

**PERBANDINGAN OPTIMASI WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN  
*PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)* DAN  
*CRITICAL PATH METHOD (CPM)*.  
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar)**



**MARDIANA  
H011201039**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**PERBANDINGAN OPTIMASI WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN  
*PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)* DAN  
*CRITICAL PATH METHOD (CPM)*.  
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar)**

**MARDIANA  
H011201039**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**PERBANDINGAN OPTIMASI WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN  
*PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)* DAN  
*CRITICAL PATH METHOD (CPM)*.  
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar)**

**MARDIANA  
H011201039**

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Matematika

pada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

## SKRIPSI

PERBANDINGAN OPTIMASI WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN  
*PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)* DAN  
*CRITICAL PATH METHOD (CPM)*.  
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar)

MARDIANA

H011201039

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Sains pada 30 Juli 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
pada

Program Studi Matematika  
Departemen Matematika  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
Makassar



Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,

Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc.  
NIP. 19680114 199412 1 001

Mengetahui:

Ketua Program Studi

Dr. Firman, S.Si., M.Si.  
NIP. 19680429 200212 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Perbandingan Optimasi Waktu Dengan Menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Critical Path Method* (CPM). (Studi Kasus: Proyek Pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar)" adalah benar karya saya dengan arahan dari bapak Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc. sebagai Pembimbing. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 30 Juli 2024



Mardiana  
H011201039

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat-Nya yang telah melimpahkan rahmat, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Perbandingan Optimasi Waktu Dengan Menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Critical Path Method* (CPM). (Studi Kasus: Proyek Pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar)**" dengan baik. Skripsi ini dapat terwujud dengan baik atas dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua (**Muhdar**) dan (**Murni**) yang telah memberikan do'a serta *support* untuk penulis, dan dengan segenap hati penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, M.Si.** sebagai Rektor Universitas Hasanuddin, Bapak **Dr. Eng. Amiruddin** sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta Bapak **Dr. Firman, S.Si., M.Si.** sebagai Ketua Departemen Matematika.
2. Bapak **Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc.**, sebagai pembimbing utama yang telah memberikan waktu, ilmu, dan arahan dalam membimbing hingga skripsi ini selesai.
3. Ibu **Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.**, dan Bapak **Dr. Agustinus Ribal, S.Si, M.Sc.**, selaku anggota tim penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu, saran, dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
4. Bapak/Ibu **Dosen** Departemen Matematika yang telah membagikan ilmu dan pengalamannya, serta **staf Departemen** Matematika atas segala bantuannya.
5. Sahabat seperjuangan, yaitu **Fatmawati** yang telah bersama-sama berjuang sampai di titik terakhir skripsi ini dapat selesai.
6. **Muh. Rakil Al Faruq**, yang telah menemani dan setia mendengarkan keluh kesah penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. **Teman-teman Matematika 2020** yang telah berjuang bersama sejak awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini selesai
8. **Diri sendiri** yang telah sabar, kuat dan terus semangat hingga saat ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam bentuk apapun.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Penulis,

Mardiana

## ABSTRAK

MARDIANA. **Perbandingan Optimasi Waktu Dengan Menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Critical Path Method* (CPM). (Studi Kasus: Proyek Pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar)** (dibimbing oleh Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc.)

**Latar belakang.** Melaksanakan proyek dan menyelesaikannya secara tepat waktu sesuai dengan anggaran, ruang lingkup pekerjaan, dan standar kualitas yang telah ditetapkan adalah aspek penting yang menjadi focus utama setiap perusahaan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pekerjaan kritis serta menghitung waktu optimal dalam menyelesaikan proyek pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar. **Metode.** Penelitian ini menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan bantuan *software Project Libre* dan *Critical Path Method* (CPM). **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode PDM serta bantuan *software Project Libre* untuk mengoptimalkan waktu pengerjaan proyek diperoleh total durasi proyek yaitu 259 hari dari durasi total proyek awal yaitu 270 hari, sedangkan dengan menggunakan metode CPM menunjukkan bahwa durasi penyelesaian proyek yaitu 329 hari.

Kata Kunci: Pekerjaan kritis, *Precedence Diagram Method*, *Project Libre*, *Critical Path Method*

## ABSTRACT

MARDIANA. **Comparison of Time Optimization Using Precedence Diagram Method (PDM) and Critical Path Method (CPM). (Case Study: Development Project at MAN 1 Polewali Mandar)** (supervised by Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc.)

**Background.** Carrying out projects and completing them on time according to the budget, scope of work and quality standards that have been set is an important aspect that is the main focus of every company. **Objective.** This research aims to determine critical work and calculate the optimal time to complete the development project at MAN 1 Polewali Mandar. **Method.** This research uses the Precedence Diagram Method (PDM) with the help of Project Libre and Critical Path Method (CPM) software. **Results.** The research results show that by using the PDM method and the help of Project Libre software to optimize project completion time, the total project duration is 259 days from the initial total project duration of 270 days, while using the CPM method shows that the project completion duration is 329 days.

Keywords: Critical work, Precedence Diagram Method, Project Libre, Critical Path Method



## DAFTAR ISI

### Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Landasan Teori .....	3
1.6.1 Proyek dan Manajemen Proyek .....	3
1.6.2 Network Planning .....	3
1.6.3 Perencanaan Waktu .....	5
1.6.4 Metode PDM .....	5
1.6.5 Metode CPM .....	13
1.6.6 Contoh Kasus .....	15
1.6.7 <i>Project Libre</i> .....	24
BAB II METODOLOGI PENELITIAN .....	28
2.1 Lokasi Penelitian .....	28
2.2 Metode Penelitian .....	28
2.3 Pengumpulan Data .....	28
2.4 Diagram Alur Penelitian .....	28

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
3.1 Hasil Penelitian.....	30
3.1.1 Pekerjaan dan Durasi.....	30
3.1.2 Mengurutkan Pekerjaan.....	31
3.1.3 Membuat jaringan kerja dan menentukan jalur kritis dengan metode PDM.....	32
3.1.4 Membuat jaringan kerja dan menentukan jalur kritis dengan metode CPM.....	38
3.2 Pembahasan.....	43
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
4.1 Kesimpulan.....	44
4.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	49

## DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Simbol AON .....	6
2. Perencanaan Pekerjaan Dan Waktu Pengerjaan Ruko.....	15
3. Urutan Pekerjaan dan Hubungan Antar Pekerjaan.....	16
4. Hasil Perhitungan Maju Dan Mundur.....	19
5. Menentukan Jalur Kritis .....	20
6. Hasil Perhitungan Maju dan Perhitungan Mundur .....	23
7. Menentukan Jalur Kritis .....	23
8. Name pada ProjecLibre.....	24
9. Duration pada ProjectLibre.....	25
10. Start pada ProjectLibre.....	25
11. Finish pada ProjectLibre.....	25
12. Perencanaan Kegiatan dan Waktu Pengerjaan Proyek .....	30
13. Urutan Kegiatan dan Ketergantungan Antar Pekerjaan .....	31
14. Hasil Perhitungan Maju Dan Mundur .....	36
15. Pekerjaan Yang Bersifat Kritis .....	37
16. Hasil Perhitungan Maju dan Perhitungan Mundur .....	41
17. Pekerjaan yang Bersifat Kritis .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Hubungan Kegiatan AON.....	5
2. Ketentuan Penggunaan Simbol AON 1.....	8
3. Ketentuan Penggunaan Simbol AON 2.....	8
4. Ketentuan Penggunaan Symbol AON 3 .....	8
5. Ketentuan Penggunaan Symbol AON 4 .....	9
6. Finish-to-Start.....	9
7. Finish-to-Finish.....	10
8. Start-to-Start.....	10
9. Start-to-finish .....	10
10. Lambang Kegiatan .....	11
11. Lambang Kegiatan .....	11
12. Hubungan i dan j.....	11
13. Kegiatan Fiktif .....	12
14. Kegiatan A pendahulu kegiatan B.....	14
15. Lingkaran Kegiatan .....	14
16. Gantt Chart.....	19
17. Finish to Start pada Project Libre.....	26
18. Finish to Finish pada Project Libre .....	26
19. Start to Finish pada Project Libre.....	26
20. Start to Start pada Project Libre.....	27
21. Diagram Alur Penelitian.....	29
22. Gantt Chart .....	35
23. Gantt Chart.....	41

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor urut	Halaman
1. Perencanaan Kegiatan dan Waktu Pengerjaan Proyek .....	50
2. Perhitungan dengan menggunakan metode PDM.....	51
3. Perhitungan dengan menggunakan metode CPM.....	67

