

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian sejenis telah dilakukan oleh Arianti (2002) dengan judul Penerapan *Diagram Network* dengan CPM Dalam Efisiensi Waktu dan Biaya Studi Kasus di Perusahaan Garmen Collection Malang, dapat diketahui adanya perbedaan waktu dan biaya sebelum dan sesudah penerapan *Diagram Network* dengan CPM. Hasil analisis adalah sebagai berikut:

Dengan menggunakan metode jalur kritis, penyelesaian produksi yang biasanya memerlukan waktu selama 2520 menit dengan biaya sebesar Rp. 1.732.700,- dapat dipercepat berdasarkan analisis *Network* dengan waktu selama 2160 menit dengan biaya sebesar Rp. 1.762.220,-. Jadi ada penghematan waktu 360 menit dengan tambahan biaya Rp. 29.520,- dari rencana perusahaan. Berdasarkan hasil ini maka keputusan yang diambil adalah memiliki waktu yang dipercepat karena lebih efisien dengan konsekuensi tambahan biaya yang harus dikeluarkan yaitu Rp. 29.529,- dibandingkan waktu normal dengan denda sebesar Rp. 48.000,-

Penelitian yang dilakukan oleh Sakdiyah (2004) dengan judul *Network Planning* Dengan CPM Dalam Usaha Meningkatkan Efisiensi Biaya dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Perkantoran di PT. Nilano Malang. Hasil analisis adalah sebagai berikut:

Dengan menggunakan metode CPM dalam mengadakan perencanaan dan pengendalian proyek, maka proyek dapat dipersingkat waktu penyelesaiannya.

Waktu sebelum percepatan atau waktu normal yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek adalah 225 hari dengan biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 470.089.485,-. Laba kotor yang diperoleh lebih rendah karena perusahaan harus membayar denda 1,5% dari nilai kontrak sebesar Rp. 528.199.000,-. Sedangkan berdasarkan waktu yang dipercepat selama 217 hari dengan biaya yang dibutuhkan lebih sedikit yaitu sebesar Rp. 463.777.111,- karena tidak harus membayar denda 1,5% dari nilai kontrak.

Penelitian yang lain dilakukan oleh Ghofar (2005) dengan judul *Analisis Network Planning Dengan CPM Untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu dan Biaya Pada Pembangunan Jembatan di CV. Putra Dewata*, dapat diketahui adanya perbedaan waktu dan biaya sebelum dan sesudah penerapan *Diagram Network* dengan CPM. Hasil analisis yang diperoleh adalah waktu sebelum percepatan atau waktu normal yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek adalah 60,2 hari dengan biaya Rp. 75.577.948,55. Laba kotor yang diperoleh lebih rendah karena perusahaan harus membayar 1,5% dari nilai kontrak sebesar Rp. 81.786.000,-. Sedangkan berdasarkan waktu yang dipercepat selama 57,2 hari dengan biaya yang dibutuhkan lebih sedikit yaitu sebesar Rp. 74.559.158,55, karena tidak membayar denda 1,5% dari nilai kontrak.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
1	Arianti 2002	Penerapan <i>Diagram Network</i> dengan CPM Dalam Efisiensi Waktu dan Biaya	<i>Diagram Network</i> dengan CPM	Penyelesaian produksi yang biasanya memerlukan waktu selama 2520 menit dengan biaya sebesar

		Studi Kasus di Perusahaan Garmen Collection Malang		Rp. 1.732.700,- dapat dipercepat menjadi 2160 menit dengan biaya sebesar Rp. 1.762.220,-. Jadi ada penghematan waktu 360 menit dengan tambahan biaya Rp. 29.520,-. Konsekuensi tambahan biaya yang harus dikeluarkan yaitu Rp. 29.529,-, dibandingkan waktu normal dengan denda sebesar Rp. 48.000,-.
2	Sakdiyah 2004	<i>Network Planning</i> Dengan CPM Dalam Usaha Meningkatkan Efisiensi Biaya dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Perkantoran di PT. Nilano Malang	PERT, CPM	Waktu normal yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek adalah 225 hari dengan biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 470.089.485,-. Laba kotor yang diperoleh lebih rendah karena perusahaan harus membayar denda 1,5% dari nilai kontrak sebesar Rp. 528.199.000,-. Sedangkan berdasarkan waktu yang dipercepat selama 217 hari dengan biaya yang dibutuhkan lebih sedikit yaitu sebesar Rp. 463.777.111,- karena tidak harus membayar denda 1,5% dari nilai kontrak
3	Ghofar 2005	Analisis <i>Network Planning</i> Dengan CPM Untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu dan Biaya Pada Pembangunan Jembatan di	<i>Least Cost Analysis</i> CPM	Waktu normal yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek adalah 60,2 hari dengan biaya Rp. 75.577.948,55. Laba kotor yang diperoleh lebih rendah karena perusahaan harus

		CV. Putra Dewata		membayar 1,5% dari nilai kontrak sebesar Rp. 81.786.000,-. Sedangkan berdasarkan waktu yang dipercepat selama 57,2 hari dengan biaya yang dibutuhkan lebih sedikit yaitu sebesar Rp. 74.559.158,55, karena tidak membayar denda 1,5% dari nilai kontrak.
4	Nanang Tri wahyudi 2017	Penjadwalan ulang terhadap waktu untuk optimasi biaya proyek rehabilitasi fasilitas sandar kapal patroli (studi kasus pada kantor kesyahbandaran utama tanjung perak surabaya)	CPM	Setelah penambahan jam kerja pada kegiatan kritis, maka terjadi pengurangan durasi penyelesaian proyek dari 120 hari menjadi 92 hari atau terjadi percepatan sebesar 28 hari dan terjadi pengurangan biaya proyek dari Rp 3.158.700.000,00 menjadi Rp 3.152.549.168,15 atau terjadi penyusutan sebesar Rp. 6.150.831,85.

Sumber: Dari berbagai penelitian terdahulu

2.2. Definisi Pelabuhan

Dalam perkembangannya, transportasi semakin maju seiring dengan perkembangan teknologi, tidak terkecuali untuk transportasi laut. Dimana pelabuhan sebagai tempat penghubung antara daratan dengan lautan. Definisi dari pelabuhan itu sendiri adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan

fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar modal transportasi (Soedjono, 2002). Tanjung Perak merupakan salah satu pelabuhan pintu gerbang di Indonesia. Sebagai pelabuhan pintu gerbang, maka Tanjung Perak telah menjadi pusat kolektor dan distributor barang ke Kawasan Timur Indonesia, khususnya untuk Propinsi Jawa Timur. Dalam masa pembangunan ini, usaha-usaha pengembangan terus dilakukan oleh pelabuhan Tanjung Perak yang diarahkan pada perluasan dermaga, khususnya dermaga kontainer, perluasan dan penyempurnaan berbagai fasilitas yang ada, pengembangan daerah industri dikawasan pelabuhan. pembangunan terminal penumpang dan fasilitas-fasilitas lainnya yang berkaitan dengan perkembangan pelabuhan-pelabuhan modern.

2.2.1 Lokasi

Pelabuhan Tanjung Perak adalah Pelabuhan Surabaya yang terletak pada posisi 112°43'22" Bujur Timur dan 07°11'54" Lintang Selatan. Tepatnya di Selat Madura sebelah Utara kota Surabaya yang meliputi daerah perairan seluas 1.574,3 ha dan daerah daratan seluas 574,7 ha.

