

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN PENJADWALAN MENGGUNAKAN  
METODE LINE OF BALANCE PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN PERPIPAAN AIR LIMBAH KOTA  
MAKASSAR ZONA BARAT LAUT PAKET C-3**

***SCHEDULING PLANNING USING LINE OF BALANCE  
METHOD ON WASTEWATER PIPING PROJECT OF  
MAKASSAR CITY NORTHWEST ZONE PACKAGE C-3***

**FADLI ASNUR FEBRIANTO  
D011 17 1507**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**

**PERENCANAAN PENJADWALAN MENGGUNAKAN METODE LINE OF  
BALANCE PADA PROYEK PEMBANGUNAN PERPIPAAN AIR LIMBAH KOTA  
MAKASSAR ZONA BARAT LAUT PAKET C-3**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**FADLI ASNUR FEBRIANTO**

**D011 17 1507**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 21 Oktober 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

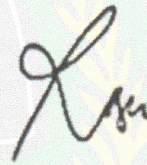
menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



**Dr. M. Asad Abdurrahman, ST, M.Eng.PM**  
NIP. 197303061998021001



**Dr. Rosmariana Arifuddin, ST, MT**  
NIP. 197305301998022001

Ketua Program Studi,



**Prof. Dr. H. M. Wibardi Tjaronge, ST, M.Eng**  
Nip. 196805292002121002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadli Asnur Febrianto  
NIM : D011 17 1507  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Perencanaan Penjadwalan Menggunakan Metode Line Of Balance Pada Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi/Tesis/Disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi/Tesis/Disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 21 Oktober 2021

menyatakan,  


(Fadli Asnur Febrianto)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Penjadwalan Menggunakan Metode Line of Balance Pada Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3”, sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Departemen Sipil Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian di Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3 Provinsi Sulawesi Selatan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, petunjuk dan perhatian dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Dr. M. Asad Abdurrahman, ST, M.Eng.PM** selaku Ketua KKD Manajemen Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
4. Ibu **Dr. Rosmariyani Arifuddin, ST, MT** selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Orang tua saya tercinta, terima kasih atas doa, kasih sayangnya, dan segala dukungan selama ini, baik spritual maupun material, serta seluruh keluarga besar atas sumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.

2. Ibu **Evi Aprianti, ST, PhD** salah satu dosen KKD Manajemen Konstruksi yang senantiasa membantu dan memberikan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Para rekan-rekan KKD Manajemen Konstruksi yang senantiasa memberikan dukungan yang tiada henti, semangat serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Para sahabat, An-nisa Virginia Ainul, Nurhidayat dan Ainun Mardya yang selalu membantu dan memberikan semangat serta dorongan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
5. Saudara-saudari angkatan 2017 Departemen Teknik Sipil dan Departemen Teknik Lingkungan, yang senantiasa memberikan dukungan yang tiada henti, semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

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

Gowa, 21 Oktober 2021

Penulis

## ABSTRAK

Proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan pembangunan yang kompleks. Ada tiga hal penting yang harus diperhatikan pada proyek konstruksi, yaitu waktu, biaya dan mutu. Pemilihan metode penjadwalan yang sesuai dengan tipe dan karakteristik proyek konstruksi sangat penting demi menjamin kelancaran suatu proyek. Sebuah proyek konstruksi yang memiliki volume besar namun dengan item pekerjaan yang sedikit cenderung memiliki kegiatan pekerjaan yang berulang. Metode penjadwalan yang sesuai dengan jenis proyek konstruksi tersebut adalah metode *Line of Balance*.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengerjaan Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3 menggunakan metode *Line of Balance* dan membandingkan antara jadwal proyek *existing* dengan penjadwalan menggunakan metode *Line of Balance*.

Penelitian ini digolongkan dalam penelitian kuantitatif dengan objek penelitian adalah Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3, sedangkan subjek yang ditinjau adalah analisis penjadwalan ulang Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3 dengan menggunakan metode *Line of Balance*.

Dari hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka didapat waktu yang diperlukan untuk melaksanakan Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3 sepanjang 2,75 kilometer yaitu selama 183 hari. Sedangkan pada penjadwalan *existing* proyek diperlukan waktu selama 285 hari untuk menyelesaikan 2,75 kilometer tersebut. Dengan melihat perbandingan efektivitas waktu tersebut yang durasinya berselisih 162 hari dengan persentase percepatan yang dihasilkan 35,8 % maka jadwal rencana menggunakan metode *Line of Balance* lebih efektif dan efisien dalam pengerjaan 3 ruas jalan pada Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3.

**Kata kunci :** Durasi, *Line of Balance*, Konstruksi

## ABSTRACT

A construction project is a complex series of development activities. There are three important things that must be considered in a construction project: namely time, cost and quality. The selection of scheduling methods that match the type and characteristics of a construction project is very important to ensure the smooth running of a project. A construction project that has a large volume but with few work items tends to have repetitive work activities. The scheduling method that suits the type of construction project is the Line of Balance method.

The purpose of this study is to find out the duration needed to complete the work on Makassar Municipal Wastewater Piping Development Project Northwest Zone Package C-3 using the Line of Balance method and comparing between existing project schedules with scheduling using the Line of Balance method.

This research is classified in quantitative research with the research object is Makassar Municipal Wastewater Piping Development Project Of Makassar City Northwest Zone Package C-3, while the subject reviewed is the rescheduling analysis of Makassar Municipal Wastewater Piping Development Project Of Makassar City Northwest Zone Package C-3 using the Line of Balance method.

From the results of the analysis and calculations that have been done, it was obtained the time needed to carry out Makassar Municipal Wastewater Piping Development Project of the Northwest Zone C-3 Package along 2.75 kilometers, which is for 183 days. While on scheduling existing projects it takes 285 days to complete the 2.75 kilometers. By looking at the comparison of the effectiveness of the time whose duration is at odds of 162 days with the percentage of acceleration generated 35.8% then the plan schedule using the Line of Balance method is more effective and efficient in the work of 3 road segments on Makassar Municipal Wastewater Piping Development Project Northwest Zone Package C-3.

**Keywords:** Duration, Line of Balance, Construction

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian .....	7
E. Batasan Masalah .....	8
F. Sistematika Penulisan.....	9
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
A. Penelitian Terdahulu .....	10
B. Teori Dasar .....	13
B.1. Proyek .....	13
B.2. Sasaran Proyek.....	14
B.3. Manajemen Proyek.....	15
C. Perencanaan dan Penjadwalan Proyek .....	17
C.1. Perencanaan Proyek .....	17
C.2. Penjadwalan Proyek.....	21
D. Metode Penjadwalan dan Pengendalian.....	26
D.1. WBS ( <i>Work Breakdown Structure</i> ) .....	26
D.2. <i>Bar Chart</i> (Bagan Balok) .....	29
D.3. Kurva S.....	32
D.4. PDM ( <i>Precedence Diagram Method</i> ).....	34



D.5.1. Hubungan Logika Ketergantungan PDM .....	35
D.5.2. Teknik Perhitungan PDM .....	39
D.5. <i>Line of Balance Method</i> (LoB) .....	40
D.5.1. Dasar Pembuatan Diagram LoB .....	43
D.5.2. Langkah-Langkah Penyusunan Diagram LoB....	44
D.5.3. Teknik Perhitungan <i>Line of Balance</i> .....	45
D.5.4. <i>Conflict</i> /Interfensi .....	47
D.5.5. <i>Buffer</i> .....	48
E. Produktivitas .....	49
E.1. Definisi.....	49
E.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas .....	50
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	54
A. Jenis Penelitian.....	54
B. Teknik Pengumpulan Data.....	55
C. Jenis Data .....	55
D. Peta Lokasi dan Gambaran Umum Proyek.....	55
D.1. Lokasi Proyek .....	55
D.2. Gambaran Umum Proyek .....	57
E. Data Perencanaan Proyek .....	57
E.1. Lingkup Pekerjaan Proyek.....	57
E.2. Alat Berat Proyek.....	67
E.3. Kurva S Proyek.....	68
F. Teknik Pengolahan Data.....	70
G. Tahapan Penelitian .....	71
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	73
A. Data Proyek .....	73
B. Pembuatan <i>Work Breakdown Structure</i> (WBS) .....	74
C. Pembuatan Jaringan Kerja PDM.....	76
D. Analisis Menggunakan Metode <i>Line of Balance</i> .....	78
E. Penundaan <i>Metode Line of Balance</i> .....	91
E.1. Menentukan Penundaan Tiap Item Pekerjaan .....	91
E.2. Interupsi Pada Metode <i>Line of Balance</i> .....	94

F. Pembahasan.....	100
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	102
A. Kesimpulan .....	102
B. Saran .....	103
DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tiga Kendala ( <i>Triple Constraint</i> ) .....	14
Gambar 2. Contoh WBS .....	27
Gambar 3. <i>Bar Chart</i> atau <i>Gantt Chart</i> .....	32
Gambar 4. Contoh Kurva S.....	34
Gambar 5. Konstrain <i>Finish to Start</i> .....	36
Gambar 6. Konstrain <i>Start to Start</i> .....	37
Gambar 7. Konstrain <i>Finish to Finish</i> .....	38
Gambar 8. Konstrain <i>Start to Finish</i> .....	38
Gambar 9. Lambang Kegiatan PDM .....	39
Gambar 10. Jaringan Kerja PDM .....	39
Gambar 11. Hubungan Kegiatan i dan j.....	40
Gambar 12. Contoh Diagram <i>Line of Balance</i> .....	42
Gambar 13. Conflict yang Terjadi dalam Diagram <i>Line of Balance</i> .....	48
Gambar 14. <i>Time Buffer</i> dan <i>Space Buffer</i> .....	49
Gambar 15. Lokasi Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3.....	56
Gambar 16. Kurva S Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3.....	69
Gambar 17. Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	72
Gambar 18. WBS Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3.....	75
Gambar 19. Jaringan Kerja PDM Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3.....	77
Gambar 20. Diagram <i>Line of Balance</i> Exsisting Ruas Jl. Cendrawasih... 90	90
Gambar 21. Diagram <i>Line of Balance</i> Hasil Penundaan Ruas Jl. Cendrawasih.....	94
Gambar 22. Diagram <i>Line of Balance</i> Hasil Interupsi Ruas Jl. Cendrawasih.....	97
Gambar 23. Diagram <i>Line of Balance</i> 3 Ruas Jalan .....	99

