

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Proyek Konstruksi

Karakteristik proyek konstruksi adalah sebagai berikut ini.

1. Kegiatannya dibatasi oleh waktu.

Dalam kontrak proyek terdapat perjanjian antara owner (pemilik) proyek dengan pelaksana proyek, misalnya proyek tersebut harus diselesaikan dalam waktu 18 minggu. Sesuai dengan kontrak maka pelaksana harus menyelesaikan proyek tersebut tepat atau kurang dari 18 minggu.

2. Sifatnya sementara, diketahui kapan mulai dan berakhirnya.

Proyek dilaksanakan dalam satuan waktu, sehingga dapat diketahui waktu mulai dan waktu kapan proyek tersebut selesai. Misal proyek dilaksanakan mulai tanggal 19 Januari 2008 dan proyek tersebut selesai pada 30 November 2009.

3. Dibatasi oleh biaya.

Nilai kontrak dimisalkan saja bernilai 5 milyar rupiah, sehingga Pelaksana proyek harus mengelola uang tersebut bagaimanapun caranya agar proyek tersebut dapat selesai tepat pada waktunya dengan nilai kontrak 5 milyar rupiah tersebut.

4. Dibatasi oleh kualitas.

Dalam proyek konstruksi bangunan gedung misalnya, kolom-kolom bangunan tersebut harus memiliki kuat tekan beton sebesar 25 MPa.

Sehingga Pelaksana proyek harus membuat kolom dengan mutu kuat tekan beton sebesar 25 MPa dan tidak boleh kurang dari nilai tersebut setelah dilakukan uji tes kuat tekan beton di laboratorium.

5. Biasanya tidak berulang-ulang.

Suatu proyek misalnya membuat bangunan gedung untuk perumahan. Maka rumah yang dibangun memiliki tipe yang berbeda-beda ada tipe 36 dan ada tipe 46. Kedua bangunan rumah tersebut berfungsi sama yaitu perumahan tetapi memiliki spesifikasi, luas bangunan yang berbeda.

2.2. Teori Penjadwalan

2.2.1 *Gantt Chart*

Henry L. Gantt (1861-1919) memperkenalkan system bonus harian dan bonus ekstra untuk para mandor. Setiap pekerja yang dapat menyelesaikan tugas yang dibebankan kepadanya dalam sehari berhak menerima bonus. Dia juga memperkenalkan system “*Charting*” yang terkenal dengan “*Gantt Chart*” yang memuat jadwal kegiatan produksi karyawan supaya tidak terjadi pemborosan. Setiap kemajuan karyawan dicatat pada kartu pribadi, untuk menilai pekerjaan mereka. Gantt menekankan pentingnya mengembangkan minat timbal balik antara manajemen dan karyawan, yaitu kerjasama yang harmonis. Dia menggaris bawahi pentingnya mengajarkan, mengembangkan pengertian tentang sistem pada pihak karyawan dan manajemen, serta perlunya penghargaan bahwa “dalam segala masalah manajemen unsur manusia yang paling

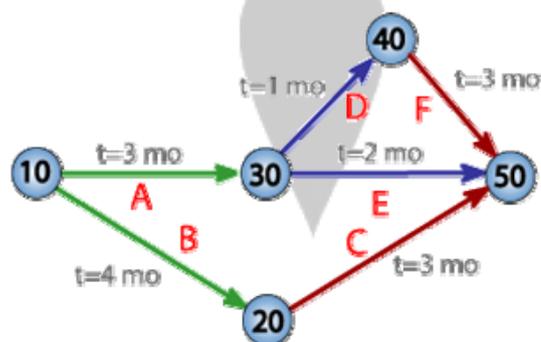
penting”. Gantt paling terkenal karena mengembangkan metode grafis dalam menggambarkan rencana-rencana dan memungkinkan adanya pengendalian manajerial yang lebih baik. Dia juga menekankan pentingnya waktu maupun biaya dalam merencanakan dan mengendalikan pekerjaan.

