

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PERBANDINGAN PENJADWALAN PROYEK  
KONSTRUKSI DENGAN METODE LINE OF BALANCE (LOB)  
DAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)**

***COMPARISON STUDY OF CONSTRUCTION PROJECT  
SCHEDULING WITH LINE OF BALANCE (LOB) METHOD  
AND PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)***

**ANDI NURUL FATIMAH  
D011 18 1516**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**

**STUDI PERBANDINGAN PENJADWALAN PROYEK KONSTRUKSI DENGAN  
METODE *LINE OF BALANCE* (LOB) DAN *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD*  
(PDM)**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**ANDI NURUL FATIMAH**

**D011 18 1516**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 22 Februari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

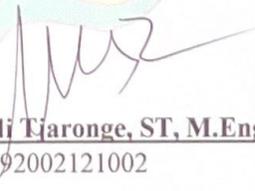


**Dr. Rosmariyani Arifuddin, ST, MT.**  
NIP: 197305301998022001



**Ir. Suharman Hamzah, ST, MT, PhD. HSE Cert.**  
NIP: 197605032002121001

Ketua Program Studi,



**Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng**  
NIP: 196805292002121002

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Andi Nurul Fatimah, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Studi Perbandingan Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Line of Balance dan Precedence Diagram Method (PDM)**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 7 November 2022

Yang membuat pernyataan,



Andi Nurul Fatimah  
NIM: D011 18 1516

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat, kerunia serta izinnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Studi Perbandingan Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Line of Balance (LoB) dan Precedence Diagram Method (PDM)**”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang tulus atas arahan, bimbingan, perhatian, serta segala bentuk bantuan yang diberikan dalam melewati segala kendala yang terjadi selama penyusunan tugas akhir ini agar dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. **Allah SWT**, yang telah memberikan kekuatan dan rezeki dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. **Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. **Ibu Dr. Rosmariani Arifuddin, ST., MT.** selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. **Bapak Ir. Suharman Hamzah, ST, MT, Ph.D, HSE Cert.**, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
6. **Ibu Ir. Evi Aprianti, ST, PhD.**, Selaku dosen manajemen yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu dosen Penguji Tugas Akhir ini.
8. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
9. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf dan asisten Laboratorium Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat saya cintai dan kasihi, yaitu ayahanda **A. Bau Irwan** dan ibunda **A. Muliana Sam** atas doa yang selalu dipanjatkan, kasih sayang yang tiada henti diberikan, dan segala dukungan selama ini, baik spritual maupun material, selalu mendukung segala proses yang saya jalani dan memberikan motivasi serta semangat setiap saat.
2. Adik tercinta **Andi Tsabitah Nur Zhufira** yang selalu memberikan semangat untuk saya agar segera menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Kepada keluarga besar terutama om dan tante saya yang selalu mendukung dan membantu segala keperluan saya selama jauh dari orang tua, yang senantiasa memberikan dukungan agar saya segera menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Saudara seperjuangan **Indi, Mila, Hae, Mega Cp, dan Mega Mantong** yang tiada hentinya saling mengingatkan dan menjaga serta memberikan bantuan dan dukungan sejak mahasiswa baru hingga saat ini.
5. Sahabat-sahabat tercinta **Ikki, Imma, Fige, Aila, Fira, Anha, Wanda, Kholifah, Fayadh, Arjun, Sabir, Ashary, dan Chaidir** yang selalu menemani dalam suka dan duka dari SMA hingga ada di titik ini yang selalu memberikan dukungan dan semangat yang tiada henti agar segera menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Kanda zenior terbaik kak **Muh. Reysha S Kasim, S.T**, yang selalu membantu untuk mengatasi kesulitan yang saya hadapi selama penyelesaian tugas akhir ini.
7. Teman-teman di **Konsentrasi Manajemen Konstruksi 2018**, yang senantiasa memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Saudara-saudari **Transisi 2019** yang sama-sama berjuang dan berproses serta memberikan banyak pelajaran hidup selama menjadi mahasiswa dan menjalani kehidupan kampus.
9. Yang terakhir, saya ingin berterima kasih kepada diri sendiri untuk selalu berusaha melakukan yang terbaik, selalu berusaha menjadi pribadi yang lebih baik dan kuat selama menjalani kehidupan kampus, terima kasih karena tidak menyerah, selalu bangkit dan tetap berdiri hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan

kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kepada para pembaca kiranya dapat memberikan saran dan masukan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan semua pihak yang memerlukannya.

Gowa, November 2022

Penulis

## ABSTRAK

Dalam pelaksanaan proyek sering terjadi keterlambatan yang menyebabkan kerugian baik dari segi waktu dan biaya serta penyimpangan kualitas penyelesaian proyek. Oleh karena itu diperlukan penjadwalan proyek yang baik. Di dalam industri konstruksi dikenal beberapa metode penjadwalan proyek diantaranya adalah *line of balance* (LoB) dan *precedence diagram method* (PDM).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode yakni LoB dan PDM jika diterapkan pada proyek konstruksi serta membandingkan kedua metode penjadwalan tersebut.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data proyek berupa rencana anggaran biaya (RAB) dan kurva S proyek. Kemudian dilakukan penjadwalan ulang dengan metode *line of balance* dan *precedence diagram method*.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini antara lain adalah penggunaan metode penjadwalan proyek *line of balance* (LoB) dan *precedence diagram method* (PDM) dapat memberikan penjadwalan proyek dengan penggunaan sumber daya yang tak terputus (kontinyu). Pada proyek pembangunan Gedung Covid Center yang menjadi studi kasus dalam penelitian ini diperoleh durasi waktu 101 hari. Kelemahan dari metode LoB adalah tidak terlihat hubungan ketergantungan yang jelas antar pekerjaan. Maka metode PDM dapat digunakan untuk mengatasi hal tersebut. Perpaduan kedua metode dapat memberikan penjadwalan yang efektif baik dari kontinyuitas penggunaan sumber daya maupun hubungan ketergantungan antar pekerjaan.

Kata Kunci : Penjadwalan Proyek, *Line of Balance*, *Precedence Diagram Method*, LoB, PDM

## ABSTRACT

*In project implementation, delays often occur, which cause losses both in terms of time and cost and deviations in the quality of project completion. Therefore, good project scheduling is needed. In the construction industry, there are several project scheduling methods, including line of balance (LoB) and precedence diagram method (PDM).*

*The purpose of this study was to determine the advantages and disadvantages of each method, namely LoB and PDM, when applied to construction projects and to compare the two scheduling methods.*

*The research method used in this research is the collection of project data in the form of a budget plan (RAB) and the project S curve. The precedence diagram method and the line of balance method were then used to reschedule.*

*The results obtained from this study include the use of the line of balance (LoB) project scheduling method and the precedence diagram method (PDM) to provide project scheduling with the use of uninterrupted (continuous) resources. In the COVID Center Building construction project, which is the case study in this study, a duration of 101 days was obtained. The weakness of the LoB method is that there is no clear dependency relationship between jobs. Then the PDM method can be used to overcome this. The combination of the two methods can provide effective scheduling of both the continuity of the use of resources and the dependency relationship between jobs.*

*Keywords : Project Scheduling, Line of Balance, Precedence Diagram Method, LoB, PDM*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>14</b>
A. Latar Belakang .....	14
B. Rumusan Masalah .....	20
C. Tujuan Penelitian .....	20
D. Manfaat Penelitian .....	21
E. Batasan Penelitian .....	21
F. Sistematika Penulisan .....	22
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>24</b>
A. Proyek .....	24
A.1 Proyek Konstruksi .....	26
A.2 Proyek Gedung .....	35
B. Manajemen Proyek .....	35
B.1 Pengertian Manajemen Proyek .....	35
B.2 Tujuan dan Fungsi Manajemen Proyek .....	39
B.3 Aspek dalam Manajemen Proyek.....	41
C. Pengendalian Proyek Konstruksi .....	47
C.1 Definisi Pengendalian .....	47
C.2 Proses Pengendalian Proyek .....	47
C.3 Fungsi Pengendalian .....	50
D. Manajemen Jadwal .....	52
D.1 Aspek-aspek Manajemen Jadwal.....	52
D.2 Kendala - kendala Pelaksanaan Manajemen Jadwal .....	54
D.3 Standarisasi Manajemen Jadwal.....	55

E.	Penjadwalan Proyek Konstruksi.....	56
E.1	Pengertian Penjadwalan.....	56
E.2	Tujuan Penjadwalan.....	57
E.3	Pengertian Penjadwalan Proyek Konstruksi.....	59
E.4	Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek.....	59
E.5	Ketidakpastian dalam Penjadwalan.....	62
E.6	Penjadwalan Proyek ( <i>Time Schedule</i> ).....	63
F.	Metode Penjadwalan Proyek.....	67
F.1	Bagan Balok ( <i>Bar Chart</i> ).....	67
F.2	Kurva S ( <i>Hanumm Curve</i> ).....	70
F.3	Metode <i>Critical Path Method</i> (CPM).....	71
F.4	Metode <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM).....	73
F.5	<i>Project Evaluation and Review Technique</i> (PERT).....	82
F.6	<i>Line Of Balance</i> (LoB).....	83
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	88
A.	Strategi Penelitian.....	88
A.1	Model Operasional Penelitian.....	92
A.2	Tahapan Penelitian.....	93
B.	Jenis dan Sumber Data.....	97
B.1	Data Primer.....	97
B.2	Data Sekunder.....	97
C.	Metode Analisa Data.....	98
C.1	Penjadwalan Proyek Metode <i>Line of Balance</i> (LoB).....	98
C.2	Penjadwalan Proyek Metode <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM).....	99
D.	Lokasi Penelitian.....	100
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	101
A.	Gambaran Umum.....	101
B.	Analisis Data Proyek.....	103
C.	Kelebihan dan Kekurangan Metode <i>Line of Balance</i> (LoB) dan <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM).....	104
D.	Penjadwalan Proyek Metode <i>Line of Balance</i> (LoB).....	106
D.1	WBS Proyek.....	107
D.2	Logika Urutan Pekerjaan.....	109
D.3	Penyusunan Jadwal LoB.....	110
E.	Penjadwalan Proyek <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM).....	114
E.1	Logika Ketergantungan Pekerjaan.....	115
E.2	Perhitungan ke Depan ES dan EF.....	117
E.3	Perhitungan Ke Belakang LS & LF.....	120
E.4	Hitungan Pekerjaan Kritis.....	123

E.5 Penggambaran Diagram Preseden .....	125
F. Perbandingan Penjadwalan Proyek Metode LoB dan PDM .....	126
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	127
A. Kesimpulan .....	127
B. Saran.....	128
DAFTAR PUSTAKA.....	129

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Contoh penjadwalan proyek dengan menggunakan metode LoB .....	19
Gambar 2. Contoh Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode PDM.....	19
Gambar 13. Empat komponen proyek yang saling berhubungan .....	45
Gambar 4. <i>Gantt Chart</i> atau <i>Bar Chart</i> pada Microsoft Project Professional 2016.....	70
Gambar 5. Kurva S .....	71
Gambar 6. Contoh Diagram Anak Panah.....	73
Gambar 7. Diagram AOA( <i>Activity On Arrow</i> ) .....	73
Gambar 8. Contoh Node Pada PDM.....	75
Gambar 9. <i>Finish to Finish</i> (FF) .....	75
Gambar 10. <i>Finish to Finish</i> , $FF_{ij} = 0$ .....	76
Gambar 11. <i>Finish to Finish</i> , $FF_{ij} = x$ .....	76
Gambar 12. <i>Finish to Finish</i> , $FF_{ij} = -x$ .....	76
Gambar 13. <i>Finish to Start</i> (FS).....	77
Gambar 14. <i>Finish to Start</i> , $FS_{ij} = 0$ .....	77
Gambar 15. <i>Finish to Start</i> , $FS_{ij} = x$ .....	77
Gambar 16. <i>Start to Start</i> (SS).....	77
Gambar 17. <i>Start to Start</i> , $SS_{ij} = 0$ .....	78
Gambar 18. <i>Start to Start</i> , $SS_{ij} = x$ .....	78
Gambar 19. <i>Start to Finish</i> (SF).....	78
Gambar 20. <i>Start to Finish</i> , $SF = x$ .....	78
Gambar 21. Hubungan ke Muka Kegiatan $FFEF_j = EF_i + FF_{ij}$ .....	79
Gambar 22. Hubungan ke Muka Kegiatan $FSES_j = EF_i + FS_{ij}$ .....	80
Gambar 23. Hubungan ke Muka Kegiatan $SSES_j = ES_i + SS_{ij}$ .....	80
Gambar 24. Hubungan ke Muka Kegiatan $SFEF_j = ES_i + SF_{ij}$ .....	80
Gambar 25. Hubungan ke Belakang Kegiatan $FFLF_i = LF_j - FF_{ij}$ .....	80
Gambar 26. Hubungan ke Belakang Kegiatan $FSLF_i = LS_j - FS_{ij}$ .....	81

Gambar 27. Hubungan ke Belakang Kegiatan $SSLS_i = LS_j - SS_{ij}$ .....	81
Gambar 28. Hubungan ke Belakang Kegiatan $SFLS_i = LF_j - SF_{ij}$ .....	81
Gambar 29. Hubungan Aktivitas dalam Metode PDM.....	82
Gambar 30. Model Operasional Penelitian .....	93
Gambar 31. Diagram Alir Penelitian.....	96
Gambar 32. Peta Lokasi Proyek .....	100
Gambar 33. <i>Barchart</i> dan Kurva-S Proyek Pembangunan Gedung Covid <i>Center</i> .....	102
Gambar 34. WBS proyek .....	107
Gambar 35. Logika urutan pekerjaan.....	110
Gambar 36. Grafik LoB .....	112
Gambar 37. Diagram preseden.....	125

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar keterlambatan proyek tahun 2019-2022.....	15
Tabel 2. <i>State of the Art</i> penelitian sebelumnya.....	85
Tabel 3. Situasi-situasi yang relevan untuk strategi yang berbeda .....	89
Tabel 4. Metode penelitian yang sesuai dengan bentuk pertanyaan yang akan di gunakan.....	92
Tabel 5. Kelebihan dan Kekurangan Metode LoB dan PDM.....	105
Tabel 6. Daftar pekerjaan dan durasi waktu item pekerjaan .....	107
Tabel 7. Jadwal LoB pekerjaan gedung 3 lantai .....	111
Tabel 8. Logika ketergantungan.....	115
Tabel 9. Perhitungan ke depan ES dan EF.....	120
Tabel 10. Perhitungan ke belakang LS dan LF .....	122
Tabel 11. Hitungan kegiatan kritis.....	123
Tabel 12. Perbandingan metode LoB dan PDM.....	126

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Proyek konstruksi memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan pembangunan dalam berbagai bidang. Proyek konstruksi juga turut memberikan kontribusi yang besar dalam membuka lapangan pekerjaan bagi masyarakat. Hal ini berbanding lurus dengan proyek konstruksi yang turut memberikan kontribusi dalam pertumbuhan ekonomi dalam sebuah negara (Santoso dkk., 2021)

Konflik utama yang sering dihadapi dalam suatu proyek konstruksi adalah masalah penjadwalan. Penjadwalan proyek adalah salah satu bagian penting karena melalui penjadwalan dapat diperoleh informasi terkait dengan peningkatan proses pembangunan sebuah proyek antara lain sumber daya, biaya, tenaga kerja, peralatan, material, dan waktu penyelesaian proyek (Aulady and Orleans, 2016).

