

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Manajemen Proyek

Pada dasarnya proyek diartikan sebagai aktivitas bersifat berjangka dan adanya batasan waktu dengan memanfaatkan inventaris sumber daya yang dilakukan dengan maksud dan tujuan yang telah ditetapkan. Kemudian, Proses guna mencapai suatu hasil dari pekerjaan tersebut telah ditetapkan parameter yakni biaya besaran anggaran untuk dialokasikan, jadwal waktu dan kualitas mutu untuk ditetapkan. Sebagaimana Ketiga kriteria yang dimaksud telah dikenal dengan istilah tiga penghambat (*triple constrain*) (Sudipta, 2013). Adapun dari aspek pelaksanaan, bahwa indikator keberhasilan suatu proyek dikorelasikan dengan sampai mana ketiga kriteria ataupun parameter tersebut dapat dicapai. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pengaturan ideal, sehingga penggabungan ataupun kolaborasi antara ketiganya berkesesuaian dengan kehendak yakni dengan manajemen proyek (Frederika, 2010). *Triple constrain* tersebut diantaranya adalah: (Qomariyah & Hamzah, 2013)

a. Biaya atau anggaran

Biaya suatu proyek, yang berskala besar dan berlangsung selama bertahun-tahun, tidak boleh melebihi anggaran. Biaya proyek dapat dihitung secara keseluruhan atau dibagi menjadi bagian-bagian atau beberapa periode dengan kondisi tertentu yang sesuai dengan kondisi. Oleh karena itu, untuk menyelesaikan unsur-unsur proyek wajib terpenuhinya suatu sasaran dan/atau targetan anggaran atau periode.

b. Jadwal dan/atau Waktu

Sebagaimana Proyek wajib selesai pada waktu yang ditetapkan serta pemberiannya wajib diterima sebelum ketetapan acuan jadwal.

c. Kualitas atau mutu

Produk atau hasil aktivitas wajib terpenuhinya mengenai jenis-jenis dari kualitas mutu yang ditentukan.

Menyiapkan rencana, melakukan organisir, menjalankan kepemimpinan, dan mengawasi aktivitas anggota dan/atau sumber daya manusia lainnya guna

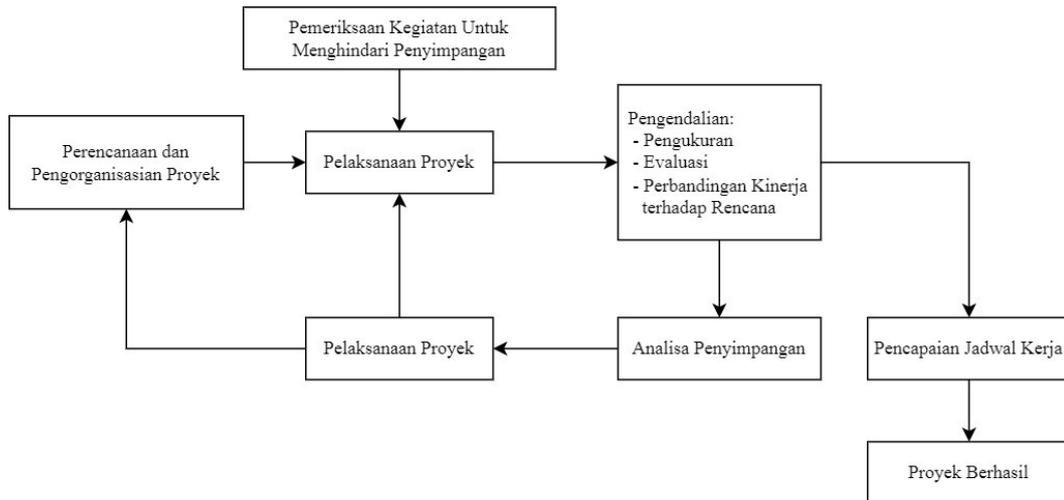
tercapainya suatu tujuan Organisasi atau Perusahaan. Sebagaimana Sumber daya bisnis terdiri dari Pekerja, Kemampuan, Anggaran serta Informasi. Adapun Kegiatan manajemen merupakan suatu bentuk jalan utama dalam menjalankan fungsi manajemen secara efektif. Sebagaimana Jalan itu diketahui sebagai fungsi manajemen, yakni metode POAC ialah merencanakan (*planning*), mengorganisasi (*organizing*), melaksanakan (*Actuating*) dan mengendalikan (*controlling*) (Sudipta, 2013).

