

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini dibutuhkan bahan pertimbangan dan bahan referensi, maka pada BAB II ini akan dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilaksanakan sekaligus untuk menghindari duplikasi.

2.2 Penelitian Terdahulu

Untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan, maka beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini, terutama yang mempunyai kaitan erat dengan analisis percepatan proyek menggunakan metode *crashing*, penambahan jam kerja 4 jam dan *shift* kerja sebagai referensi penelitian ini. Penelitian terdahulu yang menjadi rujukan pada penelitian ini akan dijabarkan dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
1	Optimasi waktu dan biaya menggunakan metode <i>crashing</i> (Studi kasus proyek pemeliharaan gedung dan bangunan rumah sakit orthopedi Prof. Dr. Soeharso Surakarta Hospital)	Ermis Vera Iramutyn (2010)	Metode : <i>Crashing</i> dengan Analisis dan Pengumpulan Data	Hasil perhitungan diperoleh durasi optimum proyek yaitu 49 hari (57 hari kalender) dari durasi normal 74 hari (90 hari kalender). Sedangkan waktu penyelesaian proyek optimum yaitu 49 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 501.269.374,29 (belum termasuk jasa kontraktor 10%). Sedangkan waktu penyelesaian normal 74 hari kerja (90 hari kalender) dengan biaya total proyek Rp. 516.188.297,49. Jadi, terjadi

				penambahan durasi selama 25 hari dan perhitungan biaya sebesar Rp. 14.918.923,20.
2	Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode <i>Crashing</i> (Studi Kasus: Pembangunan Rusun Iain Manado)	Yusuf Malifa, Ariestides K.T. Dundu, Grace Y. Malingkas (2019)	Metode : <i>Crashing</i> dengan Analisis Deskriptif	Pelaksanaan proyek pembangunan Rumah Susun IAIN Manado setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode <i>Crashing</i> dipercepat menjadi 77 hari kalender dari perencanaan semula 91 hari diperoleh hasil bahwa terjadi percepatan durasi waktu sebesar 14 hari kalender dengan penambahan biaya langsung sebesar Rp2.800.000 dan penurunan biaya tidak langsung sebesar Rp.48.347.484 .
3	Penerapan Metode <i>Crashing</i> Dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur Dan <i>Shift</i> Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta)	Fika Giri Aspia Ningrum, Widi Hartono, Sugiyarto (2017)	Metode : <i>Crashing</i> dengan Pengumpulan Variabel	Total Biaya setelah dilakukan percepatan dengan metode <i>crashing</i> untuk alternatif penambahan jam kerja menghasilkan pengurangan total <i>cost</i> sebesar Rp. 1.012.856.772,54 menjadi Rp. 89.608.042.107,30 dengan durasi waktu yang lebih singkat 46 hari menjadi 392 hari. Sementara untuk alternatif shift kerja terjadi pengurangan total <i>cost</i> sebesar Rp. 1.240.492.176,44 menjadi Rp. 89.380.406.703,40 dengan durasi waktu yang lebih singkat 56 hari menjadi 382 hari.

4	<p>Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode <i>Crashing</i> Dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam Dan Sistem <i>Shift</i> Kerja (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Animal Health Care Prof. Soeparwi, Fakultas Kedokteran Hewan Ugm, Yogyakarta</p>	<p>Wahyu Santoso (2017)</p>	<p>Metode : <i>Crashing</i> dengan Analisis Deskriptif</p>	<p>Total biaya proyek dalam kondisi normal ialah sebesar Rp. 12.212.794.000,00 dengan durasi pelaksanaan proyek 210 hari kerja. Kondisi sesudah <i>crashing</i> dengan alternatif penambahan jam kerja selama empat jam didapat sebesar Rp. 12.368.801.888,00 atau lebih tinggi 1,28% dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek 191 hari kerja atau lebih cepat 9,05 % dari durasi normal, sedangkan total biaya proyek dalam kondisi sesudah <i>crashing</i> dengan alternatif menerapkan sistem shift kerja (<i>shift</i> pagi dan <i>shift</i> malam) didapat sebesar Rp. 12.247.120.409,00 atau lebih mahal 0,28% dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek 179 hari atau lebih cepat 14,76% dari durasi normal.</p>
5	<p>Metode <i>Crashing</i> Terhadap Penambahan Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi</p>	<p>Aslinda Armalisa, Dessy Triana, dan Meassa Monikha Sari (2017)</p>	<p>Metode <i>Crashing</i> dengan Penambahan Jam Kerja Optimum</p>	<p>Hasil penelitian Percepatan durasi proyek untuk penambahan 3 jam kerja (lembur) diperoleh hasil waktu optimum percepatan durasi proyek dari 115 hari menjadi 83 hari, dengan <i>cost slope</i> Rp. 423.098.748. Penambahan biaya dari Rp.1.949.832.000,00 menjadi Rp. 2.372.930.748,00. Percepatan durasi proyek</p>

				<p>untuk penambahan 4 jam kerja (lembur) diperoleh hasil waktu optimum percepatan durasi proyek dari 115 hari menjadi 80 hari, dengan <i>cost slope</i> Rp. 496.684.545,4. penambahan biaya dari Rp. 1.949.832.000,00 menjadi Rp. 2.446.516.545,00.</p>
6	<p>Analisis Percepatan Proyek Pembangunan <i>Java Village Resort</i> Dengan Menambahkan Tenaga Kerja dan Jam Kerja</p>	Azzam (2016)	<p>Metode : <i>Crashing</i> dengan Analisis Data</p>	<p>Hasil yang didapatkan, pada <i>crashing</i> dengan menambahkan tenaga kerja didapatkan total biaya Rp. 10.752.791.720,46 dengan durasi 96 hari / 34% lebih cepat , dan menambahkan jamkerja 3 jam didapatkan total biaya sebesar Rp. 11.343.275.508,09 dengan durasi 114hari / 23% lebih cepat .</p>
7	<p>Analisa Percepatan Proyek Menggunakan Metode <i>Crashing</i> Dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja Atau Durasi Kerja (Studi Kasus : Pembangunan Aula Dinas Perumahan Dan Kawasan Permukiman)</p>	Bunga Violita (2020)	<p>Metode : <i>Crashing</i> dengan Pengumpulan Data</p>	<p>Dari hasil analisa pada penelitian ini diperoleh total upah tenaga kerja dengan alternatif penambahan tenaga kerja sebesar Rp. 113.632.675,00 dengan durasi pelaksanaan pekerjaan bangunan proyek selama 56 hari kerja atau lebih cepat 15,15% dari durasi normal. Sedangkan total upah tenaga kerja dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) sebesar Rp. 142.723.687,28 dengan durasi pelaksanaan pekerjaan bangunan proyek selama 56 hari kerja</p>

