

**PENERAPAN METODE LINE OF BALANCE PADA  
PENDJADWALAN PROYEK JALAN PRESERVASI  
TELUK DALAM - LOLOWAU  
(PENELITIAN)  
SKRIPSI**

**Disusun Oleh :**

**FAJARIUS LAIA  
NIM : 15.811.0011**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENERAPAN METODE LINE OF BALANCE PADA  
PENDJADWALAN PROYEK JALAN PRESERVASI  
TELUK DALAM - LOLOWAU  
(PENELITIAN)**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat Menempuh Ujian  
Sarjana Teknik Sipil*

**Disusun Oleh :  
FAJARIUS LAIA  
15.811.0011**

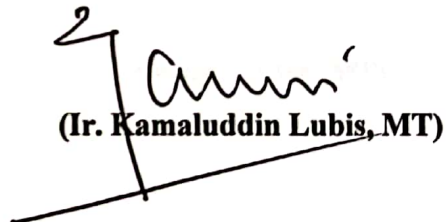
**Disetujui :**

**Dosen Pembimbing I,**



**(Ir. H. Irwan, MT)**

**Dosen Pembimbing II,**



**(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)**

**Mengetahui :**

**Dekan Fakultas Teknik,**  
  
**(Dr. Ir. Dina Maizana, MT)**

**Ketua Prodi Teknik Sipil**  
  
**(Ir. Nurmaidah, MT)**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil tulisan dan sebagian lagi adalah kutipan dari tulisan orang lain disesuaikan dengan norma, kaidah penulisan ilmiah.

Saya menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 22 Desember 2020



FAJARIUS LAIA  
NPM 158110011

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN**  
**PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Medan Area

Nama : Fajarius Laia  
Nomor Mahasiswa : 15.811.0011  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Dalam pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area hak bebas royalty noneksklusif (Non-exclusive Royalty-free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul PENERAPAN METODE LINE OF BALANCE PADA PENJADAWALAN PROYEK JALAN PRESERVASI TELUK DALAM – LOLOWA. Beserta perangkat yang di perlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada perpustakaan Universitas Medan Area hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelola nya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan nya secara terbatas, dan mempublikasikan nya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya maupun memberikan royalty kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya

Medan, 22 Desember 2020

Yang Menyatakan



Fajarius Laia

(15.811.0011)

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa telah memberikan rahmat dan karunianya berupa kesehatan dan ilmu pengetahuan sehingga terselesaikannya Skripsi ini dengan baik yang berjudul “Penerapan Metode *Line Of Balance* Pada Pendjadwalan Proyek Jalan Preservasi Teluk Dalam – Lolowau”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Dengan adanya penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan wacana dan manfaat khususnya bagi penulis sendiri dan bagi orang lain.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini bisa terselesaikan karena banyaknya bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua saya, Faigiha Laia dan Anilae Laia yang telah banyak memberikan kasih sayang dan dukungan moral maupun materi serta Do’a yang tiada henti untuk penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Ibu Dr. Ir. Dina maizana, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Ir. Nurmaidah, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
5. Ir. H. Irwan, MT. selaku Dosen Pembimbing I.
6. Ir. Kamaluddin Lubis, MT. selaku Dosen Pembimbing II.
7. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah meluangkan waktunya dalam menyusun skripsi ini.

8. Serta teman-teman seperjuangan stambuk 2015 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini banyak isi maupun teknik penulisannya masih jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritik maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif dan membangun demi menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi pembaca.

Medan, 22 Desember 2020

FAJARIUS LAIA  
NPM 158110011

## ABSTRAK

Jalan merupakan sebagai prasarana transportasi serta proses distribusi untuk akses kegiatan ekonomi untuk masyarakat. Penjadwalan proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan penetapan jangka waktu pelaksanaan proyek yang bertujuan untuk memperoleh besaran waktu yang efektif sehingga didapat biaya yang efisien dengan memperhatikan persyaratan kualitas dalam suatu proyek. Tujuan dari studi ini untuk penerapan penjadwalan dengan metode *Line of Balance* (LoB) pada proyek jalan preservasi Teluk Dalam – Lolowau, Penerapan penjadwalan dilakukan dengan membuat hubungan logika ketergantungan antara setiap komponen kegiatan dan menganalisis konflik setiap kegiatan divisi/pekerjaan serta memberikan *buffer time* setiap kegiatan divisi/pekerjaan. Metode pengumpulan data adalah dengan melakukan studi pengamatan di lapangan, mengadakan konsultasi dengan pihak kontraktor pelaksana dan melakukan *stud literature*, Kegiatan divisi 2. Drainase & divisi 1. Umum awal pelaksanaan dilakukan pada minggu ke – 10 dengan adanya *buffer time* maka awal pelaksanaan pekerjaan pada minggu ke – 17, Kegiatan divisi 3. Pekerjaan tanah dan geosintetik & divisi 1. Umum awal pelaksanaan dilakukan pada minggu ke – 3 dengan adanya *buffer time* maka awal pelaksanaan pekerjaan pada minggu ke – 21, Kegiatan divisi 5. Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen & divisi 1. Umum awal pelaksanaan dilakukan pada minggu ke – 35 dengan adanya *buffer time* maka awal pelaksanaan pekerjaan pada minggu ke – 25, Kegiatan divisi 7. Struktur & divisi 1. Umum awal pelaksanaan dilakukan pada minggu ke – 2 dengan adanya *buffer time* maka awal pelaksanaan pekerjaan pada minggu ke – 29, Kegiatan divisi 8. Rehabilitas jembatan & divisi 1. Umum & divisi 10. Pekerjaan pemeliharaan kinerja awal pelaksanaan dilakukan pada minggu ke – 3 dengan adanya *buffer time* maka awal pelaksanaan pekerjaan pada minggu ke – 33. Perbedaan penjadwalan pelaksanaan tersebut dapat disebabkan adanya beberapa kegiatan yang saling berkonflik dengan kegiatan yang lainnya, dengan adanya konflik beberapa kegiatan maka perlu diberikan *buffer time* pada setiap kegiatan.

**Kata kunci** : Jalan, Penjadwalan Proyek, *Line of Balance*, *Buffer Time*.

## ABSTRACT

*The road is as a transportation infrastructure as well as a distribution process for access to economic activities for the community. Construction project scheduling is a project implementation period that aims to obtain an effective amount of time so that it is cost efficient by taking into account the quality requirements in a project. The purpose of this study is to implement scheduling with the Line of Balance (LoB) method on the preservation road project Teluk Dalam – Lolowau. The implementation of scheduling is done by creating a logical relationship of dependencies between each component of the activity and analyzing conflicts, each division/work activity as well as providing buffer time for each division/work activity. The method of data collection is to conduct observation studies in the field, conduct consultations with implementing contractors and conduct literature studies. Division 2 activities. Drainage & Division 1. The initial general implementation is carried out in the 10th week with the buffer time then the beginning of the implementation of the work in the 17th week, Division 3 activities. Earthworks and geosynthetics and division 1. The initial general implementation is carried out in the 3rd week with the buffer time then the beginning of the implementation of the work in the 21st week, division 5 activities. Grained hardening and cement concrete hardening & division 1. The initial general implementation is carried out in the 35th week with the buffer time then the beginning of the implementation of the work in the 25th week, division 2 activities. Structure & division 1. The initial general implementation is carried out in the 2nd week with the buffer time then the beginning of the implementation of the work in the 29th week, Activity division 8. Bridge rehabiliity & division 1. General & Division 10. The initial performance maintenance work of the implementation is carried out in the 3rd week with the buffer time then the beginning of the implementation of the work in the 33rd week. The difference in scheduling of the implementation may be due to some activities that conflict with other activities. with the conflict of some activities needing to be given buffer time on each activity.*

**Keywords :** *Road, Project Scheduling, Line of Balance, Buffer Time*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
<b>BAB II PENDAHULUAN</b> .....	5
2.1. Pengertian Proyek.....	5
2.2. Proyek Konstruksi .....	6
2.3. Manajemen Proyek.....	8
2.4. Perencanaan dan Pengendalian Proyek .....	10
2.4.1 Fungsi Perencanaan Proyek.....	11
2.5. Penjadwalan Proyek .....	12
2.5.1 Manfaat Penjadwalan Proyek .....	13
2.6. Metode Penjadwalan Proyek.....	14
2.6.1 Bagan Balok ( <i>Bar Carts</i> ).....	15
2.6.1.1 Keunggulan dan Kekurangan Bagan Balok .....	16
2.6.2 Kurva Kemajuan Pekerjaan ( <i>Progress Curves</i> ) .....	17
2.6.3 Critical Path Method (CPM) .....	19

2.6.4	Precedence Diagram Method (PDM) .....	20
2.6.5	Program Evaluation and Review Technique (PERT) .....	24
2.7.	Metode Penjadwalan Linier .....	27
2.7.1	Metode <i>Line of Balance</i> (LoB).....	28
2.7.2	Teknik Perhitungan LoB .....	29
2.7.3	Buffer.....	32
2.7.4	Metodologi Berbasis Lokasi.....	34
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>37</b>
3.1	Gambaran Penelitian .....	37
3.2	Lokasi Penelitian .....	38
3.3	Sumber dan Pengumpulan Data .....	39
3.4	Teknik Pengolahan Data .....	39
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN DATA .....</b>		<b>40</b>
4.1	Umum.....	40
4.2	Data Metode Perencanaan dan Penjadwalan Proyek .....	40
4.2.1	Beberapa Batasan dan Asumsi Yang Digunakan .....	41
4.3	Hubungan Kerja Dari Aktivitas - Aktivitas .....	42
4.3.1	Analisa Kegiatan .....	48
4.4	Uraian dan Durasi Kegiatan ( <i>Work Break Down</i> ).....	48
4.5	Pembahasan.....	60
4.5.1	Kelebihan dan Kelemahan Metode LoB .....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>61</b>
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>62</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	: Uraian Pekerjaan Pada Time Schedule .....	43
Tabel 4.2	: Barchart .....	46
Tabel 4.3	: Transfer Barchart Ke Grafik LoB.....	47
Tabel 4.4	: Uraian Divisi dan Durasi Pekerjaan .....	48
Tabel 4.5	: Barchart Sebelum Penggabungan Beberapa Kegiatan .....	49
Tabel 4.6	: Line Of Balance Sebelum Penggabungan Beberapa Kegiatan.....	49
Tabel 4.7	: Barchart Analisa Konflik Pada 9 Divisi Pekerjaan .....	50
Tabel 4.8	: Line Of Balance (LOB) Pada 9 Divisi Pekerjaan.....	50
Tabel 4.9	: Uraian dan Durasi Pekerjaan Stelah Penggabungan Beberapa Kegiatan Berdasarkan Hubungan Logika Ketergantungan .....	52
Tabel 4.10	: Barchart Setelah Penggabungan Beberapa Kegiatan .....	53
Tabel 4.11	: Line Of Balance Setelah Penggabungan Beberapa Kegiatan.....	53
Tabel 4.12	: Barchart Analisa Konflik Yang Terjadi Setelah Penggabungan Beberapa Kegiatan.....	54
Tabel 4.13	: Line Of Balance Analisa Konflik Yang Terjadi Setelah Penggabungan Beberapa Kegiatan .....	54
Tabel 4.14	: Pemberian Buffer Time Kegiatan Dari Awal Hingga Tidak Terjadi Konflik.....	56
Tabel 4.15	: Buffer Time Penggabungan Beberapa Kegiatan .....	58
Tabel 4.16	: Barchart Setelah Pemberian Buffer Time Berdasarkan Hubungan Logika Ketergantungan .....	58
Tabel 4.17	: Kurva – S Setelah Pemberian Buffer Time Berdasarkan Hubungan Logika Ketergantungan .....	59
Tabel 4.18	: Line Of Balance Pemberian Buffer Time Berdasarkan Hubungan Logika Ketergantungan .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	: Bagan Alir Metodologi Penelitian .....	4
Gambar 2.1	: Bagan Gantt Chart.....	15
Gambar 2.2	: Kurva – S .....	19
Gambar 2.3	: Konstrain Finish to Start .....	21
Gambar 2.4	: Konstrain Start to Start.....	22
Gambar 2.5	: Konstrain Finish to Finish.....	23
Gambar 2.6	: Konstrain Start to Finish .....	23
Gambar 2.7	: Node PDM .....	23
Gambar 2.8	: Diagram Pert .....	26
Gambar 2.9	: Penjadwalan LoB Yang Menunjukkan Adanya Konflik .....	32
Gambar 2.10	: Buffer Time .....	33
Gambar 2.11	: Line of Balance Quantity .....	34
Gambar 2.12	: Keseimbangan Produksi dan Tiga Tugas Dalam Line of Balance	35
Gambar 2.13	: Flowline dari Empat Tugas Yang Me Delay.....	35
Gambar 3.1	: Lokasi Peneliti.....	38

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada tahap pelaksanaan suatu proyek terdapat beberapa aspek yang harus di perhatikan yaitu: biaya, waktu dan kualitas. Proyek dikatakan berhasil jika waktu dan biaya pengerjaan sesuai dengan perencanaan serta kualitas dan kuantitas pekerjaan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Perencanaan waktu dan biaya pada umumnya dilakukan oleh pihak-pihak yang terlibat dalam proyek, yaitu : Pemilik proyek, konsultan dan kontraktor. Perencanaan waktu pelaksanaan merupakan langkah awal yang harus dilakukan oleh kontraktor sebelum melaksanakan suatu proyek.

Para kontraktor sering menemui proyek yang memiliki beberapa unit pekerjaan yang sama, seperti salah satunya pekerjaan jalan raya. Proyek multi unit ini ditandai dengan aktivitas-aktivitas yang berulang yang dalam banyak kasus muncul dari perincian aktivitas-aktivitas umum kedalam aktivitas-aktivitas khusus. Aktivitas yang berulang dari unit ke unit yang lain menimbulkan kebutuhan yang sangat mendesak untuk penjadwalan proyek yang memungkinkan penggunaan sumber daya yang tidak terputus. Metode penjadwalan secara umum terbagi menjadi 3 bagian, yaitu Bagan Balok dan Kurva S, Diagram Jaringan dan Diagram Garis Keseimbangan (*Line Of Balance*).