Manajemen proyek adalah penerapan kemampuan dan/atau keterampilan. Sebagaimana keterampilan pada ranah pelaksanaan terbaik guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan bersama sumber daya yang berkecukupan guna mencapai suatu kondisi optimal terkait dengan Efektivitas Anggaran, Kualitas Mutu, Waktu atau Jadwal dan Keselamatan Kerja. Sehingga, guna mencapai tujuan maka kegiatan dapat dilaksanakan dengan metode yang praktis yang dalam hal ini adanya hasil penggunaan sumber daya & kegiatan yang konsisten dengan tujuan yang mencakup kualitas mutu, anggaran biaya serta jadwal. Di sisi lain, praktis artinya yakni penggunaan sumber daya serta pemilihan aktivitas yang tepat. Adapun yang mencakup kuantitas, ciri-ciri, penggunaan, dll. sumber daya. Dengan demikian, manajemen proyek konstruksi sangat diperlukan guna menciptakan pembangunan yang sesuai dengan anggaran, jadwal, dan kualitas yang diharapkan sehingga jangan sampai terabaikan (Marcelin et al., 2021).

2.2 Pengendalian Proyek

Soeharto menjelaskan bahwa Pengendalian merupakan upaya menjadikan acuan dalam proyek sesuai tujuan, menggunakan sistem, memberikan perbandingan terhadap pelaksanaan dengan standar, melakukan analisa penyimpangan dari kriteria serta menerapkan pilihan yang ada, merencanakan sistem informasi dan melakukan penambahan. langkah-langkah agar dapat berguna secara efektif dan efisien apa yang diperlukan sarana untuk mencapai tujuan. (1999:228).

Sedangkan Dipohusodo (1996) telah menggambarkan suatu metode-metode dalam pelaksanaan guna mengendalikan proyek, sebagaimana disajikan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tahapan dalam melakukan Pengendalian Kinerja
(Dipohusodo, 1996)

Keuntungan pemantauan pelaksanaan proyek konstruksi pada konstruksi bangunan atas jembatan beton pada tahap pelaksanaan proyek adalah berkurangnya terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak diinginkan, misalnya: (Nudja, 2017).

- a. Keterlambatan pelaksanaan.
- b. Penyimpangan kualitas.
- c. Pembengkakan biaya.

2.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Biaya dalam suatu proyek merupakan biaya akibat pelaksanaan proyek. Sebagaimana Kebijakan keuangan akan terpengaruh oleh situasi keuangan perusahaan (Husen, 2011). Sedangkan biaya proyek pada konstruksi dibagi menjadi dua bagian, yakni biaya langsung & tidak langsung. Biaya langsung, dapat berupa biaya material, tenaga kerja, dan peralatan, sedangkan biaya tidak langsung berupa biaya *overhead*, biaya yang tak diduga-duga, dan keuntungan proyek (Sudipta, 2013).

RAB (Rencana Anggaran Belanja) sesuai dengan namanya adalah rencana, RAB artinya angka yang diperoleh tidak 100% akurat. RAB mempunyai peranan penting dalam pelaksanaan proyek. RAB disusun dengan memperkirakan biaya komponen dengan mempertimbangkan faktor waktu penyelesaian pekerjaan. (Marcelin et al., 2021). Anggaran yang disiapkan dalam perusahaan

terdiri dari anggaran yang berbeda-beda. Segala kegiatan yang direncanakan perusahaan untuk musim depan harus dipersiapkan dengan anggaran yang cukup. Pada dasarnya anggaran perusahaan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok anggaran, antara lain anggaran operasional dan anggaran keuangan (Hartanto, 2018).

2.4 Penjadwalan Proyek

Jadwal atau Waktu dalam proyek merupakan aktivitas yang memberikan ketentuan terhadap tahapan pekerjaan yang berkorelasi dengan sumber daya yang diinginkan pada setiap proyek, yang meliputi biaya pekerjaan dan jumlah persediaan yang diperlukan untuk kegiatan tertentu. (Kartini et al., 2022). Penjadwalan juga menentukan awal, penundaan, dan akhir kegiatan sehingga pendanaan dan penggunaan sumber daya disesuaikan pada waktunya sesuai dengan kebutuhan. Seluruh aktivitas proyek kemudian dikontekskan dengan suatu hubungan yang masuk akal, sehingga terciptalah jaringan kerja (diagram jaringan) untuk memuat lintasan kejadian dan aktivitas. Perencanaan dapat dilakukan dengan menggunakan diagram batang yaitu kurva S dan jaringan kerja. (Sudipta, 2013).