				atau lebih cepat 15,15% dari durasi normal.
8	Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode <i>Crash</i> Program Terhadap Waktu Dan Biaya Pada Pembangunan Gedung Asrama Mahasiswa Iain Batola Di Banjarmasin (Tahap I)	Kini (2020)	Metode : <i>Crash</i> dengan Data Primer dan Data Skunder	Pembangunan Gedung Asrama Mahasiswa IAIN Batola di Banjarmasin (Tahap I) engan cara menambah jam lembur 3 jam dan penambahan tenaga kerja, karena dengan melakukan dua alternatif tersebut keterlambatan selama 63 hari dengan deviasi -11,88% bisa diatasi dengan 70 hari percepatan dengan biaya tambahan sebesar Rp. 130.852.408,04,- dengan cost slope Rp.4.458.818,84.-
9	Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Dengan Metode <i>Crashing</i> Program Pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Jalan Rsud Kanjuruhan	Riski Ramadan (2019)	Metode : <i>Crashing</i> dengan Analisis Data	Dari perhitungan percepatan waktu dan biaya proyek dapat dibandingkan percepatan penambahan jam kerja (lembur) dengan pengurangan durasi 29 hari (waktu penyelesaian proyek proyek menjadi 254 hari) dan biaya 0,85% dari total biaya proyek normal, sedangkan dengan penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi 52 hari (waktu penyelesaian proyek proyek menjadi 231 hari) tetapi ada penambahan biaya lebih besar 0,57% dari total biaya proyek normal. Sehingga hasil crash yang optimum adalah dengan penambahan tenaga kerja

10	Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode <i>Crashing</i> Dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam dan <i>Shift</i> Kerja	Bima Bagas Priambada (2022)	Metode : <i>Crashing</i> dengan Analisis Data	Total biaya proyek pada kondisi normal adalah Rp. 6.241.870.000,00 dengan durasi pelaksanaan proyek 90 hari. Dari hasil analisis pada penelitian ini didapat biaya proyek setelah dilakukan <i>crashing</i> dengan alternative penambahan lembur empat jam didapat Rp. 6.448.253.186,00 atau lebih mahal 1.03% dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi proyek 75 hari atau lebih cepat 16.67% dari durasi normal, sedangkan total biaya proyek setelah dilakukan <i>crashing</i> dengan alternative system <i>shift</i> didapat Rp. 6.200.194.873,00 atau lebih murah 1.01% dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi proyek 58 hari atau lebih cepat 35.56% dari durasi normal.
----	--	-----------------------------	---	--

2.3 Perbedaan Dari Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan perbandingan dari sepuluh penelitian diatas dapat dilihat perbedaan penelitian yang akan diteliti saat ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Pertama, terletak pada subyek penelitian berupa tujuan dan manfaat penelitian yang akan di teliti dan penelitian terdahulu. Tujuan penelitian yang akan diteliti itu sendiri ialah untuk mengetahui total waktu dan biaya pada proyek setelah dilakukan percepatan dengan menambah jam kerja empat jam dan melakukan sistem *shift* kerja, serta untuk mendapatkan biaya yang lebih ekonomis dan durasi waktu pelaksanaannya setelah dilakukan percepatan. Kedua, terletak pada objek

penelitian berupa tempat yang akan diteliti. Obyek penelitiannya yaitu pada proyek Pembangunan Puskesmas Pace Dinas Kesehatan Kabupaten Nganjuk dimana pada daerah tersebut masih belum ada yang melakukan riset dengan menggunakan metode *crashing* dengan menambah jam kerja dan sistem *shift*.

2.4 Teori Dasar

Dalam penyusunan penelitian / riset ini, penulis memakai beberapa teori dasar untuk menunjang persoalan yang akan dibahas. Seluruh teori dasar dipilih berdasarkan relevansinya dengan permasalahan yang ada pada pembahasan penelitian / riset. Beberapa hal teori dasar yang akan digunakan diantaranya terkait dengan percepatan penyelesaian proyek dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam dan melakukan sistem *shift* kerja.

2.5 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang bersifat sementara, terdiri dari serangkaian kegiatan yang antara lain mempunyai tujuan khusus dengan spesifikasi tertentu, mempunyai batasan waktu awal dan akhir yang jelas, membutuhkan sumber daya, yaitu : biaya, tenaga manusia dan peralatan serta mempunyai keterbatasan pendanaan (Kerzer, 2000). Menurut Ervianto (2005), proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek serta dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengelolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Dalam suatu proyek, waktu pelaksanaan harus diselesaikan lebih awal dari waktu normalnya sehingga dari situlah timbul permasalahan dalam suatu proyek. Disinilah pentingnya sebuah perencanaan yang harus di persiapkan dengan matang agar biaya yang akan berdampak pada percepatan proyek dapat terkontrol dengan baik. Ada beberapa komponen pendukung yang ada dalam melakukan percepatan waktu suatu proyek, antara lain

1. Tenaga kerja Tenaga kerja dapat dioptimalkan dengan meningkatkan produktivitas menggunakan penambahan jam kerja (jam lembur). Sehingga

produktivitas tenaga kerja akan meningkat 75% dari produktivitas tenaga kerja pada jam kerja normal.

2. Biaya dan waktu merupakan dua komponen yang tidak dapat dipisahkan. Hal ini karena apabila percepatan waktu penyelesaian proyek dilakukan, akan timbul tambahan biaya lainnya dari perencanaan awal.
3. Peraturan, Hukum yang berlaku di Indonesia Dalam sebuah proyek konstruksi tidak boleh melupakan peraturan yang berlaku agar tetap sesuai pada etika profesi dan tidak melanggar hak asasi manusia. Undang-undang yang terkait antara lain :
 - a. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Pasal 3 yang memuat waktu lembur maksimal dalam sehari yaitu 3 jam.
 - b. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Pasal 11 yang menyatakan bahwa: 1. Upah lembur tenaga kerja setiap jamnya dikalikan 1,5 dari upah jam kerja normal untuk 1 jam pertama. 2. Upah lembur setiap jam akan 2 kali dari upah jam kerja normal jika diatas 1 jam.