Proses penjadwalan proyek harus mampu menyesuaikan karakteristik proyek. Pelaksanaan proyek konstruksi membutuhkan sebuah metode penjadwalan proyek yang mampu mengakomodasi keterbutuhan sumber daya yang menerus dan terjadwalkan dengan baik tanpa terjadinya keterlambatan. Keterlambatan konstruksi disebut sebagai periode konstruksi yang berkepanjangan di luar yang diperkirakan sebelumnya. Keterlambatan ini telah terbukti menjadi sumber risiko potensial dalam

industri konstruksi (Ansari et al., 2019).

Tabel 1. Daftar keterlambatan proyek tahun 2019-2022

No.	Tahun	Nama Proyek	Alasan Keterlambatan	Sumber
1	2019	Pembangunan Jalan Tol Cinere-Jagorawi Seksi II B	Pembebasan tanah yang terlambat	<a href="https://ejournal.undip.ac.id/index.php/mkts/article/view/20048">https://ejournal.undip.ac.id/index.php/mkts/article/view/20048</a>
2	2020	Proyek Perumahan Casa de Viola	Metode pelaksanaan pekerjaan yang tidak tepat	<a href="https://ejournal.unsra.t.ac.id/index.php/jss/article/view/27802/27293">https://ejournal.unsra.t.ac.id/index.php/jss/article/view/27802/27293</a>
3	2021	Proyek Rehabilitasi Gedung Koramil Grogol, Sukoharjo	Penyedia jasa kesulitan mencari teaga kerja, proses penyerahan lahan yang terlambat	<a href="https://sukoharjo.pikiran-rakyat.com/solo-raya/pr-2033410055/penyelesaian-proyek-rehabilitasi-gedung-koramil-grogol-sukoharjo-molor-ppk-maksimalkan-masa-denda-kontraktor">https://sukoharjo.pikiran-rakyat.com/solo-raya/pr-2033410055/penyelesaian-proyek-rehabilitasi-gedung-koramil-grogol-sukoharjo-molor-ppk-maksimalkan-masa-denda-kontraktor</a>
4	2022	Pekerjaan Proyek JPO, Banjarmasin	Kesalahan memprediksi pekerjaan, keterlambatan pasokan material	<a href="https://radarbanjarmasin.jawapos.com/banua/30/12/2022/proyek-terlambat-kontraktor-jpo-km-34-kena-denda/">https://radarbanjarmasin.jawapos.com/banua/30/12/2022/proyek-terlambat-kontraktor-jpo-km-34-kena-denda/</a>

5	2022	Pembangunan Proyek Gedung Budi Sasono, Sukoharjo	Keterlambatan pasokan material, kekurangan tenaga kerja	<a href="https://www.solopos.com/kontraktor-proyek-gedung-budi-sasono-sukoharjo-diputus-kontrak-1230986">https://www.solopos.com/kontraktor-proyek-gedung-budi-sasono-sukoharjo-diputus-kontrak-1230986</a>
---	------	---	---	---

Pada sebagian besar proyek keterlambatan terjadi selama fase konstruksi dimana banyak keadaan dan faktor tak terduga terjadi. Menyelesaikan proyek konstruksi dalam perkiraan waktu dan biaya indikator efisiensi, tetapi dalam proses konstruksi terdapat banyak faktor yang tidak dapat diprediksi yang berasal dari berbagai sumber. Sumber-sumber tersebut meliputi kinerja para pihak, ketersediaan sumber daya, kondisi lingkungan, dan keterlibatan pihak lain serta hubungan kontrakual, sehingga penyelesaian proyek dalam waktu yang direncanakan jarang terjadi (Ansari et al., 2019).

Keterlambatan merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh pada proyek konstruksi karena berhubungan langsung dengan peningkatan biaya proyek. Menurut Eastman (2018) dan Doloji (2012), keterlambatan didefinisikan sebagai “peristiwa atau tindakan yang meningkatkan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan atau menyelesaikan pekerjaan kontrak yang menunjukkan dirinya sebagai penundaan pekerjaan lebih lanjut”. Sangat penting bagi pelaku konstruksi, seperti konsultan, kontraktor, klien, proyek konstruksi untuk menyelesaikannya tepat waktu. Oleh karena itu, penting untuk

mengidentifikasi faktor keterlambatan proyek konstruksi pada umumnya dan untuk negara tertentu pada khususnya (Rashid, 2020).

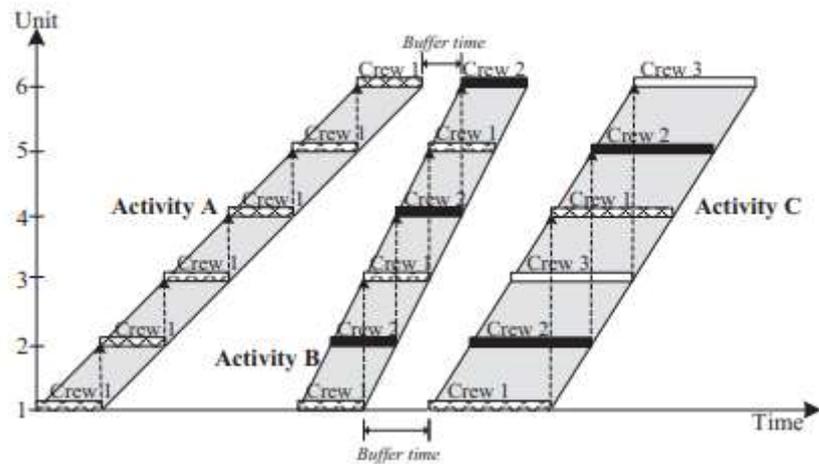
Sejumlah penelitian di berbagai negara membuktikan adanya keterlambatan proyek konstruksi seperti: investigasi industri konstruksi Malaysia (Sambasivan, 2007), pengetahuan dan efek pada proyek konstruksi di Taiwan (Chou et al., 2012), dan studi kasus kontraktor Cina (Deng et al., 2014). Namun, beberapa studi dilakukan dalam kasus Pakistan. Sebuah usaha dilakukan (Shaikh, 2010) untuk menemukan faktor-faktor yang berhubungan dengan penyebab keterlambatan dalam proyek-proyek konstruksi Pakistan (Rashid, 2020).

Dalam survei yang dilakukan oleh (Nguyen, 2004) dalam upaya menetapkan langkah-langkah untuk meminimalkan keterlambatan proyek konstruksi besar di Vietnam. Ada beberapa langkah penting yakni: ketersediaan sumber daya yang memadai, tim proyek kompeten, manajer proyek yang kompeten, perkiraan biaya awal yang akurat, dan perkiraan waktu awal yang akurat serta manajemen proyek yang baik. Manajemen proyek adalah kegiatan merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek (Ansari et al., 2019).

Penjadwalan atau *scheduling* proyek adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Beberapa metode penjadwalan yang umum digunakan diantaranya adalah *line of balance (LoB)* dan *precedence diagram method (PDM)* (Zou et al., 2018).

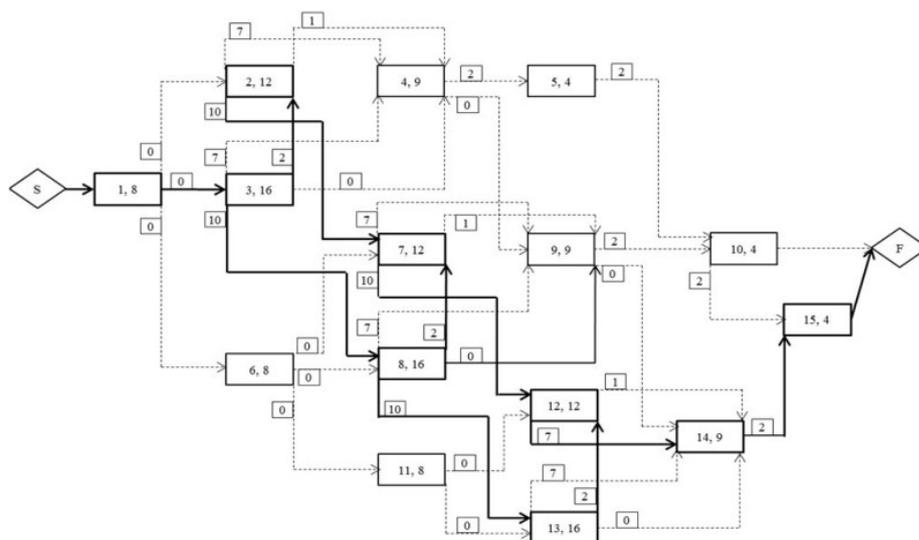
Penggunaan *line of balance* dapat memberikan kemudahan untuk mengatur penggunaan sumber daya yang berkelanjutan tanpa adanya penundaan antar pekerjaan sehingga akan memberikan efisiensi jumlah tenaga kerja dan alat pada proyek. Dibandingkan dengan alternatif penjadwalan lainnya, *LoB* memberikan beberapa manfaat seperti menyediakan grafis secara langsung yang memungkinkan pengguna untuk dengan cepat mengidentifikasi dan menafsirkan tingkat produksi, durasi, dan hubungan yang berulang (Tokdemir et al., 2019).

*Precedence diagram method (PDM)* adalah metode penjadwalan proyek dimana kegiatan dituliskan didalam node yang umumnya berbentuk segiempat, dengan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node (Tokdemir et al., 2019).



Gambar 1. Contoh penjadwalan proyek dengan menggunakan metode LoB

(Sumber: *J. Manage. Eng*, Zou et al., 2018)



Gambar 2. Contoh Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode PDM

(Sumber: *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal*, Nisar et al., 2018)

Meskipun demikian mengingat metode tersebut berfungsi sebagai alat, maka penggunaannya tergantung pada ketepatan pemilihan metode

yang digunakan sesuai dengan tipe dan karakteristik proyek konstruksi yang direncanakan. Karakteristik proyek konstruksi ada yang bersifat sederhana, kompleks, mempunyai hubungan ketergantungan antar kegiatan, mempunyai durasi waktu yang deterministik dan probabilistik, dan ada juga yang mempunyai sifat linear dan repetitive (Tokdemir et al., 2019).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian dengan judul :

**“Studi Perbandingan Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Line of Balance (LoB) dan Precedence Diagram Method (PDM)”**

**B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah yang akan diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Apakah kelebihan dan kekurangan metode *line of balance* (LoB) dan *precedence diagram method* (PDM) jika diterapkan pada proyek konstruksi?
2. Bagaimana efektifitas metode *line of balance* (LoB) dan *precedence diagram method* (PDM) dalam perencanaan jadwal proyek konstruksi?

**C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas, maka tujuan penelitian adalah :

1. Mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode jika diterapkan pada proyek konstruksi.
2. Membandingkan efektifitas metode *line of balance* (LoB) dan *precedence diagram method* (PDM) dalam perencanaan jadwal proyek konstruksi.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat-manfaat penelitian yang dapat diperoleh, yaitu :

1. Dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode jika diterapkan pada proyek konstruksi.
2. Dapat mengetahui efektifitas metode *line of balance* (LoB) dan *precedence diagram method* (PDM) dalam perencanaan jadwal proyek konstruksi.

#### **E. Batasan Penelitian**

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Proyek yang ditinjau adalah proyek pembangunan Gedung *Covid Center* Parepare.
2. Penelitian ini menggunakan metode penjadwalan *line of balance* (LoB) dan *precedence diagram method* (PDM).

## **F. Sistematika Penulisan**

Secara sistematis tulisan ini disusun dalam lima bab, yaitu: Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil Pengujian dan Pembahasan, serta Kesimpulan dan Saran. Berikut ini secara garis besar mengenai kandungan dari setiap bab tersebut di atas:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini memaparkan materi yang terkait latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang menggambarkan secara garis besar mengenai materi yang ditulis dan dibahas pada bab-bab berikutnya.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memaparkan teori-teori dan penelitian terdahulu yang digunakan sebagai landasan atau acuan penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini memaparkan tahapan, persiapan alat dan bahan, metode berdasarkan standar penelitian serta uraian mengenai pelaksanaan penelitian.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas hasil-hasil penelitian terhadap perbandingan metode penjadwalan *line of balance (LoB)* dan *precedence diagram method (PDM)*

## BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan kesimpulan dari analisa hasil yang diperoleh saat pengujian yang disertai dengan saran-saran yang diusulkan

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Proyek**

Proyek ialah suatu kegiatan yang kompleks dan mempunyai sifat yang tidak dapat terjadi berulang, memiliki waktu yang terbatas, spesifikasi yang sudah di tentukan di awal untuk menghasilkan suatu produk. Karna adanya batasan- batasan dalam melakukan suatu proyek, maka sebuah organisasi proyek sangat dibutuhkan untuk mengatur sumber daya yang dimiliki agar dapat melakukan aktivitas-aktivitas yang sinkron sehingga tujuan proyek bisa tercapai. Organisasi proyek juga dibutuhkan untuk memastikan bahwa pekerjaan dapat diselesaikan dengan cara yang efisien, tepat waktu dan sesuai dengan kualitas yang di harapkan (Abma, 2016).

Menurut Schwalbe yang diterjemahkan oleh Dimiyati & Nurjaman (2014:2) menjelaskan bahwa proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu.

Nurhayati (2010:4) menjelaskan bahwa sebuah proyek dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus

diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Menurut Subagya (2000) : Proyek adalah suatu pekerjaan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut, yaitu :

1. Waktu mulai dan selesainya sudah direncanakan.
2. Merupakan suatu kesatuan pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain.
3. Biasanya volume pekerjaan besar dan hubungan antar aktifitas kompleks.

