(10)+12,75}{6} \end{aligned}$$

$$= 13 \text{ dan seterusnya}$$

2. Menentukan Deviasi Standar (S)

$$\begin{aligned} \text{S Pekerjaan A} &= \frac{1}{6}(b - a) \\ &= \frac{1}{6}(16 - 10) \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{S Pekerjaan B} &= \frac{1}{6}(b - a) \\ &= \frac{1}{6}(14,75 - 12) \\ &= 0,4583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{S Pekerjaan C} &= \frac{1}{6}(b - a) \\ &= \frac{1}{6}(11,25 - 8,75) \\ &= 0,4166 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S \text{ Pekerjaan D} &= \frac{1}{6}(b - a) \\
 &= \frac{1}{6}(11 - 6) \\
 &= 0,8333
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S \text{ Pekerjaan E} &= \frac{1}{6}(b - a) \\
 &= \frac{1}{6}(14 - 11,75) \\
 &= 0,375 \text{ dan seterusnya}
 \end{aligned}$$

3. Menentukan Varians kegiatan proyek

$$\begin{aligned}
 V \text{ (te) Pekerjaan A} &= S^2 = \left[ \frac{b-a}{6} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{16-10}{6} \right]^2 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ (te) Pekerjaan B} &= S^2 = \left[ \frac{b-a}{6} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{14,75-12}{6} \right]^2 \\
 &= 0,2100
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ (te) Pekerjaan C} &= S^2 = \left[ \frac{b-a}{6} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{11,25-8,75}{6} \right]^2 \\
 &= 0,1736
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ (te) Pekerjaan D} &= S^2 = \left[ \frac{b-a}{6} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{11-6}{6} \right]^2 \\
 &= 0,69444
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ (te) Pekerjaan E} &= S^2 = \left[ \frac{b-a}{6} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{14-11,75}{6} \right]^2
 \end{aligned}$$

= 0,1406 dan seterusnya

Untuk hasil perhitungan pekerjaan lain dapat dilihat pada Tabel 5.7 dibawah ini.



Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Metode PERT Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM

KODE	ITEM PEKERJAAN	Durasi (hari)			Te	S	V
		a	b	m			
	<b>Foundation</b>						
A	Tahap 1	10	16	11.5	12	1	1
B	Tahap 2	12	14.75	12.5	13	0.458333	0.210069
C	Tahap 3	8.75	11.25	9.5	10	0.416667	0.173611
	<b>Excavation and Collection Work</b>						
D	Tahap 1	6	11	7	8	0.833333	0.694444
E	Tahap 2	11.75	14	12.5	13	0.375	0.140625
F	Tahap 3	9.75	12.75	10	11	0.5	0.25
	<b>Concrete Works (Sub Structure)</b>						
G	Zone 3	6.5	10.75	7.25	8	0.708333	0.501736
H	Zone 2	11.75	16	13.25	14	0.708333	0.501736
I	Zone 1	9.25	10.75	9.25	10	0.25	0.0625
	<b>Concrete Works (Upper Structure)</b>						
	<b>Lantai 1</b>						
J	Zone 3	6.6	9.6	7.4	8	0.5	0.25
K	Zone 2	11.2	15.6	12.6	13	0.733333	0.537778
L	Zone 1	10.6	13	11.2	12	0.4	0.16
	<b>Lantai 2</b>						
M	Zone 3	6.8	8.8	7.4	8	0.333333	0.111111
N	Zone 2	12.4	17.6	13.2	14	0.866667	0.751111
O	Zone 1	11.4	14	12	13	0.433333	0.187778

Lanjutan Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Metode PERT Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM

KODE	ITEM PEKERJAAN	Durasi (hari)			Te	S	V
		a	b	m			
	<b>Lantai 3</b>						
P	Zone 3	6.4	9.2	7.4	8	0.466667	0.217778
Q	Zone 2	11.8	15	13.4	13	0.53333	0.28444
R	Zone 1	10.6	13.6	11.4	12	0.5	0.25
	<b>Lantai 4</b>						
S	Zone 3	7.2	9.2	7.6	8	0.333333	0.111111
T	Zone 2	12	16.6	13.4	14	0.766667	0.587778
U	Zone 1	9.6	12.8	10.8	11	0.533333	0.284444
	<b>Lantai 5</b>						
V	Zone 3	6.6	9.2	7.4	8	0.433333	0.187778
W	Zone 2	11.8	16.8	13	14	0.833333	0.694444
X	Zone 1	10.2	13.4	11.4	12	0.533333	0.284444
	<b>Lantai 6</b>						
Y	Zone 3	7	9.4	7.8	8	0.4	0.16
Z	Zone 2	12	17	13.4	14	0.833333	0.694444
AA	Zone 1	10.8	14	11.6	12	0.533333	0.284444
	<b>Lantai 7</b>						
AB	Zone 3	6.4	8.8	7.8	8	0.4	0.16
AC	Zone 2	11.8	16.4	12.8	14	0.766667	0.587778
AD	Zone 1	10	12.8	11	12	0.466667	0.217778

Lanjutan Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Metode PERT Proyek Pembangunan Gedung APSLC UGM

KODE	ITEM PEKERJAAN	Durasi (hari)			Te	S	V
		a	b	m			
	<b>Lantai 8</b>						
AE	Zone 3	6.4	9.2	7.6	8	0.466667	0.217778
AF	Zone 2	12.2	16.8	12.8	14	0.766667	0.587778
AG	Zone 1	10.6	14	11.6	12	0.566667	0.321111
	<b>Atap</b>						
AH	Zone 3	6.8	9	7.4	8	0.366667	0.134444
AI	Zone 2	12.2	16.8	13.4	14	0.766667	0.587778
AJ	Zone 1	10	12.4	10.4	11	0.4	0.16
	<b>Work Roof Truss And Cover</b>						
AK	Zone 3	21.25	24.5	22	23	0.541667	0.293403
AL	Zone 2	21.75	28.25	23.5	24	1.083333	1.173611
AM	Zone 1	20.25	22.5	20.25	21	0.375	0.140625

Berdasarkan tabel diatas, dapat dihitung total waktu pelaksanaan proyek dengan menjumlahkan nilai  $T_e$  pada lintasan kritis sehingga diperoleh waktu penyelesaian proyek sebesar 186 hari. Kemudian dapat ditentukan probabilitas waktu perencanaan tersebut seperti pada perhitungan dibawah ini.