2.5.1 Karakteristik Proyek Konstruksi

Karakteristik proyek konstruksi dapat dipandang dalam tiga dimensi, yaitu unik, melibatkan sejumlah sumber daya, dan membutuhkan organisasi. Kemudian, proses penyelesaiannya harus berpegang pada tiga kendala (*triple constrain*) yaitu sesuai spesifikasi yang telah ditentukan, sesuai perencanaan *time schedule*, dan sesuai anggaran biaya yang telah direncanakan (Ervianto, 2005). Berikut adalah penjelasan tiga karakteristik tersebut :

1. Proyek bersifat unik, keunikan dari proyek konstruksi ialah tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek identik, yang ada adalah proyek sejenis), proyek bersifat sementara, dan selalu melibatkan grup pekerja yang berbeda-beda.
2. Membutuhkan sumber daya (*resources*), semua proyek konstruksi membutuhkan sumber daya dalam penyelesaiannya, yaitu pekerja, uang,

mesin, metoda,dan material. Semua sumber daya tersebut akan diorganisasikan oleh seorang manajer proyek. Pada kenyataannya, mengorganisasikan pekerja lebih sulit dibandingkan mengorganisasikan sumber daya lainnya. Jadi, secara tidak langsung seorang manajer proyek harus memiliki pengetahuan tentang teori kepemimpinan.

3. Membutukan organisasi, setiap organisasi memiliki tujuan yang berbeda-beda dimana didalamnya terlibat sejumlah individu dengan keahlian, ketertarikan, dan kepribadian yang berbeda-beda dari setiap individunya. Untuk itu langkah awal yang harus dilakukan oleh manajer proyek adalah menyatukan visi menjadi satu tujuan yang telah menjadi tujuan utama dari organisasi. Suatu rangkaian kegiatan dalam proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu kegiatan rutin dan kegiatan proyek.



Gambar 2.1 *Three Dimentional Objective*

(Sumber : Ervianto, 2005)



Gambar 2.2 *Triple Constrain*

(Sumber : Ervianto, 2005)

2.5.2 Jenis-jenis Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2005), proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis kelompok bangunan, yaitu :

- a. Bangunan gedung: rumah, kantor, pabrik, dan lain-lain. Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah :
 1. Proyek konstruksi menghasilkan tempat kerja atau tempat tinggal.
 2. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang relatif sempit dan kondisi pondasi sudah diketahui.
 3. Manajemen dibutuhkan, terutama untuk progressing pekerjaan
- b. Bangunan sipil: jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah :
 1. Proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar dapat berguna untuk kebutuhan manusia.
 2. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dengan kondisi pondasi berbeda satu sama lain pada satu proyek.
 3. Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan masalah.

Kedua kelompok bangunan tersebut pada umumnya saling bertumpang tindih, tetapi direncanakan dan dilaksanakan dengan disiplin ilmu dan metode yang berbeda.

2.6 Manajemen Proyek

Manajemen adalah suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) terhadap sumber-sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien (Husen, 2009). Konstruksi adalah semua kegiatan yang berkaitan dengan pelaksanaan kegiatan membangun suatu bangunan. Sehingga manajemen konstruksi adalah ilmu pengetahuan tentang seni memimpin bagaimana suatu pekerjaan pembangunan dikelola agar diperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan pembangunan tersebut.

Menurut Ervianto (2003), manajemen proyek merupakan suatu sistem bagaimana mengatur suatu proyek konstruksi yang melibatkan berbagai sumber daya yang dapat diaplikasikan oleh seorang manajer proyek secara tepat. Suatu proyek konstruksi dikelola oleh suatu tim dengan berbagai tanggung jawab yang berbeda dan dipimpin seorang manajer proyek (*Project Manager*), *Project Manager* adalah orang yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan suatu proyek dari proses awal hingga akhir. *Project Manager* dituntut mampu mengusahakan sumber daya yang memadai serta membuat keputusan secara tepat. Sumber daya yang terkait sebagai input terdiri dari :

1. *Man* (manusia)
2. *Machine* (peralatan)
3. *Material* (bahan baku)
4. *Money* (sumber pembiayaan)
5. *Method* (metode yang akan digunakan).

2.6.1 Fungsi Manajemen Proyek

Berikut adalah beberapa fungsi dari manajemen proyek (Dimiyati dan Nurjaman, 2014), yaitu :

1. Fungsi Perencanaan (*Planning*)

Tujuan dari fungsi perencanaan adalah sebagai pengambilan keputusan dalam mengelola data dan informasi yang dipilih untuk dilakukan di masa

mendatang, seperti menyusun rencana jangka panjang dan jangka pendek, dan lain-lain

2. Fungsi Organisasi (*Organizing*)

Tujuan dari fungsi perencanaan organizing adalah untuk mempersatukan kumpulan kegiatan manusia yang memiliki aktivitas masing-masing dan saling berhubungan, serta berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mencapai tujuan organisasi.

3. Fungsi Pelaksanaan (*Actuating*) Tujuan dari fungsi pelaksanaan adalah untuk menyelaraskan seluruh palaku organisasi terkait dalam melaksanakan kegiatan/proyek, seperti pengarahan tugas, motivasi dan lain-lain.

4. Fungsi Pengendalian (*Controlling*) Tujuan dari fungsi pengendalian adalah untuk mengukur kualitas penampilan dan penganalisaan serta pengevaluasian kegiatan, seperti memberikan saran-saran perbaikan, dan lain-lain.

2.6.2 Sasaran Manejemen Proyek

Berikut adalah sasaran-sasaran utama dalam manajemen proyek konstruksi, yaitu:

1. Pengembangan, pelaksanaan dan penyelesaian suatu proyek dalam biaya, waktu dan mutu yang sudah ditetapkan.
2. Menyiapkan organisasi dilapangan yang menjamin berjalannya pekerjaan proyek dalam suatu kerjasama yang baik.
3. Terciptanya wewenang dan tugas yang baik, sehingga proses pengambilan keputusan menjadi lebih efektif.
4. Menciptakan sistem kerja yang kondusif, baik dari ketersediaan sarana dan prasarana, metode kerja serta keselamatan dan komunikasi kerja.
5. Menjaga hubungan kerja antara sesama pelaksana, agar orang yang bekerja akan mempunyai motivasi dan dapat memberikan hasil yang terbaik

2.7 Penjadwalan Proyek

Menurut Sutisna, (2013), penjadwalan proyek merupakan tahap menerjemahkan suatu perencanaan kedalam skala waktu. Penjadwalan diantaranya menimbang

kapan suatu aktivitas akan dimulai, ditunda, dan diselesaikan sehingga dapat disesuaikan antara kebutuhan menurut jangka waktu dengan pembiayaan dan pemakaian sumber daya yang telah dialokasikan.