Umumnya proyek konstruksi memerlukan jadwal yang padat dan harus selesai tepat waktu karena gedung segera ditempati. Untuk memastikan penyelesaian pekerjaan tepat waktu, proyek sering kali menyertakan klausul penalti keterlambatan. Berdasarkan Pasal 54 Perpres Nomor 120 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, keterlambatan yang dilakukan oleh kontraktor/penyedia jasa tanpa alasan yang cukup dapat dikenakan denda harian sebesar 1%. Jika denda ini mencapai batas 5%, yaitu sebesar jaminan pelaksanaan, kontrak dapat dibatalkan secara sepihak dan kontraktor akan masuk daftar hitam. Jadwal proyek harus dianalisis secara rinci sesuai dengan aturan ini (Nugraha, 2021).

2.5 Durasi Kegiatan Proyek

Jangka waktu dari proyek ialah waktu dari awal sampai dengan berakhirnya sebuah proyek. Ketetapan berkenaan dengan asumsi waktu

kegiatan yang bergantung dari pihak asumsi jangka waktu kegiatannya yang ditetapkan (Siswanto et al, 2019). Adapun jangka waktu atau durasi kegiatan proyek terdiri atas berikut ini:

a. Durasi Kegiatan Normal

Sebagaimana untuk menjalankan dalam rangka menyelesaikan terhadap kegiatan berdasarkan sumber daya dan kemampuan yang dimiliki kepada proses menyelesaikan aktivitas bersama produktif pada suatu kerja normal. Adapun Faktor-faktor yang wajib dilihat terhadap panjangnya waktu kegiatan normal proyek yakni:

1) Jenis-jenis kegiatan

Menganani terkait dengan aktivitas dalam proses pengerjaan dikarenakan memiliki suatu kewenangan tertentu dan/atau masing-masing. Oleh karena itu, semakin sulit dalam penanganannya, maka jangka waktunya pun akan semakin lama.

2) Metode yang digunakan

Sebagaimana metode yang digunakan dijadikan sebagai referensi untuk berkesesuaian dalam menggunakan suatu sumber daya baik itu Pekerja, bahan-bahan material serta Alat-alat. Sehingga, dapat menghasilkan jangka waktu terhadap aktivitas yang berbeda dalam menggunakan suatu metode teknis yang berbeda pula.

3) Kondisi Teknis Lapangan

Sebagaimana pada point ini yakni untuk mengetahui kondisi pada saat pelaksanaan yang memiliki suatu kendala. Sebagaimana situasi lapangan yang sulit untuk dilalui akan mengakibatkan terkendalanya pelaksanaan suatu proyek.

4) Tempat atau Lokasi Proyek

Sebagaimana pada kegiatan proyek akan terlaksana dengan baik, apabila lokasi dan/atau tempat proyek serta sumber daya yang sesuai dengan kebutuhan, Maka dari itu suatu proyek akan berjalan sejalan dengan ide yang telah ditentukan.

5) Penyebab Situasi Alam atau Cuaca

Sebagaimana menyelesaikan kegiatan suatu proyek menjadi terkendala apabila cuaca dan/atau iklim yang sifatnya baik maupun buruk. Oleh karena itu, penyebab sebagai faktor dari cuaca yakni sangat berpengaruh terhadap suatu prestasi kerja.

6) Tersedianya Anggaran

Jika adanya pemasukan dana kepada perusahaan yang tertahan, akan berakibat terhadap pengerjaan proyek yang akan lebih lama dari rencana serta akan memiliki akibat yakni terkendalanya bahan-bahan yang masuk.

7) Karakteristik Pekerjaan yang dilaksanakan

Sebagaimana ketentuan syarat yang mempunyai proyek & data perencanaan, serta volume dapat dihitung sebagaimana durasi ataupun jangka waktu kegiatan proyek yang dimaksudkan guna jenis pekerjaan yang lebih besar.

8) Situasi Sosial Politik

Sebagaimana pada point ini yakni mengenai bidang pekerja yang telah ditentukan berdasarkan Peraturan Per-UU-an yang berlaku.

9) Pelaksana Proyek Pemilik Sumber Daya

Melihat penyebab hal-hal yang berpengaruh terhadap produktifitas pekerja maka yang dimaksud dengan Pelaksana Proyek Pemilik Sumber Daya adalah dari situasi lingkungan sekitar, jumlah dan kualitas pekerja, Jam kerja serta efisiensinya.

b. Kecepatan Jangka Waktu Kegiatan

Sebagaimana Kegiatan konstruksi diwajibkan untuk mempunyai jadwal aktivitas lebih pendek. Dengan alasan:

- 1) Sebagaimana kegiatan proyek secara menyeluruh, dapat dilaksanakan dengan cara mengurangi biaya dan juga dijalankan dengan meningkatkan pekerja tanpa wajib menambahkan sumber daya yang dikontekskan dengan waktu aktivitas yang lebih cepat/singkat.