Hirschman (1967 : 1) dalam Rondinelli (1990 : 6) menyebutkan bahwa proyek adalah sejenis investasi khusus yang mengacu pada kegunaan, ukuran yang pas, lokasi yang jelas, memperkenalkan sesuatu yang bersifat baru dan adanya harapan bahwa rangkaian pembangunan lebih lanjut dapat dilakukan secara lebih canggih. Sementara menurut Gray, dkk (1992 : 1) proyek adalah kegiatan-kegiatan yang dapat direncanakan dan dilaksanakan dalam satu bentuk kesatuan dengan mempergunakan sumber-sumber untuk mendapatkan benefit. Kegiatan-kegiatan tersebut dapat berbentuk investasi baru seperti pembangunan pabrik, pembuatan jalan raya, kereta api, irigasi, bendungan, pendirian gedung sekolah, survey atau penelitian, perluasan program yang sedang berjalan, dan sebagainya.

Berdasarkan pengertian proyek diatas, ciri-ciri proyek antara lain sebagai berikut :

- a. Bertujuan menghasilkan lingkup (scope) tertentu berupa produk

akhir atau hasil kerja akhir.

- b. Dalam proses pelaksanaan, ditentukan jumlah biaya, jadwal, serta kriteria mutu.
- c. Bersifat sementara dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
- d. Non rutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.
- e. Keperluan sumber daya berubah, baik macam maupun volumenya.

#### A.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang saling berhubungan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan / konstruksi) dalam batasan waktu, biaya, dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), material (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu) (Cookson & Stirk, 2019).

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang perlu diperhatikan yakni waktu, biaya, dan mutu. Pada umumnya, mutu konstruksi merupakan elemen dasar yang harus dijaga agar dapat sesuai dengan yang direncanakan. Namun pada kenyataannya sering terjadi pembengkakan biaya sekaligus keterlambatan waktu pelaksanaan. Dengan demikian, seringkali efisiensi dan efektivitas kerja yang diharapkan tidak tercapai. Hal tersebut akan mengakibatkan

pengembang akan kehilangan nilai kompetitif dan peluang dasar (Rani, 2016).

#### A.2.1 Karakteristik Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2005) dalam Prasetyo (2017) proyek konstruksi memiliki tiga karakteristik yang dapat dilihat secara tiga dimensi yaitu:

1. Bersifat unik

Keunikan dalam proyek konstruksi ialah tidak pernah ditemukan rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada yang identik, yang ada adalah sejenis), proyek bersifat sementara dan selalu terlibat grup pekerja yang berbeda-beda.

2. Membutuhkan sumber daya (*resources*)

Dalam setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya seperti manusia (*man*), bahan (*material*), alat kerja (*machine*), uang (*money*), dan metode kerja (*method*).

3. Membutuhkan organisasi

Setiap organisasi proyek mempunyai keragaman tujuan yang dimana di dalamnya terlibat sejumlah individu dengan keahlian bervariasi dan ketidakpastian.

#### A.2.2 Jenis-jenis Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis bangunan menurut Ervianto (2005) yaitu:

1. Bangunan gedung, meliputi rumah, pabrik, kantor, dan lain-lain.

Ciri-ciri kelompok bangunan gedung:

- Proyek konstruksi menghasilkan tempat orang bekerja atau tinggal, dilaksanakan pada lokasi yang relatif sempit dan kondisi pondasi umumnya sudah diketahui
  - Dibutuhkan sebuah manajemen terutama kemajuan pekerjaan
2. Bangunan sipil, meliputi: jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Ciri-ciri kelompok bangunan sipil:
- Proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar berguna bagi kepentingan manusia
  - Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dan kondisi pondasi sangat berbeda satu sama lainnya dalam proyek
  - Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan masalah

### A.2.3 Tahapan Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Dalam melaksanakan kegiatan konstruksi harus melalui suatu proses yang panjang dan didalamnya dijumpai banyak masalah yang harus diselesaikan. Selain itu, di dalam kegiatan konstruksi terdapat suatu rangkaian kegiatan yang berurutan dan berkaitan. Biasanya rangkaian kegiatan tersebut dimulai dari lahirnya suatu gagasan yang muncul dari suatu kebutuhan (*need*), pemikiran kemungkinan keterlaksanaannya (*feasibility study*), keputusan untuk membangun dan pembuatan penjelasan (penjabaran) yang lebih rinci tentang rumusan kebutuhan tersebut (*briefing*), penuangan dalam bentuk rancangan awal (*preliminary design*),

pembuatan rancangan yang lebih rinci dan pasti (*development and detail design*), persiapan administrasi untuk pelaksanaan pembangunan dengan memilih calon pelaksana (*procurement*), kemudian pelaksanaan pembangunan pada lokasi yang telah disediakan (*construction*), serta pemeliharaan dan persiapan penggunaan bangunan tersebut (*maintenance, start-up, dan implementation*). Kegiatan membangun berakhir pada saat bangunan tersebut mulai digunakan (Ervianto, 2005 dalam Prasetyo, 2017).

Beberapa aspek yang harus dikaji dalam setiap tahapan merupakan kerangka dasar dari proses konstruksi. Aspek tersebut terbagi menjadi empat kelompok utama menurut Ervianto (2005) dalam Prasetyo (2017) yakni:

- Aspek fungsional terdiri atas konsep umum, pola operasional, program tata ruang, dan lain sebagainya.
- Aspek lokasi dan lapangan terdiri atas iklim, topografi, jalan masuk, prasarana, formalitas hukum, dan lain sebagainya.
- Aspek konstruksi terdiri atas prinsip rancangan, standar teknis, ketersediaan bahan bangunan, metoda membangun dan keselamatan operasi.
- Aspek operasional terdiri atas administrasi proyek, arus kas, kebutuhan perawatan, kesehatan dan keselamatan kerja.

## 1. Tahap Studi Kelayakan

Studi kelayakan proyek merupakan studi awal yang perlu dilakukan terhadap suatu rencana proyek. Pada tahap ini akan dilakukan studi apakah proyek tersebut layak atau tidak untuk dilaksanakan, baik dari aspek perencanaan dan perancangan, aspek ekonomi (biaya dan sumber pendanaan), maupun aspek lingkungan.

Adapun kegiatan yang dilaksanakan pada tahap ini menurut Ervianto (2005) dalam Prasetyo (2017) adalah:

- Menyusun rancangan proyek secara kasar dan membuat estimasi biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut.
- Meramalkan manfaat yang akan diperoleh jika proyek tersebut dilaksanakan, baik manfaat langsung (manfaat ekonomis) maupun manfaat tidak langsung (fungsi sosial).
- Menyusun analisis kelayakan proyek, baik secara ekonomis maupun finansial.
- Menganalisis dampak lingkungan yang mungkin terjadi apabila proyek tersebut dilaksanakan.

## 2. Tahap penjelasan

Setelah studi kelayakan proyek dilaksanakan dan dinyatakan layak untuk dilanjutkan, pemilik proyek (*owner*) melakukan penjelasan (*briefing*) kepada konsultan perencana proyek. Hal yang

disampaikan mengenai fungsi proyek dan biaya yang diizinkan sehingga konsultan perencana dapat secara tepat menafsirkan keinginan pemilik proyek dan membuat taksiran biaya yang diperlukan.

Menurut Ervianto (2005) dalam Prasetyo (2017), kegiatan yang dilaksanakan pada tahan penjelasan (*briefing*) adalah:

- Menyusun rencana kerja dan menunjuk para perencana dan tenaga ahli.
- Mempertimbangkan kebutuhan pemakai, keadaan lokasi dan lapangan, merencanakan rancangan, taksiran biaya, persyaratan mutu.
- Mempersiapkan ruang lingkup kerja, jadwal waktu, taksiran biaya dan implikasinya, serta rencana pelaksanaan.
- Mempersiapkan sketsa dengan skala tertentu sehingga dapat memberikan gambaran berupa denah dan batas-batas proyek.

### 3. Tahap Perancangan

Tahap perancangan (*design*) ini bertujuan melengkapi penjelasan proyek dan menentukan tata letak, rancangan, metode konstruksi, dan taksiran biaya konstruksi agar mendapatkan persetujuan dari pemilik proyek dan pihak berwenang yang terlibat. Tahap ini juga mempersiapkan informasi pelaksanaan yang

diperlukan, termasuk gambar rencana dan spesifikasi, serta melengkapi semua dokumen tender.

Menurut Ervianto (2005) dalam Prasetyo (2017), kegiatan yang dilaksanakan pada tahap perancangan (design) adalah:

- Mengembangkan ikhtisar proyek menjadi penyelesaian akhir.
- Memeriksa masalah teknis.
- Meminta persetujuan akhir ikhtisar dari pemilik proyek.
- Mempersiapkan:
  - a. Rancangan skema (perancangan) termasuk taksiran biaya.
  - b. Rancangan terinci.
  - c. Gambar kerja, spesifikasi dan jadwal.
  - d. Daftar kuantitas.
  - e. Taksiran biaya akhir.
  - f. Program pelaksanaan pendahuluan, termasuk jadwal waktu.

#### 4. Tahap Pengadaan / Pelelangan

Setelah tahap perancangan diselesaikan oleh konsultan perencana, maka tahap selanjutnya adalah mencari penyedia jasa yang akan menjadi pelaksana konstruksi. Proses ini disebut *procurement*. Salah satu cara untuk mencari penyedia jasa adalah dengan pelelangan atau tender.

Pelaksanaan pelelangan di Indonesia diatur oleh Peraturan Presiden Republik Indonesia tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. Perpres yang mengatur pengadaan barang dan jasa telah beberapa kali mengalami penyempurnaan, yang terbaru adalah Perpres No.12 Tahun 2021.

#### 5. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan (*construction*) ini bertujuan mewujudkan bangunan yang dibutuhkan oleh pemilik proyek yang telah dirancang oleh konsultan perencana dalam batasan biaya (tepat biaya), waktu yang telah disepakati (tepat waktu), dan dengan mutu yang telah disyaratkan (tepat mutu).

Menurut Ervianto (2005) dalam Prasetyo (2017), kegiatan yang dilakukan adalah merencanakan, mengoordinasi, mengendalikan semua operasional dilapangan. Kegiatan perencanaan dan pengendalian adalah:

- Perencanaan dan pengendalian jadwal waktu pelaksanaan.
- Perencanaan dan pengendalian organisasi lapangan.
- Perencanaan dan pengendalian tenaga kerja.
- Perencanaan dan pengendalian peralatan dan material.

Kegiatan koordinasi adalah:

- Mengoordinasikan seluruh kegiatan pembangunan, baik untuk bangunan sementara maupun bangunan permanen, serta semua fasilitas dan perlengkapan yang terpasang.
- Mengoordinasikan para subkontraktor.
- Penyeliaan umum.

6. Tahap Pemeliharaan dan Persiapan Penggunaan (*Maintenance and Start Up*)

Tahap pemeliharaan dan persiapan penggunaan (*maintenance and start up*) ini bertujuan untuk menjamin kesesuaian bangunan yang telah selesai dilaksanakan dengan dokumen kontrak yang telah ditetapkan serta peruntukan fasilitas yang ada apakah telah sesuai dengan sebagaimana mestinya. Selain itu, pada tahap ini juga dibuat suatu catatan mengenai konstruksi berikut petunjuk operasinya dan melatih staf dalam menggunakan fasilitas yang tersedia.

Menurut Ervianto (2005) dalam Prasetyo (2017), kegiatan yang dilakukan pada tahap *maintenance and start up* ini adalah:

- Mempersiapkan catatan pelaksanaan, baik berupa data-data selama pelaksanaan maupun gambar pelaksanaan (*as built drawing*).
- Meneliti bangunan secara cermat dan memperbaiki kerusakan-kerusakan yang terjadi.

- Mempersiapkan petunjuk operasional/ pelaksanaan serta pedoman pemeliharannya.
- Melatih staf untuk melaksanakan pemeliharaan.

## A.2 Proyek Gedung

Sebagai salah satu jenis proyek konstruksi, bangunan gedung memiliki karakteristik yang berbeda dengan proyek konstruksi lainnya seperti bangunan sipil diantaranya jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Pekerjaan bangunan gedung dilaksanakan pada lokasi yang relatif sempit, membutuhkan manajemen terutama untuk progressing pekerjaan bersifat padat karya dan memiliki ruang lingkup maupun tingkat teknologi bangunan pada umumnya ternyata jauh lebih besar dan lebih rumit (Rani, 2016).

## B. Manajemen Proyek

### B.1 Pengertian Manajemen Proyek

Rani (2016) mendefinisikan bahwa manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan. Manajemen adalah ilmu dan seni yang mengatur proses pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber-sumber lainnya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu tujuan tertentu (Hasibuan, 2006 dalam Halimi, 2019). Sedangkan menurut Kosasih & Soewedo, 2009 dalam Prasetyo, 2017 manajemen adalah suatu

kegiatan yang menggerakkan sekelompok orang dan fasilitas dalam usaha untuk mencapai tujuan tertentu.

Dari berbagai defisini tersebut, manajemen adalah usaha manusia untuk mencapai tujuan dengan cara yang paling efektif dan efisien. Usaha ini merupakan bagian dari proses manajemen, yaitu rangkaian kegiatan yang dilakukan secara berurutan. Rangkaian kegiatan meliputi penetapan tujuan (*goal setting*), perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*), dan pengawasan atau pengendalian (*controlling*) (Rani, 2016).

Proyek adalah usaha yang mempunyai awal dan akhir dan dijalankan untuk memenuhi tujuan yang telah ditetapkan dalam biaya, jadwal, dan sasaran kualitas. Dari definisi ini, manajemen proyek dapat diartikan sebagai proses kegiatan untuk melakukan perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian atas sumber daya organisasi yang dimiliki perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu dan sumber daya tertentu pula (Rani, 2016).

Manajemen proyek adalah suatu rangkaian aktivitas yang didalamnya terdiri dari kegiatan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek yang terdiri dari beberapa kegiatan. Manajemen proyek dapat diterapkan pada jenis proyek apapun, dan dipakai secara luas untuk menyelesaikan proyek yang besar dan kompleks. Fokus utama manajemen proyek adalah pencapaian tujuan akhir proyek dengan segala batasan yang ada, waktu, dan dana yang tersedia. Tujuan utamanya adalah

membantu manajemen dalam menyusun penjadwalan (schedule) suatu proyek, menentukan total waktu yang digunakan dalam menyelesaikan suatu proyek, menentukan kegiatan yang perlu didahulukan, dan menentukan biaya yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu proyek. Semuanya diarahkan pada sasaran yang telah ditetapkan dan berlangsung terus-menerus dengan berjalannya waktu (Rani, 2016).

