

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan referensi pada penelitian ini, maka pada bab ini akan dipaparkan beberapa penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan beserta hasil penelitiannya. Adapun penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

2.1.1 Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Crashing* dengan Penambahan Tenaga Kerja dan *Shift* Kerja

Penelitian ini dilakukan oleh Anggraeni Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada tahun 2016. Dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan percepatan pada proyek pembangunan Hotel Grand Keisha Yogyakarta, yang mengalami keterlambatan dengan menggunakan alternatif penambahan Tenaga Kerja dan *Shift* Kerja. Analisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan data yang digunakan adalah data primer yang diambil proses wawancara dan data sekunder berupa dokumen-dokumen terkait.

Dari hasil perhitungan menunjukkan percepatan menggunakan alternatif tenaga kerja dan *shift* kerja dapat mengurangi durasi selama 34 hari atau sebesar 7,76 % dari durasi normal yaitu 438 hari. Pada alternatif penambahan tenaga kerja dihasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 701.809.654,74 dari total *cost* rencana

sebesar Rp. 90.620.898.879,84 dengan efisiensi 0,77%. Sementara pada alternatif *shift* kerja diperoleh total *cost* setelah percepatan sebesar Rp. 89.905.927.558,34 dengan pengurangan biaya sebesar Rp. 714.971.321,41 atau 0,79% dari total *cost* normal. Sehingga pada penelitian ini diperoleh bahwa alternatif *shift* kerja lebih efisien dibanding alternatif penambahan tenaga kerja.

2.1.2 Penerapan Metode *Crashing* dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur Dan *Shift* Kerja

Penelitian ini dilakukan oleh Ningrum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada tahun 2016. Dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan besarnya durasi dan biaya setelah dilakukan percepatan. Metode penelitian yang digunakan adalah merancang *network planning*, menghitung *crash cost* pada penambahan jam kerja dan *shift* kerja, menghitung biaya langsung dan tidak langsung pada setiap kegiatan yang berubah akibat perubahan durasi pelaksanaan percepatan durasi pekerjaan, perhitungan *cost slope*, serta penentuan biaya dan durasi optimum akibat penerapan metode *crashing*.

Setelah dilakukan percepatan dengan metode *crashing*, untuk alternatif penambahan jam kerja diperoleh pengurangan total biaya sebesar Rp.1.012.856.772,54 dari total biaya normal Rp.90.620.898.879,84 menjadi Rp. 89.608.042.176,30 dengan durasi 392 hari. Sementara untuk alternatif penambahan *shift* kerja terjadi pengurangan total biaya sebesar

Rp.1.240.225.176,44 dari total biaya normal Rp.90.620.898.879,84 menjadi Rp. 89.380.673.703,40 dengan durasi 382 hari.

2.1.3 Analisis Percepatan Proyek Pembangunan *Java Village Resort* Dengan Menambahkan Tenaga Kerja dan Jam Kerja (*Analysis Of Acceleration Of Development Projects Village Resort With Added Employment And Working Hours*)

Penelitian ini dilakukan oleh Azzam Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia pada tahun 2016. Dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan *Java Village Resort*, Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh percepatan durasi proyek terhadap biaya dan mencari alternatif solusi percepatan yang lebih ekonomis dari alternatif menambahkan tenaga kerja dan jam kerja. Metode yang digunakan untuk mengolah data yang dibutuhkan dengan menggunakan metode *Precedent Diagram Method* (PDM).

Hasil yang didapatkan dari analisis yang dilakukan adalah total biaya normal cost sebesar Rp 11.000.000.000,00 dengan durasi 144 hari , pada crashing dengan menambahkan tenaga kerja sebesar didapatkan total biaya Rp. 10.752.791.720,46 dengan durasi 96 hari , dan pada pekerjaan crashing dengan menambahkan jam kerja 3 jam didapatkan total biaya sebesar Rp. 11.343.275.508,09 dengan durasi 114 hari . perbandingan biaya pekerjaan normal dengan percepatan menambah tenaga kerja sebesar 2% lebih ekonomis. sedangkan perbandingan pekerjaan normal dengan percepatan menambah tenaga kerja sebesar 2% lebih mahal. Perbandingan durasi pekerjaan normal dengan

percepatan menambah tenaga kerja 34% lebih cepat sedangkan perbandingan durasi pekerjaan normal dengan percepatan menambah jam kerja 23% lebih cepat.