- 2) Akan berpengaruh terhadap keuntungan yang didapatkan dari pelaksanaan proyek dan keuntungan lainnya serta segera digunakannya jadwal kegiatan dengan waktu yang lebih pendek.
- 3) Sebagaimana khususnya kepada konsultan dan kontraktor yang dapat meningkatkan potensi untuk memenangkan suatu tender apabila waktu atau jadwal kegiatan akan dilakukan lebih cepat.

2.6 Kurva “S”

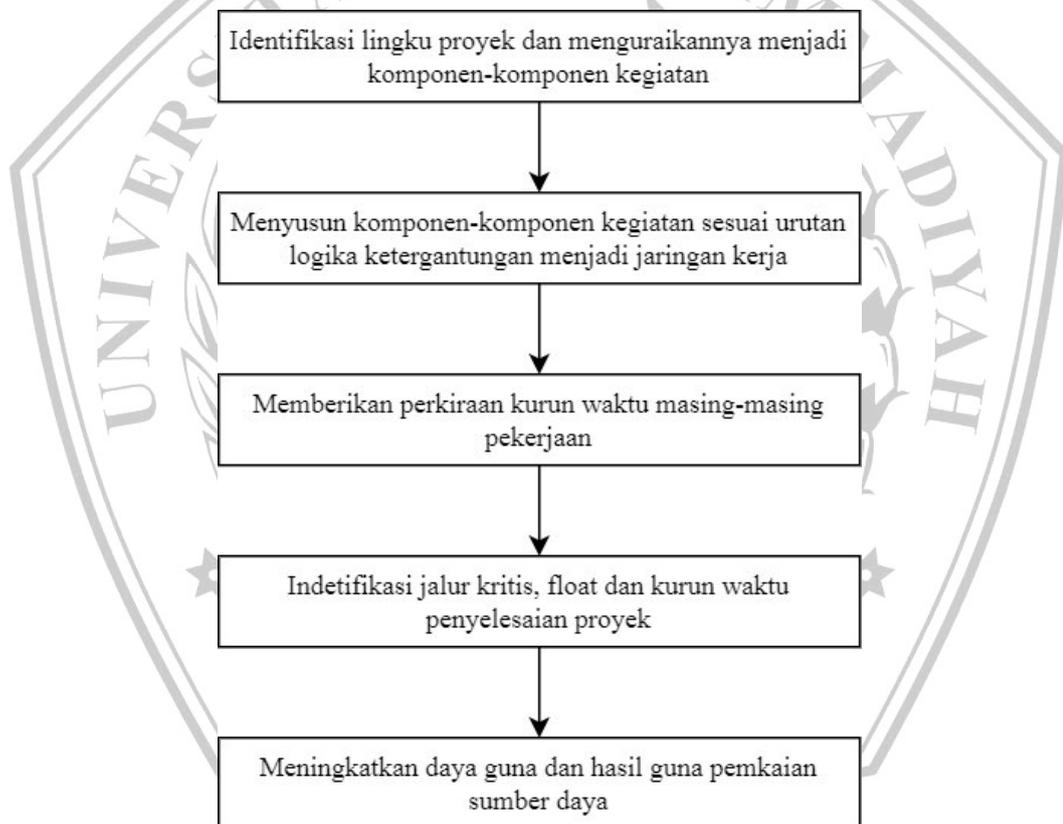
Perencanaan proyek terdapat *method* yang berbasis waktu yang dikenal dengan Kurva S. Adanya kurva S sebagai metode penjadwalan para kontraktor atau *stakeholder* dalam setiap proyek dapat mengetahui tingkat ketepatan dalam segi waktu pada suatu proyek. Fungsi lainya dari kurva S adalah sebagai alat kontrol pada implementasi dilapangan yang salah satu akibatnya pada pengontrolan pengaturan tenaga kerja. Tampilan kurva S ditampilkan berupa grafis dengan berbagai macam ukuran (Sholeh & Nurdiana, 2022)

Kurva S merupakan metode pengempangan dari gabungan *bar chart* dan *Hannum Curve*. Pada *bar chart* atau diagram balok memiliki pengaruh pada setiap pekerjaan dengan bentuk persentase. Jalur bagian bawah ada persentase terhadap perealisasi pada pekerjaan untuk tiap-tiap satuan waktu dari persentase kumulatif dan realisasi tersebut dibuat dengan presentase secara kumulatif sehingga membentuk kurva “S”. Selain itu evaluasi pada proyek dapat menggunakan metode kurva S (Sahid, 2017).