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tingkatan dalam WBS .....	27
Tabel 2. Daftar Alat Berat .....	68
Tabel 3. Data Jumlah Pekerja pada 1 Segmen Pekerjaan .....	73
Tabel 4. Hubungan Logika Ketergantungan .....	76
Tabel 5. Item Pekerjaan <i>Repetitive</i> /Berulang.....	78
Tabel 6. Perhitungan Pekerjaan Galian Tanah dengan Alat Berat ( <i>Excavator</i> ).....	82
Tabel 7. Perhitungan Pekerjaan Lapis Perkerasan Beton Semen .....	83
Tabel 8. Perhitungan Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC).....	84
Tabel 9. Rekapitulasi Waktu Pengerjaan Persegmen.....	87
Tabel 10. Perhitungan Memulai Pekerjaan Segmen 1 dan Segmen 21... 88	
Tabel 11. Rekapitulasi Mulai Segmen Pekerjaan.....	89
Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Penundaan .....	93
Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Interupsi.....	96

## BAB 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Manajemen konstruksi adalah perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek konstruksi mulai dari gagasan awal sampai proyek konstruksi tersebut berakhir untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya (Ervianto, 2005). Waktu dalam perencanaan pengerjaan konstruksi sangatlah penting agar perencanaan pengerjaan proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana. Biaya dalam perencanaan pun harus sesuai dan tepat agar tidak terjadi kekurangan biaya pada pelaksanaan pengerjaan konstruksi. Selanjutnya mutu konstruksi adalah elemen dasar yang harus dijaga dalam pelaksanaannya, namun faktanya sering terjadi pembengkakan biaya dan keterlambatan waktu pelaksanaan (Praboyo, 1999).

Proyek konstruksi tidak selalu dimulai dari awal proyek baru. Dewasa ini banyak proyek konstruksi yang melakukan pekerjaan berulang dan berkelanjutan pada suatu proyek. Hal itu dapat berpengaruh terhadap lama durasi yang berdampak pada pembengkakan biaya. Dalam menghadapi hal tersebut, perusahaan dituntut untuk dapat meningkatkan *profesionalisme* kerjanya dalam mengambil tindakan dan strategi agar memiliki keunggulan kompetitif sehingga mampu bersaing dan bertahan (Dwinka, 2018).

Menurut Arifudin (2011) terdapat tiga tahapan penting pada pengerjaan suatu proyek, yaitu tahap perencanaan, penjadwalan, dan

tahap pengkoordinasian. Namun menurut Maharesi (2002), efisiensi dan efektivitas kerja yang diharapkan sering tidak sesuai rencana dalam pelaksanaannya, hal tersebut dibuktikan dari hasil lapangan yang menunjukkan waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, sehingga perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak dapat dipastikan dapat ditepati.

Hasil tahap perencanaan adalah penjadwalan proyek. Jadwal merupakan salah satu parameter penting untuk menunjang keberhasilan proyek konstruksi selain anggaran dan mutu. Penjadwalan digunakan untuk menentukan durasi serta urutan kegiatan proyek sehingga perlu diperhatikan dalam penyusunannya agar terbentuk jadwal yang logis dan realistis. Pada dasarnya penjadwalan yang disusun telah diestimasikan dengan durasi yang pasti, namun ada beberapa faktor, seperti produktivitas pekerja dan cuaca yang menyebabkan durasi masing-masing pekerjaan tidak dapat ditentukan dengan pasti. Pemilihan metode yang hendak digunakan tergantung dengan tipe dan karakteristik proyek konstruksi yang direncanakan, penguasaan teknik yang dimiliki perencana, serta pemahaman aplikasi oleh *supervisor* yang bertanggung jawab penerapannya di lapangan (Dwinka, 2018).

Cara yang dapat dilakukan perusahaan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menerapkan konsep perencanaan untuk meminimalkan kegagalan pada suatu proyek yang dapat menyebabkan kerugian, misal pemborosan waktu dan tenaga kerja yang meningkatkan biaya. Oleh

karena itu diperlukan suatu perencanaan yang tepat dan sesuai dengan karakteristik proyek yang bersangkutan untuk menghadapi segala ketidakpastian kondisi proyek sehingga terbentuk penjadwalan pelaksanaan proyek dengan waktu dan biaya yang efisien (Dwinka, 2018).

Pelaksanaan proyek merupakan rangkaian kegiatan dalam proses pengerjaan proyek. Maksud pekerjaan ini adalah melaksanakan Supervisi Pembangunan Perpipaan Air Limbah Paket C-3 Kota Makassar. Sedangkan tujuannya untuk meningkatkan pelayanan air limbah domestik dengan sistem terpusat pada kawasan perkotaan. Dengan adanya program IPAL Losari persoalan sanitasi di perkotaan dengan sistem limbah yang terpusat, sanitasi masyarakat di kota Makassar bisa lebih baik. Dengan adanya limbah terpusat ini pencemaran akibat buangan-buangan dari masyarakat itu bisa diolah bisa dieliminir sehingga kualitas hidup masyarakat hidup kota Makassar ini akan jauh lebih baik. Pada pengerjaan proyek harus benar-benar diperhatikan dari perencanaannya hingga proyek berakhir, mulai dari metode penjadwalan hingga pengendalian dan pemeliharaan proyek.

Pelaksanaan proyek yang tidak sesuai dengan rencana dapat mempengaruhi berbagai aspek karena adanya keterlambatan di salah satu aktivitas akan berdampak pada aktivitas selanjutnya. Hal tersebut tidak jarang terjadi pada pengerjaan proyek di Kota Makassar. Menurut Maharesi (2002), semakin banyak kegiatan yang tidak sesuai dengan rencana awal dalam mengerjakan suatu proyek, maka total waktu yang dibutuhkan untuk

menyelesaikan proyek tersebut. Oleh karena itu, dalam membuat perkiraan durasi sebaiknya dipertimbangkan segala aspek yang akan terjadi selama pelaksanaan proyek beserta penghambatnya. Pengendalian terfokus pada biaya/keuangan (alat, bahan, dan pekerja), waktu (rencana kerja yang realistis, memperhatikan pekerjaan prioritas, dan evaluasi kurva s), dan mutu (memperhatikan spesifikasi teknis).

Oleh karena itu, dalam membuat perkiraan durasi sebaiknya dipertimbangkan segala aspek yang akan terjadi selama pelaksanaan proyek beserta penghambatnya. Pengendalian terfokus pada biaya/keuangan (alat, bahan, dan pekerja), waktu (rencana kerja yang realistis, memperhatikan pekerjaan prioritas, dan evaluasi kurva s), dan mutu (memperhatikan spesifikasi teknis).

Oleh karena itu, sehubungan dengan pentingnya pemilihan metode penjadwalan yang sesuai dengan tipe dan karakteristik proyek konstruksi demi menjamin kelancaran suatu proyek, maka akan dilakukan analisis penjadwalan proyek menggunakan metode Penjadwalan Linear berupa *Line of Balance*, dengan studi kasus Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3 di Kota Makassar. Pemilihan tipe metode penjadwalan tergantung dari karakteristik tiap-tiap proyek (Callahan, 1992). Pemilihan proyek ini berdasarkan pertimbangan bahwa pada proyek ini akan melakukan pembangunan IPAL dan penjadwalan dibuat dengan metode *Bar Chart* (Bagan Balok). Dengan menggunakan penjadwalan metode *Line of Balance* diharapkan dapat



mempermudah pengerjaan proyek yang mempunyai kegiatan berulang dan dengan jangka waktu yang relatif panjang menjadi lebih efektif dalam tahapan pembangunannya dan dapat mengetahui kelemahan dari sistem penjadwalan yang diterapkan pada saat sekarang.

Berdasarkan pertimbangan karena pada pelaksanaan proyek tersebut mengalami keterlambatan sehingga perlu dilakukan *reschedule* untuk menentukan metode yang lebih baik dan sesuai, serta karena karakteristik proyek tersebut yang merupakan proyek pemasangan sehingga dalam pengerjaannya terjadi pengulangan, berdasarkan karakteristik tersebut metode *Bar Chart* kurang efisien dikarenakan pada pengerjaan pembangunan IPAL lebih baik menggunakan metode *Line of Balance*.

Adapun metode perhitungan durasi proyek pada LoB adalah menyiapkan *network diagram* dari kegiatan untuk 1 unit beserta durasi dari masing-masing kegiatan dengan 1 kelompok pekerja untuk mengetahui hubungan ketergantungan antar kegiatan. Berdasarkan durasi tersebut dapat ditentukan kecepatan produksi untuk tiap kegiatan dengan 1 kelompok pekerja. Kemudian menentukan jumlah kelompok pekerja yang mengerjakan tiap kegiatan. Berdasarkan kecepatan produksi untuk tiap kegiatan dengan 1 kelompok pekerja dan jumlah kelompok kerja yang digunakan dapat ditentukan kecepatan produksi total untuk tiap kegiatan dengan jumlah kelompok pekerja yang digunakan. Berdasarkan kecepatan produksi total untuk tiap kegiatan dan jumlah unit yang dibangun, dapat

ditentukan durasi total tiap kegiatan untuk menyelesaikan semua unit. Kemudian, menentukan waktu *start* dan *finish* untuk tiap kegiatan dan selanjutnya dapat diketahui durasi total proyek, lalu menggambar diagram LoB.

Penentuan analisis terhadap penjadwalan proyek menggunakan metode *Line of Balance* dengan studi kasus Proyek Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3, diharapkan dapat mempermudah proses penjadwalan dan dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek tersebut, serta mampu mengatasi kemungkinan yang terjadi di dalam proyek tersebut. Selain itu secara karakteristik proyek, metode yang tepat untuk melakukan penjadwalan adalah *Line of Balance* dikarenakan proyek tersebut merupakan proyek berkala yang berarti sering melakukan pengulangan pengerjaan.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis mengangkat judul tugas akhir yakni:

**"PERENCANAAN PENJADAWALAN MENGGUNAKAN METODE  
*LINE OF BALANCE* PADA PROYEK PERPIPAAN AIR LIMBAH KOTA  
MAKASSAR ZONA BARAT LAUT PAKET C-3"**

**B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diambil rumusan masalah:

1. Berapakah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan Proyek Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-

3 di Kota Makassar dengan menggunakan metode *Line of Balance*?