Manajemen proyek merupakan suatu pemikiran tentang manajemen yang ditujukan untuk mengelola kegiatan yang berbentuk proyek. Manajemen proyek memiliki arti berbeda karena menggambarkan suatu komitmen sumber daya dan manusia untuk melakukan suatu aktivitas yang penting dalam jangka waktu relatif, di mana setelah selesai manajemen akan dibubarkan. Terdapat tiga fase dalam manajemen proyek, yakni perencanaan, penjadwalan dan pengendalian (Rani, 2016).

PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) (2017) mendefinisikan manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (knowledges), keterampilan (*skills*), alat (*tools*) dan teknik (*techniques*) dalam aktifitas-aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan kebutuhan proyek.

Pada umumnya kegiatan manajemen berfokus pada kegiatan perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian dari proses yang akan berlangsung seperti proses produksi atau penghantaran jasa. Manajemen proyek memiliki perbedaan dari kegiatan manajemen pada umumnya, karena sebuah proyek memiliki batasan-batasan seperti adanya batasan

ruang lingkup dan biaya untuk suatu kegiatan yang penting, yang dibatasi oleh waktu.

Ada tiga garis besar yang dibahas dalam manajemen proyek menurut Rani (2016) untuk menciptakan berlangsungnya sebuah proyek, yaitu :

- Perencanaan

Untuk mencapai tujuan, sebuah proyek perlu suatu perencanaan yang matang yaitu dengan meletakkan dasar tujuan dan sasaran dari suatu proyek sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administrasi agar dapat diimplementasikan. Tujuannya agar memenuhi persyaratan spesifikasi yang ditentukan dalam batasan waktu, mutu, biaya dan keselamatan kerja. Perencanaan proyek dilakukan dengan cara studi kelayakan, rekayasa nilai, perencanaan area manajemen proyek (biaya, mutu, waktu, kesehatan dan keselamatan kerja, sumberdaya, lingkungan, resiko dan sistem informasi).

- Penjadwalan

Merupakan implementasi dari perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek yang meliputi sumber daya (biaya, tenaga kerja, peralatan, material), durasi dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek. Penjadwalan proyek mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahannya. Proses *monitoring* dan *updating* selalu

dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang realistis agar sesuai dengan tujuan proyek. Ada beberapa metode untuk mengelola penjadwalan proyek, *barchart*, penjadwalan *linear*, *network planning* dan waktu dan durasi kegiatan. Bila terjadi penyimpangan terhadap rencana semula, maka dilakukan evaluasi dan tindakan koreksi agar proyek tetap berada di jalur yang diinginkan.

- Pengendalian Proyek

Pengendalian mempengaruhi hasil akhir suatu proyek. Tujuan utamanya yaitu meminimalisasi segala penyimpangan yang dapat terjadi selama berlangsungnya proyek. Tujuan dari pengendalian proyek yaitu optimasi kinerja biaya, waktu, mutu dan keselamatan kerja harus memiliki kriteria sebagai tolak ukur. Kegiatan yang dilakukan dalam proses pengendalian yaitu berupa pengawasan, pemeriksaan, koreksi yang dilakukan selama proses implementasi.

## B.2 Tujuan dan Fungsi Manajemen Proyek

Tujuan pokok manajemen adalah mengelola fungsi-fungsi manajemen sedemikian rupa sehingga diperoleh hasil optimum sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan serta penggunaan sumber daya yang efisien dan efektif. Untuk mencapai tujuan manajemen, perlu diusahakan pengawasan terhadap mutu, biaya, dan waktu. Oleh karena itu, dilakukan pelaksanaan pengawasan mutu (*quality control*), pengawasan biaya (*cost control*), dan pengawasan waktu pelaksanaan (*time control*).

Ketiga pengawasan ini dilakukan secara bersamaan (Dimiyati & Nurjaman, 2014:26).

Fungsi manajemen proyek sebagai suatu proses, manajemen mengenal urutan pelaksanaan yang logis, yang menggambarkan bahwa tindakan manajemen diarahkan pada pencapaian sasaran yang telah ditetapkan karena penetapan tujuan (sasaran) merupakan tindakan manajemen yang pertama, diikuti tindakan perencanaan (*planning*), organisasi (*organizing*) dan koordinasi (*coordinating*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengawasan dan pengendalian (*controlling*) dengan pemanfaatan sumber daya yang tersedia secara efisien dan efektif. (Dimiyati & Nurjaman, 2014:27-30).

Secara umum, fungsi manajemen dapat diuraikan sebagai berikut.

- Fungsi Perencanaan (*Planning*)

Pada umumnya perencanaan (*planning*) berupa tindakan pengambilan keputusan yang mengandung data dan informasi, ataupun fakta kegiatan yang akan dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang.

- Fungsi Organisasi (*Organizing*)

Pada umumnya fungsi organisasi adalah mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang mempunyai pekerjaan masing-masing, saling berhubungan satu sama lain dengan tata cara tertentu dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mendukung tercapainya tujuan. Untuk menjalankan fungsi organisasi, diperlukan

pengetahuan tentang berbagai tipe organisasi sehingga dapat dilakukan analisis terhadap penerapan jenis organisasi yang sesuai dengan proyek yang akan dijalankan.

- Fungsi pelaksanaan (*actuating*)

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

- Fungsi pengendalian (*controlling*)

Fungsi pengendalian adalah mengukur kualitas penampilan dan penganalisisan serta pengevaluasian penampilan yang diikuti dengan tindakan perbaikan yang harus diambil terhadap penyimpangan yang terjadi (di luar batas toleransi).

### B.3 Aspek dalam Manajemen Proyek

Dalam manajemen proyek, hal yang perlu dipertimbangkan agar *output* proyek sesuai dengan sasaran dan tujuan yang direncanakan adalah mengidentifikasi berbagai masalah dalam manajemen proyek serta membutuhkan penanganan yang cermat adalah sebagai berikut (Dimiyati & Nurjaman, 2014:24-25):

- Keuangan

Masalah ini berkaitan dengan pembelanjaan dan pembiayaan proyek. Keuangan dapat berasal dari modal sendiri atau pinjaman dari bank atau investor dalam jangka pendek atau jangka panjang.

- Anggaran biaya

Masalah ini berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian biaya selama proyek berlangsung. Perencanaan yang matang dan terperinci akan memudahkan proses pengendalian biaya sehingga biaya yang dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang direncanakan.

- Manajemen Sumber Daya Manusia

Masalah ini berkaitan dengan kebutuhan dan alokasi SDM selama proyek berlangsung yang berfluktuatif. Agar tidak menimbulkan masalah yang kompleks, perencanaan SDM didasarkan atas organisasi proyek yang dibentuk sebelumnya dengan melakukan langkah-langkah, proses *staffing* SDM, deskripsi kerja, perhitungan beban kerja, deskripsi wewenang dan tanggung jawab SDM, serta penjelasan tentang sasaran dan tujuan proyek.

- Manajemen Produksi

Masalah ini berkaitan dengan hasil akhir proyek. Hasil akhir proyek negatif apabila proses perencanaan dan pengendaliannya tidak baik. Agar hal ini tidak terjadi, diperlukan berbagai usaha untuk meningkatkan produktivitas SDM, meningkatkan efisiensi proses produksi dan kerja, serta meningkatkan kualitas produksi melalui jaminan mutu dan pengendalian mutu.

- Harga

Masalah ini timbul karena kondisi eksternal dalam hal persaingan harga, yang dapat merugikan perusahaan, misalnya karena produk yang dihasilkan membutuhkan biaya produksi yang lebih tinggi dan kalah bersaing dengan produk lain.

- Efektivitas dan efisiensi

Masalah ini dapat merugikan apabila fungsi produk yang dihasilkan tidak terpenuhi atau tidak efektif atau faktor efisiensi tidak terpenuhi sehingga usaha produksi membutuhkan biaya besar.

- Pemasaran

Masalah ini berkaitan dengan perkembangan faktor eksternal sehubungan dengan persaingan harga, strategi promosi, mutu produk, serta analisis pasar yang salah terhadap produksi yang dihasilkan.

- Mutu

Masalah ini berkaitan dengan kualitas produk akhir yang akan meningkatkan daya saing serta memberikan kepuasan pelanggan.

- Waktu

Masalah waktu dapat menimbulkan kerugian biaya apabila pengerjaan proyek lebih lambat dari yang direncanakan dan sebaliknya akan menguntungkan apabila dapat dipercepat.

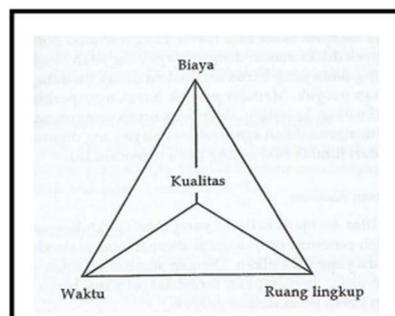
Kerangka Manajemen Proyek dan Komponen Proyek *Schwalbe* yang diterjemahkan oleh Dimiyati & Nurjaman (2014:40), menjelaskan ada tiga konteks pemahaman dalam kerangka proyek, yaitu sebagai berikut.

- Konteks komponen proyek, yaitu deskripsi tentang lingkungan internal dan eksternal dari proyek, yang mencakup empat komponen, yaitu ruang lingkup, biaya, kualitas dan waktu.
- Rangkaian proses manajemen proyek, mengacu pada fase-fase pelaksanaan proyek, yaitu fase pendefinisian proyek, perencanaan awal proyek, pelaksanaan proyek, pengendalian proyek dan penyerahan proyek.
- Pengetahuan manajemen proyek, yaitu area pengetahuan (*knowledge area*) yang diperlukan dalam mengelola sebuah proyek. Ada delapan aspek pengetahuan, yaitu manajemen ruang lingkup, manajemen kualitas, manajemen waktu, manajemen biaya, manajemen komunikasi, manajemen sumber daya manusia, manajemen risiko, dan manajemen pengadaan.

Ada empat komponen penting dari sebuah proyek, yaitu ruang lingkup (*scope*), waktu, biaya dan kualitas. Keempat komponen tersebut menjadi batasan dalam pelaksanaan proyek. Dengan kata lain, dapat dikatakan bahwa kriteria yang harus dipenuhi dari produk yang dihasilkan dari proyek meliputi kriteria atau batasan waktu, batasan ruang lingkup, batasan biaya, dan batasan kualitas. Jadi empat keharusan dalam sebuah proyek adalah (Dimiyati & Nurjaman, 2014:41-42):

- Diselesaikan dan diserahkan dengan tepat waktu
- Cukup dibiayai dengan dana yang telah ditentukan
- Sesuai dengan ruang lingkup yang disepakati
- Memiliki kualitas hasil sesuai dengan kriteria yang disepakati antara pelaksana dan pemberi proyek

Keempat komponen tersebut dapat digambarkan dalam prisma segitiga seperti dibawah ini.



Gambar 13. Empat komponen proyek yang saling berhubungan

(Sumber: Schwalbe K dalam buku Hamdan Dimiyati & Kadar Nurjaman (2014:41))

- Batasan waktu  
 Proyek dilaksanakan dengan memperhatikan waktu penyerahan produk atau hasil akhir sesuai dengan kesepakatan pihak-pihak yang berkepentingan. Keberhasilan dari sebuah proyek dapat diukur dari ketepatan waktu sesuai dengan yang telah direncanakan. Keterlambatan penyelesaian proyek akan berdampak buruk pada kredibilitas pelaksana proyek.
- Batasan ruang lingkup

Ruang lingkup menyatakan batasan pekerjaan yang harus diselesaikan dalam sebuah proyek. Ruang lingkup memberikan gambaran sejauh mana tanggung jawab pelaksana proyek dan hasil-hasil yang harus dilaporkan atau diserahkan kepada pemberi proyek.

- Batasan biaya

Biaya menjadi salah satu faktor yang memiliki potensi risiko tinggi. Proyek dilaksanakan dengan biaya yang telah disepakati oleh penyandang dana yang harus digunakan untuk menutupi seluruh pembiayaan proyek. Manajer proyek harus memperkirakan dan mendistribusikan ke setiap aktivitas proyek yang membutuhkan dana dan mengendalikan agar realisasi biaya yang digunakan tidak melebihi dari jumlah biaya yang telah direncanakan.

- Batasan kualitas

Kualitas menjadi kriteria yang ditetapkan bersama antara pemberi dan penerima proyek untuk dicapai sebagai standar kualitas dari produk yang dihasilkan. Dengan standar kualitas, pelaksana proyek berusaha menetapkan target-target yang harus dipenuhi dari setiap tahap pelaksanaan proyek. Keempat komponen tersebut saling mempengaruhi. Hubungan ini bersifat tarik-menarik. Untuk menghasilkan kualitas yang lebih tinggi diperlukan biaya yang tinggi atau ruang lingkup yang lebih kecil. Jika menginginkan waktu penyelesaian proyek dipercepat, perlu biaya yang lebih besar. Jika

ruang lingkup proyek bertambah setelah penetapan estimasi waktu dan biaya, maka harus diikuti dengan meningkatkan waktu dan atau biaya.

## **C. Pengendalian Proyek Konstruksi**

### **C.1 Definisi Pengendalian**

Pengendalian adalah usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dan standar, kemungkinan mengambil tindakan pembedulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran (Mockler, 1972).

### **C.2 Proses Pengendalian Proyek**

Menurut Soeharto (1995) dalam (Rahayu, 2019) Proses pengendalian proyek dapat diuraikan pada langkah-langkah berikut ini:

#### **1. Menentukan Sasaran**

Sasaran pokok proyek adalah menghasilkan produk atau instalasi dengan batasan anggaran, jadwal, dan mutu yang telah ditentukan. Sasaran ini dihasilkan dari satu perencanaan dasar dan menjadi salah satu faktor pertimbangan utama dalam mengambil keputusan untuk melakukan investasi atau membangun proyek, sehingga sasaran-sasaran tersebut merupakan tonggak tujuan dari kegiatan pengendalian.

## 2. Lingkup Kegiatan

Untuk memperjelas sasaran maka lingkup proyek didefinisikan lebih lanjut, yaitu mengenai ukuran, batas, dan jenis pekerjaan apa saja (paket kerja, SRK) yang harus dilakukan untuk menyelesaikan lingkup proyek keseluruhan. Misalnya proyek engineering konstruksi, pekerjaan-pekerjaan tersebut terdiri dari engineering, pengadaan, dan konstruksi, yang masing-masing telah ditentukan anggaran, jadwal, dan mutunya.