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Melaksanakan proyek dan menyelesaikannya secara tepat waktu sesuai dengan anggaran, ruang lingkup pekerjaan, dan standar kualitas yang telah ditetapkan adalah aspek penting yang menjadi fokus utama setiap perusahaan. Namun pada kenyataannya, mencapai target tersebut menjadi tugas yang begitu rumit. Sebagian besar proyek yang telah dijalankan oleh perusahaan sering menghadapi kendala penundaan, bahkan dalam beberapa situasi keterlambatan dapat mencapai waktu beberapa bulan. (Prasetya, 2018)

Pembuatan rencana dan jadwal pelaksanaan proyek selalu mengikuti asumsi dan estimasi yang ada pada saat perencanaan tersebut dibuat. Oleh karena itu, masalah dapat muncul apabila terjadi ketidaksesuaian antara perkiraan dan asumsi dengan situasi aktual. Konsekuensi umum yang sering terjadi adalah keterlambatan dalam pelaksanaan proyek, yang berdampak pada peningkatan biaya proyek. Keterlambatan dalam pelaksanaan proyek cenderung menimbulkan kerugian baik pemilik maupun kontraktor, yang menciptakan konflik dan perdebatan mengenai penyebab keterlambatan serta menimbulkan tuntutan tambahan terkait waktu dan biaya (Intan dkk, 2020).

Proyek pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar adalah salah satu proyek pembangunan dalam kegiatan Rehabilitasi dan Renovasi Prasarana Madrasah Provinsi Sulawesi Barat 1. Dalam proyek pembangunan ini bekerjasama dengan PT. Arya Perkasa Utama yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang konstruksi, untuk membangun kembali beberapa madrasah yang mengalami rehabilitasi dan renovasi. Tentunya pihak yang bersangkutan menginginkan pembangunan madrasah ini agar dapat selesai dalam jangka waktu yang lebih cepat, dengan harapan madrasah dapat segera beroperasi kembali seperti layaknya madrasah untuk proses belajar mengajar.

Dalam pelaksanaan proyek, berbagai faktor memainkan peran krusial dalam menentukan kesuksesan dan kelancarannya. Salah satu faktor yang sangat penting adalah perencanaan waktu eksekusi pekerjaan yang akurat dan efisien. Untuk mendapatkan hal tersebut diperlukan manajemen proyek yang baik melalui optimasi waktu, yaitu pembuatan jaringan kerja proyek, mencari kegiatan-kegiatan kritis dan menghitung durasi proyek. (Maulana dkk, 2019).

Dalam manajemen proyek terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk menghitung optimalisasi waktu suatu pengerjaan proyek, pada penelitian ini digunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Critical Path Method* (CPM). Metode ini dapat menggambarkan urutan pekerjaan proyek yang harus dilakukan sebelum atau sesudahnya berdasarkan waktu, serta menentukan kritisnya suatu kegiatan. PDM dan CPM adalah bagian dari perencanaan jaringan, yang merupakan model yang digunakan dalam pengelolaan proyek. Model ini menghasilkan informasi tentang kegiatan-kegiatan yang ada dalam diagram jaringan proyek, dengan prinsip dasar yang berhubungan dengan ketergantungan

antara bagian-bagian pekerjaan. PDM dan CPM adalah metode yang berorientasi pada waktu, yang berarti mereka digunakan untuk menentukan jadwal dan estimasi waktu dengan cara yang deterministik.

Sehingga berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk mengkaji lebih lanjut permasalahan ini dalam bentuk skripsi dengan judul **“Perbandingan Optimasi Waktu Dengan Menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Critical Path Method* (CPM). (Studi Kasus: Proyek Pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar)”**

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode PDM dan CPM kegiatan-kegiatan apakah dalam proyek tersebut yang termasuk kegiatan kritis?
2. Berapa lama waktu optimal yang dibutuhkan untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar dengan menggunakan metode PDM dengan bantuan *Project Libre* dan juga metode CPM

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Critical Path Method* (CPM) yang membahas penjadwalan waktu
2. Penelitian ini rencana akan dilakukan pada proyek pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar
3. Pengambilan data berdasarkan uraian pekerjaan beserta durasinya.
4. Menggunakan *software Project Libre* sebagai alat untuk visualisasi diagram preseden

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan pekerjaan kritis dari jaringan *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Critical Path Method* (CPM) pada proyek pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar
2. Untuk mengetahui waktu optimal yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar dengan menggunakan metode PDM dengan bantuan *Project Libre* dan juga metode CPM

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi penulis :

- 1) Dapat mengaplikasikan teori tentang optimalisasi dengan metode PDM dan CPM
  - 2) Dapat mengoperasikan *software Project Libre*
  - 3) Sebagai sarana untuk menambah pengetahuan dan wawasan dalam penerapan teori-teori yang sudah diperoleh dalam perkuliahan.
2. Bagi Perusahaan pihak kontraktor :
- 1) Dapat dijadikan alat bantu untuk mengoptimalkan waktu pengerjaan proyek.
3. Bagi pembaca :
- 1) Menambah pemahaman tentang penerapan metode PDM dan CPM dalam mengoptimalkan waktu suatu pembangunan proyek
  - 2) Bahan referensi terkait optimalisasi waktu suatu proyek

## 1.6 Landasan Teori

### 1.6.1 Proyek dan Manajemen Proyek

Proyek merupakan sebuah usaha terstruktur yang memiliki tujuan spesifik dan dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Usaha ini memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien untuk menyelesaikan tugas yang telah ditetapkan (Tolangi dkk, 2012). Sebelum proyek dimulai, perencanaan yang matang dilakukan untuk menentukan sasaran, langkah- langkah pengerjaan, dan sumber daya yang dibutuhkan. Hal ini memastikan bahwa proyek dapat berjalan dengan terarah dan mencapai hasil yang diharapkan.

Manajemen proyek adalah disiplin ilmu yang mengelola kerja tim secara terstruktur untuk mencapai tujuan spesifik. Diawali dengan memulai, merencanakan, melaksanakan, mengendalikan, hingga menutup proyek. Tujuannya adalah mencapai tujuan dan kriteria keberhasilan yang telah ditetapkan dengan efisien dan tepat waktu. Penerapan manajemen proyek yang baik meningkatkan peluang keberhasilan proyek (Suhartono dkk, 2022).

Menurut Ervianto (2023) definisi dari manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) sampai selesainya proyek untuk menjamin proyek dilaksanakan selesai tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu.

### 1.6.2 Network Planning

Menurut Ali T.H (1992) dalam Fauzan, Burhanuddin, & Zulfahmi (2016), *network planning* merupakan model perencanaan proyek yang menghasilkan informasi mengenai kegiatan-kegiatan dalam diagram jaringan proyek. Diagram ini menggambarkan secara grafis langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai



tujuan akhir proyek. Sedangkan Djojowiriono (2005) dalam Fauzan, Burhanuddin, & Zulfahmi (2016) mendefinisikan *network planning* sebagai cara atau teknik untuk merencanakan dan mengawasi proyek. Manfaat *network planning* meliputi :

1. Memahami hubungan antar kegiatan dan bagaimana satu kegiatan memengaruhi kegiatan lainnya
2. Diagram jaringan proyek menunjukkan waktu penyelesaian yang kritis dan tidak kritis, sehingga memungkinkan pelaksanaan proyek yang lebih hemat dan efisien.
3. Penggunaan tenaga kerja, bahan, dan peralatan dapat direncanakan dan dialokasikan secara optimal

Menurut Hamilton (1997) dalam Rantesalu (2019), mengemukakan tiga faktor penting dalam menentukan urutan aktivitas, yaitu :

1. *Predecessor*, adalah aktivitas yang mendahului aktifitas lain. Contohnya, pembersihan lahan harus dilakukan sebelum survey.
2. *Successor/followers*, adalah aktivitas yang mengikuti aktifitas lain. Contohnya, survey dilakukan setelah pembersihan lahan.
3. *Concurrent*, adalah aktivitas yang dapat dilakukan bersamaan dengan aktifitas lain.

Diagram jaringan kerja dibuat berdasarkan ketergantungan antar kegiatan. Diagram ini menunjukkan urutan kegiatan dari awal sampai akhir proyek (Siagian dkk, 2019).