1. Varian pada jalur kritis

$$\begin{aligned}
 V_{\text{kritis}} &= V \text{ kegiatan A} + V \text{ kegiatan D} + V \text{ kegiatan G} + V \text{ kegiatan H} + \\
 &V \text{ kegiatan K} + V \text{ kegiatan N} + V \text{ kegiatan Q} + V \text{ kegiatan T} + V \\
 &\text{kegiatan W} + V \text{ kegiatan Z} + V \text{ kegiatan AC} + V \text{ kegiatan AF} + \\
 &V \text{ kegiatan AI} + V \text{ kegiatan AL} \\
 &= 1 + 0,6944 + 0,5017 + 0,5017 + 0,538 + 0,751 + 0,284 + \\
 &0,588 + 0,6944 + 0,6944 + 0,588 + 0,588 + 0,588 + 1,174 \\
 &= 9,1848
 \end{aligned}$$

2. Deviasi standar (S)

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{V} \\
 &= \sqrt{9,1848} \\
 &= 3,0306
 \end{aligned}$$

3. Probabilitas

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{T(d) - TE}{S} \\
 &= \frac{180 - 186}{3,0306} \\
 &= -1,9797
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai  $Z$ , untuk mengetahui probabilitas waktu penyelesaian proyek sesuai dengan perencanaan, digunakan tabel distribusi normal  $Z$  seperti pada Tabel 5.8 dibawah ini.

Tabel 5.8 Distribusi Normal Z

Z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,5	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133

(Sumber: <https://www.rumusstatistik.com/2015/04/tabel-z-distribusi-normal.html>, 6 Oktober 2020)

Lanjutan Tabel 5.8 Distribusi Normal Z

Z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,5	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998

(Sumber: <https://www.rumusstatistik.com/2015/04/tabel-z-distribusi-normal.html>, 6 Oktober 2020)

Dapat dilihat pada Tabel 5.8 probabilitas waktu sesuai dengan perencanaan sebesar 0,0244 atau 2,44%. Yang artinya proyek dapat dilaksanakan sesuai target dengan besar kemungkinan sebesar 2,44%

### 5.3.3 Perbandingan Durasi Pelaksanaan Proyek Antara Durasi Pelaksanaan Eksisting Dengan Metode CPM dan PERT

Jadwal yang digunakan pada proyek pembangunan Gedung APSLC UGM menggunakan metode penjadwalan *Bar Chart*. Metode ini sangat lazim digunakan pada proyek konstruksi di Indonesia dan bisa digunakan dalam berbagai jenis proyek konstruksi. Selain dinilai sederhana dan mudah dimengerti, metode ini juga dinilai sangat komunikatif bagi pihak proyek yang terlibat.

Tetapi metode ini tidak dapat secara jelas menunjukkan hubungan logis ketergantungan antar kegiatan, sehingga sering dijumpai waktu pelaksanaan dalam *Bar Chart* yang dinilai kurang logis. Karena apabila durasi suatu kegiatan bertambah atau terlambat, tidak berpengaruh pada kegiatan selanjutnya. Sehingga akibat yang ditimbulkan pada keterlambatan tersebut sulit diidentifikasi. Seperti yang terlihat pada *Bar Chart* Lampiran 1. Pada pekerjaan *pile cap* mengalami keterlambatan selama kurang lebih 4 minggu, maka efek dari keterlambatan tersebut terhadap kegiatan selanjutnya sulit untuk diketahui.

Disamping itu perbaikan atau pembaharuan (*updating*) data kegiatan tertentu di dalam *Bar Chart* yang dapat menyebabkan tambahan perubahan di dalam hubungannya dengan kegiatan yang lain juga sukar dilakukan, apalagi bila diperparah dengan meningkatnya ukuran dan kompleksitas kegiatan proyek (Arianto, 2010).

Hasil diagram Gambar 5.3 menunjukkan keseluruhan kegiatan dari penjadwalan dengan metode *Bar Chart* yang diterapkan dalam metode CPM. Dari diagram tersebut terlihat hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan yang lain dapat ditunjukkan secara spesifik, yaitu menggunakan hubungan FS (*Finish to Start*) dan SS (*Start to Start*) dan mudah untuk di update, serta dapat memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan karena mempunyai hitungan matematis. Selain itu, CPM juga dapat menunjukkan lintasan kritis kegiatan proyek sehingga apabila terjadi keterlambatan proyek, prioritas pekerjaan yang akan dikoreksi menjadi mudah dilakukan.

Pada hasil analisis diagram jaringan AOA pada metode CPM dan PERT serta perhitungan durasi pelaksanaan proyek metode CPM lebih cepat dari yang direalisasikan. Durasi yang dijadwalkan proyek adalah 182 hari, namun setelah dievaluasi dan dianalisis dengan menggunakan metode CPM, proyek dapat diselesaikan dalam waktu 180 hari. Artinya proyek dapat dikerjakan lebih cepat 2 hari dari jadwal yang direncanakan. Yang kemudian pada penelitian ini diasumsikan menjadi target waktu penyelesaian proyek (Td).

Selanjutnya ketika dianalisis dan dievaluasi dengan menggunakan metode PERT, proyek dapat diselesaikan dalam waktu 186 hari. Artinya kurun waktu

penyelesaian proyek 4 hari lebih lambat dari jadwal yang direncanakan. Hal ini karena PERT lebih mempertimbangkan keadaan yang sesungguhnya di lapangan dengan kadar ketidakpastian yang tinggi.

Pada penelitian ini, untuk memperoleh probabilitas waktu pelaksanaan sesuai target, digunakan waktu penyelesaian proyek hasil analisis metode PERT sebagai kurun waktu yang diharapkan (TE). Setelah dilakukan analisis deviasi standar, varians, dan probabilitas diperoleh kemungkinan tercapainya waktu pelaksanaan sesuai target sebesar 2,44%. Proyek dapat dilaksanakan sesuai target dengan besar kemungkinan 2,44%

Dari perhitungan deviasi standar dan variansi kegiatan proyek, diperoleh nilai tertinggi pada pekerjaan atap zona 2 yaitu 1,083 dan 1,174. Hal ini dapat diartikan bahwa pada pekerjaan atap zona 2 yang diharapkan dapat selesai selama 24 hari (durasi Te) memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi apabila pekerjaan tersebut dapat selesai sesuai dengan waktu yang diharapkan. Begitu sebaliknya untuk pekerjaan pada lantai 2 dan 4 zona 3 yang memiliki nilai standar deviasi dan variansi kegiatan proyek terendah yaitu sebesar 0,333 dan 0,111. Pada pekerjaan tersebut, pekerjaan dapat diselesaikan sesuai dengan durasi yang diharapkan memiliki tingkat ketidakpastian yang rendah, atau dengan kata lain pekerjaan tersebut dapat dilaksanakan sesuai dengan durasi yang telah direncanakan.