Dalam teori kedua penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek (Husen, 2009)

Penjadwalan atau scheduling adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada. Menurut Husen (2009), penjadwalan mempunyai manfaat seperti :

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan mengenai batasan waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi sumber daya dan waktu.
3. Memberikan sarana untuk menilai progres pekerjaan.
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebih, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
5. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
6. Sarana penting dalam pengendalian proyek.

Sedangkan kompleksitas penjadwalan proyek sangat dipengaruhi oleh faktor berikut, diantaranya :

1. Dana yang tersedia dan yang diperlukan
2. Waktu yang tersedia dan yang diperlukan
3. Kerja lembur dan pembagian shift kerja untuk mempercepat proyek
4. Sumber daya yang tersedia dan yang diperlukan
5. Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas

Semakin besar skala proyek, maka semakin kompleks pengolahan penjadwalan karena dana, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar. Penjadwalan waktu dikelompokkan menjadi dua, yaitu untuk proyek yang

berulang (*repetitive*) seperti pembangunan proyek rumah yang sama (seperti proyek perumahan rakyat) dan untuk proyek yang tidak berulang itu seperti proyek pembangunan rumah yang tidak sama (Sutisna, 2013).

2.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Sebagai dasar untuk membuat sistem pembiayaan dalam sebuah perusahaan, kegiatan estimasi juga digunakan untuk merencanakan jadwal pelaksanaan konstruksi. Estimasi dapat diartikan peramalan kejadian yang akan datang.

Kegiatan estimasi pada umumnya dilakukan dengan mempelajari terlebih dahulu gambar rencana dan spesifikasi. Berdasarkan gambar rencana, dapat mengetahui kebutuhan material yang nantinya akan digunakan, sedangkan berdasarkan spesifikasi dapat diketahui kebutuhan kualitas bangunannya. Penghitungan kebutuhan material dilakukan secara teliti dan konsisten kemudian ditentukan harganya (Ervianto, 2002).

Berdasarkan penjabaran di atas rencana anggaran biaya adalah sebuah kegiatan estimasi biaya, waktu dan mutu untuk sebuah proyek pembangunan, dengan mempelajari gambar rencana kerja dan spesifikasi proyek.

2.8.1 Komponen Biaya Proyek

Dijelaskan oleh Soeharto (1999) komponen biaya proyek terbagi atas:

1. Modal Tetap Modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan. Modal tetap sendiri menurut Soeharto (1999) dan Husen (2010) dibagi atas:
 - a. Biaya Langsung (*Direct Cost*) Biaya langsung (*Direct Cost*) merupakan biaya tetap selama proyek berlangsung, biaya tenaga kerja, material dan peralatan. Biaya langsung (*Direct Cost*) mencakup diantaranya
 1. Penyiapan lahan (*Site Preparation*). Pekerjaan ini terdiri atas *clearing*, *grubbing*, menimbun dan memotong tanah, mengeraskan tanah, dan lain-lain.

2. Pengadaan peralatan utama. Semua peralatan utama yang tertera dalam gambar desain *engineering* harus disiapkan.
3. Biaya perakitan dan memasang peralatan utama. Terdiri dari pondasi struktur penyangga, isolasi, dan pengecatan.
4. Pipa terdiri dari pipa transfer, pipa penghubung antar peralatan, dan lain-lain.
5. Alat-alat listrik dan instrumen. Terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi, dan instrumen.
6. Pembangunan gedung perkantoran, pusat pengendalian operasi (*control room*), gudang, dan bangunan sipil lainnya.
7. Fasilitas Pendukung, seperti *utility* dan *offsite*.
8. Pembebasan Tanah.

b. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) merupakan biaya tidak tetap yang dibutuhkan guna penyelesaian proyek. Biaya ini adalah biaya manajemen proyek, tagihan proyek, biaya perizinan, asuransi, administrasi, alat tulis, keuntungan/*profit*. Biaya tidak langsung (*indirect cost*) harus mencakup diantaranya:

1. Gaji tetap dan tunjangan bagi tim manajemen, tenaga bidang engineering, inspektor, penyedia konstruksi lapangan dan lain-lain.
2. Kendaraan peralatan konstruksi. termasuk biaya pemeliharaan, pembelian bahan bakar, minyak pelumas, dan suku cadang.
3. Pembanguna fasilitas sementara. Termasuk perumahan darurat bagi tenaga kerja, penyediaan air, listrik, fasilitas komunikasi sementara untuk konstruksi, dan lain-lain.
4. Pengeluaran Umum. Termasuk *small tools*, penggunaan sekali pakai (*consumable*), misalnya kawat las.
5. Laba Kontinjensi (*fee*). Kontinjensi dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belumpasti.

6. *Overhead*. Biaya untuk operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidak adanya kontrak yang sedang ditangani.
7. Pajak, pengutan atau sumbangan, biaya perijinan, dan asuransi.

2. Modal Kerja (*Working Capital*)

Modal kerja diperlukan untuk menutupi kebutuhan pada tahap awal operasi yang biasanya perbandingan jumlah modal kerja terhadap total investasi berkisar antara 5-10 persen. Modal kerja meliputi diantaranya:

- a. Biaya pembelian bahan kimia, minyak pelumas dan material, serta bahan lain untuk operasi.
- b. Biaya persediaan (*inventory*) bahan mentah dan produk serta upah tenaga kerja pada masa awal operasi.
- c. Pembelian suku cadang untuk keperluan operasi selama kurang lebih satu tahun

2.9 Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek

Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Erviyanto, 2005).

