

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Dalam tugas akhir ini perlu adanya referensi pendukung yang sesuai dan relevan mengenai evaluasi penjadwalan waktu, sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan dibahas. Berikut beberapa studi yang berkaitan dengan proposal tugas akhir ini.

2.1 Perbandingan dengan Studi Terdahulu

Penyusun	Judul Studi	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(Riski Ramadan 2019) Institut Teknologi Nasional Malang	Analisis Percepatan Waktu dan Biaya dengan Metode Crashing Program pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Jalan RSUD Kenjuruhan	- Hasil analisis percepatan dengan menambahkan jam kerja dan menambah tenaga kerja selama 3 jam didapat penambahan biaya sebesar Rp.92.741.225,09 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp.10.409.529.391,76 atau naik 0,85% dari total pekerjaan normal dengan pengurangan durasi selama 29 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 254 hari.	- Metode yang digunakan metode Crashing. - Penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja - Pencarian durasi normal, biaya normal, durasi sipercepat, <i>crash cost</i> dan <i>cost slope</i> .	- Lokasi studi Mandarin Dili, Timor-Leste - Menggunakan program bantu CPM

Penyusun	Judul Studi	- Hasil Penelitian	- Persamaan	Perbedaan
(Cahya, Ni Ketut Pramidita Angga 2021) Institut Teknologi Nasional Malang	Analisa Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Gedung Gis 150 Kv	- Hasil dari perhitungan biaya tak langsung di atas didapatkan hasil bahwa pada penambahan satu jam kerja menggunakan biaya paling sedikit dibandingkan dengan penambahan dua jam kerja atau tiga jam kerja yaitu dengan total biaya Rp. 17.691.180.762,62 dengan pengurangan durasi sebanyak 12 hari. Pengurangan durasi paling banyak yaitu pada penambahan tiga jam kerja sebanyak 32 hari.	- Program bantu <i>Ms. Project</i> - Percepatan waktu - Penambahan jam kerja - Metode yang menggunakan metode crashing	- Lokasi studi Mandarin Dili, Timor-Leste - Perbandingan waktu dan biaya dalam kondisi normal dengan waktu dan biaya setelah percepatan.
(Apriliana N R 2020) Universitas Muhammadiyah Jember	Evaluasi percepatan pembangunan proyek Rusunawa ASN pembab Malang menggunakan metode Crashing dengan sistem shift kerja	Hasil dalam penelitian ini menggunakan alternative penambahan jam kerja dan pengurangan total biaya sebesar Rp.1.012.856.772 dari total biaya normal Rp.90.620.898.879 menjadi Rp. 89.608.042.176 dengan durasi 392 hari.	- Metode yang digunakan metode Crashing. - Menggunakan alternative penambahan jam kerja - Perbandingan durasi Crashing dengan durasi normal	- Lokasi studi Mandarin Dili, Timor-Leste - Menggunakan alternative penambahan tenaga kerja

Penyusun	Judul Studi	Hasil Penelitian	- Persamaan	Perbedaan
(Sa'adah Nihayatus, (2021) Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng, Jombang	Evaluasi Proyek Pembangunan Gedung Stroke Center (Paviliun Flamboyan) Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) Dan Crashing	- hasil pada penelitian ini diperoleh durasi pelaksanaan pekerjaan bangunan proyek secara normal, dari analisa dengan alternatif penambahan tenaga kerja dan jam kerja yaitu lebih hemat menggunakan alternatif jam kerja dengan perbandingan sebesar 0,010%	- Metode yang menggunakan metode crashing - Menggunakan alternatif penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja	- Lokasi studi Mandarin Dili, Timor-Leste - Perbandingan waktu dan biaya dalam kondisi normal dengan waktu dan biaya setelah percepatan.

Berdasarkan beberapa jurnal dari penelitian terdahulu yang telah dibahas, metode percepatan dengan *crashing* terbukti dapat mempercepat waktu pelaksanaan proyek. Percepatan dengan metode ini dilakukan dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja. Perhitungan biaya dilakukan pada pekerjaan normal lalu dilakukan percepatan. Oleh karena itu metode (*crashing*) penulis dipilih untuk mempercepat keterlambatan pada proyek Pembangunan Gedung Bank Nasional Komersial Dili, Timor-Leste.

Dari hal ini juga penulis memilih menggunakan metode *crashing* karena lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan metode *Fast Tracking* karena dengan menggunakan metode *Fast Tracking* akan lebih banyak menghasilkan lintasan kritis dan dalam pelaksanaannya lebih beresiko apabila tidak terlaksana dengan baik akan mengakibatkan penjadwalan tidak sesuai dengan rencana yang telah dibuat.

2.2 Manajemen proyek Konstruksi

Manajemen konstruksi (*construction management*) adalah bagaimana agar sumber daya yang terlibat dalam proyek konstruksi dapat diaplikasikan oleh manajer secara tepat. Sumber daya dalam proyek konstruksi dapat dikelompokkan menjadi *manpower, material, machines, money, method*. Sedangkan manajemen proyek adalah semua perencanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) sehingga berakhir proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan mutu (Ervianto,2005:1)

Instrument pengendalian yang biasa digunakan dalam proyek konstruksi adalah diagram batang beserta kurva “S”. pembuatan kurva “S” dilakukan pada tahap awal sebelum proyek dimulai dengan menerapkan asumsi-asumsi sehingga dihasilkan rencana kegiatan yang rasional. Instrumen ini yang nantinya digunakan sebagai pedoman dari yang seharusnya terjadi dalam proyek konstruksi (Ervianto,2005:7).