2.2.2. Fasilitas-Fasilitas Penting di Pelabuhan Tanjung Perak

Di area pelabuhan, terdapat fasilitas-fasilitas penting yang berhubungan langsung dan menunjang adanya pelabuhan tersebut :

1. Jembatan Suramadu

Jembatan Nasional Suramadu adalah jembatan yang melintasi Selat

Madura, menghubungkan Pulau Jawa(di Surabaya) dan Pulau Madura (di Bangkalan, tepatnya timur Kamal), Indonesia. Dengan panjang 5.438 m, jembatan ini merupakan jembatan terpanjang di Indonesia saat ini. Jembatan Suramadu terdiri dari tiga bagian yaitu jalan layang (*causeway*), jembatan penghubung (*approach bridge*), dan jembatan utama (*main bridge*). Jalan layang atau *Causeway* dibangun untuk menghubungkan konstruksi jembatan dengan jalan darat melalui perairan dangkal di kedua sisi. Jalan layang ini terdiri dari 36 bentang sepanjang 1.458 meter pada sisi Surabaya dan 45 bentang sepanjang 1.818 meter pada sisi Madura. Jalan layang ini menggunakan konstruksi penyangga PCI dengan panjang 40 meter tiap bentang yang disangga pondasi pipa baja berdiameter 60 cm.

2. Terminal Peti Kemas

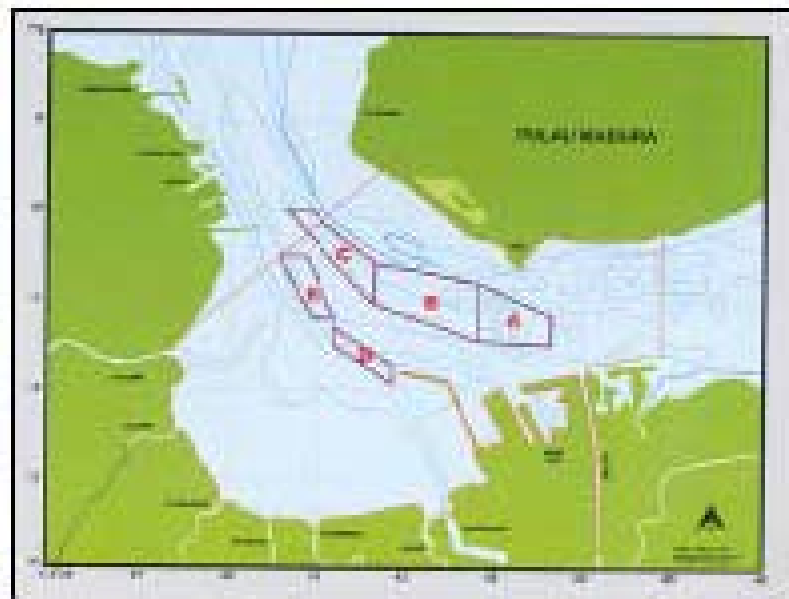
Terminal peti kemas di Surabaya dibangun pada tahun 1992 yang ditandai dengan pemasangan *Container Gantry Crane* yang pertama pada dermaga peti kemas sepanjang 500 meter. Sejak saat itu terminal telah menetapkan reputasi yang dapat dipertanggungjawabkan sebagai terminal dengan biaya efektif dan mampu memenuhi kebutuhan para importer maupun eksporter di Jawa Timur dan Indonesia Kawasan Timur. Saat ini, TPS memiliki dua dermaga, yaitu jalur dermaga sepanjang 1000 meter dengan kedalaman di kedua sisinya 10,5 meter dan jalur dermaga sepanjang 450 meter dengan kedalaman kedua sisinya 7 meter. Dermaga-dermaga tersebut dilengkapi dengan 7 Quay Crane dan

17 RTG serta bermacam-macam *forklift* yang diperlukan untuk penanganan petikemas.

3. Area Labuh Jangkar

Bagi kapal-kapal yang akan berlabuh jangkar di dalam daerah Pelabuhan Tanjung Perak, telah ditentukan dengan posisi koordinat sebagai berikut :

No.	Keterangan	Peruntukan
1.	Zone A	Panjang Kapal < 100 M
2.	Zone B	100 M
3.	Zone C	Panjang Kapal > 151 M
4.	Zone D	Kapal Tongkang
5.	Zone E	Kapal Tongkang



4. *Bunker*

Pelayanan *bunker* dilakukan oleh Pertamina melalui pipa dermaga yang terdiri dari :

- Jamrud Utara : 6 tempat (khusus MDF)
- Jamrud Selatan : 5 tempat
- Berlian Timur : 3 tempat
- Berlian Barat : 4 tempat

Pelayanan *bunker* lainnya dilakukan oleh swasta melalui tongkang dan mobil tangki.

2.2.3. Alur Pelayaran

Alur pelayaran barat merupakan alur utama untuk memasuki pelabuhan Tanjung Perak yang panjangnya 25 mil laut, lebar 100 meter dengan kedalaman bervariasi antara 9,7 sampai 12 meter A.R.P dilengkapi dengan 24 *buoy* dan Stasiun Pandu di Karang Jamuang yang siap melayani 24 jam. Alur lainnya yaitu alur pelayaran timur. Yang penjangnya 22,5 mil laut, lebar 100 meter dengan kedalaman antara 2,5 sampai 5 meter A.R.P dilengkapi dengan 8 *buoy*.

2.2.4. Pemanduan

Pelabuhan Tanjung Perak merupakan pelabuhan wajib Pandu. Untuk itu tersedia 39 orang pandu yang terdiri dari 28 pandu laut dan 11 pandu bandar. Pandu Laut bertugas memandu kapal selama berlayar di alur dan Pandu Bandar memandu kapal untuk olah gerak dalam pelabuhan. Untuk tugas pemanduan ini, para pandu stand by di Stasiun Karang Jamuang selama 24 jam, yang dapat dihubungi melalui radio IJHV pada *chanel* 6- 8 - 12 - 14 dan 16. Untuk keamanan dan kelancaran olah

gerak kapal di bandar, tersedia 8 kapal tunda berkekuatan 800- 2400 HP, 5 5 kapal pandu berkekuatan 350 - 960 EB' dan 6 kapal kepil berkekuatan 125 – 250 MK.

2.2.5. Institusi Terkait

Di area pelabuhan juga banyak beroperasi lembaga-lembaga terkait, diantaranya adalah : Syahbandar, Imigrasi, Bea dan Cukai, Karantina, KPLP, Bank Mitra dan lain-lain.

2.2.6. Kesatuan Pelaksana Pengamanan Pelabuhan (KP3) Tanjung Perak

Kesatuan Pelaksana Pengamanan Pelabuhan (KP3) adalah Kesatuan dari unsur Kepolisian RI yang mempunyai tugas pokok membantu Administrator Pelabuhan dalam menyelenggarakan keamanan di dalam daerah Pelabuhan sepanjang mengenai tata-tertib umum dalam rangka pendayagunaan dan perusahaan pelabuhan. Kedudukan KP3 secara taktis operasional berada di bawah Administrator Pelabuhan dan secara hirarkhis fungsional serta teknis Polisional tetap berada di bawah kesatuan induknya.

2.2.7. Kesatuan Penjagaan Laut dan Pantai (KPLP) Kelas I Surabaya

Kesatuan Penjagaan Laut dan Pantai (KPLP) adalah unit pelaksana teknis dibidang keamanan Pelabuhan, Bandar, Perairan Laut, Pantai dan Bantuan SAR dalam lingkungan Departemen Perhubungan. KPLP dalam tugasnya mempunyai fungsi menegakkan peraturan / ketentuan bidang Perhubungan Laut di daerah pelabuhan dan perairan bandar, melaksanakan patroli perairan dan bantuan

SAR. Kesatuan KPLP ini, memiliki 3 (tiga) kapal patroli pendukung untuk menyelesaikan sistem monitoring ini.

2.3. Manajemen Proyek

Manajemen merupakan ilmu pengetahuan yang berkepentingan dalam pemakaian sumber daya seefisien mungkin, sistematis dan layak. Manajemen merupakan kombinasi dari tiga fungsi yaitu perencanaan (*planning*), pelaksanaan (*implementation*) dan pengendalian (*controlling*). Tiga fungsi manajemen tersebut saling berhubungan dan terjadi secara terus menerus dan merupakan suatu siklus yang selalu berulang mulai dari tahap pengembangan konsep sampai selesainya suatu proyek.