PDM memiliki beberapa istilah yang perlu dipahami (Suputra, 2011), yaitu :

1. *Durasi*  
Durasi adalah perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas. Durasi dapat diukur dalam berbagai satuan waktu, seperti hari, minggu, bulan, atau bahkan tahun.
2. *Earliest Start (ES)*  
Waktu paling awal suatu aktivitas dapat dimulai.
3. *Latest Start (LS)*  
Waktu paling lambat suatu aktivitas dapat dimulai
4. *Earliest Finish (EF)*  
Waktu paling awal suatu aktivitas dapat selesai
5. *Latest Finish (LF)*  
Waktu paling lambat suatu aktivitas dapat selesai
6. *Float*  
*Float* adalah waktu luang yang tersedia untuk menyelesaikan suatu aktivitas tanpa menunda penyelesaian proyek

### 1.6.3 Perencanaan Waktu

Jadwal waktu konstruksi (*time schedule*) merupakan rencana yang memuat perkiraan waktu penyelesaian setiap pekerjaan dalam proyek konstruksi yang dibuat secara rinci dan berurutan. Misalkan dalam pembangunan sekolah, urutan pekerjaannya adalah pekerjaan tanah, pekerjaan struktur, hingga tahap pekerjaan finishing (Putra dkk, 2018).

Beberapa keuntungan membuat *time schedule* (Putra dkk, 2018), yaitu :

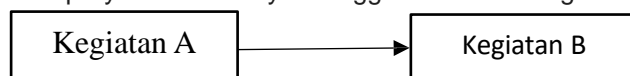
1. Pedoman untuk menentukan kebutuhan tenaga kerja dalam suatu proyek.
2. Pedoman untuk menentukan jenis dan jumlah material bangunan yang dibutuhkan.
3. Pedoman untuk menentukan jenis dan jumlah peralatan kerja yang dibutuhkan.
4. Pedoman untuk memastikan bahwa pelaksanaan konstruksi sesuai dengan rencana dan spesifikasi.
5. Pedoman untuk menentukan durasi proyek konstruksi yang wajar dan realistis.

Beberapa faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam membuat jadwal kerja (*time schedule*) adalah (Putra dkk, 2018) :

1. Penjadwalan pekerjaan harus mempertimbangkan ketersediaan sumber daya.
2. Tenaga kerja dan peralatan merupakan dua sumber daya utama yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.
3. Mematuhi tahapan pekerjaan konstruksi. Contohnya adalah pekerjaan finishing merupakan tahap berikutnya setelah pekerjaan atap.
4. Pekerjaan yang menentukan kelancaran pekerjaan lain harus diutamakan. Contohnya pengecoran plat lantai harus dilakukan sebelum pekerjaan instalasi, karena pekerjaan instalasi tidak dapat dilakukan sebelum plat lantai selesai.

### 1.6.4 Metode PDM

PDM (*Precedence Diagramming Method*) adalah sebuah teknik penjadwalan proyek yang termasuk dalam "*Networking Planning*" atau perencanaan jaringan kerja. Berbeda dengan AOA (*Activity on Arrow*) yang fokus pada kegiatan yang digambarkan dengan anak panah, PDM fokus pada kegiatan yang digambarkan dalam kotak (*node*) dan disebut juga AON (*Activity On Node*). PDM menggunakan diagram anak panah dan kotak, serta kaidah logika ketergantungan untuk menyusun urutan kegiatan dalam proyek. PDM hanya menggunakan satu angka estimasi untuk



**Gambar 1.** Hubungan Kegiatan AON

setiap kegiatan dan menghasilkan jaringan kerja yang lebih sederhana dibandingkan CPM dan PERT, terutama untuk proyek yang kegiatannya perlu dipecah menjadi sub-kegiatan. AON adalah terminologi manajemen proyek yang

umumnya diterapkan pada PDM, di mana kegiatan ditulis di dalam kotak (*node*) dan anak panah hanya menjelaskan hubungan ketergantungan antar kegiatan. Gambar 1 menunjukkan hubungan ketergantungan antar kegiatan dalam AON, dan tabel 1 menunjukkan simbol-simbol yang digunakan dalam AON (Atin dkk, 2017)

**Tabel 1.** Simbol AON

Kotak/ <i>Node</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menunjukkan aktivitas</li> <li>• Setiap aktivitas harus memiliki kode unik yang membedakannya dari aktivitas lain</li> <li>• Contoh aktivitas : melakukan identifikasi area yang dapat dioptimalkan dan ditingkatkan dalam SIM kepegawaian, membuat program dan kode untuk membangun SIM kepegawaian, melakukan uji coba SIM kepegawaian untuk memastikan fungsionalitas dan performanya</li> </ul>
Anak Panah ( <i>arrow</i> )		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panah dalam jaringan menunjukkan urutan, ketergantungan, dan alur proses antar elemen.</li> <li>• Panah dapat bersilangan</li> <li>• Contoh : setelah aktivitas identifikasi area yang dapat dioptimalkan dan ditingkatkan dalam SIM kepegawaian, maka aktivitas</li> </ul>

		membuat program dan kode untuk membangun SIM kepegawaian dapat dilaksanakan (finish to start)
Anak Panah Terputus- putus	-----▶	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menunjukkan aktivitas semu/dummy</li> <li>• Aktivitas semu mengatur alur kerja dengan terstruktur.</li> <li>• Dummy tidak berdurasi dan tidak memerlukan sumber daya, beda dengan activity.</li> </ul>

Sumber : Atin dkk, 2017

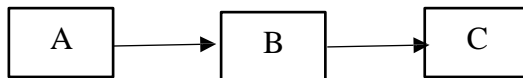
Menurut Atin & Cahyana (2017) penggunaan simbol AON (*Activity On Node*) mengikuti beberapa aturan berikut :

1. Aliran jaringan umumnya bergerak dari kiri ke kanan
2. Urutan pengerjaan dalam jaringan mengharuskan penyelesaian aktivitas pendahulu sebelum memulai aktivitas berikutnya
3. Panah dalam diagram jaringan menunjukkan hubungan antar aktivitas dan arah alirannya.
4. Panah dapat bersilangan.
5. Dua aktivitas terkait tanpa mempengaruhi jadwal dihubungkan dengan panah dummy (pada AOA) untuk menunjukkan hubungan tanpa durasi.
6. Setiap aktivitas wajib memiliki nomor identifikasi unik
7. Nomor aktivitas harus diurut berdasarkan pendahulunya
8. Diagram alur kerja harus bebas loop
9. Diagram alur kerja harus bebas dari pernyataan kondisi
10. Satu node awal direkomendasikan untuk menunjukkan awal proyek, bahkan jika terdapat beberapa titik awal yang memungkinkan
11. Begitupun dengan penggunaan node akhir

Gambar 2, 3, 4, dan 5 menjelaskan panduan penggunaan symbol AON dalam diagram alur kerja (Atin dkk, 2017):

1. Gambar 2 menunjukkan panduan penggunaan symbol AON 1

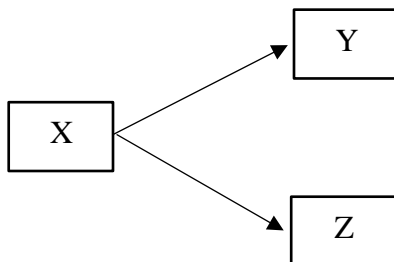
A adalah yang pertama dan tidak memiliki pendahulu. B (C) setelah A (B).



**Gambar 2.** Ketentuan Penggunaan Simbol AON 1

2. Gambar 3 menunjukkan panduan penggunaan simbol AON 2

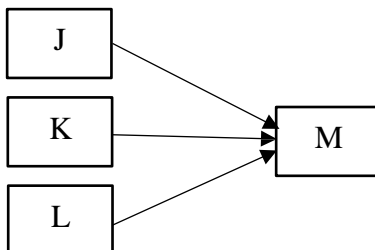
X adalah pendahulu Y dan Z. Y dan Z dapat dimulai secara bersamaan jika memungkinkan



**Gambar 3.** Ketentuan Penggunaan Simbol AON 2

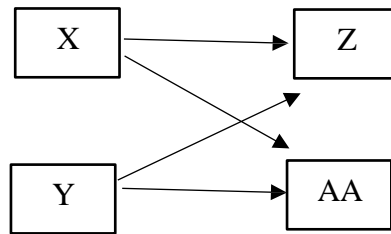
3. Gambar 4 menunjukkan panduan penggunaan symbol AON 3