2.2.1 Fungsi Manajemen Proyek.

Sebagai suatu proses, manajemen mengenal urutan pelaksanaan yang logis, yang menggambarkan bahwa tindakan manajemen semata-mata diarahkan pada pencapaian sasaran yang telah ditetapkan karena penetapan tujuan (sasaran) merupakan tindakan manajemen yang pertama, diikuti tindakan perencanaan (*planning*), organisasi (*organizing*), dan kordinasi (*coordinating*), pelaksanaan (*actualing*), dan pengawasan dan pengendalian (*controlling*) dengan pemanfaatan sumber daya yang tersedia secara efisien dan efektif.

Secara umum, fungsi manajemen dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Fungsi Perencanaan (*planning*)

Pada umumnya perencanaan (*planning*) berupa tindakan pengambilan keputusan yang mengandung data dan informasi, ataupun fakta kegiatan yang akan dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang. Tindakan perencanaan proyek meliputi:

- a. Menetapkan tujuan dan sasaran proyek;

- b. Menganalisis kendala dan risiko yang mungkin terjadi untuk seluruh proyek ataupun per bagian dari rencana;
- c. Menetapkan penggunaan sumber daya;
- d. Menyusun rencana induk jangka panjang dan pendek;
- e. Menyumbangkan strategi dan prosedur operasi;
- f. Menyiapkan pendanaan seta standar kualitas yang diharapkan;
- g. Menentukan metode dan aspek-aspek teknik yang diperlukan dalam pelaksanaan.

2. Fungsi organisasi (*organizing*)

Pada umumnya, fungsi organisasi adalah mempersatuakan kumpulan kegiatan manusia, yang mempunyai pekerjaan masing-masing, saling berhubungan satu sama lain dengan tata cara tertentu dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mendukung tercapainya tujuan. Untuk menjalankan fungsi organisasi, diperlukan pengetahuan tentang berbagai tipe organisasi sehingga dapat dilakukan analisis terhadap penerapan jenis organisasi yang sesuai dengan proyek yang akan dilaksanakan. Tindakan organisasi, antara lain:

- a. Menetapkan daftar penugasan;
- b. Menyusun lingkup kegiatan;
- c. Menyusun struktur kegiatan;
- d. Menyusun daftar personel organisasi beserta lingkup tugasnya.

3. Fungsi pelaksanaan (*actualing*)

Fungsi pelaksanaan adalah menyelaraskan seluruh anggota organisasi dalam kegiatan pelaksanaan, serta mengupayakan agar seluruh anggota organisasi dapat bekerja sama dalam pencapaian tujuan bersama. Tindakan pelaksanaan, antara lain:

- a. Mengoordinasikan pelaksanaan kegiatan;
- b. Mendistribusikan tugas, wewenang, dan tanggung jawab;
- c. Memberikan pengarahan penugasan dan motivasi.

4. Fungsi pengendalian (*controlling*)

Fungsi pengendalian adalah mengukur kualitas penampilan dan penganalisisan serta pengevaluasian penampilan yang diikuti dengan tindakan perbaikan yang harus diambil terhadap penyimpangan yang terjadi (diluar batas toleransi). Tindakan pengendalian meliputi

- a. Mengukur kualitas hasil membandingkan hasil terhadap standar kualitas;
- b. Mengevaluasi penyimpangan yang terjadi;
- c. Memberikan saran-saran perbaikan;
- d. Menyusun laporan kegiatan.

(Drs. H. A. Hamdan Diyati, M.Si. & Kadar Nurjaman, S.E.,M.M. 2016;27)

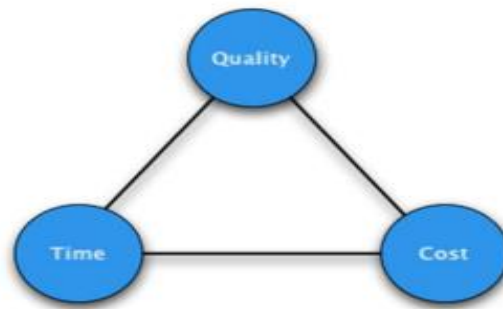
Menurut Utomo (2002), untuk mencapai keberhasilan suatu proyek, seorang manajer harus mempertimbangkan yang pertama ruang lingkup pekerjaan yang akan dikerjakan sebagai bagian dari proyek tersebut, serta hasil yang diinginkan oleh konsumen yang dapat dihasilkan dalam suatu pelaksanaan proyek. Yang kedua adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek. Sedangkan yang ketiga adalah biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Menurut Utomo (2002), setiap proyek pemilik khusus dalam proses pencapaian istilah *Triple constraint* dalam suatu manajemen proyek. *Triple constrain* adalah suatu usaha pencapaian tujuan berdasarkan tiga batasan yaitu:

- a. Tepat biaya
Proyek dikerjakan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran, baik biaya tiap item pekerjaan, biaya tiap periode pelaksanaan maupun total biaya sampai proyek selesai.
- b. Tepat waktu
- c. Proyek harus dikerjakan dengan waktu sesuai dengan schedule yang telah direncanakan sebelumnya yang ditunjukkan dalam bentuk *work progress*.

d. Tepat mutu

Mutu produk/kinerja (*performance*) harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang sudah disyaratkan oleh pemilik (*owner*)



Gambar 2.1 Hubungan *tripleconstrain*

(Sumber: Utomo et all, 2002)

Menurut Utomo (2002), *tripleconstrain* merupakan parameter yang sangat penting bagi penyelenggaraan suatu royek. Proyek data berjalan dan mencapai target diinginkan, proyek tidak boleh melebihi ketiga batasan tersebut. Dan memastikan proyek tetap berjalan di dalam ketiga batasan tersebut, maka diperlukan suatu sistem manajemen proyek. Manajemen untuk *constrain* biaya, waktu dan mutu dilakukan dengan cara pengawasan (*controlling*). *Constraint* biaya dan waktumerupakan *Constraint* yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Pengendalian jadwal proyek sangat berpengaruh terhadap ketidak stabilan biaya teknis proyek, begitu pula sebaliknya. Untuk mengendalikan kedannya maka perlu dilakukan usaha manajemen waktu biaya yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan waktu dan jadwal untuk menghadapi jumlah kagiatan dan kompleksitas yang bertambah.

2.3 Penjadwalan Poyek

Metode yang digunakan dalam penjadwalan proyek bertujuan untuk megelola sumber daya dan waktu agar dapat berjalan sesuai denga harapan. Metode dalam penjadwalan dibuat berdasarkan kebutuhan dan hasil yang dicapai baik dalam segi waktu dan biaya. Setiap proyek juga memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing sehingga penjadwalan pada setiap proyek memiliki

karakteristik yang berbeda pula. Maka dari itu setiap variable yang berpengaruh terhadap penjadwalan proyek harus diperiksa dan dikontrol secara konsisten seperti mutu, ketersediaan material, keselamatan kerja, dan semua aspek yang terlibat dan dalamnya. Dan harus selalu diadakan evaluasi apabila ada yang tidak sesuai.

Secara umum penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat sebagai berikut:

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

Beberapa hal yang dipertimbangkan dalam membuat penjadwalan dalam suatu proyek dan setiap metode yang digunakan memiliki karakter tersendiri. Dalam menentukan metode tersebut berdasarkan dari hasil yang diinginkan dan kebutuhan yang tersedia dan juga dicapai terhadap kinerja penjadwalan pada proyek tersebut.

2.3.1 Diagram Batang (*Bar Chart*)

Diagram batang (*barchart*) disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari mulai, waktu penyelesaian, dan pada waktu pelaporan. Metode diagram batang masih digunakan secara luas, baik berdiri sendiri maupun dikombinasikan dengan metode lain yang lebih canggih. Hal ini disebabkan oleh karena diagram batang mudah dibuat dan dipahami sehingga amat berguna sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek. (Wulfram I. Ervianto 2005 : 162).

Diagram batang (*barchart*) adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal. Kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas, sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang. Proses penyusunan diagram batang dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- Daftar item kegiatan, yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
- Urutan pekerjaan, dari daftar item kegiatan tersebut di atas, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan lebih dahulu dan item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian, dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
- Waktu pelaksanaan pekerjaan, adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item kegiatan. (Wulfram I. Ervianto 2005 : 162).

Pada waktu membuat bagan balok telah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan antara satu sama lain. Format penyajian bagan balok yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

- a. *Milestone* dan jadwal induk.

Milestone atau tonggak ukur (TK) adalah event yang mempunyai fungsi kunci dilihat dari segi jadwal. TK menandai waktu mulai atau akhir dari suatu kegiatan penting, apabila terlambat akan mempunyai dampak negative yang cukup besar.

No.	Pekerjaan	Dur (Bln)	Vol.	Harga Satuan (Rp)	Harga Subtotal	Bobot (%)	Jangka Waktu Pelaksanaan								
							1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Galian Tanah	3	2550	2500			█								
2	Galian Batu	3	525	4000				█							
3	Pas. Batu Kali	3,5	415	37500				█							
4	Beton Bertulang	2,5	35	175000					█						
5	Pas. Batu Bata	3	750	40000					█						
6	Timbunan	2	980	1500					█						
7	Plesteran	3	4785	2500						█					
8	Gebalan Rumpit	1,5	8250	1750							█				
9	Pintu Besi	1	6	2250000									█		
10	Selokan	2	450	6250									█		
Total				2521000											

Gambar 2.2 Perkiraan dan waktu yang diperlukan masing-masing Elemen pekerjaan

(Sumber: Ir. Irika Widiasanti, N.T. & Lenggogeni, M.T, 2013;113)

b. Keunggulan dan kelemahan

Keunggulan bagan balok (*barchart*) adalah mudah dipahami, sehingga sangat bermanfaat sebagai alat perencanaan dan komunikasi. Bila digabungkan dengan metode lain, misalnya “S” dapat dipakai aspek yang lebih luas.