Manajemen konstruksi merupakan salah satu cabang ilmu manajemen yang ada. Manajemen konstruksi adalah suatu sistem pengelolaan pembangunan suatu bangunan. Dalam pelaksanaan suatu proyek, konstruksi harus direncanakan terlebih dahulu, agar segala sesuatunya dapat terkontrol dengan baik. Berbagai macam metode dapat digunakan untuk merencanakan pelaksanaan suatu proyek konstruksi dengan memperhitungkan aspek-aspek yang mungkin timbul selama waktu pelaksanaan.

Sistem manajemen konstruksi timbul oleh karena tuntutan akan kebutuhan bagaimana mengelola proyek secara hemat baik waktu maupun biaya sesuai dengan yang dianggarkan dan kualitas pekerjaan yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan.

Proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang telah direncanakan untuk mencapai tujuan tertentu, dimana untuk mencapai tujuan tersebut dibatasi oleh biaya, mutu dan waktu. Adapun penjelasan batasan proyek sebagai berikut:

a. Biaya

Biaya adalah banyaknya uang yang dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek baik biaya langsung maupun biaya tidak langsung. Pada faktor ini, biaya merupakan pertimbangan yang utama karena sering terjadi resiko kegagalan yang tidak terlepas dari pengaruh situasi ekonomi yang mungkin terjadi, dapat berupa kenaikan harga material, peralatan dan upah tenaga kerja yang diakibatkan oleh inflasi.

b. Kualitas

Hasil kegiatan proyek harus memenuhi kriteria yang dipersyaratkan, jadi kualitas hasil pekerjaan lebih banyak berawal dari sumber daya manusia yang berkaitan dengan kemampuan dan ketrampilan teknis seperti misal dalam tata cara penyediaan tenaga kerja dan material, pengarahan tenaga terampil dan penyusunan kriteria perencanaan dan spesifikasi.

c. Waktu

Pelaksanaan proyek dibatasi waktu pelaksanaan serta jangka waktu penyelesaian yang telah ditentukan semuanya dapat dilihat dan dikendalikan melalui *time schedule*.

Dalam melaksanakan suatu proyek diperlukan sumber daya yang berupa manusia, bahan, modal dan teknologi yang kesemuanya perlu diolah agar nantinya mendapatkan hasil yang optimal. Proses pengolahan proyek meliputi perencanaan,

pelaksanaan, pengawasan dan penyelesaian. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirarki (arus kegiatan) vertikal maupun horisontal.

Dalam manajemen proyek harus ada komunikasi antara pelaksana proyek dan pemilik proyek karena semakin besar suatu proyek, semakin kompleks mekanismenya, semakin banyak pula masalah yang harus dihadapi. Apabila tidak ditangani dengan benar, berbagai masalah tersebut akan mengakibatkan dampak berupa keterlambatan penyelesaian proyek, penyimpangan mutu hasil, pembiayaan membengkak dan pemborosan sumber daya sehingga diperlukan kesatuan kata yang nantinya dapat menguntungkan kedua belah pihak. Komunikasi yang baik sangat perlu agar tidak terjadi perselisihan di kemudian hari.

2.4. Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengontrolan Proyek

2.4.1. Perencanaan

Keberhasilan proyek konstruksi diawali dan sangat ditentukan dengan berhasil tidaknya dalam menyusun landasan kerja, yaitu berupa perencanaan yang lengkap dan matang. Sehingga dengan sendirinya suatu perencanaan harus dapat mengakomodasikan seluruh kebutuhan dan kepentingan pelaksana konstruksi, sejak dari hal-hal yang bersifat teknis termasuk metode kerja sampai dengan dampak yang diakibatkannya.

Kegiatan perencanaan dimulai dengan pendefinisian sasaran misalnya

proyek harus selesai dalam waktu tertentu sesuai dengan yang tersebut dalam kontrak. Untuk mencapai target tersebut perlu dijabarkan setiap fungsi pekerjaan yang akan dilakukan sampai detail. Karena tidak semua aktifitas pekerjaan dapat dilaksanakan sekaligus, berhubung dengan keterbatasan alat-alat yang dipakai, tenaga kerja dan sumber daya lainnya, maka urutan pengerjaan dan ketergantungan serta hubungan antar aktifitas haruslah disusun dalam perencanaan tersebut. Pembuatan jaringan kerja (*network*) merupakan langkah berikutnya dalam kegiatan suatu proyek.

2.4.2. Penjadwalan

Agar aktifitas suatu proyek dapat berjalan dengan efektif dan efisien, maka perlu dilakukan pengaturan waktu atau penjadwalan kegiatan-kegiatan yang akan dilaksanakan. Menyusun jadwal berarti menjabarkan perencanaan proyek menjadi urutan langkah kegiatan pelaksanaan dengan cara mengidentifikasi urutan pada masing-masing aktifitas.

Perencanaan untuk mengatur kapan suatu pekerjaan dimulai, ditunda, dipercepat dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber-sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan. Suatu pekerjaan bisa dimulai tanpa harus menunggu pekerjaan lainnya selesai.

Ada beberapa metode yang digunakan dalam perencanaan penjadwalan yaitu:

1. *Diagram anak panah (Arrow Diagram Method).*
2. *Metode diagram balok (Bar Chart).*

3. *Metode diagram garis (Time / Production Graph).*
4. *Metode preseden (Precedence Diagram Method).*
5. *Metode diagram skala waktu (Time Scale Diagram).*

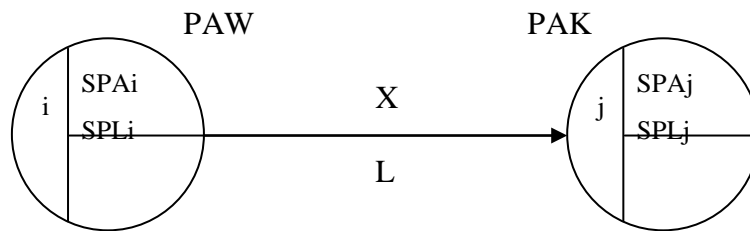
Dalam studi ini tidak semua metode dibahas, metode penjadwalan yang akan dibahas adalah metode diagram panah (*Arrow Diagram Method*) dan diagram presedence (*Precedence Diagram Method*). Untuk mengetahui kegunaan model di atas, umumnya dipakai metode jalur kritis (*Critical Path Method/CPM*). Penjelasan tentang metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Metode Diagram Panah (Arrow Chart)*

Metode jaringan kerja ini pertama berkembang di Amerika Serikat pada tahun 1957 dan pada tahun 1958 di Perancis. Metode ini tercipta setelah ada kebutuhan yang mendesak yaitu bagaimana mengorganisir suatu proyek yang melibatkan ribuan aktifitas yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Dalam diagram ini, status aktifitas ditentukan dan digambarkan dalam jaringan kerja (*network*) dengan mempertimbangkan beberapa jenis hubungan aktifitas.

- *Aktifitas nyata*

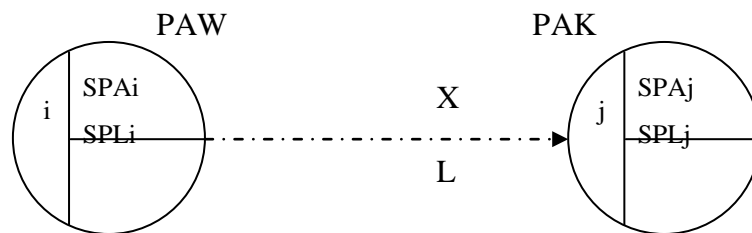
Adalah pelaksanaan kegiatan yang nyata dari suatu proyek. Aktifitas nyata ini biasanya digambarkan secara grafis sebagai anak panah dalam jaringan kerja biasanya dicantumkan durasi pekerjaannya.