2.2.2. Analisa Network

Menurut Subagyo & Pangestu (2000) analisis *network* biasa dikenal dengan nama teknik manajemen proyek. Kebutuhan penyusunan *network* ini dirasakan perlu karena adanya koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan pabrik yang kompleks, yang saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain (www.wikipedia.co.id). Beberapa analisis adalah sebagai berikut :

a. Activity On Arrow (AoA)

Yakni kegiatan ditunjukkan oleh anak panah yang menghubungkan lingkaran, sedangkan peristiwa (*event*) ditunjukkan dalam bentuk lingkaran.



Gambar 2.1. Activity On Arrow

Dalam hal ini :

A, B, C, D, E, F : aktivitas / kegiatan dalam suatu proyek

10, 20, 30, 50 : peristiwa (*event*)

t : durasi kegiatan

b. *Activity On Node* (AoN)

Profesor John. W. Fondahl dari Universitas Stanford mengemukakan teknik *precedence diagram* pada tahun 1961. Kegiatan dinyatakan dengan *node* yang berbentuk persegi empat, serta pelaksanaan suatu kegiatan pengikut (*successor*) tidak perlu menunggu kegiatan pendahuluan (*predecessor*) selesai. Sehingga penyajian diagram untuk kegiatan yang saling tumpang tindih menjadi lebih sederhana. Langkah – langkah membuat *network precedence diagram* adalah sebagai berikut :

1. Membuat denah *node* sesuai dengan jumlah kegiatan . *Node* ini berbentuk segi empat yang terdiri dari kompartemen – kompartemen kecil untuk menuliskan atribut kegiatan. Atribut kegiatan tersebut antara lain : kurun waktu kegiatan, identitas kegiatan, tanggal mulai dan tanggal akhir pelaksanaan kegiatan.
2. Menghubungkan *node-node* kegiatan dengan anak panah penghubung sesuai dengan logika ketergantungan dan konstrain.

3. Menyelesaikan diagram dengan melengkapi atribut dan simbol yang diperlukan.
4. Menghitung ES, EF, LS dan LF untuk mengidentifikasi kegiatan kritis, jalur kritis, *float*, dan waktu penyelesaian proyek.



Gambar 2.2. *Precedence Diagram Method*

Dalam hal ini :

A, B, C : jenis kegiatan

ES : *Early start*, waktu mulai paling awal kegiatan

EF : *Early finish*, waktu selesai paling awal kegiatan

LS : *Latest start*, waktu mulai paling akhir kegiatan

LF : *Latest finish*, waktu selesai paling akhir kegiatan

X : durasi kegiatan

Dalam *Precedence Diagram Method*, terdapat empat tipe hubungan antar kegiatan yaitu (Soeharto, 1995) :

1. Mulai ke mulai (*start to start*). Tipe hubungan ini dituliskan sebagai $SS(i-j) = a$, artinya kegiatan j mulai setelah a hari kegiatan terdahulu i mulai. Besarnya a tidak melebihi angka kurun waktu kegiatan terdahulu i, karena a adalah sebagian

kurun waktu kegiatan terdahulu atau ada kegiatan tumpang tindih.

2. Mulai ke selesai (*start to finish*). Tipe hubungan ini dituliskan sebagai $SF(i-j) = b$, artinya kegiatan j selesai setelah b hari kegiatan terdahulu i mulai. Hal ini menyebabkan sebagian porsi kegiatan terdahulu i harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan .
3. Selesai ke mulai (*finish to start*). Tipe hubungan ini dituliskan sebagai $FS(i-j) = c$, artinya kegiatan j mulai c hari setelah kegiatan terdahulu i selesai.
4. Selesai ke selesai (*finish to finish*). Tipe hubungan ini dituliskan sebagai $FF(i-j) = d$, artinya suatu kegiatan j selesai d hari setelah kegiatan terdahulu i selesai. Besarnya d tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan j.