Meskipun memiliki segi-segi keuntungan tersebut, namun penggunaan metode bagan balok memiliki kendala-kendala berikut:

- a. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu sama lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
- b. Sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan (*updating*), karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaharuan segera menjadi “kuno” dan menurun daya gunanya.
- c. Untuk proyek berukuran sedang dan besar, lebih-lebih yang bersifat kompleks, penggunaan bagan balok akan menghadapi kesulitan. Hal ini karena dengan menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan yang

mencapai puluhan ribu dan memiliki keterkaitan tersendiri di antar mereka, maka akan mengurangi kemampuan penyajian secara sistematis. (Iman Soeharto;2005:180).

2.3.2 Kurva S

Kurva S adalah pengembangan dan penggabungan dari diagram balok dan *hannum curve*. Dimana diagram balok pada setiap item pekerjaan dilengkapi dengan bobot dalam persen(%). Pada bagian bawah dari diagram tersebut terdapat presentase rencana untuk setiap satuan waktu dan presentase kumulatif dari rencana serta terdapat presentase realisasi rencana untuk setiap satuan waktu dan presentase kumulatif realisasi tersebut. Dari presentase kumulatif tersebut dibuat kurva yang membentuk kurva S. Untuk presentase kumulatif realisasi adalah hasil yang dilapangan. Dari hasil rencana dan realisasi dari pekerjaan suatu waktu akan dibandingkan. Dari hasil reencanadan realisasi dari pekerjaan suatu waktu akan dibandingkan. Jika hasil dari realisasi diatas rencana maka terjadi prestasi, namun jika hasil realisasi terdapat dibawah hasil yang direncanakan maka tidak terjadi prestasi seperti yang direncanakan.diperlukan evaluasi secara menyeluruh sehingga data dapat pekerjaan waktu selanjutnya tidak terjadi keterlambatan atau penjadwalan ulang (*rescheduling*).

Menurut (Ervianto,2005:7) “Kurva S merupakan instrument pengendalian yang biasa digunakan dalam proyek konstruksi yang dibuat pada tahap awal sebelum proyek dimulai dengan menerapkan asumsi-asumsi sehingga dihasilkan rencana kegiatan yang rasional.

KEGIATAN	BOBOT	MINGGU KE									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	5.00	5									
B	10.00		5	5							
C	6.00			2	2	2					
D	9.00				3	3	3				
E	12.00				3	3	3	3			
F	12.00					4	4	4			
G	15.00						5	5	5		
H	15.00							5	5	5	
I	10.00								5	5	
J	6.00										6
	100.00										
PRESTASI PER MINGGU		5	5	7	8	12	15	17	15	10	6
PRESTASI KUMULATIF		5	10	17	25	37	52	69	84	94	100

Gambar 2.3 Kurva “S” Sebagai instrument pengendalian
 ((Sumber: Wulfram I Ervianto, 2005:8)

2.3.3 Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) adalah teknik menganalisis jaringan kegiatan aktivitas ketika menjalankan proyek dalam rangka memprediksi durasi total. *Critical path* sebuah proyek adalah deretan aktivitas yang menentukan waktu tercepat yang mungkin agar proyek dapat diselesaikan. Dalam jaringan kerja jenis ini, kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa (event) yaitu peristiwa I dan peristiwa j. Nama dan durasi kegiatan ditulis di atas dan di bawah anak panah. Ekor anak panah (titik i) sebagai awal kegiatan dan ujung panah (titik j) sebagai akhir kegiatan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 2.4

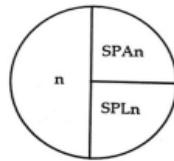


Gambar.2.4 Simbol Jaringan Kerja CPM (Sumber: Teguh Yudha Kusuma,2008:5)

Keterangan Gambar 2.4

- = Simbol Peristiwa/*Even*
- = Simbol Kegiatan / *activity*

--> = Simbol Kegiatan Semu/ *dummy*



Gambar 2.5 Lingkaran kegiatan

(Sumber: Hamdan Dimiyati, 2016:320)

Keternagna Gambar 2.5:

- n = nomor peristiwa
- SPAn = saat paling awal peristiwa n mungkin terjadi
- SPLn = saat paling awal peristiwa n boleh terjadi
- Sn = $SPLn - SPLn$ = tentang waktu (*slank*) peristiwa

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan lintasan kritis adalah:

- Tertundanya pekerjaan di jalur kritis akan menunda penyelesaian jalur proyek ini secara keseluruhan.
- Penyelesaian proyek secara keseluruhan dapat dipercepat dengan mempercepat penyelesaian pekerjaan-pekerjaan di jalur kritis.
- *Slack* pekerjaan jalur kritis sama dengan 0 (nol). Hal ini memungkinkan relokasi sumber daya dari pekerjaan non kritis ke pekerjaan kritis.

