

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Manajemen Perusahaan

Tujuan untuk pengoptimalan elemen-elemen proyek tentu tidak mudah. Berbagai telaah literatur telah banyak membahas manfaat yang diperoleh organisasi jika organisasi memanfaatkan dan mengoperasikan manajemen proyek untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan Archibald (1987). Pemanfaatan proyek dalam organisasi dilakukan pada umumnya untuk mencapai tujuan khusus, aktivitasnya ditentukan secara jelas kapan dimulai dan kapan berakhir, dan ada pembatasan dana untuk menjalankan aktivitas proyek tersebut Gray & Larson (2006).

Produksi adalah bidang yang terus berkembang selaras dengan perkembangan teknologi, dimana produksi memiliki suatu jalinan hubungan timbal balik (dua arah) yang sangat erat dengan teknologi. Produksi dan teknologi saling membutuhkan. Kebutuhan produksi untuk beroperasi dengan biaya yang lebih rendah, meningkatkan produktivitas dan kualitas, dan menciptakan produk baru telah menjadi kekuatan yang mendorong teknologi untuk melakukan berbagai terobosan penemuan baru. Sistem produksi merupakan sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Dalam sistem produksi modern terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang mengubah input menjadi output yang dapat dengan harga kompetitif di pasar Gaspersz (1998).

Perusahaan adalah kegiatan sekali lewat dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang telah ditentukan misalnya

perusahaan baru atau fasilitas perusahaansi Iman Soeharto (1999). Perusahaan adalah suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dan melibatkan koordinasi dari sejumlah bagian yang terpisah dari organisasi dan didalamnya terdapat *schedule* dan syarat-syarat dimana kita harus bekerja untuk menghasilkan perusahaan yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas.

Perusahaan dapat diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang saling berkaitan yang masing-masing menunjukkan titik waktu yang pasti atas dimulai dan diselesaikanya setiap kegiatan yang seluruhnya akan menghasilkan suatu atau sekelompok barang atau hasil operasi khusus Pontas (2005).

Project Life Cycle merupakan kegiatan-kegiatan yang ada pada sebuah perusahaan atau dapat dikatakan bahwa dalam sebuah perusahaan ada beberapa tahap dalam kegiatan Munjiati (2003) antara lain :

a. *Project Initiation* (Tahap Permulaan Perusahaan)

Tahap permulaan perusahaan adalah dimana akan diadakan kesepakatan antara pemilik dengan para tim perusahaan untuk membahas waktu penyelesaian, biaya yang diinginkan dan mutu perusahaan, setelah ini melakukan penandatanganan kontrak.

b. *Project Implementation* (Pelaksanaan Perusahaan)

Pada tahap ini kegiatan perusahaan mulai dilaksanakan, pada tahap ini merupakan tahap terpanjang dari kegiatan-kegiatan lainnya. Pada tahap pelaksanaan perusahaan harus sesuai dengan perencanaan perusahaan yang telah dibuat.

c. *Project Termination*

Setelah pelaksanaan perusahaan selesai maka akan memasuki tahap selanjutnya yaitu tahap penyempurnaan.

Manajemen perusahaan juga digambarkan sebagai penerapan pengetahuan, kompetensi, keahlian, peralatan, metodologi, dan tehnik didalam proses pengolahan sebuah perusahaan sehingga dapat memenuhi kebutuhan dan harapan berbagai pihak yang berkepentingan (*stakeholder*) dari perusahaan tersebut Peter Chan & Eko (2004).

Pengorganisasian perusahaan (*project organizing*) adalah pembagian tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat dalam sebuah perusahaan. Penjadwalan perusahaan meliputi penentuan berbagai jenis, dan urutan pelaksanaan, kegiatan-kegiatan yang dibutuhkan dalam penyelesaian suatu perusahaan, serta waktu dimulai dan diakhirinya setiap dan seluruh kegiatan.

2.2. Tipe produksi

Wortman Bertrand & Wijngaard (1990) mengklasifikasikan sistem manufaktur berdasarkan tipe produksi menjadi 4 kategori, yaitu:

a. *Make to Stock* (MTS)

Pada strategi MTS, persediaan dibuat dalam bentuk produk akhir yang siap dipak. Siklus dimulai ketika perusahaan menentukan produk, kemudian menentukan kebutuhan bahan baku, dan membuatnya untuk disimpan. Konsumen akan memesan produk jika harga dan spesifikasi produk sesuai dengan kebutuhannya. Operasi difokuskan pada kebutuhan pemenuhan tingkat persediaan dan order yang tidak diidentifikasi pada proses produksi. Sistem produksi mengembangkan tingkat persediaan yang didasarkan pada order yang

akan datang, bukan pada order sekarang. Pada strategi ini, resiko persediaan lebih besar. Contoh produk: makanan, minuman, mainan, dan lain-lain.

b. Assemble to Order (ATO)

Strategi ATO, semua subassembly masuk pada persediaan. Ketika order suatu produk datang, perusahaan dapat dengan cepat merakit komponen menjadi produk jadi. Strategi ini digunakan oleh perusahaan yang mempunyai produk modular, yang dapat dirakit menjadi beberapa produk akhir. Strategi ini mempunyai 'moderate risk' terhadap investasi persediaan. Operasi lebih difokuskan pada modul atau part. Contoh produk: *automobile*, elektronik, komputer komersil, restoran *fast food* yang menyediakan beberapa paket makanan, dan lain-lain.