Semakin besar nilai variansi maka semakin tidak pasti pekerjaan tersebut dapat selesai tepat waktu. Dengan mengetahui lintasan serta aktivitas kritis proyek, maka pihak pengelola dapat menentukan pekerjaan mana saja yang dapat dipercepat dan harus mendapatkan pengawasan lebih.

## **BAB VI**

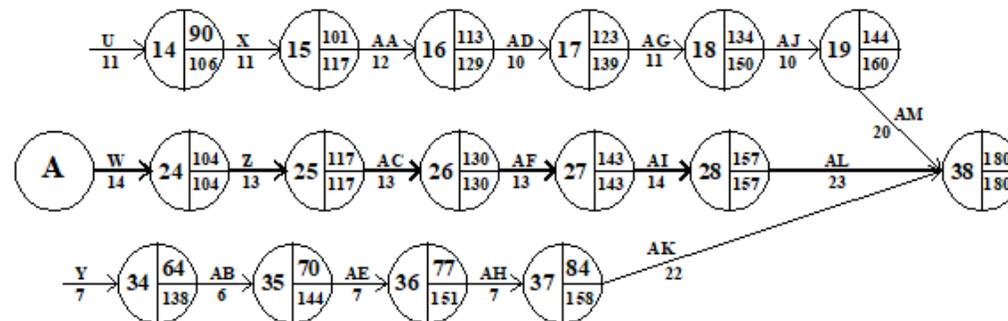
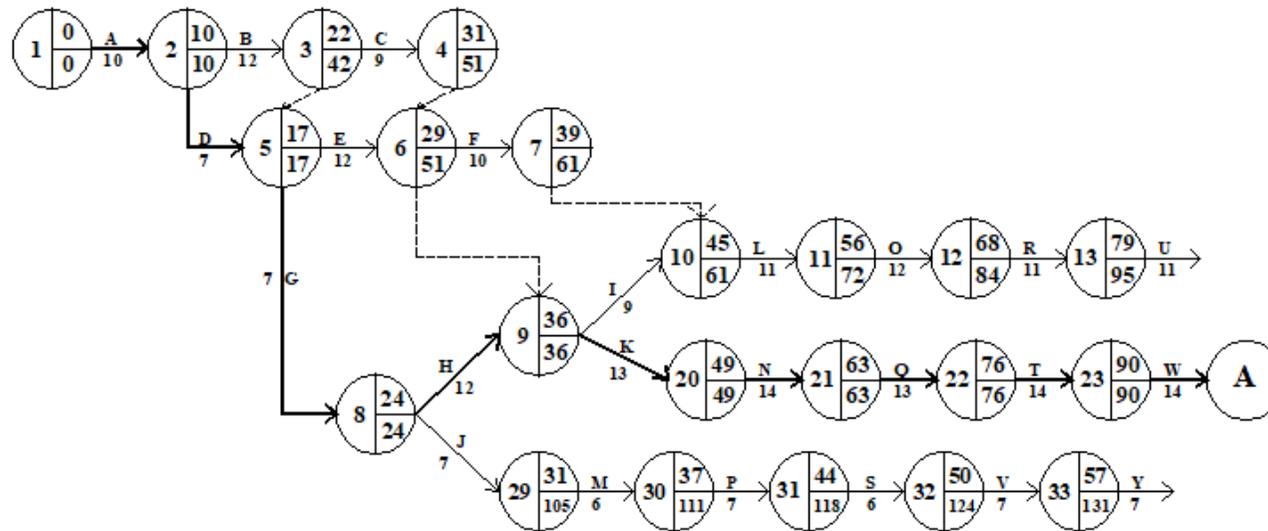
### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Melalui hasil penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Berdasarkan analisis dan pembahasan di bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa bentuk jaringan kerja proyek pembangunan Gedung APSLC UGM adalah :





2. Berdasarkan analisis dan perhitungan pada bab sebelumnya, durasi yang dijadwalkan proyek adalah 182 hari, namun setelah dievaluasi dan dianalisis dengan menggunakan metode CPM dan PERT, proyek dapat diselesaikan dalam waktu 180 hari untuk metode CPM. Artinya proyek dapat dikerjakan lebih cepat 2 hari dari jadwal yang direncanakan. Untuk metode PERT, proyek dapat diselesaikan dalam waktu 186 hari. Artinya kurun waktu penyelesaian proyek 4 hari lebih lambat dari jadwal yang direncanakan. Dengan kemungkinan tercapainya waktu pelaksanaan sesuai target sebesar 2,44%.

## 6.2 Saran

Dengan tersusunnya penelitian ini serta berdasarkan analisis dan hasil yang telah didapatkan, beberapa saran berikut ini dapat menjadi pertimbangan :