## 3. Standar dan Kriteria

Dalam usaha mencapai sasaran secara efektif dan efisien, perlu disusun suatu standar, kriteria, atau spesifikasi yang dipakai sebagai tolok ukur untuk membandingkan dan menganalisis hasil pekerjaan. Standar, kriteria, dan patokan yang dipilih dan ditentukan harus bersifat kuantitatif, demikian pula metode pengukuran dan perhitungannya harus dapat memberikan indikasi terhadap pencapaian sasaran. Terdapat bermacam-macam standar dan kriteria, di antaranya adalah:

- a. Berupa satuan uang, seperti anggaran per satuan unit pekerjaan (SRK), anggaran pekerjaan per unit per jam, penyewaan alat per unit per jam, biaya angkutan per ton per km;
- b. Berupa jadwal, misalnya waktu yang ditentukan untuk mencapai milestone;
- c. Berupa unit pekerjaan yang berhasil diselesaikan;
- d. Berupa standar mutu, kriteria, dan spesifikasi, misalnya yang berhubungan dengan kualitas material, dan hasil uji coba kendaraan.

#### 4. Merancang sistem informasi

Satu hal yang perlu ditekankan dalam proses pengendalian proyek adalah perlunya suatu sistem informasi dan pengumpulan data yang mampu memberikan keterangan tepat, cepat, dan akurat. Sistem ini diperlukan untuk kegiatan-kegiatan dalam merancang sistem informasi dan mengolahnya menjadi suatu bentuk informasi yang dapat dipakai untuk tindakan pengambilan keputusan. Suatu perangkat sistem informasi manajemen proyek (management information system), yaitu komputer yang dapat mengumpulkan, menganalisis, menyimpan data, dan memprosesnya menjadi informasi yang diperlukan.

a. Memantau dan melaporkan. Pada akhir suatu kurun waktu yang ditentukan, diadakan pelaporan dan pemeriksaan, pengukuran dan pengumpulan data serta informasi hasil pelaksanaan pekerjaan. Agar memperoleh gambaran yang realistis, pelaporan sejauh mungkin didasarkan atas pengukuran penyelesaian fisik pekerjaan, misalnya dalam meter pipa yang telah terpasang, banyaknya gambar konstruksi yang telah diselesaikan, meter kubik pengerutan pelabuhan yang telah terlaksana, dan lain sebagainya.

#### 5. Mengkaji dan Menganalisis Hasil Pekerjaan

Langkah ini berarti mengkaji segala sesuatu yang dihasilkan oleh kegiatan perancangan sistem informasi. Di sini diadakan analisis atas indikator yang diperoleh dan mencoba membandingkan dengan kriteria dan standar yang ditentukan. Hasil analisis ini penting karena akan digunakan

sebagai landasan dan dasar tindakan pembedulan. Oleh karena itu metode yang digunakan harus tepat dan peka terhadap adanya kemungkinan penyimpangan.

#### 6. Mengadakan Tindakan pembedulan

Apabila hasil analisis menunjukkan adanya indikasi penyimpangan yang cukup berarti, maka perlu diadakan langkah-langkah pembedulan.

Tindakan pembedulan dapat berupa:

- a. Realokasi sumber daya, misalnya memindahkan peralatan, tenaga kerja, dan kegiatan pembangunan fasilitas pembantu untuk dipusatkan ke kegiatan konstruksi instalasi dalam rangka mengejar jadwal produksi;
- b. Menambah tenaga kerja dan pengawasan serta biaya dari kontingensi;
- c. Mengubah metode, cara, dan prosedur kerja atau mengganti peralatan yang digunakan.

Hasil analisis dan pembedulan akan berguna sebagai umpan balik perencanaan pekerjaan selanjutnya dalam rangka mengusahakan tetap tercapainya sasaran semula.

### C.3 Fungsi Pengendalian

Pengendalian merupakan bagian integral dari proses manajemen proyek yang membentuk daur siklus. Pada dasarnya siklus merupakan kegiatan terus menerus seiring seiring dengan berlangsungnya proses rekayasa konstruksi (Dipohusodo, 1995). Pengendalian memiliki dua fungsi

yang sangat penting, yaitu sebagai berikut.

#### 1. Fungsi Pemantauan

Pelaksanaan pengendalian melalui pemantauan (monitoring) berarti melakukan observasi serta pengujian pada interval tertentu untuk memeriksa baik kinerja maupun dampak langsung pada proyek (Dipohusodo, 1995). Dengan pemantauan yang baik terhadap semua kegiatan proyek akan memaksa unsur- unsur pelaksana untuk bekerja secara cakap dan jujur . Pemantauan yang baik ini akan menjadi motivasi utama untuk mencapai performa yang tinggi, misalnya dengan memberi penjelasan kepada pekerja mengenai apa saja yang harus mereka lakukan untuk mencapai performa yang tinggi kemudian memberikan umpan balik terhadap performa yang telah tinggi , misalnya dengan memberi penjelasan kepada pekerja mengenai apa saja yang harus mereka lakukan untuk mencapai performa yang tinggi kemudian memberikan umpan balik terhadap performa yang telah dicapainya. Sehingga masing masing mengetahui sejauh apa prestasi yang telah dicapai.

#### 2. Fungsi Manajerial

Pada proyek–proyek yang kompleks dan mudah terjadi perubahan (dinamis) pemakaian pengendalian dan sistem informasi yang baik akan memudahkan manajer untuk segera mengetahui bagian–bagian pekerjaan yang mengalami kejanggalan atau memiliki performa yang kurang baik. Dengan demikian dapat segera dilakukan usaha untuk mengatasi atau meminimalkan kejanggalan tersebut.

## D. Manajemen Jadwal

### D.1 Aspek-aspek Manajemen Jadwal

Adapun aspek-aspek manajemen jadwal yaitu menentukan penjadwalan proyek, mengukur dan membuat laporan dari kemajuan proyek, membandingkan penjadwalan dengan kemajuan proyek sebenarnya di lapangan, menentukan akibat yang ditimbulkan oleh perbandingan jadwal dengan kemajuan di lapangan pada akhir penyelesaian proyek, merencanakan penanganan untuk mengatasi akibat tersebut, yang terakhir memperbaharui kembali penjadwalan proyek. Sedang aspek - aspek manajemen waktu itu sendiri merupakan proses yang saling berurutan satu dengan yang lainnya (Rani, 2010).

#### 1. Menentukan Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah daftar urutan waktu operasional proyek yang berguna sebagai pokok garis pedoman pada saat proyek dilaksanakan. Tujuan memecah lingkup aktivitas dan menyusun urutannya antara lain untuk meningkatkan akurasi kurun waktu penyelesaian proyek.

- Identifikasi Aktivitas (*Work Breakdown Structure*)

Proses penjadwalan diawali dengan mengidentifikasi aktivitas proyek. Setiap aktivitas diidentifikasi agar dapat dimonitor dengan mudah dan dapat dimengerti pelaksanaannya, sehingga tujuan proyek yang telah ditentukan dapat terlaksana sesuai dengan jadwal.

- Penyusunan Urutan Kegiatan

Penyusunan urutan kegiatan adalah bagaimana meletakkan kegiatan tersebut di tempat yang benar, apakah harus bersamaan, setelah pekerjaan yang lain selesai atau sebelum pekerjaan yang lain selesai. Pada penyusunan urutan kegiatan sendiri ada beberapa informasi yang harus diperhatikan, yaitu *Technological constraints*, *managerial constraints*, dan *external constraints*.

- Perkiraan kurun waktu (durasi)

Durasi suatu aktivitas adalah panjangnya waktu pekerjaan mulai dari start sampai finish. Ada 2 pendekatan dalam menentukan durasi aktivitas, yaitu pendekatan teknik dan pendekatan praktek

- Penyusunan Jadwal (*schedule*)

2. Mengukur dan Membuat Laporan Kemajuan Proyek (*Monitoring*)

Evaluasi kemajuan proyek tergantung pada akurasi pengukuran dan pembuatan laporan di lapangan. Laporan kemajuan di lapangan adalah dokumen yang sangat penting dalam menganalisa kemajuan pada akhir penyelesaian proyek. Laporan-laporan yang diperlukan meliputi presentase penyelesaian proyek pada tiap-tiap aktivitasnya.

3. Analisis Terhadap Pelaksanaan Manajemen Jadwal

Membandingkan Jadwal dengan Kemajuan di lapangan. Menganalisa atau mengevaluasi tidak hanya dilakukan pada akhir proyek saja, tapi

bisa juga dilakukan sewaktu-waktu apabila proyek telah terlihat ketinggalan dari jadwalnya. Setelah menerima laporan kemajuan di lapangan, informasi yang didapat kemudian di bandingkan dengan penjadwalan proyek.

4. Merencanakan dan Menerapkan Tindakan Pembetulan (*Plan and Implement Corrective Action*)

Apabila hasil analisis menunjukkan adanya adanya indikasi penyimpangan yang cukup berarti, maka perlu dilakukan langkah-langkah pembetulan. Tindakan pembetulan dapat berupa:

- Realokasi sumber daya
- Menambah jumlah tenaga kerja
- Jadwal alternatif (lembur, shif)
- Membagi-bagi pekerjaan ke subkontraktor
- Merubah metode kerja
- Pembagian pekerjaan dengan durasi yang lama (*work splitting*)

5. Memperbaharui Penjadwalan Proyek (*Update Operational Schedule*)

Tujuan dasar dari *updating* adalah meng-*schedule* ulang pekerjaan yang sudah dilakukan dengan menggunakan status proyek yang aktual sebagai awal mula penentuan ulang *schedule* proyek.

#### D.2 Kendala - kendala Pelaksanaan Manajemen Jadwal

Dalam kenyataan di lapangannya, pelaksanaan manajemen waktu proyek konstruksi banyak menemui kendala-kendala yang menyebabkan pelaksanaannya tidak optimal. Dari penelitian yang telah dilakukan

beberapa ahli pada perusahaan kontraktor di Indonesia sebelumnya, disebutkan bahwa kendala-kendala yang sering dihadapi tersebut adalah (Rani, 2010) :

1. Kesulitan untuk mendapatkan supliyer dan subkontraktor yang commit dengan schedule yang sudah dibuat bersama.
2. Desain yang sebelum selesai dan perubahan desain.
3. Kurangnya koordinasi dan komunikasi dengan pelaksana di lapangan.
4. Ketelambatan pembayaran dari owner kepada kontraktor.
5. Kekurangan material dan peralatan.
6. Perubahan cuaca yang tidak bisa diduga.
7. Kurangnya koordinasi atau pengawasan antara pengawas dengan kerja.
8. Ketidakakuratan informasi yang di dapat dari monitoring.
9. Kurangnya sumber daya (tenaga ahli) yang mampu menganalisis keadaan proyek.
10. Program komputer yang kurang baik.

### D.3 Standarisasi Manajemen Jadwal

Manajemen waktu itu dikatakan telah dilaksanakan dengan baik, bila setiap perusahaan kontraktor tersebut melaksanakan setiap aspek-aspek dari manajemen waktu. Dimana aspek-aspek manajemen waktu (Rani, 2010) yaitu :

1. Menentukan penjadwalan proyek
2. Mengukur dan Membuat Laporan Kemajuan Proyek (*Monitoring*)

3. Membandingkan Jadwal dengan Kemajuan Proyek (*Analysis*)
4. Merencanakan dan Menerapkan Tindakan Pembetulan (*Corective Action*)
5. Memperbaharui Penjadwalan Proyek (*Update Operational Schedule*)

## **E. Penjadwalan Proyek Konstruksi**

### **E.1 Pengertian Penjadwalan**

Penjadwalan merupakan proses perencanaan pengalokasian sumber daya dalam mengerjakan aktifitas *job* pada suatu waktu tertentu, yang kemudian akan dilakukan pengurutan kerja pada setiap pusat pemrosesan sehingga dicapai optimalitas dalam pengerjaannya. Berikut adalah pengertian penjadwalan menurut beberapa para ahli :

- a) Menurut Baker and Trietsch (2013), Penjadwalan merupakan pengurutan pembuatan atau pengerjaan produk secara menyeluruh yang dialokasikan untuk dikerjakan pada beberapa mesin dalam jangka waktu tertentu.
- b) Menurut Pinedo (2016), Penjadwalan adalah suatu fungsi dalam pengambilan keputusan yang biasa digunakan oleh perusahaan manufaktur atau jasa. Yang berkaitan dengan alokasi sumber daya untuk mengerjakan *job* selama waktu tertentu yang memiliki tujuan pengoptimalan.
- c) Menurut Ginting (2009), Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan atau pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada

beberapa buah mesin.

Penjadwalan melibatkan elemen dasar yaitu job atau operasi. Disetiap operasi dibutuhkan alokasi tenaga operator, mesin peralatan produksi, dan dari aspek lainnya. Sehingga fungsi penjadwalan produksi akan sangat membantu untuk pengambilan keputusan dalam proses kelangsungan produksi agar lebih efisien.

Berkaitan dengan faktor ketersediaan sumber daya, hal lain yang perlu di perhatikan adalah fluktuasi penggunaan tenaga kerja dan peralatan, untuk menghindari kebutuhan yang naik dan turun secara tajam, adalah dengan mengadakan pemerataan sumber daya. Dalam penerapannya, metode penjadwalan *recources* dapat dikukan melalui metode *Trial and Error* dan komputerisasi (Tjolia, 1990).

## E.2 Tujuan Penjadwalan

Tujuan penjadwalan adalah mengurangi waktu keterlambatan dari batas waktu yang ditentukan agar dapat memenuhi batas waktu yang telah disetujui dengan konsumen, penjadwalan juga dapat meningkatkan produktifitas mesin dan mengurangi waktu menganggur. Produktifitas mesin meningkat maka waktu menganggur berkurang, maka secara tidak langsung perusahaan dapat mengurangi biaya produksi. Semakin baik suatu penjadwalan semakin menguntungkan juga bagi perusahaan dan bisa menjadi acuan untuk meningkatkan keuntungan dan strategi bagi perusahaan dalam pemuasan pelanggan. Beberapa tujuan yang ingin dicapai dengan dilaksanakannya penjadwalan adalah sebagai berikut

(Baker & Trietsch, 2013).

1. Meningkatkan produktifitas mesin, yaitu dengan mengurangi waktu mesinmenganggur.

2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan mengurangi jumlah rata- rata *job* yang menunggu antrian suatu mesin karena mesin tersebut sibuk. Pengurangan persediaan barang (*work in process inventory*) berdampak pada pengurangan biaya penyimpanannya.

3. Mengurangi keterlambatan karena telah melampaui batas waktu dengan cara,

- a) Mengurangi maksimum keterlambatan,
- b) Mengurangi jumlah *job* yang terlambat.

