

**ANALISIS OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA
MENGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* PADA
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KALIMANTAN UTARA**

PROPOSAL

Oleh:

MUHAMMAD IHSAN JAYA RABBANI
NPM.201912021



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KALTARA
2023**

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan proposal yang berjudul “Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* Pada Proyek Pembangunan DPRD Kalimantan Utara”

Proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil Universitas Kaltara. Proposal ini berisi mengenai optimasi waktu dan biaya menggunakan metode *time cost trade off* (TCTO) untuk mengetahui waktu dan biaya jika dipercepat dengan penambahan jam kerja (lembur) pada proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara.

Saya menyadari bahwa penulisan proposal ini masih terdapat kekurangan, untuk itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempurnaan proposal ini. Saya berharap agar proposal ini dapat bermanfaat dan membantu dalam manajemen proyek khususnya dibidang konstruksi.

Tanjung Selor, 12 April 2023
penulis,

Muhammad Ihsan Jaya Rabbani
201912021

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Manajemen Proyek.....	5
2.2 Penjadwalan Proyek	7
2.2.1 Bagan Balok (Bar/ <i>Gantt Chart</i>)	7
2.2.2 Jaringan Kerja (<i>Network Planning</i>)	8
2.2.3 <i>Software Microsoft Project</i>	9
2.3 Biaya Proyek	11
2.4 Hubungan Waktu dan Biaya	12
2.5 Metode Pertukaran Waktu dan Biaya (<i>Time Cost Trade Off</i>).....	13
2.5.1 Percepatan Waktu Proyek	14
2.5.2 Penambahan Jam Kerja (Lembur).....	14

2.5.3 Percepatan Proyek (<i>Crashing</i>).....	17
2.6 Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (<i>Time Cost Trade Off</i>).....	22
2.7 Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Lokasi Penelitian.....	28
3.2 Pengumpulan Data	29
3.3 Prosedur Penelitian.....	29
3.4 Analisis Data	31
3.5 Diagram Alur Penelitian.....	34
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan awal bagan balok (<i>gantt chart view</i>).....	10
Gambar 2.2 Grafik hubungan biaya total, biaya langsung, biaya tidak langsung, dan waktu.....	13
Gambar 2.3 Grafik hubungan indeks produktivitas dan jam lembur.	15
Gambar 2.4 Grafik hubungan waktu dan biaya pada keadaan normal dan keadaan dipersingkat.....	18
Gambar 3.1 Lokasi proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara.	28
Gambar 3.2 Kondisi lokasi proyek penelitian.....	28
Gambar 3.3 <i>Input</i> daftar pekerjaan dan durasi pekerjaan pada <i>microsoft project</i> . 32	
Gambar 3.4 Mengatur jam kerja dan jadwal kalender pada <i>microsoft project</i>	32
Gambar 3.5 Hubungan keterkaitan antar pekerjaan-pekerjaan (<i>predecessors</i>). ...	33
Gambar 3.6 Diagram alur penelitian.	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian penulis.....	26
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur merupakan kegiatan pembangunan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup dan memperbaiki sistem infrastruktur dalam suatu wilayah. Infrastruktur sendiri merupakan kumpulan fasilitas umum untuk mendukung dan memudahkan kegiatan ekonomi, sosial, dan budaya. Salah satunya pembangunan infrastruktur yang meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan proyek besar seperti pembangunan gedung-gedung pemerintahan. Pembangunan infrastruktur seperti gedung pemerintahan mencakup banyak aktivitas dan melibatkan banyak pihak sehingga memerlukan manajemen proyek yang efektif dan efisien.

Manajemen proyek adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengawasan sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan pada proyek. Pelaksanaan manajemen proyek dengan merencanakan dan mengelola proyek dapat menuntun kegiatan proyek menjadi terarah sehingga dapat diselesaikan sesuai sasaran yang diinginkan.

Manajemen proyek konstruksi merupakan suatu alat yang dapat membantu mengoptimalkan waktu, biaya, dan tenaga kerja agar proyek dapat diselesaikan secara efektif dan efisien, sehingga dapat mengidentifikasi resiko untuk mengurangi resiko tersebut. Dimana tujuan dalam pelaksanaan konstruksi adalah untuk menyelesaikan pekerjaan dan mendapat keuntungan dari total biaya yang dikeluarkan. Sedangkan sasaran dalam pelaksanaan konstruksi adalah pengembangan usaha dan peningkatan produktivitas. (Hafnidar, 2016)

Proyek konstruksi dapat diukur dari biaya yang menguntungkan dan waktu penyelesaian yang tepat sebagai salah satu faktor keberhasilan suatu proyek. Namun, tak jarang proyek konstruksi mengalami kendala dalam pelaksanaannya akibat beberapa faktor seperti cuaca, internal, maupun eksternal. Keterlambatan atau tidak tepat waktu di dalam proyek konstruksi merupakan permasalahan yang menyangkut keberhasilan suatu proyek sehingga diperlukannya tindakan untuk

mengantisipasi keterlambatan dengan mengoptimalkan biaya dan waktu pada proyek.

Metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengelolaan biaya dan waktu pada proyek tersebut adalah metode *Time Cost Trade Off* (TCTO). Metode ini memungkinkan manajer proyek untuk memilih alternatif waktu dan biaya terbaik untuk mencapai target biaya dan waktu yang telah ditentukan dengan menganalisis penambahan biaya proyek akibat pengurangan durasi pelaksanaan, sehingga didapatkan kondisi biaya dan waktu optimum (Chusairi 2015).

Provinsi Kalimantan Utara memiliki potensi dalam perkembangan pembangunan infrastruktur, seperti proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara yang merupakan salah satu proyek besar yang memerlukan manajemen proyek dalam pembangunannya. Mengantisipasi keterlambatan dengan mengoptimalkan waktu dan biaya pada proyek diharapkan proyek dapat selesai dengan waktu yang lebih cepat sehingga membantu pemerintah dalam mengoptimalkan penggunaan anggaran dan sumber daya yang ada.

Berdasarkan uraian di atas, maka dipilihlah judul yaitu “**Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode *Time Cost Trade Off* Pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD Kalimantan Utara**”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut, “Bagaimana mengoptimasi waktu dan biaya dengan metode *time cost trade off* pada proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara?”

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang dituliskan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu “Mengetahui waktu dan biaya optimum dengan metode *time cost trade off* pada proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara”

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan agar pembahasan tidak menyimpang jauh dari sasaran pembahasan dalam penelitian. Batasan masalah dalam penelitian, sebagai berikut:

1. Percepatan durasi proyek dihitung hanya berdasarkan penambahan jam kerja (lembur).
2. Penggunaan *Software Microsoft Project* digunakan untuk hubungan antar kegiatan atau jaringan kerja, serta mencari total waktu tundaan (*float*) dan lintasan kritis proyek.
3. Menentukan lintasan kritis menggunakan bagan balok (*gantt chart*) pada *Microsoft project*.
4. Metode yang digunakan adalah metode *Time Cost Trade Off* dengan bantuan *Microsoft Excel*.
5. Pekerjaan yang dilakukan percepatan merupakan pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat secara akademis maupun praktis bagi penulis maupun pembaca, berikut manfaat yang diharapkan yaitu:

1. Akademis
Hasil penelitian dapat menjadi tambahan dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam mengoptimalkan waktu dan biaya pada pelaksanaan proyek. Hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya
2. Praktis
Hasil penelitian dapat memberikan informasi waktu penyelesaian dan biaya yang diperlukan secara optimum sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam pelaksanaan proyek.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan proposal disesuaikan dengan susunan sistematika penulisan agar lebih terstruktur. Sistematika pada penulisan proposal, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tinjauan kepustakaan yang berisi teori secara umum, referensi yang terkait, dan penelitian terdahulu mengenai manajemen proyek dan metode percepatan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memuat obyek dan lokasi penelitian, pengumpulan data dan prosedur penelitian serta analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas hasil pembahasan dari penelitian dan analisis data

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan ringkasan pembahasan mengenai hasil pembahasan dan analisis data dalam penelitian pada bab-bab sebelumnya, yang mencakup hal-hal penting dari hasil pembahasan yang perlu menjadi catatan khusus.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan kegiatan mengendalikan perencanaan dan pelaksanaan untuk mencapai sasaran dalam suatu proyek. Manajemen proyek berdasarkan fungsinya, yaitu merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan berupa manusia, dana, dan material (Soeharto 1999).

Terdapat tiga fase dalam manajemen proyek yang diketahui sebagai usaha yang dilakukan melalui manajemen proyek, yaitu:

1. Perencanaan

Sebuah proyek membutuhkan perencanaan yang cermat untuk mencapai tujuannya yaitu untuk memenuhi spesifikasi dalam batasan biaya, waktu, kualitas, dan keamanan.

2. Penjadwalan

Pelaksanaan perencanaan inilah yang dapat memberikan informasi tentang status kegiatan proyek termasuk sumber daya (biaya, tenaga kerja, peralatan, material dan durasi). Penjadwalan menghubungkan kegiatan dan sumber daya dalam bentuk durasi atau kemajuan waktu.