1. Metode CPM dan PERT dapat lebih efisien untuk digunakan dalam merencanakan dan menjadwalkan suatu proyek. Menimbang hasil yang telah diperoleh di bab sebelumnya, perusahaan dapat menggunakan metode CPM dan PERT sebagai metode penjadwalan proyek yang akan dilaksanakan dimasa mendatang. Serta dapat digunakan untuk mengevaluasi serta mengendalikan pelaksanaan kegiatan proyek yang sedang berjalan.
2. Untuk penentuan estimasi waktu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu yang paling memungkinkan (m) sebaiknya dilakukan survey yang lebih detail agar jawaban, metode kerja, spesifikasi dan segala kendala di lapangan lebih akurat dalam menentukan analisis waktu.
3. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya lebih diperluas lagi dengan metode penjadwalan yang tidak digunakan pada penelitian ini, sehingga dapat dijadikan pembanding untuk mendapatkan metode penjadwalan yang optimal. Karena pada kedua metode ini tidak terlihat hambatan atau gangguan antar kegiatan dan tidak dapat mempertahankan kecepatan produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angelin, A dan Ariyanti, S. 2018. Penjadwalan Proyek *New Product Development* Menggunakan Metode Pert Dan Cpm. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 6 No. 1, 63 – 70. Yogyakarta.
- Anonim. 2012. Tabel Z Distribusi Normal.  
(<https://www.rumusstatistik.com/2015/04/tabel-z-distribusi-normal.html>.  
Diakses 6 Oktober 2020)
- Arianto, Arif. 2010. Eksplorasi Metode *Bar Chart*, CPM, PDM, PERT, *Line Of Balance Dan Time Chainage Diagram* Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi. *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Dannyanti, Eka. 2010. Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM. *Tugas Akhir*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ekanugraha, A.R. 2016. Evaluasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM dan PERT. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Fadhilah, C. T. 2018. Evaluasi Perencanaan Dan Pengendalian Waktu Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan – Kuala Namu – Tebing Tinggi. *Tugas Akhir*. Universitas Medan Area. Medan.
- Hayun, A. 2005. Perencanaan Dan Pengendalian Proyek Dengan Metode PERT-CPM. *Journal THE WINNERS*. Vol. 6 No. 2, 155-174. DKI Jakarta.
- Husen, A. 2011. *Manajemen Proyek*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Jannah, S.R., Muzdalifah, L., Kurniawati, E.F. 2018. Optimasi Waktu Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Menggunakan Critical Path Method (Cpm)/Program Evaluation And Review Technique (Pert) Dan Simulasi Monte Carlo. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat III*. Tuban 29 September 2018.
- Lokajaya, I.N. 2019. Analisis Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode CPM dan PERT. *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 16 No. 2:104-125. Surabaya.
- Masinambow, J. 2019. Penjadwalan Pembangunan Menara Alfa Omega Di Kota Tomohon Dengan Menggunakan Metode Pert (*Program Evaluation And Review Technique*). *Tugas Akhir*. Universitas Kristen Indonesia Tomohon. Kota Tomohon.

Muhammad, A. H. 2019. Pengendalian Waktu Pada Proyek Pembangunan Los Pasar Ikan Segar Goto Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal AKRAB JUARA*. Vol. 4 No.4 :40-55. Pekanbaru.

Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta.