2. Bagaimana perbandingan pelaksanaan penjadwalan antara jadwal proyek *existing* dengan penjadwalan menggunakan metode *Line of Balance*?

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Perpipa-an Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3 di Kota Makassar dengan menggunakan metode *Line of Balance*.
2. Untuk mengetahui perbandingan pelaksanaan penjadwalan antara jadwal proyek *existing* dengan penjadwalan menggunakan metode *Line of Balance*.

### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah kemampuan penulis untuk merencanakan penjadwalan proyek menggunakan metode *Line of Balance* khususnya pada proyek yang memiliki kegiatan berulang.
2. Memberikan kontribusi dalam perkembangan ilmu manajemen konstruksi.

## E. Batasan Masalah

Agar pembahasan yang diuraikan dalam penulisan tugas akhir ini lebih terperinci dan sistematis, maka adapun batasan-batasan masalahnya adalah:

1. Penelitian ini merupakan penjadwalan ulang Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Makassar Zona Barat Laut Paket C-3.
2. Metode penjadwalan yang digunakan yaitu metode *Line of Balance*.
3. Yang ditinjau hanyalah jenis pekerjaan yang bersifat *repetitive*/berulang saja pada 3 ruas jalan (Jalan Nuri, Cendrawasih, dan Rajawali).
4. Data penelitian diperoleh dari pihak kontraktor proyek berupa hasil wawancara dan penjadwalan proyek menggunakan kurva S.
5. Analisis data dilakukan menggunakan program *Microsoft Excel* untuk menghitung dan membuat penjadwalan ulang serta mengetahui waktu penyelesaian proyek.
6. Analisis hanya dilakukan pada durasi penjadwalan ulang namun tidak menghitung selisih anggaran biaya.

## **F. Sistematika Penulisan**

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka sistematika penulisan dalam laporan ini tersusun dalam lima bab. Adapun uraian kelima bab tersebut adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penelitian.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menyajikan teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk menganalisis dan membahas permasalahan penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah atau prosedur pengambilan dan pengolahan data hasil penelitian.

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

Bab ini menyajikan data-data hasil penelitian, analisis data, dan pembahasannya.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan simpulan hasil data penelitian dan saran sebagai hasil pandangan penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan tujuan penelitian.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penelitian Terdahulu

Prasetyo, (2017) telah melakukan penelitian tentang “Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan Line of Balance (Studi Kasus Peoyek Rehabilitasi / Peningkatan Jalan Lingkungan RW I - RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016”. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan penjadwalan ulang pada proyek Rehabilitasi/Peningkatan Lingkungan RW I - RW IV Kelurahan Kedungsari Kota Magelang Tahun Anggaran 2016 dengan metode penjadwalan *Line of Balance* serta untuk mengetahui cara meningkatkan produktivitas.

Metode yang dilakukan adalah pengumpulan data berupa gambar proyek, penjadwalan dengan kurva S, rencana anggaran biaya dan produktivitas kelompok kerja, yang dilanjutkan dengan penjadwalan ulang dengan metode *Line of Balance* dengan beberapa variasi. Hasil tersebut dianalisis dengan analisis *trial and error*.

Hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Penjadwalan *Line of Balance* yang optimal (didasarkan pada peningkatan produktivitas pekerjaan pasangan batu kali untuk saluran (2 kali), pekerjaan plesteran pekerjaan pembesian, pekerjaan leuneng, pekerjaan aspal dan penambahan *buffer* pada pekerjaan bekisting, pekerjaan cor beton sehingga tanpa konflik didapatkan pada penjadwalan *Line of Balance* dengan durasi 47 hari.

2. Peningkatan produktivitas untuk proyek ini dengan cara penambahan tenaga kerja.

Sanjaya dan Prawira (2014) telah melakukan penelitian tentang "Pengendalian Proyek dengan Metode Keseimbangan Garis (*Line of Balance*) (Studi Kasus Pada Proyek Perumahan Maysa Tamansari Residence)". Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis pengendalian proyek dengan metode *linear* setimbang dalam penjadwalan proyek untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan pengumpulan data, baik data primer maupun sekunder. Setelah data terkumpul dibuat *work breakdown structure* berdasarkan data yang ada, kemudian menganalisis konflik yang ada untuk 1 *couple* 2 rumah. Langkah selanjutnya adalah memberikan *buffer time* untuk menghindari terjadinya konflik, kemudian membuat *Barchart* untuk 3 *couple* yang diikuti analisis konflik yang terjadi, langkah terakhir membuat Diagram *Line of Balance* untuk *couple* (6 unit) rumah.

Hasil dari penelitian ini adalah waktu total yang diperlukan menyelesaikan proyek tersebut untuk 1 *couple* (2 unit) adalah 20 minggu, sedangkan untuk 3 *couple* (6 unit) dengan metode keseimbangan garis adalah 58 minggu. Dengan menggunakan *Line of Balance* dapat terlihat sumber daya yang terus berkelanjutan (*continue*) tanpa adanya pemutusan sehingga sumber daya dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dan percepatan waktu penyelesaian proyek akibat adanya pengoptimalan sumber daya.

*Line of Balance* mampu menyajikan tingkat produktivitas dan informasi durasi dalam bentuk format grafik yang lebih mudah dimengerti sehingga dapat menunjukkan kesalahan yang terjadi pada kemajuan kegiatan dan mengestimasi gangguan yang mungkin akan terjadi. Namun, *Line of Balance* memiliki kekurangan yaitu metode ini menyebabkan peningkatan biaya akibat adanya peningkatan kegiatan tiap minggunya.

Nugraheni (2004) telah melakukan penelitian tentang “Pemanfaatan *Line Balance Diagram (Scheduling)* pada Proyek Perumahan”. Tujuan penelitian ini untuk memperlihatkan cara melakukan penjadwalan pada sebuah perumahan yang memiliki jumlah rumah (unit) yang cukup banyak. Perhitungan yang akan dilakukan didasarkan pada ketentuan dari sebuah proyek perumahan, yaitu:

1. Jumlah unit rumah : 130 unit
2. Type rumah : 63 luas bangunan (m<sup>2</sup>)
3. Target : 20 unit per minggu
4. Target durasi proyek : 6 bulan (26 minggu atau 182 hari)

Kesimpulan yang diperoleh adalah metode penjadwalan *Line Balance Diagram* dapat digunakan sebagai *time schedule* bagi proyek perumahan, dengan jumlah unit 130 rumah dan diinginkan diselesaikan dalam waktu 6 bulan. Target rumah 20 unit per minggu dapat memenuhi ketentuan yang diinginkan. Berdasarkan hasil perhitungan, 130 unit rumah dapat diselesaikan dalam waktu 153 hari atau lebih cepat dari target waktu



182 hari. Untuk menyelesaikan satu unit rumah diperlukan 115 hari kerja dengan waktu kerja 6 hari kerja per minggu dan jam kerja 8 jam sehari.

## **B. Teori Dasar**

### **B.1. Proyek**

Proyek adalah kegiatan sementara yang dilakukan untuk menciptakan suatu produk atau jasa. Menurut Imam Soeharto, proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya berupa manusia, material dan alat untuk melaksanakan serangkaian kegiatan yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara guna mewujudkan gagasan yang timbul karena naluri manusia untuk berkembang dengan batasan biaya, waktu dan mutu yang telah ditentukan. Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasaran telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1997).

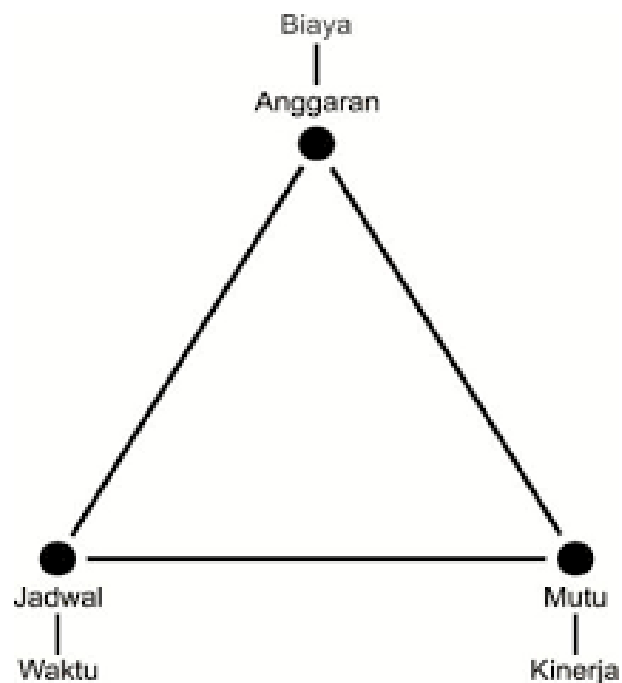
Dari pengertian di atas terlihat bahwa ciri pokok proyek adalah:

1. Memiliki tujuan yang khusus dan produk akhir atau hasil kerja akhir.
2. Jumlah biaya, sasaran, jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan telah di tentukan.

3. Bersifat sementara, dalam artian umumnya dibatasi oleh waktu selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
4. Non-rutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

## B.2. Sasaran Proyek

Di dalam proses mencapai tujuan tersebut telah ditentukan batasan yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan dan jadwal serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan diatas disebut tiga kendala (Triple Constraint) seperti diperlihatkan oleh Gambar 1 dibawah ini.



**Gambar 1.** Tiga Kendala (*Triple Constraint*)

(Sumber: Soeharto, 1997)

Ini merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek.

1. Anggaran Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran.
2. Jadwal Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan.
3. Mutu Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan.

Ketiga batasan tersebut bersifat tarik-menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu, yang selanjutnya berakibat pada naiknya biaya melebihi anggaran. Sebaliknya bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu dan jadwal. Dari segi teknis, ukuran keberhasilan proyek dikaitkan dengan sejauh mana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi (Soeharto, 1997).

### **B.3. Manajemen Proyek**

Salah satu pemikir manajemen modern, yaitu Henry Fayol (1985) seorang industrialis Perancis adalah orang pertama yang menjelaskan secara sistematis bermacam-macam aspek pengetahuan 4 manajemen dengan menghubungkan fungsi-fungsinya. Fungsi-fungsi yang dimaksud adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan. Aliran pemikiran di

atas kemudian dikenal sebagai manajemen klasik atau fungsional. Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan (Soeharto, 1997).