c. Make to Order (MTO)

Strategi MTO mempunyai persediaan tetapi hanya dalam bentuk desain produk dan beberapa bahan baku standar, sesuai dengan produk yang telah dibuat sebelumnya. Aktivitas proses berdasarkan order konsumen. Aktivitas proses dimulai pada saat konsumen menyerahkan spesifikasi produk yang dibutuhkan dan perusahaan akan membantu konsumen menyiapkan spesifikasi produk, beserta harga dan waktu penyerahan. Apabila telah dicapai kesepakatan, maka perusahaan akan mulai membuat komponen dan merakitnya menjadi produk dan kemudian menyerahkan kepada konsumen. Pada strategi ini, resiko terhadap investasi persediaan kecil, operasionalnya lebih fokus pada keinginan konsumennya. Contoh produk: komponen mesin, komputer untuk riset, dan lain-lain.

Perusahaan berdasarkan pesanan (*make to order*) mempunyai pola kedatangan pesanan yang stokastik dan perubahan kondisi dalam rantai pabrik

yang sulit diperkirakan. Situasi ini seringkali menyebabkan jadwal awal yang telah disusun tidak mampu mengakomodasi perubahan-perubahan kondisi tersebut. Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu mekanisme pengendalian waktu riil yang membantu produsen dalam memenuhi kepentingan pelanggan. Penjadwalan waktu riil dapat diartikan sebagai penjadwalan yang dilakukan sebagai respons untuk mengatasi perubahan yang terjadi pada jadwal awal (*initial scheduling*) yang telah disusun, yang dilakukan secara waktu riil.

Terdapat tiga tipe order pada industri *Make-To-Order* yaitu order terkonfirmasi, order kontingensi dan order baru. Order terkonfirmasi adalah suatu order dimana konsumen telah menyetujui estimasi biaya dan waktu pengiriman yang ditawarkan oleh perusahaan. Order kontingensi adalah suatu order dimana perusahaan telah menawarkan estimasi biaya dan waktu pengiriman namun konsumen belum menyetujui penawaran tersebut. Order baru adalah suatu order yang diterima dari konsumen and perusahaan belum menawarkan estimasi biaya dan waktu untuk menyelesaikan order tersebut

Kompleksitas estimasi biaya dan waktu pengiriman meningkat ketika perusahaan pada saat yang bersamaan mempertimbangkan beberapa order kontingensi. Estimasi harga dan waktu produksi yang salah akan terjadi apabila dalam memperkirakan order baru tidak memperhitungkan adanya beberapa order kontingensi, terutama jika order kontingensi menjadi order terkonfirmasi. A. Hal ini akan menimbulkan biaya penalti disebabkan adanya keterlambatan dalam pengiriman order.

d. Engineering to Order (ETO)

Dalam ETO, tidak ada persediaan. Produk belum dibuat sebelum ada order. Ketika order datang, perusahaan akan mengembangkan desain produk

berserta waktu dan biaya yang diperlukan. Apabila rancangannya disetujui konsumen, maka produk baru dibuat. Strategi ini tidak mempunyai resiko (zero risk) persediaan. Dan cocok untuk produk baru atau unik. Misalnya: Kapal, komputer untuk militer, prototype mesin baru, dan lain-lain. Operasi lebih difokuskan pada spesifikasi order dari konsumen daripada part-nya itu sendiri.

2.3. Tahapan Dalam Manajemen Proyek

Proyek dapat diartikan sebagai langkah-langkah kegiatan yang dilakukan, proses, objek dan area manajemen proyek serta indikator kinerja yang diharapkan sebagai sasaran dan tinjauan proyek. Suatu proyek dengan proyek yang lain mempunyai keunikan masing-masing, sehingga untuk menanganinya perlu dibentuk suatu organisasi proyek.

Ada tiga tahap yang harus dilakukan dalam manajemen proyek yaitu:

1. Perencanaan (*Planning*)

Mencakup penetapan sasaran, pendefinisian proyek dan organisasi tim.

2. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan ini merupakan implementasi dari perencanaan yang telah ditetapkan, dengan melakukan tahapan pekerjaan yang sesungguhnya secara fisik atau nonfisik sehingga produk akhir sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan.

3. Pengendalian (*Controlling*)

Pengawasan sumber daya , biaya, kualitas dan *budget*, jika perlu merevisi, ubah rencan, menggeser atau mengelola ulang sehingga tepat waktu dan biaya.