Dalam suatu network kegiatan pasti ada suatu jalur kritis (*Critical Path Method*), jalur ini adalah jalur yang memiliki rangkaian-rangkaian kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Sehingga dapat dikatakan bahwa jalur kritis berisikan kegiatan-kegiatan kritis dari awal sampai akhir jalur. Seorang manajer proyek harus mampu mengidentifikasi jalur kritis dengan baik, sebab pada jalur ini terdapat kegiatan yang jika pelaksanaannya terlambat maka akan mengakibatkan keterlambatan seluruh proyek. Menurut Soeprananto (2001) CPM mulai dikembangkan tahun 1957 oleh J.E.Kelly

dari Remington Rand dan M.R.Walker dari DuPont dan *Critical Path Method* mulai dikembangkan tahun 1958 oleh Booz, Allen, dan Hamilton.

Teknik ini dikembangkan untuk membantu para manajer membuat penjadwalan, memonitor, dan mengendalikan proyek besar dan kompleks.

Ciri-ciri jalur kritis adalah:

1. Jalur yang biasanya memakan waktu terpanjang dalam suatu proses.
2. Jalur yang tidak memiliki tenggang waktu antara selesainya suatu tahap kegiatan dengan mulainya suatu tahap kegiatan berikutnya.
3. Tidak adanya tenggang waktu tersebut yang merupakan sifat kritis dari jalur kritis.

2.3. *Line of Balance*

Line of Balance merupakan suatu model yang dapat digunakan dalam banyak macam persoalan pengambilan keputusan, terutama dalam pemecahan masalah pengalokasian sumberdaya yang terbatas secara optimal. Masalah timbul kalau seseorang harus memilih atau menentukan tingkat setiap kegiatan yang akan dilakukannya, dimana masing-masing kegiatan membutuhkan sumberdaya yang sama sedangkan jumlah total sumberdaya tersebut terbatas.

"*Planning*" dapat menjadi substitute kata "*linear*" menyatakan makna bahwa setiap unit sumberdaya, atau input, yang dilibatkan dalam "rencana" tersebut mempunyai kontribusi yang sama dengan unit-unit lain dari input yang sama tanpa memperhatikan volume atau taraf operasinya.

Demikian juga setiap unit output mempunyai nilai yang sama tanpa memperhatikan taraf operasinya sehingga dapat dijumlahkan langsung. Salah satu contoh persoalan yang dapat diselesaikan dengan model *Line of Balance* adalah pendistribusian bahan bakar dari beberapa pusat depot ke beberapa tempat stasiun pengisian bahan bakar dalam rangka untuk meminimumkan total biaya transportasinya. Berbagai persoalan perencanaan menu gizi bagi formulasi pakan ternak juga dapat diselesaikan dengan model *Line of Balance*.

Dalam memformulasikan model *Line of Balance* diperlukan ekspresi matematik yang dapat digunakan untuk menyatakan fungsi tujuan yang akan dicapai, dan fungsi pembatas atau fungsi kendala dalam penggunaan sumberdaya atau input untuk mencapai tujuan. Model *Line of Balance* ini selalu dirumuskan sedemikian rupa sehingga fungsi tujuan dapat dimaksimumkan atau diminimumkan dalam proses penemuan penyelesaian. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memformulasikan problem *Line of Balance* melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Identifikasi tujuan akhir dari pengambil keputusan dan kemudian rumuskan secara verbal
2. Identifikasi kendala sumberdaya yang ada dalam upaya mencapai tujuan akhir
3. Identifikasi peubah-peubah keputusan yang terkait dengan fungsi kendala dan fungsi tujuan

4. Identifikasi koefisien dari peubah-peubah yang terkait dengan fungsi tujuan, dan formulasikan fungsi tujuan secara matematik
5. Identifikasi koefisien dari peubah-peubah yang terkait dengan konsumsi/ penggunaan sumberdaya atau input, dan total jumlah sumberdaya yang tersedia. Formulasikan fungsi kendala secara matematik.