J, K, dan L dapat dimulai bersamaan dan harus selesai sebelum M



**Gambar 4.** Ketentuan Penggunaan Symbol AON 3

4. Gambar 5 menunjukkan panduan penggunaan symbol AON 4



**Gambar 5.** Ketentuan Penggunaan Symbol AON 4 Z dan AA sama-sama didahului oleh X dan Y.

Z dan AA sama-sama didahului oleh X dan Y

#### 1.6.4.1 Hubungan Logika Ketergantungan AON

Pada PDM terdapat batasan yang disebut konstrain, yang mana satu konstrainnya dapat menghubungkan dua kegiatan dalam proyek. Hal ini dikarenakan setiap kegiatan (*node*) memiliki dua ujung, yaitu ujung awal (S) dan ujung akhir (F). Terdapat empat jenis konstrain dalam PDM (Soeharto, 1999 dalam Arianto, 2010 dalam Suherman dkk, 2016), yaitu :

##### 1. Konstrain selesai ke mulai - *Finish-to-start* (FS)

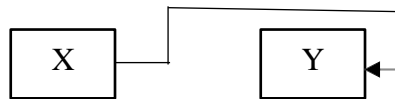
Konstrain ini menjelaskan hubungan antara dimulainya suatu kegiatan (j) dengan selesainya kegiatan sebelumnya (i). hal ini dirumuskan sebagai  $FS(i-j) = a$ , yang berarti kegiatan (j) baru dapat dimulai setelah kegiatan (i) selesai dengan selang waktu a hari. Jika a bernilai 0 atau  $FS(i-j) = 0$  maka aktivitas (j) dapat langsung dimulai setelah aktivitas (i) selesai. Rumus ini membantu dalam merencanakan dan menjadwalkan proyek dengan lebih efektif, memastikan kelancaran dan ketepatan waktu proyek, serta mengidentifikasi risiko proyek dan cara mengatasinya.



**Gambar 6.** Finish-to-Start

##### 2. Konstrain selesai ke selesai – *Finish-to-Finish* (FF)

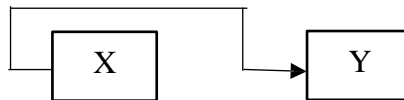
Konstrain ini menjelaskan hubungan antara selesainya suatu kegiatan (j) dengan selesainya kegiatan sebelumnya (i). Hal ini dirumuskan sebagai  $FF(i-j) = c$ , yang berarti kegiatan (j) baru dapat selesai setelah kegiatan (i) selesai dengan selang waktu c hari. Konstrain ini juga mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100% sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian ( $=c$ ) hari selesai.



**Gambar 7.** Finish-to-Finish

3. Konstrain mulai ke mulai – *Start-to-Start* (SS)

Konstrain ini menjelaskan hubungan antara dimulainya suatu kegiatan (j) dengan dimulainya kegiatan sebelumnya (i). hal ini dirumuskan sebagai  $SS(i-j) = a$ , yang berarti kegiatan (j) baru dapat dimulai setelah kegiatan (i) dimulai dengan selang waktu  $a$  hari. Konstrain ini memungkinkan kegiatan (j) dimulai meskipun kegiatan (i) belum selesai 100%, dengan catatan bagian tertentu dari kegiatan (i) telah selesai



**Gambar 8.** Start-to-Start

4. Konstrain mulai ke selesai - *Start-to-Finish* (SF)

Konstrain ini menjelaskan hubungan antara selesainya suatu kegiatan (j) dengan dimulainya kegiatan sebelumnya (i). hal ini dirumuskan sebagai  $SF(i-j) = d$ , yang berarti kegiatan (j) baru dapat selesai setelah kegiatan (i) dimulai dengan selang waktu  $d$  hari.



**Gambar 9.** Start-to-finish

Menurut Ervianto (2023) keunggulan Precedence Diagram Method dibandingkan *Arrow Diagram* adalah :

1. PDM tidak memerlukan *dummy activity*, sehingga pembuatannya lebih mudah
2. PDM memungkinkan hubungan *overlapping* antar kegiatan tanpa menambah jumlah kegiatan

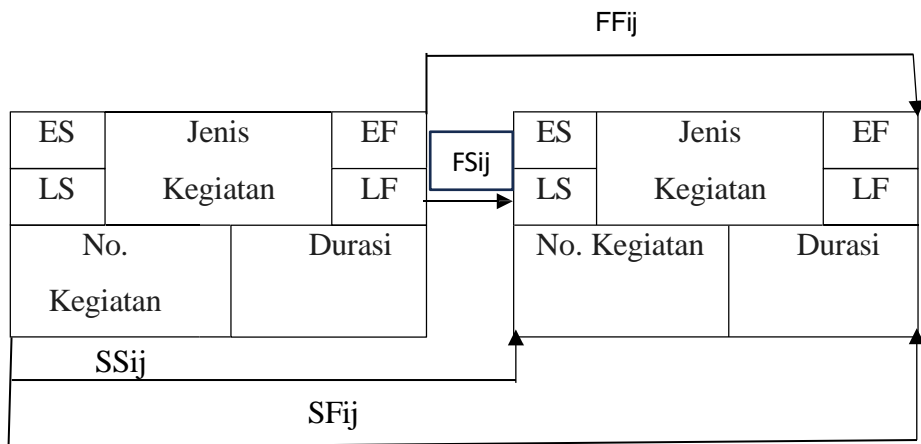
Di bawah ini adalah lambang dari aktivitas dalam PDM yang mudah untuk dimengerti

ES	Jenis	EF
LS	Kegiatan	LF
No.Kegiatan		Durasi

**Gambar 10.** Lambang Kegiatan

Durasi		Float
LS	No. Kegiatan	EF
Jenis Kegiatan		

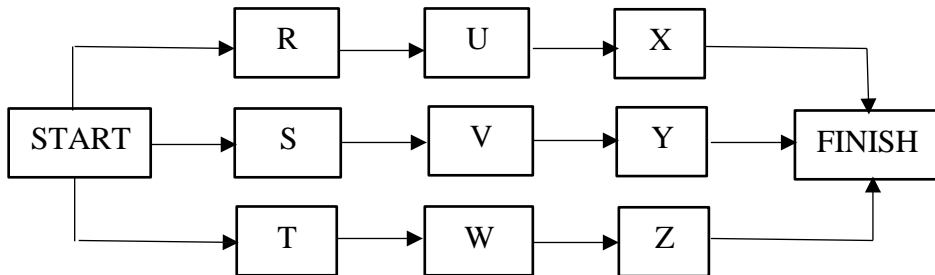
**Gambar 11.** Lambang Kegiatan



**Gambar 12.** Hubungan i dan j

Metode ini menggunakan garis untuk menghubungkan kegiatan secara berurutan. Garis dimulai dari kiri atau atas dan tidak pernah berakhir di kiri sebuah kegiatan. Jika terdapat sebanyak kegiatan di awal dan sebanyak kegiatan pula di akhir, kegiatan fiktif berupa *start/finish* dapat ditambahkan untuk mempermudah pemahaman (Ervianto, 2023).





**Gambar 13.** Kegiatan Fiktif

#### 1.6.4.2 Identifikasi Jalur Kritis

Menurut Render dan Jay (2006) dalam jalur kritis adalah serangkaian aktivitas dalam proyek yang tidak dapat ditunda pengerjannya. Aktivitas-aktivitas ini saling terkait satu sama lain, dan jika salah satu diantaranya tertunda, maka seluruh proyek akan tertunda. Semakin banyak jalur kritis dalam proyek, semakin banyak pula aktivitas yang harus dipantau dengan seksama. Durasi waktu terpanjang dalam jalur kritis merupakan perkiraan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jalur kritis dapat diperoleh dari diagram jaringan yang menunjukkan hubungan dan urutan kegiatan dalam proyek

Jalur kritis merupakan serangkaian kegiatan kritis yang saling terkait yang dimulai dari kegiatan pertama dan berakhir pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999 dalam Rantesalu, 2019). Jalur kritis adalah jalur dalam diagram jaringan proyek yang memiliki durasi paling lama. Jalur ini menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jalur kritis biasanya digambar dengan anak panah tebal.