2.1.4 Program *Crashing* terhadap Penambahan Jam kerja Optimum pada Proyek Kontruksi

Penelitian ini dilakukan oleh Aslinda Armalisa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Serang Raya. Dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Serang-Banten yang beralamat di Jl. Rumah Sakit No. 1 Serang. Penelitian ini bertujuan untuk untuk melakukan percepatan pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Serang-Banten yang beralamat di Jl. Rumah Sakit No. 1 Serang, yang mengalami keterlambatan dengan menggunakan. Metode yang digunakan untuk mengolah data yang dibutuhkan dengan menggunakan metode *Critical Path Method (CPM)*.

Hasil yang didapatkan dari analisis yang dilakukan adalah Percepatan durasi proyek untuk penambahan 3 jam kerja (lembur) diperoleh hasil waktu optimum percepatan durasi proyek dari 115 hari menjadi 83 hari, dengan *Cose slope* Rp. 423.098.748. Penambahan biaya dari Rp.1.949.832.000,00 menjadi Rp. 2.372.930.748,00. Percepatan durasi proyek untuk penambahan 4 jam kerja (lembur) diperoleh hasil waktu optimum percepatan durasi proyek dari 115 hari menjadi 80 hari, dengan *Cose slope* Rp. 496.684.545,4. penambahan biaya dari Rp. 1.949.832.000,00 menjadi Rp. 2.446.516.545,00.

2.1.5 Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Kontruksi

Menggunakan Metode *Crashing* (Studi Kasus : Pembangunan Rusun IAIN Manado)

Penelitian ini dilakukan oleh Yusuf malifa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado. Dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Rusun IAIN Manado. Penelitian ini bertujuan untuk untuk melakukan percepatan pada Proyek Pembangunan Rumah Susun IAIN Manado, Percepatan waktu digunakan metode *Crashing*. Analisis dilakukan dengan mempersingkat waktu pelaksanaan proyek dengan alternatif penambahan tenaga kerja pada kegiatan-kegiatan kritis.

Hasil yang didapatkan dari analisis yang dilakukan adalah Dari *crashing* yang dilakukan dengan alternatif penambahan tenaga kerja pada proyek pembangunan Rumah Susun IAIN Manado dapat diambil kesimpulan bahwa terjadi percepatan durasi waktu sebesar 14 hari kalender dengan penambahan biaya langsung sebesar Rp 2.800.000 dan penurunan biaya tidak langsung sebesar Rp.48.347.484.

2.2 Perbedaan Penelitian

Berdasarkan uraian kelima penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa hal berbeda dari penelitian yang akan diteliti dengan penelitian terdahulu. Pertama, terletak pada subjek penelitian berupa tujuan dan manfaat penelitian yang akan diteliti 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. Objek penelitiannya yaitu pada proyek Pembangunan RKB. Untuk rangkuman perbedaan penelitian-penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan Diteliti

PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	OBJEK PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
Anggraeni (2016)	Untuk melakukan percepatan pada proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta yang mengalami keterlambatan waktu pelaksanaan proyek.	Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha-Yogyakarta	Dari hasil perhitungan menunjukkan percepatan menggunakan alternatif tenaga kerja dan <i>shift</i> kerja dapat mengurangi durasi selama 34 hari atau sebesar 7,76 % dari durasi normal yaitu 438 hari. Pada alternatif penambahan tenaga kerja dihasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 701.809.654,74 / 0,77% . Sementarapada alternatif <i>shift</i> kerja diperoleh pengurangan biaya sebesar Rp. 714.971.321,41 atau 0,79% dari total <i>cost</i> normal.
Ningrum (2016)	Untuk mengetahui pengurangan total <i>cost</i> setelah dilakukan percepatan dari total <i>cost</i> normal, dengan menganalisis penambahan jam kerja dan <i>shift</i> kerja	Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha-Yogyakarta	Untuk alternatif penambahan jam kerja diperoleh pengurangan total biaya sebesar Rp.1.012.856.772,54 dari total biaya normal Rp.90.620.898.879,84 menjadi Rp. 89.608.042.176,30 dengan durasi 392 hari. Sementara untuk alternatif penambahan <i>shift</i> kerja terjadi pengurangan total biaya sebesar Rp.1.240.225.176,44 dari total biaya normal Rp.90.620.898.879,84 menjadi Rp. 89.380.673.703,40 dengan durasi 382hari
Azzam (2016)	Untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan setelah <i>crashing</i> dengan menambah tenaga kerja dan menambah jam kerja. Untuk mengetahui pekerjaan mana yang lebih ekonomis dan efektif jika proyek dilakukan Percepatan.	proyek pembangunan Wisata Keluarga Java Village Resort.	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 jam kerja 3 jam didapatkan total biaya sebesar Rp. 11.343.275.508,09 dengan durasi 114hari / 23% lebih cepat .

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan Diteliti

PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	OBJEK PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
Santoso (2017)	Untuk mengetahui total waktu dan biaya setelah <i>crashing</i> dengan penambahan jam kerja empat jam dan <i>shift</i> kerja. Untuk mendapatkan biaya yang lebih ekonomis dan durasi waktu pelaksanaannya setelah <i>crashing</i>	Proyek Pembangunan Gedung <i>Animal Health Care</i> Prof. Soeparwi, FKH UGM.	Dari hasil perhitungan menunjukkan percepatan menggunakan alternatif tenaga kerja dan <i>shift</i> kerja dapat mengurangi durasi selama 34 hari atau sebesar 7,76 % durasi pelaksanaan proyek 9,05% lebih cepat / menjadi 191 hari dan total anggaran proyek menjadi lebih mahal 0,82%, sedangkan dengan sistem <i>shift</i> durasi pelaksanaan proyek 14,76% lebih cepat / menjadi 179 hari dan total anggaran proyek 0,47% lebih murah.
Frista (2016)	Untuk melakukan percepatan pada proyek Pembangunan Gedung Ruang Kuliah IAIN Pontianak Universitas Muhammadiyah Surakarta.	Proyek Pembangunan GRK IAIN Pontianak Universitas Muhammadiyah Surakarta	Dari hasil perhitungan menunjukkan percepatan dapat mengurangi durasi selama 14 hari dari durasi normal yaitu 77 hari. Untuk melakukan percepatan pada proyek Pembangunan Gedung Ruang Kuliah IAIN Pontianak Universitas Muhammadiyah Surakarta.
Caesar (2017)	Untuk perbandingan biaya pada penjadwalan sisa waktu pelaksanaan proyek Pembangunan gedung Graha Mojokerto <i>Service City</i> sesudah menggunakan Metode <i>Fast Track</i>	Proyek Pembangunan Graha Mojokerto <i>Service City</i>	Hasil penelitian ini diperoleh waktu penyelesaian proyek optimum yaitu 240 hari dengan biaya total proyek Rp 27.318.548.329,-. Sedangkan waktu penyelesaian normal 258 hari Jadi terjadi pengurangan durasi selama 18 hari dan penghematan biaya sebesar Rp 491.619.600,00.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan Diteliti

PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	OBJEK PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
Sunarmasto (2017)	Untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan penambahan biaya minimum, dan waktu dapat di persingkat dengan biaya minimum	Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Bawen-Solo Seksi II dengan panjang 1,3 km.	Hasil penelitian ini diperoleh waktu penyelesaian proyek optimum yaitu 191 hari dengan biaya total proyek Rp 39.236.409.113,12,-. Sedangkan waktu penyelesaian normal 245 hari Jadi terjadi pengurangan durasi selama 154hari dan penghematan biaya sebesar Rp 112.688.051,04.
Aslinda (2017)	Untuk mengetahui waktu <i>Optimum</i> dalam percepatan menggunakan penambahan jam kerja dalam <i>Crashing</i>	Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Serang-Banten	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 Cose slope Rp. 423.098.748. Penambahan biaya dari Rp.1.949.832.000,00 menjadi Rp. 2.372.930.748,00. Percepatan durasi proyek untuk penambahan 4 jam kerja (lembur) diperoleh hasil waktu optimum percepatan durasi proyek dari 115 hari menjadi 80 hari, dengan Cose slope Rp. 496.684.545,4. penambahan biaya dari Rp. 1.949.832.000,00 menjadi Rp. 2.446.516.545,00.
Yusuf (2019)	Untuk Menghitung biaya <i>Crashing</i> akibat percepatan waktu	Proyek Pembangunan Rumah Susun IAIN Manado	Dari penelitian tersebut hasil perhitungan diperoleh durasi optimum proyek yaitu 77 hari dari durasi normal 91 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp.264.273.161,00. Sedangkan waktu penyelesaian normal 91 hari kerja dengan biaya total proyek Rp. 312.620.644,8. Jadi, terjadi pengurangan durasi selama 14 hari dan perhitungan biaya sebesar Rp. 48.347.483,8.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Akan Diteliti

PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	OBJEK PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
Riski (2019)	Untuk mem percepatan yang dilakukan crashing program dengan pengurangan durasi proyek agar dapat mengejar prestasi yang tertinggal	proyek pembangunan gedung rawat jalan rumah sakit umum daerah kanjuruhan kabupaten malang	Hasil penelitian penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam didapat penambahan biaya sebesar Rp 92.741.225,09 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.409.529.391,76 atau naik 0,85% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangan durasi selama 29 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 254 hari. Total biaya pekerjaan percepatan (crashing) dengan penambahan tenaga kerja didapatkan penambahan biaya sebesar Rp 68.033.777,17 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.380.599.527,17 atau naik 0,57% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangi durasi pekerjaan waktu selama 52 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 231 hari
Angga (2021)	Untuk melakukan percepatan pada proyek Pembangunan SDIT Multazam Pamekasan yang mengalami keterlambatan waktu pelaksanaan proyek.	proyek Pembangunan SDIT Multazam Pamekasan	Total biaya proyek dalam kondisi normal ialah sebesar Rp. 1.150.000.000,00 dengan durasi pelaksanaan proyek 180 hari kerja. Dari hasil analisis pada penelitian ini didapat total biaya proyek dalam kondisi sesudah <i>crashing</i> dengan alternatif penambahan jam kerja selama empat jam didapat sebesar Rp. 1.246.375.390,00 dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek 170 hari lebih cepat dari durasi normal, sedangkan total biaya proyek dalam kondisi sesudah <i>crashing</i> dengan alternatif menerapkan sistem <i>shift</i> kerja (<i>shift</i> pagi dan <i>shift</i> malam) didapat sebesar Rp. 1.216.808.720,00 dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek 160 hari lebih cepat dari durasi normal.

2.3 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

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 :

3.1. 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.

3.2. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Pasal 11 yang menyatakan bahwa:

3.2.1. Upah lembur tenaga kerja setiap jamnya dikalikan 1,5 dari upah jam kerna normal untuk 1 jam pertama.

3.2.2. Upah lembur setiap jam akan 2 kali dari upah jam kerja normal jika diatas 1 jam.

2.3.1 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. Membutuhkan 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)

2.3.2 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 kondisipondasi 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 dengankondisi pondasi berbeda satu sama lain pada satu proyek.
 3. Manajemna dibutuhkan untuk memecahkan masalah.

