

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

3.1.1 Definisi Proyek

Proyek merupakan gabungan dari berbagai sumber daya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sebuah proyek dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (Nurhayati, 2010).

3.1.2 Siklus Proyek

Menurut Dimiyati & Nurjaman (2014), siklus proyek ialah suatu penggambaran proses berjalannya sebuah proyek mulai dari tahap perencanaan, pengontrolan, sampai tahap pengawasan sejak proyek tersebut disepakati hingga proyek selesai. Terdapat tahapan kegiatan utama yang dilakukan dalam siklus hidup proyek yaitu :

1. Tahap Inisiasi

Tahap inisiasi proyek merupakan tahap awal kegiatan proyek sejak sebuah proyek disepakati untuk dikerjakan. Pada tahap ini, permasalahan yang ingin diselesaikan akan diidentifikasi. Beberapa pilihan solusi untuk menyelesaikan permasalahan juga didefinisikan. Sebuah studi kelayakan dapat dilakukan untuk memilih sebuah solusi yang memiliki kemungkinan terbesar untuk direkomendasikan sebagai solusi terbaik dalam menyelesaikan permasalahan. Ketika sebuah solusi telah ditetapkan, maka seorang manajer proyek akan ditunjuk sehingga tim proyek dapat dibentuk.

2. Tahap Perencanaan

Ketika ruang lingkup proyek telah ditetapkan dan tim proyek terbentuk, maka aktivitas proyek mulai memasuki tahap perencanaan. Pada tahap ini, dokumen perencanaan akan disusun secara terperinci sebagai panduan bagi tim proyek selama kegiatan proyek berlangsung. Adapun aktivitas yang akan dilakukan pada tahap ini adalah membuat dokumentasi *project plan*, *resource plan*, *financial plan*, *risk plan*, *acceptance plan*, *communication plan*, *procurement plan*, *contract supplier* dan *perform phase review*.

2. Tahap Eksekusi (Pelaksanaan proyek)

Dengan definisi proyek yang jelas dan terperinci, maka aktivitas proyek siap untuk memasuki tahap eksekusi atau pelaksanaan proyek. Pada tahap ini, tujuan proyek secara fisik akan dibangun. Seluruh aktivitas yang terdapat dalam dokumentasi *project plan* akan dieksekusi. Sementara kegiatan pengembangan berlangsung, beberapa proses manajemen perlu dilakukan guna memantau dan mengontrol penyelesaian fisik proyek sebagai hasil akhir proyek.

3. Tahap Penutupan

Tahap ini merupakan akhir dari aktivitas proyek. Pada tahap ini, hasil akhir proyek (*deliverables project*) beserta dokumentasinya diserahkan kepada pelanggan, kontak dengan *supplier* diakhiri, tim proyek dibubarkan dan memberikan laporan kepada semua *stakeholder* yang menyatakan bahwa kegiatan proyek telah selesai dilaksanakan. Langkah akhir yang perlu dilakukan pada tahap ini yaitu melakukan *post implementation review* untuk mengetahui tingkat keberhasilan proyek dan mencatat setiap pelajaran yang diperoleh selama kegiatan proyek berlangsung sebagai pelajaran untuk proyek-proyek dimasa yang akan datang.

4. Organisasi proyek

Tahap ini merupakan tahapan sebuah proyek sebelum kemudian ditutup (penyelesaian). Meskipun demikian, tidak semua proyek akan melalui setiap

tahap, artinya proyek dapat dihentikan sebelum mencapai penyelesaian. Beberapa proyek tidak mengikuti perencanaan terstruktur atau proses pemantauan. Beberapa proyek akan melalui langkah 2, 3, dan 4 beberapa kali.

3.2 Penjadwalan Proyek

Menurut Husein (2010), penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan satu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Suatu proyek memerlukan penjadwalan (*scheduling*), yaitu pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan tiap-tiap pekerjaan, dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada.

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, 2006).

3.2.1 Tujuan Penjadwalan Proyek

Penjadwalan dibuat untuk menggambarkan perencanaan dalam skala waktu, sehingga dapat ditentukan kapan aktivitas dimulai serta pembiayaan dan pemakaian sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang akan ditentukan.