Menurut Mingus (2002) dalam Novitasari, Sandora, & Lestari (2018), terdapat metode untuk menghitung jalur kritis pada diagram panah, yaitu :

##### 1. Perhitungan maju

Mulai dari titik awal (Start) hingga titik akhir (Finish), kita dapat menghitung waktu penyelesaian tercepat (EF) dan waktu mulai tercepat (ES) untuk setiap aktivitas, serta waktu terjadinya peristiwa tercepat (E). Perhitungan nilai ES<sub>j</sub> dan EF<sub>j</sub> dilakukan dengan cara berikut :

$$ES_j = ES_i + SS_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_i + FS_{ij} \quad (1.1)$$

$$EF_j = ES_i + SF_{ij} \text{ atau } EF_j = EF_i + FF_{ij} \text{ atau } ES_j + D_j \quad (1.2)$$

LF = batas waktu paling akhir suatu aktivitas boleh selesai

##### 2. Perhitungan mundur

Perhitungan mundur dilakukan dari titik akhir (Finish) menuju titik awal (Start) untuk menentukan waktu paling lambat suatu aktivitas selesai (LF), waktu paling lambat suatu aktivitas dimulai (LS), dan waktu paling lambat suatu peristiwa terjadi (L). nilai LSi dan LFi dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$L_{Fi} = L_{Fj} - FF_{ij} \text{ atau } L_{Fi} = L_{Sj} - FS_{ij} \quad (1.3)$$

$$L_{Si} = L_{Sj} - SS_{ij} \text{ atau } L_{Si} = L_{Fj} - SF_{ij} \text{ atau } L_{Fi} - D_i \quad (1.4)$$

### 3. Total float

Total Float (TF) menunjukkan waktu maksimum yang bisa dihabiskan untuk menunda suatu kegiatan tanpa menyebabkan keterlambatan pada penyelesaian keseluruhan proyek. Float atau nilai slack dapat dihitung ketika kedua perhitungan diatas telah selesai. Suatu kegiatan dikategorikan sebagai kegiatan kritis apabila :

$$ES = LS \text{ atau } EF = LF \text{ atau } LF - ES = D \text{ (durasi kegiatan)} \quad (1.5)$$

Jika float suatu kegiatan sama dengan 0, maka kegiatan tersebut dikategorikan sebagai kritis. Menurut Suherman & Ilma (2016), total float dihitung dengan : Total float = LF – EF = LS – ES

## 1.6.5 Metode CPM

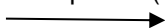
CPM atau Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*) adalah alat penting dalam manajemen proyek untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengelola sumber daya. CPM menggunakan analisis jaringan kerja untuk memetakan aktivitas proyek dan mengidentifikasi jalur terpanjang yang disebut jalur kritis. Jalur kritis ini terdiri dari aktivitas yang saling terkait dan tidak dapat ditunda, karena penundaan pada salah satu aktivitas di jalur ini akan menyebabkan keterlambatan keseluruhan proyek. Dengan CPM kita dapat menentukan waktu minimum yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dan mengidentifikasi aktivitas mana yang paling penting untuk diawasi agar proyek selesai tepat waktu (Safitri dkk, 2019).

CPM atau Metode Jalur Kritis menggunakan metode AOA (Activity On Arrow) untuk menggambarkan aktivitas proyek. Dalam AOA aktivitas digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili peristiwa atau kejadian. CPM juga menggunakan aktivitas dummy yang merupakan aktivitas fiktif yang tidak memerlukan waktu, biaya, atau sumber daya. Aktivitas dummy ini digunakan untuk menghubungkan peristiwa yang tidak memiliki ketergantungan langsung dan untuk memperjelas struktur jaringan proyek (Fahrian dkk, 2021).

### 1.6.5.1 Simbol-Simbol dalam *Network Planning* CPM

Berikut adalah simbol-simbol yang digunakan untuk menggambarkan jaringan dalam CPM (Hayun, 2005) :

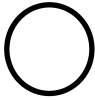
#### 1. Anak panah (*Arrow*)



Dalam CPM, kegiatan adalah sesuatu yang membutuhkan waktu dan menggunakan sumber daya seperti tenaga kerja, peralatan, bahan, dan biaya. Anak panah digunakan untuk menggambarkan kegiatan dalam diagram CPM. Panjang dan kemiringan anak panah tidak memiliki arti dan tidak perlu digambar dengan skala. Arah kepala anak panah menunjukkan urutan kegiatan, dengan kegiatan

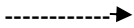
dimulai dari kiri dan bergerak ke kanan.

2. Lingkaran (*Node*)



Dalam CPM, kejadian (*event*) adalah titik awal atau akhir dari suatu kegiatan. Kejadian dapat terjadi ketika satu atau beberapa kegiatan selesai. Kejadian sering digambarkan dengan lingkaran kecil dalam diagram CPM.

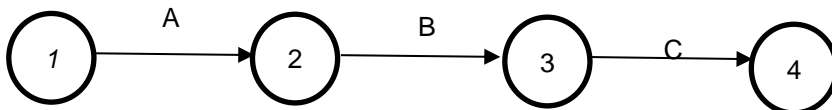
3. Anak panah terputus-putus (*Dummy*)



Dalam CPM, kegiatan dummy adalah kegiatan fiktif yang tidak memerlukan waktu, sumber daya, atau biaya. Dummy digunakan untuk menghubungkan dua peristiwa yang tidak memiliki ketergantungan langsung dan untuk memperjelas struktur jaringan proyek. Dummy digambarkan dengan garis putus-putus dalam diagram CPM.

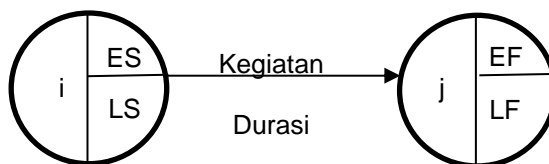
### 1.6.5.2 Hubungan Antara Simbol dan Kegiatan

Hubungan antar kegiatan dalam CPM, atau yang disebut logika ketergantungan dapat dilihat pada gambar 14



**Gambar 14** Kegiatan A pendahulu kegiatan B, (Wahyu A. 2012 dalam Fahrion dkk, 2021 )

Gambar 15 menunjukkan contoh tampilan untuk setiap kegiatan beserta simbolnya



**Gambar 15** Lingkaran Kegiatan (Abduh, 2004 dalam Syaputra, 2019)

Keterangan :

- ES = *Earliest Start*
- LS = *Latest Start*
- EF = *Earliest Finish*
- LF = *Latest Finish*

### 1.6.5.3 Perhitungan dalam Metode CPM

1. Perhitungan maju (*forward pass*)

Hitungan maju dapat dilihat pada persamaan (1.6) (Syaputra, 2019)

$$EF = ES + D \quad (1.6)$$

Dimana :

EF : waktu selesai paling awal suatu event

ES : waktu mulai paling awal suatu event

D : durasi

## 2. Perhitungan mundur

Hitungan mundur dapat dilihat pada persamaan (1.7) (Syaputra, 2019)

$$LS = LF - D \quad (1.7)$$

Dimana :

LS : waktu paling awal suatu event boleh selesai

LF : waktu paling akhir suatu event boleh selesai

## 3. Perhitungan waktu mengambang (*float* atau *slack*)

Float adalah konsep penting dalam manajemen proyek yang memberikan kelonggaran waktu dan fleksibilitas dalam pelaksanaan jaringan kerja. Hal ini memungkinkan penyesuaian waktu pengerjaan, optimalisasi penggunaan sumber daya, dan penyelesaian proyek tepat waktu. Float terbagi menjadi dua jenis, total float (TF) dan free float. Total float (TF) adalah waktu mengambang total yang dihitung dengan rumus :

$$TF = LF - ES - D = LS - EF - D \quad (1.8)$$

### 1.6.5.4 Jalur Kritis

Suatu aktivitas termasuk dalam jalur kritis jika waktu mulai terlambat (LS) sama dengan waktu mulai awal (ES) dan waktu selesai terlambat (LF) sama dengan waktu selesai awal (EF). Untuk menentukan jalur kritis pada jaringan kerja, diperlukan perhitungan maju dan mundur.

### 1.6.6 Contoh Kasus

Diberikan data berupa *time schedule* suatu proyek seperti pada tabel 2

**Tabel 2.** Perencanaan Pekerjaan Dan Waktu Pengerjaan Ruko

No.	Uraian pekerjaan	Simbol Kegiatan	Waktu (hari)
1.	Gudang barak kerja	A	4
2.	Air kerja	B	3
3.	Api Listrik	C	2
4.	Bouplank	D	5
5.	Galian tanah	E	5
6.	Tanah urug Kembali	F	6
7.	Tapak. 130 x 130	G	10

No.	Uraian pekerjaan	Simbol Kegiatan	Waktu (hari)
8.	Stek tapak	H	7
9.	Sloof 22 x 35	I	15
10.	Cor balok 22 x 35	J	15
11.	Cor balok 22 x 40	K	15
12.	Plat lantai 11 cm	L	13
13.	Tangga cor	M	10
14.	Pas bata	N	20
15.	Plaster bata	O	20
16.	Cor balok pintu	P	7
17.	Plaster beton	Q	8

Sumber : Andiraja dkk, 2015

Pada tabel diatas terdapat durasi dari masing-masing pekerjaan. Pekerjaan yang durasinya paling lama untuk diselesaikan adalah pas bata dan plaster bata dengan durasi masing-masing adalah 20 hari.