Prosedur penyelesaiannya serupa dengan menyelesaikan seperangkat persamaan linear simultan. Teknik khusus yang sering digunakan didasarkan pada prosedur algoritme simpleks. Biasanya ada banyak sekali penyelesaian yang layak bagi suatu sistem *Line of Balance*, tetapi hanya ada satu penyelesaian (optimal) yang diharapkan dapat memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan.

2.4. Program Evaluation Review Technique (PERT)

PERT adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada didalam suatu proyek. PERT yang memiliki kepanjangan *Program Evaluation Review Technique* adalah suatu metodologi yang dikembangkan oleh Angkatan Laut Amerika Serikat pada tahun 1950 untuk mengatur program misil Polaris. Agar Angkatan Laut Amerika Serikat mendapatkan estimasi dari biaya dan durasi proyek yang lebih baik, maka mereka bekerjasama dengan Lockheed Aircraft Corporation (kontraktor utama dalam program system misil Polaris).

Menurut (Jay Heizer & Barry Render, 2005, p.94), dalam jaringan PERT menetapkan tiga perkiraan waktu (*three times estimates*) untuk masing - masing jaringan aktivitas.

Three times estimates meliputi :

- a. Waktu optimis (*optimistic time*) (t_o) : adalah waktu terpendek kejadian yang mungkin terjadi. Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah kegiatan jika semua hal berlangsung sesuai rencana. Dalam memperkirakan nilai, biasanya terdapat peluang kecil (katakanlah, $1/100$) bahwa waktu kegiatan akan $< t_o$.
- b. Waktu pesimis (*pessimistic time*) (t_p) : waktu terpanjang kejadian yang dibutuhkan. Waktu yang dibutuhkan sebuah kegiatan dengan asumsi kondisi yang ada sangat tidak diharapkan. Dalam memperkirakan nilai ini, biasanya terdapat peluang yang juga ke ($\text{juga}, 1/100$) bahwa waktu kegiatan akan $> t_p$.
- c. Waktu realistis (*most probable time*) (t_m) : waktu yang paling tepat untuk penyelesaian aktivitas dalam jaringan PERT, merupakan waktu yang paling sering terjadi jika suatu aktivitas diulang beberapa kali.

2.4.1. Kelebihan dan Keterbatasan PERT

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2005) kelebihan PERT adalah :

1. Sangat berguna terutama saat menjadwalkan dan mengendalikan proyek besar.

2. Konsep yang lugas atau secara langsung (*straightforward*) dan tidak memerlukan perhitungan matematis yang rumit.
3. Jaringan grafis membantu melihat hubungan antar kegiatan secara cepat.
4. Analisis jalur kritis dan waktu *slack* membantu menunjukkan kegiatan yang perlu diperhatikan lebih dekat.
5. Dokumentasi proyek dan gambar menunjukkan siapa yang bertanggung jawab untuk kegiatan yang beragam.
6. Dapat diterapkan untuk proyek yang bervariasi.
7. Berguna dalam mengawasi jadwal dan biaya.

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2005) keterbatasan dalam PERT adalah :

1. Kegiatan proyek harus ditentukan secara jelas, dan hubungannya harus bebas dan stabil.
2. Hubungan pendahulu harus dijelaskan dan dijaringkan bersama-sama.
3. Perkiraan waktu cenderung *subjektif* dan bergantung pada kejujuran para manajer yang takut akan bahaya terlalu optimistis atau tidak cukup pesimistis.
4. Ada bahaya terselubung dengan terlalu banyaknya penekanan pada jalur terpanjang atau kritis.