Berdasarkan 3 jenis metode diatas, maka pada skripsi ini akan dilakukan penerapan pada penjadwalan proyek dengan metode Diagram Garis Keseimbangan/ *Line Of Balance* (LOB), dengan studi kasus Pembangunan

Preservasi Jalan Teluk Dalam - Lolowau. Dengan menggunakan penjadwalan metode *Line Of Balance* (LOB) diharapkan dapat mempermudah pengerjaan proyek yang mempunyai kegiatan berulang dan dengan jangka waktu yang relatif panjang menjadi lebih efektif dalam tahapan pembangunannya dan dapat menganalisa penerapan dari sistem penjadwalan yang diterapkan pada saat sekarang.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui penerapan metode *Line Of Balance* (LOB) dalam penjadwalan waktu proyek yang bersifat repetitif. Menjamin bahwa sumber daya yang diperlukan baik dalam bentuk material ataupun tenaga kerja selalu tersedia dalam jumlah yang tepat pada waktu yang diperlukan sesuai dengan penjadwalan pekerjaan proyek.

Adapun tujuan penelitian ini untuk membuat pengendalian penjadwalan proyek dengan metode *Line Of Balance* (LOB) pada proyek Pembangunan Preservasi Jalan Teluk Dalam – Lolowau.

## **1.3 Rumusan Masalah**

1. Apakah penerapan metode *Line Of Balance* (LOB) dapat mengendalikan Penjadwalan Proyek sesuai dengan yang di rencanakan?
2. Bagaimanakah pengaruh penerapan metode *Line of Balance* (LoB) Pada Penjadwalan Proyek?
3. Berapakah durasi pekerjaan pembangunan proyek jalan dengan menggunakan metode *Line Of Balance* (LOB)?

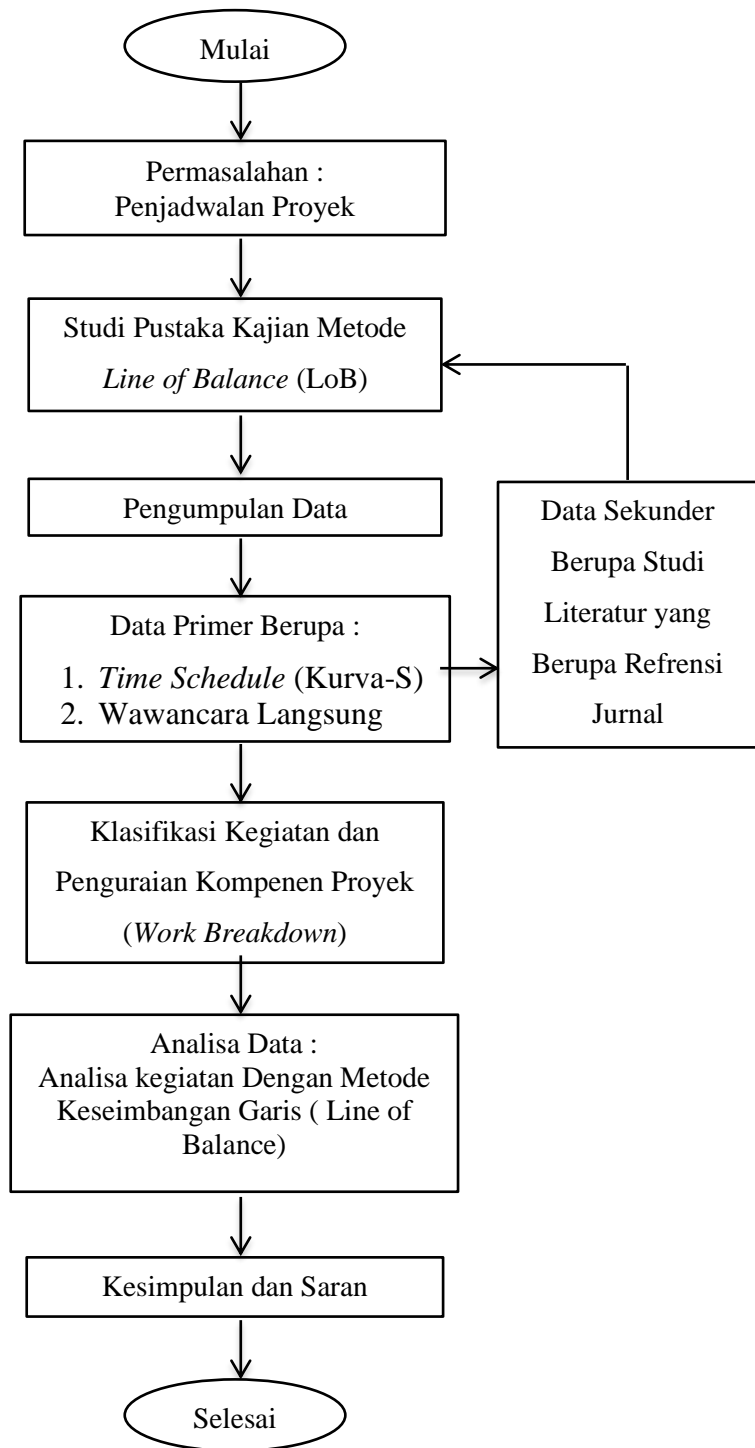
#### **1.4 Batasan Masalah**

Pada pelaksanaan proyek preservasi jalan Teluk Dalam - Lolowau, terdapat banyak permasalahan yang dapat ditinjau dan dibahas, maka didalam skripsi ini sangatlah perlu kiranya diadakan suatu pembatasan masalah. Yang bertujuan menghindari kekaburan serta penyimpangan dari masalah yang dikemukakan sehingga semua sesuatunya yang dipaparkan tidak menyimpang dari tujuan semula. Walaupun demikian, hal ini tidaklah berarti akan memperkecil arti dari pokok – pokok masalah yang dibahas disini, melainkan hanya karna keterbatasan belaka. Namun dalam penulisan skripsi ini permasalahan yang ditinjau hanya dibatasi pada :

1. Penelitian ini difokuskan pada proyek yang memiliki kegiatan berulang (*Repetitive*);
2. Studi kasus dilakukan pada proyek Preservasi Jalan Teluk Dalam - Lolowau;
3. Metode yang digunakan adalah *Line of Balance* (LoB);
4. Data yang digunakan dalam pendjadwalan ini adalah data perencanaan penjadwalan yang digunakan diproyek yang menjadi studi kasus diperoleh dari pihak kontraktor PT. Rius Sejahtera Raya berupa *Time Schedulle* (Kurva – S).

#### **1.5 Metode Penelitian**

Penelitian melakukan pengamatan dan pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder, dengan kerangka pikiran seperti gambar berikut:



Gambar 1.1 : Bagan Alir Metodologi Penelitian



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Proyek**

Proyek merupakan suatu kegiatan usaha yang kompleks, sifatnya tidak rutin, memiliki keterbatasan terhadap waktu, anggaran dan sumber daya serta memiliki spesifikasi tersendiri atas produk yang akan dihasilkan. Dengan adanya keterbatasan-keterbatasan dalam mengerjakan 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.

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 (Nurhayati 2010).

Menurut *Schwalbe* yang dikutip dari buku Dimiyati & Nurjaman (2014), setiap proyek akan dibatasi dengan ruang lingkup (*scope*), waktu (*time*) dan biaya (*cost*). Batasan-batasan ini seringkali digunakan ke dalam manajemen proyek sebagai tiga batasan utama. Agar proyek berhasil, manajer proyek harus mempertimbangkan hal berikut. Pertama, ruang lingkup pekerjaan yang akan dilakukan sebagai bagian dari proyek tersebut, serta produk dan layanan atau hasil yang diinginkan oleh pelanggan (*sponsor*) yang dapat dihasilkan dalam suatu proyek. Kedua, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek. Ketiga, biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek.

## 2.2 Proyek Konstruksi

Istilah *Constructie* dalam bahasa Belanda artinya struktur (konstruksi), misalnya konstruksi kap baja, konstruksi kap kayu, konstruksi jembatan beton, konstruksi jembatan rangka baja, konstruksi jembatan kayu, konstruksi jalan raya, konstruksi bendungan, konstruksi lapangan terbang, dan lain-lain, sedangkan *Construction* dalam bahasa Inggris artinya pembangunan. Jadi *Construction Management System* berarti sistem manajemen pembangunan. Ada 4 (empat) tipe utama konstruksi (*Construction*), menurut *Donald S. Barrie and Boyd C. Paulson*, yaitu:

1. Konstruksi Pemukiman (*Residential Construction*) Konstruksi ini meliputi rumah tunggal, rumah duplex, rumah susun, rumah susun (flat), apartemen, rumah pangsa yg diperlakukan milik sendiri (kondominium), kompleks perumahan dan pengembangan wilayah pemukiman, rumah dan toko (ruko) dan lain-lain.
2. Konstruksi Gedung (*Building Construction*) Konstruksi ini menghasilkan bangunan-bangunan seperti gedung sekolah, fakultas, universitas, rumah sakit, gereja, mesjid, bangunan-bangunan bertingkat baik untuk perkantoran maupun untuk perdagangan (pasar, pusat pertokoan, mall), bioskop, gedung pemerintah, pusat rekreasi, pabrik industri kecil/ringan, pergudangan dan lain-lain.
3. Konstruksi Rekayasa Berat (*Heavy Engineering Construction*) Konstruksi ini meliputi pekerjaan-pekerjaan bangunan bendungan, terowongan, jalan raya, penyaringan dan distribusi air minum, jaringan irigasi, pemasangan pipa, pelabuhan/dermaga, bandar udara, jaringan listrik, jaringan

komunikasi, reservoir, sistem penanganan dan pembuangan bahan limbah, bangunan lepas pantai (*offshore*), jalan kereta api (*reil road*) dan lain-lain.

4. Konstruksi Industri (*Industrial Construction*) Konstruksi ini meliputi proyek-proyek antara lain: Proyek pembangunan pabrik besi beton, pabrik semen, pabrik peleburan logam, pabrik baja, pabrik aluminium, pabrik pupuk, pabrik gula, pabrik kain tenun, pabrik keramik, pabrik pesawat terbang, pabrik penggalangan kapal, fasilitas lainnya yang dibutuhkan oleh pelayanan umum, industri dasar dan lain-lain.

Salah satu dari jenis proyek adalah Proyek Konstruksi. Komponen kegiatan utama proyek jenis ini terdiri dari pengkajian kelayakan, *desain engineering*, pengadaan dan konstruksi. Produknya berupa pembangunan jembatan, gedung, pelabuhan, jalan raya, dan sebagainya. Proyek konstruksi ini semakin kompleks dan canggih dan melibatkan penggunaan sumber daya dalam bentuk tenaga manusia, material, peralatan dan dana yang jumlahnya bertambah besar. Di dalam suatu proyek konstruksi, terdapat beberapa pihak yang terlibat di dalamnya. Pihak-pihak yang terlibat tersebut secara garis besar dapat dikategorikan atas :

- a. Pemilik Proyek (*Owner*)

Pemilik Proyek bertindak sebagai badan atau orang yang mempunyai gagasan dan berkewajiban membiayai proyek secara keseluruhan.

- b. Konsultan Proyek

Konsultan proyek mempunyai tugas dan tanggung jawab menangkap ide dan gagasan dari pemilik proyek melalui manajemen konstruksi, kemudian

melakukan pengelolaan tahap demi tahap sampai ide tersebut terwujud. Konsultan berfungsi sebagai penasihat terhadap pemilik proyek dan mewujudkan gagasan tersebut.

c. Pelaksana (Kontraktor)

Kontraktor adalah sebagai pelaksana proyek yang diberikan oleh pemilik proyek dengan pengarahan dan pengendalian yang dilakukan oleh manajemen konstruksi, sehingga pelaksanaan sesuai dengan perencanaan yang telah digariskan, dan mempunyai tanggung jawab dalam melaksanakan gagasan atau ide menjadi nyata.

## 2.3 Manajemen Proyek

*Donald S. Barrie and Boyd C. Paulson* yang diterjemahkan oleh Dimiyati & Nurjaman (2014), mendefinisikan manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan.

Dari pengertian 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 atau kronologis. Rangkaian kegiatan meliputi penetapan tujuan (*goal setting*), perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengawasan atau pengendalian (*controlling*).

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. Yang dikenal dengan *Trade-Off Triangle* atau *Triple Constraints*. *Triple Constraints* adalah usaha pencapaian tujuan yang berdasarkan batasan sebagai berikut :

1. Tepat mutu, mutu adalah apa yang akan dikerjakan oleh proyek tersebut, produk, layanan atau hasil yang diraih proyek tersebut atau disebut sebagai kinerja (*performance*), harus memenuhi spesifikasi dan kriteria dalam taraf yang disyaratkan oleh pemilik.
2. Tepat waktu, yang di maksud dengan waktu ialah berapa lama waktu yang di butuhkan untuk melaksanakan suatu proyek serta apa itu jadwal proyek. salah satu komponen yang menjadi target utama dalam sebuah proyek. Pada intinya faktor waktu ini adalah bagaimana kita menentukan lamanya waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah proyek. Komponen waktu begitu berarti, terutama pada saat-saat yang memang sangat krusial. Terkadang suatu proyek dipaksa untuk selesai pada waktu tertentu, walaupun berdampak pada membengkaknya biaya.
3. Tepat biaya, dalam proyek kita tidak akan pernah lepas dari biaya, biaya di butuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek harus di perhitungkan secara matang. Pada intinya faktor biaya atau cost ini adalah menentukan seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan untuk sebuah proyek. Faktor biaya ini sangat dipengaruhi oleh 2 faktor sebelumnya, yaitu *faktor scopedan faktor*

*time*. Secara umum semakin besar ruang lingkup dan semakin lama waktu, maka akan semakin besar pula biaya suatu proyek.

