

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen dan Perencanaan Proyek

Bagi Soeharto (1999, h.2) : Aktivitas proyek bisa dimaksud selaku satu aktivitas yang sedang serta berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber energi tertentu serta dimaksudkan untuk menciptakan produk ataupun *deliverable* berdasarkan kriteria kualitas yang sudah digariskan dengan jelas.

Bagi Husen (2009: 4), Proyek merupakan gabungan dari sumber- sumber energi terdiri manusia, material, perlengkapan, serta modal/ bayaran setelah itu dikumpulkan dalam sesuatu wadah organisasi untuk menggapai target dan tujuan.

Bagi Dipohusodo (1996: 69), proyek konstruksi merupakan aktivitas yang erat kaitannya dengan usaha membangun sesuatu bangunan infrastruktur, dimana didalamnya secara universal mencakup pekerjaan pokok yang terkategori dalam bidang metode sipil serta arsitektur.

Menurut Ervianto (2005:14), *Project* konstruksi dapat dikelompokkan kedalam dua jenis kelompok pembangunan, yaitu:

- a) Pembangunan gedung berupa bangunan rumah, kantor, pabrik dan lain-lain. Karakteristik dari kelompok bangunan ini yaitu:
 - 1) Pekerjaan konstruksi menghasilkan bangunan sebagai tempat orang untuk bekerja ataupun tinggal.
 - 2) Pelaksanaan pekerjaan dilakukan pada area atau tempat yang relatif sempit dan kondisi dari pondasi secara umum sudah diketahui.
 - 3) Membutuhkan manajemen kegiatan, terutama untuk *check progress* pekerjaan.
- b) Pembangunan sipil yang memiliki nilai fungsi umum atau publik seperti jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Karakteristik dari pembangunan kelompok ini yaitu :

- 1) Pengadaan kegiatan kontruksi dilakukan bertujuan untuk mengendalikan alam agar mampu memiliki nilai fungsi dan guna bagi kepentingan manusia.
- 2) Kegiatan pekerjaan dilakukan pada area yang lebih luas maupun panjang serta keadaan dan kondisi pondasi berbeda satu sama lain dalam suatu proyek.
- 3) Membutuhkan manajemen yang mampu memecahkan masalah dengan solusi tertentu.

Pengelompokan kedua kelompok bangunan diatas pada dasarnya saling tumpang tindih, tetapi secara umum Perencanaan dan pelaksanaannya memiliki nilai disiplin yang berbeda secara ilmu.

Sebaliknya Manajemen ialah proses terpadu dimana individu- individu selaku bagian dari organisasi dilibatkan dengan tujuan memelihara, meningkatkan, mengatur, serta melaksanakan program-program serta kesemuanya itu ditunjukan pada target berdasarkan ketetapan tertentu serta berlangsung terus menerus bersamaan dengan berjalannya waktu(Dipohusodo, 1996: 2).

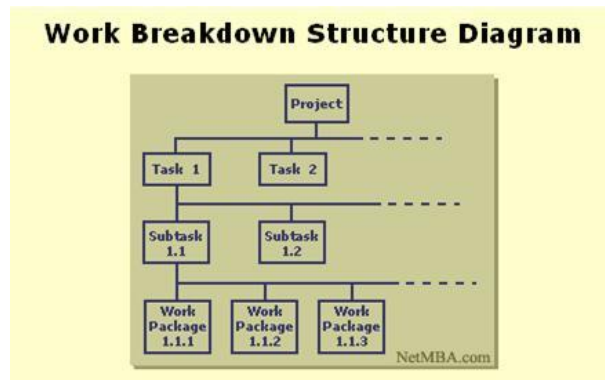
Jadi berdasarkan pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa Manajemen Proyek merupakan pengaturan program-program terpadu yang didalamnya terdapat manusia, material, peralatan, dan modal untuk kemudian dihimpun dan dialokasikan untuk mencapai tujuan dalam jangka waktu yang telah ditentukan.

Menurut Soeharto (1997), Perencanaan merupakan sesuatu proses yang berupaya meletakkan dasar tujuan serta target tercantum, mempersiapkan seluruh sumber energi untuk mencapainya. Perencanaan membagikan pegangan untuk penerapan terkait alokasi sumber energi dalam melakukan aktivitas.

2.1.1 *Work Breakdown Structure*

Work Breakdown Structure (WBS) adalah muatan dasar perencanaan, pelaksanaan, dan pengelolaan suatu proyek dalam bentuk struktur garis besar hierarki. Penyusunan WBS dilakukan dengan cara *Top Down* yaitu kegiatan

umum dipecah menjadi kegiatan-kegiatan khusus sehingga membentuk diagram pohon (*tree structure diagram*)



Gambar 2.1 Diagram *Work Breakdown Structure*

(Sumber : www.blogteknisi.com)

Menurut Husen (2009:97), faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan WBS secara umum disusun berdasarkan klasifikasi sebagai berikut:

- Pembagian berdasarkan area/ lokasi yang berbeda
- Pembagian kategori berbeda untuk tenaga kerja, peralatan, dan material
- Pembagian subdivisi pekerjaan didasarkan pada spesifikasi pekerjaan
- Pembagian pihak, seperti kontraktor utama, subkontraktor, dan pemasok

Klasifikasi diatas dapat membantu menentukan tingkatan WBS untuk memudahkan *monitoring* terhadap bagian-bagiannya. Serta menentukan penanggung jawab masing-masing elemen pada setiap tingkatan.