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dengan diadakannya percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan yang akan diadakan crash program. Durasi *crashing* maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan. Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimumkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan kerja

lembur, penggunaan peralatan berat dan pengubahan metode konstruksi di lapangan (Frederika,2010)

2.9.1 Percepatan dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan metode penambahan jam kerja adalah :

1. Waktu kerja normal adalah 8 jam (08.00-17.00), sedangkan lembur dilakukan setelah waktu kerja normal.
2. Cara perhitungan harga upah pekerja untuk lembur menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Pasal 11, yang sebelumnya sudah diatur pada pasal 8 diperhitungkan sebagai berikut
 - a. Perhitungan upah lembur berdasarkan pada upah bulanan
 - b. Cara menghitung sejam adalah $\frac{1}{173}$ kali upah sebulan

Rumus :

$$\begin{aligned} \text{Upah jam lembur pertama} &= 1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan} \\ \text{Upah jam lembur} \\ \text{kedua dan seterusnya} &= 2 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan} \end{aligned}$$

2.9.2 Percepatan dengan Alternatif Sistem *Shift* Kerja

Penggunaan metode *shift* dalam suatu pekerjaan lebih cocok jika durasi yang ditetapkan oleh pemilik proyek sangat singkat. Adapun hal yang harus diperhatikan saat menggunakan metode *shift* misalnya masalah penerangan layanan pendukung, keamanan, dan produktifitas pekerja. Biasanya dengan penggunaan metode *shift*, biaya yang dikeluarkan akan melampaui rencana anggaran yang ditetapkan untuk pengeluaran fasilitas guna layanan kerja. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan *shift* dalam suatu pekerjaan akan menambah biaya yang harus dikeluarkan (Erviyanto, 2005).

Masalah yang biasanya muncul pada penggunaan metode *shift* kerja berkaitan dengan kurang effisiensinya komunikasi antar tenaga kerja, kondisi kesehatan yang buruk, kinerja pekerjaan yang buruk, dan kondisi mental dan fisik yang tidak sehat dan bahkan keamanan pada saat bekerja (Hanna, 2008). Dampak terbesar lainnya dalam metode *shift* adalah kurangnya waktu tidur tenaga kerja dan tubuh tidak

mudah untuk menyesuaikan siklus tidur yang baru. Siklus tidur yang kurang teratur dan bekerja yang tidak sesuai dengan waktu normal akan mempengaruhi kesehatan para tenaga kerja dan performa kinerjanya. Penyesuaian ritme tubuh ke siklus kerja baru membutuhkan waktu 7-12 hari (Hanna, 2008) atau 24 sampai 30 hari (Hanna, 2008). Beberapa masalah tersebut yang akan mempengaruhi penurunan produktivitas tenaga kerja, angka koefisien penurunan produktivitas dalam persen telah diketahui sebesar 11% – 17% dan biaya langsung kerja shift biasanya dikenakan biaya tambahan sebesar 15% untuk upah pekerja dari upah pekerja normal (Hanna, 2008)

2.10 Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dengan *input*, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metoda dan alat. Sukses atau tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya (Ervianto, 2002). Sumber daya yang digunakan pada proses proyek konstruksi adalah *material, machines, men, method, dan money*.

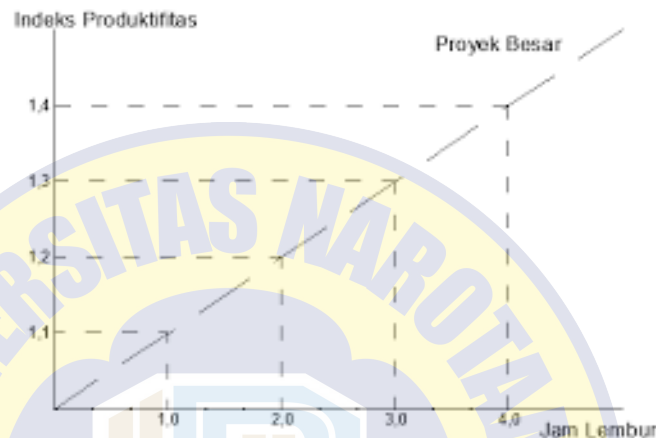
2.10.1 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas

Pada penelitian Low pada tahun 1992 yang dilakukan di Singapura. Low telah menyimpulkan bahwa produktivitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu *build ability, stucture of industry, training, mechanisation, and automation, foreign labour, standardisation, building control*

Penelitian serupa telah dilakukan di Indonesia oleh Kaming pada tahun 1997. Kaming menyebutkan ada 4 faktor yang mempengaruhi produktivitas, yaitu :

1. Metoda dan teknologi terdiri atas faktor : desain rekayasa, metoda kontruksi, urutan kerja, pengukuran kerja.
2. Manajemen lapangan terdiri atas faktor : perencanaan dan penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, manajemen tenaga kerja.

3. Lingkungan kerja terdiri atas faktor, keselamatan kerja, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja, partisipasi.
4. Faktor manusia tingkat upah kerja, kepuasan kerja, insentif, pembagian keuntungan, hubungan kerja mandor-pekerja, hubungan kerja antar sejawat, kemangkiran.



Gambar 2.3 Grafik Indikasi Penurunan Produktivitas dengan Jam Lembur
(Sumber : Soeharto, 1997)

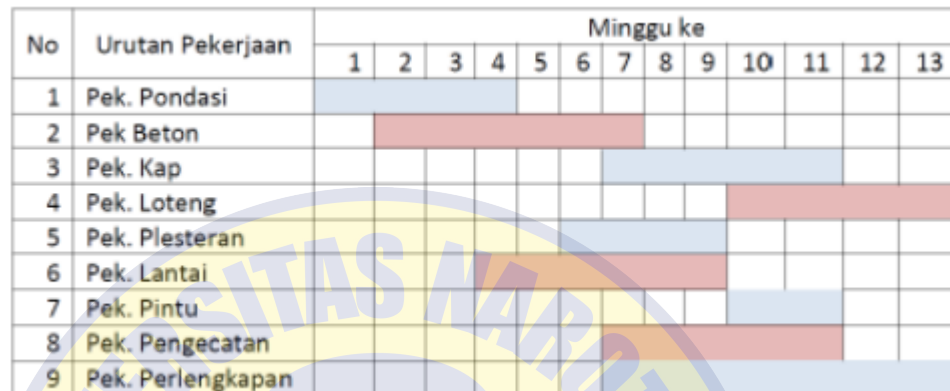
2.11 Metode Penjadwalan Proyek

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek, dan masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kinerja waktu akan berimplikasi terhadap kinerja biaya, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan. Pertimbangan penggunaan metode-metode penjadwalan didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan (Husen, 2009).

2.11.1 Metode Bagan Balok atau *Barchart*

Bar Chart (Bagan Balok) telah ada sejak abad ke-19 berupa grafik/*chart* yang menggambarkan *work vs time*, pertama kali diperkenalkan oleh Henry L. Gantt sehingga sering disebut juga dengan nama *Gantt Chart*. Gantt menciptakan teknik ini untuk memeriksa perkiraan durasi tugas versus durasi aktual sehingga dengan melihat sekilas, pemimpin proyek dapat melihat kemajuan pelaksanaan proyek (Rusdi, 2014).