Dari definisi tersebut manajemen proyek merupakan salah satu disiplin ilmu dalam pengelolaan sebuah proyek. Menurut para ahli pengertian manajemen proyek adalah:

1. Menurut (*Project Management Body of Knowledge*, 2004) Manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (knowledges), ketrampilan (*skill*), alat (*tools*) dan teknik (*techniques*) dalam aktivitas-aktivitas proyek untuk memenuhi kebutuhan proyek.
2. Menurut (Harold Kerzner, 1992) melihat wawasan manajemen berdasarkan fungsi dan bila digabungkan dengan pendekatan sistem maka, manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirarki (arus kegiatan) vertikal maupun horizontal.

Dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa pengertian manajemen proyek secara umum adalah suatu cabang khusus dalam manajemen yang memiliki fungsi merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran.

## **C. Perencanaan dan Penjadwalan Proyek**

### **C.1. Perencanaan Proyek**

Perencanaan merupakan salah satu fungsi vital dalam kegiatan manajemen proyek. Oleh sebab itu, untuk mencapai tujuan proyek, manajemen harus membuat langkah-langkah proaktif dalam melakukan perencanaan yang komprehensif agar sasaran dan tujuan dapat dicapai. Perencanaan dinyatakan baik jika seluruh proses kegiatan yang ada di dalamnya dapat diimplementasikan sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan dengan tingkat penyimpangan minimal serta hasil akhir yang maksimal (Husen, 2010).

Secara umum, perencanaan adalah suatu tahapan dalam manajemen proyek yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administratif agar dapat diimplementasikan. Tujuan dari perencanaan yaitu melakukan usaha untuk memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang ditentukan dalam batasan biaya, mutu, dan

waktu ditambah dengan terjaminnya faktor keselamatan (Husen, 2010).

Menurut Husen (2010), terdapat empat filosofi dalam perencanaan, yaitu aman (keselamatan terjamin), efektif (produk perencanaan berfungsi sesuai yang diharapkan), efisien (produk yang dihasilkan hemat biaya), dan mutu terjamin (tidak menyimpang dari spesifikasi yang ditentukan). Keselamatan merupakan pencapaian utama dari keempat pencapaian di atas karena pencapaian lainnya tidak akan berguna jika rasa nyaman terganggu atau terancam. Hal kedua yang diutamakan adalah efektif, produk yang dihasilkan dengan penghematan biaya dan mutu yang baik, jika produk hasil perencanaan tersebut tidak tepat sasaran atau menyimpang, maka produk tersebut tidak dapat digunakan. Efisien merupakan hal ketiga yang utama, karena produk dengan mutu tinggi tetapi dengan biaya sangat boros membuat produk tersebut menjadi sangat mahal. Mutu yang terjamin menjadi hal keempat yang harus dipenuhi agar produk dapat bersaing dalam pencapaian kepuasan pelanggan.

Produk dari perencanaan adalah dasar acuan bagi kegiatan selanjutnya, seperti pelaksanaan dan pengendalian. Proses perencanaan harus dapat mengantisipasi situasi proyek yang belum jelas dan penuh ketidakpastian. Hal ini dikarenakan aspek utama proses perencanaan adalah peramalan yang bergantung pada

pengetahuan teknis dan subyektivitas perencana. Oleh sebab itu, pada periode selanjutnya masih dibutuhkan penyempurnaan dan tindakan koreksi sesuai dengan perkembangan kondisi proyek (Husen 2010).

Pada suatu proyek konstruksi yang baik dibutuhkan perencanaan yang efektif. Agar suatu perencanaan berdaya guna maksimal, diperlukan kondisi dan syarat tertentu. Syarat serta kondisi tersebut antara lain (Soeharto 1999):

1. Partisipasi aktif dari anggota organisasi dalam menyusun perencanaan.
2. Mendapatkan persetujuan dan komitmen dari sumber daya yang diperlukan.
3. Menggunakan parameter yang dapat diukur secara kuantitatif (seperti, adanya tenggak kemajuan pekerjaan atau milestone)
4. Kecakapan melihat ke depan dan mengolah informasi untuk perencanaan.
5. Adanya konsultasi yang intensif dengan tim proyek pihak pemilik.

Syarat-syarat di atas bila dipenuhi akan menggerakkan semua pihak yang berkepentingan untuk ikut serta secara aktif dalam proses implementasi dari perencanaan tersebut. Pada pelaksanaan proyek, penjadwalan merupakan hal yang sangat penting dalam

memproyeksi keperluan tenaga kerja, material, dan peralatan yang akan dilaksanakan.

Dalam memulai suatu proyek baik dalam kontekstual maupun pelaksanaannya, seseorang memerlukan perencanaan sebagai suatu dasar awal tahap kerja dari sebuah proyek. Perencanaan merupakan salah satu fungsi dari manajemen proyek yang sangat penting, yaitu memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan datang sebagai suatu jalan untuk mencapai tujuan atau sasaran, dengan kata lain perencanaan merupakan jembatan antara sasaran yang akan dicapai dengan keadaan pada situasi awal (Soeharto 1999).

Perencanaan secara umum dapat dijelaskan secara baik sebagai fungsi pemilihan objektif atau tujuan perusahaan dan melakukan kebijakan, prosedur serta program yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan tersebut. Perencanaan dalam lingkungan proyek dapat dijelaskan sebagai melakukan suatu tindakan pengambilan keputusan dalam lingkup peramalan. Perencanaan merupakan suatu pengambilan keputusan atas beberapa alternatif penyelesaian proyek, sehingga perencanaan membutuhkan fungsi manajemen untuk memfasilitasi penyelesaian masalah kompleks yang terkait dengan faktor-faktor yang berinteraksi. Manajer proyek merupakan kunci kesuksesan suatu perencanaan, manajer proyek harus terlibat dalam pengambilan keputusan mulai konsepsi proyek



hingga pelaksanaan. Perencanaan proyek harus sistematis, cukup fleksibel untuk menangani aktivitas-aktivitas unik, disiplin dalam review dan kontrol, dan mempunyai kapasitas untuk menerima input-input malfungsional (Kerzner 1992).

Oleh sebab itu, dalam melakukan kegiatan proyek dibutuhkan suatu perencanaan yang memperkirakan urutan kegiatan proyek, alokasi sumber daya yang dibutuhkan, anggaran biaya, waktu pelaksanaan proyek dan lainnya. Perencanaan pada prinsipnya adalah suatu hal pekerjaan memperkirakan penggunaan sumber daya meliputi manusia atau tenaga kerja, material, biaya, dan peralatan agar didapatkan suatu kombinasi penggunaan sumber daya tersebut secara efektif dan efisien. Sehingga diharapkan dengan perencanaan tersebut tujuan dari pelaksanaan proyek dapat tercapai dengan baik (Soeharto, 1999).

### **C.2. Penjadwalan Proyek**

Penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia kepada pelaksanaan masing-masing bagian pekerjaan dalam rangka penyelesaian suatu proyek, sehingga tercapai hasil yang optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Sedangkan jadwal didefinisikan sebagai penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan-urutan langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran (Latief, 2000).

Metode penyusunan jadwal yang terkenal adalah analisis jaringan kerja (*network*), yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan kerja proyek. Pekerjaan yang harus mendahului atau didahului oleh pekerjaan lain diidentifikasi dalam kaitannya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangatlah bermanfaat untuk perencanaan dan pengendalian proyek (Furkan, 2003).

Penjadwalan diartikan sebagai alat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek dan urutan serta durasi di dalam aktivitas yang harus diselesaikan untuk mendapatkan penyelesaian yang tepat waktu dan ekonomis (Nicholas, 1990). Pekerjaan penyelesaian proyek berdasarkan pada penyusunan logika dari aktivitas. Sebuah penjadwalan terisi oleh beberapa aktivitas atau tugas yang mempresentasikan sebuah perencanaan proyek dalam urutan logika (Irawan, 2002). Penjadwalan proyek terkait dengan perencanaan waktu dan penampilan tanggal-tanggal selama bermacam-macam sumber daya, seperti peralatan dan personil, akan menampilkan aktivitas yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek (Shtub, Bard and Globerson, 1994). Penjadwalan digunakan sebagai cara untuk mengkomunikasikan perencanaan proyek kepada berbagai partisipan proyek, mengontrol proyek, dan memberikan manajemen dengan informasi proyek untuk pembuatan keputusan. Jadi, suatu penjadwalan adalah hasil dari pengalokasian sumber daya yang

tersedia serta berdasarkan atas kebutuhan yang telah diperinci dalam rencana, dengan demikian dapat diketahui kapan masing-masing aktivitas akan dimulai (Latief, 2000).

Penjadwalan dalam sebuah proyek konstruksi memiliki peranan penting, yang mencakup penyusunan dan penggambaran kegiatan, termasuk mengidentifikasi jenis kegiatan, waktu berlangsungnya kegiatan, dan diagram yang menunjukkan keterkaitan antara komponen yang terlibat dalam perencanaan, pelaksanaan, dan penyelesaian sebuah proyek dengan metode dan teknik tertentu. Penjadwalan sebagai perbandingan merupakan determinasi dari penentuan waktu dan urutan operasi dalam proyek untuk memberikan waktu penyelesaian proyek. Penjadwalan merupakan refleksi dari perencanaan, tetapi perencanaan harus didahulukan. Proses penjadwalan dapat menutupi kesalahan dalam perencanaan, melakukan revisi, tetapi perencanaan tetap diutamakan dalam hirarki (Furkan, 2003).

Perencanaan jadwal proyek dapat dilakukan dengan baik dan realistis, apabila di dalam proses perencanaan jadwal dilakukan secara bertahap dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis-jenis aktivitas proyek.
2. Menentukan durasi masing-masing aktivitas sesuai dengan produktivitas sumber daya yang ada.

3. Menentukan hubungan antara aktivitas, dan urutan kerja antara aktivitas satu dengan aktivitas yang lain. Melihat kembali apakah durasi dan urutan aktivitas sudah masuk akal dan bisa dilaksanakan di lapangan atau tidak.