## **2.4 Perencanaan dan Pengendalian Proyek**

Proses Manajemen Pada Pengendalian waktu Manajemen konstruksi merupakan suatu sistem pengelolaan pekerjaan pelaksanaan pembangunan fisik yang ditangani secara multidisiplin profesional, dimana tahapan-tahapan manajemen diperlukan sebagai suatu sistem yang menyeluruh dan terpadu dengan tujuan untuk mencapai hasil yang efektif dan efisien dalam aspek biaya, mutu dan waktu.

Perencanaan proyek adalah suatu proses kegiatan pengumpulan data, informasi dan fakta, menganalisis dan mengolah data, informasi dan fakta tersebut dalam beberapa bagian alternatif perhitungan, kemudian memilih atau menetapkan berdasarkan alternatif tersebut.

Keberhasilan manajemen proyek ditentukan antara lain oleh ketepatan memilih bentuk organisasi, memilih pimpinan yang cakap dan pembentukan tim proyek yang terintegrasi dan terorganisasi. Perencanaan merupakan hal yang sangat penting dalam manajemen proyek. Alasan-alasan berikut mendasari perlunya perencanaan :

### **1. Untuk menghilangkan atau mengurangi ketidakpastian**

Dengan perencanaan yang baik, apa yang perlu dikerjakan, kapan dikerjakan, memerlukan resource apa saja, resiko apa saja yang akan muncul, apa target tiap aktivitas akan menjadi jelas. Hal-hal yang tidak pasti akan menjadi lebih pasti.

2. Untuk memperbaiki efisiensi operasi

Dengan perencanaan yang baik tentu saja akan membuat pelaksanaan kegiatan proyek akan semakin efisien. Langkah coba-coba dan tidak jelas dasarnya akan membutuhkan biaya yang lebih tinggi.

3. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang tujuan proyek

Dengan memahami apa tujuan yang akan dicapai dalam pengerjaan suatu proyek dapat diturunkan aktivitas-aktivitas apa yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut.

4. Untuk memberikan dasar bagi pekerjaan monitoring dan pengendalian

Kegiatan pengawasan (*monitoring*) dan pengendalian (*controlling*) selalu membutuhkan acuan. Tanpa adanya acuan yang jelas tidak mungkin dilakukan kegiatan pengawasan (*monitoring*) dan pengendalian (*controlling*) yang baik.

#### 2.4.1 Fungsi Perencanaan Proyek

Perencanaan proyek adalah sangatlah penting untuk menjalankan suatu proyek konstruksi. Sebelum dimulai sebaiknya terlebih dahulu dilakukan perencanaan agar dapat tersusun secara sistematis. Berikut ini fungsi perencanaan proyek yaitu :

1. Untuk mengorganisir kegiatan-kegiatan yang terjadi dalam proyek.
2. Memperkirakan jumlah sumber daya yang dibutuhkan.
3. Mengalokasikan sumber daya yang ada.
4. Untuk menentukan pembagian tugas-tugas, waktu, kapasitas dan cara pelaksanaan

5. Sebagai alat untuk mengkoordinasi seluruh aktivitas dan tenaga kerja.
6. Mengestimasi waktu pelaksanaan proyek.
7. Mempermudah komunikasi antar unsur- unsur yang ada.
8. Memudahkan dalam pengendalian kemajuan (*progress*) proyek.
9. Mengantisipasi keadaan-keadaan yang tidak diharapkan dan perubahan rencana yang mungkin terjadi selama proyek berlangsung.

## **2.5 Penjadwalan Proyek**

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 penyelesaian proyek, (Ir.Abrar Husen, MT 2008).

Penjadwalan proyek merupakan suatu implementasi dari perencanaan yang mampu memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek yang berkaitan dengan sumber daya (biaya, tenaga kerja, peralatan, material), durasi (waktu) dan kemajuan (*progress*) untuk menyelesaikan proyek.

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



### 2.5.1 Manfaat Penjadwalan

Penjadwalan secara umum memiliki manfaat-manfaat sebagai berikut

1. Sebagai acuan atau pedoman dalam unit pekerjaan / kegiatan mengenai batas – batas waktu dari awal sampai akhir
2. Sebagai sarana bagi manajemen untuk mengkoordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Sebagai saran untuk menilai kemajuan pekerjaan dan menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan ekspektasi proyek dapat selesai sebelum waktu yang di tetapkan.`
4. Memberikan kepastian waktu terhadap pelaksanaan pekerjaan.

Penjadwalan suatu proyek harus memperhatikan beberapa faktor-faktor berikut ini :

1. Tujuan dan Sasaran Proyek
2. Adanya keterkaitan dengan proyek lain agar terintegrasi dengan master schedule.
3. Dana yang dibutuhkan dan dana yang tersedia serta waktu yang di butuhkan dan waktu yang tersedia, kemudian perhitungan perkiraan waktu yang hilang dan hari – hari libur.
4. Pembagian shift kerja dan waktu lembur untuk mempercepat proyek.
5. Sumber daya yang di butuhkan dan sumber daya yang tersedia.
6. Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas.

Kerumitan suatu pekerjaan proyek dipengaruhi oleh skala proyek yang dikerjakan semakin besar skala proyek, semakin rumit pengelolaan penjadwalan karena dana yang dikelola juga akan semakin besar, kebutuhan dan penyediaan

sumber daya juga besar, pekerjaan yang dilakukan sangat beragam serta durasi pekerjaan proyek akan menjadi sangat panjang.

## **2.6. Metode Penjadwalan Proyek**

Penjadwalan proyek meliputi pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Pada penjadwalan orang, uang, dan bahan dihubungkan untuk kegiatan khusus dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya. Penjadwalan merupakan suatu fase yang menterjemahkan suatu perencanaan kedalam suatu diagram-diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas-aktivitas itu dimulai, ditunda, dan diselesaikan. Penjadwalan proyek meliputi: pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Pada tahap ini manajer memutuskan berapa lama tiap kegiatan memerlukan waktu penyelesaian dan menghitung berapa banyak orang yang diperlukan pada tiap tahap produksi (*Heizer & Render, 2010:75*).

Proses pengawasan dan pengendalian dalam suatu proyek harus selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang efektif dan sesuai dengan tujuan proyek yang telah ditentukan. Terdapat banyak analisis dan teknik grafis yang berbeda-beda untuk mengadakan perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian operasi dan sumber. Beberapa metode yang digunakan untuk mengelola penjadwalan proyek, yaitu Bagan Balok (*Bar Charts*), Kurva S (*Hanumm Curve*), *Critical Path Method (CPM)*, *Precedence Diagram Method (PDM)*, *Program Evaluation and Review Technique (PERT)* dan Metode Garis Keseimbangan (*Line of Balance*).

### 2.6.1 Bagan Balok ( *Bar carts* )

Bagan balok adalah perkembangan dari bagan-bagan *Gantt* yang dikembangkan oleh *Henry L. Gantt*. Secara teknis, terdapat banyak sekali perbedaan diantara keduanya. Suatu bagan balok secara grafis menguraikan suatu proyek yang terdiri dari kumpulan tugas atau aktivitas yang telah dirumuskan dengan baik, dimana suatu penyelesaian pekerjaan merupakan titik akhirnya.

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.



Gambar 2.1 : Bagan Gantt Chart

Sumber : jeff madura

Bagan balok dikerjakan manual dan bisa juga dengan menggunakan computer, tersusun pada koordinat X dan Y. di sumbu tegak lurus X, dicatat pekerjaan atau elemen atau paket kerja dari hasil penguraian lingkup suatu proyek, dan dilukis sebagai balok. Sedangkan di sumbu horizontal Y, tertulis satuan waktu misalnya hari, minggu, atau bulan. Disini waktu mulai dan waktu akhir masing-masing pekerjaan adalah ujung kiri dan kanan dari balok-balok yang bersangkutan.

Dalam menggambar suatu bagan balok, bagan balok memiliki aturan tersendiri. Penggambaran pada bar chart terdiri dari kolom dan baris. Pada kolom terdapat urutan kegiatan yang disusun secara berurutan. Pada baris menggambarkan periode waktu yang dapat berupa jam, hari, mingguan, ataupun bulanan. Penggambaran bar (batang) pada setiap baris kegiatan untuk menunjukkan waktu mulai dan waktu selesainya kegiatan.

#### 2.6.1.1 Keunggulan dan Kekurangan Bagan Balok

Bagan balok ini memiliki beberapa keunggulan bila dibandingkan dengan sistem perencanaan lainnya. Bentuk grafis yang sederhana itu menghasilkan suatu pemahaman umum yang relatif mudah. Selanjutnya, hal ini mendorong dapat diterimanya secara umum dan penggunaan meluas sebagai bentuk yang baik untuk komunikasi dalam industri, dengan disertai suatu pengertian mendasar yang umumnya akan ditemukan oleh semua tingkatan manajemen. Bagan ini juga merupakan alat perencanaan dan penjadwalan yang cukup luas sifatnya, sehingga hanya sedikit memerlukan revisi dan pembaharuan data dibandingkan dengan sistem yang lebih canggih. Ciri ini akan membantu dalam tahap-tahap awal yang penuh permasalahan dari suatu rekayasa proyek dan konstruksi bilamana memang perubahan atau revisi yang sering terjadi itu merupakan fakta dari suatu kehidupan.

Bagan balok ini juga memiliki beberapa kekurangan. Yang pertama, karena sifat perencanaan yang luas itu, maka bagan ini menjadi sangat tidak praktis bila jumlah jalur kegiatannya atau baloknya semakin meningkat. Bila dibutuhkan beberapa lembaran, maka antar hubungan yang logis itu akan semakin

sulit untuk dapat dimengerti. Yang kedua, walaupun pihak perencana yang mempersiapkan bagan balok ini dengan penuh kepastian telah mempertimbangkan antah-hubungan logis dan kendala dari berbagai aktivitas proyek ini, namun logika ini tidak dapat dinyatakan dalam diagram ini. Karena alasan tersebut akan menjadi sangat sulit untuk individu lainnya dalam mengadakan rekonstruksi terhadap logika ini dan untuk mengenal kembali kendala runtunan terkecuali bila sejumlah dokumentasi yang cukup penting telah dimasukkan dengan bagan ini. Yang ketiga, walaupun bagan balok ini merupakan suatu alat perncanaan dan pelaporan yang baik, namun bagan ini sulit untuk dipergunakan dalam meramalkan pengaruh yang ditimbulkan oleh perubahan dalam suatu kegiatan tertentu terhadap rencana keseluruhannya, atau bahkan untuk membuat proyeksi mengenai kemajuan pekerjaan dari suatu aktivitas individu. Karena itu, maka bagan ini hanya terbatas sebagai alat untuk mengendalikan saja. Dengan memperhatikan masalah ini dengan sebaik-baiknya serta keterbatasannya , maka bagan balok setidak-tidaknya akan terus menjadi alat yang mempunyai nilai yang baik dalam manajemen proyek. Suatu pemahaman mengenai keterbatasannya penting tetap diperhatikan agar dapat mencapai suatu manfaat yang efektif dan serasi.

#### 2.6.2 Kurva Kemajuan Pekerjaan (*Progress Curves*)

Kurva kemajuan, yang juga disebut sebagai kurva S, secara grafis menyajikan beberapa ukuran kemajuan kumulatif pada suatu sumbu tegak terhadap waktu pada sumbu mendatar. Kemajuan itu dapat diukur menurut jumlah nilai uang yang telah dikeluarkan, survei kuantitas dari pekerjaan ditempat itu,

jam orang yang telah dijalani atau setiap ukuran lainnya yang memberikan suatu manfaat. Masing-masing hal ini dapat dinyatakan baik menurut pengertian satuan-satuan sebenarnya atau sebagai persentase dari jumlah kuantitas yang diperkirakan untuk diukur.

Bentuk kurva S yang khas itu berasal dari pepaduan kemajuan setiap satuan dari waktu (hari, minggu, bulan, dan lain-lain) untuk mendapatkan suatu kemajuan kumulatif. Pada sebagian besar proyek, maka pengeluaran dari sumber daya untuk setiap satuan waktu condong untuk memulainya dengan lambat, berkembang ke puncak dan kemudian berkurang secara berangsur-angsur bila telah mendekati pada ujung akhir. Hal ini menyebabkan kemiringan kurva kumulatif itu dimulai dengan rencana awal, meningkat di bagian tengahnya dan kemudian mendatar bila telah dengan puncaknya.

Kurva S merupakan gambaran diagram persen kumulatif biaya yang diplot pada suatu sumbu koordinat dimana sumbu absis (X) menyatakan waktu sepanjang masa proyek dan sumbu (Y) menyatakan nilai persen kumulatif biaya selama masa proyek tersebut. Kurva S merupakan salah satu metode perencanaan pengendalian biaya yang sangat lazim digunakan pada suatu proyek.

Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Bobot kegiatan adalah nilai persentase proyek dimana penggunaannya dipakai untuk mengetahui kemajuan proyek tersebut.

Setelah mendapatkan bobot kegiatan, selanjutnya adalah membuat tabel bar chart dan bobot kegiatan dibagi-bagi ke setiap periode pekerjaan. Hasil setiap periode dijumlahkan dan selanjutnya bobot per periode ditambahkan periode

sebelumnya (kumulatif) sehingga akhir proyek akan mencapai 100 .

Tujuan pembuatan kuva S adalah untuk mengetahui pengeluaran biaya yang dikeluarkan per satuan waktu dan progress pekerjaan yang didasarkan pada volume yang dihasilkan di lapangan. Kurva - S digambarkan seperti dibawah ini :



Gambar 2.2 : Kurva – S  
Sumber : PT. Rius Sejahtera Raya, 2020

### 2.6.3 Critical Path Method (CPM)

CPM dikembangkan pada tahun 1957 oleh *J.E.Kelly* dari *Remington Rand* dan *M.R.Walker* membantu pembangunan dan pemeliharaan pabrik kimia di Dupont (Prasetya dan Lukiastruti,2009). CPM (*Critical Path Method*) adalah suatu metode pada jaringan kerja yang terdapat jalur kritis yang terdiri dari rangkaian komponen kegiatan–kegiatan kritis. CPM dikembangkan pada tahun 1957 sebagai model jaringan untuk pemetaan alur sebuah proyek. CPM adalah metode perancangan alur proyek yang menggunakan perkiraan waktu tetap untuk setiap kegiatannya. Menurut Jamal Mustofa (2012), CPM atau Analisis Jalur Kritis merupakan salah satu metode analisis jaringan kerja yang digunakan untuk merencanakan,menjadwalkan, dan memonitor proyek–proyek seperti membangun gedung, memelihara sistem computer, riset dan pengembangan, dan lain–lain.