2.4 Modal Tetap Proyek

Modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk yang diinginkan, mulai dari pengeluaran studi kelayakan, desain *engineering*, pengadaan, pabrikasi, konstruksi sampai instalasi atau produk tersebut berfungsi penuh (Soeharto, 2015)

2.4.1 Biaya Langsung

Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumber daya yang akan dipergunakan untuk menyelesaikan proyek. Unsur-unsur-unsur yang termasuk dalam biaya langsung yaitu sebagai berikut:

- a. Biaya material

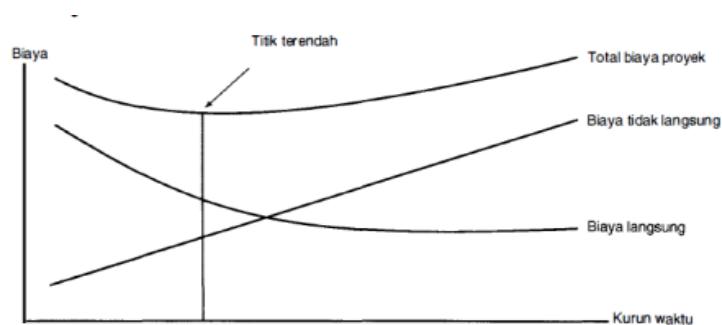
- b. Biaya upah
- c. Biaya peralatan
- d. Biaya subkontarktor (Dimiyati & Nurjaman,2016:361-363)

2.4.2 Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung merupakan biaya yang berhubungan langsung dengan pengawasan, pengarahan kerja, dan pengeluaran umum di luar biaya konstruksi. Biaya ini disebut juga biaya *overhead*. Biaya ini tidak bergantung pada volume pekerjaan, tetapi bergantung pada jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya tidak langsung akan naik jika waktu pelaksanaan semakin lama gaji pegawai, biaya umum perkantoran tetap, dan biaya lainnya juga tetap dibayar. Yang termasuk biaya tidak langsung meliputi antara lain:

- a. Gaji pegawai
- b. Biaya umum perkantoran
- c. Biaya pengadaan sarana umum. (Dimiyati & Nurjaman,2016:363)

2.4.3 Hubungan Biaya dan Waktu



Gambar 2.6 Grafik hubungan Waktu dengan biaya, total biaya langsung, dan biaya tidak langsung.

(Sumber:Drs. H. A. Hamdan Dimiyati, M.Si. & Kadar Nurjaman, S. E., M.M. 2016:385)

2.5 Produktivitas

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau data dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Di dalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi yang data dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material dan alat (Erviyanto, 2005:215)

Selanjutnya menurut (Erviyanto,2005:220), faktor-faktor yang mempengaruhi produktivita tenaga kerja lapangan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Metode dan teknologi, terdiri atas faktor: desain rekayasa, metode konstruksi, urutan kerja, pengukuran kerja.
2. Manajemen lapangan, terdiri atas faktor: desain rekayasa, metode konstruksi, urutan kerja, pengukuran kerja.
3. Lingkungan kerja, terdiri atas factor: keselamatan kerja, lingkup fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja, partisipasi.
4. Faktor manusia, tingkat upah kerja, kepuasan kerja, insetif, pembagian keuntungan, hubungan kerja mandor pekerja, hubungan kerja antarsejawat, kemangkiran.

2.5.1 Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja merupakan besar volume pekerjaan yang dihasilkan oleh seorang tenaga kerja atau oleh suatu regu tenaga kerja selama periode waktu tertentu. Menurut Soeharto pada umumnya proyek pekerjaan konstruksi berlangsung dengan kondisi yang berbeda-beda. Dalam merencanakan tenaga kerja yang akan digunakan sebaiknya dilakukan analisis produktivitas dan indikasi variabel atau faktor yang mempengaruhi proyek perkejaan tersebut. Seperti faktor lokasi geografis, iklim, keterampilan, pengalaman ataupun peraturan-peraturan yang berlaku. Oleh sebab itu variabel yang diatas sulit untuk dinyatakan dalam nilai numerik. Akan tetapi perlu adanya talak ukur untuk

memperkirakan produktivitas tenaga kerja bagi proyek yang hendak ditangani untuk mengukur efisiensi kerja. Produktivitas tenaga kerja akan berpengaruh besar terhadap total biaya proyek. Salah satu pendekatan untuk mencoba mengukur hasil guna tenaga kerja adalah dengan memakai parameter indeks produktivitas. Definisi indeks produktivitas dirumuskan dengan:

$$\text{Indeks Produktivitas (IP)} = \frac{\text{jumlah jam-orang yang sesungguhnya digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu}}{\text{jumlah jam-orang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan identik pada kondisi standar}} \quad (2.1)$$

Adapun yang dipakai sebagai standar adalah kondisi rata-rata di Gulf Coast USA (1962-1963) dan diberi angka=1,0. Hal ini berarti indeks produktivitas ditempat lain lebih besar dari 1,0 maka tenaga kerja yang bersangkutannya kurang dibanding standar, sebaliknya bila lebih kecil dari 1,0 maka produktivitasnya lebih tinggi dari standar.

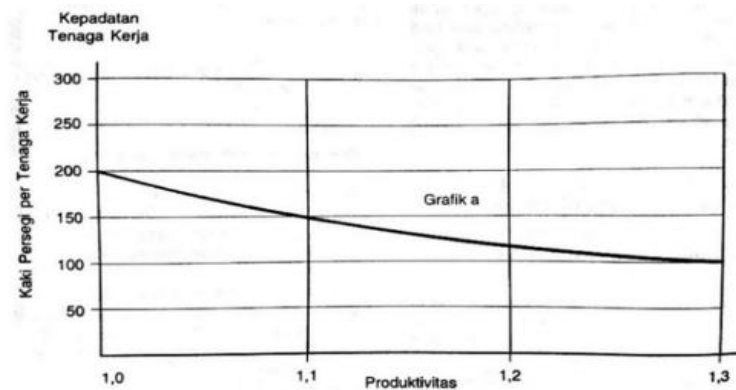
Untuk membuat perkiraan jumlah tenaga kerja perbulan dari jumlah jam orang yang diketahui, perlu dihitung berapa lama jam kerja selama seminggu dan efektifitas yang bersangkutan.