2.7 Network Planning

Sebagaimana Jaringan Kerja merupakan cara yang memberikan penjelasan adanya keterhubungan dua hal yakni aktivtias dan waktu, di mana secara grafis memberikan cerminan deretan rencana kegiatan proyek. Jaringan kerja hakikatnya merupakan suatu hubungan antara bagian pekerjaan yang dilukiskan sebagaimana di dalam diagram network. Oleh karena itu, dapat mengetahui pada area dimana pekerjaan yang masuk kedalam lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaanya. (Qomariyah & Hamzah, 2013).

Lebih lanjut, bahwa Network planning pada hakikatnya adalah hubungan ketergantungan antara variabel pekerjaan yang dilukiskan terhadap diagram network. Sehingga diketahui variabel pekerjaan mana yang wajib di prioritaskan serta pekerjaan yang wajib untuk menunggu selesainya pekerjaan yang lain. Kemudian, penerapan network planning kepada terselenggaranya proyek membutuhkan syarat yang wajib dipenuhi guna dapat dilaksanakan. Apabila sudah ada ketentuan terkait kegiatan proyek yang akan dilaksanakan, kemudian akan dilakukan network planning yang terdiri dari tiga hal yakni: pembuatan desain, pemakaian desain, dan perbaikan desain (Frederika, 2010). Sebagaimana disajikan langkah-langkah dalam menyusun jaringan kerja pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Langkah-langkah dalam menyusun jaringan kerja
(Sumber: Soeharto, 1997)

2.8 Microsoft Project

Sebagaimana Program Microsoft Project merupakan sebuah aplikasi program untuk mengolah suatu lembar kerja manajemen suatu proyek, pencarian data, serta pembuatan grafik. Adapun terkait dengan jenis metode manajemen

proyek yang di kenal saat ini yakni CPM (*Critical Path Method*), PERT (*Program Evaluation Review Technique*) dan Gantt Chart. Microsoft project juga adalah suatu sistem perencanaan guna membantu untuk membuat suatu jadwal (*scheduling*) terhadap kegiatan proyek. Sebagaimana Microsoft project juga membantu menjalankan catatan dan memantau kepada pengguna sumber daya (*resource*), baik yang berupa sumber daya manusia maupun yang berupa alat-alat (Priyo & Aulia, 2016).

Tampilan layar pada program Microsoft Project mempunyai beberapa jenis, akan tetapi setiap membuka file baru yang mana dilakukan sebagai default yang akan muncul pada tampilan layarnya adalah Gantt Chart View (Oetomo et al., 2017).

- a. *Task* merupakan bentuk lembar kerja salah satu tampilan yang terdapat dalam Microsoft Project yang berupa rincian pekerjaan suatu proyek.
- b. *Duration* untuk menyelesaikan suatu aktivitas pekerjaan yang ada, sangat dibutuhkan jangka waktu yang mana disebut duration
- c. *Start* adalah durasi kapan dimulainya suatu pekerjaan berdasarkan perencanaan jadwal pada proyek.
- d. *Finish* dalam Microsoft Project merupakan tanggal akhir aktivitas pekerjaan, yang mana dalam pengisiannya terlaksana secara otomatis dari perhitungan tanggal mulai (*start*) dengan mengacu pada lamanya pekerjaan (*duration*).
- e. *Predecessor* merupakan korelasi keterkaitan antara satu aktivitas pekerjaan dengan aktivitas pekerjaan lain disebut dengan predecessor. Terdapat 4 jenis korelasi keterkaitan yang ada pada Microsoft Project, yaitu :
 - 1) FS (Finish to Start). Suatu aktivitas baru diperbolehkan mulai jika aktivitas yang lain selesai.
 - 2) FF (Finish to Finish). Suatu aktivitas harus selesai bersamaan dengan selesainya aktivitas lain.
 - 3) SS (Start to Start). Suatu aktivitas harus dimulai bersamaan dengan aktivitas lain.
 - 4) SF (Start to Finish). Suatu aktivitas baru boleh diakhiri jika aktivitas lain dimulai.

- f. *Resources* Yang dimaksud dengan *resources* adalah sumber daya, baik yang merupakan sumber daya manusia maupun material dalam aplikasi Microsoft Project.
- g. *Baseline* merupakan perencanaan jadwal ataupun biaya yang telah melakukan persetujuan dan telah ditetapkan.
- h. *Gantt Chart* adalah bentuk tampilan dari Microsoft Project salah satu yang berupa batang-batang bentuk horisontal yang setiap aktivitas digambarkan beserta waktu durasinya.
- i. *Tracking* perencanaan yang dibuat oleh proyek dengan dilakukan pengisian data yang ada di lapangan merupakan definisi dari Tracking.