Menurut *Levin dan Kirkpatrick* (1972), Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek–proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM mempunyai beberapa manfaat dalam kegiatan penjadwalan proyek, antara lain :

1. Memprediksi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.
2. Menunjukkan alur kegiatan mana saja yang penting diperhatikan dalam menjaga jadwal penyelesaian proyek.
3. Memberikan tampilan grafis dari alur kegiatan suatu proyek.

*Activity on arrow* atau sering disebut dengan CPM (*Critical Path Method*) terdiri atas anak panah dan lingkaran/segiempat. Anak panah menggambarkan kegiatan/aktivitas, sedangkan lingkaran/segiempat menggambarkan kejadian (event). Kejadian (event) diawal anak panah disebut "P", sedangkan kejadian(event) diakhir anak panah disebut "J" (Ervianto, 2005). Grafik atau bagan yang terdiri dari simbol-simbol anak panah dan lingkaran/segiempat tersebut melambangkan ilustrasi dari sebuah proyek.

#### 2.6.4 Precedence Diagram Method (PDM)

PDM dikembangkan pada tahun 1960-an oleh Angkatan Laut AS yang bekerjasama 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



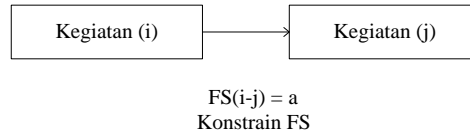
tahun 1977 di *Western Construction* (Weaver,2006). Menurut Ervianto (2005) kelebihan *Precedence Diagram Method* (PDM) dibandingkan dengan CPM adalah PDM tidak memerlukan kegiatan fiktif/dummy sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana. Hal ini dikarenakan hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan. PDM adalah metode jaringan kerja dimana kegiatan ditulis dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya berfungsi sebagai penunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Oleh karena itu PDM sering disebut juga AON (*Activity On Node*).

Pada PDM juga dikenal adanya konstrain. Satu konstrain hanya dapat 38 menghubungkan dua node, karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F). Maka disini terdapat tempat macam konstrain yaitu:

1. Konstrain selesai kemulai–*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. Proyek selalu menginginkan besaran angka a sama dengan 0 kecuali bila dijumpai hal-hal tertentu, misalnya:

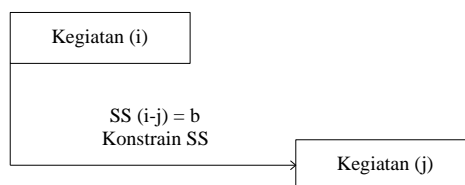
- a. Akibat iklim yang tak dapat dicegah.
- b. Proses kimia atau fisika seperti waktu pengeringan adonan semen.
- c. Mengurus perizinan.



Gambar 2.3 : *Konstrains Finish to Start*  
 Sumber : *weaver, 2006*

2. Konstrains 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. Konstrains semacam ini terjadi 39 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 disini terjadi kegiatan tumpang tindih, misalnya: pelaksanaan kegiatan pasangan pondasi batu kali dapat segera dimulai setelah pekerjaan galian pondasi cukup, misalnya setelah satu hari.

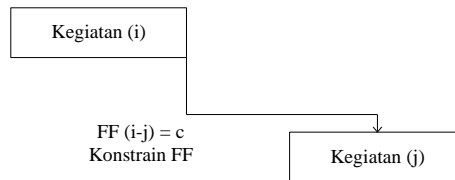


Gambar 2.4 : *Konstrains Start to Start*  
 Sumber : *Weaver, 2006*

3. Konstrains 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. Konstrains semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100% sebelum

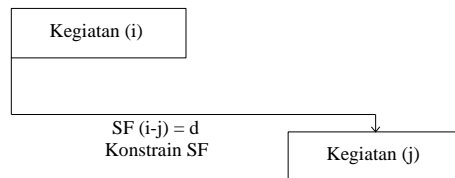
kegiatan yang terdahulu telah sekian ( $=c$ ) hari selesai. Angka  $c$  tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan ( $j$ ), misalnya pekerjaan perataan tanah tidak dapat dilakukan sebelum pekerjaan pengangkutan tanah selesai.



Gambar 2.5 : Konstran Finish to Finish  
Sumber : Weaver, 2006

4. Konstran mulai selesai–*Startto 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.



Gambar 2.6 : Konstran Start to Finish  
Sumber : Weaver, 2006

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 di mulainya pekerjaan sistem elektrikal.

ES	Jenis Kegiatan	EF
LS		LF
No. Kegiatan		Durasi

Dimana :  
ES : Earliest Start  
EF : Earliest Finish  
LS : Latest Start  
LF : Latest Finish  
D : Duration

Gambar 2.7 : Node PDM  
Sumber : Ervianto, 2005

### 2.6.5 Program *Evaluation and Review Technique* (PERT)

*PERT* mula-mula diperkenalkan dalam rangka merencanakan dan mengendalikan proyek besar dan kompleks, yaitu pembuatan peluru kendali Polaris yang dapat diluncurkan dari kapal selam di bawah permukaan air. *PERT* lebih berorientasi pada terjadinya peristiwa (*event oriented*) sedangkan CPM ke orientasi kegiatan (*activity oriented*). *PERT* dikembangkan sejak tahun 1958 oleh *Booz, Allen, dan Hamilton* untuk Angkatan Laut AS dalam proyek pengembangan *Polaris Missile System* yang dapat diluncurkan dari kapal selam dibawah permukaan air (Prasetya dan Lukiaستی, 2009). Pada pelaksanaannya tekni ini mampu mereduksi waktu selama dua tahun dalam pengembangan senjata tersebut (Setianto, 2004 : 6).

*PERT* merupakan suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur, dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada di dalam suatu proyek (Febrianto, 2011). *PERT* adalah singkatan dari Program *Evaluation and Review* (teknik menilai dan meninjau kembali program), teknik *PERT* adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek (Upadi, 2011).

Berbeda dengan CPM dan PDM yang menggunakan perkiraan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik (satu angka yang mencerminkan adanya kepastian), *PERT* menggunakan suatu pendekatan probabilistik yang dirancang untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainly*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan.

*PERT* pada mulanya dikembangkan untuk membantu perencanaan proyek-proyek riset dan pengembangan (Mawdesleyetal.,1997), yang biasanya ditemukan pada perencanaan program-program strategis utama pemerintah (Kenley dan Seppanen, 2009). *PERT* aslinya berasal dari *Activity On Arrow* (AOA) network atau lebih dikenal dengan nama CPM. Namun, sekarang ini beberapa orang mulai menggunakan *PERT* sebagai *Activity On Node* (AON) network atau yang lebih dikenal dengan nama PDM (Mawdesleyetal., 1997).

Metodologi *PERT* yang digunakan adalah metode dalam analisis network. Analisis network bertujuan untuk membantu dalam penjadwalan dan pengawasan kompleks yang saling berhubungan dan saling ketergantungan satu sama lain. Hal ini dilakukan agar perencanaan dan pengawasan semua kegiatan itu dapat dilakukan secara sistematis, sehingga dapat diperoleh efisiensi kerja.

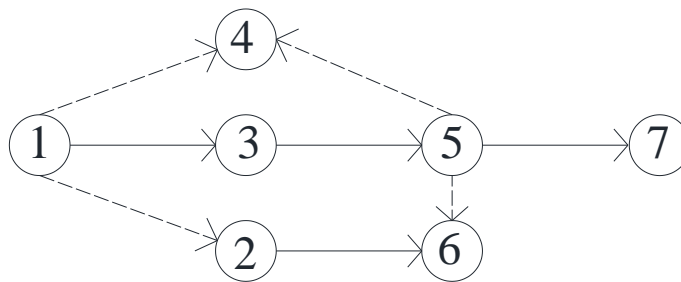
Diagram *PERT* sangat bermanfaat bagi pengelolaan sebuah proyek karenamenyediakan informasi berikut:

1. Jangka waktu penyelesaian proyek.
2. Kemungkinan penyelesaian proyek sebelum tanggal yang ditentukan.
3. Tahapan kegiatan yang kritis, yang dapat berdampak langsung terhadap waktupenyelesaian proyek

4. Kegiatan yang memiliki tenggat waktu relatif longgar yang seharusnya dapat dikelola sebagai tambahan waktu bagi tahapan kegiatan kritis.
5. Tanggal kegiatan dimulai dan tanggal kegiatan berakhir (periode program).

Untuk membuat jaringan kerja, harus diketahui semua kegiatan yang terjadi pada suatu proyek, waktu (durasi) setiap kegiatan, dan ketergantungan antar kegiatan (kegiatan pendahulu dan kegiatan pengikut). Untuk dapat menjadwalkan dengan metode tersebut, ada beberapa hal yang perlu diketahui, yaitu elemen-elemen *PERT*.

- Lingkaran (*node*), mewakili sebuah kejadian atau event yang menunjukkan titik waktu mulai/selesainya suatu kegiatan.
- Anak panah mewakili sebuah kegiatan (*activity*) yang memerlukan jangka waktu tertentu.
- - - → Anak panah putus-putus mewakili sebuah kegiatan semu (*dummy*) yang tidak memerlukan jangka waktu.



Gambar 2.8 : Diagram Pert  
Sumber : Ervianto, 2005

Metode *PERT* digunakan untuk memperkirakan durasi suatu proyek dan memungkinkan melakukan komputasi nilai probabilitas dari suatu kegiatan atau proyek secara keseluruhan. Metode *PERT* juga menggunakan teknik digram *Activity On Arrow* (AOA) seperti halnya metode CPM dan PDM. Dalam metode

*PERT* diketahui tiga estimasi durasi setiap kegiatan.

1. *Optimistic Estimate* ( $t_o$ ) adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya berjalan baik.
2. *Pesimistic Estimate* ( $t_p$ ) adalah durasi untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya dalam kondisi buruk (tidak mendukung).
3. *Most Likely Estimate* ( $t_m$ ) adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan diantara *Optimistic Estimate* dan *Pesimistic Estimate*.

## **2.7 Metode Penjadwalan Linier**

Metode penjadwalan linier memberi alternatif cara penjadwalan proyek berulang yang pada umumnya menggunakan metode jaringan. Proyek berulang cukup umum ditemui dalam industri konstruksi. Mereka dibagi menjadi dua kategori, proyek yang berulang karena pengulangan seragam dari unit kerja selama proyek berlangsung (seperti beberapa unit rumah yang serupa, segmen-segmen lantai pada bangunan bertingkat) dan proyek yang harus berulang-ulang karena geometris layout (seperti ruas-ruas jalan raya dan proyek pipa). Proyek tersebut biasanya disebut sebagai proyek berulang atau linier (*Ammar dan Elbeltagi, 2010*). Proyek ini dijadwalkan dengan cara untuk meminimalkan waktu tunggu kru dan memastikan kesinambungan sumber daya. Metode penjadwalan linear adalah metode yang efektif untuk proyek yang memiliki karakteristik kegiatan berulang, baik yang bersifat horizontal maupun vertikal. Ada dua jenis umum dalam metode penjadwalan *linear*, yaitu *LoB (Line of Balance)* dan *Time Chainage Diagram*.

### 2.7.1 Metode *Line of Balance* (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, di mana alat penjadwalan yang 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, di mana produktivitas sumber daya dipertimbangkan sebagai bagian yang penting.

LoB adalah metode yang menggunakan keseimbangan operasi, yaitu tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus. Keuntungan utama dari metodologi *LoB* adalah menyediakan tingkat produktivitas dan informasi durasi dalam bentuk format grafik yang lebih mudah. Selain itu, *plot LoB* juga dapat menunjukkan dengan sekilas apa yang salah pada kemajuan kegiatan, dan dapat mendeteksi potensial gangguan yang akan datang. Dengan demikian, LoB mempunyai pemahaman yang lebih baik untuk proyek-proyek yang tersusun dari kegiatan berulang daripada teknik penjadwalan yang lain, karena *LoB* memberikan kemungkinan untuk mengatur tingkat produktivitas kegiatan, mempunyai kehalusan dan efisiensi dalam aliran sumber daya, dan membutuhkan sedikit waktu dan upaya untuk memproduksinya daripada penjadwalan *network* (Arditi dan Albulak, 2009).

Metode ini cukup efektif untuk digunakan pada proyek jalan raya dengan keragaman masing-masing tingkat jalan relatif sama. Pada proyek yang cukup



besar, metode ini membantu memonitor kemajuan beberapa kegiatan tertentu yang berada dalam suatu penjadwalan keseluruhan proyek. Hal ini dapat dilakukan bila dikombinasikan dengan metode *Network*, karena metode penjadwalan linear dapat memberikan informasi tentang kemajuan proyek yang tidak dapat ditampilkan oleh metode *Network* (Husen, 2008).

Di dalam berbagai literatur Internasional biasanya LoB ditunjukkan sebagai alat penjadwalan yang hanya cocok untuk proyek-proyek yang tersusun atas kegiatan berulang, dan tidak cocok untuk proyek *non-repetitive* (Arditi et al., 2010). Namun di Finlandia, LoB telah menjadi alat penjadwalan yang pokok pada perusahaan besar konstruksi sejak tahun 1980 an, di mana LoB digunakan untuk penjadwalan proyek-proyek yang spesial dan proyek konstruksi *residential* (Kiiras, 2010; Kankainen dan Sandvik, 2010) dengan menggunakan bantuan *software DYNAProject*. Keuntungan yang didapat dengan bantuan *software* ini antara lain, yaitu : meminimalkan resiko penjadwalan, menjadi cara analisis alternatif yang lebih baik, mempercepat durasi proyek, cepat dalam memeriksa kelayakan jadwal, menjadi standar pelaporan kemajuan waktu riil untuk manajemen dan memungkinkan optimasi kontrol kegiatan.