2.4. Perencanaan Proyek

Perencanaan merupakan salah satu fungsi vital dalam kegiatan manajemen proyek. Karena perencanaan merupakan suatu tahapan dalam manajemen proyek yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administrative agar dapat diimplementasi Husen (2009). Ada beberapa unsur-unsur dalam perencanaan perusahaan Iman Soeharto (1999) yaitu :

a. Jadwal

Jadwal adalah penjabaran perencanaan perusahaan yang menjadi urutan langkah-langkah kegiatan yang sistematis untuk mencapai sasaran. Penjadwalan adalah perhitungan pengalokasian waktu yang tersedia kepada pelaksanaan masing-masing bagian pekerjaan atau kegiatan, dalam rangka penyelesaian suatu perusahaan sedemikian rupa sehingga tercapai hasil yang optimal, dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

b. Perkiraan

Perkiraan, adalah usaha yang dilakukan secara sistematis untuk melihat keadaan masa depan dengan data-data yang tersedia. Perkiraan ini bertujuan sebagai alat untuk mengendalikan kegiatan perusahaan karena tidak pastinya kondisi di masa datang.

c. Sasaran

Sasaran, adalah tujuan yang spesifik di mana semua kegiatan diarahkan dan diusahakan untuk mencapainya. Sasaran pokok dari setiap perusahaan mencakup tiga hal yaitu jadwal, anggaran dan mutu.

d. Kebijakan

Kebijakan dan prosedur, memegang peranan yang penting yaitu sebagai alat komunikasi yang diharapkan dapat mengatur, mengkoordinasi dan menyatukan arah gerak bagian-bagian yang akan dilakukan.

e. Anggaran

Anggaran, merupakan perencanaan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu.

Pada tahap awal dari proses perencanaan perusahaan melibatkan peran serta staf dan taksiran yang bersifat sementara, sedangkan tahap-tahap selanjutnya dalam bentuk penyusunan anggaran dengan lebih banyak partisipasi dari mereka yang akan melaksanakan perusahaan dan merapikan cakupan, jadwal, dan perhitungan biaya. Para perencana menggunkan taksiran sementara sebagai dasar keputusan merumuskan perusahaan.

2.5. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Pendekatan yang dapat digunakan diantaranya adalah Diagram *Gantt*



Penjadwalan proyek mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu..
3. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan serta memberikan kepastian pelaksanaan proyek.
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.

2.6. Pengendalian Proyek

Menurut Mockler (1971) pengendalian merupakan usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran dan tujuan perencanaan, merancang system informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan penyimpangan, kemudian melakukan tindakan koreksi yang diperlukan agar sumber daya dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran dan tujuan. Pengendalian perusahaan dilakukan sebagai upaya untuk mengkaji apakah kegiatan berjalan sesuai dengan patokan yang telah ditentukan kemudian dilakukan tindakan pembetulan bila diperlukan Stoner (1982). Pengendalian perusahaan mencakup penentuan sasaran, penentuan lingkup kegiatan, penentuan kriteria dan standar, merancang sistem informasi, mengkaji dan menganalisis hasil pekerjaan serta mengadakan tindakan pembetulan Iman Soeharto (1995). Pengendalian perusahaan adalah memantau, mengkaji,

mengadakan koreksi dan membimbing agar kegiatan perusahaan menuju kearah yang telah ditentukan Iman Soeharto (1999). Untuk saat ini telah banyak software yang dapat dipergunakan diantaranya *Primavera, MacProject, Pertmaster, Visischedule, Timeline, MS Project*.

2.7. Critical Chain Project Management

CCPM (*Critical Chain Project Management*) atau yang lebih dikenal dengan nama Metode Rantai Kritis dikenalkan oleh Dr. Eliyahu Goldratt pada tahun 1997. Metode ini adalah hasil pengembangan dari *Theory of Constraint* (TOC) yang juga dikembangkan oleh Eliyahu Goldratt. CCPM merupakan suatu metode baru dalam penjadualan proyek agar selesai tepat pada waktunya. Sebenarnya CCPM tidak semata-mata melakukan penjadualan proyek seperti yang dilakukan oleh CPM/PERT tetapi juga melakukan pendekatan manajemen. Semua ini bisa ditempuh dengan cara menghilangkan *multitasking, student syndrome, parkinson 's law* serta memberi *buffer* di waktu akhir proyek Wardana B (2005).

Pada *Critical chain project management* terdiri atas 3 tahap yaitu sebagai berikut Pada tahap awal adalah menyusun suatu part atau routing yang menjadi suatu bentuk jaringan yang disusun berdasarkan keterkaitan operasi tanpa memperhatikan penggunaan sumbernya. Pada tahap ini, yaitu melakukan pencarian waktu penyelesaian (*makespan*) berdasarkan pada lintasan kritis yang telah diperoleh sebelumnya untuk menentukan saat pertama ditemukannya himpunan aktivitas yang melanggar ketersediaan sumber. Jika ada aktivitas yang terlanggar maka ditambahkan busur ketergantungan yang akan menghindari pelanggaran penggunaan sumber. Penambahan busur

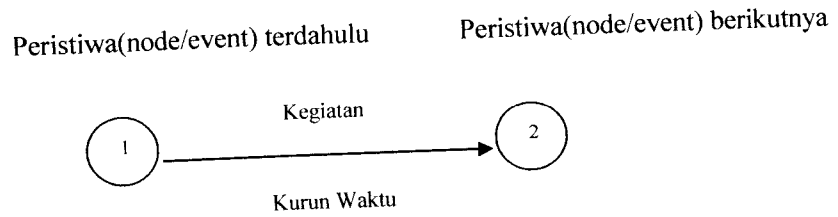
ketergantungan ini dilakukan terhadap pasangan busur yang dapat menghasilkan peningkatan waktu terkecil pada lintasan kritis. Tahap ini dilakukan sampai tidak ada lagi himpunan aktivitas yang melanggar ketersediaan sumber. Waktu yang dihasilkan merupakan makespan yang sudah memperhitungkan penggunaan sumber.