Berikut contoh struktur WBS dalam suatu proyek

- WBS (*Work Breakdown Structure*) Proyek Rumah 2 Lantai
 - 1.1. Lantai 1
 - 1.1.1. Pekerjaan persiapan
 - 1.1.2. Pekerjaan tanah
 - 1.1.3. Pekerjaan pondasi

- 1.1.10. Pekerjaan lantai
- 1.1.11. Pekerjaan sanitasi
- 1.1.12. Pekerjaan instalasi listrik
- 1.1.13. Pekerjaan halaman
- 1.2. Lantai 2
 - 1.2.1. Pekerjaan beton
 - 1.2.2. Pekerjaan dinding
 - 1.2.3. Pekerjaan penggantung
 - 1.2.4. Pekerjaan plafond

2.2 Keterlambatan Proyek

Keterlambatan proyek (*construction delay*) dimaksud sebagai penundaan penyelesaian pekerjaan dimana secara hukum mengaitkan sebagian kondisi yang menimbulkan munculnya klaim. *Contract time* ialah maksimum waktu yang dibutuhkan oleh kontraktor dalam menuntaskan pekerjaan apakah cocok dengan dokumen kontrak ataupun tidak. Dengan penafsiran tersebut maka dirumuskan bahwa keterlambatan proyek mencuat kala kontraktor tidak bisa menuntaskan proyek dengan kecocokan waktu yang tercantum dalam kontrak (*contract time*). Keterlambatan akan menimbulkan kerugian bagi pihak terkait terutama pemilik dan kontraktor, karena biasanya disertai dengan konflik waktu dan kebutuhan biaya, serta penyimpangan kualitas penyelesaian proyek (Saleh, 2005)

Menurut Proboyo (1999), Keterlambatan pelaksanaan proyek selalu merugikan baik pemilik maupun kontraktor, karena dapat menimbulkan konflik dan perselisihan yang disebabkan oleh alasan serta persyaratan waktu dan biaya tambahan.

Sedangkan Alifen et al (2000) percaya bahwa penundaan proyek biasanya menjadi sumber perselisihan dan persyaratan antara pemilik dan kontraktor, jadi dari sudut pandang kontraktor dan pemilik proyek, ini akan sangat mahal nilainya

Idealnya, bagi pelaksana, kondisi dalam kegiatan konstruksi harus dijelaskan dengan rinci dalam perjanjian, persyaratan kontrak umum, persyaratan khusus kontrak, spesifikasi teknis, gambar rencana dan daftar kuantitas Semua komponen. Pelaksana konstruksi biasanya mengasumsikan bahwa semua informasi dalam kontrak memenuhi kondisi ideal, tetapi biasanya tidak memenuhi asumsi tersebut selama periode pelaksanaan. Perbedaan kondisi ini dapat meningkatkan biaya pelaksanaan proyek, termasuk biaya yang dibayarkan kepada kontraktor, tergantung kesepakatan yang diatur dalam kontrak. (Soekirno, Wirahadikusumah dan Abduh, 2005).

Kraiem serta Diekman yang dilansir dari Messah, Y. A. et al (2013) melaporkan keterlambatan bisa dipecah kedalam 3 jenis, ialah:

- a) Keterlambatan yang tidak bisa dimaafkan (*Non Excusable Delays*), ialah keterlambatan yang diakibatkan oleh aksi, kelalaian, ataupun kesalahan kontraktor.
- b) Keterlambatan yang bisa dimaafkan (*Excusable Delays*), ialah keterlambatan yang diakibatkan oleh peristiwa-peristiwa diluar kendali baik owner proyek ataupun kontraktor. Pada peristiwa ini, kontraktor memperoleh kompensasi berbentuk perpanjangan waktu saja
- c) Keterlambatan yang layak memperoleh ubah rugi (*Compensable Delays*), Keterlambatan yang disebabkan aksi, kelalaian, ataupun kesalahan owner proyek. Pada peristiwa ini, kontraktor umumnya memperoleh kompensasi berbentuk perpanjangan waktu serta bonus bayaran operasional yang dibutuhkan sepanjang keterlambatan penerapan tersebut.

Dari hasil akhir yang didapat, kita dapat melihat keberhasilan proyek, terlepas dari apakah proyek selesai tepat waktu sesuai dengan desain awal dan yang direncanakan, atau dengan biaya yang telah ditentukan, atau malah sebaliknya, akan ada penundaan daripada pemisahan sesuai rencana dan biaya awal. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa faktor keberhasilan proyek adalah waktu (*Time*), biaya (*cost*) Dan kualitas (*quality*)

2.2.1 Faktor-faktor Keterlambatan Proyek

Untuk mencegahnya terjadi dan atau penundaan proyek selama proses implementasi proyek Konstruksi khususnya, perlu dipelajari dan diperiksa penyebabnya tertundanya suatu kegiatan pekerjaan tersebut.

Bagi Kerzner (1995) terdapat banyak sekali pemicu keterlambatan dalam area manajemen proyek, antara lain: Pekerjaan yang tidak lengkap, pekerjaan yang sudah dilaksanakan kurang baik, komunikasi yang kurang baik, minimnya tanggung jawab serta wewenang yang tidak proporsional, pergantian tanpa uraian langsung, kegagalan dalam pendelegasian, buruknya revisi sistem, serta lain- lain.

Bagi Badiru(1995) ada sebagian *factor* yang butuh dikontrol di dalam proyek, faktor- faktor yang pengaruhi waktu antara lain: keterlambatan suplai, keterlambatan dalam pekerjaan utama, pergantian spesifikasi pelanggan, pergantian bertepatan pada yang cocok, ditaksir waktu yang tidak normal, permasalahan teknis dalam mempergunakan waktu, ikatan *precedence* yang tidak bisa dilaksanakan, peraturan baru yang memerlukan waktu yang diimplementasikan.