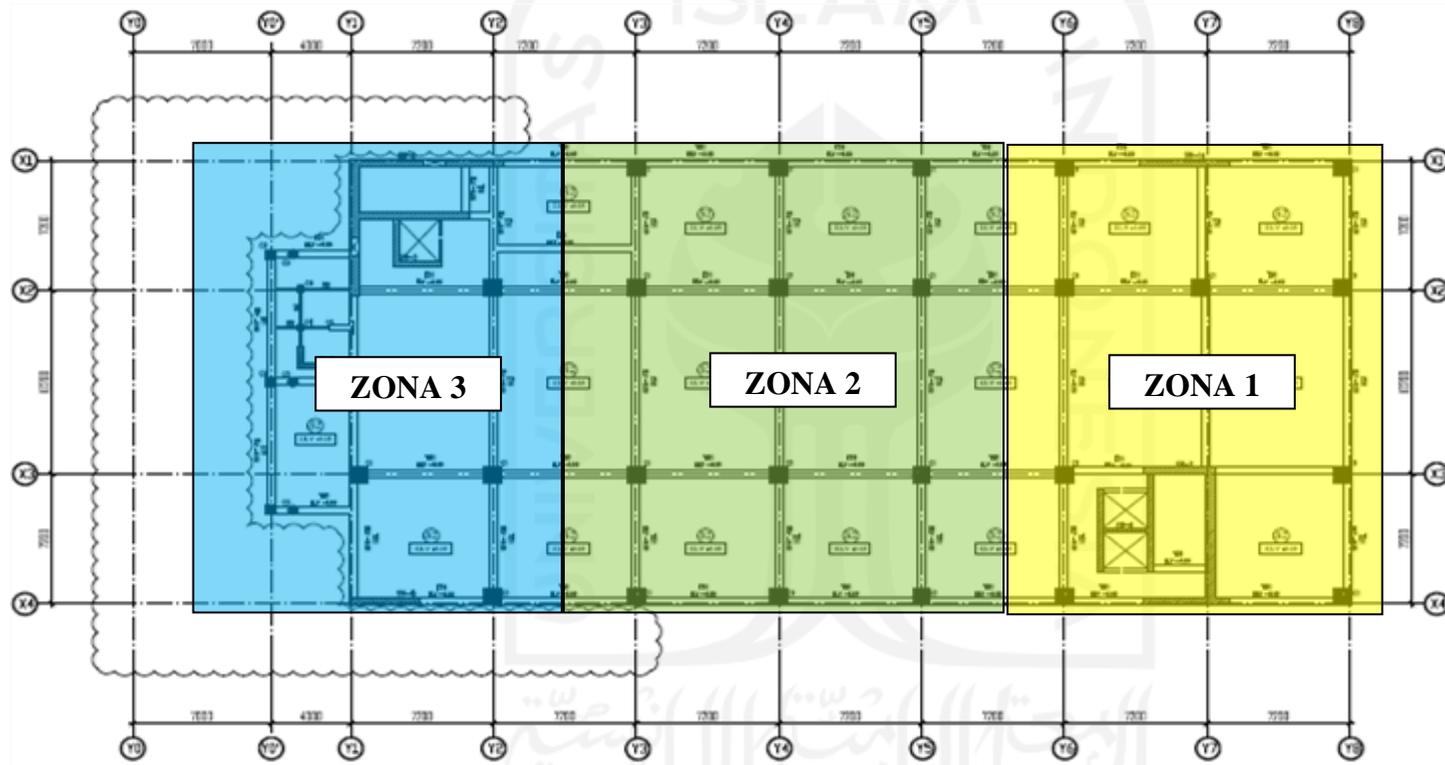


# LAMPIRAN

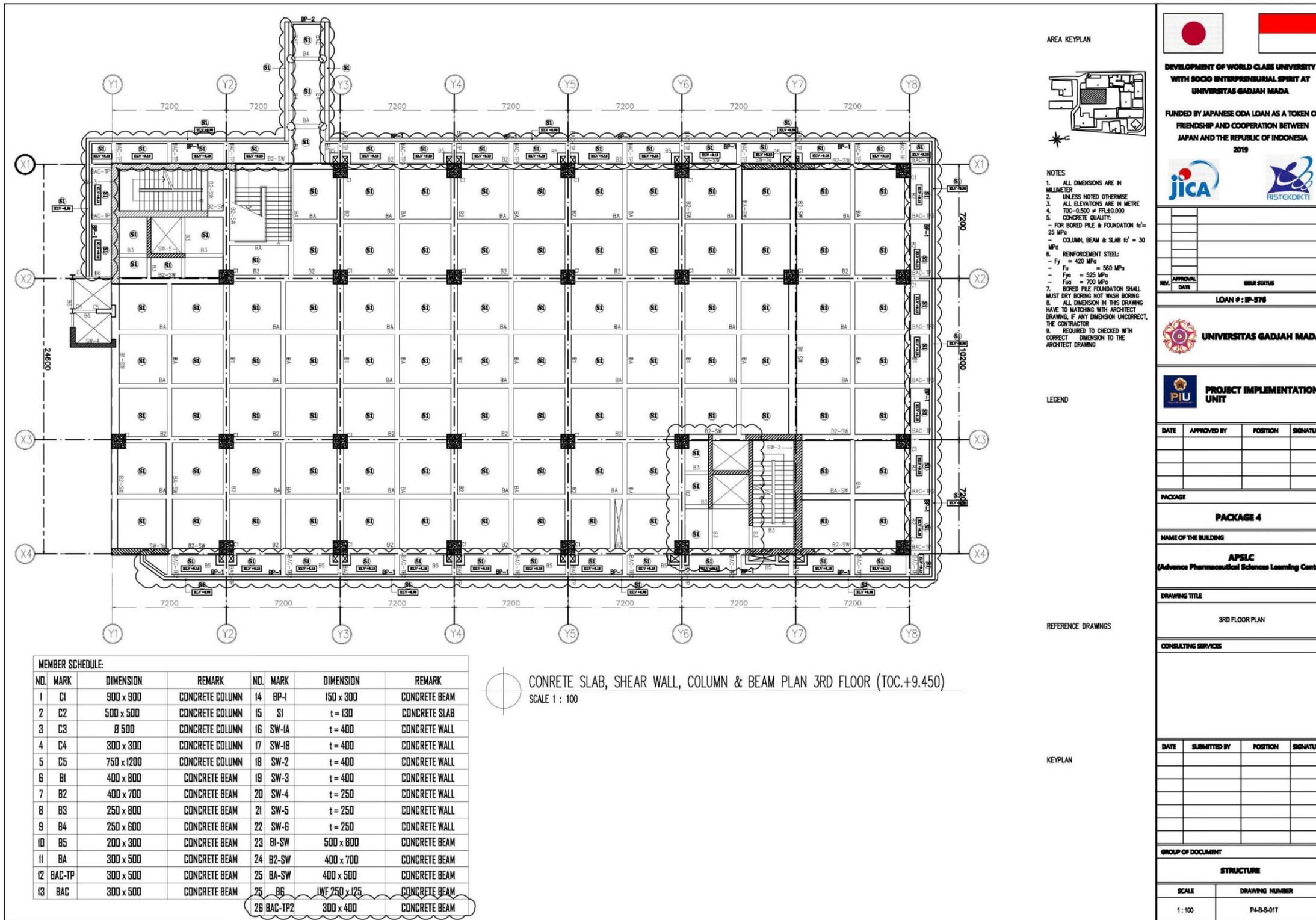




Lampiran 2. Zoning Gedung APSLC



Lampiran 3. Gambar Teknis Gedung APSLC



**AREA KEYPLAN**

**NOTES**

- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETER
- UNLESS NOTED OTHERWISE
- ALL ELEVATIONS ARE IN METRE
- TOC-0.500 # FILED.000
- CONCRETE QUALITY:
  - FOR BORED PILE & FOUNDATION f<sub>c</sub> = 25 MPa
  - COLUMN, BEAM & SLAB f<sub>c</sub> = 30 MPa
- REINFORCEMENT STEEL:
  - F<sub>y</sub> = 420 MPa
  - F<sub>y</sub> = 560 MPa
  - F<sub>y</sub> = 525 MPa
  - F<sub>u</sub> = 700 MPa
- BORED PILE FOUNDATION SHALL MUST DRY BORING NOT WASH BORING
- ALL DIMENSION IN THIS DRAWING HAVE TO MATCHING WITH ARCHITECT DRAWING. IF ANY DIMENSION UNCORRECT, THE CONTRACTOR
- REQUIRED TO CHECKED WITH CORRECT DIMENSION TO THE ARCHITECT DRAWING

**LEGEND**

**REFERENCE DRAWINGS**

**KEYPLAN**

**DEVELOPMENT OF WORLD CLASS UNIVERSITY WITH SOCIO ENTREPRENEURIAL SPIRIT AT UNIVERSITAS GADJAH MADA**

FUNDED BY JAPANESE ODA LOAN AS A TOKEN OF FRIENDSHIP AND COOPERATION BETWEEN JAPAN AND THE REPUBLIC OF INDONESIA 2019

APPROVAL	ISSUE STATUS
DATE	

LOAN # : IP-576

**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**PROJECT IMPLEMENTATION UNIT**

DATE	APPROVED BY	POSITION	SIGNATURE

**PACKAGE**

**PACKAGE 4**

**NAME OF THE BUILDING**

**APSLC (Advance Pharmaceutical Sciences Learning Center)**

**DRAWING TITLE**

**3RD FLOOR PLAN**

**CONSULTING SERVICES**

DATE	SUBMITTED BY	POSITION	SIGNATURE

**GROUP OF DOCUMENT**

**STRUCTURE**

SCALE	DRAWING NUMBER
1 : 100	P4-B-S-017

## Lampiran 4. Surat Keterangan Selesai Magang



*Empowering The Future*

### SURAT KETERANGAN SELESAI MAGANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : Priyantono  
Jabatan : Project Manager
2. Nama : Parwoto  
Jabatan : Site Operational Manager

Menyatakan bahwa yang beridentitas di bawah ini :

Nama : Syfa Safitri Aulia  
NIM : 16511253  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia  
Lokasi Kerja Praktek : APSLC

Telah selesai melaksanakan kegiatan praktek kerja lapangan di PT PP (Persero), Proyek Paket 4 : Gedung APSLC, DLC, TILC dan FRC, Universitas Gajah Mada dibimbing oleh Bapak Yamto dengan jabatan sebagai Superintendent selama 2 bulan, sejak 24 Februari 2020 s/d 16 April 2020, sesuai dengan surat permohonan dari Universitas Islam Indonesia.