Tahap ke dua yaitu pencarian solusi terbaik. Karena sejauh ini tidak ada metode yang memberikan solusi optimal yang mutlak, maka yang digunakan yaitu hasil yang paling dekat dari optimal (*good enough solution*).

Tahap ke tiga yaitu identifikasi dan penyisipan penyangga. Hal ini dilakukan dengan memindahkan memindahkan waktu pengaman dari akhir masing-masing pekerjaan ke akhir proyek. Setelah itu memindahkan pekerjaan yang tidak mendesak ke belakang sesuai dengan asas *as late as possible* (ALAP)

2.8. Diagram Jaringan dan Pendekatan

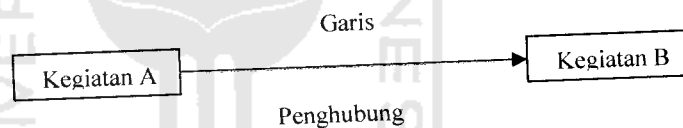
Menggunakan PERT dan CPM dimulai dengan membagi seluruh proyek menjadi kegiatan-kegiatan yang berarti menurut WBS, dengan menggunakan pendekatan AON (*Activity On Node*) atau AOA (*Activity On Arrow*), yang kadang-kadang untuk AOA memerlukan *dummy activity* untuk memperjelas hubungan. Perbandingan antara kedua pendekatan digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Jaringan kerja tipe AOA

Sumber: Imam Soeharto, 1997

Kegiatan anak panah atau *Activity on Arrow* (AOA). Di sini kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa. Ekor anak panah merupakan awal dan ujungnya sebagai akhir kegiatan. Nama dan kurun waktu kegiatan berturut-turut ditulis di atas dan di bawah anak panah.



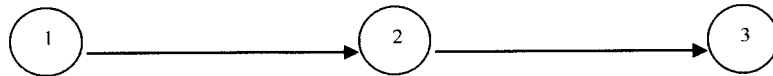
Gambar 2.2 Jaringan kerja tipe AON

Sumber: Imam Soeharto, 1997

Kegiatan ditulis di dalam kotak atau lingkaran, yang disebut *Activity on Node* (AON). Anak panah hanya menjelaskan hubungan ketergantungan antara kegiatan satu dengan kegiatan lainnya. Untuk dapat menggambar sebuah *network diagram* yang dapat menyatakan logika ketergantungan antar kegiatan, perlu diketahui hubungan antar kegiatan yang mungkin ada dalam jaringan kerja. Hubungan antar kegiatan tersebut dapat dikategorikan menjadi dua macam yaitu :

1. Hubungan seri

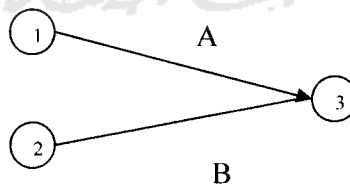
Antara dua kegiatan terdapat hubungan seri bila sebuah kegiatan tidak dapat mulai dikerjakan atau kegiatan lainnya belum selesai dikerjakan. Hubungan seri ada dua macam yaitu hubungan seri langsung dan hubungan seri tidak langsung.



Gambar 2.3 Hubungan seri

2. Hubungan paralel

Antara dua kegiatan terdapat hubungan paralel, bila untuk memulai dan atau menyelesaikan sebuah kegiatan lainnya selesai. Hubungan paralel mempunyai empat alternatif bentuk dalam jaringan kerja yaitu: memiliki satu peristiwa akhir bersama, memiliki satu peristiwa awal bersama, memiliki satu peristiwa akhir dan satu peristiwa awal bersama, dan terakhir memiliki peristiwa awal yang berlainan dan peristiwa akhir yang berlainan.



Gambar 2.4 Hubungan paralel

Untuk memulai dan atau menyelesaikan kegiatan A tidak perlu menunggu kegiatan B mulai dan atau kegiatan B selesai. Demikian pula sebaliknya, untuk memulai dan atau menyelesaikan kegiatan B tidak perlu

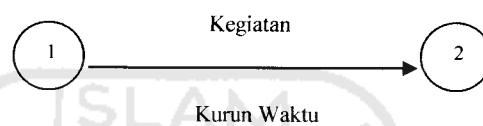
menunggu kegiatan A mulai atau selesai. Kegiatan A dan kegiatan B mempunyai hubungan paralel satu sama lain, dan memiliki satu peristiwa akhir bersama.