Penjadwalan digunakan sebagai acuan pelaksanaan aktivitas pekerjaan untuk mengontrol adanya rentang antara satu aktivitas pekerjaan dengan aktivitas pekerjaan lainnya dan memperbolehkan penyelesaian proyek selama berada dalam rentang waktu seperti yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu, penjadwalan juga mengintegrasikan usaha terpisah dari anggota tim dengan mengkoordinasikan pekerjaan tiap individual dalam suatu *sequence* waktu yang *interdependent*. Secara konsekuen, penjadwalan menjadi alat yang penting dalam menyelesaikan proyek berdasarkan perencanaan. Pada pelaksanaan suatu proyek selalu muncul kendala-kendala atau hambatan-hambatan yang tidak selalu dapat diketahui seluruhnya. Sebelum memberikan dampak yang besar, jadwal harus disesuaikan untuk mengakomodasi kondisi baru dan kondisi yang berubah tersebut sehingga tidak mempengaruhi kinerja pelaksanaan proyek (Furkan, 2003).

Beberapa prinsip umum penjadwalan proyek yang digunakan dalam menentukan penjadwalan tanpa dipengaruhi oleh jenis metodenya adalah (Nunnally, 1980):

1. Mengusulkan sebuah aktivitas kegiatan yang logis.

2. Tidak melampaui kapabilitas dari sumber daya.
3. Menjamin kelangsungan aktivitas pekerjaan.
4. Melakukan pengontrolan aktivitas proyek atau aktivitas kritis sedini mungkin.

Ketika perencanaan proyek semakin kompleks, kebutuhan untuk penjadwalan metode jalur kritis untuk menampilkan perencanaan semakin meningkat. Dalam hal ini, keakuratan atau validitas dari penjadwalan tergantung pada validitas kuantitas kerja dan produktivitas dari estimasi yang digunakan. Sehingga untuk mencapai suatu estimasi yang valid pada aktivitas, perencana harus memiliki pemahaman luas tentang pelaksanaan kerja dan hubungan variasi kerja dalam menghasilkan suatu proyek. Pada akhirnya, perencana harus persuasif, sehingga penjadwalan diterima sebagai milik bersama seluruh anggota tim (Nicholas, 1990).

Tujuan utama dari penjadwalan yang detail adalah untuk mengkoordinasikan aktivitas ke dalam master plan, yang digunakan untuk menyelesaikan proyek dengan waktu terbaik, biaya termurah, dan risiko terkecil. Tujuan tersebut memiliki kendala antara lain tanggal penyelesaian kalender, pembatasan cash flow, keterbatasan sumber daya, dan pengakuan. Selain itu, terdapat tujuan sekunder dari penjadwalan, antara lain sebagai studi alternatif, mengembangkan penjadwalan optimal, menggunakan sumber daya dengan efektif, berkomunikasi, menyempurnakan kriteria estimasi,

mendapatkan kontrol proyek yang baik, dan melengkapi dengan revisi yang mudah (Kerzner, 1992).

#### **D. Metode Penjadwalan dan Pengendalian**

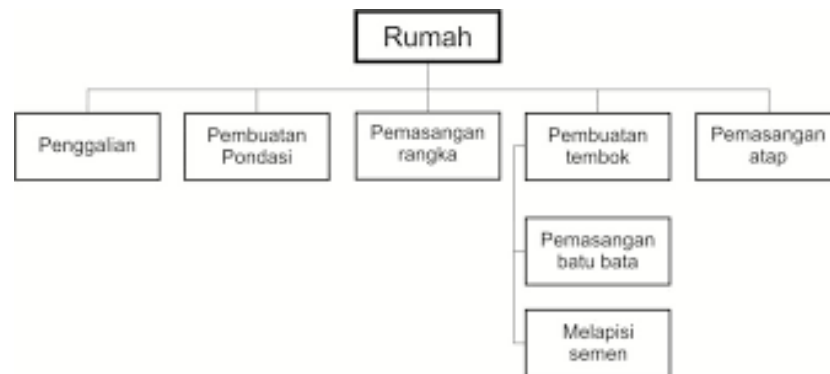
Pemilihan metode penjadwalan pada suatu proyek dapat dipengaruhi oleh jenis pekerjaannya apakah merupakan pekerjaan berulang atau tidak, besar atau kecilnya proyek, ataupun sifat/karakteristik dari proyek yang lain. Metode dalam penjadwalan dan pengendalian proyek saat ini mengalami perkembangan, dalam usaha meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek telah diperkenalkan berbagai teknik dan metode.

##### **D.1. WBS (*Work Breakdown Structure*)**

WBS adalah kegiatan menguraikan pekerjaan proyek menjadi pekerjaan-pekerjaan kecil yang secara operasional mudah dilaksanakan serta mudah diestimasi biaya dan waktu pelaksanaannya (Budi Santosa, 2009).

Penggunaan WBS dapat membantu meyakinkan manajer proyek bahwa semua produk dan elemen pekerjaan proyek telah diidentifikasi, untuk mengintegrasikan proyek dengan organisasi saat ini, dan untuk membangun dasar pengendalian (Clifford F. Gray, Erik W. Larson 2006).

Gambar 2 menunjukkan pengelompokan utama yang biasanya digunakan di lapangan untuk membuat hierarkis WBS.



**Gambar 2.** Contoh WBS

(Sumber: Budi Santosa, 2009)

Tingkat pemecahan proyek ini bisa mengikuti tingkatan seperti Tabel 1 Jika dalam dua tingkat pemecahan sudah cukup operasional, maka hal itu sudah cukup.

**Tabel 1.** Tingkatan dalam WBS

Tingkat	Deskripsi
1	Proyek
2	Tugas
3	Sub-tugas
4	Paket Pekerjaan

(Sumber: Budi Santosa, 2009)

Menurut (Budi Santosa, 2009) WBS mempunyai kegunaan yang besar dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Sehingga WBS ini perlu dilakukan secara hati-hati dan akurat agar perencanaan yang dibuat cukup memadai. Setidaknya ada tiga manfaat utama:

1. Selama analisis WBS manajer fungsional dan personel lain yang akan mengerjakannya didefinisikan sekaligus

terlibat. Persetujuan mereka terhadap WBS akan membantu memastikan tingkat akurasi dan kelengkapan pendefinisian pekerjaan dan mendapatkan komitmennya terhadap proyek.

2. WBS akan menjadi dasar penganggaran dan penjadwalan. Setiap paket pekerjaan ditentukan biaya penyelesaiannya. Jumlah secara keseluruhan paket pekerjaan ditambah ongkos kerja tidak langsung akan menjadi biaya total proyek. Sedangkan waktu penyelesaian tiap paket pekerjaan berguna untuk penjadwalan. Dari penganggaran dan penjadwalan ini nanti ukuran kemajuan proyek dan penggunaan biaya bisa diukur.
3. WBS menjadi alat kontrol pelaksanaan proyek. Beberapa penyimpangan pengeluaran untuk pengerjaan paket-paket kerja tertentu serta waktunya bisa dibandingkan dengan WBS ini. Sebaiknya WBS cukup fleksibel sehingga bisa mengakomodasikan perubahan dalam hal tujuan ataupun lingkup proyek. Karena perubahan terhadap WBS akan berpengaruh terhadap mekanisme pengadaan material, *staffing* dan aliran dana. Suatu contoh WBS dengan hasil akhir paker pekerjaan (*Work Package*) dari suatu proyek pendirian pabrik amonia dan urea.



## D.2. *Bar Chart* (Bagan Balok)

Dalam dunia konstruksi, teknik penjadwalan yang paling sering digunakan adalah *Bar Chart* atau Diagram Batang atau Bagan Balok. *Bar Chart* adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Callahan, 1992).

*Bar Chart* ini dibuat pertama kali oleh Henry L. Gant pada masa perang dunia I, sehingga sering juga disebut sebagai Gant chart. *Bar Chart* atau Gant chart digunakan secara luas sebagai teknik penjadwalan dalam konstruksi. Hal ini karena *Bar Chart* memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

1. Mudah dalam pembuatan dan persiapannya.
2. Memiliki bentuk yang mudah dimengerti.
3. Bila digabungkan dengan metode lain, seperti kurva S, dapat dipakai lebih jauh sebagai pengendalian biaya.

Meskipun memiliki segi-segi keuntungan tersebut, penggunaan metode bagan balok terbatas karena kendala-kendala berikut (Callahan, 1992).

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 pembaruan, karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaruan 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. Aturan umum penggunaan penjadwalan dengan Bar Chart menyatakan bahwa metode ini hanya digunakan untuk proyek yang kurang dari 100 kegiatan, karena jika lebih dari 100, maka akan menjadi sulit untuk dibaca dan digunakan.

Hingga saat ini, metode *Bar Chart* masih sering digunakan dan merupakan metode yang umum digunakan sebagian besar penjadwalan dan pengendalian pada industri konstruksi, terutama dalam menyusun jadwal induk suatu proyek mulai dari kontraktor

kecil hingga kontraktor besar, baik sektor swasta maupun BUMN. Metode ini dapat dikombinasikan dengan metode lain yang lebih canggih (Soeharto, 1999).

Pada *Bar Chart* juga dapat ditentukan *milestone* atau tonggak kemajuan sebagai bagian target yang harus diperhatikan guna kelancaran produktivitas proyek secara keseluruhan. *Bar Chart* juga dapat diperpanjang atau diperpendek yang menunjukkan bahwa durasi suatu kegiatan akan bertambah atau berkurang sesuai kebutuhan perbaikan jadwal sebagai proses updating (Husen, 2008). Sedangkan Kekurangannya, *Bar Chart* adalah merupakan teknik yang paling umum digunakan dalam penjadwalan proyek konstruksi, namun penyajian informasi menggunakan teknik ini memiliki keterbatasan, misalnya tidak dapat secara spesifik menunjukkan urutan kegiatan dan hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lain sehingga kegiatan yang menjadi prioritas tidak dapat ditentukan, dan jika terjadi keterlambatan proyek akan susah dikoreksi (Husen, 2008).