2.5.2 Produktivitas penambahan Tenaga Kerja

Dalam mengejar jadwal, diperlukan penambahan tenaga kerja, namun hal ini akan menimbulkan penurunan produktivitas kerja. Makin tinggi jumlah pekerja per area, maka semakin “sibuk” kegiatan per area tersebut, akhirnya akan mencapai titik dimana kelancaran pekerjaan terganggu dan mengakibatkan penurunan produktivitas. Dalam perencanaan tenaga kerja, perlu adanya perhatian terhadap titik jenuh tersebut agar tidak sampai terjadi ketika angina mengejar jadwal penyelesaian.

Hubungan antara biaya dan waktu menunjukkan penyedehanaan asumsi dari biaya yang menunjukkan padangan umum bahwa jika jumlah tenaga digandakan maka biaya kegiatan juga menjadi dua kali lipat. Namun seperti yang dilihat pada garis aktual, ketika jumlah tenaga kerja digandakan, biaya lebih dari dua kali liat. Ini karena fakta bahwa umumnya tenaga kerja yang digunakan perama kali adalah yang paling murah atau paling produktif, tetapi tenaga kerja

ang digunakan untuk penambahan tenaga kerja yang lebih mahal atau kurang produktif.



Gambar 2.7 kepadatan tenaga kerja dengan produktivitas
(sumber: Soeharto, 1995: 168)

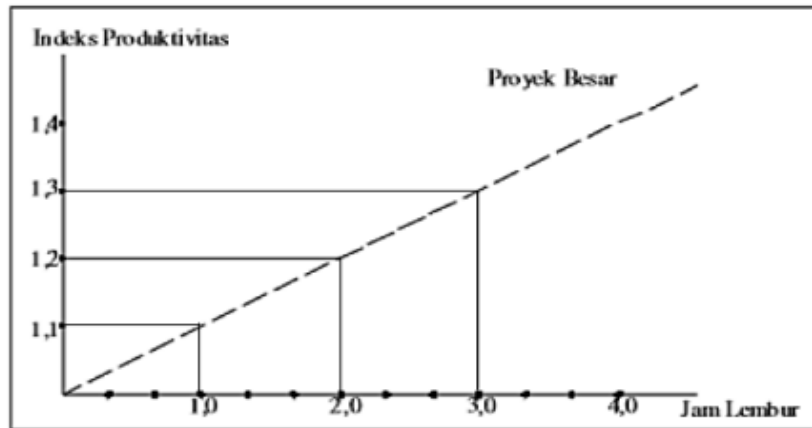
Dalam menganalisis produktivitas penambahan tenaga kerja, beberapa persamaan yang dapat digunakan yaitu:

- a. Normal cost pekerja per hari
= 8 jam x normal setiap jam
- b. Normal cost
= normal duration x normal cost pekerja per hari (2-2)
- c. Menghitung produktivitas
= $\frac{\text{produktivitas harian} \times \text{total tenaga kerja setelah crash}}{\text{total tenaga kerja normal}}$ (2-3)
- d. Normal ongkos pekerja per hari
= produktivitas harian x harga satuan upah pekerja (2-4)
- e. Upah kerja harian setelah Crashing
= prod. Harian *crash* x harga satuan upah setelah *crashing* (2-5)
- f. Menghitung crash cost
= upah kerja harian setelah *crashing* x *crash duration* (2-6)

2.5.3 Produktivitas Kerja Lembur

Kerja lembur seringkali tidak dapat dihindari dalam proyek konstruksi misalnya mengejar sasaran jadwal pekerjaan, meskipun hal ini terjadi kerja

lembur dapat menurunkan efisiensi kerja seperti terlihat pada gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 Grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur (Sumber: Dimiyati dan Nurjaman, 2016;381)

Gambar 2.8 menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, bila jam per hari dan hari per minggu bertambah. Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan karena kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, dan keadaan cuaca yang dingin. Dari uraian tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

- a. Selisih indeks produktivitas = $1,4 - 1,3 = 0,1$
- b. Penurunan prestasi kerja = Selisih indeks produktivitas x lama lembur (2-7)
- c. Presentase penurunan produktifitas
= Penurunan prestasi kerja x 100% (2-8)
- d. Koefisien pengurangan produktivitas akibat kerja lembur
= $100\% - \text{Presentase penurunan}$ (2-9)
- e. Normal cost pekerja per jam
= harga per satuan pekerjaan x produktifitas setiap jam (2-10)
- f. Menghitung produktivitas harian
= $\frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi kegiatan}}$ (2-11)
- g. Menghitung produktivitas per jam

$$= \frac{\text{produktivitas harian}}{8 \text{ jam}} \quad (2-12)$$

h. Menghitung produktivitas harian sesudah *crash*

$$= (8 \text{ jam} \times \text{produktivitas setiap jam}) \\ + (a \times b \times \text{produktivitas setiap jam}) \quad (2-13)$$