2.9 Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek

Mempercepat waktu penyelesaian proyek merupakan suatu usaha untuk memberikan suatu penyelesaian proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Sebagaimana ada kalanya waktu proyek harus cepat dengan adanya pertimbangan dari pemilik proyek. Proses mempercepat kurun waktu tersebut disebut crash program. Adapun jangka waktu percepatan maksimum yang diberikan batas oleh luas proyek atau lokasi kerja, akan tetapi ada empat faktor yang dapat dioptimumkan guna menjalankan percepatan terhadap kegiatan proyek yakni; Menambahkan Pekerja, Memberikan Jadwal Lembur, Menggunakan Alat Berat serta melakukan perubahan metode konstruksi di lapangan (Priyo & Aulia, 2016).

Kemudian, guna mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan jangka waktu yang lebih cepat dari rencana jadwal yang telah ditentukan (*crashing*), dibutuhkan penyelesaian kegiatan proyek secara cepat. Sebagaimana *Crashing* merupakan suatu aktivitas yang terdapat pada lintasan kritis dan terfokus untuk menguji keseluruhan suatu aktivitas proyek dengan melaksanakan suatu proses yang sistematis dan analitik. Namun dalam melakukan percepatan proyek, dapat berdampak pada meningkatnya biaya langsung (Oetomo et al., 2017).

2.9.1 Melaksanakan Percepatan Durasi

Dalam rangka untuk percepatan waktu kita akan membutuhkan informasi berikut ini untuk tiap-tiap pekerjaan, diantaranya : (Laksana et al., 2014)

- a. Menaksirkan Anggaran Biaya yang membutuhkan pekerjaan dalam situasi normal
- b. Menyelesaikan durasi kegiatan proyek pada situasi percepatan yakni jangka waktu yang singkat dibawah situasi percepatan.
- c. Menaksirkan anggaran biaya pekerjaan pada suatu situasi percepatan.

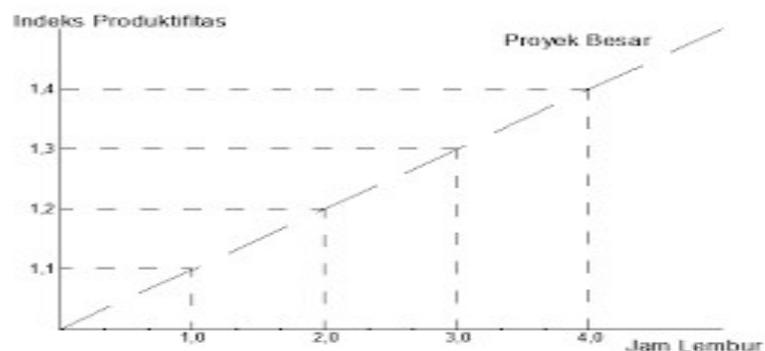
Sebagaimana pada pelaksanaan suatu percepatan pada aktivitas dapat dioptimalisasikan dengan percepatan durasi sebagai berikut;

- a. Melaksanakan Penambahan Pekerja

Penambahan Pekerja bisa diartikan untuk melakukan suatu kegiatan dengan tidak menambahkan jam kerja. Akan tetapi, guna setiap pekerjaan memberikan jumlah pekerja untuk melakukan suatu kegiatan. Sebagaimana Jumlah yang optimum untuk menambahkan pekerja merupakan suatu tujuan dalam menaikkan suatu produktivitas pekerjaan.

- b. Melakukan Penambahan Jam Kerja atau Lembur

Sebagaimana adanya jumlah sumber daya yang sama, bahwa kerja lembur dapat dilaksanakan untuk menambahkan jam kerja tanpa adanya menambahkan pekerja. Adapun perlu dilihat oleh seseorang yang bekerja berapa lama apabila ingin melakukan penambahan jam kerja, dikarenakan dapat mengakibatkan produktivitas pekerja menurun jika pekerja mengalami kondisi yang lemah. Indikasi dari penurunan produktivitas para pekerja apabila penambahan jam kerja lembur dilakukan sebagai opsi percepatan dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut :



Gambar 2. 3 Grafik Indikasi Penurunan Produktivitas Kerja Lembur (Sumber: Soeharto, 1999)

koefisien pengurangan produktivitas dapat diketahui dengan menggunakan grafik indikasi penurunan produktivitas kerja lembur gambar 2.3. Dengan demikian koefisien pengurangan produktivitas kerja lembur sebagaimana tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Kerja Lembur (Jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Koef. Pengurangan Produktivitas (%)
I	0,1	90
II	0,2	80
III	0,3	70
III	0,4	60