4. Meminimasi ongkos produksi.

Ongkos yang dapat dihemat dengan adanya penjadwalan adalah :

a) Biaya Lembur, dapat dicegah karena dengan penjadwalan yang baik *job* dapat diselesaikan dalam waktu kerja normal, tetapi tidak melanggar *due date*.

- b) Biaya penalty keterlambatan.
- c) Biaya *work in process*, dan biaya penyimpanan lainnya.

5. Pemenuhan batas waktu yang telah ditentukan (*due date*), karena dalam kenyataan jika terjadi keterlambatan pemenuhan *due date* dapat dikenakan suatu denda (*penalty*).

### E.3 Pengertian Penjadwalan Proyek Konstruksi

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan yang telah dimasukkan faktor waktu untuk mencapai sasaran. Secara umum dapat dikatakan bahwa penjadwalan adalah perhitungan pengalokasian waktu yang tersedia kepada pelaksanaan masing-masing bagian pekerjaan atau kegiatan, dalam rangka penyelesaian proyek sedemikian rupa, sehingga tercapai hasil yang optimal, dengan mempertimbangkan keterbatasan- keterbatasan yang ada (Rani, 2016).

### E.4 Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek

#### 1. Pendefinisian Kegiatan Proyek

Pendefinisian kegiatan proyek (*activity definition*) yaitu melakukan identifikasi dan mendokumentasikan pekerjaan atau kegiatan-kegiatan yang direncanakan dimana akan diidentifikasi di tingkatan yang paling rendah atau spesifik di dalam WBS untuk dilakukan pendefinisian / ketentuan setiap aktivitas pekerjaan. Fungsi pendefinisian kegiatan proyek berdasarkan PMBOK yaitu:

- sebagai dasar untuk estimasi durasi pekerjaan
- sebagai dasar untuk penyusunan urutan pekerjaan dalam penjadwalan
- sebagai dasar untuk pelaksanaan, monitoring dan mengendalikan pekerjaan proyek yang akan dijumpai

#### 2. Penyusunan Urutan Kegiatan Proyek

Penyusunan urutan kegiatan proyek (*activity sequencing*) yaitu pengurutan kegiatan yang melibatkan identifikasi dan mendokumentasikan hubungan-hubungan yang logis antara kegiatan dalam penjadwalan. Penjadwalan kegiatan dapat secara logis diurutkan dengan hubungan ketergantungan dan interaksi kegiatan. seperti pekerjaan mana yang lebih dulu dan belakangan dikerjakan. Pengurutan pekerjaan dapat dilakukan dengan menggunakan software manajemen proyek atau dengan teknik-teknik manual. Fungsi penyusunan urutan kegiatan proyek berdasarkan PMBOK yaitu :

- Untuk mengetahui hubungan ketergantungan dan interaksi antar pekerjaan
- Untuk mengetahui pekerjaan mana yang lebih dulu dan belakangan dikerjakan
- Sebagai dasar pelaksanaan.

### 3. Estimasi Kebutuhan Sumberdaya Kegiatan Proyek

Estimasi kebutuhan sumberdaya kegiatan proyek yaitu melakukan estimasi perkiraan kebutuhan sumber daya kegiatan proyek meliputi menentukan sumber daya apa yang digunakan (tenaga kerja, peralatan, material) dan berapa jumlah dari setiap sumber daya yang akan digunakan, dan kapan masing-masing sumber daya disediakan untuk melaksanakan aktivitas proyek. Estimasi kebutuhan sumber daya berkaitan dengan proses

perhitungan perkiraan biaya. Fungsi estimasi kebutuhan sumber daya kegiatan proyek berdasarkan PMBOK yaitu :

- Untuk mengetahui berapa jumlah dari setiap sumber daya yang akan digunakan
- Untuk mengetahui kapan masing sumber daya disediakan untuk melaksanakan aktivitas/pekerjaan proyek.
- Untuk Perhitungan perkiraan biaya (RAB)

#### 4. Estimasi Durasi Kegiatan Proyek (*Duration Estimating*)

Perhitungan Durasi Kegiatan Proyek yaitu proses perhitungan (estimasi) periode waktu pelaksanaan pekerjaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masing-masing kegiatan. Dimana proses perhitungan durasi kegiatan memerlukan jumlah pekerja dalam usaha menyelesaikan jadwal pekerjaan yang telah diperhitungkan dengan menggunakan informasi sesuai dengan jadwal lingkup aktivitas dari pekerjaan, sumber daya yang diperlukan, perkiraan jumlah sumberdaya, dan kalender sumber daya dengan ketersediaan sumber daya yang ada. Fungsi estimasi durasi kegiatan proyek berdasarkan PMBOK yaitu :

- Untuk mengetahui durasi menyelesaikan setiap item pekerjaan
- Untuk mengetahui waktu kapan pekerjaan harus mulai dan selesai
- Untuk memperhitungkan kapan proyek selesai.

#### 5. Penyusunan Jadwal Proyek (Awal)

Penyusunan Jadwal Proyek berdasarkan PMBOK yaitu Suatu proses dalam menentukan tanggal rencana mulai dan selesai untuk suatu aktivitas Proyek dan Pengalokasian waktu yang tersedia kepada aktifitas pekerjaan dalam rangka penyelesaian suatu proyek dengan mengikuti logika dari proses perencanaan, dan dilakukan sedemikian rupa sehingga tercapai hasil yang optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Fungsi penyusunan jadwal proyek yaitu untuk menentukan aktivitas yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek dan urutan serta durasi di dalam aktivitas yang harus diselesaikan untuk mendapatkan penyelesaian yang tepat waktu dan ekonomis.

#### 6. Kontrol Jadwal

Kontrol jadwal berdasarkan PMBOK mempunyai kaitan dengan:

- Menentukan status saat ini dari jadwal proyek
- Faktor yang mempengaruhi pembuatan perubahan jadwal
- Menentukan bahwa jadwal proyek setelah diubah
- Mengatur saat terjadi perubahan aktual.

#### E.5 Ketidakpastian dalam Penjadwalan

Ketidakpastian dapat mempengaruhi proses penjadwalan tradisional yang nampaknya sudah terprediksi dengan presisi. Untuk menyediakan kerangka bagi penilaian ketid/kpastian jadwal kerja yang terstruktur dan

sistematis, telah ditentukan empat dimensi ketidakpastian dalam penjadwalan (Mulholand dkk.,1999 dalam Prasetyo, 2017) yaitu:

- Tahap Perencanaan Teknik

Kendala ketidakpastian disini ditandai dengan derajat pengalaman yang berbeda-beda dari para desainer, jenis kontrak, dan perubahan rancangan

- Tahap Pengadaan

Ditandai dengan banyak sekali kegiatan pada lokasi yang berbeda-beda dimana membutuhkan SDM pada pelaksanaannya. Faktor resiko pada tahap ini menyangkut proses pemilihan kontraktor, vendor, dan pengantaran tepat yang waktu.

- Tahap Konstruksi

Satu dari faktor kritis untuk sukses pada tahap ini adalah kebutuhan akan strategi kontrak yang fair dalam mempertimbangkan resiko. Salah satu penyebab kegagalan pada proyek konstruksi adalah pemilihan format kontrak yang kurang sesuai dengan karakteristik proyek.

#### E.6 Penjadwalan Proyek (*Time Schedule*)

Menurut Somantri (2009) dalam (Rahayu, 2019) suatu penjadwalan proyek (*time schedule*) dibuat untuk menentukan jangka waktu suatu proyek dari mulainya suatu proyek sampai proyek tersebut selesai. Dalam pembuatan penjadwalan proyek dapat digunakan pendekatan gantt. Menurut Gantt yang dikutip Heizer dan Render (2001) dalam Somantri

(2005), mengatakan bahwa *Gantt Chart* (diagram *ganttt*) dapat membantu manajer dalam beberapa hal, diantaranya:

1. Merencanakan semua kegiatan.
2. Perhitungan penyelesaian pesanan.
3. Pencatatan perkiraan waktu.
4. Pengembangan seluruhan jangka waktu proyek.

Penjadwalan proyek tidak hanya dibuat dengan menggunakan *ganttt chart*, tetapi dibuat dengan menggunakan pendekatan lainnya. Tetapi Heizer dan Render (2001) menyimpulkan bahwa apapun pendekatan yang digunakan oleh manajemen proyek, penjadwalan proyek menyediakan beberapa kegiatan, yaitu:

1. Menunjukkan hubungan tiap aktivitas kepada yang lainnya dan kepada seluruh proyek.
2. Menunjukkan hubungan utama diantara kegiatan-kegiatan.
3. Mendorong penentuan waktu yang diperlukan dan perkiraan biaya untuk setiap kegiatan.
4. Membantu meningkatkan kegunaan sumber daya manusia, uang dan material dengan identifikasi hambatan kritis dalam proyek.

Menurut Husen (2008), penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses

penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahannya. Proses *monitoring* serta *updating* selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar alokasi sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek (Husen, 2008). Secara umum penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat seperti berikut .

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
5. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
6. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

Sedangkan kompleksitas penjadwalan proyek sangat dipengaruhi

oleh faktor-faktor berikut.

1. Sasaran dan tujuan proyek.
2. Keterkaitan dengan proyek lain agar terintegrasi dengan *master schedule*.
3. Dana yang diperlukan dan dana yang tersedia.
4. Waktu yang diperlukan, waktu yang tersedia, serta perkiraan waktu yang hilang dan hari-hari libur.
5. Susunan dan jumlah kegiatan proyek serta keterkaitan di antaranya.
6. Kerja lembur dan pembagian *shift* kerja untuk mempercepat proyek.
7. Sumber daya yang diperlukan dan sumber daya yang tersedia.
8. Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas.

Makin besar skala proyek, semakin kompleks pengelolaan penjadwalan karena dana yang dikelola sangat besar, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar, kegiatan yang dilakukan sangat beragam serta durasi proyek menjadi sangat panjang. Oleh karena itu, agar penjadwalan dapat diimplementasikan, digunakan cara-cara atau metode teknis yang sudah digunakan seperti metode penjadwalan proyek yang akan diuraikan pada subbab selanjutnya. Kemampuan *scheduler* yang memadai dan bantuan *software* computer untuk penjadwalan dapat membantu memberikan hasil yang optimum.

## F. Metode Penjadwalan Proyek

Menurut Husen (2008), ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Kinerja waktu akan berimplikasi terhadap kinerja biaya, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, variable- variabel yang mempengaruhinya juga harus dimonitor, misalnya mutu, keselamatan kerja, ketersediaan peralatan dan material, serta *stakeholder* proyek terlibat. Bila terjadi penyimpangan terhadap rencana semula, maka dilakukan evaluasi dan tindakan koreksi agar proyek tetap pada jalur yang diinginkan.

Menurut Pardede (2014), metode yang digunakan dalam melakukan penjadwalan antara lain:

### F.1 Bagan Balok ( Bar Chart )

Menurut Husen (2008), *barchart* ditemukan oleh Gantt dan Fredick W. Taylor dalam bentuk bagan balok, dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan. Format bagan balok informatif, mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana.

Bagan balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek, sedangkan sumbu x menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu atau bulan sebagai durasinya.

Pada bagian ini juga dapat ditentukan *milestone* sebagai bagian target yang harus diperhatikan guna kelancaran produktivitas proyek secara keseluruhan. Untuk proses *updating*, bagan balok dapat diperpendek atau diperpanjang, yang menunjukkan bahwa durasi kegiatan akan bertambah atau berkurang sesuai kebutuhan dalam proses perbaikan jadwal.

Penyajian informasi bagan balok agak terbatas, misal hubungan antar kegiatan tidak jelas dan lintasan kritis kegiatan proyek tidak dapat diketahui. Karena urutan kegiatan kurang terinci, maka bila terjadi keterlambatan proyek, prioritas kegiatan yang akan dikoreksi menjadi sukar untuk dilakukan.

Menurut Soeharto (1995), bagan balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian dan pada saat pelaporan. Kelebihandari bagan balok adalah metode ini mudah dibuat dan dipahami dan sangat berfaedah sebagai alat perencanaan dan komunikasi.

Bila digabungkan dengan metode lain misalnya grafik S dapat dipakai untuk aspek yang lebih luas. Namun, metode bagan balok terbatas karena kendala- kendala berikut.

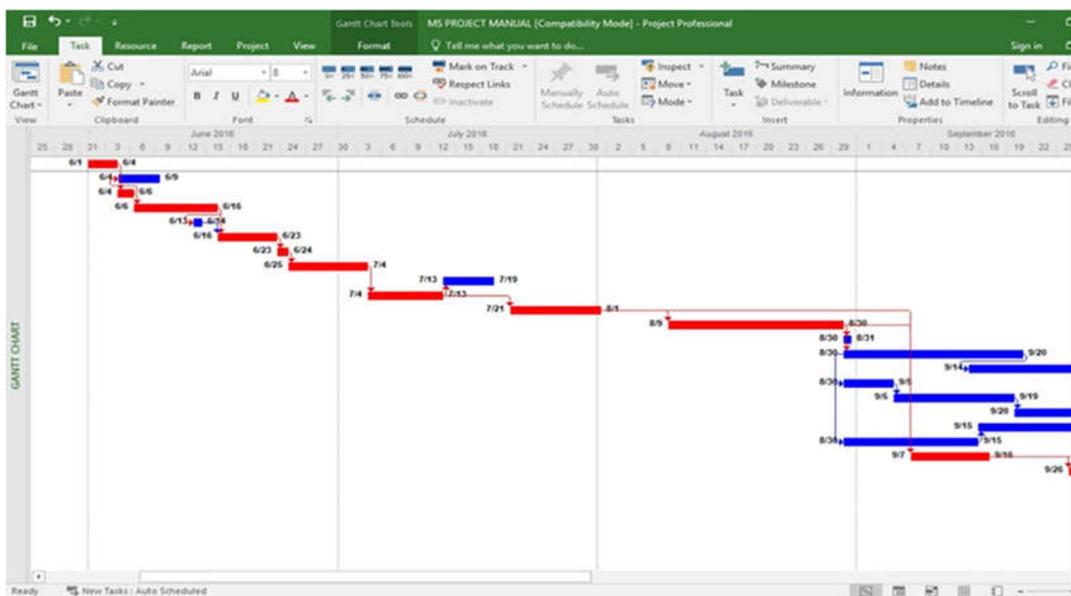
1. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal

keseluruhan proyek.

2. Sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan (*updating*), karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaharuan segera menjadi “kuno” dan menurun daya gunanya.