### 2.7.2 Teknik Perhitungan LoB

Hal pertama yang diperhatikan dalam perhitungan LoB adalah Time diplotkan pada sumbu horizontal dan unit number pada sumbu vertikal (Mawdesley et al., 1997 :23). Konsep LoB didasarkan padapengetahuan tentang bagaimana unit dapat dicapai (Lumsden, 1968) diterjemahkan oleh (Prasetyo, 2017).

*Line of Balance* didefinisikan atas dasar sebagai berikut (Mawdesley, 1997) :

- a) Berdasarkan pada tingkat pengiriman atau *handover rate*
- b) Logika konstruksi dasar dari unit yang berulang digambarkan dalam bentuk sebuah *Network* yang disebut dengan "*Production Diagram*"
- c) Konstanta dari pada tingkat produksi biasanya menggunakan satuan jumlah unit (*unit time*)

Teknik penjadwalan LoB adalah teknik penjadwalan berbasis sumber daya sebagai perhatian utama untuk memastikan kontinuitas pekerjaan dan efisiensi penggunaan sumber daya yang konsisten.

Langkah– langkah dalam metode LoB adalah sebagai berikut (Thomas E. Uher, 1996) :

1. Perencanaan urutan pelaksanaan masing-masing pekerjaan dalam bentuk diagram lengkap dengan estimasi waktu (*single network planning*) untuk satu putaran kegiatan *repetitive*.
2. Menentukan lamanya waktu (*duration l lead time*) untuk pelaksanaan tiap komponen kegiatan.
3. Menentukan waktu penyerahan (*Delivery Program*) ataupun asumsi berupa unit tiap minggu bisa laku terjual, yang merupakan perkiraan awal pada perencanaan kemudian di cocokkan pada diagram LoB.
4. Menentukan waktu penyangga (*buffer time*) yang merupakan perkiraan besarnya waktu yang dibutuhkan untuk mengantisipasi adanya keterlambatan pada suatu kegiatan.
5. Menggambarkan diagram *LoB*.

6. Menyesuaikan grafik LoB dengan kondisi proyek di lapangan.
7. Menggunakan jadwal LoB sebagai alat kontrol.

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., 2010).

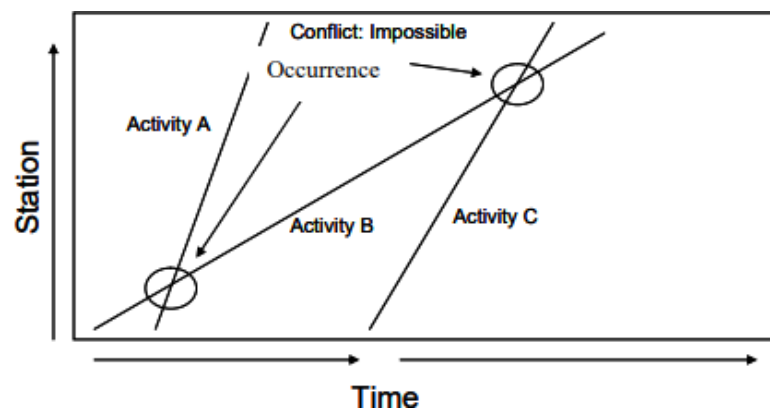
2. Variabel dalam Perhitungan Line of Balance

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., 2010).

### 3. Penundaan

Menurut *Hinze* (2008) garis aktifitas pada metode *Line of Balance* tidak boleh saling mengganggu atau mendahului dan juga tidak boleh saling berpotongan (*no cross*) atau dengan kata lain rangkaian aktivitasnya berurutan dan tidak boleh saling mengganggu atau saling mendahului. Artinya progress atau kemajuan pekerjaan dari aktifitas yang mengikuti (*successor*) tidak boleh mendahului aktifitas yang mendahuluinya (*predecessor*). Bila ini sampai terjadi, maka akan terjadi konflik kegiatan atau dapat mengganggu semua jalannya proyek tersebut. Maka perlu dilakukan penundaan pada jenis pekerjaan tersebut agar pekerjaan yang direncanakan tetap berjalan sesuai antara *successor* dan *predecessor* pekerjaan tersebut.



Gambar 2.9 : Penjadwalan Line of Balance yang menunjukkan adanya konflik Yang harus dihindari

Sumber : *Hinze, 2008*

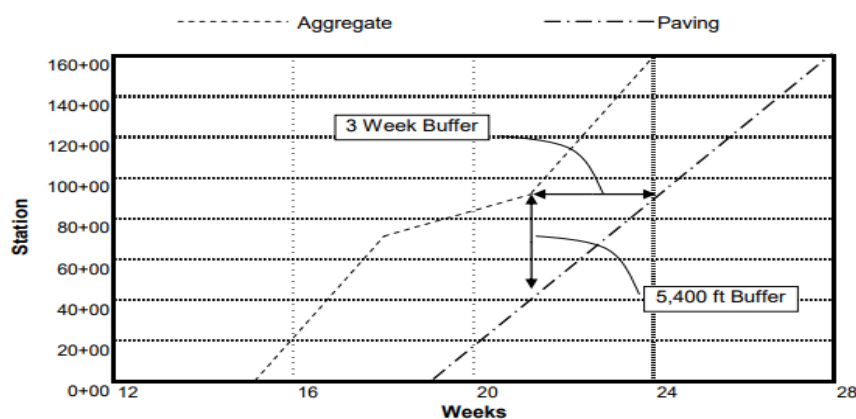
#### 2.7.3 Buffer

Menurut *Kenley dan Seppanen* (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*.

*Buffer* ini biasanya disebabkan oleh (Setianti, 2009 :18) :

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



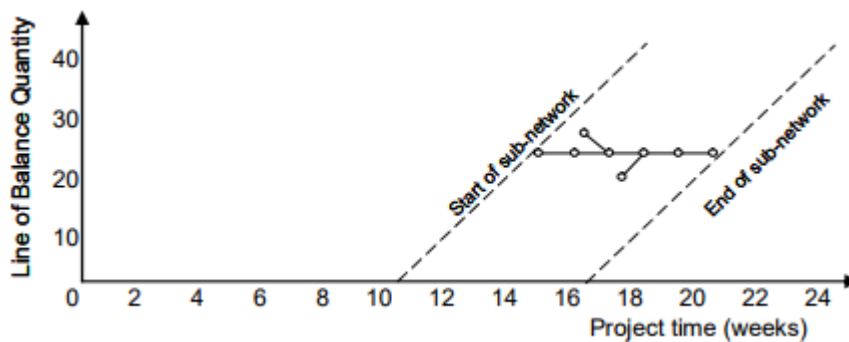
Gambar 2.10 : *Buffer Time*  
Sumber: *Hinze, 2008*

#### 2.7.4 Metodologi Berbasis Lokasi

Menurut *Kenley dan Seppanen (2009)*, terdapat dua sub-divisi utama dari metode berbasis lokasi, tergantung pada apakah fokusnya adalah pada berkelanjutan penyelesaian unit repetitif (seperti yang ditemukan dalam produksi pabrik berulang, atau proyek linier) atau fokus pada lokasi fisik penyelesaian variabel (lebih khas pada komersial konstruksi).

##### 1. Unit Produksi

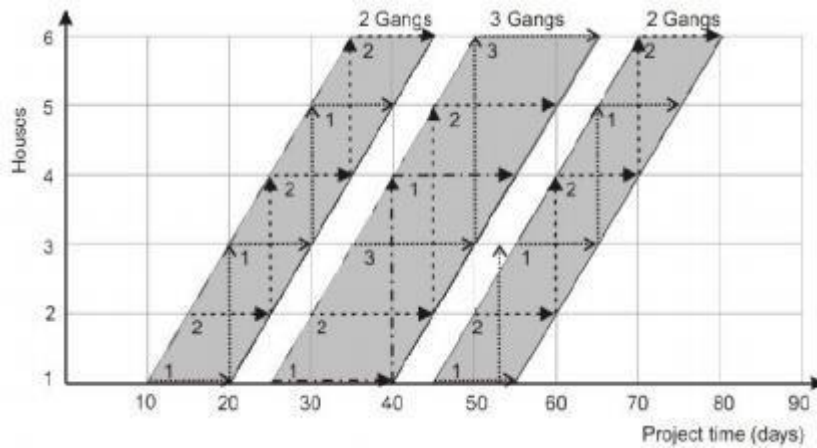
Dengan unit produksi, penekanannya pada perhitungannya pada perhitungan unit produksi per periode waktu. Metode ini menggunakan garis miring pada dimulainya (suatu kegiatan berulang atau sub-jaringan) dan garis selesai (dari kegiatan yang sama atau sub-jaringan) pada grafik produksi terhadap waktu, seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.11 : *Line of Balance Quantity*

Sumber: *Kenley dan Seppanen, 2009*

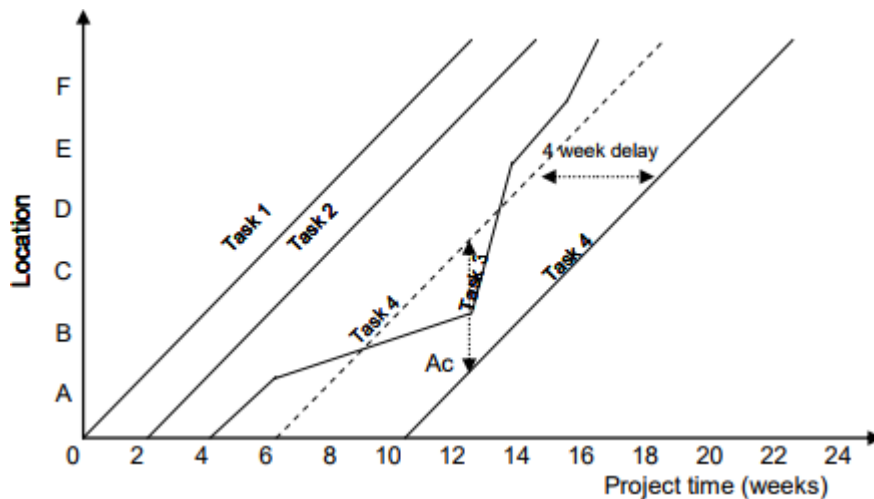
Masing-masing unit tidak peduli dengan *line of balance*. Kuncinya adalah tingkat produksi dari kuantitas *line of balance* (kumulatif produksi), yaitu untuk menyeimbangkan tingkat perbedaan proses produksi, serta menggunakan *buffer* untuk memungkinkan variabilitas.



Gambar 2.12 : Keseimbangan Produksi dan Tiga Tugas Dalam *Line of Balance*  
 Sumber: Kenley dan Seppanen, 2009

2. Lokasi Produksi

Dengan lokasi produksi, penekanannya pada pelaksanaan pekerjaan dalam lokasi dan tingkat penyelesaian sekuensial. Ini membentuk satu baris untuk setiap tugas yang dimulai di bagian bawah lokasi dan finishing di bagian atas lokasi. Setelah satu lokasi selesai, tugas itu terus ke lokasi kedua. Hal ini ditandai oleh representasi *flowline* seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.13 : Flowline dari Empat Tugas Yang Menunjukkan Delay  
 (Sumber: Kenley dan Seppanen, 2009)

Fokusnya adalah pada tingkat produksi pada lokasi individu, yaitu untuk

mendukung aliran sumber daya pada proses produksi melalui lokasi serta menggunakan 36 buffer yang memungkinkan untuk variabilitas. Lokasi lebih kompleks dibandingkan unit produksi, yang dapat ditangani dengan numerik. Lokasi memerlukan pengorganisasian hirarki struktur rincian lokasi (*LBS/Location Breakdown Structure*) dengan konsekuensi mengambil manfaat pada realitas fisik serta mengatur pekerjaan di site LBS yang berhubungan dengan fisik rincian proyek.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Gambaran Penelitian**

Dalam studi penelitian ini yaitu Proyek Jalan Preservasi Teluk dalam – Lolowau. Tender proyek ini terbit pada tanggal 18 Januari 2019 – 13 Februari 2019 Memiliki pagu dana senilai Rp. Rp 15.238.736.000,00.

Pada tender proyek ini ada 39 perusahaan kontraktor yang mengikuti dan mengajukan penawaran ke Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Provinsi Sumatera Utara, pada Proyek Jalan Preservasi Teluk dalam – Lolowau diumumkan pemenang oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) selaku pemilik proyek (*owner*) yaitu PT. Rius Sejahtera Raya yang beralamat di Jl. Pasir Putih Kelurahan Pasar Telukdalam Kab. Nias Selatan - Sumatera Utara. Proyek Jalan Preservasi Teluk dalam – Lolowau dipercayakan kepada PT. Rius Sejahtera Raya dengan berbagai aspek penilaian yang meliputi kualitas dan kuantitas serta pengalaman kerja dibidang konstruksi jalan.