Penyajian informasi bagan balok agak terbatas, misal hubungan antar kegiatan tidak jelas dan lintasan kritis kegiatan proyek tidak dapat diketahui. Karena urutan kegiatan kurang terinci, maka bila terjadi keterlambatan proyek, prioritas kegiatan yang akan dikoreksi menjadi susah untuk dilakukan.



Gambar 2.4 Contoh Diagram Batang (*Bar Chart*)

(Sumber : Rusdi, 2014)

2.11.2 Metode Kurva S atau *Hanumm Curve*

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana, dari sinilah diketahui bahwa apakah ada keterlambatan atau percepatan pada proyek. Jika dikaitkan dengan network planning, kurva S sangat efektif untuk menunjukkan prestasi kerja yang telah dicapai, memonitor waktu pelaksanaan yang telah dikerjakan, dan berapa biaya yang telah dikeluarkan. Suatu proyek terlambat atau tidak dapat dikontrol dengan memberi baseline pada periode tertentu sehingga keadaan aktualnya dapat dibandingkan dengan bobot penyelesaian kumulatif dari masing-masing kegiatan.

Time Schedule

PT. KONTRAKTOR SIPIL
 Proyek Gedung 3 Lantai
 Jl. Sudirman Pyakumbuh

Minggu ke 10
 Senin, 07 Jun 2010
 Minggu, 13 Jun 2010

No	Keterangan	Bobot (%)	Minggu										Keterangan								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Pekerjaan tanah	0.45482	0.15161	0.15161	0.15161																
2	Pekerjaan pondasi	15.52456	3.88114	3.88114	3.88114	3.88114															
3	Pekerjaan sloof	3.09278		0.77320	0.77320	0.77320	0.77320														
4	Pekerjaan dinding	29.71498			7.42874	7.42874	7.42874	7.42874													
5	Pekerjaan balok	5.30625					1.32656	1.32656	1.32656	1.32656											
6	Pekerjaan kuda-kuda	8.03517						2.67839	2.67839	2.67839											
7	Pekerjaan atap	10.73378						3.57793	3.57793	3.57793											
8	Pekerjaan plafond	6.67071							2.22357	2.22357	2.22357										
9	Pekerjaan lantai	8.33839								2.77946	2.77946	2.77946									
10	Pekerjaan finishing	5.75107									2.88053	2.88053									
11	Pekerjaan listrik	3.79018										1.26339	1.26339								
12	Pekerjaan sanitasi	2.57732												2.57732							
Bobot Rencana			100.00000																		
Akumulasi Bobot Rencana				4.03275	8.83869	21.07338	34.48302	50.26784	67.50303	80.08894	89.23590	96.15929	100.00000								
Bobot Pelaksanaan				2.62432	14.85597	17.65464	16.92238	15.80200	13.78108	7.78502	6.53426	3.09278	0.94754								
Akumulasi Bobot Pelaksanaan				2.62432	17.48029	35.13493	52.05731	67.85931	81.64039	89.42541	95.95967	99.05246	100.00000								
Deviasi				-1.40843	8.64160	14.06155	17.57429	17.59147	14.13736	9.33647	6.72377	2.89317	0.00000								

Gambar 2.5 Contoh diagram kurva S
 (Sumber : Yurry, 2008)

Berdasarkan grafik diatas sumbu X menyatakan waktu proyek sedangkan sumbu Y menyatakan biaya/prestasi kumulatif dari kegiatan. Kurva S dibuat dari kumpulan aktifitas proyek dan merupakan representasi dari sebuah proyek. Kurva S yang akan ditampilkan adalah kurva S antara biaya langsung normal dan biaya langsung dengan waktu dipercepat, biaya tak langsung normal dan biaya tak langsung dipercepat, dan biaya total normal dengan biaya total waktu yang dipercepat.

2.11.3. Precedence Diagram Method (PDM)

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan oleh sebuah gambar segi empat karena letak kegiatan ada pada bagian node sehingga sering disebut juga *Activity On Node* (AON). PDM merupakan penyempurnaan dari *Critical Path Method* (CPM), karena pada prinsipnya CPM hanya menggunakan satu jenis hubungan aktifitas yaitu hubungan aktifitas akhir awal dan pada CPM sebuah kegiatan dapat dimulai apabila kegiatan yang mendahuluinya selesai.

Pada *Precedence Diagram Method* (PDM), hubungan antara kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan yang berupa *constrain*. *Constrain* akan menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu *constrain* hanya bisa menghubungkan dua node. Karena

setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai (S) dan ujung akhir (F), maka ada empat macam constrain yaitu *start to start* (SS), *start to finish* (SF), *finish to start* (FS), dan *finish to finish* (FF). Pada garis *constrain* diberikan penjelasan mengenai waktu mendahului (*lead*) atau terlambat (*lag*) (Frederika, 2010).

Kegiatan dalam *precedence diagram method* diwakili oleh sebuah lambang yang mudah diidentifikasi, misalnya sebagai berikut :

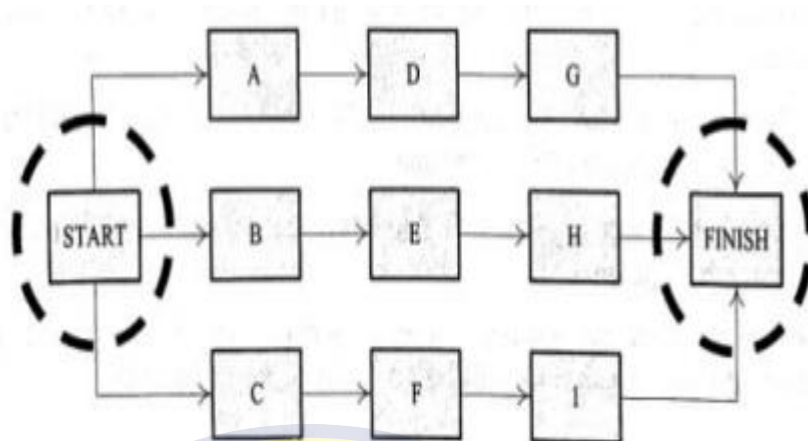
ES	JENIS KEGIATAN	EF
LS		LF
NO.KEG.		DURASI

Gambar 2.6 Alternatif 1, lambang kegiatan
(sumber : Ervianto, 2002)

DURASI		FLOAT
ES	NO.KEG.	EF
JENIS KEGIATAN		

Gambar 2.7 Alternatif 2, lambang kegiatan
(sumber : Ervianto, 2002)

Hubungan antar kegiatan dalam metode ini ditunjukkan oleh sebuah garis penghubung yang dapat dimulai dari kegiatan kiri ke kanan atau dari kegiatan atas ke bawah. Akan tetapi, tidak pernah dijumpai akhir dari garis penghubung ini dikiri sebuah kegiatan. Jika kegiatan awal terdiri dari sejumlah kegiatan dan diakhiri oleh sejumlah kegiatan pula maka dapat ditambahkan kegiatan awal dan kegiatan akhir yang keduanya merupakan kegiatan fiktif/dummy, misalnya untuk kegiatan awal ditambahkan kegiatan *START* dan kegiatan akhir ditambahkan *FINISH*.