Dalam penggambaran, terdapat beberapa variasi hubungan antar komponen kegiatan yaitu:

- Kegiatan dasar

Peristiwa(node/event) terdahulu

Peristiwa(node/event) berikutnya



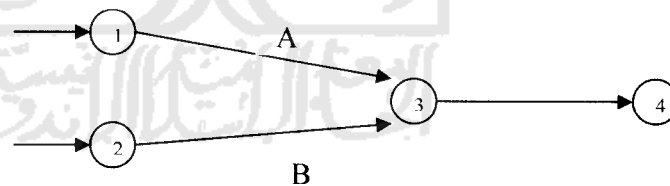
Gambar 2.5 Kegiatan dasar

- Kegiatan lanjutan



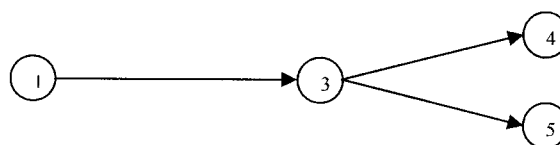
Gambar 2.6 Kegiatan lanjutan

- Kegiatan menggabung



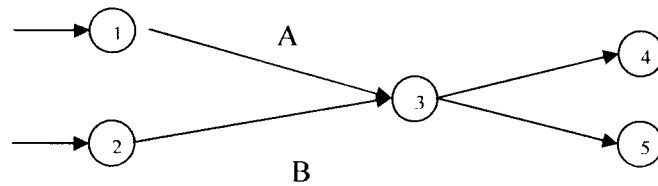
Gambar 2.7 Kegiatan menggabung

- Kegiatan memecah



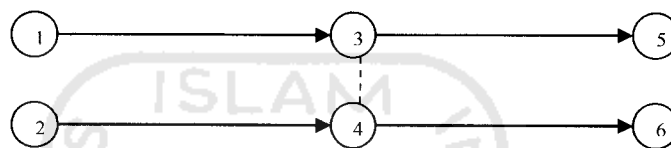
Gambar 2.8 Kegiatan memecah

- Kegiatan bersilangan



Gambar 2.9 kegiatan bersilangan

- *Dummy*



Gambar 2.10 Kegiatan *dummy*

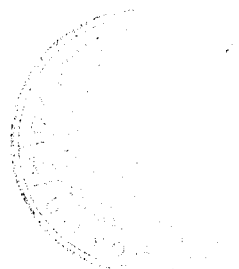
Sumber : Imam Soeharto, 1997)

2.9. Jalur Kritis dan *Slack*

2.9.1 Jalur Kritis

Jalur kritis adalah jalur waktu terpanjang yang melalui jaringan. Dengan menggunakan analisa jalur kritis maka akan membantu menentukan jadwal proyek, yang mana perlu menghitung dua waktu awal dan akhir untuk tiap kegiatan Yaitu:

- ES (*Earliest Start*) = Waktu terdahulu suatu kegiatan dapat dimulai dengan asumsi kegiatan sebelumnya sudah selesai
- EF (*Earliest Finish*) = Waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai
- LS (*Latest Start*) = Waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek



- LF (*latest Finish*) = Waktu terakhir suatu kegiatan dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek

Metode perhitungan yang digunakan :

a. Hitungan Maju

Hitungan maju adalah cara perhitungan waktu mulai dari selesai suatu kegiatan dalam rangkaian jaringan kerja yang hanya mempergunakan ES, EF dan D saja.

Aturan aturan:

- Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya selesai.
- Rumus untuk hitungan maju

$$EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j) \dots\dots\dots(2.1)$$

- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan kegiatan terdahulu menggabung, maka ES kegiatan tersebut adalah sama dengan EF yang terbesar dari kegiatan terdahulu.

b. Hitungan Mundur

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu paling akhir masing-masing kegiatan yang masih dapat dimulai dan diakhiri tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang telah dihasilkan dari hitungan maju. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan satu jaringan kerja atau waktu akhir penyelesaian proyek.

Aturan-aturan :

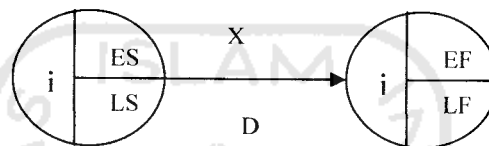
- Rumus untuk hitungan mundur:

$$LS(i-j) = LF(i-j) - D(i-j) \dots\dots\dots(2.2)$$

- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan yang mengikuti, maka LF kegiatan tersebut adalah sama dengan LS kegiatan berikutnya yang terkecil.

c. *Network diagram* Metode CPM

Setelah proses perhitungan selesai, data yang diperoleh dimasukkan dalam *network diagram*. Notasi dan simbol yang dipergunakan dalam penggambaran *network diagram* metode CPM dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.11 Notasi dan Simbol metode CPM

Keterangan:

i = node peristiwa awal

j = node peristiwa pengikut

X = nama kegiatan

D = Kurun Waktu (durasi kegiatan)

ES = *Earliest Start Time*

LS = *Latest Allowed Start Time*

EF = *Earliest Finish Time*

LF = *Latest Allowable Finish Time*

2.9.2 Jalur Kritis dan *Float*

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis dan *dummy*. *Dummy* hanya ada dalam lintasan kritis bila diperlukan. Lintasan kritis ini dimulai dari peristiwa awal *network diagram*. Mungkin saja terdapat lebih dari sebuah lintasan kritis, dan bahkan mungkin saja semua lintasan yang ada dalam sebuah *network diagram* kritis semua. Tujuan mengetahui lintasan kritis adalah untuk mengetahui dengan cepat kegiatan-kegiatan dan peristiwa-peristiwa yang tingkat kepekaannya paling tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan penyelenggaraan proyek, yaitu terhadap kegiatan-kegiatan dan hampir kritis.