Tujuan dari dilakukannya penjadwalan proyek adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui hubungan antar pekerjaan, baik mendahului maupun yang mengikuti;
- b. Mengetahui durasi tiap pekerjaan dan durasi proyek;

- c. Mengetahui waktu mulai dan waktu akhir setiap pekerjaan;
- d. Sebagai alat penyediaan dan pengendalian sumber daya
- e. Sebagai alat monitoring, pengendalian dan evaluasi proyek

3.2.2 Metode Penjadwalan Linear

Metode penjadwalan linier dapat menjadi alternatif pada penjadwalan jenis proyek berulang yang umumnya menggunakan metode jaringan. Proyek yang dalam pengerjaannya berulang cukup umum untuk ditemui dalam pekerjaan konstruksi. Menurut Hegazy dan Wassef (2001), terdapat dua kategori yakni 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 dengan kategori tersebut biasanya disebut sebagai proyek berulang atau linier menurut Ammar dan Elbeltagi (2001).

Menurut Birrel (1989) Proyek dengan kategori berulang atau linier dijadwalkan dengan cara untuk meminimalkan waktu tunggu kru dan memastikan kesinambungan sumber daya. Metode penjadwalan linear merupakan metode efektif untuk proyek yang memiliki karakteristik kegiatan berulang, baik yang bersifat horizontal maupun vertikal. Menurut Mawdesley (1997) terdapat dua jenis umum dalam metode penjadwalan linear, yaitu : LoB (*Line of Balance*) dan *Time Chainage Diagram*.

3.2.3 Metode Penjadwalan Line of Balance

Line of Balance (LoB) diperkenalkan oleh perusahaan Goodyear pada awal tahun 1940 dan 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 (Lumsden, 1968), di mana produktifitas 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 produktifitas 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 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). LOB ini didasarkan pada asumsi yang mendasari bahwa tingkat produksi untuk kegiatan adalah seragam. Dengan kata lain, tingkat produksi dari suatu kegiatan adalah linier di mana waktu diplot pada satu sumbu, biasanya horisontal, dan unit atau tahapan kegiatan pada sumbu vertikal. Tingkat produksi dari suatu kegiatan adalah kemiringan garis produksi dan dinyatakan dalam unit per waktu. Penjadwalan LOB dapat dilakukan lebih efisien bila konsep line of balance dikombinasikan dengan teknologi jaringan. Biasanya, diagram jaringan untuk salah satu dari banyak unit yang akan diproduksi disiapkan dan dimasukkan ke dalam jadwal LOB.

Kelebihan dari metode LOB, antara lain :

- a. Bentuk pendiagraman sangat sederhana dan mudah dimengerti baik aspek-aspek detail secara menyeluruh dari perencanaan dan pengontrolan digambarkan pada satu diagram (R.A Burgess, 1979)
- b. Dapat memperlihatkan lama durasi atau waktu per tiap pekerjaan per tiap lantai
- c. Dapat digunakan untuk mempercepat maupun memperlambat waktu beberapa pekerjaan dengan kebutuhan biaya yang dikeluarkan disertai dengan perubahan penjadwalan waktu yang ada

Kekurangan dari metode LOB, antara lain :

- a. Tidak dapat mengetahui volume tiap satuan pekerjaan per tiap lantai gedung dimana tidak diketahui letak produktivitas kerja dan tidak ada prestasi kerja serta hubungan antar pekerjaan
- b. Pekerjaan harus dapat dikelompokkan ke tiap-tiap jenis pekerjaan dan tidak dapat dibagi-bagi terlalu kecil karena kesulitan dalam hal pengontrolan dan pengendalian pada pendiagraman LSM
- c. Bentuk penjadwalan menjadi tidak efektif manakala pekerjaan konstruksi berada di tengah perkotaan dan terjadi pertentangan (*Interference*). Misal, pekerjaan jembatan saat pelayanan lalu lintas jalan raya maupun kereta api berjalan setiap hari sedangkan pekerjaan jembatan harus dapat terselesaikan (M.T Callahan, 1992).

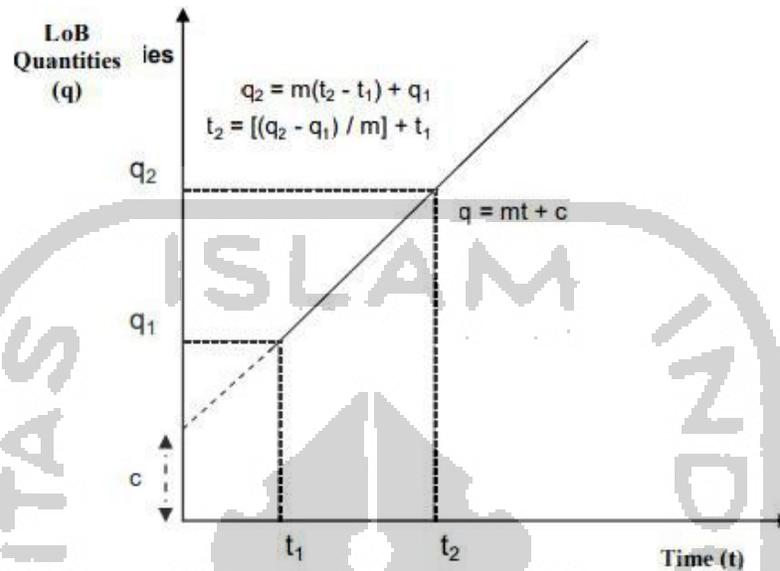
3.2.4 Teknik Perhitungan Metode *Line of Balance*

Menurut Uher (1996), langkah – langkah dalam metode LoB adalah sebagai berikut:

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* / *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 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.