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)

c. Menambahkan atau Menggantikan Alat

Meningkatkan produktivitas saat dilaksanakan dengan menambahkan alat. Akan tetapi, butuh dilihat juga kesediaan lahan yang luas guna peralatan mempunyai tempat yang sesuai dan juga akan meningkatkan biaya langsung guna mobilitas dan demobilitas pada alat serta akibatnya terhadap produktivitas yang dimiliki oleh pekerja. Sebagaimana Jangka Waktu Proyek dapat dipersingkat dengan menggantikan alat yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi.

d. Menggunakan Metode Konstruksi yang Efektif

Sebagaimana Kadar kemahiran guna pelaksana sangat memiliki korelasi yang kuat pada sistem kerja dan metode konstruksi yang digunakan serta tersedianya *resource* yang diinginkan.

2.9.1.1 Penambahan Jam Kerja Lembur

Salah satu opsi penting guna mempercepat waktu penyelesaian proyek ialah dengan cara penambahan jam kerja lembur. Untuk waktu kerja normal biasanya berkisar pada 8 jam perhari dimulai pukul (08:00 – 17:00) dengan 1 jam istirahat (12:00 – 13:00), kemudian untuk jam kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal. Penambahan jam kerja lembur bisa dilakukan dengan penambahan waktu yang diinginkan. Tetapi perlu diperhatikan seorang bekerja

berapa lama jika ingin dilakukan penambahan jam kerja, karena dapat mengakibatkan produktivitas pekerja menurun jika pekerja terlalu lelah.

Adapun rencana kerja yang akan dilakukan guna percepatan durasi sebuah proyek dengan metode lembur sebagai berikut :

1. Untuk waktu kerja normal adalah 8 jam kerja perhari (08:00 – 17:00) dengan 1 jam istirahat (12:00 – 13:00). Sedangkan waktu kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal,
2. Berdasarkan Pasal 31 Permen 35/2021, Pembayaran dibayarkan sebesar 1,5 kali untuk upah sejam pada jam kerja lembur pertama, dan untuk jam kerja lembur berikutnya dibayar sebesar 2 kali upah sejam.

Adapun beberapa tahapan rumus untuk skenario penambahan jam kerja lembur sebagai berikut :

1. Produktivitas Normal (Hari)

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal (hari)}} \dots\dots\dots(1)$$
2. Produktivitas Normal (Jam)

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal (jam)}} \dots\dots\dots(2)$$
3. Produktivitas Lembur

$$= (a \times b \times \text{produktivitas tiap jam}) \dots\dots\dots(3)$$

a = jumlah jam lembur
 b = koefisien penurunan produktivitas kerja lembur
4. Produktivitas Harian sesudah crash

$$= \text{Produktivitas Normal (Hari)} + \text{Produktivitas Lembur} \dots\dots\dots(4)$$

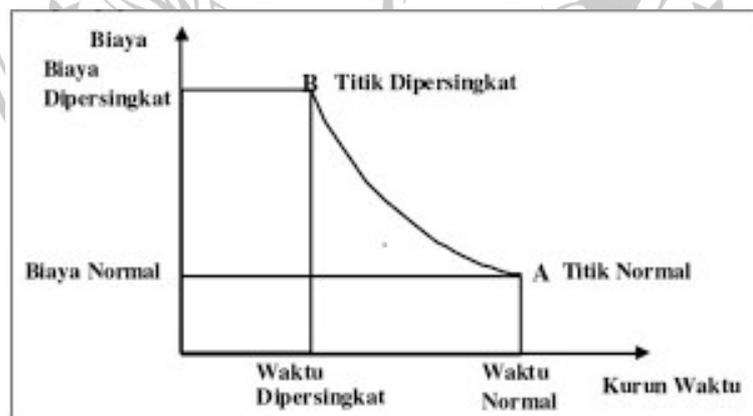
2.9.2 Hubungan Waktu dan Biaya

Penggunaan percepatan proyek akan mengurangi jangka waktu kegiatan. Di mana penjumlahan antara biaya langsung & tidak langsung akan menghasilkan biaya keseluruhan yang akan dikeluarkan terhadap proyek yang sedang dikerjakan. Durasi pelaksanaan pada suatu proyek akan berpengaruh terhadap biaya keseluruhan yang akan dikeluarkan, walau tidak terdapat rumus yang dapat menghitungnya namun waktu dan kemajuan pada proyek akan mengubah kedua biaya dua aspek tersebut. Akan tetapi, biasanya semakin lama jangka waktu

berjalannya suatu proyek, akan mempengaruhi naiknya biaya tidak langsung yang akan dibutuhkan (Soeharto, 1999). Penggunaan *crash schedule* akan melahirkan biaya yang lebih besar dari pada penggunaan normal *schedule*. Sehingga dalam melakukan percepatan proyek harus dipilih kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam lintasan kritis pada *crash schedule* yang memiliki tingkat kemiringan terkecil.