### 1.6.6.1 Mengurutkan Pekerjaan

Mengetahui urutan pekerjaan dibutuhkan agar dapat mengetahui kegiatan mana yang harus dilakukan terlebih dahulu dan mana yang bisa dilakukan setelahnya. Pengurutan kegiatan membantu mengidentifikasi hubungan dan ketergantungan antar kegiatan, sehingga dapat diketahui batasan-batasan yang ada. Adapun urutan pekerjaan beserta hubungannya adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.** Urutan Pekerjaan dan Hubungan Antar Pekerjaan

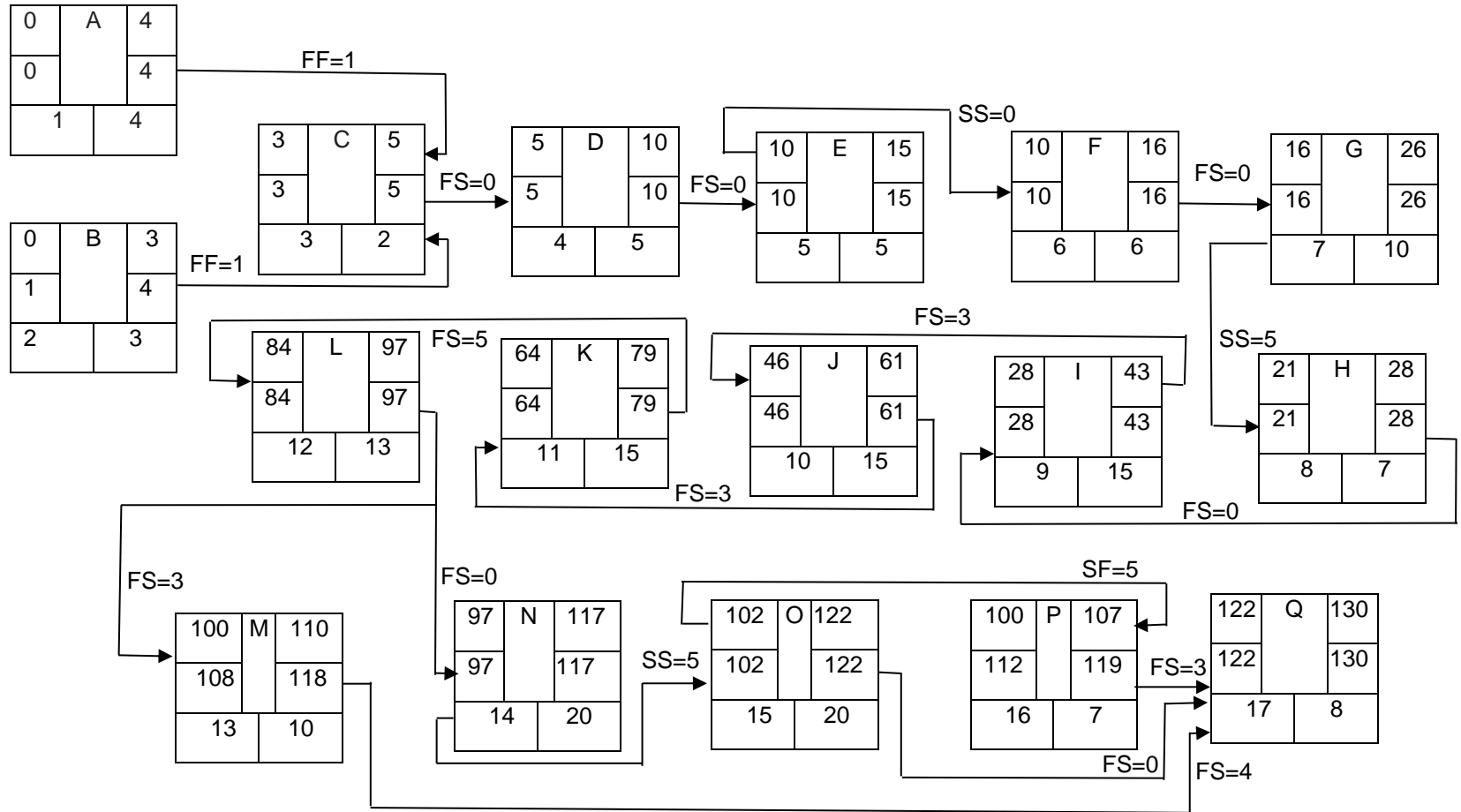
No.	Simbol Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Hubungan Antar Pekerjaan
1.	A	-	-
2.	B	-	-
3.	C	A,B	FF(1-3) = 1 FF(2-3) = 1
4.	D	A,B,C	FS(3-4) = 0

No.	Simbol Pekerjaan	Pekerjaan Sebelumnya	Hubungan Antar Pekerjaan
5.	E	D	FS(4-5) = 0
6.	F	E	SS(5-6) = 0
7.	G	F	FS(6-7) = 0
8.	H	G	SS(7-8) = 5
9.	I	H	FS(8-9) = 0
10.	J	I	FS(9-10) = 3
11.	K	J	FS(10-11) = 3
12.	L	K	FS(11-12) = 5
13.	M	L	FS(12-13) = 3
14.	N	L	FS(12-14) = 0
15.	O	N	SS(14-15) = 5
16.	P	O	SF(15-16) = 5
17.	Q	M,O,P	FS(13-17) = 4 FS(15-17) = 0 FS(16-17) = 3

Sumber : Andiraja dkk, 2015

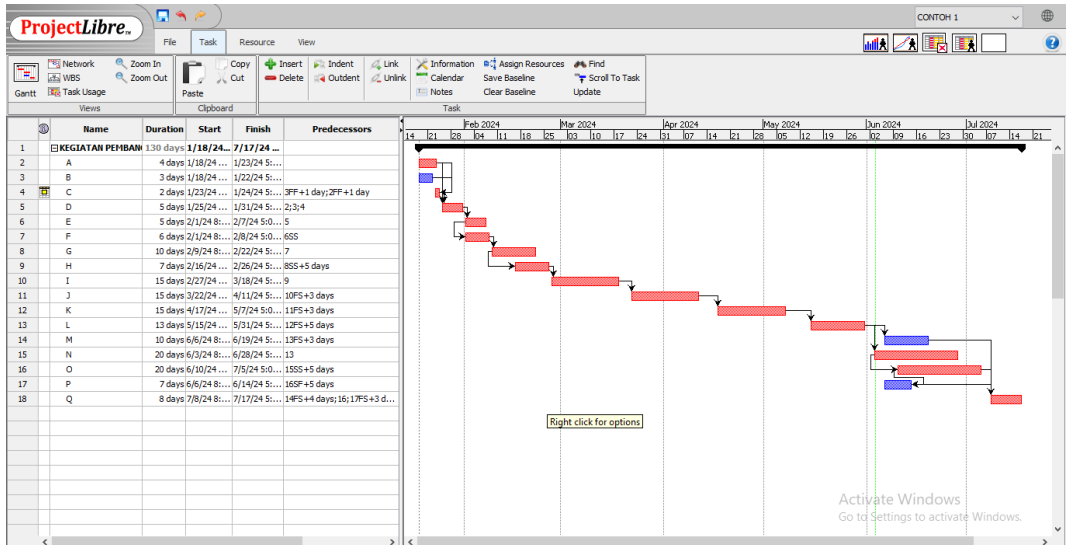
#### 1.6.6.2 Membuat Jaringan Kerja dan Menentukan Jalur Kritis pada Metode PDM

1.6.6.2.1 Membuat Jaringan Kerja



### 1.6.6.2.2 Gantt Chart

Hasil perhitungan pekerjaan proyek dengan *Project Libre* dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 16 Gantt Chart

### 1.6.6.2.3 Analisa Data

Setelah menentukan urutan dan batasan kegiatan, langkah selanjutnya adalah menganalisis data. Analisis data dilakukan dengan melakukan perhitungan maju dan mundur, perhitungan maju dilakukan mulai dari kegiatan awal hingga kegiatan akhir, dan perhitungan mundur dilakukan dari kegiatan akhir ke kegiatan awal. Berdasarkan perhitungan maju dan mundur, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Maju Dan Mundur

No.	Simbol Pekerjaan	ES	LS	EF	LF
1.	A	0	0	4	4
2.	B	0	3	3	4
3.	C	3	3	5	5
4.	D	5	5	10	10
5.	E	10	10	15	15
6.	F	10	10	16	16