3. Untuk proyek berukuran sedang dan besar, lebih-lebih yang bersifat kompleks, penggunaan bagan balok akan menghadapi kesulitan menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan yang mencapai puluhan ribu dan memiliki keterkaitan tersendiri di antara mereka, sehingga mengurangi kemampuan penyajian secara sistematis.

Jika jumlah kegiatan tidak terlalu banyak, misalnya dengan membatasi dan memilih yang penting saja, seperti halnya pembuatan jadwal induk, maka pemakaian bagan balok untuk perencanaan dan pengendalian menjadi pilihan pertama, karena mudah dimengerti oleh semua lapisan pelaksana dan pimpinan para peserta proyek.



Gambar 4. Gantt Chart atau Bar Chart pada Microsoft Project Professional 2016

(Sumber : Hasil analisis pengolahan data peneliti)

#### F.2 Kurva S (Hanumm Curve)

Menurut Husen (2008), kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek.

Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam proses pengendalian jadwal. Tetapi informasi tersebut tidak detail dan hanya terbatas untuk menilai kemajuan proyek. Perbaikan lebih lanjut dapat menggunakan metode lain yang dikombinasikan, misal metode bagan balok atau *network planning* dengan memperbarui sumber daya maupun waktu pada masing- masing kegiatan.

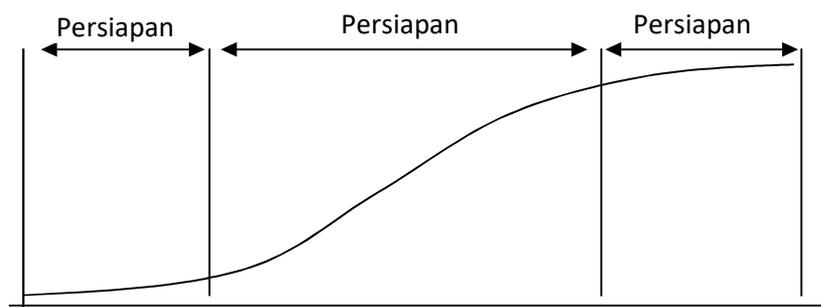
Untuk membuat kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode di antara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan membentuk kurva S.

Bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal

biasanya masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil.

Menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat berupa perhitungan persentase berdasarkan biaya per item pekerjaan/kegiatan dibagi total anggaran atau berdasarkan volume rencana dari komponen kegiatan terhadap volume total kegiatan.

Pada proyek yang tidak banyak kegiatannya, metode bar chart sering digunakan. Penggunaannya digabungkan dengan kurva S sebagai pemantauan biaya. Disebut kurva S karena bentuknya yang menyerupai huruf S. hal tersebut terjadi karena pada awal proyek (kegiatan persiapan) besarnya kegiatan yang dikeluarkan per satuan waktu cenderung rendah, kemudian meningkat cepat pada pertengahan proyek (kegiatan konstruksi), dan menurun rendah kembali pada akhir proyek (penyelesaian akhir).



Gambar 5. Kurva S

(Sumber : Buku Prinsip – prinsip Network Planning, 1995)

### F.3 Metode Critical Path Method (CPM)

Menurut Husen (2008), metode CPM (*critical path method*) diperkenalkan pada tahun 50-an oleh tim perusahaan Du-Pont dan Rand

Corporation untuk mengembangkan sistem kontrol manajemen. Metode ini dikembangkan untuk mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks. Metode ini relative lebih sulit, hubungan antar kegiatan jelas, dan dapat memperlihatkan kegiatan kritis. Dari informasi *network planning*, *monitoring* serta tindakan koreksi kemudian dapat dilakukan, yakni dengan memperbarui jadwal. Akan tetapi, metode ini perlu dikombinasikan dengan metode lainnya.

Menurut Soeharto (1995), pada metode jaringan kerja dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kadang-kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja.

Menurut Pardede (2014), metode CPM (*critical path method*) adalah suatu metode dengan menggunakan diagram anak panah dalam menentukan lintasan kritis, sehingga disebut juga metode lintasan kritis. CPM menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan yang tertentu (*deterministic*). Berikut bentuk CPM dilihat pada Gambar 6



Gambar 6. Contoh Diagram Anak Panah  
(Sumber: Pardede, 2014)

Dalam CPM (*critical path method*) dikenal istilah EET (*earliest event time*), peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari event dan LET (*latest event time*), peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari event, *Total Float*, *Free Float*, dan *Independent Float*. Hubungan antara EET dan LET ditunjukkan oleh Gambar 3.2.



Gambar 7. Diagram AOA (*Activity On Arrow*)  
(Sumber: Husen, 2008)

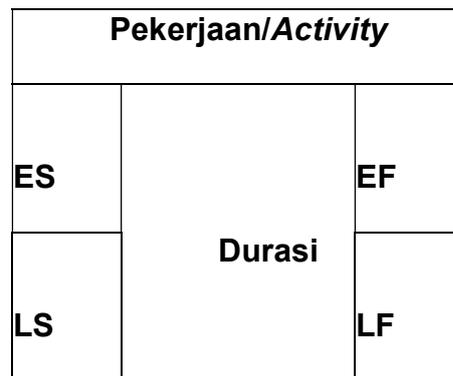
#### F.4 Metode Precedence Diagram Method (PDM)

Pembangunan melibatkan banyak aktivitas, tiap aktivitas memerlukan sejumlah waktu yang didefinisikan sebagai durasi proyek. Total waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pembangunan juga dinyatakan dalam waktu di penjadwalan proyek, sehingga penetapan waktu penyelesaian proyek dengan metode PDM (*precedence diagramming method*) (Husen, 2008).

Kegiatan PDM (*precedence diagram method*) digambarkan oleh sebuah lambang segiempat karena letak kegiatan ada dibagian *node* sehingga sering disebut juga *activity on node* (AON).Kelebihan *precedence diagram method* dibandingkan dengan arrow diagram adalah tidak memerlukan diagram fiktif atau *dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana dan hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

Dalam PDM (*precedence diagram method*), kotak (*node*) menandai suatu kegiatan sehingga harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktu (durasi), sedangkan peristiwa merupakan ujung setiap kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi bagian-bagian kecil yang berisi keterangan dari kegiatan antara lain, kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan ES (*Earliest Start*), LS (*Latest Start*), EF (*Earliest Finish*), dan LF (*Latest Finish*) (Tjaturono, 2004).

Node pada PDM (*Precedence Diagramming Method*) adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Contoh Node Pada PDM

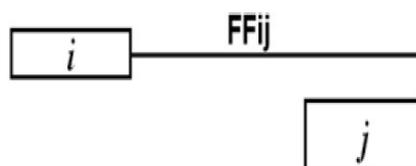
Jalur kegiatan kritis pada PDM (*precedence diagram method*) mempunyai sifat-sifat yaitu:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama,  $ES=LS$ .
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama,  $EF=LF$ .
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu

selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal,  $D=LF-ES$

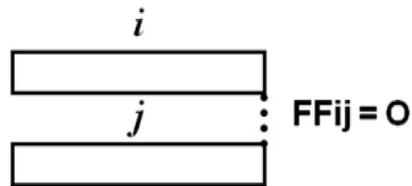
Bila hanya sebagian dari ketiga syarat diatas terpenuhi, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis. PDM mempunyai hubungan logis ketergantungan yang bervariasi. Pada PDM ada 4 macam hubungan logis/konstrain yang bervariasi, yaitu :

1. *Finish to Finish* (FF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*Finish*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada selesainya (*Finish*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



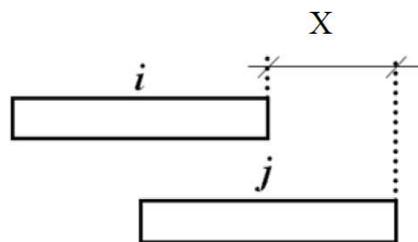
Gambar 9. *Finish to Finish* (FF)

- a)  $FF_{ij} = 0$ , artinya selesainya kegiatan  $i$  dan  $j$  secara bersamaan



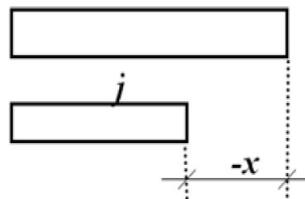
Gambar 10. *Finish to Finish*,  $FF_{ij} = 0$

- b)  $FF_{ij} = x$ , artinya kegiatan  $j$  selesai setelah kegiatan  $i$  selesai



Gambar 11. *Finish to Finish*,  $FF_{ij} = x$

- c)  $FF_{ij} = -x$ , artinya kegiatan  $i$  selesainya  $x$  hari lebih dahulu dari selesainya kegiatan  $j$



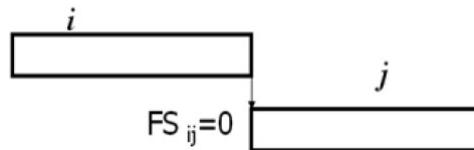
Gambar 12. *Finish to Finish*,  $FF_{ij} = -x$

2. *Finish to Start* (FS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*Start*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada selesainya (*Finish*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).

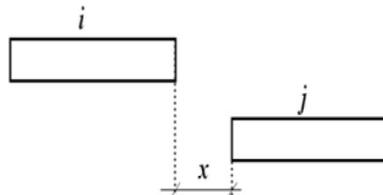


Gambar 13. *Finish to Start (FS)*

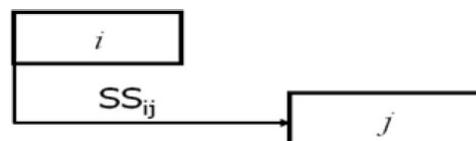
- a)  $FS_{ij} = 0$ , artinya kegiatan  $j$  dimulai langsung setelah kegiatan  $i$  selesai

Gambar 14. *Finish to Start,  $FS_{ij} = 0$* 

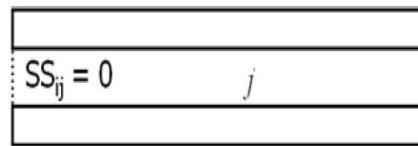
- b)  $FS_{ij} = x$ , artinya kegiatan  $j$  dimulai setelah  $x$  hari kegiatan  $i$  selesai

Gambar 15. *Finish to Start,  $FS_{ij} = x$* 

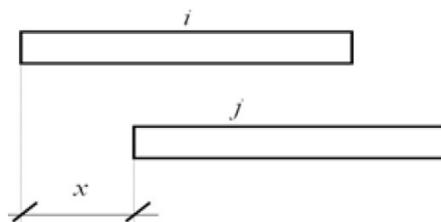
3. *Start to Start (SS)* yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*Start*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada mulainya (*Start*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).

Gambar 16. *Start to Start (SS)*

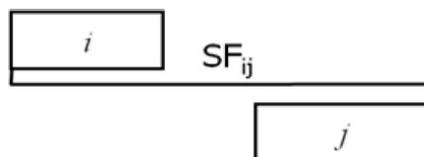
- a)  $SS_{ij} = 0$ , artinya kegiatan  $i$  dan  $j$  dimulai secara bersama-sama

Gambar 17. *Start to Start*,  $SS_{ij} = 0$ 

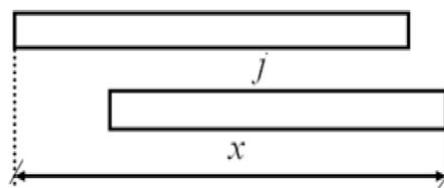
- b)  $SS_{ij} = x$ , artinya kegiatan  $j$  dimulai setelah  $x$  hari kegiatan  $i$  dimulai

Gambar 18. *Start to Start*,  $SS_{ij} = x$ 

4. *Start to Finish* (SF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*Finish*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada mulainya (*Start*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).

Gambar 19. *Start to Finish* (SF)

- a)  $SF = x$ , artinya kegiatan  $j$  selesais etelah  $x$  hari kegiatan  $i$  dimulai

Gambar 20. *Start to Finish*,  $SF = x$ 

Untuk kegiatan *Finish to Finish* (FF) dan *Finish to Start* (FS) tenggang waktu/waktu tunda untuk kegiatan berikutnya disebut "*Lag time*".

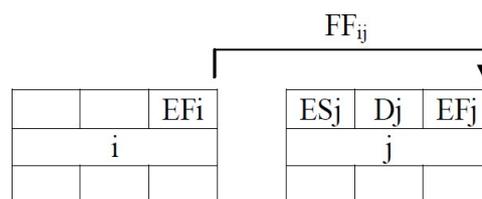
Sedangkan, untuk kegiatan *Start to Start* (SS) dan *Start to Finish* (SF), waktu tenggang/waktu tunda untuk kegiatan berikutnya disebut "*lead time*".

Pada dasarnya perhitungan PDM sama dengan CPM, yaitu menggunakan perhitungan ke muka (*forward pass*) untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Dan menggunakan perhitungan ke belakang (*backward pass*) untuk menentukan *Latest Finish* (LF) dan *Latest Start* (LS) berdasarkan hubungan logis/ketergantungan yang ada antar kegiatan.

Pada *Precedence Diagram Method* digambarkan adanya empat jenis hubungan antar aktivitas, yaitu *start to start*, *start to finish*, *finish to start* dan *finish to finish*. Digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian node.