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

2.4 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 (2005), 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 (PM), PM ialah orang yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan suatu proyek dari proses awal hingga akhir. PM 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).

2.5 Penjadwalan Proyek (*Time Schedule*)

Menurut Paulus(1986) dalam 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 faktorberikut, 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 pengelolaan 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).

2.6 Rencana Anggaran Biaya

Kegiatan estimasi adalah suatu proses utama dalam proyek konstruksi untuk menjawab pertanyaan “Berapa besar dana yang harus disediakan untuk sebuah bangunan?”. 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.

2.6.1 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 *civillainnya*.
 - 7) Fasilitas Pendukung, seperti *utility* dan *offsite*.
 - 8) Pembebasan Tanah.
- b. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*) merupakan biaya tidak tetap yang dibutuhkan guna penyelesaian proyek. Biaya ini adalah biaya manajemen proyek, tagihan proyek, biaya

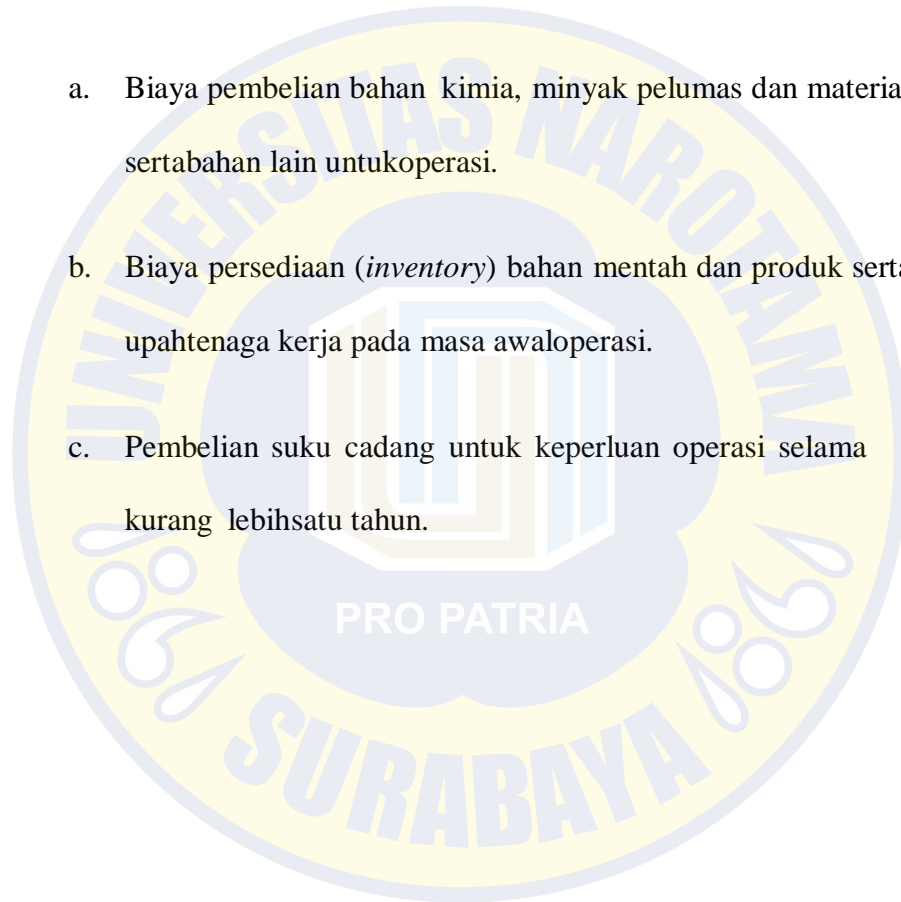
perizinan, asuransi, administrasi, ATK, keuntungan/profit. Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*) harus mencakup diantaranya:

- 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 samll tools, penggunaan sekali pakai (*consumable*), misalnya kawat las.
- 5) Laba Kontinjensi (*fee*). Kontinjensi dimaksudkan untuk menutupihal- 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 (*WorkingCapital*)

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, sertabahan lain untukoperasi.
- b. Biaya persediaan (*inventory*) bahan mentah dan produk serta upahtenaga kerja pada masa awaloperasi.
- c. Pembelian suku cadang untuk keperluan operasi selama kurang lebihsatu tahun.