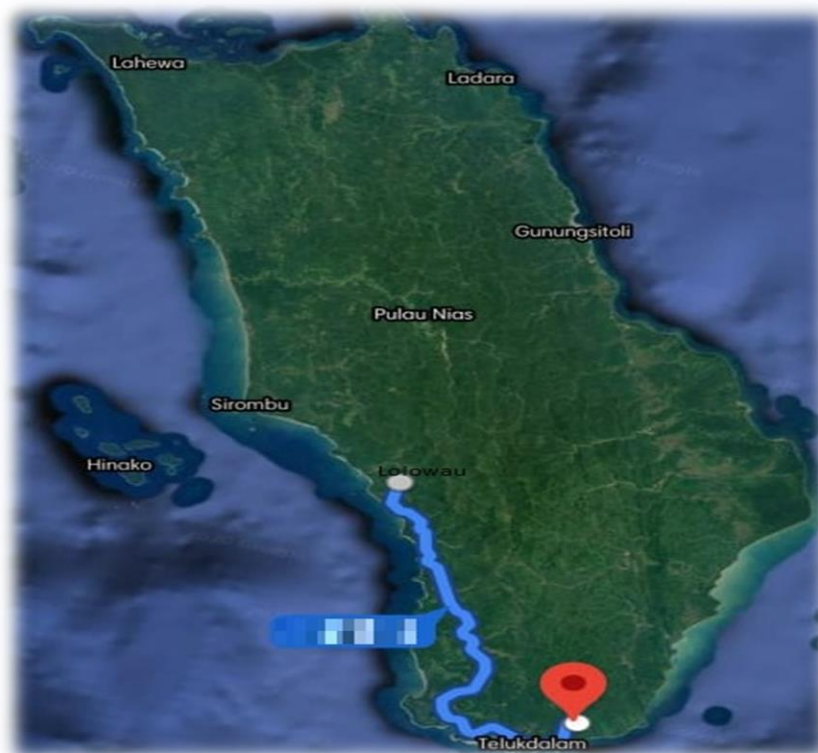
Pada Proyek Jalan Preservasi Teluk dalam – Lolowau ini dilaksanakan dengan 280 hari kalender (40 minggu) dan memiliki uraian kegiatan yang di bagi menjadi 09 (Sembilan) divisi pekerjaan yang meliputi:

1. Divisi Umum
2. Divisi Drainase
3. Divisi Pekerjaan Tanah dan Geosintetik
4. Divisi Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton

5. Divisi Perkerasan Aspal
6. Divisi Struktur
7. Divisi Rehabilitasi Jembatan
8. Divisi Pekerjaan Harian
9. Divisi Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja

### 3.2 Lokasi Penelitian

Dalam melakukan penelitian, untuk memperoleh data, penulis menggunakan data yang telah ada dan diperoleh langsung dari proyek yaitu berupa *time schedule* Proyek Jalan Preservasi Teluk Dalam – Lolowau yang berada di lintas jalan Kabupaten Nias Selatan – Kabupaten Nias Barat, Sumatera Utara.



Gambar 3.1 : Lokasi Penelitian  
Sumber : *Geogle Map, 2020*

### **3.3 Sumber dan Pengumpulan Data**

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer yang diperoleh dari pihak yang terkait pada Proyek Pembangunan Preservasi Teluk Dalam - Lolowau. Data primer dan data sekunder yang diperlukan adalah sebagai berikut.

#### **1. Data Primer**

Data Primer adalah data utama yang diperlukan dalam penelitian ini. Data primer yang diperlukan untuk penelitian ini berupa data *time schedule* dan kurvas – S serta wawancara langsung dari PT. Rius Sejahtera Raya.

#### **2. Data Sekunder**

Data Sekunder adalah data pendukung yang dibutuhkan dalam penyusunan tugas akhir ini. Data sekunder ini merupakan data-data yang diperoleh dari literatur yang berupa referensi dan jurnal.

### **3.4 Teknik Pengolahan Data**

Dalam Tugas Akhir ini penyusun akan mengendalikan penjadwalan proyek Jalan Preservasi Teluk Dalam - Lolowau yang berada di Kabupaten Nias Selatan yang di lapangan menggunakan Kurva-S. Data primer berupa *time schedule* akan dianalisis menggunakan Metode *Line of Balance* (LoB) yang digunakan untuk menganalisis jaringan kerja proyek.

## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Umum**

Pada Sub Bab IV akan dibahas mengenai hasil pengumpulan data pada proyek yang dijadikan studi kasus pada penelitian ini. Adapun aspek-aspek yang akan dibahas adalah Data Penelitian, Data Metode Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Pembangunan Jalan Preservasi Teluk Dalam - Lolowau.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa ulang waktu penjadwalan proyek dengan menggunakan *Line of Balance (LoB)*. Unsur-unsur yang dibutuhkan untuk membuat *Line of Balance (LoB)* adalah jenis pekerjaan proyek, perkiraan waktu pelaksanaan pekerjaan dan logika ketergantungan kegiatan proyek. Hal ini dilakukan karena pemilihan metode pelaksanaan dan jadwal yang tepat akan sangat mempengaruhi keberhasilan suatu pelaksanaan pembangunan proyek.

Dari data yang didapat dalam bentuk *Time Schedule* pada Proyek Pembangunan Jalan Preservasi Teluk Dalam - Lolowau. Diperoleh bahwa pembangunan proyek tersebut terdiri dari berbagai macam kegiatan/pekerjaan.

#### **4.2. Data Metode Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Jalan**

Proyek preservasi jalan ini berlokasi di Jalan Lintas Teluk Dalam – Lolowau, Sumatera Utara, Proyek Jalan preservasi Teluk Dalam - Lolowau ini memiliki panjang 59 km. Adapun item pekerjaan/divisi dari proyek ini terdiri dari 9 item pekerjaan/divisi utama, yaitu :

- Divisi 1 : Umum
- Divisi 2 : Drainase
- Divisi 3 : Pekerjaan Tanah dan Geosintetik
- Divisi 5 : Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen
- Divisi 6 : Perkerasan Aspal
- Divisi 7 : Struktur
- Divisi 8 : Rehabilitasi Jembatan
- Divisi 9 : Pekerjaan Harian
- Divisi 10 : Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja

Adapun data yang didapatkan adalah berupa *Time Schedule* untuk menyederhanakan tampilan dalam penyajian data, dari data yang didapat tersebut kemudian dibuat kedalam *Bar Charts*.

#### 4.2.1 Beberapa Batasan dan Asumsi yang digunakan

Adapun beberapa batasan dan asumsi yang digunakan yaitu sebagai berikut :

1. Proyek yang digunakan hanya proyek yang berada di Preservasi Jalan Teluk Dalam - Lolowau. Pada tugas akhir ini perencanaan menggunakan metode LoB.
2. Data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data *Time Schedule* dengan memperhatikan hubungan-hubungan kerja dari aktivitas – aktivitas.
3. Tidak memperhitungkan jumlah pekerja dan analisis biaya.
4. Aktivitas–aktivitas berulang dari proyek dikelompokkan dalam 9 divisi pekerjaan.macam aktivitas. Durasi dari tiap aktivitas yang dipakai pada

penjadwalan ini adalah durasi setiap aktivitas pada *time schedule*.

### **4.3 Hubungan Kerja Dari Aktivitas – aktivitas**

Hubungan kerja dari aktivitas –aktivitas yang berulang dibuat berdasarkan hubungan antar aktivitas yang sesuai dengan logika pengerjaan dan waktu pengerjaan dari data *Time Schedule* Tabel 4. 1 ; hal - 43).

Pada Tabel 4.3 ; hal - 47 dapat dilihat jika tiap komponen kegiatan dibuat ke dalam grafik LoB maka akan terlalu sulit dan rumit. Oleh karena itu, tiap komponen kegiatan tersebut akan kita kelompokkan menjadi beberapa kegiatan dengan durasi yang tetap dan sesuai dengan time schedule yang diberikan oleh proyek tersebut.

**Tabel 4.1 : Uraian Pekerjaan Pada Time Schedule**

NO. DIVISI	URAIAN PEKERJAAN	HARGA SATUAN (RP)	HARGA SATUAN (RP)	JUMLAH HARGA (RP)	BOBOT (%)	DURASI (MINGGU)
<b>A</b>	<b>DIVISI 1. UMUM</b>					
1	Mobilisasi	Rp 322.785.000,00	1 LS	Rp 322.785.000,00	2,35	3
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Rp 94.780.000,00	1 LS	Rp 94.780.000,00	0,69	38
3	Pengujian pH	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
4	Pengujian Oksigen Terlarut (DO)	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
5	Pengujian Zat Padat Terlarut (TDS)	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
6	Pengujian Zat Padat Tersuspensi (TSS)	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
7	Pengujian Biological Oxygen Demand (BOD)	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
8	Pengujian Chemical Oxygen Demand (COD)	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
9	Pengujian Coliform	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
10	Pengujian E.Coli	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
11	Pengujian Destruksi Cu, Pb, Cd, Ni, Fe, Zn, Ag, Co, Mn.	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
12	Pengujian Temperatur (Suhu)	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
13	Pengujian Vibrasi Lingkungan untuk Kenyamanan dan Kesehatan	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
14	Pengujian tingkat getaran kendaraan bermotor	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
15	Pengujian Parameter Kebisingan dan/atau Getaran lainnya: .....	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
16	Pengujian NOx	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
17	Pengujian Sulfurdioksida (SO2)	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
18	Pengujian Karbondioksida (CO2)	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
19	Pengujian Hidro Carbon (HC)-CH4	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
20	Pengujian Total Partikulat (TSP) - Debu	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
21	Pengujian Timah Hitam (Pb)	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
22	Pengujian Parameter Udara Emisi dan Ambien lainnya: .....	Rp 500.000,00	3 Bh	Rp 1.500.000,00	0,01	3
23	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Rp 144.930.000,00	1 LS	Rp 144.930.000,00	1,06	38
24	Manajemen Mutu	Rp 102.163.500,00	1 LS	Rp 102.163.500,00	0,74	37
<b>JUMLAH HARGA DIVISI I</b>				<b>Rp 694.658.500,00</b>	<b>5,06</b>	
<b>B</b>	<b>DIVISI 2. DRAINASE</b>					
25	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	Rp 45.835,00	240 M3	Rp 11.000.400,00	0,08	3
26	Pasangan Batu dengan Mortar	Rp 1.026.545,00	74 M3	Rp 75.964.330,00	0,55	2
<b>JUMLAH HARGA DIVISI II</b>				<b>Rp 86.964.730,00</b>	<b>0,63</b>	
<b>C</b>	<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK</b>					
27	Galian Biasa	Rp 45.603,00	20,16 M3	Rp 919.356,48	0,01	2
28	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Machine	Rp 472.365,00	66,5 M3	Rp 31.412.272,50	0,23	4
<b>JUMLAH HARGA DIVISI III</b>				<b>Rp 32.331.628,98</b>	<b>0,24</b>	

<b>D</b>	<b>DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN</b>					
29	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	Rp 710.025,00	1063,2 M3	Rp 754.898.580,00	5,50	5
<b>JUMLAH HARGA DIVISI V</b>				<b>Rp 754.898.580,00</b>	<b>5,50</b>	
<b>E</b>	<b>DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL</b>					
30	Lapis Perekat - Aspal Emulsi	Rp 11.348,00	14550 Liter	Rp 165.113.400,00	1,20	14
31	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Rp 1.813.651,00	5496 Ton	Rp9.967.825.896,00	72,66	14
32	Bahan anti pengelupasan	Rp 55.000,00	850,36 Kg	Rp 46.769.800,00	0,34	14
<b>JUMLAH HARGA DIVISI VI</b>				<b>Rp 10.179.709.096,00</b>	<b>74,20</b>	
<b>F</b>	<b>DIVISI 7. STRUKTUR</b>					
33	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	Rp 27.912,24	25,4 Kg	Rp 708.970,90	0,01	0
34	Penyediaan Baja Struktur Grade 250 (Kuat Leleh 250 MPa)	Rp 39.541,45	92,28 Kg	Rp 3.648.885,01	0,03	0
35	Pasangan Batu	Rp 1.011.519,00	1,08 M3	Rp 1.092.440,52	0,01	4
36	Bronjong dengan kawat yang dilapisi galvanis	Rp 952.411,17	70 M3	Rp 66.668.781,90	0,49	8
37	Pembongkaran Pasangan Batu	Rp 224.134,00	4,32 M3	Rp 968.258,88	0,01	2
38	Pembongkaran Beton	Rp 306.870,00	0,27 M3	Rp 82.854,90	0,00	1
<b>JUMLAH HARGA DIVISI VII</b>				<b>Rp 73.170.192,10</b>	<b>0,53</b>	
<b>G</b>	<b>DIVISI 8. REHABILITASI JEMBATAN</b>					
39	Cairan Perekat (Epoksi Resin)	Rp 678.844	2,19 Kg	Rp 1.486.668,51	0,01	4
40	Bahan Penutup (Sealant)	Rp 423.633	5,36 Kg	Rp 2.270.675,47	0,02	5
41	Tabung Penyuntik, penyediaan	Rp 180.200	57 Bh	Rp 10.271.400,00	0,07	5
42	Tabung Penyuntik, penggunaan	Rp 259.720	57 Bh	Rp 14.804.011,77	0,11	7
43	Penambalan (Patching)	Rp 2.963.810	1,6 M3	Rp 4.742.095,31	0,03	4
44	Perbaikan dengan Cara Grauting	Rp 3.307.947	0,3 M3	Rp 992.384,12	0,01	2
45	Penggantian Pipa Penyalur, Pipa Cucuran Baja, Diameter 150 mm	Rp 180.877	7,2 M1	Rp 1.302.314,40	0,01	2
<b>JUMLAH HARGA DIVISI VIII</b>				<b>Rp 35.869.549,58</b>	<b>0,26</b>	
<b>H</b>	<b>DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN</b>					
46	Mandor	Rp 18.333,00	5 Jam	Rp 91.665,00	0,00	7
47	Pekerja Biasa	Rp 14.876,00	10 Jam	Rp 148.760,00	0,00	7
48	Dump Truck, kapasitas 3 - 4 m <sup>3</sup>	Rp 367.604,00	10 Jam	Rp 3.676.040,00	0,03	7
49	Motor Grader min 100 PK	Rp 707.637,00	10 Jam	Rp 7.076.370,00	0,05	7
50	Alat Penggali (Excavator) 80 - 140 PK	Rp 788.412,00	10 Jam	Rp 7.884.120,00	0,06	7
51	Marka Jalan Termoplastik	Rp 228.541,00	2499,6 M2	Rp 571.261.083,60	4,16	4
52	Rambu Jalan Tunggal dengan Permukaan Pemantul Engineering Grade	Rp 765.397,17	5 Bh	Rp 3.826.985,85	0,03	2