Kemudian dalam rangka mengetahui hubungan antar biaya dan waktu pelaksanaan pada suatu proyek dapat menggunakan cara dengan menguraikannya dalam bentuk grafik. Di mana berdasarkan pembagian komponen biaya sebagaimana telah disinggung sebelumnya bahwa terdapat dua grafik berupa grafik waktu dan biaya tidak langsung dengan grafik waktu dan biaya tidak langsung. Grafik-grafik tersebut kemudian akan menggambarkan hubungan antara waktu dan biaya total dalam pelaksanaan suatu proyek (Adianto et al., 2006)

Berikut akan ditampilkan kurva yang akan menggambarkan hubungan antara durasi normal dan yang dipercepat dengan menggunakan sumbu datar dan sumbu tegak akan menggambarkan biaya langsung kegiatan dengan durasi normal dan dipercepat. Kurva berikut juga akan menggambarkan *cost slope* berupa biaya yang diperlukan dalam percepatan durasi setiap waktu pada suatu proyek (Laksana et al., 2014). Sebagaimana disajikan hubungan biaya dan waktu untuk keadaan normal dengan keadaan yang menggunakan percepatan pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Hubungan antar Biaya–Waktu pada Keadaan Normal dan Crash
(Sumber: Soeharto, 1999)

Adapun beberapa tahapan rumus untuk skenario penambahan jam kerja lembur sebagai berikut :

1. Crash Duration

$$= \frac{Volume}{Prod.Harian\ sesudah\ crash} \dots\dots\dots(5)$$

2. Crashing

$$= Durasi\ Normal - Crash\ Duration \dots\dots\dots(6)$$

3. Biaya Normal

$$= jumlah\ tk \times upah\ normal\ tenaga\ kerja \dots\dots\dots(7)$$

4. Upah lembur tenaga kerja.....(8)

Untuk jam kerja lembur pertama

$$= 1,5 \times n \times upah\ sejam\ normal$$

Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya

$$= 2 \times n \times upah\ sejam\ normal$$

n = jumlah penambahan jam kerja

5. Crash Cost

$$= Jumlah\ tk \times upah\ lembur\ tk\ 1\ hari \times Crash\ Duration \dots\dots\dots(9)$$

6. Crash Cost Total

$$= Biaya\ Normal + Crash\ Cost \dots\dots\dots(10)$$

7. Cost Slope

$$= \frac{Crash\ cost - Normal\ Cost}{Norm\ Duration - Crash\ Duration} \dots\dots\dots(11)$$

2.10 Analisis Pertukaran Biaya dan Waktu

Dalam melakukan perhitungan terhadap ukuran durasi proyek yang dapat dikurangkan dengan adanya penambahan biaya yang dengan demikian dapat diketahui terkait percepatan dalam pelaksanaan pengerjaan struktur beton atau berupa atap, dinding, dan lantai yang biayanya paling minimum. Sehingga faktor waktu harus diperhatikan dalam pengendalian biaya, sebab hal tersebut memiliki hubungan yang erat antara waktu penyelesaian dan biaya proyek (Budianto & Husin, 2021).

Dalam menganalisis dengan menggunakan metode *TCTO* ini, perubahan terhadap waktu diselesaikannya proyek berimplikasi pada berubahnya pengeluaran biaya. Di mana jika percepatan dilakukan pada waktu pelaksanaan

melahirkan pertambahan biaya langsung, sedangkan pengurangan bagi biaya tidak langsung. Kemudian dalam melaksanakan percepatan waktu proyek, terdapat beberapa cara yang bisa digunakan berupa: (Priyo & Aulia, 2016).

- a. Penambahan jumlah jam kerja (lembur) dan tenaga kerja
- b. Pergantian atau penambahan peralatan
- c. Pemilihan SDM yang berkualitas
- d. Efektivitas terhadap penggunaan metode konstruksi

Percepatan waktu melahirkan perbedaan besaran biaya karena percepatan waktu harus sesuai dengan banyak waktu percepatan. Di mana biaya tersebut terdapat penambahan per satuan waktu, hal ini dapat dilihat dengan *cost slope* dengan menghitung tiap jenis percepatan kegiatan. (Musa et al., 2012).

$$Cost\ Slope = \frac{Crash\ Cost - Normal\ Cost}{Normal\ Time - Crash\ Time}$$