3. Pengendalian

Perusahaan mengelola sumber daya, pengeluaran, standar, dan rencana pengeluaran untuk memenuhi batasan waktu dan batasan anggaran. Perusahaan

juga merevisi, mengubah, atau merelokasi rencana, pergeseran rencana jika diperlukan biaya.

Dalam mencapai sasaran dan target proyek, kegiatan dibatasi oleh anggaran/biaya (*cost*), jadwal (*schedule*), dan mutu/ruang lingkup (*scope*) pekerjaan, yang dikenal sebagai tiga kendala (*triple constraint*) (Hafnidar 2016):

1. Anggaran/Biaya (*cost*)

Proyek harus diselesaikan sesuai batas pengeluaran yang ditentukan. Untuk proyek yang memiliki anggaran yang cukup besar dan dapat diselesaikan dalam waktu bertahun-tahun diperlukan proses perencanaan, pelaksanaan, dan prosedur pengendalian untuk mencapai hasil yang optimal. Jika prosedur manajemen proyek tidak diikuti dengan benar, maka dapat menyebabkan defisit atau kekurangan biaya hingga pemberhentian di tengah jalan.

2. Jadwal (*schedule*)

Berjalannya proyek harus disesuaikan dengan durasi waktu yang direncanakan dan tidak melewati batas waktu yang ditentukan. Jika dalam pelaksanaan proyek tidak sesuai batas waktu rencana, maka dapat menyebabkan keterlambatan dan berdampak pada keberhasilan proyek hingga mendapat denda.

3. Mutu/Ruang Lingkup (*scope*)

Hasil dari proyek atau produk harus sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Memenuhi persyaratan kualitas sesuai tugas yang diharapkan.

2.2 Penjadwalan Proyek

Salah satu tujuan utama proyek adalah untuk tetap berada di jalur atau sesuai dengan waktu yang ditentukan. Kerugian yang diakibatkan oleh keterlambatan dapat meningkatnya pengeluaran, hilangnya kesempatan bagi produk untuk masuk ke pasar, dan lain-lain. Tujuan dasar penjadwalan proyek adalah menyelesaikan proyek sesuai jadwal atau lebih cepat dengan memperhatikan batasan biaya mutu, dan lingkup proyek. Terdapat beberapa teknik metode dalam pengelolaan waktu atau jadwal seperti berikut (Soeharto, 1999).

2.2.1 Bagan Balok (Bar/*Gantt Chart*)

Metode bagan balok diperkenalkan oleh H.L. Grantt pada tahun 1917 dengan tujuan mengidentifikasi unsur waktu dan urutan kegiatan dalam merencanakan suatu proyek. Metode ini melibatkan waktu mulai, waktu penyelesaian, dan pelaporan sebagai bagian penting dalam perencanaan dan pengendalian proyek.

Metode bagan balok dapat dikerjakan secara manual atau dengan menggunakan komputer. Bagan dibuat dengan koordinat X dan Y, dimana sumbu X mencatat pekerjaan, elemen, atau paket hasil penguraian lingkup suatu proyek dan digambar sebagai balok. Sedangkan sumbu Y mencatat satuan waktu, misalnya hari, minggu, atau bulan. Waktu mulai dan waktu akhir setiap pekerjaan tercatat pada ujung kiri dan kanan dari balok yang bersangkutan. Meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain, urutan kegiatan telah diperhatikan saat membuat bagan balok. Bagan balok yang lengkap harus mencakup perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

2.2.2 Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Pada akhir dekade 1950, tim insinyur dan ahli matematika dari perusahaan *Du-Pont* bekerja sama dengan *Rand Corporation* memperkenalkan metode jaringan kerja dalam upaya mengembangkan sistem kontrol manajemen. Metode ini bertujuan untuk merencanakan dan mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki hubungan ketergantungan kompleks dalam masalah desain-*engineering*, konstruksi, dan pemeliharaan.

Jaringan kerja dianggap sebagai metode yang mampu menyajikan teknik dasar dalam menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan unsur proyek, serta dapat digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Beberapa metode yang menggunakan Jaringan kerja (*network planning*), sebagai berikut:

a. Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method-CPM*)

Metode CPM merupakan metode yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek. Jalur kritis dalam metode CPM adalah rangkaian kegiatan yang memiliki total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jalur kritis terdiri dari serangkaian kegiatan kritis dari kegiatan pertama sampai kegiatan terakhir proyek. Penting bagi pelaksana proyek untuk memahami makna jalur kritis, karena di jalur ini terdapat kegiatan-kegiatan yang bila terlambat pelaksanaannya akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Dalam beberapa kasus, dapat terdapat lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja.

b. Teknik Evaluasi dan Review Proyek (*Project Evaluation and Review Technique-PERT*)

Metode lain selain CPM dalam perencanaan serta pengendalian proyek yaitu metode PERT. Metode ini dikembangkan untuk mengatasi situasi dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi terkait kurun waktu kegiatan. PERT menggunakan pendekatan yang mengasumsikan bahwa kurun waktu lebih baik diberikan dalam bentuk rentang waktu dengan menggunakan tiga angka estimasi. Selain itu, PERT juga memperkenalkan parameter lain yang mencoba mengukur tingkat ketidakpastian secara kuantitatif seperti deviasi standar dan varians.