1. Perhitungan ke Muka (*Forward Pass*)

a) Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)



Gambar 21. Hubungan ke Muka Kegiatan  $FFEF_j = EFi + FF_{ij}$

$$ES_j = EF_j - D$$

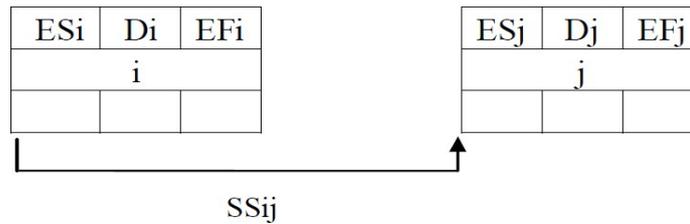
b) Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)



Gambar 22. Hubungan ke Muka Kegiatan  $FSES_j = EF_i + FS_{ij}$

$$EF_j = ES_j + D_j$$

c) Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)



Gambar 23. Hubungan ke Muka Kegiatan  $SSES_j = ES_i + SS_{ij}$

$$EF_j = ES_j + D_j$$

d) Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)

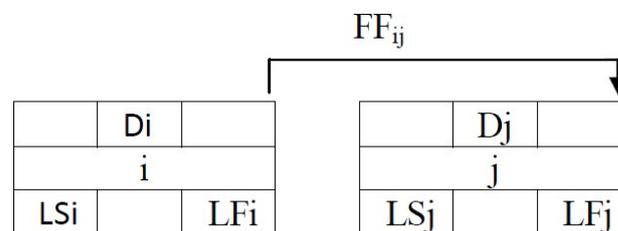


Gambar 24. Hubungan ke Muka Kegiatan  $SFEF_j = ES_i + SF_{ij}$

$$ES_j = EF_j - D_j$$

2. Perhitungan ke Belakang (*Backward Pass*)

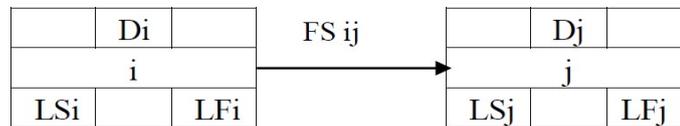
a) Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)



Gambar 25. Hubungan ke Belakang Kegiatan  $FFLF_i = LF_j - FF_{ij}$

$$LS_i = LF_i - D_i$$

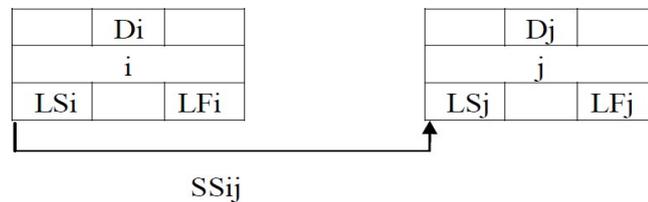
b) Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)



Gambar 26. Hubungan ke Belakang Kegiatan  $FS LFi = LSj - FSij$

$$LSi = LFi - Di$$

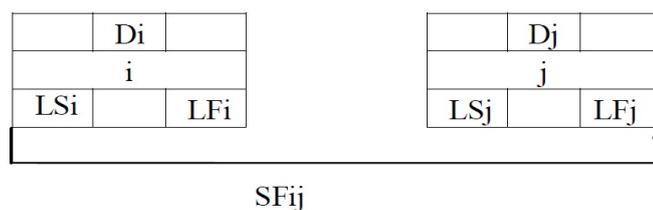
c) Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)



Gambar 27. Hubungan ke Belakang Kegiatan  $SS LSi = LSj - SSij$

$$Lfi = LSi + Di$$

d) Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)

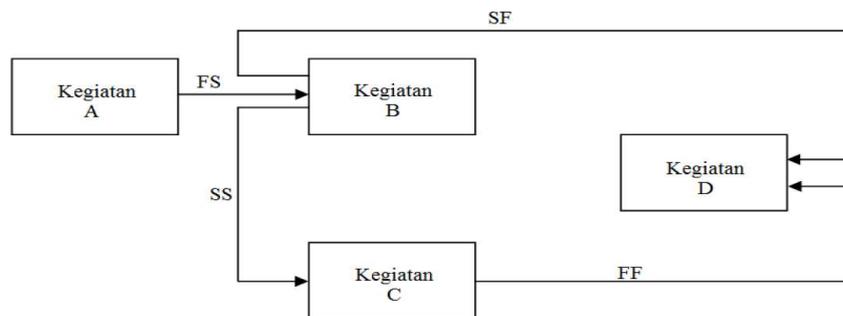


Gambar 28. Hubungan ke Belakang Kegiatan  $SFLSi = LFj - SFij$

$$Lfi = LSi + Di$$

Pada perhitungan PDM ini, jika perhitungan ke muka ada lebih satu kegiatan *predecessor* yang hubungan ketergantungan (konstrains) berlainan (FF,FS,SS,SF) maka ES dan EF di ambil yang maksimum. Namun, untuk

perhitungan ke belakang jika ada lebih kegiatan *successor* yang hubungan ketergantungan (konstrain) berlainan, maka LS dan EF diambil yang minimum (Faisol, 2010).



Gambar 29. Hubungan Aktivitas dalam Metode PDM

(Sumber: Budiono, 2006)

#### F.5 Project Evaluation and Review Technique (PERT)

PERT adalah metode yang ditemukan dalam upaya meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian dalam proyek selain metode CPM. Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan (Rani, 2016).

PERT memakai pendekatan yang menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (*range*), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. PERT juga memperkenalkan parameter lain yang mencoba mengukur ketidakpastian tersebut secara kuantitatif seperti deviasi standar dan varians. Dengan demikian metode ini memiliki cara yang spesifik untuk

menghadapi hal tersebut yang memang hampir selalu terjadi pada kenyataannya dan mengakomodasinya dalam berbagai bentuk perhitungan (Rani, 2016).

#### F.6 Line Of Balance (LoB)

*Line of Balance* (LoB) adalah metode penjadwalan menggunakan sumbu koordinat, yaitu absis dan ordinat, absis menunjukkan waktu kerja dan ordinat menunjukkan jumlah unit pekerjaan atau lokasi kegiatan yang dilaksanakan. Garis miring menyatakan jenis kegiatan sekaligus menunjukkan kecepatan dari kegiatan tersebut. Kemiringan dari setiap garis alir kegiatan menunjukkan tingkat produktifitas dari kegiatan tersebut. Semakin tegak garis alir tersebut maka semakin tinggi tingkat produktivitasnya (Prasetyo, 2017).

*Line of Balance* (LoB) merupakan metode penjadwalan proyek yang ditujukan untuk perencanaan proyek yang memiliki kegiatan-kegiatan yang berulang (repetitif). Seperti pada proyek perumahan, konstruksi jalan raya, pemasangan pipa dan lain sebagainya. Untuk proyek dengan jumlah kegiatan relatif sedikit dengan kegiatan yang berulang, metode ini sangat efektif untuk digunakan (Prasetyo, 2017).

LoB juga berfungsi sebagai media control dan monitoring, karena bisa digunakan untuk menunjukkan jumlah pekerjaan yang sudah selesai dalam kurun waktu tertentu, sehingga tingkat produksi bisa selalu dikontrol apakah sesuai dengan rencana awal. Hal ini ditunjukkan oleh *lead times*.

*Lead times* adalah waktu yang harus dilalui suatu pekerjaan sampai seluruh kegiatan selesai (Prasetyo, 2017).

Adapun kelebihan dan kekurangan metode penjadwalan *line of balance* (LoB) adalah memiliki tampilan visual yang sederhana dan cukup mudah untuk dipahami. LoB juga dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek, tetapi LoB tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan lintasan kritis proyek (Halimi, 2018).

Tabel 2. *State of the Art* penelitian sebelumnya

No	Judul Penelitian	Penulis Penelitian	Tahun Penelitian	Permasalahan Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian		Metode Penelitian		Hasil Penelitian	Publisher	
						Variabel X	Variabel Y	Data	Analisis		Prosiding	Jurnal
1	Perbandingan Metode Critical Path Method (CPM), Precedence Diagram Method (PDM), dan Line of Balance terhadap Proyek Repetitif	Joe Daniel Hutagaol, Sendi, M. Agung Wibowo, Tanto D.S.	2013	Keterbatasan sumber daya yang dimiliki perusahaan dalam melaksanakan aktifitas proyek sehingga diperlukan perencanaan yang matang dan baik sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek	Membandingkan dan menentukan lintasan kritis dari metode Critical Path Method, Precedence Diagram Method, dan Line of Balance untuk mencari karakter metode penjadwalan yang sesuai dengan sifat proyek repetitif serta melakukan komparasi masing-masing metode dari segi penggunaan metode, perhitungan kecepatan produksi, logika ketergantungan, hambatan pada kegiatan, serta menganalisa kelebihan dan kekurangannya	durasi lama pelaksanaan	penjadwalan proyek	Studi literatur, data proyek	Analisa data	1.Bar Chart memiliki tampilan visual yang sederhana dan mudah untuk dimengerti, tapi tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan lintasan kritis proyek. Bar Chart juga tidak dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek. 2.Critical Path Method (CPM) dan Precedence Diagram Method (PDM) memiliki tampilan visual yang lebih kompleks sehingga tidak mudah untuk dipahami namun dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan dapat menentukan lintasan kritis proyek, sehingga dapat diketahui kegiatan yang menjadi prioritas apabila terjadi keterlambatan pada pekerjaan proyek. 3.Line of Balance (LoB) memiliki tampilan visual yang sederhana dan cukup mudah untuk dipahami. LoB juga dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek, tetapi LoB tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan lintasan kritis proyek	Prosiding	Nasional
2	Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line of Balance dan Time Chainage Diagram dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi	Arif Arianto	2010	Perencanaan jadwal waktu yang efektif dan perencanaan biaya yang efisien tanpa mengurangi mutu	Untuk mencari metode perencanaan dan penjadwalan proyek yang umum dipakai di Indonesia, membandingkan masing-masing metode perencanaan dan penjadwalan proyek untuk mencari karakter yang sesuai dengan sifat proyek, dan melakukan simulasi masing-masing metode perencanaan dan penjadwalan proyek serta menganalisa kelebihan dan kekurangannya.	jumlah hari kerja, jumlah jam kerja	penjadwalan proyek	Studi literatur, data proyek	Analisis data, elaborasi, dan komparasi	Bar Chart masih umum digunakan di dalam penjadwalan proyek konstruksi (13 dari 15 proyek), sedangkan metode Network Diagram cocok untuk proyek yang bersifat kompleks karena dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan dan memiliki teknik hitungan matematis, dan metode Penjadwalan Linear sesuai untuk proyek yang memiliki kegiatan berulang/linier karena dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek pada waktu dan tempat tertentu		Nasional

3	Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan Line of Balance (Studi Kasus Proyek Rehabilitasi/Peningkatan Jalan Lingkungan RW I - RW Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016)	Wahyu Tri Prasetyo	2017		Mendapatkan penjadwalan ulang yang efektif dengan metode Line of Balance pada Proyek Rehabilitasi/Peningkatan Jalan Lingkungan RW I – RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016. Tujuan yang lain adalah mengetahui cara meningkatkan produktivitas pada proyek ini.	jumlah jam kerja per hari, jumlah hari kerja, jumlah jam kerja per minggu	penjadwalan proyek	data teknis proyek	Analisis <i>trial and error</i>	Dengan adanya peningkatan produktivitas yang optimal dan logis, adalah penjadwalan Line of Balance Revisi 4 dengan durasi 47 hari. Dalam penelitian cara untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan menambah tenaga kerja.		Nasional
4	Studi Perbandingan Penjadwalan Proyek Metode Line of Balance (LoB) dan Precedence Diagram Method (PDM) pada Pekerjaan Berulang (Repetitif)	Deko Sanjaya, Syahrizal	2013	Penjadwalan proyek yang tidak memperhitungkan pekerjaan berulang sehingga menyebabkan penundaan yang berpengaruh pada lamanya durasi proyek	Untuk mengatasi masalah penjadwalan proyek yang mampu memfasilitasi aliran sumber daya yang terputus dari satu unit ke unit lainnya	jumlah jam kerja	penjadwalan proyek	data proyek, studi literatur	LoB, PDM	1. Metode LoB dan PDM mampu merencanakan penjadwalan proyek pada pekerjaan berulang (repetitif) dengan tetap menjaga kontinuitas penggunaan tenaga kerja ditandai dengan tidak adanya work break pada pekerjaan. 2. Kelebihan penjadwalan proyek metode LoB dibandingkan metode PDM adalah: a. Analisa perhitungan penjadwalan proyek relatif sederhana. b. Penampakan visual diagram penjadwalan mudah dibaca dan dipahami. c. Dapat diketahui tingkat kemajuan proyek harian ataupun mingguan. 3. Kelemahan penjadwalan proyek metode LoB dibandingkan metode PDM adalah: a. Hubungan ketergantungan antar kegiatan terutama untuk kegiatan yang memiliki lebih dari satu hubungan ketergantungan kurang jelas. b. Untuk pekerjaan yang lebih kompleks dengan item pekerjaan yang banyak relatif sulit. c. Dana yang dibutuhkan cenderung konstan selama durasi proyek sehingga pihak kontraktor harus menyediakan dana yang cukup besar sejak awal proyek.		Nasional

5	Analisis Penggunaan Metode Penjadwalan Line of Balance pada Proyek Konstruksi Repetitif (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen Candiland-Semarang)	Muhammad Abrar Aulia, Aulia Hashemi Farisi, M. Agung Wibowo, Arif Hidayat	2017	Penjadwalan proyek yang umum digunakan di proyek konstruksi berupa barchart dan PDM belum mampu memenuhi progres penjadwalan tanpa tertunda	Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui mengapa LoB perlu diterapkan pada proyek repetitif serta kelebihan dan kekurangannya	jam kerja per hari, jam kerja perminggu	penjadwalan proyek	Pengamatan, wawancara, data proyek, studi literatur	LoB	Metode Line of Balance (LOB) merupakan metode penjadwalan proyek yang sesuai untuk diterapkan pada proyek konstruksi dengan paket pekerjaan berulang, karena LOB mampu menampilkan dengan baik jadwal paket pekerjaan berulang untuk setiap unit dalam bentuk diagram garis. 2. LOB bersifat sederhana, mudah untuk dimengerti karena berupa garis yang menunjukkan produktifitas suatu pekerjaan. Namun tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan. LOB memiliki kelebihan dapat mendeteksi secara langsung kegiatan yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek dengan melihat ada tidaknya diagram batang yang saling berpotongan.	Nasional
6	Analisis Penjadwalan Ulang dengan Menggunakan Metode LSM ( <i>Linier Scheduling Method / Line of Balance</i> ) (Studi Kasus: Perumahan Green Valley Rangkas Bitung)	Jamalan Halimi	2018	Sering terjadi kurang termanfaatkannya waktu pengerjaan proyek dengan efektif karena metode yang digunakan kurang cocok	Mengetahui durasi dalam penjadwalan ulang pembangunan Perumahan Green Valley type 36/60 dengan metode LSM. Mengetahui perbandingan keunggulan metoda penjadwalan antara jadwal proyek existing dengan penjadwalan ulang menggunakan metode LSM	jumlah jam kerja per hari, jumlah hari kerja, jumlah jam kerja per minggu	penjadwalan proyek	data proyek, studi literatur	Analisis dan perhitungan LoB	Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan proyek pembangunan perumahan Green Valley sebanyak 90 unit yaitu selama 171 hari. Sedangkan pada time schedule existing rencana proyek diperlukan waktu selama 360 hari untuk menyelesaikan 90 unit tersebut. Dengan melihat perbandingan efektivitas waktu tersebut yang durasinya berselisih 189 hari, maka jadwal rencana menggunakan metode LSM lebih efektif dan efisien dalam pengerjaan proyek Pembangunan Pembangunan Perumahan Green Valley.	Nasional