Sifat dan syarat umum yang berlaku pada jalur kritis:

- Waktu mulai paling awal dan akhir kegiatan harus sama ($ES = LF$)
- Waktu selesai awal dan akhir kegiatan harus sama ($EF = LF$)
- Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal atau total *float* kegiatan bernilai nol $LF - ES = D$ atau $TF = 0$.
- Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

Macam-macam *float* :

- *Float* total (*Total Float*- TF)

Pada penyusunan dan perencanaan jadwal proyek, arti penting dari *float* total adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan.

Rumus untuk float total:

$$TF = LF - D - ES \dots \dots \dots (2.3)$$

▪ *Float bebas (Free Float – FF)*

Float bebas adalah *float* yang hanya dimiliki oleh satu kegiatan tertentu, sedangkan *float* total kegiatan-kegiatan yang berada di jalur yang bersangkutan. Besarnya *float* bebas suatu kegiatan adalah sama dengan sejumlah waktu dimana penyelenggaraan kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya.

Rumus *float* bebas:

$$FF = EF - D - ES \dots \dots \dots (2.4)$$

▪ *Float independent (Independent Float-IF)*

Float independent adalah jangka waktu antara saat paling awal peristiwa akhir suatu kegiatan dengan saat selesainya kegiatan tersebut bila dimulai pada saat paling lambat peristiwa awalnya. *Float* ini memberikan identifikasi keterlambatan suatu kegiatan tertentu dalam jaringan kerja, yang tidak terpengaruh terhadap *float* total dari kegiatan yang mendahului ataupun kegiatan berikutnya.” Battersby memberikan batasan *float independent*, yaitu semua *predecessor* selesai selambat mungkin dan *successor* mulai seawal mungkin, dan bila selisih waktu (interval) tersebut melebihi kurun waktu kegiatan yang dimaksud maka selisih ini disebut *float independent*”. (Imam Soeharto, 1997).

Rumus *float independent* :

$$IF = ES - D - LF \dots \dots \dots (2.5)$$

2.10. Pengukuran Kerja Dengan Metode Sampling Kerja (*Work Sampling*)

Sampling atau dalam bahasa asingnya sering disebut dengan *work sampling*, *ratio delay study*, atau *random observation method* adalah teknik untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktivitas kerja mesin, proses atau pekerja Sritomo (1995). Teknik sampling kerja ini pertama kali digunakan oleh seorang sarjana inggris bernama L.H.C. Tippet dalam aktivitas penelitiannya di industri textile. Selanjutnya cara atau metode sampling kerja telah terbukti sangat efektif dan efisien untuk digunakan dalam mengumpulkan informasi mengenai kerja mesin atau operornya. Dikatakan efektif karena dengan cepat dan mudah cara ini akan dapat dipakai untuk penentuan waktu longgar (*allowancetime*) yang tersedia untuk suatu pekerjaan, pendayagunaan mesin sebaik-baiknya, dan penetapan waktu baku untuk proses produksi. Secara garis besar metode sampling kerja memiliki manfaat sbb:

1. Mengukur *ratio delay* dari sejumlah mesin, karyawan atau operator, maupun fasilitas kerja lainnya.
2. Menetapkan *performance level* dari seseorangn selama waktu kerjanya berdasarakan waktu-waktudimana orang ini bekerja atau tidak bekerja terutama sekali untk pekerjaan-pekerjaan manual.
3. Menentukan waktu baku untuk suatu prosesn atau opsai kerja seperti halnya yang bisa dilaksanakan oleh pengukuran kerja lainnya.

2.10.1 Penentuan Jumlah Sampel Pengamatan

Banyaknya pengamatan yang harus dilakukan dalam sampling kerja akan dipengaruhi oleh 2 faktor utama, yaitu:

1. Tingkat ketelitian (*degree of accuracy*) dari pengamatan.
2. Tingkat kepercayaan (*level of confidence*) dari hasil pengamatan.

Rumus untuk mendapatkan jumlah sampel pengamatan yang harus dilaksanakan sebagai berikut:

$$Sp = k \frac{\sqrt{p(1-p)}}{N}$$

$$N' = \frac{k^2(1-p)}{S^2 p}$$

Dengan :

k = Tingkat keyakinan

k = 99% = 3

k = 95% = 2

s = Derajat ketelitian

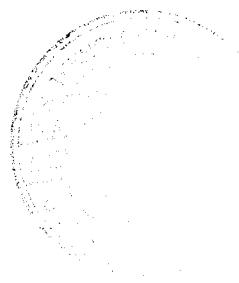
N = Jumlah data pengamatan

N' = Jumlah data teoritis

Jika $N' \leq N$, maka data dianggap cukup, jika $N' > N$ data dianggap tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data.

2.10.2 Uji Keseragaman Data

Untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama dan untuk memisahkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda. Dengan uji keseragaman data dapat terlihat kondisi kerja yang tidak wajar. Data yang dianggap tidak wajar atau tidak mencukupi tidak usah dimasukkan dalam perhitungan.



Rumus batas-batas control:

$$p \pm 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

dimana:

p = Prosentase terjadinya kejadian rata-rata yang dinyatakan dalam bentuk angka decimal.

n = Jumlah pengamatan yang dilaksanakan per siklus waktu kerja.