Bagi Ahuja (1984) faktor- faktor yang pengaruhi keterlambatan dari segi sumber energi sepanjang penerapan di lapangan antara lain:

- Aspek tenaga kerja:
 - 1) Tingkatan kemampuan pekerja
 - 2) Sikap para pekerja
 - 3) Tingkatan keselamatan pekerja
 - 4) Sikap para pengawas
- Aspek material :
 - 1) Keterlambatan pengiriman material ke posisi
 - 2) Kekurangan material
 - 3) Pencurian material
 - 4) Mutu material

5) Jumlah material yang dikirim tidak tepat

- Aspek perlengkapan:

- 1) Perlengkapan yang telah using
- 2) Perawatan perlengkapan yang kurang
- 3) Kesalahan penempatan perlengkapan
- 4) Perlengkapan yang tidak cocok
- 5) Keterlambatan pengiriman peralatan

Dalam pengaruhnya terhadap penjadwalan, berikut 6 aspek kajian faktor keterlambatan, yakni :

- a) Aspek Perencanaan dan Penjadwalan pekerjaan = 6 jenis penyebab
- b) Aspek Lingkup dan Dokumen Pekerjaan = 8 jenis penyebab.
- c) Aspek sistem Organisasi, Koordinasi dan Komunikasi = 9 jenis penyebab.
- d) Aspek Kesiapan/Penyiapan Sumber Daya = 8 jenis penyebab.
- e) Aspek Sistem Inspeksi, Kontrol dan Evaluasi Pekerjaan = 7 jenis penyebab.
- f) Aspek Lain-lain = 7 jenis penyebab. Matriks hubungan antara ke 45 jenis penyebab keterlambatan, 6 aspek

Tabel 2.1 Aspek Tinjauan Keterlambatan

No.	Tinjauan Aspek dan Sebab Keterlambatan
A.	Aspek Perencanaan & Penjadwalan
1.	Penetapan jadwal proyek yang amat ketat oleh pemilik
2.	Tidak lengkapnya identifikasi jenis pekerjaan yang harus ada
3.	Rencana urutan kerja yang tidak tersusun dengan baik/terpadu
4.	Penentuan durasi waktu kerja yang tidak seksama
5.	Rencana kerja pemilik yang sering berubah-ubah
6.	Metode konstruksi/pelaksanaan kerja yang salah atau tidak tepat

No.	Tinjauan Aspek dan Sebab Keterlambatan
B.	Aspek Lingkungan dan Dokumen Pekerjaan (Kontrak)
1.	Perencanaan (gambar/spesifikasi) yang salah/tidak lengkap
2.	Perubahan disain/detail pekerjaan pada waktu pelaksanaan
3.	Perubahan lingkup pekerjaan pada waktu pelaksanaan
4.	Proses pembuatan gambar kerja oleh kontraktor
5.	Proses permintaan dan persetujuan gambar kerja oleh pemilik
6.	Ketidaksepahaman aturan pembuatan gambar kerja
7.	Adanya banyak (sering) pekerjaan tambah
8.	Adanya permintaan perubahan atas pekerjaan yang telah selesai
C.	Aspek Sistem Organisasi, Koordinasi dan Komunikasi
1.	Keterbatasan wewenang personil pemilik dalam pengambilan keputusan
2.	Kualifikasi personil/pemilik yang tidak profesional di bidangnya
3.	Cara inspeksi dan kontrol pekerjaan yang birokrasi oleh pemilik
4.	Kegagalan pemilik mengkoordinasi pekerjaan dari banyak kontraktor/sub Kontraktor.
5.	Kegagalan pemilik mengkoordinasi penyerahan/penggunaan lahan
6.	Kelambatan penyediaan alat/bahan dll. yang disediakan pemilik
7.	Kualifikasi teknis dan manajerial yang buruk dari personil-personil dalam organisasi kerja kontraktor
8.	Koordinasi dan komunikasi yang buruk antar bagian-bagian dalam organisasi kerja kontraktor
9.	Terjadinya kecelakaan kerja
D	Aspek Kesiapan/Penyiapan Sumber Daya
1.	Mobilisasi Sumber Daya (bahan, alat tenaga

No.	Tinjauan Aspek dan Sebab Keterlambatan
	kerja) yang lambat
2.	Kurangnya keahlian dan keterampilan serta motivasi kerja para pekerja-pekerja langsung di tapak
3.	Jumlah pekerja yang kurang memadai/sesuai dengan aktivitas pekerjaan yang ada
4.	Tidak tersedianya bahan secara cukup pasti/layak sesuai kebutuhan
5.	Tidak tersedianya alat/peralatan yang cukup memadai/sesuai kebutuhan
6.	Kelalaian/keterlambatan oleh sub kontraktor pekerjaan
7.	Pendanaan kegiatan proyek yang tidak terencana dengan baik (kesulitan pendanaan di kontraktor)
8.	Tidak terbanyaknya kontraktor secara layak sesuai haknya (kesulitan pembayaran oleh pemilik)
E.	Aspek Sistem inspeksi, Kontrol dan Evaluasi Pekerjaan
1.	Pengajuan bahan oleh kontraktor yang tidak terjadwal
2.	Proses permintaan dan persetujuan contoh bahan oleh pemilik yang lama
3.	Proses pengujian dan evaluasi uji bahan dari pemilik yang tidak relevan
4.	Proses persetujuan izin kerja yang bertele-tele
5.	Kegagalan kontraktor melaksanakan pekerjaan
6.	Banyak hasil pekerjaan yang harus diperbaiki/diulang karena cacat/tidak benar