Selama melaksanakan kegiatan praktek kerja lapangan di perusahaan kami, peserta sangat antusias dan dapat melaksanakan tugas-tugas yang diberikan dengan baik dan dapat dipertanggung jawabkan.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui,

Site Operational Manager  
PT PP (Persero), Tbk



**Parwoto**

Project Manager  
PT PP (Persero), Tbk



**Privantono**

CC : 1. Arsip

## Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

**FORM DATA PENELITIAN**  
**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE**  
**CPM-PERT**

## Metode CPM

Nama = Pak Parwoto (SOM)

No	Uraian Pekerjaan	Prodesessor	Durasi (hari)
	→ foundation		
A	Tahap 1	-	10
B	Tahap 2	A	12
C	Tahap 3	B	9
	→ Excavation and Collector Work		
D	Tahap 1	A	7
E	Tahap 2	B, D	12
F	Tahap 3	C, E	10
	→ concrete works (sub structure)		
G	zona 3	B, D	7
H	zona 2	E, G	12
I	zona 1	C, E, H	9
	→ concrete works (upper structure)		
	Lantai 1		
J	zona 3	G	7
K	zona 2	H	13
L	zona 1	I	11
	Lantai 2		
M	zona 3	J	6
N	zona 2	K	14
O	zona 1	L	12
	Lantai 3		
P	zona 3	M	7
Q	zona 2	N	13
R	zona 1	O	11
	Lantai 4		
S	zona 3	P	6
T	zona 2	Q	14
U	zona 1	R	11
	Lantai 5		
V	zona 3	S	7
N	zona 2	T	14
X	zona 1	U	11
	Lantai 6		
Y	zona 3	V	7



## Lanjutan Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

**FORM DATA PENELITIAN**  
**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE**  
**CPM-PERT**

**Metode PERT**

Nama = P. Parwoto (Som)

No	Uraian Pekerjaan	Prodedessor	Durasi (hari)		
			a	b	m
	→ Foundation				
	Tahap 1		9	14	10
	Tahap 2		12	15	12
	Tahap 3		8	12	9
	→ Excavation and Collection work				
	Tahap 1		6	11	7
	Tahap 2		11	14	12
	Tahap 3		10	13	10
	→ Concrete Work (sub structure)				
	Zona 3		7	12	7
	Zona 2		11	17	12
	Zona 1		9	12	9
	→ Concrete Work (Upper Structure)				
	Lantai 1				
	Zona 3		6	9	7
	Zona 2		11	16	13
	Zona 1		11	13	11
	Lantai 2				
	Zona 3		6	8	6
	Zona 2		13	18	14
	Zona 1		12	14	12
	Lantai 3				
	Zona 3		6	9	7
	Zona 2		12	15	13
	Zona 1		10	14	11
	Lantai 4				
	Zona 3		6	8	6
	Zona 2		13	18	14
	Zona 1		8	13	11
	Lantai 5				
	Zona 3		6	9	7
	Zona 2		13	18	13
	Zona 1		9	14	11



## Lanjutan Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

### FORM DATA PENELITIAN

#### ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE CPM-PERT

Narasumber = P. Parwoto

1. Bagaimanakah detail pekerjaan struktur ?
2. Alasan digunakannya metode zona ?
3. Berapa volume dalam 1 zona ?
4. Apa saja hambatan yang dapat menyebabkan pekerjaan mencapai durasi pesimis ?
5. Pertimbangan apa saja pelaksanaan pekerjaan dapat mencapai durasi optimis ?

6. Jawab

1. - Pemasangan perancah .  
 - Pembersihan  
 - Bekisting  
 - Pengecoran  
 } Kolom, balok, Plat, Sheer wall, tangga  
 ⇒ Pekerjaan paling memakan waktu → Sheer wall .  
 Tulangan sheer wall sangat rapat → 6 baris. Jarak antar tulangan < 10 cm
2. - Pekerjaan lebih cepat .  
 - Material, tenaga kerja → lebih efektif & efisien .
3. Volume : 250 - 500 m<sup>3</sup> .
4. - Alat di APSLC sering rusak → servis alat bs 3-4 hari  
 - Aujan .  
 - Alat tdk datang bersamaan .  
 - Sulit mengatur pekerja .
5. - Mendatangkan vibrator dr luar .  
 - Inovasi metode .  
 - Perencanaan material → tdk boleh tertambat .  
 - Komunikasi & Evaluasi (2 hari sekali)  
 - Design harus matang .  
 - Mengamati jumlah pekerja tiap peahlian .  
 - Bekisting Pre cast .

## Lanjutan Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

**FORM DATA PENELITIAN**  
**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE**  
**CPM-PERT**

**Metode PERT**

Nama = P. Agus

No	Uraian Pekerjaan	Prodecessor	Durasi (hari)		
			a	b	m
A	→ Foundation	-	61	65	63
B	→ Excavation & Collection	A	50	58	56
C	→ Concrete Work (Sub Structure)	B	61	65	63
	→ Concrete Work (Upper Struct)				
	Lantai 1				
D	Zona 3	C	8	12	10
E	Zona 2	D	11	15	13
F	Zona 1	E	10	14	12
	Lantai 2				
G	Zona 3	F	8	12	10
H	Zona 2	G	11	15	13
I	Zona 1	H	10	14	12
	Lantai 3				
J	Zona 3	I	8	12	10
K	Zona 2	J	11	15	13
L	Zona 1	K	10	14	12
	Lantai 4				
M	Zona 3	L	8	12	10
N	Zona 2	M	11	15	13
O	Zona 1	N	10	14	12
	Lantai 5				
P	Zona 3	O	8	12	10
Q	Zona 2	P	11	15	13
R	Zona 1	Q	10	14	12
	Lantai 6				
S	Zona 3	R	8	12	10
T	Zona 2	S	11	15	13
U	Zona 1	T	10	14	12
	Lantai 7				
V	Zona 3	U	8	12	10
N	Zona 2	V	11	15	13
X	Zona 1	N	10	14	12



## Lanjutan Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

**FORM DATA PENELITIAN**  
**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE**  
**CPM-PERT**

**Metode PERT**

Nama = P-Ahmad.