2.7 Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek (*Crashing*)

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).

2.7.1 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 dilakukansetelah 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 :

1. Perhitungan upah lembur berdasarkan pada upah bulanan
2. Cara Menghitung sejam adalah $1/173$ kali upah sebulan

Rumus :

Upah jam lembur pertama = $1,5 \times (1/173) \times$ upah sebulan

Upah jam lembur kedua dan seterusnya = $2 \times (1/173) \times$ upah sebulan

2.7.2 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 (Ervianto, 2005). Namun, secara drastis dapat mereduksi durasi pekerjaan hingga mencapai 50% dari durasi yang

ditetapkan (Edward M, 1986).

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 (Penkala (1997) dan Huug (1992) dalam 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 (Costa (1996) dalam Hanna, 2008) atau 24 sampai 30 hari (Fly(1980) dalam 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).

2.8 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

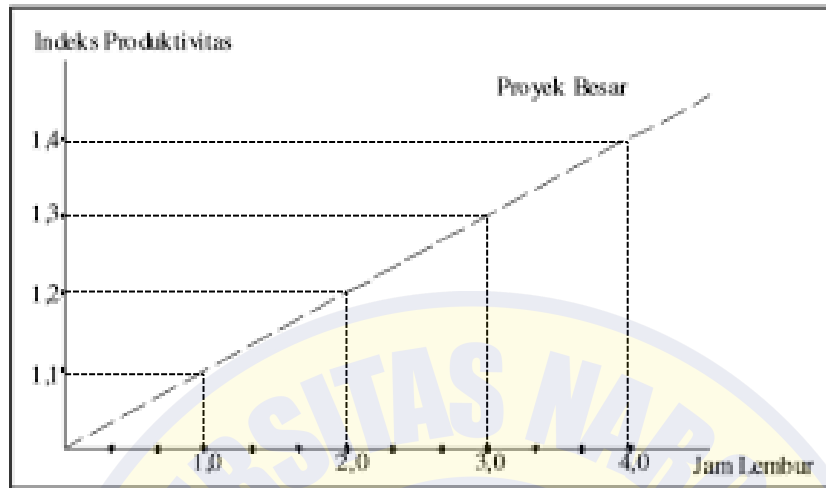
pengelolaan sumber daya (Ervianto, 2002). Sumber daya yang digunakan pada proses proyek konstruksi adalah *material, machines, men, method, dan money*.

2.8.1 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 konstruksi, 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)

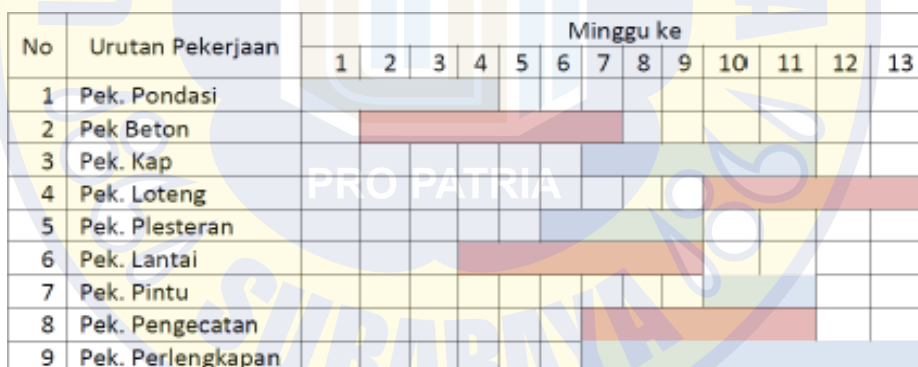
2.9 Metode Penjadwalan Proyek

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).