No.	Tinjauan Aspek dan Sebab Keterlambatan
7.	Proses dan tata cara evaluasi kemajuan pekerjaan yang lama dan lewat jadwal yang disepakati
F.	Aspek Lain-lain (Aspek diluar kemampuan Pemilik dan Kontraktor)
1.	Kondisi dan lingkungan tanpak nyata tidak sesuai dengan dugaan
2.	Trasportasi ke lokasi proyek yang sulit
3.	Terjadinya hal-hal tak terduga seperti kebakaran, banjir, badai/angin ribut, gempa bumi, tanah longsor dan cuaca amat buruk
4.	Adanya kemogokan buruh
5.	Adanya huru/hara kerusuhan perang
6.	Terjadinya kerusakan/pengrusakan akibat kelalaian atau perbuatan pihak ketiga
7.	Perubahan situasi atau kebijaksanaan politik/ekonomi pemerintah

Sumber : Arditi dan Gurdaman (1) ; Arditi dan Patel (3); Elinwa dan Buba (6); Kaming (7); Krajem dan Dickmann (8); Scott (9)

2.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan dalam sesuatu proyek ialah aktivitas buat memastikan durasi waktu aktivitas proyek yang wajib dituntaskan, perihal ini meliputi material, tenaga kerja dan waktu yang diperlukan dalam tiap kegiatan. Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen gagasan ataupun perencanaan yang diwajibkan mampu memberikan data tentang agenda rencana serta kemajuan proyek dalam kinerja sumber energi berbentuk bayaran, tenaga kerja, perlengkapan serta material dan rencana durasi proyek serta progres waktu buat menuntaskan proyek. Perihal ini dimaksudkan buat menolong penerapan penilaian proyek. Penjadwalan ataupun scheduling ini mengalokasikan waktu yang ada buat melakukan masing–

masing pekerjaan dalam rangka menuntaskan sesuatu proyek hingga tercapai hasil sangat efisien serta efektif dengan memikirkan keterbatasan serta kekurangan yang terdapat.(Abrar Husen, 2010).

Manfaat dari penjadwalan (Abrar Husen, 2010), diantaranya :

- Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
- Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
- Memberikan sarana untuk memperhitungkan kemajuan pekerjaan.
- Menghindari konsumsi sumber energi yang berlebihan, dengan harapan proyek bisa berakhir saat sebelum waktu yang diresmikan.
- Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan merupakan sarana Penting dalam pengendalian proyek

Konsultan perencanaan akan melakukan penjadwalan proyek yang kemudian di koordinasikan dengan kontraktor dan *owner* dan disepakati dalam sebuah kontrak dengan ketentuan-ketentuan tertentu. Untuk itu penjadwalan dan perencanaan merupakan kunci utama pelaksanaan dalam suatu proyek agar tujuan yang dicapai berjalan dengan efektif dan efisien terhadap waktu dan biaya. Secara umum penjadwalan dapat didefinisikan sebagai kegiatan mengidentifikasi pekerjaan dalam tahapan-tahapan yang runut terhadap waktu.

2.3.1 Metode Penjadwalan Proyek

Terdapat banyak tata cara penjadwalan proyek konstruksi yang dapat digunakan sebagai sarana mengelola kegiatan- kegiatan pekerjaan proyek terhadap alokasi waktu serta sumberdaya yang mampu dimanfaatkan dilapangan. Pemilihan pemakaian metode- metode tersebut dipertimbangkan bersumber pada kebutuhan serta hasil yang diharapkan dapat tercapai terhadap kinerja penjadwalan proyek. Waktu serta sumberdaya akan berimplikasi terhadap kinerja anggaran, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan. Oleh sebab itu, variabel– variabel yang mempengaruhinya perlu di monitor, misalnya kualitas, keselamatan

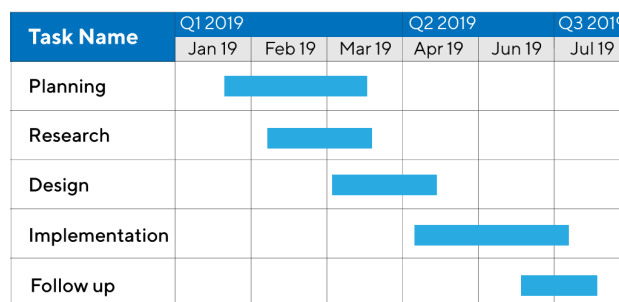
kerja, ketersediaan perlengkapan serta material, dan stakeholder yang ikut serta. Apabila terjalin penyimpangan terhadap rencana semula, hingga dicoba penilaian serta aksi koreksi supaya proyek tetap berjalan sesuai dengan kondisi yang diinginkan

2.3.1.1 Bar Chart

Bar chart merupakan sekumpulan catatan aktivitas yang disusun dalam kolom arah vertikal. Kolom arah horizontal menampilkan waktu mulai dan akhir dari suatu aktivitas bisa terlihat dengan jelas, sebaliknya durasi aktivitas ditafsirkan oleh panjangnya diagram batang (Ervianto, 2005: 162).

Bar Chart (bagan balok) pertama kali ditemukan dan diperkenalkan oleh *Henry L. Gantt* semasa Perang Dunia I tepatnya pada tahun 1917. *Bar Chart* sering disebut juga dengan nama *Gantt Chart* sesuai dengan nama penemunya. *Gantt* menciptakan teknik ini untuk memeriksa perbandingan perkiraan antara durasi tugas dengan durasi aktual.