No	Uraian Pekerjaan	Prodeessor	Durasi (hari)		
			a	b	m
	→ Foundation				
	Tahap 1		10	16	11
	Tahap 2		12	15	12
	Tahap 3		9	11	10
	→ Excavation & collection work				
	Tahap 1		6	11	8
	Tahap 2		12	14	12
	Tahap 3		10	13	11
	→ Concrete works (sub structure)				
	Zona 3		7	11	7
	Zona 2		11	14	14
	Zona 1		9	13	9
	→ Concrete works (Upper structure)				
	Lantai 1				
	Zona 3		6	10	7
	Zona 2		11	15	12
	Zona 1		10	13	11
	Lantai 2				
	Zona 3		7	11	7
	Zona 2		12	18	12
	Zona 1		12	14	12
	Lantai 3				
	Zona 3		6	9	6
	Zona 2		12	16	14
	Zona 1		11	13	11
	Lantai 4				
	Zona 3		7	8	7
	Zona 2		11	16	12
	Zona 1		9	12	10
	Lantai 5				
	Zona 3		7	9	7
	Zona 2		12	17	13
	Zona 1		10	12	11



## Lanjutan Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

### FORM DATA PENELITIAN

#### ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE CPM-PERT

Narasumber - P-Ahmad

1. Bagaimanakah detail pekerjaan struktur ?
2. Alasan digunakannya metode zona ?
3. Berapa volume dalam 1 zona ?
4. Apa saja hambatan yang dapat menyebabkan pekerjaan mencapai durasi pesimis ?
5. Pertimbangan apa saja pelaksanaan pekerjaan dapat mencapai durasi optimis ?

1. Jawaban

1. - Perancah sampai pengecoran
  - Balok
  - Kolom
  - Plat
  - Sheer Wall
  - Tangga

2. - Batching Plant → 1 vendor untuk 3 gedung

- Pergerakan pekerja

contoh = struktur Atas → perpindahan bekisting

- Mobilitas Alat

- Optimisasi kebutuhan Alat → perancah

3. 250 - 300 m<sup>3</sup>/an

4. - Pekerja tidak bisa diatur untuk cuti

- Cuaca musim hujan → bekisting, cor berhenti

- Alat sering rusak

- Fabrikasi untuk balok masih ada yang kurang

5. Optimis → Cuaca mendukung

## Lanjutan Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

**FORM DATA PENELITIAN**  
**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE**  
**CPM-PERT**

**Metode PERT**

Nama = Pak Yanto

No	Uraian Pekerjaan	Prodeessor	Durasi (hari)		
			a	b	m
	→ Foundation				
	Tahap 1		10	17	13
	Tahap 2		12	15	13
	Tahap 3		10	11	10
	→ Excavation & collection work				
	Tahap 1		6	11	7
	Tahap 2		11	13	12
	Tahap 3		9	12	9
	→ Concrete Works (Sub Structure)				
	Zona 3		6	10	8
	Zona 2		12	16	13
	Zona 1		10	14	10
	→ Concrete Works (Upper Structure)				
	Lantai 1				
	Zona 3		7	11	7
	Zona 2		12	16	13
	Zona 1		12	15	12
	Lantai 2				
	Zona 3		6	9	6
	Zona 2		14	19	14
	Zona 1		12	14	12
	Lantai 3				
	Zona 3		6	10	6
	Zona 2		13	16	14
	Zona 1		12	16	12
	Lantai 4				
	Zona 3		7	10	7
	Zona 2		13	18	14
	Zona 1		10	12	10
	Lantai 5				
	Zona 3		6	10	7
	Zona 2		11	17	13
	Zona 1		11	13	11



## Lanjutan Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

### FORM DATA PENELITIAN

#### ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE CPM-PERT

Narasumber - Pak Yanto :

1. Bagaimanakah detail pekerjaan struktur ?
2. Alasan digunakannya metode zona ?
3. Berapa volume dalam 1 zona ?
4. Apa saja hambatan yang dapat menyebabkan pekerjaan mencapai durasi pesimis ?
5. Pertimbangan apa saja pelaksanaan pekerjaan dapat mencapai durasi optimis ?

↳ Jawaban :

1. Kolom, Balok, Plat, Shear Wall, tangga .
2. - Lebih cepat .  
- Ngejar waktu .  
- Efisiensi material lebih cepat .
3. 200 - 400 m<sup>3</sup>an .
4. - Cuaca  
- Alat rusak (TC) → beberapa diangkat manual .  
- Bekisting panel berat .  
- Tenaga kerja kurang .  
- Bracket tidak bisa masuk → bored pile terlalu rapat .  
- Alat & besi tidak bisa datang bersamaan .
5. - Tenaga kerja cukup  
- Menambah jam kerja .  
- Cuaca bagus .

## Lanjutan Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

**FORM DATA PENELITIAN**  
**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE**  
**CPM-PERT**

**Metode PERT**

Nama = Pak Hati

No	Uraian Pekerjaan	Prodeessor	Durasi (hari)		
			a	b	m
	→ Foundation				
	Tahap 1		11	17	12
	Tahap 2		12	14	13
	Tahap 3		8	11	9
	→ Excavation & Concrete Work				
	Tahap 1		6	11	6
	Tahap 2		13	15	14
	Tahap 3		10	13	10
	→ Concrete Works (Sub Structure)				
	Zona 3		6	10	7
	Zona 2		13	17	14
	Zona 1		9	10	9
	→ Concrete Works (Upper Structure)				
	Lantai 1				
	Zona 3		6	8	6
	Zona 2		11	16	12
	Zona 1		10	12	10
	Lantai 2				
	Zona 3		7	10	8
	Zona 2		12	18	13
	Zona 1		11	14	12
	Lantai 3				
	Zona 3		6	9	8
	Zona 2		11	13	13
	Zona 1		10	14	11
	Lantai 4				
	Zona 3		8	9	8
	Zona 2		12	16	14
	Zona 1		11	13	11
	Lantai 5				
	Zona 3		6	9	6
	Zona 2		12	17	13
	Zona 1		11	14	12



## Lanjutan Lampiran 5. Form Data Penelitian Narasumber

### FORM DATA PENELITIAN

#### ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE CPM-PERT

Narasumber: Pak Hari

1. Bagaimanakah detail pekerjaan struktur ?
2. Alasan digunakannya metode zona ?
3. Berapa volume dalam 1 zona ?
4. Apa saja hambatan yang dapat menyebabkan pekerjaan mencapai durasi pesimis ?
5. Pertimbangan apa saja pelaksanaan pekerjaan dapat mencapai durasi optimis ?