No.	Deskripsi	Nilai (Rp)	Durasi (minggu)	Bobot	Minggu																	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	Pekerjaan persiapan	1,000,000	2	2.22%	1.11	1.11																
2	Pekerjaan galian tanah	500,000	2	1.11%		0.56	0.56															
3	Pekerjaan pondasi	1,500,000	3	3.33%			1.11	1.11	1.11													
4	Pekerjaan beton bertulang	10,000,000	2	22.22%				11.11	11.11													
5	Pekerjaan pasangan/plesteran	2,000,000	3	4.44%					1.48	1.48	1.48											
6	Pekerjaan pintu jendela	6,000,000	2	13.33%						6.67	6.67											
7	Pekerjaan atap	7,000,000	2	15.56%							7.78	7.78										
8	Pekerjaan langit-langit	2,000,000	2	4.44%									2.22	2.22								
9	Pekerjaan lantai	5,000,000	2	11.11%										5.56	5.56							
10	Pekerjaan finishing	10,000,000	2	22.22%												11.11	11.11					
NILAI NOMINAL		45,000,000		100%																		
PRESTASI PER MINGGU					1.111	1.667	1.667	12.22	13.7	8.148	15.93	15.56	18.89	11.11								
PRESTASI KUMULATIF					1.111	2.778	4.444	16.67	30.37	38.52	54.44	70	88.89	100								

**Gambar 3.** Bar Chart atau Gantt Chart

(Sumber: Ervianto, 2005: 166)

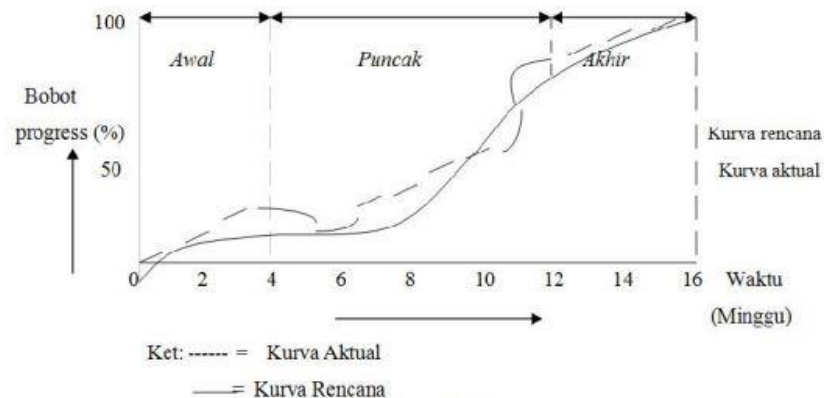
### D.3. Kurva S

Kurva S adalah pengembangan dan penggabungan dari diagram balok dan *Hannum Curve*. Kurva S digunakan untuk menggambarkan dan mengungkapkan nilai-nilai kuantitas dalam hubungannya dengan waktu. Kurva S menggambarkan secara kumulatif kemajuan pelaksanaan proyek, kriteria ataupun ukuran kemajuan proyek yang dapat berupa bobot prestasi pelaksanaan atau produksi nilai uang yang dibelanjakan, jumlah kuantitas atau volume pekerjaan, penggunaan sumber daya, jam, tenaga kerja dan masih banyak lagi. Kurva dibuat dengan sumbu-x menunjukkan parameter waktu sedangkan sumbu-y sebagai nilai kumulatif persentase (%) bobot pekerjaan. Kurva ini disebut sebagai kurva S karena berbentuk huruf S, hal ini disebabkan oleh:

1. Pada tahap awal kurva agak landai, hal ini dikarenakan pada tahap awal
2. Kegiatan proyek relatif sedikit dan kemajuan pada awalnya bergerak lambat.
3. Diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama. Pada tahap ini terdapat banyak kegiatan proyek yang dikerjakan dengan volume kegiatan yang lebih banyak.
4. Pada tahap akhir kecepatan kemajuan menurun dan berhenti pada titik akhir di mana semua kegiatan proyek telah selesai dikerjakan.

Penggunaan Kurva-S dapat digunakan dalam hal:

1. Analisa kemajuan proyek secara keseluruhan.
2. Analisis kemajuan untuk satu unit pekerjaan atau elemen-elemennya.
3. Untuk menyiapkan rancangan produksi gambar, menyusun pengajuan pembelian bahan material, penyiapan alat maupun tenaga kerja.
4. Analisis dana proyek.



**Gambar 4.** Contoh Kurva S

(Sumber: Soeharto, 1995)

#### **D.4. PDM (*Precedence Diagram Method*)**

PDM dikembangkan pada tahun 1960-an oleh Angkatan Laut AS yang bekerja sama dengan Profesor Dr. John Fondahl dari *Stanford University* untuk mengembangkan metode perhitungan CPM yang juga akan memecahkan penggunaan "*Dummy*" dependensi. Dr. Fondahl membalik metode diagram AOA ke metode AON secara tradisional yang dikenal dengan precedence method. Pada mulanya hanya ada hubungan FS saja. Proposal Dr Fondahl diterbitkan sekitar tahun 1977 di *Western Construction* (Weaver, 2006). Segera setelah itu, IBM mengembangkan program komputer yang mengoperasikan perhitungan precedence network. Metode Fondahl ini kemudian menjadi pilihan untuk *critical path method* (Uher, 1996). Meskipun pendekatan secara substansi berbeda antara CPM dan PDM, tetapi hasil perhitungannya sama (O'Brien dan Plotnit, 1999).

*Precedence diagram* sebenarnya adalah peninggalan/pengembangan dari *bar chart*. Kadang-kadang bahkan skala waktu kegiatan dan kalender ditempatkan di bagian atas, hal ini tentu saja adalah jadwal bukan logika diagram yang bukan skala waktu atau memiliki garis kalender. Pada periode tahun 1980-2000 kemampuan komputer diperluas sehingga banyak atribut tambahan yang ditambahkan ke jaringan PDM dasar analisis program, seperti beberapa jenis hubungan, lag dan lead time values pada dependensi, beberapa kalender, dan beberapa sumber daya pada kegiatan. Penggunaan fungsi-fungsi ini benar-benar membutuhkan pelatihan tingkat tinggi dan pengalaman dalam penjadwalan konstruksi (Glenwright, 2004).

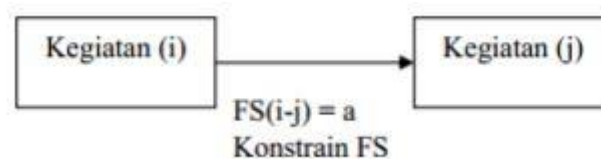
Menurut Ervianto (2005) kelebihan *Precedence Diagram Method* (PDM) dibandingkan dengan CPM adalah PDM tidak memerlukan kegiatan fiktif/dummy sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana. Hal ini dikarenakan hubungan over lapping yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

#### **D.5.1. Hubungan Logika Ketergantungan PDM**

Pada PDM juga dikenal adanya konstrain. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node, karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai - (S) dan ujung akhir atau selesai = (F). Maka di sini terdapat empat macam konstrain (Soeharto,1999), yaitu:

1. Konstrain selesai ke mulai — *Finish to Start (FS)*

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai  $FS(i-j) = a$  yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai (Soeharto, 1999 : 281-282).



**Gambar 5.** Konstrain *Finish to Start*

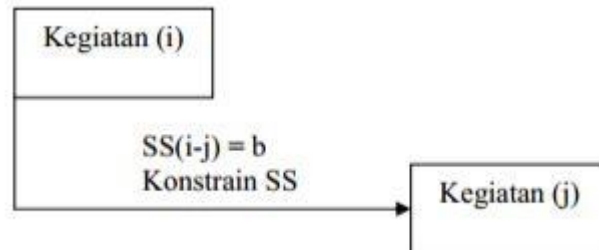
(Sumber: Soeharto, 1999)

2. Konstrain mulai ke mulai — *Start to Start (SS)*

Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Atau  $SS(i-j) = b$  yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstrain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 % maka kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai. Besar angka b tidak boleh melebihi angka waktu kegiatan terdahulu. Karena per definisi b adalah sebagian kurun waktu kegiatan terdahulu. Jadi di sini terjadi kegiatan tumpang tindih, misalnya: pelaksanaan kegiatan pasangan pondasi batu kali dapat



segera dimulai setelah pekerjaan galian pondasi cukup, misalnya setelah satu hari (Soeharto,1999).

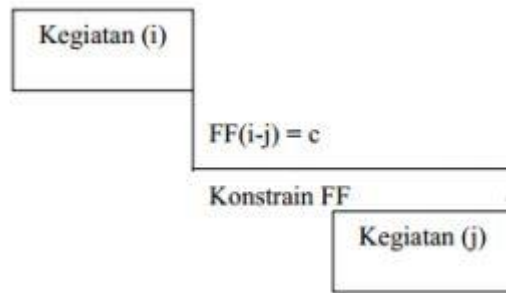


**Gambar 6.** Konstrain *Start to Start*

(Sumber: Soeharto, 1999)

3. Konstrain selesai ke selesai — *Finish to Finish* (FF)

Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Atau  $FF(i-j) = c$  yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah  $c$  hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Konstrain semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100 % sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian ( $=c$ ) hari selesai. Angka  $c$  tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan (i), misalnya: pekerjaan perataan tanah tidak dapat dilakukan sebelum pekerjaan pengangkutan tanah selesai (Soeharto,1999 : 281-282).

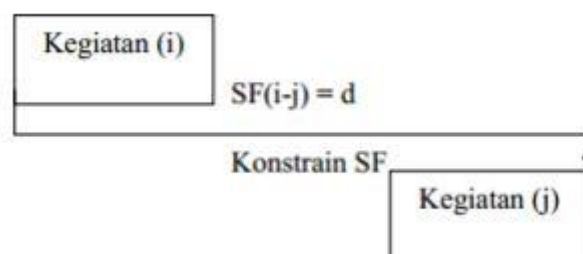


**Gambar 7.** Konstrain *Finish to Finish*

(Sumber: Soeharto, 1999)

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

Menjelaskan hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan  $SF(i-j) = d$ , yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah  $d$  hari kegiatan (i) terdahulu mulai. Jadi dalam hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahulu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan, misalnya: pekerjaan instalasi lift harus sudah selesai setelah beberapa hari dimulainya pekerjaan sistem elektrikal (Soeharto,1999).