Gambar 2.8 Kegiatan Fiktif
(sumber : Ervianto, 2002)

A. Perhitungan *Precedence Diagram Method* (PDM)

Perhitungan PDM pada dasarnya sama dengan perhitungan CPM, yaitu menggunakan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Dan menggunakan perhitungan kebelakang (*Backward Analysis*) untuk menentukan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF). Pada *Precedence Diagram Method* digambarkan adanya empat jenis hubungan antar aktivitas, yaitu *start to start*, *start to finish*, *finish to start* dan *finish to finish*. Digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian *node*.

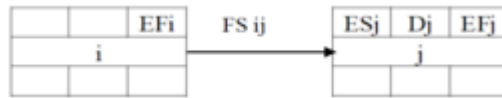
1. Hubungan antar kegiatan (*Constrain*)
 - Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)



Gambar 2.9 kegiatan FF (*Forward Analysis*)
sumber : (Rani,2014)

$$\text{Rumus : } EF_j = EFi + FF_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_j - D_j \dots\dots\dots (2.1)$$

- Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)

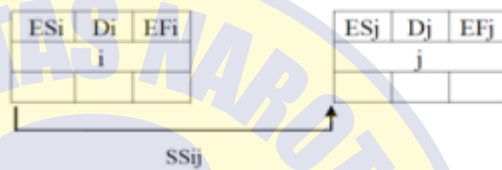


Gambar 2.10 kegiatan FS(Forward Analysis)

(Sumber : Rani,2014)

$$\text{Rumus : } ES_j = EFi + FS_{ij} \text{ atau } EF_j = ES_j + D_j \dots\dots\dots (2.2)$$

- Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)



Gambar 2.11 kegiatan SS(*Start to Strat*)

(Sumber : Rani,2014)

$$\text{Rumus : } ES_j = EFi + FS_{ij} \text{ atau } EF_j = ES_j + D_j \dots\dots\dots (2.3)$$

- Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)

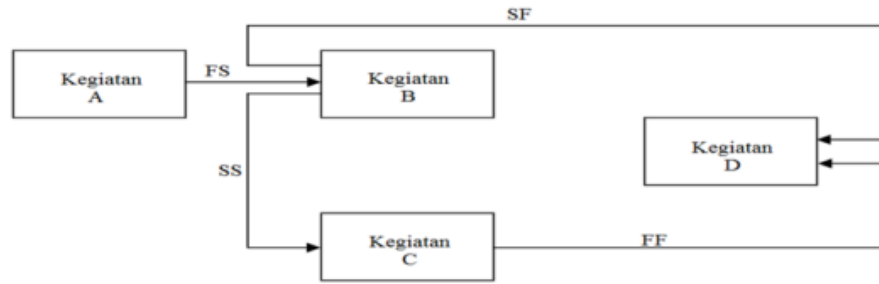


Gambar 2.12 kegiatan SF(*Start to Finish*)

(Sumber : Rani,2014)

$$\text{Rumus : } EF_j = ES_i + SF_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_j - D_j \dots\dots\dots (2.4)$$

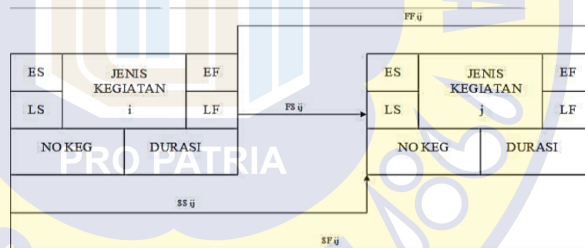
Pada perhitungan PDM ini, jika perhitungan ke muka ada lebih satu kegiatan *predecessor* yang hubungan ketergantungan (*constrain*) berlainan (FF,FS,SS,SF) maka ES dan EF di ambil yang maksimum. Namun, untuk perhitungan ke belakang jika ada lebih kegiatan *successor* yang hubungan ketergantungan (*constrain*) berlainan, maka LS dan EF diambil yang minimum (Faisol,2010).



Gambar 2.13 Diagram Jaringan Kerja dengan Menggunakan PDM
(Sumber: Budiono, 2006)

B. Jalur Kritis

Untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan kemudian menentukan jalur kritis dapat dilakukan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*). Perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Yang merupakan kegiatan *predecessor* adalah kegiatan I, sedangkan yang dianalisis adalah kegiatan J.



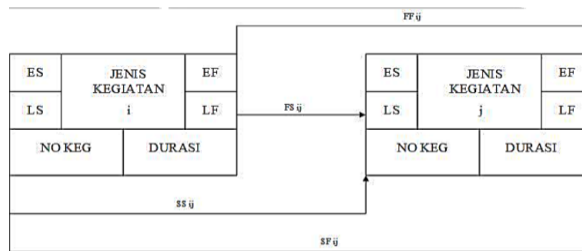
Gambar 2.14 Hubungan kegiatan I dan J
(sumber : Ervianto, 2002)

Besarnya nilai ES_j dan EF_j dihitung sebagai berikut:

- $ES_j = ES_i + SS_{ij}$ atau $ES_j = EF_i + FS_{ij}$ (2.5)

- $EF_j = ES_i + SF_{ij}$ atau $EF_j = EF_i + FF_{ij}$ atau $ES_j + D_j$..(2.6)

Perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF). Sebagai kegiatan *successor* adalah kegiatan J, sedangkan kegiatan analisis adalah I.