2.9.1 Metode Bagan Balok atau *Barchart*

Barchart ditemukan oleh Gantt dan Fredick W. Taylor dalam bentuk bagan balok, dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan. Bagan balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek, sedangkan sumbu x menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu, atau bulan sebagai durasinya.

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.

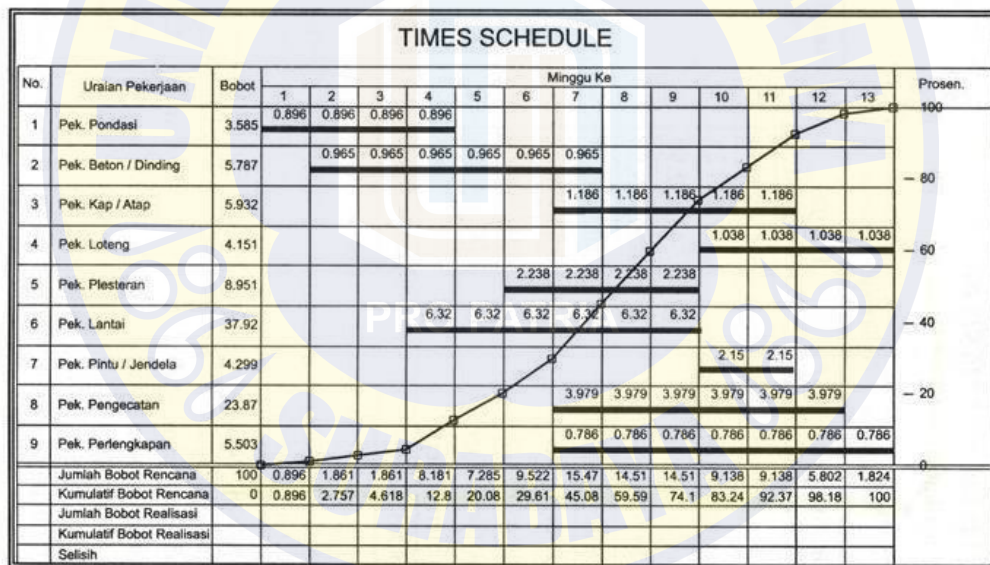


Gambar 2.4 Contoh Diagram Batang (*Bar Chart*)(Sumber : Yurry, 2008)

2.9.2 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.



Gambar 2.5 Contoh diagram kurva S

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.

2.9.3 *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 :

DURASI		FLOAT	
ES	NO.KEG.	EF	
JENIS KEGIATAN			

Gambar 2.6 *Alternatif 1*, lambang kegiatan

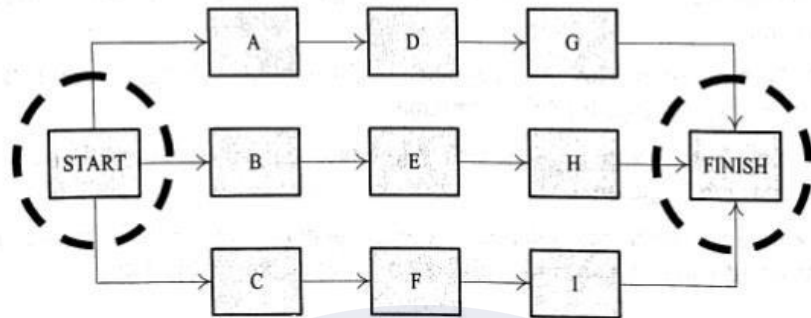
(sumber : Ervianto, 2002)

ES	JENIS KEGIATAN	EF
LS		LF
NO.KEG.		DURASI

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)

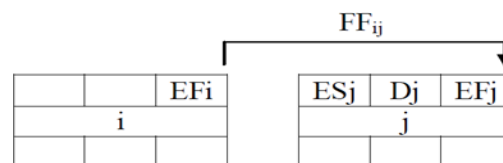
A. Perhitungan *Precedence Diagram Method* (PDM)