Gambar 2.1 Aktifitas Nyata

- Aktifitas palsu (*dummy activity*)

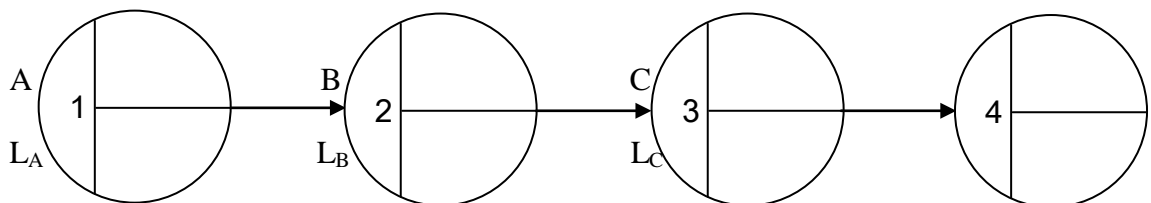
Kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang terputus dan fungsinya adalah untuk menunjukkan ketergantungan antar aktifitas. Aktifitas palsu ini tidak mempunyai durasi pengerjaan (*zero time duration*).



Gambar 2.2 Aktifitas Palsu

- Kejadian (*event*)

Merupakan titik pangkal dan titik akhir suatu kegiatan. Suatu kejadian (*event*) tidak memerlukan waktu atau sumber daya. Secara grafis dapat digambarkan sebagai lingkaran dengan diberi nomor di dalamnya.

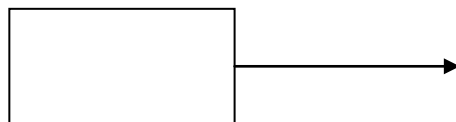


Gambar 2.3 Kejadian (*event*)

2. Metode Diagram Preseden (Precedence Diagram Method)

Metode diagram preseden ini merupakan penyempurnaan dari diagram anak panah, karena diagram anak panah pada prinsipnya hanya memakai satu jenis hubungan aktifitas yaitu hubungan akhir-awal (*finishtostart*), sedangkan metode diagram preseden dapat menggambarkan empat hubungan aktifitas yaitu hubungan *start to start*, *start to finish*, *finish to start*, dan *finish to finish*.

Adapun bentuk penyajian dari metode diagram preseden digambarkan dalam bentuk:



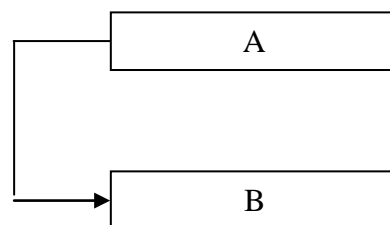
“Segi Empat “ sebagai simbol kegiatan

“panah “ sebagai hubungan ketergantungan

Diagram preseden dapat digambarkan suatu hubungan kegiatan, yaitu :

- Hubungan awal-awal (*start to start*)

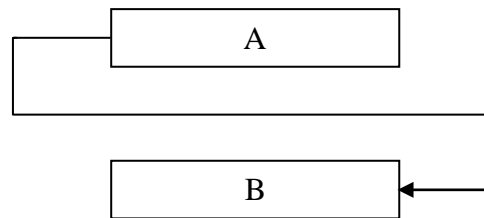
-



(SS)

Gambar 2.4 Ilustrasi mulainya kegiatan B tergantung pada mulainya kegiatan A

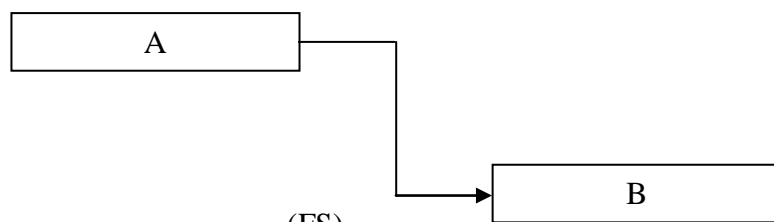
- Hubungan awal-akhir (*start to finish*)



(SF)

Gambar 2.5. Ilustrasi selesainya kegiatan B tergantung pada mulainya kegiatan A

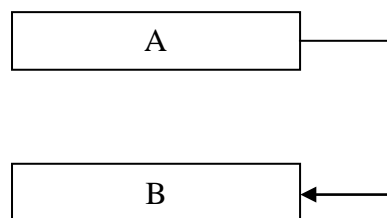
- Hubungan akhir-awal (*finish to start*)



(FS)

Gambar 2.6. Ilustrasi mulainya kegiatan B tergantung pada selesainya kegiatan A

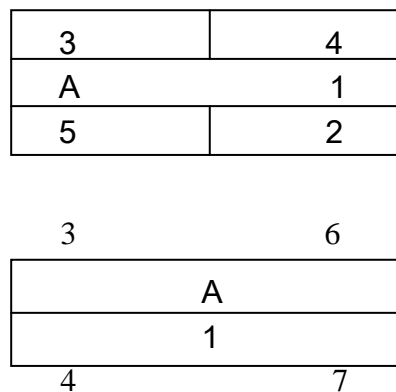
- Hubungan akhir-akhir (*finish to finish*)



(FF)

Gambar 2.7 Ilustrasi selesainya kegiatan B tergantung pada selesainya kegiatan A

Diagram preseden dapat disebut dengan *Node Diagram* atau *Construction Block Diagram*. Ada 2 cara penggambaran pada PDM (*Precedence Diagram Method*), yaitu :



Keterangan:

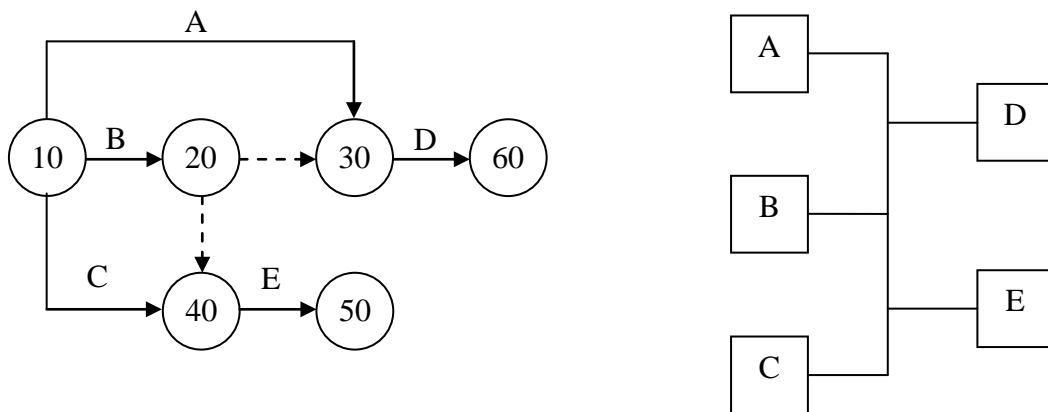
- A = Aktifitas
- (1) = No. kegiatan
- (2) = Durasi (waktu pelaksanaan)
- (3) = ES (*Earliest Start* / mulai paling awal)
- (4) = LS (*Latest Start* / mulai paling lambat)
- (5) = TF (*Total Float* / waktu kesenjangan)
- (6) = EF (*Earliest Finish* / berakhir paling awal)
- (7) = LF (*Latest Finish* / berakhir paling akhir)

Ciri-ciri dari diagram preseden adalah sebagai berikut:

- Aktifitas-aktifitas tidak dinyatakan sebagai anak panah (*arrow*), melainkan dimasukkan kedalam node lingkaran (*circle*) atau kotak (*block*).
- Anak panah atau garis penghubung tidak mempunyai durasi, sehingga pada diagram preseden tidak diperlukan aktifitas *dummy* lagi sehingga diagram

menjadi lebih sederhana.