2.11. Algoritma Pengembangan Penyangga Proyek

Algoritma untuk membentuk *buffer* Simatumpang & Santosa (1999) merupakan suatu algoritma di mana dalam algoritma ini sudah mempertimbangkan pemakaian penyangga umpan dan penyangga proyek. Penyangga proyek yang diberikan adalah sebesar 40% dari total waktu penyelesaian yang diperoleh setelah melakukan efisiensi lintasan, dan sebesar 60% dipakai untuk tiap operasi pada suatu jaringan. Penyangga umpan diberikan kepada operasi/pekerjaan pada lintasan non-kritis yang masuk ke lintasan kritis sebesar 50%. Tujuan diberikannya penyangga umpan adalah untuk melindungi lintasan kritis apabila terjadi keterlambatan pada lintasan non-kritis. Penyangga umpan diberikan jika penyangga umpan $\geq \Delta$ ($\Delta = \text{ESCC} - \text{EFOp}$). Jadi Δ merupakan selisih antara waktu mulai operasi pada lintasan kritis (ESCC) dengan waktu selesai operasi pada lintasan non kritis (EFOp).

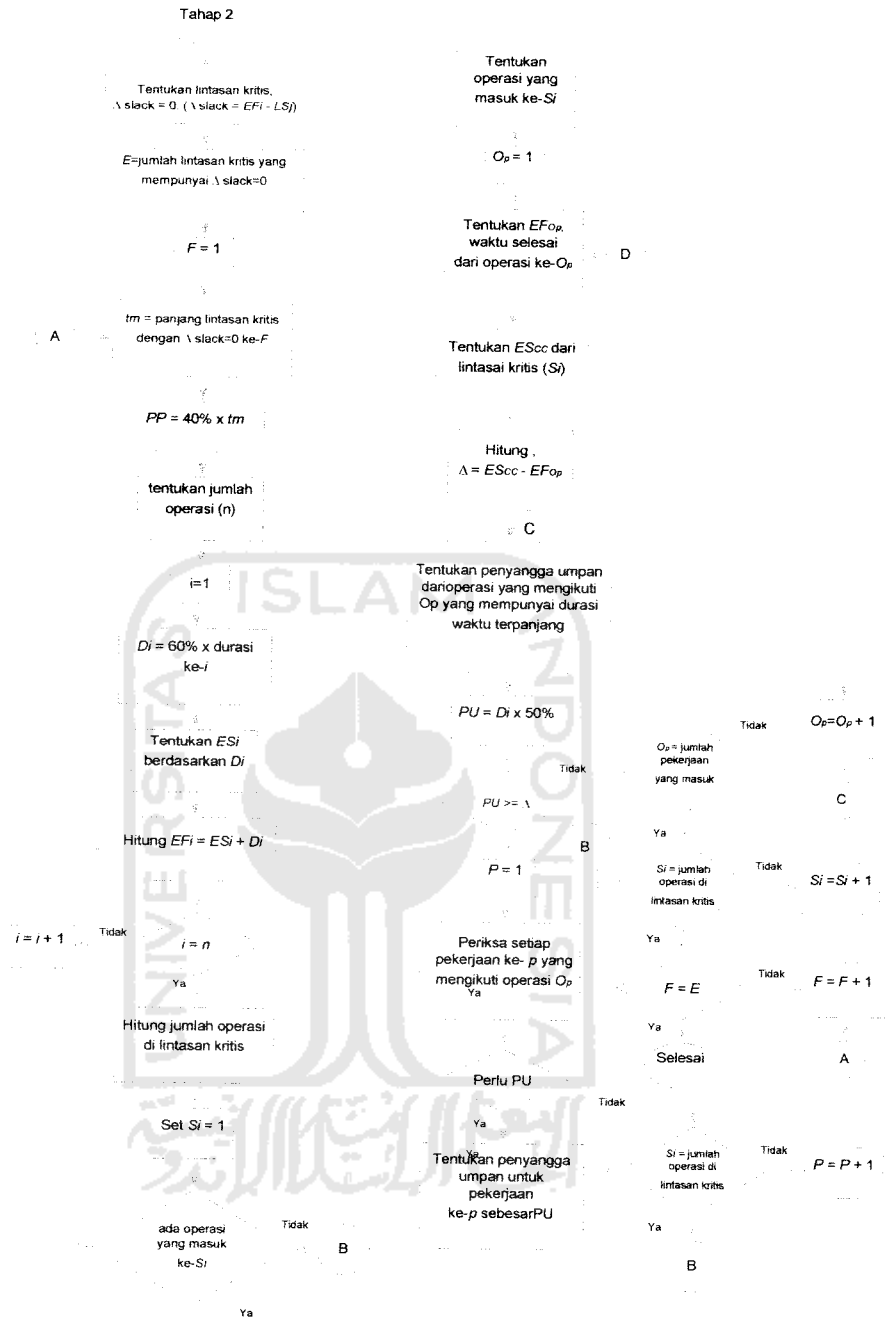
Langkah-langkah dalam penyusunan algoritma penetapan *buffer* Simatumpang & Santosa (1999):

Langkah 1 Panjang lintasan kritis merupakan makespan terbaik hasil tahap 2.