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)

$$\text{Rumus : } EF_j = EF_i + FF_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_j - D_j$$

- Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)



Gambar 2.10 kegiatan FS(*Forward Analysis*)

(Sumber : Rani,2014)

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

- Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)



Gambar 2.11 kegiatan SS(*Forward Analysis*)

(Sumber : Rani,2014)

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

- Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)



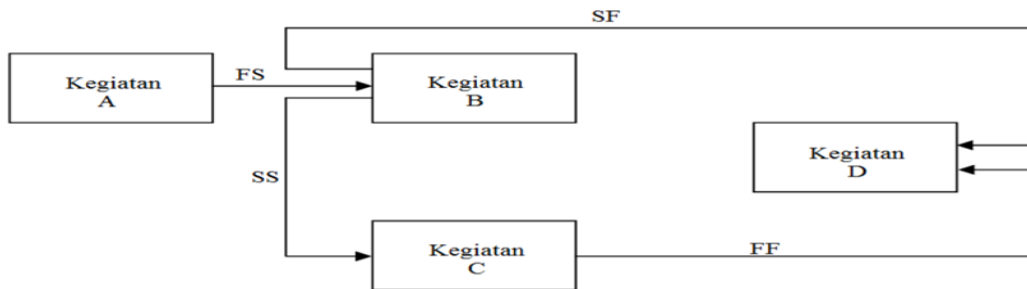
Gambar 2.12 kegiatan SF(*Forward Analysis*)

(Sumber : Rani,2014)

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

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

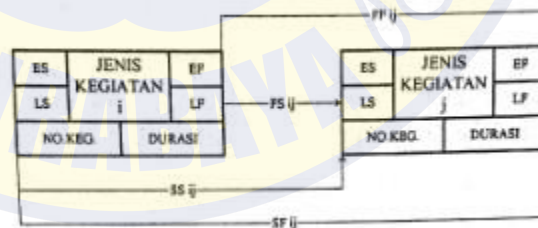
(Faisol,2010).



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.



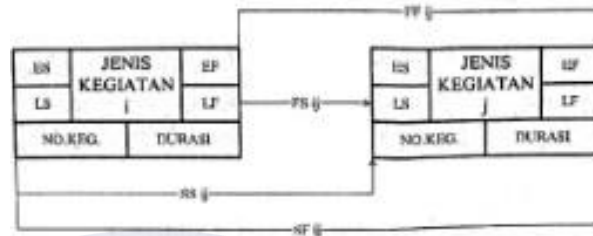
Gambar 2.14 Hubungan kegiatan I dan J (sumber : Ervianto, 2002)

Besarnya nilai ES_j dan EF_j dihitung sebagai berikut:

- $ES_j = ES_i + SS_{ij}$ atau $ES_j = EF_i + FS_{ij}$
- $EF_j = ES_i + SF_{ij}$ atau $EF_j = EF_i + FF_{ij}$ atau $ES_j + D_j$

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 LS_j dan LF_j dihitung sebagai berikut : $LF_i = LF_j - FF_{ij}$

atau $LF_i = LS_j - FS_{ij}$

$LF_i = LS_i - SS_{ij}$ atau $LF_j = LF_j - SF_{ij}$ atau $LF_i - D_i$

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.

$$\text{Total Float (TF)}_i = \text{Minimum (LS}_j - \text{EF}_i)$$

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

$$\text{Free Float (FF)}_i = \text{Minimum (ES}_j - \text{EF}_i)$$

D. Lag

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

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

Float (TF) Rumus :

$$\text{Lag}_{ij} = \text{ES}_j - \text{EF}_i \quad \text{Free Float } i = \text{minimum (Lag}_{ij})$$

$$\text{Total Float}_i = \text{minimum (Lag}_{ij} + \text{TF}_j)$$