↳ Jawaban

1. Kolom, Balok, Pelat, SW, tangga
  - Paling Rumit Shearwall
  - Pembesannya 1 SW bisa 4 hari
2. → Untuk percepatan
  - Bertingkat minimal 1,5 lantai
  - Rolling pekerja
3. Lantai =  $150 \text{ m}^3$   
 Kolom, balok, SW =  $300 \text{ m}^3$  an
4. - TC tidak kuat, kapasitas TC = 13 ton, besi SW total 30 ton
  - Pengerjaannya lama
  - Akses terbatas
  - Banyak nunggu
  - Cuaca
  - Pekerja
5. - Tambah jam kerja
  - Tambah biaya

## Lampiran 6. Profil Narasumber

### PROFIL NARASUMBER



Nama : Ahmad Agus Salim, ST  
 TTL : Kulon Progo, 17 Agustus 1995  
 Jabatan : Method Staff  
 Pengalaman Kerja: 2018 – sekarang  
 1. Bandara Solo (15 bulan)  
 2. Proyek UGM (14 bulan)



Nama : Parwoto  
 TTL : Sukoharjo, 19 April 1976  
 Jabatan : Site Operational Manager  
 Pengalaman Kerja: 1998 – sekarang

1. Gelanggang Sumantri Bojonegoro – Jakarta
2. Menara Orienta – Jakarta
3. Rusun Tambora – Jakarta
4. Inkud – Jakarta
5. Gedung WTC – Jakarta
6. ITC Cempaka Mas – Jakarta
7. Mall Kelapa Gading 3 – Jakarta
8. Kantor Taman E33 Tahap 1,2,3 – Jakarta
9. SCBD Suites – Jakarta
10. RS Medika BSD – Jakarta
11. Departemen Agama Thamrin Tahap 1,2,3 - Jakarta
12. RSCM Kencana – Jakarta
13. BNN Lido – Sukabumi
14. RS Antam Medika – Jakarta
15. BNPB – Jakarta
16. Sprinwood Residence – Serpong
17. Palm Regency – Tangerang
18. Pavilion Indonesia – Bali
19. Rest Area 360 – Brebes
20. Bandara Adi Soemarmo – Solo
21. Bandara Syamsudi Noor – Banjarmasin
22. KPP Menteng
23. Paket 4 UGM

## Lanjutan Lampiran 6. Profil Narasumber

### PROFIL NARASUMBER



Nama : Yamto  
 TTL : Karanganyar, 12 Mei 1971  
 Jabatan : Superintendent  
 Pengalaman Kerja: 2010 – sekarang

1. RSUD Tanah Grogot Kaltim.
2. Hotel Grand Inna Kuta Bali
3. Hotel Novotel bandara Ngurah Rai Bali
4. Hotel Aruna Senggigi Lombok
5. Kampus UAD Yogyakarta
6. Sekarang di proyek UGM paket 4



Nama : Hari Nursanto  
 TTL : Sukoharjo, 10 Desember 1984  
 Jabatan : SP  
 Pengalaman Kerja: 2003 – sekarang

1. Kantor E33 Mega Kuningan – Jakarta
2. PGS Pusat Grosir – Solo
3. KPP Kantor Pajak – Pekalongan
4. BPKP Yogyakarta
5. City Mall & Hotel Tangerang City
6. Gedung XL – Surabaya
7. RSA UGM – Yogyakarta
8. Kemanggisan Residence – Jakarta
9. Asrama ISI – Yogyakarta
10. Fakultas Teknik, Bahasa, Hotel UNY – Yogyakarta
11. Gedung UNY Wates
12. Fakultas MIPA UGM – Yogyakarta
13. RSUD Solo
14. RSUD Sragen
15. RSUD Sleman
16. Plaza UNY
17. Apartment Hotel the Pinnacle – Semarang
18. Apartment Hotel Lafayette – Semarang
19. Mall & RS Siloam Lippo Sron dol – Semarang
20. Kampus UAD – Yogyakarta
21. Kampus Terpadu Mualimin – Yogyakarta
22. Huntara Erupsi Merapi 2010
23. Hotel Espace – Yogyakarta
24. Paket 4 UGM

## Lanjutan Lampiran 6. Profil Narasumber

### PROFIL NARASUMBER



Nama : Agus Dwiantoro

TTL : Bekasi

Jabatan : Site Engineering Manager

Pengalaman Kerja:

1. PT. PP (Persero) DVO 3

2. PT. PP Cabang 5 Semarang



**Lampiran 7. Dokumentasi dengan Narasumber**



**Gambar L-7.1 Narasumber  
Bapak Parwoto**



**Gambar L-7.2 Narasumber  
Bapak Yamto**



**Gambar L-7.3 Narasumber  
Bapak Ahmad**



**Gambar L-7.2 Narasumber  
Bapak Hari**

**Lampiran 8. Dokumentasi Proses Pelaksanaan Pembangunan Gedung APSLC**



**Gambar L-8.1 Pekerjaan Kolom dan Sheer Wall**



**Gambar L-8.2 Pengecoran Plat Lantai**

**Lanjutan Lampiran 8. Dokumentasi Proses Pelaksanaan Pembangunan Gedung APSLC**



**Gambar L-8.3 Perancah Peri-Up yang digunakan**



**Gambar L-8.4 Pekerjaan Rangka Atap Baja dan *Finishing***

**Lanjutan Lampiran 8. Dokumentasi Proses Pelaksanaan Pembangunan Gedung APSLC**



**Gambar L-8.5 Tampak Depan Zona 3 Gedung APSLC**