JUMLAH HARGA DIVISI IX				Rp 593.965.024,45	4,33	
I	<b>DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN KINERJA</b>					
53	Galian pada Saluran Air atau Lereng untuk Pemeliharaan	Rp 45.835,00	240 M3	Rp 11.000.400,00	0,08	15
54	Perbaikan Pasangan Batu Mortar	Rp 1.016.870,00	20 M3	Rp 20.337.400,00	0,15	4
55	Perbaikan Lapis Fondasi Agregat Kelas A	Rp 904.708,00	120 M3	Rp 108.564.960,00	0,79	4
56	Perbaikan Campuran Aspal Panas	Rp 3.718.704,00	39,48 M3	Rp 146.814.433,92	1,07	3
57	Pembersihan Drainase	Rp 9.176,00	20406 M1	Rp 187.245.456,00	1,36	36
58	Pengendalian Tanaman	Rp 1.014,00	36812 8 M2	Rp 373.281.792,00	2,72	36
59	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Matuhu Bentang 12.6 M	Rp 14.553.000,00	1 LS	Rp 14.553.000,00	0,11	16
60	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Ekholo Bentang 30.9 M	Rp 35.689.500,00	1 LS	Rp 35.689.500,00	0,26	16
61	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano O'ou Bentang 187.9 M	Rp 217.024.500,00	1 LS	Rp 217.024.500,00	1,58	16
62	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Tugala Bentang 12.7 M	Rp 1.963.500,00	1 LS	Rp 1.963.500,00	0,01	16
63	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Muale Bentang 20.6 M	Rp 23.793.000,00	1 LS	Rp 23.793.000,00	0,17	16
64	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Selema Bentang 10.3 M	Rp 11.896.500,00	1 LS	Rp 11.896.500,00	0,09	16
65	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Taname Bentang 12.6 M	Rp 14.553.000,00	1 LS	Rp 14.553.000,00	0,11	15
66	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Fanuwu Bentang 12.7 M	Rp 14.668.500,00	1 LS	Rp 14.668.500,00	0,11	15
67	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Melaizimbo Bentang 13.1 M	Rp 15.130.500,00	1 LS	Rp 15.130.500,00	0,11	15
68	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Enou Bentang 13.1 M	Rp 15.130.500,00	1 LS	Rp 15.130.500,00	0,11	15
69	Pemeliharaan Kinerja Jembatan Idano Eho Bentang 48.6 M	Rp 56.133.000,00	1 LS	Rp 56.133.000,00	0,41	15
<b>JUMLAH HARGA DIVISI X</b>				<b>Rp1.267.779.941,92</b>	<b>9,24</b>	
<b>A</b>	<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>	<b>Rp 13.719.347.243,03</b>	<b>100,00</b>			
<b>B</b>	<b>Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x A</b>	<b>Rp 1.371.934.724,30</b>				
<b>C</b>	<b>Total Harga + PPN = A + B</b>	<b>Rp 15.091.281.967,00</b>				

Sumber : Analisa Perhitungan, 2020





#### 4.3.1 Analisa Kegiatan

Dari Tabel 4.1 yang diberikan oleh PT. Rius Sejahtera Raya pada Proyek Pembangunan Jalan Preservasi Teluk Dalam – Lolowau Terdapat 9 jenis pekerjaan/devisi. Sebelum membuat diagram *Line of Balance (LoB)*, pada awalnya harus membuat hubungan atau urutan kegiatan dari setiap masing-masing komponen pekerjaan. Pada Tabel 4.4 dijelaskan uraian pekerjaan yang terlalu kompleks sehingga akan sulit untuk dibuat hubungan logika ketergantungan antar komponen kegiatan. Pada tugas akhir ini, uraian kegiatan akan dikelompokkan menjadi 9 komponen jenis kegiatan.

Tabel 4.4 : Uraian Divisi dan Durasi Pekerjaan

NO DIVISI	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp)	DURASI (MINGGU)	BOBOT (%)	KEGIATAN
1	DIVISI 1. UMUM	Rp 694.658.500	40	5,063	A1
2	DIVISI 2. DRAINASE	Rp 86.964.730	4	0,634	B1
3	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	Rp 32.331.629	6	0,236	C1
4	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON	Rp 754.898.580	5	5,502	D1
5	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	Rp 10.179.709.096	14	74,200	E1
6	DIVISI 7. STRUKTUR	Rp 73.170.192	13	0,533	F1
7	DIVISI 8. REHABILITASI JEMBATAN	Rp 35.869.550	13	0,261	G1
8	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	Rp 593.965.024	12	4,329	H1
9	DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN KINERJA	Rp 1.267.779.942	39	9,241	I1
A	Jumlah Harga Pekerjaan	Rp 13.719.347.243	Bobot Pek. (%)	100,00	
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x A	Rp 1.371.934.724			
C	Total Harga + PPN = A + B	Rp 15.091.281.967			

Sumber : Analisa Perhitungan, 2020

#### 4.4 Uraian dan Durasi Pekerjaan (*Work Break Down*)

Dari *WBD* yang ada, dibuat diagram balok/*Barchart* sebelum Penggabungan beberapa kegiatan Tabel 4.5 yang kemudian ditransfer menjadi grafik *LoB* Table 4.6. Setelah ditransfer, kegiatan yang terjadi dapat dianalisa sehingga terlihat terjadinya beberapa konflik yang mustahil terjadi jika menggunakan metode *LoB* Table 4.8. Dari analisa yang didapat maka beberapa kegiatan yang saling berhubungan dapat digabungkan menjadi satu berdasarkan hubungan logika ketergantungan.





- a) kegiatan A1 yaitu pekerjaan divisi umum yang terdiri dari 24 kegiatan yang memerlukan durasi 40 minggu, kegiatan E1 dan kegiatan H1 akan digabungkan dengan kegiatan pekerjaan A1, sehingga memerlukan durasi pekerjaan 16 minggu.
- b) Pada kegiatan B1 yaitu pekerjaan divisi drainase yang terdiri dari 2 kegiatan yang memerlukan durasi 4 minggu, kegiatan A1 akan digabungkan dengan kegiatan pekerjaan B1, sehingga memerlukan durasi pekerjaan 4 minggu.
- c) Pada kegiatan C1 yaitu pekerjaan divisi pekerjaan tanah dan geosintetik yang terdiri dari 2 kegiatan yang memerlukan durasi 6 minggu, kegiatan A1 akan digabungkan dengan kegiatan pekerjaan C1, sehingga memerlukan durasi pekerjaan 4 minggu.
- d) Pada kegiatan D1 yaitu pekerjaan divisi pekerjaan berbutir dan perkerasan beton semen yang terdiri dari 1 kegiatan yang memerlukan durasi 5 minggu, kegiatan A1 akan digabungkan dengan kegiatan pekerjaan D1, sehingga memerlukan durasi pekerjaan 4 minggu.
- e) Pada kegiatan F1 yaitu pekerjaan divisi pekerjaan struktur yang terdiri dari 6 kegiatan yang memerlukan durasi 13 minggu, kegiatan A1 akan digabungkan dengan kegiatan pekerjaan F1, sehingga memerlukan durasi pekerjaan 4 minggu.
- f) Pada kegiatan G1 yaitu pekerjaan divisi pekerjaan rehabilitas jembatan dari 7 kegiatan yang memerlukan durasi 13 minggu, kegiatan I1 dan kegiatan A1

akan digabungkan dengan kegiatan pekerjaan G1, sehingga memerlukan durasi pekerjaan 8 minggu.

Tabel 4.9 : Uraian dan Durasi Pekerjaan Stelah Penggabungan Beberapa Kegiatan Berdasarkan Hubungan Logika Ketergantungan

NO DIVISI	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (RP)	DURASI (MINGGU)	BOBOT (%)	KEGIATAN
1	DIVISI 1. UMUM & DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL & DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	Rp 11.051.537.520	16	80,554	A1&E1&H1
2	DIVISI 2. DRAINASE & DIVISI 1. DIVISI UMUM	Rp 156.430.580	4	1,140	B1&A1
3	DIVISI 3 PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK & DIVISI 1. UMUM	Rp 101.797.479	4	0,742	C1&A1
4	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN & DIVISI 1. UMUM	Rp 824.364.430	4	6,009	D1&A1
5	DIVISI 7. STRUKTUR & DIVISI 1. UMUM	Rp 142.636.042	4	1,040	F1&A1
6	DIVISI 8. REHABILIASI JEMBATAN & DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN KINERJA & DIVISI 1. UMUM	Rp 1.442.581.192	8	10,515	GI&I1&A1
A	Jumlah Harga Pekerjaan	Rp 13.719.347.243	Bobot Pek. (%)	100,00	
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x A	Rp 1.371.934.724			
C	Total Harga + PPN = A + B	Rp 15.091.281.967			

Sumber : Analisa Perhitungan, 2020

Dari penggabungan yang telah dilakukan maka didapat 6 kegiatan/divisi pekerjaan yang berulang. Dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 setelah mengalami penggabungan beberapa kegiatan, *barchart* yang dibuat dapat langsung ditransfer ke dalam grafik *LoB* dan kemudian di analisa konflik yang terjadi (dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13).





Tabel 4.12 : *Barchart* Analisa Konflik Yang Terjadi Setelah Penggabungan Beberapa Kegiatan

NO. DIVISI	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (RP)	DURASI (MINGGU)	BOBOT PEK. (%)	JANGKA WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN = 280 HARI KALENDER																																																	
					BULAN I					BULAN II					BULAN III					BULAN IV					BULAN V					BULAN VI					BULAN VII					BULAN VIII					BULAN IX					BULAN X				
					MINGGU																																																	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40										
1	DIVISI 1. UMUM & DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL & DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN		16	80,55	[Red bars]																																																	
2	DIVISI 2. DRAINASE & DIVISI 1. DIVISI UMUM		4	1,14											[Yellow bars]																																							
3	DIVISI 3 PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK & DIVISI 1. UMUM		4	0,74	[Yellow bars]																																																	
4	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN & DIVISI 1. UMUM		4	6,01																																		[Green bars]																
5	DIVISI 7. STRUKTUR & DIVISI 1. UMUM		4	1,04	[Green bars]																																																	
6	DIVISI 8. REHABILITASI JEMBATAN & DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN KINERJA & DIVISI 1. UMUM		8	10,51	[Blue bars]				[Blue bars]																																													
				100,00	MINGGU																																																	
					BULAN I					BULAN II					BULAN III					BULAN IV					BULAN V					BULAN VI					BULAN VII					BULAN VIII					BULAN IX					BULAN X				

Sumber : Analisa Perhitungan, 2020

Tabel 4.13 : *Line of Balance ( LoB )* Analisa Konflik Yang Terjadi Setelah Penggabungan Beberapa Kegiatan

NO. DIVISI	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (MINGGU)	BOBOT PEK. (%)	JANGKA WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN = 280 HARI KALENDER																																																	
				BULAN I					BULAN II					BULAN III					BULAN IV					BULAN V					BULAN VI					BULAN VII					BULAN VIII					BULAN IX					BULAN X				
				MINGGU																																																	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40										
1	DIVISI 1. UMUM & DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL & DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	16	83,59	[Line of Balance chart with diagonal lines and conflict labels]																																																	
2	DIVISI 2. DRAINASE & DIVISI 1. DIVISI UMUM	4	0,63	[Line of Balance chart with diagonal lines and conflict labels]																																																	
3	DIVISI 3 PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK & DIVISI 1. UMUM	4	0,24	[Line of Balance chart with diagonal lines and conflict labels]																																																	
4	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN & DIVISI 1. UMUM	4	5,50	[Line of Balance chart with diagonal lines and conflict labels]																																																	
5	DIVISI 7. STRUKTUR & DIVISI 1. UMUM	4	0,53	[Line of Balance chart with diagonal lines and conflict labels]																																																	
6	DIVISI 8. REHABILITASI JEMBATAN & DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN KINERJA & DIVISI 1. UMUM	8	9,50	[Line of Balance chart with diagonal lines and conflict labels]																																																	
			100,00	MINGGU																																																	
				BULAN I					BULAN II					BULAN III					BULAN IV					BULAN V					BULAN VI					BULAN VII					BULAN VIII					BULAN IX					BULAN X				

Sumber : Analisa Perhitungan, 2020

Dari analisa konflik, ada beberapa kegiatan/divisi pekerjaan yang saling tabrakan, yaitu :

- a) Kegiatan/divisi pekerjaan Divisi. 1. Umum & Divisi 6. Perkerasan Aspal & Divisi 9. Pekerjaan Harian dengan kegiatan/divisi Divisi 7. Struktur & Divisi. 1. Umum
- b) Kegiatan/divisi pekerjaan Divisi 8. Rehabilitasi Jembatan & Divisi. 10. Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja & Divisi 1. Umum dengan kegiatan/divisi Divisi. 1. Umum & Divisi 6. Perkerasan Aspal & Divisi 9. Pekerjaan Harian.
- c) Kegiatan/divisi pekerjaan Divisi 2. Drainase & Divisi 1. Umum dengan kegiatan/divisi Kegiatan/divisi pekerjaan Divisi. 1. Umum & Divisi 6. Perkerasan Aspal & Divisi 9. Pekerjaan Harian.