Contoh dari penggambaran diagram preseden :



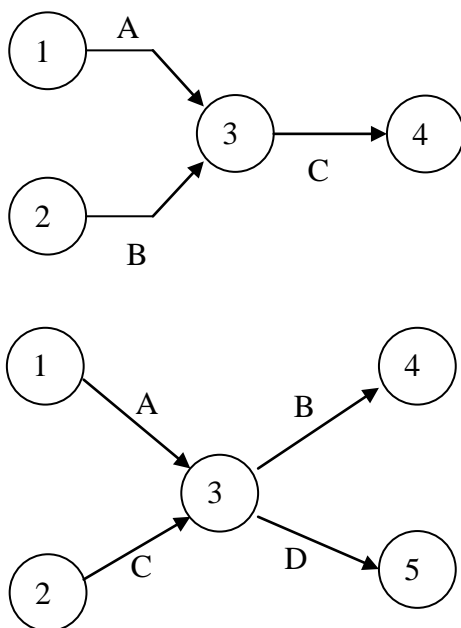
Arah pembacaan diagram preseden ini adalah dari kiri ke kanan. Penggunaan anak panah juga diperkenankan tetapi hanya berfungsi sebagai penghubung atau memberikan keterangan hubungan antar kegiatan, dan bukan menyatakan aktifitas seperti halnya *Arrow Diagram Method* (ADM).

Jalur dan kegiatan kritis pada PDM mempunyai sifat sama seperti pada ADM, yaitu:

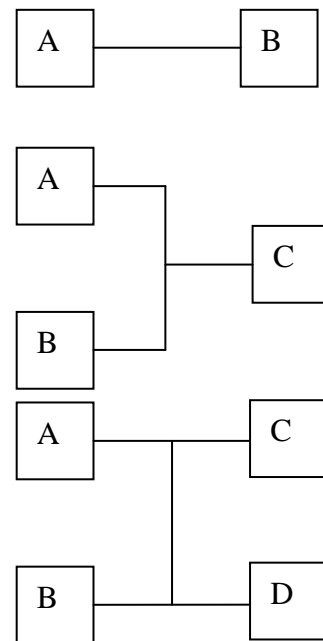
- a. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ($ES = LS$)
- b. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama ($EF = LF$)
- c. Kurun awal kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ($LF - ES = D$)
- d. Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis

Untuk perbandingan diagram panah dengan diagram preseden dapat digambar dari diagram panah dengan mengganti anak panah menjadi node atau kotak. Sebagai contoh perubahan diagram panah menjadi diagram preseden dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini :

Notasi Panah



Notasi Preseden



2.4.3. Pengontrolan

Dimulai dengan kegiatan pengontrolan jadwal waktu dikaitkan dengan pengontrolan jadwal logistiknya. *Network* memberikan keuntungan dalam pengontrolan ini, tidak hanya waktu dan ruang-ruang kegiatan yang dikontrol, melainkan juga ketergantungan antar kegiatan dapat dikontrol.

2.5. Network Planning

2.5.1. Pengertian

Network Planning adalah suatu cara atau teknik terbaru dalam bidang perencanaan, penjadwalan dan pengawasan proyek. Cara ini penting sekali untuk mengelola suatu pekerjaan dalam bidang teknik, produksi, pemasaran, administrasi, penelitian dan sebagainya. Penggunaan *Network Planning* dalam semua bidang menunjukkan manfaat yang meyakinkan dalam hal penghematan biaya dan waktu serta mempertinggi efisiensi kerja, baik di bidang tenaga kerja (manusia), peralatan maupun material.

2.5.2. Manfaat Network Planning

Manfaat *Network Planning* adalah:

1. Diketahui logika ketergantungan dari kegiatan satu terhadap kegiatan lain.
2. Diketahui dengan jelas waktu-waktu yang kritis dan yang tidak, sehingga memungkinkan kita untuk mengatur pembagian usaha dan perhatian.
3. Memungkinkan dapat dicapainya pelaksanaan proyek yang lebih ekonomis dipandang dari segi waktu dan biaya.
4. Adanya kepastian dalam penggunaan sumber tenaga, bahan dan peralatan.

Urutan-urutan logis suatu aktifitas proyek harus diketahui dengan baik. Untuk setiap aktifitas harus diketahui aktifitas pendahulunya (*Predecessor*) dan aktifitas pengikutnya (*Successor*). Dengan demikian jaringan kerja dapat terbentuk sejak awal proyek sampai akhir proyek.

Untuk membuat jaringan kerja harus diketahui:

- Semua aktifitas yang terjadi pada suatu proyek
- Durasi tiap aktifitas
- Ketergantungan antar aktifitas

Urutan-urutan kegiatan atau logika ketergantungan merupakan :

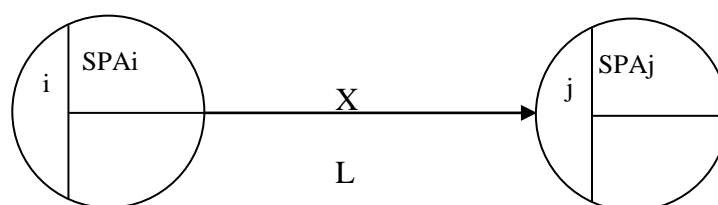
- Kegiatan yang mula-mula dapat dikerjakan tanpa suatu persyaratan
- Kegiatan selanjutnya yang dapat dilaksanakan sesudah suatu kegiatan
- Kegiatan-kegiatan yang dapat dilakukan bersama-sama
- Apa yang membatasi atau menentukan mulainya suatu kegiatan
- Apa yang membatasi atau menentukan berakhirnya suatu kegiatan

Waktu minimum yang dibutuhkan untuk selesainya suatu proyek dapat dihitung pada *Network*. Jalur yang berisi urutan aktifitas yang menghasilkan waktu penyelesaian minimum disebut jalur kritis. Jalur kritis inilah yang mendapatkan perhatian utama dalam pengendalian jadwal proyek. Karenanya penggunaan jaringan kerja sebagai alat pengendali proyek disebut metode jalur kritis (*Critical Path Method/CPM*).

2.5.3. Istilah-Istilah Dalam *Network Planning*

1. Saat paling awal

Merupakan saat paling awal suatu peristiwa dapat terjadi dan tidak mungkin terjadi sebelumnya. Dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.8. Ilustrasi saat paling awal suatu kegiatan menuju satu peristiwa

dengan :

i = peristiwa awal kegiatan X

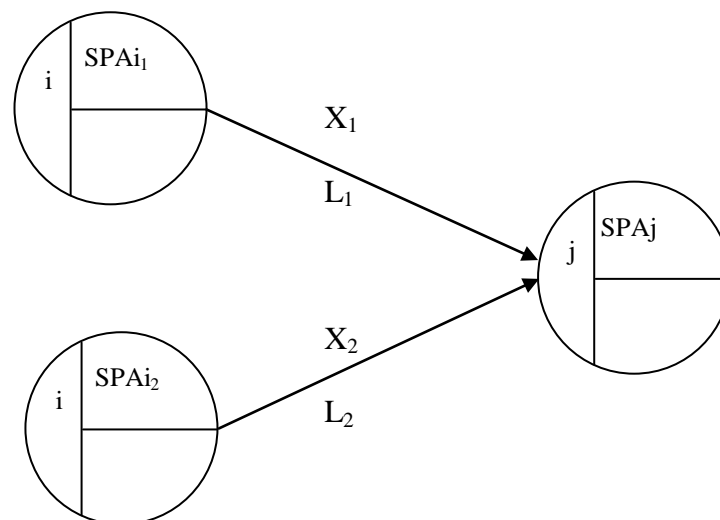
j = peristiwa akhir kegiatan X

SPA_i = saat paling awal peristiwa awal

SPA_j = saat paling awal peristiwa akhir

X = nama kegiatan

L = durasi kegiatan X yang diperkirakan



Gambar 2.9. Ilustrasi beberapa kegiatan menuju satu peristiwa

dengan :