Keterangan:

a=jumlah jam lembur

b= koefisien penurunan produktivitas kerja lembur

i. Menghitung *crash duration*

$$= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas harian sesudah crash}} \quad (2-14)$$

2.6 Analisa Jaringan Kerja

Soeharto (1999:181-183) menyatakan bahwa dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai suatu langkah penyempurnaan metode bagan balok, karena dapat memberi jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang belum terpecahkan oleh metode tersebut, seperti:

1. Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.
2. Kegiatan-kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungannya dengan penyelesaian proyek.
3. Bila terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu, bagaimana pengaruhnya terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Tujuan dari jaringan kerja berguna untuk:

1. Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan.
2. Membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis.
3. Menghushakan fluktuasi minimal penggunaan sumber daya.

2.6.1 Jalur Kritis

Dalam metode CPM kita juga akan mendapatkan lintasan kritis, yaitu lintasan yang menghubungkan kegiatan-kegiatan kritis, yaitu kegiatan yang tidak

boleh terlambat atau ditunda pelaksanaannya. Keterlambatan kegiatan kritis akan menyebabkan keterlambatan pada waktu total penyelesaian proyek.

Untuk menentukan lintasan kritis dari kegiatan kerja dapat dilakukan dengan dua cara, antara lain:

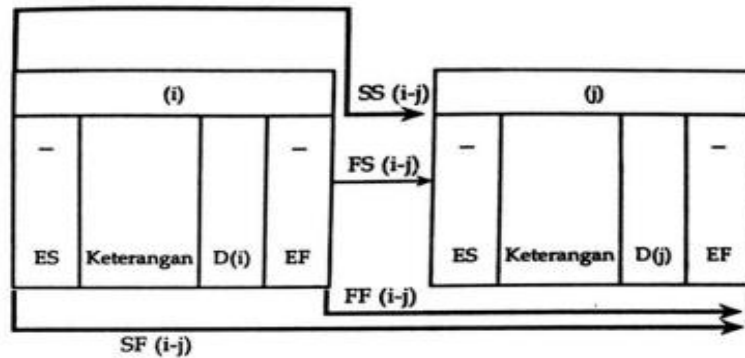
1. lintasan kritis adalah lintasan yang melalui kegiatan-kegiatan yang mempunyai jumlah durasi terbesar
2. Dengan menghitung kegiatan-kegiatan yang mempunyai nilai *total Float=0*

Penentuan jalur kritis sangat penting pada pelaksanaan proyek karena jalur kritis terletak kegiatan-kegiatan yang jika pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan pada proyek secara keseluruhan (penyajian ditandai dengan garis tebal). Syarat jalur kritis adalah:

- a. pada kegiatan pertama, ES (*Earliest Start*)= LS (*Lastest Start*)= 0
- b. pada kegiatan terakhir, LF (*Lastest Fisnih*) = EF (*Earliest Fisnish*)
- c. *Total Float =0*

Waktu penyelesaian proyek umumnya tidak sama dengan total waktu hasil penjumlahan kurun waktu masing-masing kegiatan yang terjadi unsur proyek karena adanya kegiatan parallel. Jika jaringan hanya mempunyai satu titik awal dan titik akhir, jalur kritisnya adalah jalur yang memiliki waktu penyelesaian terlama dan jumlah waktu tersebut adalah waktu proyek tercepat. Dalam jaringan kerja dapat dijumpai jalur kritis lebih dari satu.

Dengan adanya parameter yang bertambah banyak perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena semakin banyak factor yang perlu diperhatikan. Untukmaksud tersebut, dikerjakan analisa serupa dengan AOA/CPM, dengan memperhatikan konstrain yang terkait, seperti pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Menghitung ES dan EF
(Sumber: Dimiyati & Nurjaman 2014:355)

Keterangan:

SS (i-j)= suatu kegiatan (j) mulai setelah kegiatan terdahulu (i) mulai

FS (i-j)= Kegiatan (j) mulai setelah kegiatan yang mendahului (i) selesai

FF (i-j)= kegiatan (j) selesai setelah kegiatan terdahulu (i) selesai

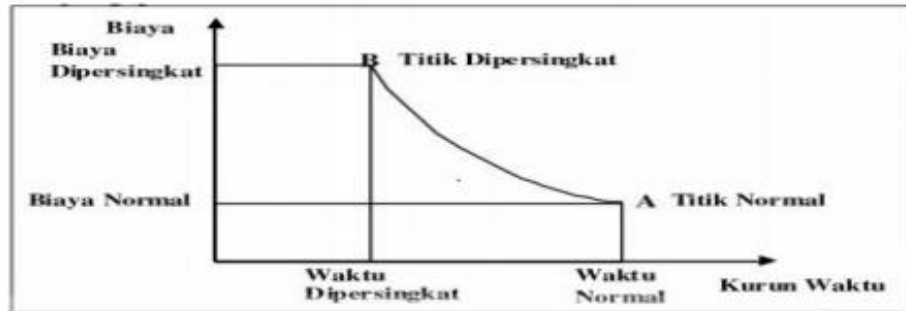
SF (i-j)= kegiatan (j) selesai setelah kegiatan terdahulu (i) mulai

(Dimiyati & Nurjaman, 2014:352-355)

2.7 Metode Percepatan Proyek Konstruksi (*Crashing Method*)

Durasi crashing maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya yang merupakan hambatan

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa istilah yaitu, kurun waktu normal (*Normal Duration*), kurun waktu yang dipersingkat (*crash duration*), biaya normal (*Normal Cost*), dan Biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*). Hubungan antara waktu-biaya normal dan dipersingkat dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut.