No.	Simbol Pekerjaan	ES	LS	EF	LF
7.	G	16	16	26	26
8.	H	21	21	28	28
9.	I	28	28	43	43
10.	J	46	46	61	61
11.	K	64	64	79	79
12.	L	84	84	97	97
13.	M	100	108	110	118
14.	N	97	97	117	117
15.	O	102	102	122	122
16.	P	100	111	107	119
17.	Q	122	122	130	130

Sumber : Andiraja dkk, 2015

#### 1.6.6.2.4 Lintasan Kritis

Setelah melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur maka langkah selanjutnya adalah menemukan jalur kritis

**Tabel 5.** Menentukan Jalur Kritis

No.	Simbol Pekerjaan	ES	LS	EF	LF	LF-ES	D	TF
1.	A	0	0	4	4	4	4	0
2.	B	0	3	3	4	4	3	1
3.	C	3	3	5	5	2	2	0
4.	D	5	5	10	10	5	5	0
5.	E	10	10	15	15	5	5	0
6.	F	10	10	16	16	6	6	0
7.	G	16	16	26	26	10	10	0
8.	H	21	21	28	28	7	7	0

No.	Simbol Pekerjaan	ES	LS	EF	LF	LF-ES	D	TF
9.	I	28	28	43	43	15	15	0
10.	J	46	46	61	61	15	15	0
11.	K	64	64	79	79	15	15	0
12.	L	84	84	97	97	13	13	0
13.	M	100	108	110	118	18	10	8
14.	N	97	97	117	117	20	20	0
15.	O	102	102	122	122	20	20	0
16.	P	100	111	107	119	19	7	12
17.	Q	122	122	130	130	8	8	0

Sumber : Andiraja dkk, 2015

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa aktivitas B, M, dan P tidak termasuk dalam aktifitas kritis karena tidak mencapai standar sebagai aktivitas kritis yaitu pada B, M, dan P nilai  $ES \neq LS$ , nilai  $EF \neq LF$ , nilai  $LF - ES \neq D$ , dan nilai  $TF \neq 0$ . Adapun lintasan kritis dari tabel di atas adalah :

$A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow L \rightarrow N \rightarrow O \rightarrow Q$

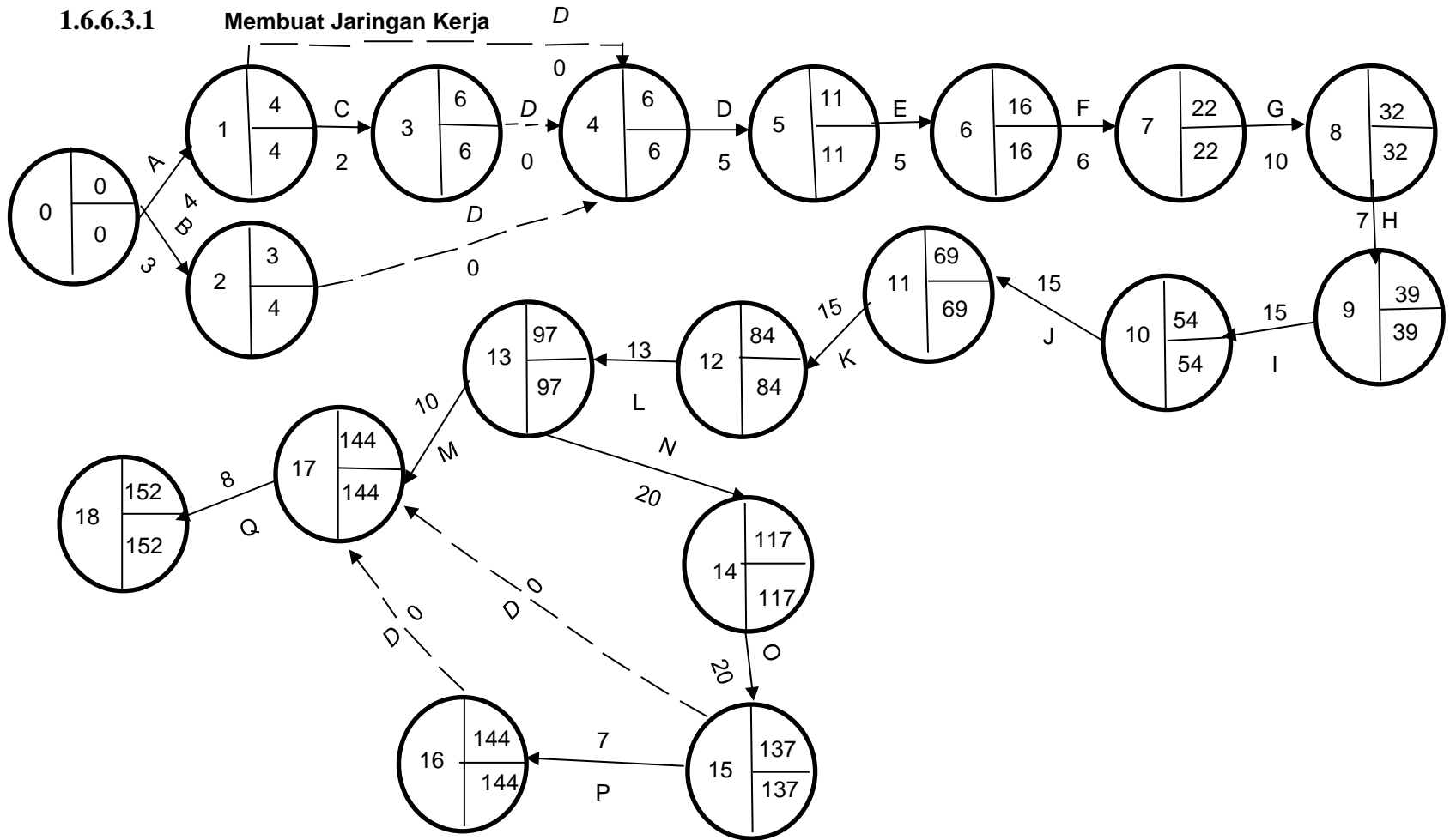
Urutan kegiatan diatas merupakan lintasan kritis karena memenuhi standar sebagai lintasan kegiatan kritis karena nilai  $ES = LS$ , nilai  $EF = LF$ , nilai  $LF - ES = D$ , dan nilai  $TF = 0$ .

Jadi, berdasarkan perhitungan maju dan mundur yang telah dilakukan pengerjaan proyek ruko akan selesai dalam waktu 130 hari atau lebih cepat 15 hari bila dibandingkan dengan jumlah durasi masing-masing kegiatan yang berada dalam lintasan kritis tersebut yaitu 145 hari.

### 1.6.6.3 Membuat Jaringan Kerja dan Menentukan Jalur Kritis pada Metode CPM

1.6.6.3.1

Membuat Jaringan Kerja



### 1.6.6.3.2 Analisa Data

Analisis data dilakukan dengan melakukan perhitungan maju dan mundur, perhitungan maju dilakukan mulai dari kegiatan awal hingga kegiatan akhir, dan perhitungan mundur dilakukan dari kegiatan akhir ke bagian awal. Berdasarkan perhitungan maju dan mundur diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Maju dan Perhitungan Mundur

No.	Simbol pekerjaan	ES	EF	LS	LF
1.	A	0	4	0	4
2.	B	0	3	0	4
3.	C	4	6	4	6
4.	D	6	11	6	11
5.	E	11	16	11	16
6.	F	16	22	16	22
7.	G	22	32	22	32
8.	H	32	39	32	39
9.	I	39	54	39	54
10.	J	54	69	54	69
11.	K	69	84	69	84
12.	L	84	97	84	97
13.	M	97	144	97	144
14.	N	97	117	97	117
15.	O	117	137	117	137
16.	P	137	144	137	144
17.	Q	144	152	144	152

### 1.6.6.3.3 Lintasan Kritis

Setelah melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur maka langkah selanjutnya adalah menentukan jalur kritis.