$SPA_j = (SPA_{i_n} + L_n)$ maksimum

n = nomor kegiatan

X_n = nama kegiatan ke- n

j = peristiwa akhir bersama dari semua kegiatan X_n

i_n = peristiwa awal kegiatan X_n

L_n = durasi kegiatan X_n diperkirakan

SPA_j = saat paling awal peristiwa akhir bersama seluruh kegiatan X_n

SPA_{in} = saat paling awal peristiwa awal dari kegiatan X_n

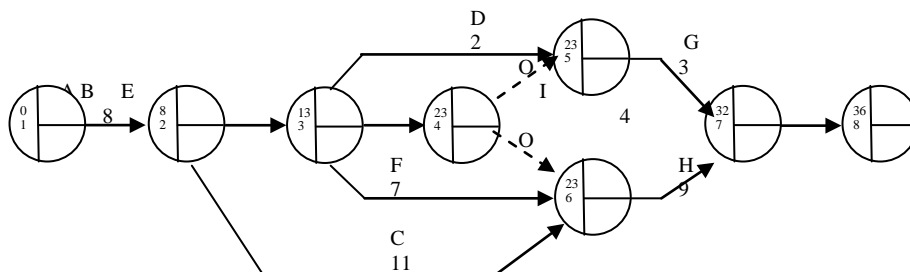
- Prosedur menghitung saat paling awal

Prosedur atau cara dalam menghitung atau menentukan saat paling awal peristiwa-peristiwa dalam sebuah diagram jaringan kerja (*network diagram*) adalah sebagai berikut:

1. tentukan saat paling awal dari peristiwa-peristiwa mulai dari nomor 1 berturut-turut sampai dengan nomor maksimal.
2. saat paling awal peristiwa nomor 1 sama dengan nol, selanjutnya dapat dihitung.
3. saat paling awal peristiwa nomor 2, 3, 4 dan seterusnya dengan menggunakan salah satu dari dua formula di atas sesuai dengan banyak kegiatan yang menuju pada peristiwa yang bersangkutan.

Contoh perhitungan:

Misalkan suatu rangkaian kegiatan seperti pada gambar 2.10



Gambar 2.10. Contoh suatu jaringan kerja

- peristiwa nomor 1

$$SPA_1 = 0$$

- peristiwa nomor 2

hanya ada satu kegiatan yang menuju peristiwa nomor 2

$$SPA_2 = SPA_1 + L_A = 0 + 8 = 8$$

- peristiwa nomor 3

hanya ada satu kegiatan yang menuju peristiwa nomor 3

$$SPA_3 = SPA_2 + L_B = 8 + 5 = 13$$

- peristiwa nomor 4

hanya ada satu kegiatan yang menuju peristiwa nomor 4

$$SPA_4 = SPA_3 + L_E = 13 + 10 = 23$$

- peristiwa nomor 5

hanya ada satu kegiatan dan satu *dummy* yang menuju peristiwa nomor 5

$$SPA_3 + L_{D1} = 13 + 2 = 15$$

$$SPA_4 + \text{dummy} = 23 + 0 = 23$$

hasil yang maksimal adalah 23, maka $SPA_5 = 23$

- peristiwa nomor 7

ada dua kegiatan yang menuju peristiwa nomor 7

$$SPA_5 + L_G = 23 + 3 = 26$$

$$SPA_6 + L_H = 23 + 9 = 32$$

hasil yang maksimal adalah 32, maka $SPA_7 = 32$

- peristiwa nomor 8

hanya ada satu kegiatan yang menuju peristiwa nomor 8

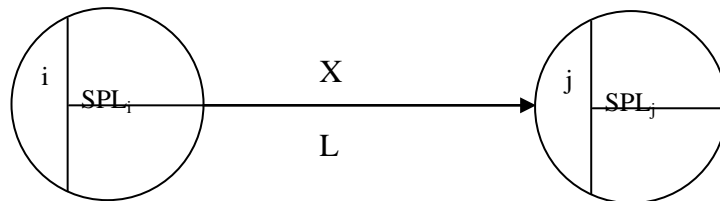
$$SPA_8 = SPA_7 + L_1 = 32 + 4 = 36$$

- umur proyek

Umur proyek ditentukan oleh saat paling awal kegiatan yang paling awal mulai dikerjakan, yaitu SPA peristiwa awal network diagram, dan ditentukan oleh saat paling awal kegiatan akhir yang paling akhir selesai, yaitu SPA peristiwa akhir *network diagram*.

2. Saat paling lambat

Pengertian: Adalah saat paling lambat suatu peristiwa boleh terjadi. Hal ini dimaksudkan agar penyelesaian proyek secara keseluruhan tidak terlambat. Dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.11. Ilustrasi saat paling lambat satu kegiatan dari satu peristiwa

dengan :

i = peristiwa awal kegiatan X

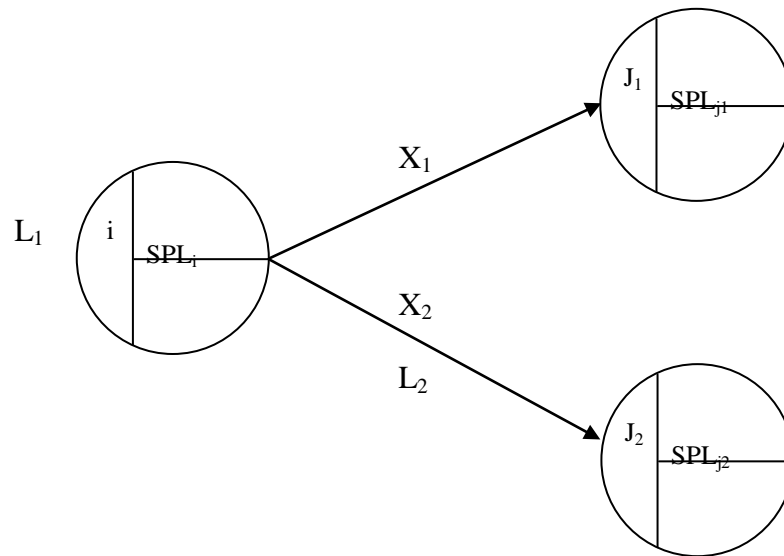
j = peristiwa akhir kegiatan X

SPL_i = saat paling lambat peristiwa awal

SPL_j = saat paling lambat peristiwa akhir

X = nama kegiatan

L = durasi kegiatan X yang diperkirakan



Gambar 2.12. Ilustrasi beberapa kegiatan keluar dari sebuah peristiwa

dengan:

$$SPL_i = (SPL_{in} - L_n) \text{ minimum}$$

n = nomor kegiatan

X_n = nama kegiatan ke- n

j_n = peristiwa akhir kegiatan X_n

i_n = peristiwa awal bersama darisemua kegiatan X_n

L_n = durasi kegiatan X_n diperkirakan

SPL_{j_n} = saat paling lambat peristiwa akhir kegiatan X_n

SPL_{i_n} = saat paling lambat peristiwa awal bersama seluruh kegiatan X_n

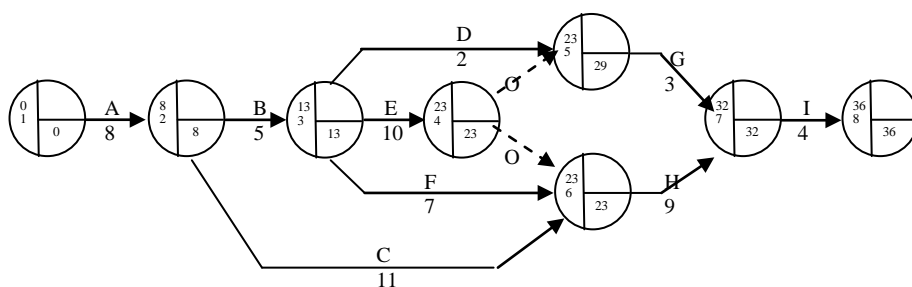
Prosedur menghitung saat paling lambat:

- Tentukan saat paling lambat peristiwa mulai dari nomor maksimal kemudian mundur berturut-turut sampai dengan peristiwa nomor 1
- Saat paling lambat peristiwa nomor maksimal sama dengan saat paling awal peristiwa nomor maksimal

- Selanjutnya dapat dihitung saat paling lambat peristiwa nomor-nomor maksimal,....., 4, 3, 2, 1, dengan menggunakan salah satu dari dua rumus di atas sesuai dengan banyaknya kegiatan yang keluar dari peristiwa yang bersangkutan

Contoh perhitungan

Misalkan suatu rangkaian kegiatan seperti pada gambar 2.13



Gambar 2.13. Contoh suatu jaringan kerja

- peristiwa nomor 8

$$SPL_8 = SPA_8 = 36$$
- peristiwa nomor 7
 ada satu kegiatan yang keluar dari peristiwa 7

$$SPL_7 = SPL_8 - L_1 = 36 - 3 = 32$$
- peristiwa nomor 6

$$SPL_6 = SPL_7 - L_H = 32 - 9 = 23$$
- peristiwa nomor 5

$$SPL_5 = SPL_7 - L_G = 32 - 3 = 29$$
- peristiwa nomor 4
 ada dua *dummy* yang keluar dari peristiwa nomor 4

$$SPL_6 - dummy = 23 - 0 = 23$$

$$SPL_5 - dummy = 29 - 0 = 29$$

hasil yang minimum adalah 23, maka $SPL_4 = 23$

- peristiwa nomor 3

ada tiga kegiatan yang keluar dari peristiwa nomor 3

$$SPL_6 - L_F = 23 - 7 = 16$$

$$SPL_5 - L_D = 29 - 2 = 27$$

$$SPL_4 - L_E = 23 - 10 = 13$$

hasil yang minimum adalah 13, maka $SPL_3 = 13$

- peristiwa nomor 2

ada dua kegiatan yang keluar dari peristiwa nomor 2

$$SPL_6 - L_C = 23 - 11 = 12$$

$$SPL_3 - L_B = 13 - 5 = 8$$

hasil yang minimum adalah 8, maka $SPL_2 = 8$

- peristiwa nomor 1

$$SPL_1 = SPL_2 - L_A = 8 - 8 = 0$$

1. Waktu Tunggu (*Lag*)

Besarnya tenggang waktu untuk dapat dimulainya suatu pekerjaan setelah pekerjaan yang mendahuluinya selesai.

2. Waktu Luang (*Float*)

Jangka waktu yang merupakan batas toleransi keterlambatan kegiatan.

3. Kegiatan Kritis

Kegiatan yang sangat peka terhadap keterlambatan. Keterlambatan yang

terjadi pada kegiatan kritis akan mengakibatkan pelaksanaan proyek juga terlambat.

4. Lintasan Kritis

Adalah salah satu lintasan yang ada pada jaringan rangkaian pekerjaan yang berisi peristiwa-peristiwa dan kegiatan kritis. Pada lintasan ini bisa diketahui jangka waktu penyelesaian proyek.

2.6. Penambahan Sumber Daya

Pengambilan keputusan untuk penambahan sumber daya berarti menganggap ketersediaan sumber daya adalah tidak terbatas. Beberapa definisi untuk menganalisanya adalah:

- **Kurun waktu normal**

Adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara yang efisien tetapi diluar pertimbangan adanya kerja lembur dan usaha-usaha khusus lainnya, seperti menyewa peralatan yang lebih canggih.

- **Biaya normal**

Adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.

- **Kurun waktu dipersingkat (*crash time*)**

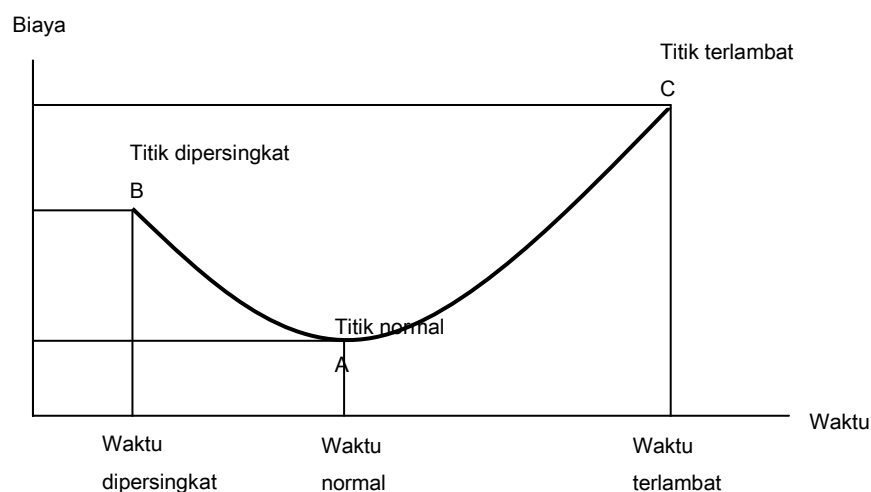
Adalah kurun waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih memungkinkan. Di sini sumber daya dianggap bukan hambatan.

- **Biaya untuk waktu dipersingkat** (*crash cost*)

Adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu dipersingkat.

2.7. Slope Biaya

Hubungan antara waktu dan biaya digambarkan seperti pada gambar 2.14.



Gambar. 2.14. Hubungan waktu-biaya untuk satu kegiatan (Soeharto, 1997)

Titik A menunjukkan titik normal, B adalah titik dipersingkat, dan C adalah titik terlambat. Garis yang menghubungkan titik A-B-C disebut kurva waktu-biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus, bila tidak (misalnya cekung) maka diadakan perhitungan per segmen yang terdiri dari beberapa garis lurus. Seandainya diketahui kurva waktu-biaya suatu kegiatan, artinya dengan mengetahui berapa slope atau sudut kemiringannya, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari dengan rumus:

$$\text{Slope biaya} = \frac{\text{Biaya dipersingkat} - \text{Biaya normal}}{\text{Waktunormal} - \text{Waktu dipersingkat}}$$

2.8. Kerja Lembur

Sering kali kerja lembur atau jam kerja yang panjang lebih dari 40 jam per minggu tidak dapat dihindari, misalnya untuk mengejar sasaran jadwal, meskipun hal ini akan menurunkan efisiensi kerja. Memperkirakan waktu penyelesaian proyek dengan memperhitungkan kerja lembur, perlu diperhatikan kemungkinan kenaikan total jam- orang yang pada akhirnya akan menyebabkan pembengkakan biaya. Dasar perhitungan upah lembur telah diatur dalam Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP. 72/MEN/84 Tanggal 31 Maret 1984.

2.9. Biaya Proyek

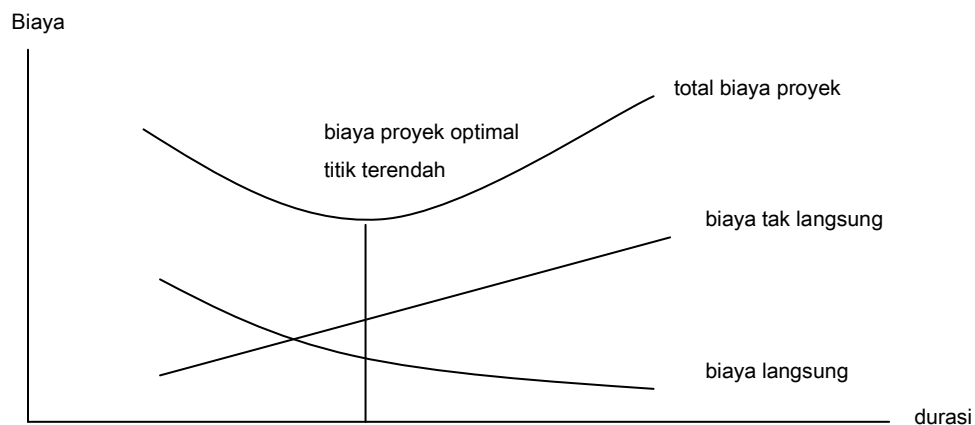
Anggaran pembiayaan pada penyelenggaraan proyek merupakan pertimbangan yang paling utama karena menyangkut sejumlah investasi yang harus ditanamkan, dan rawan sekali terhadap kegagalan suatu proyek. Fluktuasi anggaran biaya pada suatu kegiatan konstruksi dipengaruhi oleh situasi ekonomi yang terjadi pada saat itu. misalnya adanya kenaikan harga bahan/material, upah tenaga kerja, ketersediaan sarana dan prasarana dilokasi proyek.