Gambar 2.10 Hubungan antara waktu-biaya dan dipersingkat
 (Sumber: Drs. H. A. Hamdan Dimiyati, M.Si. & Kadar Nurjaman, S. E., M.M.
 2016:385)

Titik A pada Gambar 2.10 menunjukkan titik normal, sedangkan titik B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan titik B disebut kurva waktu biaya. Pada umumnya, garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus, jika tidak diadakan perhitungan per segmen yang terdiri atas beberapa garis lurus. Penambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu disebut *cost slope*.

Ada dua pendekatan pokok dalam melakukan *crashing* yaitu:

1. *crashing at no extra cost*

untuk percepatan tanpa biaya (*crashing at no extra cost*) dapat dilakukan dengan pertimbangan:

- a. *consideration of general planning strategies*, yaitu mengembangkan strategi perencanaan dengan pendekatan pelaksanaan.
- b. *Consideration of activity duration*, yaitu menghitung ulang durasi aktivitas, kemudian mengambil durasi lebih kecil sesuai dengan pengalaman dan disesuaikan dengan kondisi umum.
- c. *Consideration of construction methods* yaitu mempertimbangkan pemakaian metoda kerja lain.
- d. *Consideration of network logic* yaitu mempertimbangkan terhadap hubungan antara kegiatan, maksudnya menyempurnakan hubungan yang sudah ada dengan maksud mempercepat pelaksanaan konstruksi.

2. *Crashing at extra cost*

Crashing at extra cost dilakukan setelah *Crashing at extra cost*, jika dengan *Crashing at extra cost* masih diperlukan waktu tambahan, selanjutnya adalah melakukan *Crashing at extra cost* yang kemungkinan adanya biaya tambahan yang harus ditanggung. Durasi *crash* dihitung dengan memperhatikan bahwa jumlah total jam kerja normal sama dengan jumlah total efektif kerja lembur. Jika jam kerja efektif lembur adalah jam kerja yang telah direduksi karena adanya penurunan produktivitas. Durasi *crash* bersifat maksimal bila suatu pekerjaan yang dilemburkan dihitung dengan rumus:

$$Dc = \frac{(Dn \times h)}{(h + (ho \times e))} \quad (2.15)$$

Keterangan:

- Dc = Durasi Crash
- Dn = Durasi normal
- h = jam normal per hari
- ho = jam kerja lembur per hari
- e = efektivitas lembur

Menghitung waktu aktivitas setelah percepatan

$$= \text{waktu normal} - \text{waktu percepatan} \quad (2.16)$$

Menghitung lama waktu proyek setelah percepatan

$$= \text{waktu proyek awal} - \text{waktu percepatan yang digunakan} \quad (2.17)$$

Menghitung biaya tambahan setelah percepatan

$$= \text{cost slope} \times \text{crash duration} \quad (2.18)$$

(Khinasih, 2018, p.27-28)

2.8 Cost Slope

Dengan menggunakan variable waktu dan biaya pada saat normal maupun dipercepat, maka didapatkan pertambahan biaya untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu yang disebut *cost slope*, menggambarkan titik-titik dari suatu

kegiatan yang dihubungkan oleh segmen-segmen garis yang dapat berfungsi untuk menganalisis kegiatan apa masih layak untuk diadakan *crashing*. Cara yang digunakan adalah mengetahui berapa *slope* atau sudut kemiringan dari masing-masing segment garis sehingga dapat dihitung berapa besar biaya terhadap pengurangan waktu penyelesaian suatu proyek dengan rumus

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

Dalam proses penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan (kompres diusahakan agar penambahan biaya yang terjadi seminimum mungkin. Kompresi dilakukan pada jalur lintasan kritis dimulai dengan aktivitas yang memiliki *cost slope* terendah.

Garis besar prosedur mempersingkat waktu adalah sebagai berikut:

1. Menghitung waktu penyelesaian proyek dan mengidentifikasi *float* dengan CPM, atau memakai kurun waktu normal.
2. Menentukan tabulasi waktu dan biaya normal dipersingkat.
3. Menghitung *slope* biaya masing-masing komponen kegiatan.
4. Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *slope* biaya terendah.
5. Setiap kali selesai mempercepat kegiatan, teliti kemungkinan adanya *float* yang dapat dipakai untuk mengatur waktu kegiatan yang bersangkutan guna memperkecil biaya.
6. Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka percepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi *slope* biaya terendah.
7. Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik TPD (titik proyek dipersingkat) atau titik *all crash-point*
8. Membuat tabulasi biaya versus waktu
9. Hitung biaya tidak langsung proyek.
10. Jumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk mencari total biaya sebelum kurun waktu yang diinginkan (Soeharto, 1999:299)