Gambar 2.15 Hubungan kegiatan I dan J

(sumber : Ervianto, 2002)

Besarnya nilai LSj dan LFj dihitung sebagai berikut :

- $LF_i = LF_j - FF_{ij}$ atau $LF_i = LS_j - FS_{ij}$ (2.7)

- $LF_i = LS_i - SS_{ij}$ atau $LF_j = LF_j - SF_{ij}$ atau $LF_i - Di$(2.8)

Jalur kritis ditandai oleh beberapa keadaan sebagai berikut :

- *Earliest Start (ES) = Latest Start (LS)*
- *Earliest Finish (EF) = Latest Finish (LF)*
- *Latest Finish (LF) – Earliest Start (ES) = Durasi kegiatan*

C. *Float*

Float adalah sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda atau diperlambat secara sengaja atau tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat dalam penyelesaiannya. *Float* dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *total float* dan *free float* (Ervianto, 2002).

Total float adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk terlambat atau diperlambatnya pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi selesainya proyek secara keseluruhan.

$$Total\ Float\ (TF)_i = Minimum\ (LS_j - EF_i) \dots\dots\dots (2.9)$$

Free float adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk terlambat atau diperlambatnya pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

$$Free\ Float\ (FF)_i = Minimum\ (ES_j - EF_i) \dots\dots\dots (2.10)$$

D. *Lag*

Link lag adalah garis ketergantungan antara kegiatan dalam suatu *Network Planning*. Perhitungan lag dapat dilakukan dengan cara :

1. Melakukan perhitungan ke depan untuk mendapatkan nilai-nilai
2. Hitung besarnya *lag*
3. Buatlah garis ganda untuk *lag* yang nilainya = 0
4. Hitung *Free Float* (FF) dan *Total Float* (TF)

Rumus :

- $Lag_{ij} = ES_j - Ef_i$(2.11)

- $Free\ Float_i = minimum(Lag_{ij})$(2.12)

- $Total\ Float_i = minimum(Lag_{ij} + TF_j)$(2.13)

2.12. Microsoft Project

Microsoft project adalah alat bantu atau *tools* yang dapat membantu dalam penyusunan perencanaan dan penjadwalan suatu proyek. Penggunaan *microsoft project* akan memudahkan pengguna dalam merencanakan penjadwalan suatu proyek secara terperinci.

Dalam pekerjaan pengendalian waktu suatu proyek *microsoft project* dapat memberikan kemudahan dalam penyimpanan data dan masukan (*progress input*), sehingga memudahkan penilaian mengenai status proyek. *microsoft project* juga dapat mempermudah dalam melakukan peramalan serta perencanaan langkah-langkah penyelesaian suatu proyek yang mengalami masalah keterlambatan ataupun pelaksanaan proyek yang dapat dipercepat dari durasi yang direncanakan.

Dalam menggunakan *microsoft project*, urutan tahap dari memasukkan data, *editing*, *checking* dan *printing*. Semua tahap tersebut dapat dilihat pada *menu bar*, dengan *input* sederhana dan menghasilkan sebuah *output*.

Microsoft Project adalah sebuah *software* administrasi proyek yang digunakan untuk menyusun rencana kerja dalam sebuah proyek. Dan masih banyak lagi keunggulan yang didapat untuk mempermudah proses administrasi sebuah proyek. Pekerjaan-pekerjaan yang dapat dilakukan dengan *microsoft project* adalah:

- a. Dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, karena ditunjang dengan informasi alokasi waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses.

- b. Dapat memperoleh secara langsung informasi aliran biaya pada periode yang di inginkan.
- c. Mudah melakukan modifikasi jadwal pekerjaan, jika ingin melakukan rescheduling.

2.12.1 Langkah-Langkah Penggunaan *Microsoft Project*

Langkah-langkah dalam penggunaan Microsoft Project dalam perencanaan dan penjadwalan proyek secara umum adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data/informasi

Jenis data yang dibutuhkan adalah data yang dapat mewakili penjadwalan proyek secara garis besar, seperti waktu mulai dan selesai proyek, sumber daya yang dibutuhkan (manusia, alat, bahan dan biaya) dll.

2. Input daftar pekerjaan

Menginput daftar pekerjaan yang telah di uraikan, seperti pekerjaan pondasi terdiri dari galian tanah, timbunan tanah, pasangan batu dsb. Dan pekerjaan dinding terdiri dari pasangan batu bata, plesteran, pengecatan dsb.

3. Realisasi pekerjaan

Realisasi pekerjaan dibuat untuk mengaitkan pekerjaan-pekerjaan yang saling berhubungan. Jenis-jenis hubungan yang mungkin terjadi adalah;

a. *Finish to Start* (FS)

Suatu pekerjaan (B) tidak boleh dimulai sampai pekerjaan (A) selesai.

b. *Start to Start* (SS)

Suatu pekerjaan (B) tidak boleh dimulai sampai pekerjaan (A) dimulai juga.

c. *Finish to Finish* (FF)

Suatu pekerjaan (B) tidak dapat diselesaikan sampai pekerjaan (A) terselesaikan.

d. *Start to Finish* (SF)

Suatu pekerjaan (B) tidak dapat diselesaikan sampai pekerjaan (A) dimulai

4. Membuat kalender kerja (durasi pekerjaan)

Dalam menentukan durasi pekerjaan harus berdasarkan rencana jumlah hari kerja, hari libur proyek, tenaga kerja dan jumlah alat. Hari kerja proyek di tentukan secara umum yaitu dari senin sampai dengan hari minggu sedangkan

untuk hari libur dapat menyesuaikan. (dengan hari libur nasional, hari raya lebaran dsb). Untuk jam kerja dimulai pkl 08.00-12.00, istirahat 1 jam, lalu lanjut pukul 13.00-16.00.

5. Membuat *resource*

Resource adalah sumber daya yang digunakan untuk mengerjakan proyek, resource dapat berupa peralatan, manusia, maupun biaya pengerjaan. Jadi pada tahap ini kita menginput sumber daya-sumber daya yang dibutuhkan pada setiap pekerjaan.

6. Membuat kolom *predecessor*

Kolom *predecessor* digunakan untuk mengetahui hubungan antara pekerjaan yang satu dan pekerjaan yang lainnya. Jadi pada tahap ini kita dapat mengetahui hubungan antara pekerjaan sebelumnya dan setelahnya. Contoh: urugan pasir baris no 3 -- pasangan batu baris no 4 Pasangan batu dimulai 1 hari sebelum urugan pasir selesai, maka pada pasangan batu di tulis 3FS-1.

7. Hasil *Output*

Microsoft Project menyediakan berbagai format laporan yang atraktif. Laporan dapat ditampilkan melalui visual report atau report. Jika memilih visual *report* maka *output* yang keluar adalah sebuah bagan alir proyek, sedangkan jika memilih *report outputnya* adalah detail pekerjaan proyek.