Menurut Mawdesley (1997), format dasar dari LoB yaitu waktu diplotkan pada sumbu horizontal dan unit kuantitasnya pada sumbu vertikal. Konsep LoB didasarkan pada pengetahuan tentang bagaimana unit yang banyak harus diselesaikan pada beberapa hari agar program pengiriman unit dapat dicapai (Lumsden, 1968). Karena kecepatan pengiriman m diasumsikan konstan, maka hubungan antara LoB kuantitas q dan waktu t adalah linier. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Hubungan antara line of balance kuantitas (q) dan waktu (t)

(Sumber : Arditi et al., 2002)

Pada gambar 3.1 hubungan antara kuantitas dan waktu adalah linier dengan rumus sebagai berikut:

$$q = mt + c$$

Di mana:

q = kuantitas unit pada LoB;

m = kecepatan pengiriman;

t = waktu;

c = konstanta

Karena nilai c berimpitan dengan sumbu q , maka diperoleh rumus:

$$q_2 = m (t_2 - t_1) + q_1, \text{ atau}$$

$$t_2 = [(q_2 - q_1) / m] + t_1$$

Di mana:

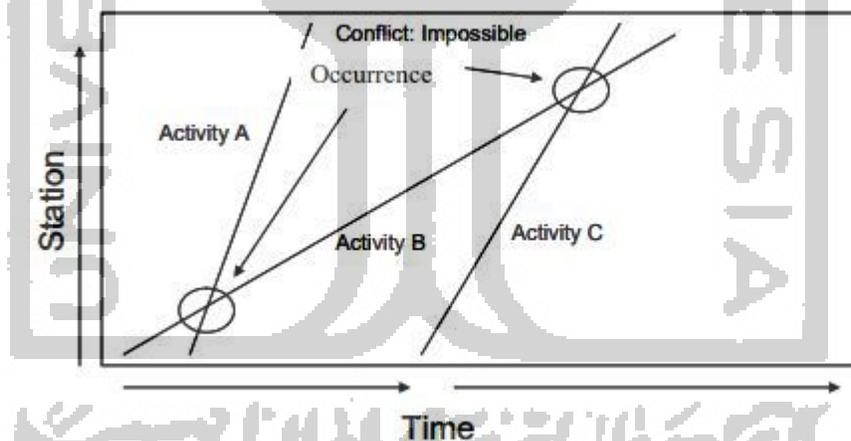
q_1 = kuantitas unit ke-1 pada LoB;

t_1 = waktu untuk unit ke-;

q_2 = kuantitas unit ke-2 pada LoB;

t_2 = waktu untuk unit ke-2

Menurut Hinze (2008) pada metode *Line of Balance*, tidak boleh ada garis aktifitas yang bertabrakan atau saling berpotongan yang artinya tidak boleh ada rangkaian aktivitas yang saling mengganggu satu sama lain. Bila ada *progress* dari aktifitas *successor* (pekerjaan yang mengikuti) yang mendahului aktifitas *predecessor* (aktifitas sebelumnya) maka akan terjadi konflik dan dapat mengganggu jalannya proyek tersebut.



Gambar 3. 2 Penjadwalan *Line of Balance* yang menunjukkan adanya konflik yang harus dihindari

(Sumber : *Hinze, 2008*)

Rumus yang digunakan untuk membuat penjadwalan yaitu sebagai berikut.

1. Perhitungan jumlah jam kerja pada jenis pekerjaan per unit target mingguan

(M = jam per unit target mingguan)

M = Jumlah pekerja x durasi pekerjaan x jam kerja per hari

2. Perhitungan jumlah total pekerja untuk target kerja mingguan (teoritis)

(N = orang)

$$N = \frac{M \times \text{Unit target mingguan}}{\text{Jam kerja mingguan}}$$

3. Menentukan estimasi jumlah pekerja pada kelompok kerja per jenis pekerjaan

(n = orang per kelompok)