- Tentukan lintasan kritis di mana masing-masing kegiatan mempunyai $D slack = 0$. $D slack$ adalah waktu selesai awal aktivitas i – waktu mulai akhir aktivitas j . ($D slack = EFi - LSj$).
- Langkah 2.** $E =$ jumlah lintasan kritis yang mempunyai $D slack = 0$
- Langkah 3.** Set $F = 1$
- Langkah 4.** $tm =$ panjang lintasan kritis dengan $D slack = 0$ ke- F
- Langkah 5.** Hitung $PP = 40\% \times tm$
- Langkah 6.** Tentukan jumlah operasi (n)
- Langkah 7.** Set $i = 1$
- Langkah 8.** Tentukan $Di = 60\% \times$ durasi ke- i
- Langkah 9.** Tentukan ESi berdasarkan Di . Hitung $EFi = ESi + Di$
- Langkah 10.** Jika $i = n$, maka hitung jumlah operasi di lintasan kritis. Lanjutkan ke langkah 11. Jika $i \neq n$, maka $i = i + 1$, kembali ke langkah 8
- Langkah 11.** Hitung jumlah operasi di lintasan kritis
- Langkah 12.** Set $Si = 1$
- Langkah 13.** Jika ada operasi yang masuk ke- Si , tentukan operasi yang masuk ke- Si , ke langkah 14. Jika tidak ada operasi yang masuk ke- Si , ke langkah 23
- Langkah 14.** Set $Op = 1$
- Langkah 15.** Tentukan $EFOp$, waktu selesai dari operasi ke- Op . Tentukan $EScc$ dari lintasan kritis Si
- Langkah 16.** Hitung $D = EScc - EFOp$
- Langkah 17.** Tentukan penyangga umpan dari operasi yang mengikuti Op yang mempunyai durasi waktu terpanjang. $PU = \sum Dij$ (jumlah durasi waktu terpanjang) $\times 50\%$
- Langkah 18.** Jika $PU \geq \Delta$, maka set $P = 1$, ke langkah 19. Jika $PU < D$ maka set $Op =$ jumlah operasi/pekerjaan yang masuk ke rantai kritis yang masuk ke- Si . Lanjutkan ke langkah 22
- Langkah 19.** Periksa setiap pekerjaan ke- P yang mengikuti operasi Op . Jika memerlukan penyangga umpan, maka tentukan penyangga umpan untuk pekerjaan ke- P sebesar PU . Ke langkah 20. Jika tidak memerlukan penyangga umpan maka ke langkah 21
- Langkah 20.** Tentukan durasi tiap operasi (Di yang baru) dalam pekerjaan sebesar 50% dari Di
- Langkah 21.** Jika $P =$ jumlah pekerjaan yang mengikuti Op maka ke langkah 13. Jika tidak, set $P = P + 1$, kembali ke langkah 19

- Langkah 22.** Op = jumlah operasi/pekerjaan yang masuk ke- Si , tentukan Si = jumlah operasi di lintasan kritis. Ke langkah 22. Jika Op ' jumlah pekerjaan yang masuk ke- Si maka $Op = Op + 1$, ke langkah 15
- Langkah 23.** Jika Si = jumlah operasi di lintasan kritis. Periksa apakah $F = E$. Jika tidak, maka set $Si = Si+1$, ke langkah 13
- Langkah 24.** Jika $F = E$, maka selesai. Jika tidak maka $F = F+1$, ke langkah 4





Gambar 2.2 *flow chart* dari algoritma metode rantai kritis yang telah dikembangkan .

2.12. Biaya Perusahaan

Biaya dalam sebuah perusahaan merupakan salah satu pengeluaran dalam kegiatan pada suatu perusahaan, perkiraan biaya bisa digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, pelayanan maupun waktu. Pencapaian efisiensi biaya perla adanya pengendalian biaya, untuk melakukan hal ini perla adanya pengalokasian dan penggolongan biaya. Penggolongan biaya Iman Soeharto (1999) antara lain :

- a. Modal Tetap, di kelompok menjadi dua yaitu :
 - 1) Biaya langsung (*Direct Cost*), biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanent hasil akhir perusahaan.
 - 2) Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*), biaya untuk manajemen, supervise dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian perusahaan yang tidak akan menjadi instalasi atau perusahaan permanent, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan perusahaan.
- b. Modal Kerja, diperlukan untuk menutupi kebutuhan pada awal operasi yang meliputi biaya persediaan bahan baku dan pembelian sarana untuk operasi.

Biaya yang dikalkulasikan dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu :

1) *Resource Cost*

Resource cost dihitung berdasarkan masukan *standard rate*, *over time rate*, serta *cost per use* pada *resource sheet* dikalikan jam kerja yang dimasukkan pada durasi masing-masing kegiatan yang sesuai dengan jadwal masing-masing *resource*. *Standard rate* digunakan untuk memasukan biaya atau gaji *resource* yang berlaku, sedangkan

overtime rate untuk memasukan tariff lembur per jam. *Cost per use* digunakan untuk menampung pembebanan biaya yang tarifnya ditetapkan secara borongan.

2) *Fixed Cost*

Fixed Cost merupakan kumulatif dari semua *unsure cost* diluar *resource cost* yang dihitung terlebih dahulu diluar *primavera project planner* ke dalam *primavera project planner* melalui *table cost*.