Gantt Chart



Gambar 2.2 Gantt Chart

(Sumber : www.glints.com)

Sebelum ditemukannya metode ini, belum ada prosedur yang sistematis dan analitis dalam aspek perencanaan dan pengendalian proyek (Soeharto, 1999 : 236).

Pembuatan *Bar Chart* dapat dilakukan menggunakan aplikasi pada komputer secara manual. Pada proses perlu diperhatikan terdapat koordinat X dan Y, yang mana sumbu tegak x diisi dengan elemen lingkup-lingkup pekerjaan yang

merupakan hasil uraian dari lingkup pekerjaan proyek secara keseluruhan. Lingkup ini akan digambarkan sebagai balok. Sedangkan pada sumbu Y, berisi waktu pengerjaan lingkup pekerjaan secara runut yang disusun dalam urutan hari, minggu dan bulan. Ujung kiri sebagai waktu mulai dan ujung kanan sebagai waktu akhir.

2.3.1.2 Kurva S

Kurva S untuk pertama kalinya dikembangkan oleh Warren T. Hanumm. Pengembangan kurva S ini awalnya didasar oleh pengamatan Hanumm terhadap proses awal hingga proses akhir suatu proyek yang mana dengan penerapan kurva S ini menunjukkan adanya kemajuan proyek terhadap kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan berdasarkan persentase kumulatif dari seluruh kegiatan pekerjaan proyek.

durasi	bobot (%)	hari						grafik
		1	2	3	4	5	6	
6	9.09	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	100
2	13.64		6.82	6.82				80
2	18.18		9.09	9.09				60
1	13.64			13.64				40
3	36.36			12.12	12.12	12.12		20
1	9.09					9.09		0
	100.00	1.52	17.42	43.18	13.64	22.73	1.52	

Gambar 2.3 Kurva S

(Sumber : www.ilmusipil.com)

Kurva S secara visual menyajikan informasi perbandingan antara kemajuan proyek terhadap jadwal rencana sehingga mampu menunjukkan adanya indikasi keterlambatan maupun percepatan dalam pengerjaan proyek.

Proses pengerjaan kurva S memiliki hubungan dengan *Bar Chart*. Seperti telah diketahui bahwa *Bar Chart* adalah daftar kegiatan pekerjaan proyek yang disusun dalam diagram alur untuk menentukan waktu pelaksanaan proyek, maka Kurva S merupakan kurva-kurva yang disusun berdasarkan data waktu dan kegiatan dalam *Bar Chart* untuk menunjukkan hubungan satu sama lain kemudian

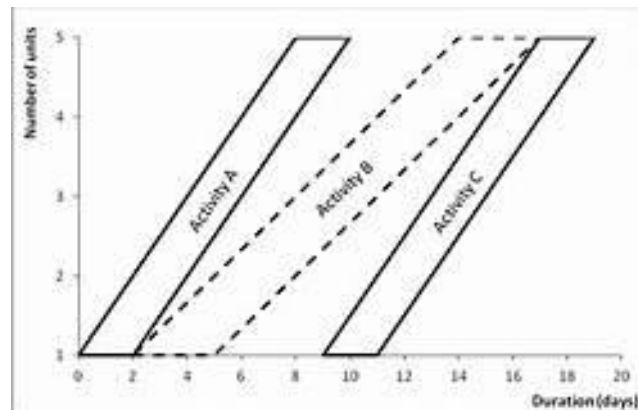
dipersentase untuk menunjukan adanya keterlemabatan maupun percepatan waktu kegiatan.

2.3.1.3 LoB (*Line Of Balance*)

Line of Balance (LoB) pertamakali dikembangkan oleh departemen angkatan laut AS pada tahun 1942 untuk mengendalikan dan mem-programkan proyek-proyek yang bersifat berulang (repetitif). *Nation Building Agency* di Inggris juga kemudian mengembangkan metode ini untuk diterapkan pada proyek perumahan yang bersifat repetitif atau pengerjaannya berulang. Diketahui bahwa penjadwalan dengan orientasi pada sumberdaya ternyata lebih cocok dan realistik dibanding orientasi terhadap rencana dan kendali proyek.

Line of Balance(LoB) merupakan tata cara penjadwalan yang memakai sumbu koordinat, ialah absis serta ordinat, absis menampilkan waktu kerja serta ordinat menampilkan jumlah unit pekerjaan ataupun posisi aktivitas yang dilaksanakan. Sebaliknya garis miring melaporkan tipe aktivitas dan menampilkan kecepatan dari aktivitas tersebut. Kemiringan dari setiap garis alir kegiatan menunjukkan tingkat produktifitas dari kegiatan tersebut. Semakin tegak garis alir tersebut maka semakin tinggi tingkat produktifitasnya (Deko Sanjaya, 2014).

LoB merupakan metode yang penggunaan keseimbangan operasi berupa tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus. Kelebihan utama dari metodologi LoB adalah mampu membentuk format grafik yang lebih mudah dipahami dengan mengemas tingkat produktifitas dan durasi kegiatan sehingga walaupun sekilas mampu menunjukan adanya indikasi kesalahan dalam kemajuan kegiatan dan mendeteksi potensi gangguan yang akan datang.



Gambar 2.4 Diagram *Line of Balance*

(Sumber : www.researchgate.com)

Dengan demikian, LoB mempunyai pemahaman yang lebih baik untuk proyek-proyek tersusun dalam kegiatan berulang daripada teknik penjadwalan yang lain, karena LoB memberikan kemungkinan untuk mengatur tingkat produktifitas kegiatan, mempunyai kehalusan dan efisiensi dalam aliran sumber daya, dan membutuhkan sedikit waktu dan upaya untuk memproduksinya daripada penjadwalan network (Arditi dan Albulak, 1986).