Konflik yang terjadi dikarenakan data *Time Schedule* yang diberikan oleh proyek tersebut tidak efisien sehingga dalam penulisan tugas akhir ini penjadwalan proyek akan dibuat seefisien mungkin. Dengan adanya konflik yang terjadi karena penggabungan beberapa jenis kegiatan maka perlu diberikan penyangga (*Buffer*) untuk beberapa kegiatan (dapat dilihat pada Tabel 4.15)

Table 4.14 : Pemberian *Buffer Time* Kegiatan Dari Awal Hingga Tidak Terjadi Konflik

NO DIVISI	URAIAN PEKERJAAN	KEGIATAN	
		Awal	Akhir
		Minggu Ke-	Minggu Ke-
1	DIVISI 1. UMUM & DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL & DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	Tetap	
2	DIVISI 2. DRAINASE & DIVISI 1. DIVISI UMUM	10	17
3	DIVISI 3 PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK & DIVISI 1. UMUM	3	21
4	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN & DIVISI 1. UMUM	35	25
5	DIVISI 7. STRUKTUR & DIVISI 1. UMUM	2	29
6	DIVISI 8. REHABILIASI JEMBATAN & DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN KINERJA & DIVISI 1. UMUM	3	33

Sumber : Anlisa Perhitungan, 2020

Berikut beberapa kegiatan/divisi pekerjaan yang mengalami akibat adanya pemberian *buffer time*, yaitu

- a) Divisi/pekerjaan kegiatan Divisi 2. Drainase & Divisi 1. Umum yang pada awalnya dilaksanakan pada minggu ke-10, digeser dan diberi waktu penyangga (*buffer time*), sehingga pekerjaan Divisi 2. Drainase & Divisi 1. Umum dilaksanakan pada minggu ke-17.
- b) Divisi/pekerjaan kegiatan Divisi 3. Pekerjaan Tanah dan Geosintetik & Divisi 1. Umum yang pada awalnya dilaksanakan pada minggu ke-3, digeser dan diberi waktu penyangga (*buffer time*), sehingga pekerjaan Divisi 3. Pekerjaan Tanah dan Geosintetik & Divisi 1. Umum dilaksanakan pada minggu ke-21.
- c) Divisi/pekerjaan kegiatan Divisi 5. Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen & Divisi 1. Umum yang pada awalnya dilaksanakan pada minggu ke-35, digeser dan diberi waktu penyangga (*buffer time*), sehingga pekerjaan

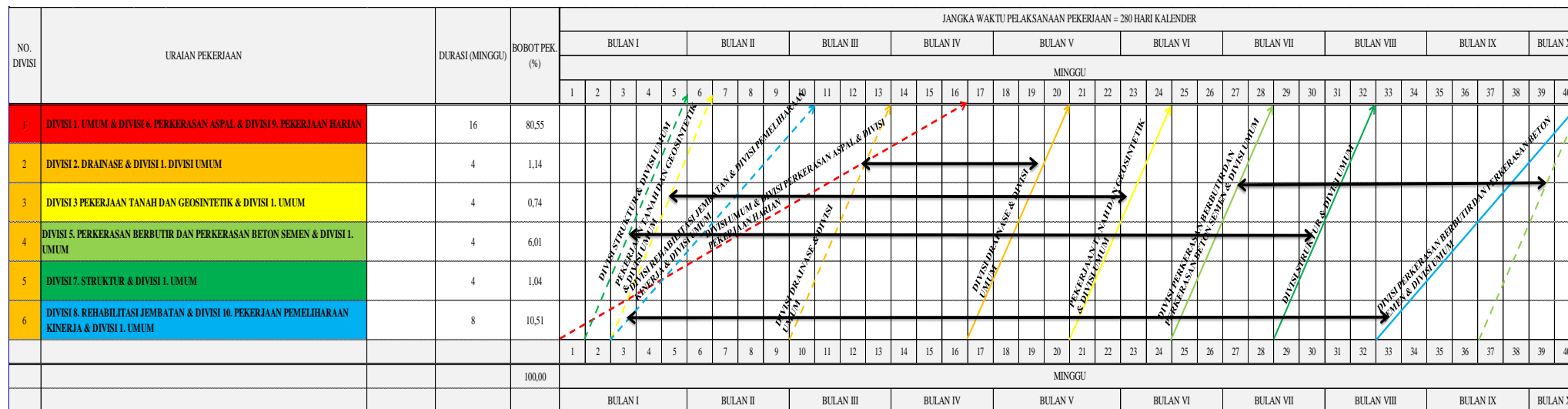
Divisi 5. Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen & Divisi 1. Umum dilaksanakan pada minggu ke-25.

- d) Divisi/pekerjaan kegiatan Divisi 7. Struktur & Divisi 1. Umum yang pada awalnya dilaksanakan pada minggu ke-35, digeser dan diberi waktu penyangga (*buffer time*), sehingga pekerjaan Divisi 7. Struktur & Divisi 1. Umum dilaksanakan pada minggu ke-25.
- e) Divisi/pekerjaan kegiatan Divisi 8. Rehabilitasi Jembatan & Divisi. 10. Pekerjaan Pemeliharaan KInerja & Divisi 1. Umum yang pada awalnya dilaksanakan pada minggu ke-3, digeser dan diberi waktu penyangga (*buffer time*), sehingga pekerjaan Divisi 8. Rehabilitasi Jembatan & Divisi. 10. Pekerjaan Pemeliharaan KInerja & Divisi 1. Umum dilaksanakan pada minggu ke-33.

Adanya pemberian waktu penyangga (*buffer time*) dikarenakan adanya pekerjaan yang mengalami konflik yang mustahil terjadi. Misalnya kegiatan pekerjaan/divisi drainase tidak mungkin dilakukan apabila pekerjaan pendahulunya yaitu pekerjaan/divisi umum belum selesai dikerjakan.

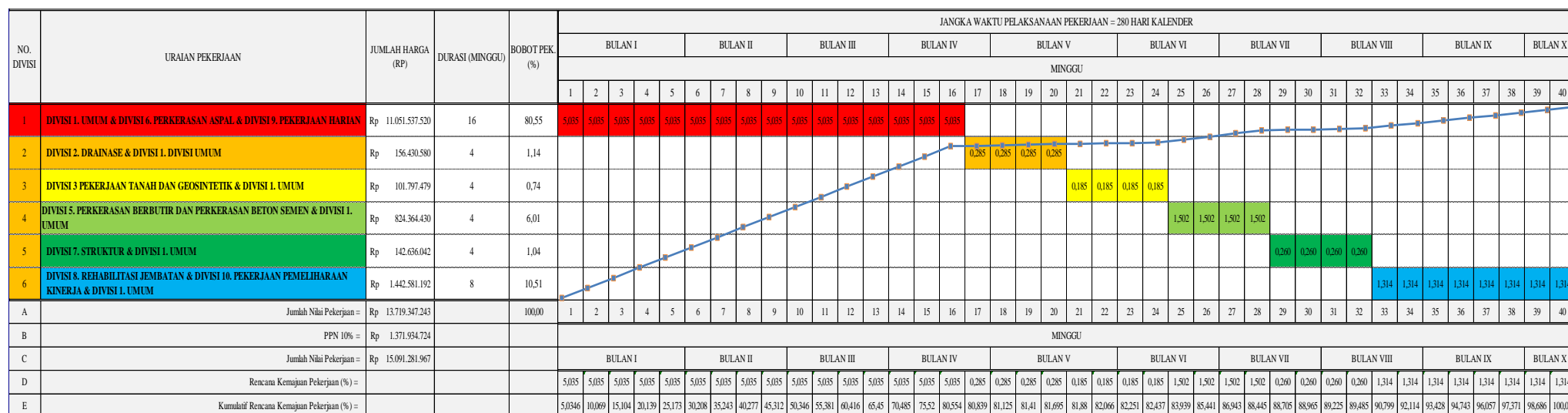
Kemudian dibuat diagram balok (*Barchart*) mengikuti *time schedule* yang diberikan oleh proyek yang menjadi studi kasus Tabel 4.16. Setelah membuat diagram balok (*Barchart*) dari 6 komponen kegiatan, maka dapat dilakukan transfer dari diagram balok ke kurva – s Tabel 4.17 dan grafik *LoB* dengan menarik garis linear dari tiap komponen kegiatan tersebut berdasarkan durasi kegiatan yang ada pada *time schedule* Tabel 4.18.

Tabel 4.15 : Buffer Time Penggabungan Beberapa Kegiatan



Sumber : Analisa Perhitungan, 2020

Tabel 4.16 : Barchart Setelah Pemberian Buffer Time Berdasarkan Hubungan Logika Ketergantungan



Sumber : Analisa Perhitungan, 2020



## 4.5 Pembahasan

### 4.5.1 kelebihan dan kelemahan metode keseimbangan *Line of Balance*

Adapun beberapa kelebihan *Line of Balance*

1. Memberikan informasi tentang tingkat produktifitas suatu pekerjaan.  
Hal ini dapat membantu memonitor kemajuan beberapa kegiatan tertentu yang beradadalam suatu penjadwalan keseluruhan proyek;
2. Menyajikan informasi durasi dalam bentuk format grafik yang lebih mudah. Penjadwalan ini memberikan informasi berapa lama suatu pekerjaan berlangsung sampai dengan selesai dalam bentuk berupa grafik sehingga lebih mudah dipahami;
3. Menunjukkan dengan sekilas apa yang salah pada kemajuan kegiatan;
4. Mengestimasi kejadian atau gangguan yang akan datang;
5. Memonitor pengalokasian sumber daya karena tidak adanya tumpang tindih antara masing-masing kegiatan sehingga pekerjaan akan semakin lebih optimal.

Adapun beberapa kekurangan *Line of Balance*

1. Lebih efektif jika digunakan untuk proyek berskala besar , karena tenaga kerja yang digunakan memiliki keahlian khusus sesuai jenis pekerjaan;
2. Memerlukan biaya pendahuluan yang lebih besar karena pekerjaan yang dilakukan per minggunya akan semakin meningkat;
3. Metode ini hanya bisa diaplikasikan untuk proyek yang memiliki kegiatan berulang (*repetitive*), serupa, atau sama.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari analisa yang dilakukan dan hasil evaluasi ulang pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Preservasi Teluk Dalam - Lolowau yang mencakup waktu pelaksanaan di lapangan dengan menggunakan metode keseimbangan garis (*Line of Balance*) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penerapan Metode *line of balance* mampu merencanakan perencanaan penjadwalan, dengan Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis penjadwalan yang menggunakan metode keseimbangan garis (*Line of Balance*) yaitu membagi kegiatan-kegiatan ke dalam beberapa komponen besar (*Work Breakdown Structure*). Lalu transfer *barchart* ke diagram *LoB* kemudian dilakukan analisis konflik yang terjadi pada diagram *LoB* tersebut. Setelah menganalisis konflik yang terjadi, beberapa kegiatan harus diberikan *buffer time* untuk menghindari terjadinya konflik.
2. *LoB* mampu menyajikan tingkat produktifitas 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, *LoB* memiliki kekurangan yaitu metode ini menyebabkan peningkatan biaya akibat adanya peningkatan kegiatan tiap minggunya.
3. Waktu total yang diperlukan menyelesaikan proyek tersebut adalah 40 minggu, dengan menggunakan metode keseimbangan garis (*Line of Balance*).

## 5.2 Saran

Dari hasil analisis metode keseimbangan garis (*Line of Balance*) untuk studi kasus Jalan Preservasi Teluk Dalam - Lolowau dihasilkan beberapa kesimpulan. Namun, hasil ini belum cukup dan masih memungkinkan untuk dilakukan analisis lebih jauh lagi untuk mendapatkan hasil yang memuaskan mengenai pengoptimalan sumber daya pada kegiatan-kegiatan tertentu dalam suatu proyek. Pada umumnya, konsep keseimbangan garis ini hanya dapat dilakukan untuk proyek-proyek besar yang memiliki kegiatan serupa atau sama persis karena tenaga kerja yang digunakan harus memiliki keahlian masing masing sesuai dengan jenis pekerjaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arditi, D., dan Patel B.,K. 2002 *Impact Analysis of Owner Directed Acceleration Jurnal of onstruction Engineering and Management ASCE. Vol, 155. NO. 1. Hal: 144-157.*
- Arifudin, dkk. 2014. *Analisis Alogaritma Branch and Bound Untuk Menyelesaikan Masalah Penjadwalan Proyek Pembangunan Mega Tower, Unnes Journal Of Mathematics. Vol 3, No 1.*
- Clifford, F.Gray dan Erik W.Larson. 2007. *Manajemen Proyek: Proses Manajerial, Edisi Ketiga.* Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Faisol. 2010. *Mata Kuliah Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek,* Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Hegazy, T. Wassef. N. 2001. *Cost Optimization in Projects with Repetitive.*
- Nonserial Activities. *Volume 127. Issue 3. Journal of Construction Engineering and Management, Canada.*
- Hinze. 2008. *Construction Planning Scheduling Pearson.*
- Hussen. 2011. *Manajemen Proyek,* Penerbit: Andi Yogyakarta.
- Kenley, S. 2009. *Location Based Management for Construction,* Amazon.
- Kerzner. 2006. *Panduan Aplikasi Proyek Kontruksi,* Yudhistin, Jakarta.
- Prasetyo. 2017. *Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan dengan Line of Balance,* Tesis, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

## LAMPIRAN



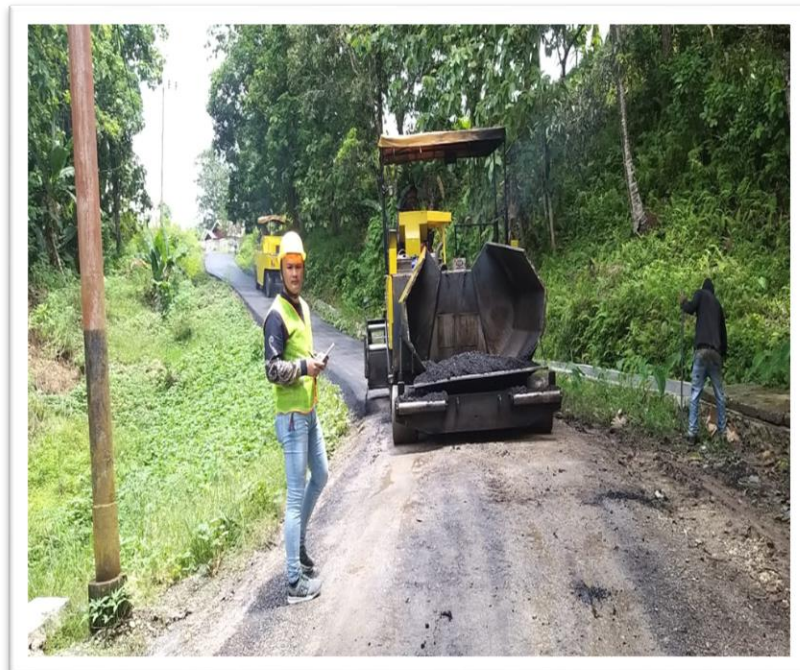
Gambar 1 : Pembongkaran Material Aspal Dari *Dump Truck* – *Finisher*



Gambar 2 : Material Aspal Sebelum Pelaksanaan Penghamparan Dilokasi



Gambar 3 : Penghamparan Material Aspal Dilokasi Kerja



Gambar 4 : Menunggu Material Aspal Dari Aspal *Mixer Plan (Amp)*



Gambar 5 : Konsultasi Kepada Pihak Kontraktor Dilokasi Kerja



Gambar 6 : Hasil Akhir Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Aspal



Gambar 7 : Perkerasan Aspal STA. 86 + 250 Progres Pengerjaan 50%



Gambar 8 : Perkerasan Aspal STA. 86 + 500 Progres Pengerjaan 100%