Estimasi ditentukan berdasarkan teori LSM dan pengalaman dilapangan

4. Menentukan jumlah kelompok kerja yang dibutuhkan (H)

H ditentukan berdasarkan teori LSM dan pengalaman dilapangan

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

$$A = n \times H$$

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

$$R = \frac{A \times \text{Jam kerja per minggu}}{M}$$

7. Perhitungan waktu pengerjaan jenis pekerjaan dalam 1 unit (t)

$$t = \frac{M}{n \times \text{Jumlah jam kerja per hari}}$$

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

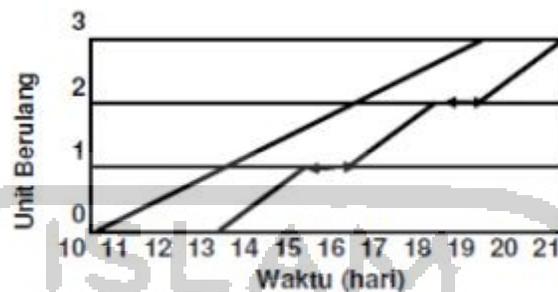
$$T = \frac{\text{Target pekerjaan unit}-1}{R} - \text{Hari kerja}$$

9. Menentukan *Buffer Time* (B)

B ditentukan berdasarkan teori LSM dan pengalaman di lapangan

3.2.5 Interupsi

Interupsi adalah adanya penghentian atau penundaan kegiatan untuk suatu waktu tertentu yang ditunjukkan dengan garis mendatar pada garis alir kegiatan. Banyak penyebab terjadinya interupsi, antara lain sumber daya yang terhenti, kesulitan teknis dan sebagainya.



Gambar 3.3 Contoh interupsi

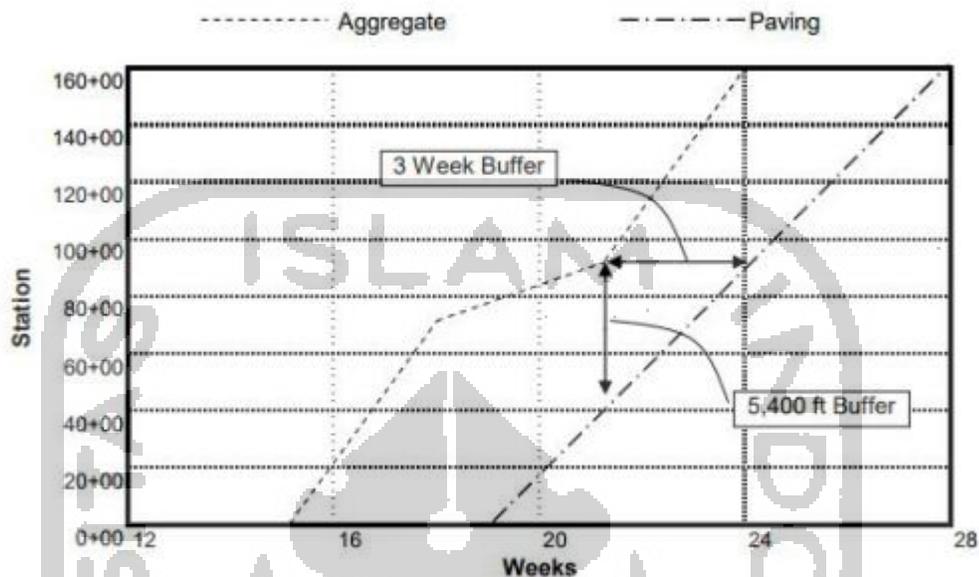
Keterangan: \longleftrightarrow = Interupsi

3.2.6 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).

Menurut Setianto (2004), buffer biasanya disebabkan oleh:

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



Gambar 3.4 Buffer Time

(Sumber: *Hinze, 2008*)

3.2.7 Langkah-langkah didalam membuat Diagram LSM

Langkah-langkah didalam membuat Diagram LSM, antara lain :

1. Menghitung volume pekerjaan disesuaikan dengan gambar kerja. Satuan yang dipakai m, m², m³.
2. Menghitung durasi atau waktu menggunakan rumus metode Bar Chart yaitu Volume pekerjaan : Produktivitas kerja. Satuan yang disering dipakai hari dan minggu.
3. Membuat Diagram LSM

Hasil waktu yang didapat kemudian diplotkan secara individu per tiap jenis pekerjaan ke dalam diagram LSM.

3.3 Produktivitas

Menurut Daryanto (2012), produktivitas adalah sebuah konsep yang menggambarkan hubungan antara hasil (jumlah barang dan atau jasa yang

diproduksi) dengan sumber (jumlah tenaga kerja, modal, tanah, energi, dan sebagainya) untuk menghasilkan hasil tersebut.

3.3.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas

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

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