**Gambar 8.** Konstrain *Start to Finish*

(Sumber: Soeharto, 1999)

### D.5.2. Teknik Perhitungan PDM

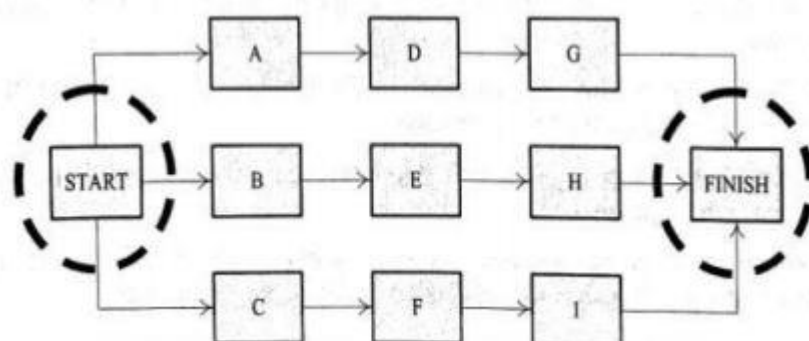
Metode PDM adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi *Activity On Node* (AON). Di sini kegiatan dituliskan dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai penunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan (Soeharto. 1999).



**Gambar 9.** Lambang Kegiatan PDM

(Sumber: Ervianto, 2005)

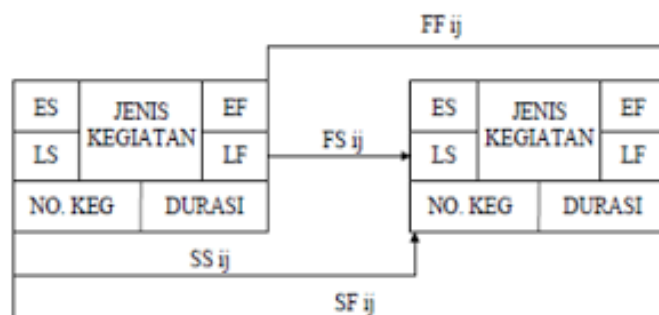
Jika kegiatan awal terdiri dari sejumlah kegiatan dan diakhiri oleh sejumlah kegiatan pula maka dapat ditambahkan kegiatan awal dan kegiatan akhir yang keduanya merupakan kegiatan fiktif/*dummy*.



**Gambar 10.** Jaringan Kerja PDM

(Sumber: Ervianto, 2005)

Adapun untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan lintasan kritis dapat dilakukan melalui perhitungan maju (*Forward Analysis*) dan perhitungan mundur (*Backward Analysis*) sebagai berikut (Ervianto, 2005):



**Gambar 11.** Hubungan Kegiatan i dan j

(Sumber: Ervianto, 2005)

#### D.5. *Line of Balance Method (LoB)*

*Line of Balance (LoB)* pada mulanya berasal dari industri manufaktur dan kemudian pada tahun 1942 dikembangkan oleh Departemen Angkatan Laut AS untuk pemrograman dan pengendalian proyek-proyek yang bersifat repetitif. Kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh *Nation Building Agency* di Inggris untuk proyek-proyek perumahan yang bersifat repetitif yang alat penjadwalannya berorientasi pada sumber daya ini ternyata lebih sesuai dan realistis daripada alat penjadwalan yang berorientasi dominasi kegiatan. Metode ini kemudian diadaptasi untuk perencanaan dan pengendalian proyek, yang produktivitas sumber

daya yang dipertimbangkan sebagai bagian yang penting (Arianto, 2010).

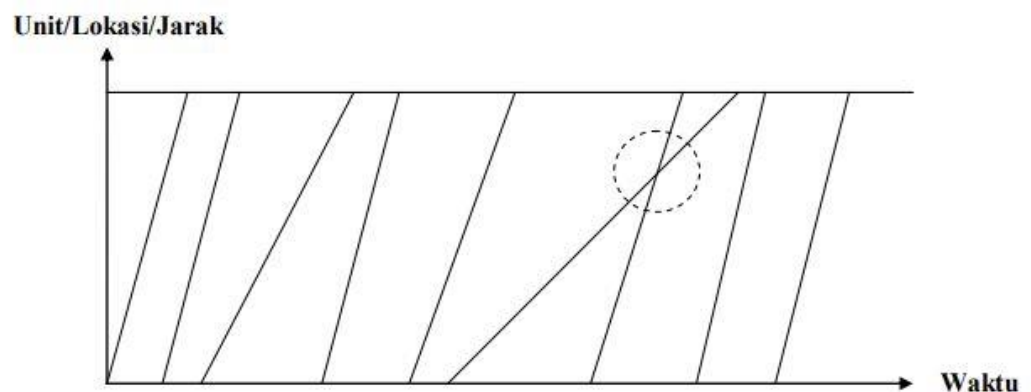
*Line of Balance* (LoB) merupakan metode penjadwalan proyek yang ditujukan untuk perencanaan proyek yang memiliki kegiatan berulang (*Repetitive*). Seperti pada proyek perumahan, konstruksi jalan raya, pemasangan pipa dan lain sebagainya terutama proyek dengan jumlah kegiatan relatif sedikit dengan kegiatan yang berulang. LoB juga berfungsi sebagai media kontrol 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 (Syahrizal, 2014).

LoB didasarkan pada asumsi yang mendasari bahwa tingkat produksi untuk kegiatan adalah seragam. Dengan kata lain, tingkat produksi dari suatu kegiatan adalah linier di mana waktu diplot pada satu sumbu, biasanya horizontal, dan unit atau tahapan kegiatan pada sumbu vertikal. Tingkat produksi dari suatu kegiatan adalah kemiringan garis produksi dan dinyatakan dalam unit per waktu (Syahrizal 2014).

Dalam manajemen konstruksi, penggunaan berbagai metode penjadwalan dalam perencanaan dan pengendalian proyek-proyek konstruksi sangat membantu dalam meningkatkan efisiensi, waktu dan biaya. Kita telah mengenal metode penjadwalan seperti *Gantt*

*Chart*, *Network Planning* serta kelebihan-kelebihan dan kekurangankekurangannya (Hafnidar A. Rani 2016).

Dalam metode *Gantt Chart* dan *Network Planning*, tidak dapat ditentukan lokasi dari informasi yang diberikan. Misalnya, di dalam *Gantt Chart* diberikan informasi mengenai persentase kemajuan pekerjaan, tetapi tidak memberikan informasi di lokasi mana terjadi keterlambatan. Begitu juga dengan NWP yang menginformasikan sebuah kegiatan yang akan berjalan dengan menunggu selesainya pekerjaan sebelumnya, tetapi tidak diketahui di lokasi mana pekerjaan berlangsung. Dengan menggunakan LoB, semua kekurangan tersebut dapat di atas (Hafnidar A. Rani 2016).



**Gambar 12.** Contoh Diagram *Line of Balance*

(Sumber: Arsana, 2010)

Keterangan:

1. Sumbu tegak menunjukkan kemajuan kumulatif atau persentase masing-masing pekerjaan yang sudah diselesaikan, sedangkan sumbu datar menunjukkan waktu.

2. Garis diagonal antara sumbu tegak dan datar masing-masing mewakili satu kegiatan, kemiringan dari garis ini menunjukkan rata-rata kemajuan kegiatan. Perpotongan antar garis diagram yang mewakili dua kegiatan yang harus
3. Berurutan menunjukkan adanya konflik antar kegiatan, maka harus dihindari.

#### **D.5.1. Dasar Pembuatan Diagram LoB**

Uher dan Levido (1990) menguraikan bahwa anggapan yang digunakan pada penjadwalan dengan metode LoB adalah suatu kelompok pekerja mengerjakan satu jenis kegiatan untuk satu unit. Hal ini berarti bahwa meskipun digunakan lebih dari satu kelompok pekerja untuk satu kegiatan, durasi untuk menyelesaikan kegiatan tersebut pada satu unit tidak berubah menjadi lebih cepat, melainkan dalam waktu yang bersamaan dapat dilaksanakan kegiatan yang sama untuk beberapa unit sesuai jumlah kelompok pekerjaan yang digunakan. Dengan demikian penambahan jumlah kelompok pekerja tidak akan mengurangi durasi untuk menyelesaikan kegiatan tersebut pada satu unit melainkan meningkatkan kecepatan produksi kegiatan tersebut.

Berdasarkan anggapan tersebut maka metode LoB menggunakan pendekatan berdasarkan pembangunan satu unit pada satu waktu, kemudian elemen yang identik dengan sumber

daya yang sama pada unit yang lain akan dibangun satu setelah yang lain.

#### **D.5.2. Langkah-Langkah Penyusunan Diagram LoB**

Berikut langkah-langkah penyusunan diagram LoB (Arsana, 2010):

1. Menyiapkan *Network Diagram* dari kegiatan untuk 1 unit beserta durasi dari masing-masing kegiatan dengan 1 kelompok pekerja untuk mengetahui hubungan ketergantungan antar kegiatan.
2. Berdasarkan durasi tersebut dapat ditentukan kecepatan produksi untuk tiap kegiatan dengan 1 kelompok pekerja.
3. Menentukan jumlah kelompok pekerja yang mengerjakan tiap kegiatan.
4. Berdasarkan kecepatan produksi untuk tiap kegiatan dengan 1 kelompok pekerja dan jumlah kelompok kerja yang digunakan dapat ditentukan kecepatan produksi total untuk tiap kegiatan dengan jumlah kelompok pekerja yang digunakan.
5. Berdasarkan kecepatan produksi total untuk tiap kegiatan dan jumlah unit yang dibangun, dapat ditentukan durasi total tiap kegiatan untuk menyelesaikan semua unit.
6. Menentukan waktu *start* dan *finish* untuk tiap kegiatan dan selanjutnya dapat diketahui durasi total proyek.
7. Gambar diagram LoB.



### D.5.3. Teknik Perhitungan *Line of Balance*

Format dasar dari LoB adalah Time diplotkan pada sumbu horizontal dan unit number pada sumbu vertikal (Mawdesley et al., 1997). Konsep LoB didasarkan pada pengetahuan tentang bagaimana unit yang banyak harus diselesaikan pada beberapa hari agar program pengiriman unit dapat dicapai (Lumsden, 1968).

Menurut Nugraheni (2004), dalam analisis penjadwalan dengan menggunakan *Line of Balance* terdapat beberapa tahapan diantaranya:

1. Logika ketergantungan

Dalam pelaksanaannya metode ini menganalisis jenis pekerjaan yang dapat dikerjakan bersamaan (*Linear*) namun tidak mengganggu pekerjaan selanjutnya, dan metode ini dalam pengerjaannya terdapat pekerjaan yang dapat dilakukan bersamaan karena tidak terdapat hubungan yang dapat mengganggu jalannya pekerjaan selanjutnya. Maka dari itu perlu dilakukan pengelompokan jenis pekerjaan berdasarkan logika ketergantungan jenis pekerjaan tersebut dan pengelompokan pekerjaan yang bisa dikerjakan bersamaan (Nugraheni., 2004).