Penerapan metode LoB pada proyek bangunan bertingkat yang keragaman tingkat bangunannya relatif sama dinilai cukup efektif. 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., 2002⁽¹⁾).

Terdapat istilah-istilah yang sering dijumpai dalam metode LOB, yaitu :

- *Interupsi*

Interupsi merupakan terdapatnya penghentian ataupun penundaan aktivitas dalam suatu waktu tertentu yang ditunjukkan dengan garis mendatar pada garis alir aktivitas. Banyak pemicu terbentuknya interupsi, antara lain: sumber energi yang terhenti, kesalahan teknis serta sebagainya.

- *Restraint*

Restraint merupakan waktu tunggu antara selesainya sesuatu aktivitas dengan mulainya aktivitas yang lain. Perihal ini terjalin antara lain sebab

kedua aktivitas memiliki sumber energi yang sama serta jumlahnya terbatas sehingga dibutuhkan waktu transfer sumber energi dari aktivitas sebelumnya.

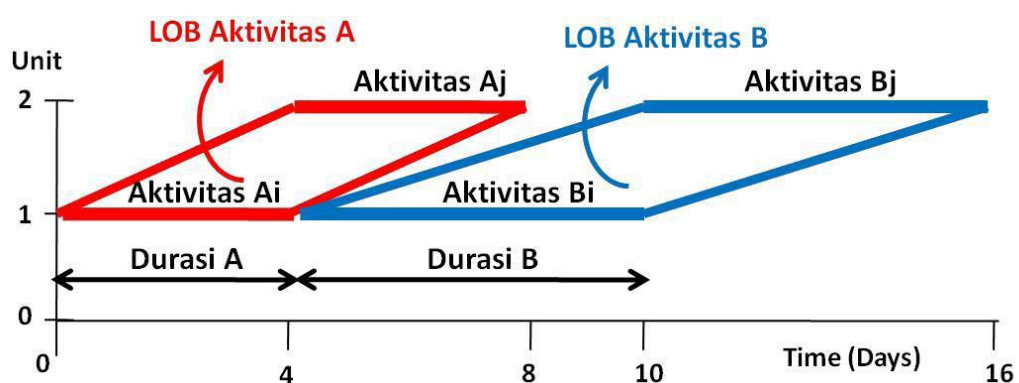
- *Buffer*

Buffer merupakan jarak yang dibutuhkan antara 2 aktivitas. Jarak bisa berbentuk posisi(*buffer posisi*) ataupun waktu(*buffer waktu*). *Buffer waktu* memiliki dua konsep ialah: *buffer waktu minimum* serta *buffer waktu maksimum*.

2.3.1.3.1 *Teknik Perhitungan LoB*

Menurut Mawdesley (1997), *LoB* mempunyai format dasar grafik X –Y dengan sumbu axis (X) merupakan variabel waktu dan sumbu ordinat (Y) merupakan variabel jumlah unit berulang. *LoB* pada penelitian ini akan digambarkan sebagai jajar genjang untuk setiap pekerjaan. Setiap aktivitas digambarkan sebagai garis horisontal sepanjang durasi (sumbu X) dan setinggi jumlah unitnya (sumbu Y).

Konsep *LoB* didasarkan pada pengetahuan tentang bagaimana unit yang banyak harus diselesaikan pada beberapa hari agar program pengiriman unit dapat dicapai (Lumsden, 1968).



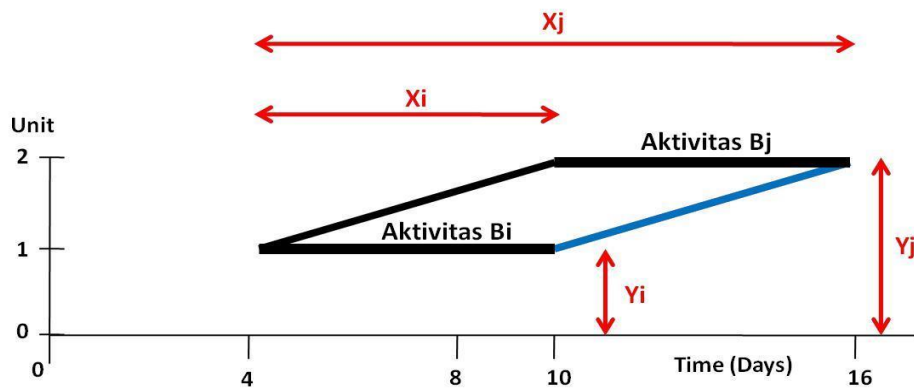
Gambar 2.5 Penggambaran LoB

(Sumber : M. Abrar Aulia, 2016)

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 repetitif
2. Memastikan lamanya waktu (*duration l lead time*) untuk penerapan masing- masing komponen aktivitas.
3. Memastikan waktu penyerahan (Delivery Program) maupun *assumption* berbentuk unit masing- masing yang setiap minggu dapat laku terjual, yang ditaksir dari pada perencanaan setelah itu di cocokkan pada diagram
4. Menentukan waktu penyangga (*buffer time*) yang merupakan perkiraan besarnya waktu yang dibutuhkan untuk mengantisipasi adanya keterlambatan pada suatu pekerjaan
5. Menggambarkan diagram
6. Menyesuaikan grafik LoB dengan kondisi proyek di lapangan
7. Menggunakan jadwal LoB sebagai alat perencanaan penjadwalan

Setiap garis LOB, yang mewakili setiap pekerjaan, mempunyai kemiringan garis konstan/gradien (m) yang menunjukkan kecepatan produksi (Arditi dan Albulak, 1986). Setelah kemiringan garis (Gambar 2.2) telah diketahui, maka penentuan nilai pada setiap titik di sepanjang garis yang sama dapat ditentukan menggunakan persamaan linearnya.