Metode PERT menetapkan durasi sebagai besaran statistik probabilitistik,

maka durasi merupakan *range time*, yaitu; *optimistic time* (t_o), *pesimistic time* (t_p) dan *most probable time* (t_m) dan durasi mempunyai fungsi distribusi tertentu. Metode PERT mendefinisikan bahwa durasi terdistribusi menurut fungsi beta. *Central probability theorem* menyatakan bahwa dalam suatu populasi, fungsi distribusi apapun dapat diasumsikan sebagai fungsi distribusi normal jika jumlah sample cukup banyak. Maka dalam studi ini diasumsikan bahwa durasi terdistribusi normal. Karena diambil dari sejumlah sampel durasi memiliki nilai rata-rata (t_r) dan deviasi standar (s_d) maka nilai *optimistic time* (t_o) dan *pesimistic time* (t_p) dihitung dengan persamaan:

$$t_o = t_r - (z \times s_d) \quad (1)$$

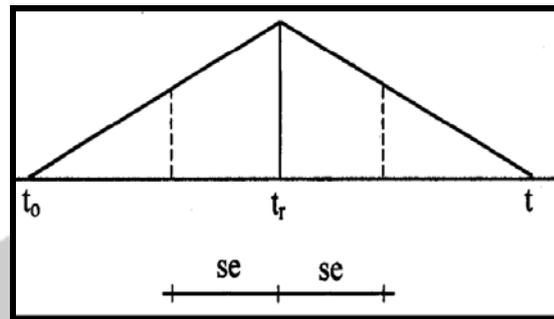
$$t_p = t_r + (z \times s_d) \quad (2)$$

dimana z adalah konstanta statistik, diambil dari tabel fungsi distribusi normal satuan. Nilai z berkaitan dengan tingkat probabilitas tertentu. Selanjutnya, interval waktu diasumsikan sebagai terdistribusi segitiga dengan puncaknya t_r , ditengah-tengah antara t_o dan t_p , (lihat Gambar 2.3), dan deviasi standar PERT (s_e) ditentukan dengan rumus :

$$s_e = (t_p - t_o) / 6 \quad (3)$$

Dan, *expected time* (t_e) dihitung dengan rumus:

$$t_e = t_r + z \cdot s_e \quad (4)$$



Gambar 2.3. Distribusi t dalam Interval Waktu

Teori PERT, mengambil *themost probable time* (t_m) yang dihitung dengan persamaan :

$$t_e = (t_0 + 4t_m + t_p) / 6 \quad (5)$$

sebagai durasi yang dipakai dalam penyusunan jadwal penyelesaian proyek. Nilai t_m yang dipakai adalah t_m dengan se terkecil. Dari Persamaan (3) terlihat bahwa se minimal bila $t_0 = t_p$ yang berarti $z = 0$, atau probabilitas 50%. (puslit.petra.ac.id)

Analisa metode PERT menggunakan data yang seragam atau jenis pekerjaan diusahakan sama. Untuk itu dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini penulis mengambil langkah-langkah untuk mengurangi nilai deviasi yang terlalu besar karena data berupa *time schedule* yang berjumlah 30 dengan jenis pekerjaan yang tidak sama. *Time schedule* hanya memuat item-item pekerjaan, durasi pekerjaan, satuan volume, harga satuan, kuantitas, jumlah harga, bobot atau nilai pekerjaan dalam prosentase (%). Tugas Akhir ini menitikberatkan pada data volume dibagi kuantitas pekerjaan dengan durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan item pekerjaan tersebut.

Dalam suatu proyek konstruksi akan memiliki volume pekerjaan yang berbeda meskipun jenis proyek dalam hal ini item-item pekerjaan hampir sama atau seragam. Durasi pekerjaan dalam suatu proyek akan berbeda dengan proyek yang lain. Agar nilai deviasi antara volume pekerjaan dan durasi pekerjaan tidak terlalu besar penulis mengambil langkah antara membagi volume/kuantitas pekerjaan dengan durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu item pekerjaan tersebut sehingga didapatkan volume pekerjaan perminggunya. Selanjutnya dibuat tabel hasil volume yang didapat perminggunya sesuai item pekerjaan dan diurutkan sampai data proyek yang ke-30.