**Tabel 7** Menentukan Jalur Kritis

No.	Simbol pekerjaan	Durasi	i	j	ES	EF	LS	LF	TF=LF-ES-D
1.	A	4	0	1	0	4	0	4	0
2.	B	3	0	2	0	3	0	4	1
3.	C	2	1	3	4	6	4	6	0
4.	D	5	4	5	6	11	6	11	0
5.	E	5	5	6	11	16	11	16	0
6.	F	6	6	7	16	22	16	22	0
7.	G	10	7	8	22	32	22	32	0
8.	H	7	8	9	32	39	32	39	0

No.	Simbol pekerjaan	Durasi	i	j	ES	EF	LS	LF	TF=LF-ES-D
9.	I	15	9	10	39	54	39	54	0
10	J	15	10	11	54	69	54	69	0
11	K	15	11	12	69	84	69	84	0
12	L	13	12	13	84	97	84	97	0
13	M	10	13	17	97	144	97	144	37
14	N	20	13	14	97	117	97	117	0
15	O	20	14	15	117	137	117	137	0
16	P	7	15	16	137	144	137	144	0
17	Q	8	17	18	144	152	144	152	0

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa aktifitas B dan M tidak termasuk dalam aktifitas kritis karena tidak mencapai standar sebagai aktifitas kritis yaitu pada B dan M nilai  $TF \neq 0$ . Adapun lintasan kritis dari tabel diatas adalah :

A → C → D → E → F → G → H → I → J → K → L → N → O → P → D → Q

Jadi, berdasarkan perhitungan maju dan mundur yang telah dilakukan pengerjaan proyek ruko akan selesai dalam waktu 152 hari.

### 1.6.7 Project Libre

Projectlibre, sebuah aplikasi open source yang digagas oleh Marc O'Brien dan Laurent Chretienneau, hadir sebagai alternatif bagi *software* komersil seperti *Microsoft Project*. Sesuai namanya, software ini gratis dan kompatibel dengan *software* manajemen proyek lain yang mampu membaca dan menulis dokumen berformat xml, termasuk *Microsoft Project* dan produk sejenis lainnya (Riyadhsyah dkk, 2018). *Project Libre* sering digunakan untuk membuat penjadwalan proyek.

#### 1.6.6.1 Istilah-istilah dalam Project Libre

1. *Name*, adalah lembar kerja yang memuat detail pekerjaan dalam suatu proyek.

**Tabel 8.** Name pada ProjecLibre

Name
<b>Kegiatan Pembangunan Ruko</b>
Gudang barak kerja
Air kerja
Api listrik

Bouplank
Galian tanah
Tanah urug kembali

2. Durasi, adalah lamanya waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Satuan waktu yang digunakan adalah hari (*days*).

**Tabel 9.** Duration pada *Project Libre*

Duration
<b>130 days</b>
4 days
3 days
2 days
5 days
5 days
6 days

3. *Start*, adalah tanggal dimulainya suatu pengerjaan kegiatan dalam proyek.

**Tabel 10.** Start pada *Project Libre*

Start
<b>1/18/24 8:00 AM</b>
1/18/24 8:00 AM
1/23/24 8:00 AM
1/25/24 8:00 AM
2/1/24 8:00 AM
2/1/24 8:00 AM
2/9/24 8:00 AM

4. *Finish*, adalah tanggal selesainya suatu kegiatan atau proyek tertentu. Tanggal penyelesaian proyek tersebut akan dihitung secara otomatis berdasarkan durasi pekerjaan.

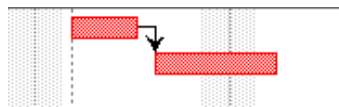
**Tabel 11.** Finish pada *Project Libre*

<b>Finish</b>
<b>7/17/24 5:00 PM</b>
1/23/24 5:00 PM
1/22/24 5:00 PM

1/24/24 5:00 PM
1/31/24 5:00 PM
2/7/24 5:00 PM
2/8/24 5:00 PM

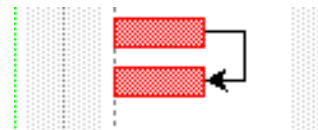
5. Predecessors, adalah aktifitas yang mendahului aktifitas lain. Dalam Projectlibre terdapat 4 macam hubungan predecessors, yaitu :

- 1) *Finish to start*, yaitu hubungan antara dua pekerjaan Dimana pekerjaan kedua tidak dapat dimulai sebelum pekerjaan pertama selesai, seperti pada contoh grafik di bawah



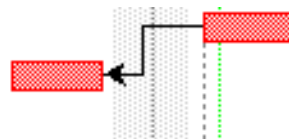
**Gambar 17.** *Finish to Start* pada *Project Libre*

- 2) *Finish to finish*, yaitu hubungan antara dua pekerjaan Dimana kedua pekerjaan harus selesai pada saat yang sama, seperti pada contoh grafik di bawah



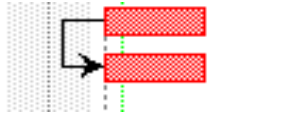
**Gambar 18.** *Finish to Finish* pada *Project Libre*

- 3) *Start to finish*, yaitu hubungan antara dua pekerjaan dimana pekerjaan kedua tidak boleh selesai sebelum pekerjaan pertama dimulai, seperti pada contoh grafik di bawah



**Gambar 19.** *Start to Finish* pada *Project Libre*

- 4) *Start to start*, yaitu hubungan antara dua pekerjaan dimana kedua pekerjaan harus dimulai pada saat yang sama, seperti pada contoh grafik di bawah



**Gambar 20.** *Start to Start* pada *Project Libre*



## **BAB II METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1 Lokasi Penelitian**

Informasi secara umum proyek pembangunan adalah sebagai berikut :

Nama proyek	:	Rehabilitasi dan Renovasi Prasarana Madrasah Provinsi Sulawesi Barat 1
Lokasi proyek	:	MAN 1 Polewali Mandar
Konsultan pengawas	:	PT. MEDIA ARCHITECTS AND ENGINEERS
Kontraktor	:	PT. ARYA PERKASA UTAMA
Jam kerja	:	8 jam (08.00 – 17.00) dan 1 jam istirahat
Waktu kerja	:	Senin – Sabtu (kecuali hari kebesaran)

### **2.2 Metode Penelitian**

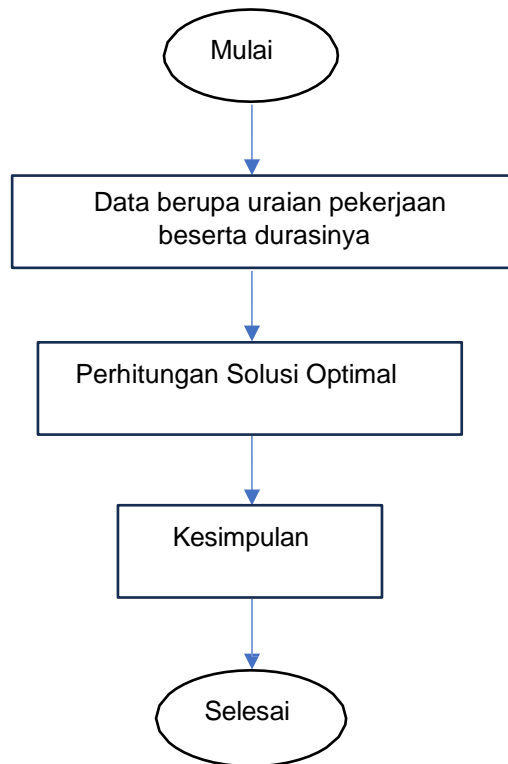
Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan fokus pada satu kasus untuk mendapatkan informasi yang mendalam. Kajian kasus dengan metode ini digunakan untuk mengumpulkan data dan keterangan tentang objek penelitian secara detail. Metode deskriptif dan jenis penelitian studi kasus dipilih untuk mendapatkan gambaran yang jelas dan menyeluruh tentang sasaran penelitian.

### **2.3 Pengumpulan Data**

Proses pengumpulan data dan informasi dari proyek konstruksi yang sedang berlangsung sangatlah penting untuk melakukan evaluasi terhadap optimalisasi waktu proyek. Data yang dibutuhkan dalam evaluasi ini berupa jenis kegiatan dan juga durasi. Data tersebut dapat diperoleh dari instansi terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Pengambilan data juga dilakukan melalui wawancara untuk mendapatkan beberapa informasi pendukung.

### **2.4 Diagram Alur Penelitian**

Langkah pertama yaitu melakukan pengambilan data berupa uraian pekerjaan beserta durasinya pada proyek pembangunan di MAN 1 Polewali Mandar yang diperoleh dari instansi terkait. Selanjutnya data yang diperoleh diolah kedalam bentuk rancangan *network planning*. Dari model tersebut kemudian diselesaikan dengan metode PDM dengan bantuan *Project Libre* dan juga metode CPM. Berdasarkan penyelesaian akan diperoleh hasil berupa waktu optimal untuk proyek pembangunan tersebut. Kemudian langkah terakhir adalah menarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh.



**Gambar 21.** Diagram Alur Penelitian