Gambar 2.6 LoB Sebagai Fungsi Linear

(Sumber : M. Abrar Aulia, 2016)

$$m = (Y_j - Y_i) / (X_j - X_i) \text{ dengan } i < j \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana,

m = kecepatan produksi pekerjaan yang ditinjau

Y_j = unit keseluruhan pekerjaan yang ditinjau

Y_i = unit ke-1 = 1

X_j = durasi keseluruhan pekerjaan yang ditinjau

X_i = durasi pekerjaan setiap siklus

2.3.1.3.2 Buffer

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 (Kenley dan Seppanen, 2009).

Ada dua jenis buffer di dalam LoB, yaitu *time buffer* dan *distance/space buffer* (Hinze, 2008 : 306). Buffer ini biasanya disebabkan oleh (Setianto, 2004 : 18) :

- Kecepatan produksi yang berbeda di mana kegiatan yang mendahului mempunyai kecepatan produksi yang lebih lambat dari kegiatan yang mengikuti.

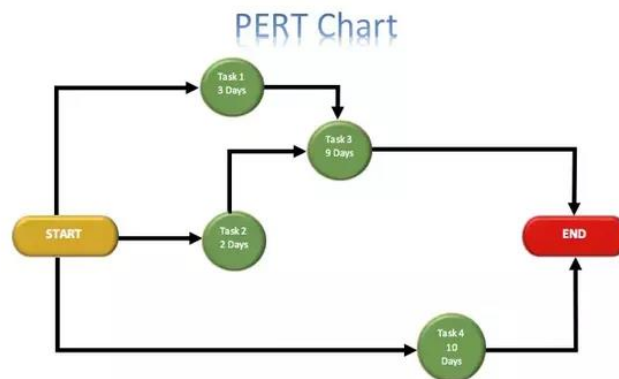
- Perbaikan dan keterbatasan peralatan
- Keterbatasan material
- Variasi jumlah kelompok pekerja di mana kegiatan yang mendahului menggunakan kelompok pekerja yang lebih banyak daripada kegiatan yang mengikuti.

2.3.1.4 PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

Booz, Allen dan Hamilton sejak tahun 1958 melalui biro proyek khusus yaitu *Navy Special Project Office* mengembangkan PERT pada proyek pengembangan *Polaris Missile System* untuk angkatan laut AS yang mampu meluncur dari kapal selam dibawah permukaan air. Proyek ini melibatkan banyak kontraktor dan *partner* dimana pemilik proyek meminta untuk mengetahui apa saja informasi terkait peristiwa-peristiwa penting dalam pelaksanaan proyek dan sejauh mana penyimpangannya.

Menurut Sahid (2012: 18), Definisi PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengevaluasi lamanya penyelesaian suatu proyek dengan mempertimbangkan kemungkinan lain/variasi lamanya waktu dalam menyelesaikan suatu aktivitas.

Prinsip dari PERT ini digambarkan dalam bentuk diagram *network* dengan hubungan ketergantungan antara bagian-bagian kegiatan sehingga dapat diketahui bagian-bagian kegiatan mana yang harus didahulukan dan kegiatan mana yang perlu menunggu selesainya pekerjaan. Metode PERT dapat digunakan untuk memperkirakan durasi suatu proyek dan memungkinkan melakukan komputasi nilai probabilitas dari sebuah kegiatan atau proyek secara keseluruhan.



Gambar 2.7 Diagram PERT

(Sumber : www.quora.com)

Dibandingkan dengan bar chart, metode PERT memiliki beberapa keunggulan , yaitu berupa hubungan ketergantungan kegiatan yang logis sehingga memungkinkan proyek dapat dikendalikan dan dikerjakan dengan prosedur yang jelas. Apabila ada suatu proyek yang terganggu, maka kita dapat mengetahui pengaruhnya terhadap kegiatan yang lain. Walaupun metode tersebut memiliki keunggulan akan tetapi metode tersebut juga memiliki kelemahan. Kelemahannya terletak pada cara pembacaan, tidaks semua level manajemen dapat membaca/memahami dan dapat mengetahui kegiatan mana yang memerlukan perhatian penuh agar proyek tersebut dapat selesai rencana.

2.3.1.4.1 Teknik Perhitungan PERT

Teknik manajemen PERT pada pengerjaan proyek menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan (Prasetya dan Lukiaستی, 2009 : 33). Tiga angka estimasi tersebut, yaitu, a, b, dan m yang mempunyai arti sebagai berikut (Soeharto, 1999 : 268) :

- a = kurun waktu optimistik (*optimistic duration time*) atau durasi tercepat yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan bila segala sesuatunya berjalan dengan baik.
- m = kurun waktu yang paling mungkin (*most likely time*), atau durasi yang paling sering terjadi bila suatu kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang tetap atau hampir sama.

- b = kurun waktu pesimistik (*pessimistic duration time*) atau durasi yang paling lama dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan bila segala sesuatunya berjalan dalam kondisi buruk.