Pada penyusunan anggaran biaya total suatu proyek, harus dihitung terlebih dahulu tipe-tipe biaya yang ada. Menurut *Paulus M. Ishak N, R. Sutjipto(1986)*, tipe-tipe biaya tersebut antara lain :

1. Biaya langsung (*Direct Cost*) yaitu merupakan biaya yang harus dikeluarkan yang berhubungan langsung dengan pekerjaan-pekerjaan di

lapangan untuk tiap pekerjaan. Misalnya biaya tenaga kerja, biaya material, biaya peralatan.

2. Biaya tak langsung (*Indirect Cost*) yaitu merupakan biaya yang harus dikeluarkan yang tidak berhubungan langsung dengan kegiatan di lapangan tetapi berhubungan dengan seluruh biaya proyek. Misalnya biaya administrasi, biaya bunga bank, biaya cadangan yang tak terduga.



Sumber: Paulus M. Ishak N, R. Sutjipto (1986),

Gambar 2.15 Hubungan biaya total, langsung, tidak langsung dan optimal

2.10. Kurva S

Pemakaian kurva S lebih menitikberatkan pada pemantauan pelaksanaan proyek ditinjau dari segi biaya dan prestasi kerja. Sumbu X merupakan skala waktu dan sumbu Y merupakan skala biaya atau prestasi.

Kurva S merupakan representasi dari sebuah proyek atau kumpulan aktifitas. Cara membuatnya selalu dikaitkan dengan jadwal kegiatannya.

Kurva S bisa ditampilkan Saat Dini (SD) atau *Earliest Cost Curve* dan dengan Kurva Saat Lambat (SL) atau *Latest Cost Curve*. Kedua kurva tersebut

membatasi perilaku kurva S yang sebenarnya, yang berarti bahwa kurva S yang sebenarnya terletak diantara kurva SD dan SL. Bila kegiatan-kegiatan dalam proyek banyak *float*nya, maka bentuk kedua kurva SD dan SL semakin berjauhan. Demikian pula sebaliknya dan apabila semua kegiatan adalah kritis artinya tidak ada *float* sama sekali maka kurva SD dan SL menjadi satu dengan kurva S yang sebenarnya.

Disini perilaku perkembangan proyek dapat dilihat kecenderungannya secara dini sehingga amat berguna dalam evaluasi proyek.

2.11. Komputerisasi

Saat ini pemakaian *software* di bidang manajemen konstruksi oleh para kontraktor maupun para konsultan mulai berkembang di Indonesia. Aplikasi praktis komputerisasi dalam bidang ini adalah dalam hal:

- Perencanaan

Merencanakan waktu dan biaya proyek, kebutuhan material, peralatan dan tenaga kerja.

- Penjadwalan waktu

Salah satu teknik penjadwalan waktu yang mempunyai banyak perhitungan rutin dalam proses pembuatannya adalah teknik jaringan kerja(*network*), metode jalur kritis (*CPM/Critical Path Method*).

- Pengontrolan

Menganalisa dan mengoreksi perbedaan yang terjadi antara waktu penjadwalan yang direncanakan terhadap pelaksanaan yang sebenarnya, rencana pengeluaran

biaya terhadap biaya yang telah dikeluarkan persatuan waktu. Dalam studi ini dipakai sebuah paket program *Microsoft Project 2007*.

2.12. Pengertian dan Manfaat *Microsoft Project*

Microsoft Project adalah suatu paket program sistem perencanaan proyek. Dengan bantuan program ini seorang pemimpin proyek akan dibantu dalammemperhitungkan jadwal suatu proyek secara terperinci pekerjaan demi pekerjaan. *Microsoft Project* juga mampu membantu meleakukan pencatatan dan pemantauan terhadap penggunaan sumber daya, baik yang berupa sumber daya manusia maupun sumber daya peralatan. Pada *Microsoft Project* dicatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap sektor pekerjaan, juga dicatat jam kerja jam lembur pegawai, dan mengkalkulasi biaya bagi tenaga kerja, biaya tetap, biaya tak tetap, total biaya proyek, serta membantu mengontrol penggunaan tenaga kerja pada beberapa pekerjaan untuk menghindari overallocation (kelebihan beban pada penggunaan tenaga kerja). Semua tahapan dalam proyek bisa disajikan dalam satu laporan. Laporan itu dapat berupa penjadwalan, penggunaan sumber daya, biaya peralatan, dan biaya tenaga kerja.

Program *Microsoft Project 2007* adalah program komputer berbasis Windows, program ini merupakan generasi lanjutan dari *Microsoft Project 2007*. Versi ini memiliki banyak fitur baru yang merupakan versi terpisah dari *Microsoft Office*. *Microsoft Project 2007* ini sendiri terdiri dari dua versi, yaitu 32 bit dan 64 bit yang disesuaikan dengan system operasi yang digunakan.

Program ini akan sangat berguna untuk membantu seorang perencana proyek dalam membuat perencanaan atau penjadwalan terhadap proyek-proyek yang sedang dan akan dikerjakan. Dari perencanaan dan penjadwalan tersebut, akan dihasilkan suatu rencana proyek yang lebih konkrit dan mudah dipahami.

2.13. Keuntungan dan Tujuan *Microsoft Project 2007*

Microsoft Project 2007 adalah salah satu *software* yang dapat membantu dalam menyusun perencanaan, pelaksanaan, dan pengontrolan jadwal dan biaya suatu proyek secara terperinci dalam lingkup kegiatan demi kegiatan.

Keuntungan *Microsoft Project* :

1. Dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, karena ditunjang dengan informasi alokasi waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses, serta kebutuhan sumber daya untuk setiap proses sepanjang waktu.
2. Dapat diperoleh secara langsung informasi aliran biaya selama periode.
3. Mudah dilakukan modifikasi, jika ingin dilakukan rescheduling.
4. Penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

Tujuan yang diharapkan dari sistem ini adalah :

1. Penggunaan *platform* atau sistem *Project management* yang efektif & seragam (*uniform*)
2. Menghilangkan duplikasi informasi & *data entry*.
3. Menurunkan ketergantungan terhadap *spreadsheet*.
4. Memudahkan pembuatan laporan konsolidasi.

5. Memperbaiki komunikasi antara staf/karyawan.

Sehingga keuntungan yang diperoleh dari sistem ini seperti informasi proyek yang *up-to-date*, akurat, tepat waktu, dan dipercaya, bukanlah hal yang sulit untuk dipenuhi.

2.14. Kebutuhan Sistem *Microsoft Project 2007*

Agar program dapat dijalankan dengan maksimal, dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut :

1. *Processor* 700 MHz atau lebih besar
2. *Memory* yang tersedia sedikitnya 512 MB RAM atau lebih besar
3. *Hard disk* 2 GB ruang tersedia
4. *Monitor Display* 1024 x 786 atau lebih tinggi
5. *Keyboard* dan juga *mouse* untuk mempermudah penggunaan program ini
6. *Operating system* *Microsoft Office 2010*
7. CD-room untuk mempermudah menginstal program
8. Sistem Operasi: *Windows 7, Windows Vista SP1, Windows XP SP3*