2. Variabel dalam perhitungan *Line of Balance*

Pada pembuatan jadwal dengan metode *Line of Balance* terdapat variabel yang menentukan proses penjadwalan tersebut. Beberapa variabel yang digunakan umumnya sama dan dapat ditemukan pada metode penjadwalan lainnya seperti jumlah jam kerja per hari, jumlah hari kerja, dan jumlah jam kerja per minggu. Namun pada metode ini terdapat variabel target pencapaian jumlah pekerjaan yang ditentukan perencana.

### 3. Rumus perhitungan pada *Line of Balance*

Menurut Nugraheni (2004), dalam perhitungan *Line of Balance* terdapat beberapa perhitungan yang perlu ditentukan untuk membuat penjadwalan *Line of Balance* diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan (M = jam per unit target mingguan)

$$M = \text{Jumlah pekerja} \times \text{durasi pekerjaan} \times \text{jam kerja per hari}$$

- b. Perhitungan jumlah total pekerja untuk target kerja mingguan (teoritis) (N = orang)

$$N = \frac{M \times \text{Unit Target Mingguan}}{\text{Jam Kerja per Minggu}}$$

- c. Menentukan estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan (n = orang per kelompok)

d. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H)

e. Perhitungan jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam satu kelompok (A)

$$A = n \times H$$

f. Perhitungan rata-rata aktual kelompok kerja yang digunakan (R)

$$R = \frac{A \times \text{Jam Kerja per Minggu}}{M}$$

g. Perhitungan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 segmen (t)

$$t = \frac{M}{n \times \text{Jumlah Jam Kerja per Hari}}$$

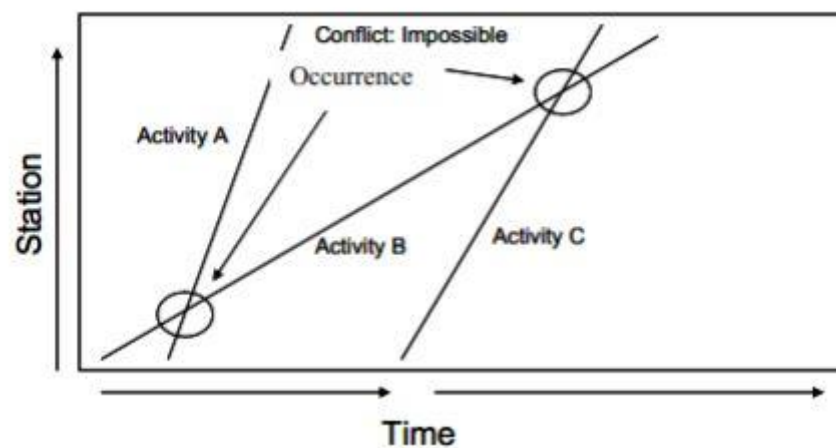
h. Perhitungan jarak waktu yang diperlukan untuk memulai pekerjaan pada unit terakhir (T)

$$T = \frac{\text{Target Pekerjaan Unit} - 1}{R} \times \text{Hari Kerja}$$

#### **D.5.4. Conflict/Interfensi**

*Conflict/Interfensi* terjadi apabila suatu aktivitas laju produktivitasnya lebih lambat dibandingkan aktivitas pengikutnya. Dalam LoB *chart* digambarkan dengan perpotongan garis suatu aktivitas dengan garis aktivitas pengikutnya pada suatu unit tertentu. Hal ini berarti pada saat pekerjaan selesai unit tertentu, aktivitas pengikut aktivitas tersebut tidak bisa dimulai karena aktivitas tersebut belum selesai. Sehingga timbul *ideal time* bagi sumber daya karena

harus menunggu aktivitas tersebut selesai terlebih dahulu. Untuk menghilangkan waktu tunggu tersebut, maka aktivitas yang harus menunggu biasanya diperlambat laju produksinya, sehingga tiap pekerjaan tetap kontinu tanpa waktu tunggu.



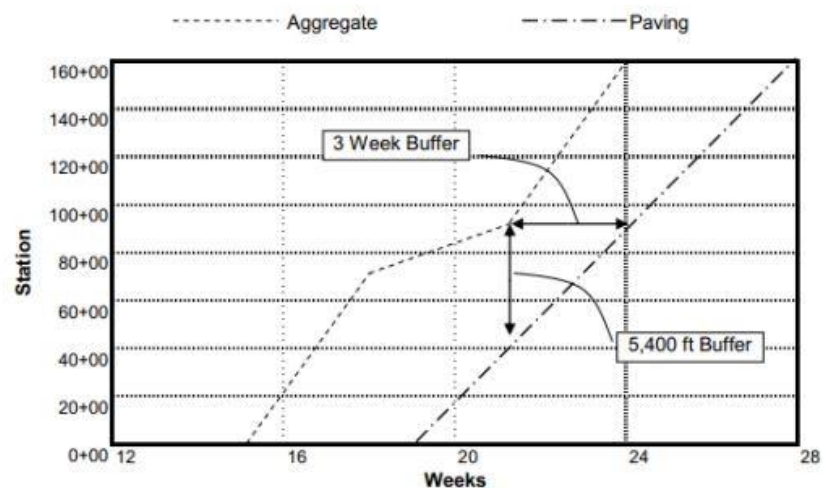
**Gambar 13.** *Conflict* yang Terjadi dalam Diagram *Line of Balance*  
(Sumber: Hinze, 2008)

#### D.5.5. *Buffer*

Menurut Kenley (2009), *Buffer* adalah penyerapan yang memungkinkan untuk mengatasi gangguan antara tugas-tugas atau lokasi yang berdekatan, *buffer* merupakan komponen dari hubungan logika antara dua tugas tapi yang dapat menyerap penundaan. *Buffer* tampak sangat mirip dengan kelambanan (*float*), yang digunakan untuk melindungi jadwal dan dimaksudkan untuk menyerap variasi kecil dalam produksi. Menurut Hinze (2008) terdapat dua jenis *buffer* di dalam LoB, yaitu *time buffer* dan *distance/space buffer*.

Menurut Setianto (2004) penyebab dari *Buffer* ini sendiri biasanya disebabkan oleh:

1. Kecepatan produksi yang berbeda di mana kegiatan yang mendahului mempunyai kecepatan produksi yang lebih lambat dari kegiatan yang mengikuti.
2. Perbaikan dan keterbatasan peralatan.
3. Keterbatasan material
4. Variasi jumlah pekerja yang lebih banyak daripada kegiatan yang mengikuti.



**Gambar 14.** *Time Buffer dan Space Buffer*

(Sumber: Hinze, 2008)

## E. Produktivitas

### E.1. Definisi

Menurut Faisol (2010), definisi produktivitas adalah:

1. Perbandingan antara *output* dan *input*. Inputnya adalah tenaga kerja, alat, material, energi dan uang. Sedangkan outputnya adalah *quantity*, barang dan jasa.
2. Produksi/hasil dari suatu pekerjaan oleh satuan tenaga kerja dalam satu satuan waktu.

Menurut Riyanto (1986) secara teknis produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang diperlukan (*input*).

## **E.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas**

Menurut Faisol (2010) dari penelitian yang telah dilakukan, faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja antara lain:

### **1. Tenaga Kerja**

Untuk tenaga kerja sendiri, produktivitas dipengaruhi oleh:

#### **a. Pengalaman**

Seseorang atau sekelompok orang yang melakukan suatu pekerjaan yang sejenis secara berulang-ulang maka akan mengurangi jam-orang tenaga kerja untuk memproduksinya atau dengan kata lain akan meningkatkan angka produktivitas kerjanya.

#### **b. Pelatihan**

Pelatihan yang dimaksud adalah pekerjaan yang diberikan sebelumnya dengan tujuan meningkatkan produktivitas.

c. Motivasi

Salah satu fungsi manajemen adalah pengarahan (*directing*) dan menggerakkan SDM agar dapat melaksanakan apa yang telah direncanakan untuk mencapai tujuan organisasi. Menurut Haynes motivasi adalah sesuatu yang ada di dalam dirinya untuk melakukan sesuatu.

d. Umur

Yang maksud di sini, umur terlalu muda atau terlalu tua mengakibatkan produktivitas berkurang, sehingga umur yang produktif mempengaruhi produktivitas.

e. Lembur

Kerja lembur mempunyai indikasi penurunan produktivitas karena bekerja di waktu istirahat, namun hal ini tetap dilakukan demi mengajar *schedule* proyek.

f. Kepadatan Tenaga

Kepadatan tenaga kerja pada satu luasan tertentu jika mencapai titik jenuh (*optimal*) akan menurunkan angka produktivitas. Makin padat, makin sibuk, timbul

gangguan pergerakan manusia dan alat, maka produktivitas akan menurun (indeks produktivitas naik).

g. Komunikasi

Salah satu penyebab keberhasilan/kegagalan proyek, rendahnya/ tingginya produktivitas proyek atau tenaga kerja adalah memiliki/tidak memiliki sistem komunikasi yang baik.

2. Kondisi Fisik Lapangan

Kondisi fisik lapangan yang baik akan berpengaruh besar terhadap peningkatan produktivitas.

3. Iklim/cuaca

Pengaruh iklim/cuaca terhadap produktivitas adalah:

- a. Udara yang panas dengan temperatur tinggi akan mempercepat rasa lelah, sehingga produktivitas turun.
- b. Begitu juga pada daerah yang dingin pada waktu salju turun, produktivitas kerja turun.

4. Peralatan

Peralatan yang baik dan jumlah mencukupi mendukung juga untuk peningkatan produktivitas.

5. Material

Ketersediaan material yang cukup dan sesuai spesifikasi juga mendukung untuk peningkatan produktivitas.

6. Ukuran besar proyek



## 7. Manajemen

Manajemen yang baik dalam pengelolaan proyek dapat meningkatkan produktivitas proyek yang sedang dilaksanakan.

Menurut Tamamengka dan Walangitan (2016), faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah:

1. Keadaan cuaca.
2. Keadaan fisik lapangan.
3. Sarana bantu.
4. Komposisi kelompok kerja.
5. Kerja lembur.
6. Ukuran besar proyek.
7. Pekerja langsung versus sub kontraktor.
8. Kurva pengalaman.