Adapun menurut Uher (1996 : 153) untuk mendapatkan nilai *mean* durasi kegiatan yang diharapkan atau durasi harapan kegiatan **te** (*expected duration*) dan standar deviasi kegiatan **s** dari setiap kegiatan adalah sebagai berikut :

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} \dots\dots\dots (1)$$

$$s = \frac{b - a}{6} \dots\dots\dots (2)$$

Di mana :

- te adalah *mean* durasi harapan kegiatan
- a adalah waktu optimistik
- m adalah waktu paling mungkin
- b adalah waktu pesimistik
- s adalah standar deviasi kegiatan

Kemudian durasi proyek yang diharapkan **Te** (Uher, 1996 : 153) ialah jumlah durasi dari kegiatan kritis dengan asumsi bahwa semua kegiatan adalah independen. Hal itu berarti nilai *mean* dari durasi harapan proyek terdistribusi normal sesuai dengan *Central Limit Theorem* (Bhattacharya dan Johnson, 1977) yang menyatakan bahwa dalam suatu populasi, fungsi distribusi apapun dapat diasumsikan sebagai fungsi distribusi normal jika jumlah sample cukup banyak. Adapun standar deviasi dari distribusi durasi harapan proyek **S** adalah akar jumlah kuadrat dari standar deviasi pada kegiatan kritis.

2.3.1.4.2 *Menghitung Probability Activity Time*

Penjadwalan dengan metode PERT menggunakan distribusi peluang berdasarkan perkiraan 3 waktu yaitu a, m dan b. Data kemudian diolah untuk

mencari te(waktu yang diharapkan), jalur kritis, varians jalur kritis untuk membantu menemukan varians proyek secara keseluruhan lalu mencari standar deviasinya.

Kemudian untuk mengetahui berapa probabilitas/kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam batas waktu n hari misalkan, maka rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai Deviasi Normal (Z)} = \frac{[\text{Batas waktu (n)} - \text{batas waktu yang diharapkan}]}{s}$$

Kemudian hasil akan dirujuk pada tabel normal Z untuk mendapat persentase peluang keberhasilan proyek tersebut dalam kurun waktu tertentu.

2.4 Biaya Tidak Langsung

Biaya tak-langsung adalah biaya produksi yang bukan bagian dari manufaktur serta tidak dapat dihubungkan dan dibebankan secara langsung dengan unit produksi, dan ditelusuri ke objek biaya. Contoh biaya tak-langsung adalah gaji, iklan untuk pemasaran produk, biaya administrasi, dan sebagainya.

Menurut Mulyadi (2014:13), “Biaya tidak langsung (*indirectcost*) adalah biaya yang terjadi tidak hanya disebabkan oleh sesuatu yang dibiayai. Biaya ini tidak dapat dihubungkan secara langsung pada unit yang diproduksi”.

Berbeda lagi dengan Biaya operasional. Biaya operasional dan pemeliharaan merupakan salah satu biaya yang terjadi dalam suatu siklus pembiayaan proyek. Biaya operasional dan pemeliharaan tersebut terjadi sepanjang masa penggunaan bangunan. Biaya tersebut biasanya berupa biaya penggunaan energi untuk kegiatan operasional proyek seperti listrik, minyak dan air. Selain itu biaya operasional juga termasuk kebersihan, keamanan, asuransi dan lainnya yang tidak berkaitan dengan penggunaan energi. Sedangkan biaya pemeliharaan termasuk didalamnya biaya perbaikan komponen, modifikasi, penggantian komponen dan lain sebagainya, (Kelly, 2005). Secara umum biaya

operasional dan pemeliharaan dari sebuah gedung betingkat terdiri atas banyak hal diantaranya yaitu kebersihan, pemeliharaan, pergantian suku cadang, perbaikan, renovasi, keamanan, asuransi, gaji karyawan, biaya energi, biaya pertamanan, dan lain sebagainya, (Juwana, 2005)

2.5 Hasil Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian terdahulu pada penelitian ini digunakan sebagai dasar untuk memperoleh gambaran dan memperkuat data dan tujuan penelitian dalam studi kasus yang akan ditinjau serta dapat mengembangkan penelitian yang akan dilakukan kelak.

No	Peneliti/Tahun	Judul	Hasil
1	Tsalist Iluk/2020	Penerapan Metode <i>CPM</i> Dan <i>PERT</i> Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri	Berdasarkan kesimpulan dari peneliti terdahulu yang menjadi acuan dasar terciptanya skripsi ini, yang mana durasi jangka waktu pada proyek konstruksi bangunan Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Kediri yang berada di Kota Kediri, Jawa Timur dengan menggunakan metode bar chart memperoleh 140 hari waktu normal pada proyek tersebut, sedangkan menggunakan metode <i>CPM</i> menghasilkan jangka waktu 105 hari untuk menyelesaikannya dan menggunakan metode <i>PERT</i> memperoleh jangka waktu 109 hari
2	Prabowo	Analisis Penggunaan	<i>LOB</i> mampu menyajikan tingkat

No	Peneliti/Tahun	Judul	Hasil
	Utama / 2019	Metode Keseimbangan Garis (<i>Line of Balance</i>) pada Proyek Konstruksi untuk Pekerjaan Repetitif (Studi Kasus : Proyek <i>The Manhattan Mall & Condominium</i> - Medan)	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.
3	Ari Sandyavitri, 2008	Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi	Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan peningkatan biaya sebesar Rp 65.509.817,- akibat pemendekan durasi pelaksanaan pekerjaan dari 68 hari menjadi 53 hari.
4	Anggara Hayan, 2005	Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERTCPM : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang	Waktu optimal penyelesaian proyek fly over selama 184 hari dengan biaya Rp 700.375.000,-. Umur proyek berkurang selama 43 hari. Percepatan waktu ini membuat umur proyek menjadi lebih efisien.