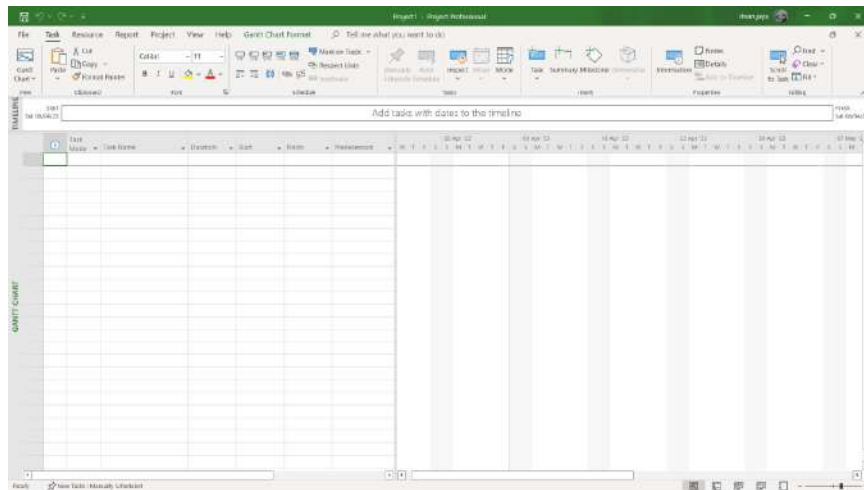
c. Metode Preseden Diagram (*Preceden Diagram Method-PDM*)

Metode PDM adalah jaringan kerja dengan kegiatan yang berada pada *node*, dimana kegiatan direpresentasikan oleh *node* berbentuk segi empat dengan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan. Waktu selesai paling awal ditulis pada sudut atas dalam hitungan maju, sementara waktu mulai dan waktu selesai paling akhir ditulis pada sudut bawah dalam perhitungan mundur.

2.2.3 *Software Microsoft Project*

Microsoft project merupakan *software* pengolah data untuk manajemen proyek, analisis data, dan membuat grafik hubungan. *Microsoft project* juga merupakan sistem perencanaan yang dapat menyusun penjadwalan atau rangkaian pekerjaan suatu proyek dan membantu pencatatan serta pemantauan terhadap penggunaan sumber daya.

Microsoft project dapat menentukan lintasan kritis dari hubungan antara pekerjaan dan total waktu tundaan (*float*). Sistem program dari *microsoft project* dalam menentukan lintasan kritis dari tampilan awal (*default*) yang merupakan gabungan dari metode penjadwalan yaitu bagan balok (*gantt chart*) dan jaringan kerja (*network planning*).



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 2.1 Tampilan awal bagan balok (*gantt chart view*)

Pada penggunaan *Microsoft project* terdapat beberapa istilah yang akan sering digunakan, yaitu:

- a. *Task*, merupakan bentuk lembar kerja dalam *microsoft project* yang berisi informasi rincian tentang proyek.
- b. *Duration*, merupakan jangka waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan.
- c. *Start*, merupakan tanggal dimulainya suatu pekerjaan. Dikenal sebagai ujung *node* awal (S)
- d. *Finish*, merupakan tanggal akhir suatu pekerjaan. Dikenal sebagai ujung *node* akhir (F)

- e. *Predecessor*, merupakan hubungan keterkaitan antara pekerjaan. Berdasarkan 2 ujung *node* sebelumnya yaitu ujung awal (S) dan ujung akhir (F), terdapat 4 hubungan keterkaitan (*konstrain*), yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF), dan akhir ke awal (FS).
- f. *Resources*, merupakan sumber daya manusia dan material pada proyek.
- g. *Gantt chart*, bagan balok horizontal yang menggambarkan masing-masing pekerjaan dan durasi pekerjaan.
- h. *Tracking*, merupakan pengisian data proyek pada perencanaan didalam *microsoft project*.

2.3 Biaya Proyek

Merencanakan biaya dalam suatu proyek merupakan serangkaian langkah untuk memperkirakan besarnya biaya dari sumber daya yang dibutuhkan oleh proyek. Langkah yang dimaksud meliputi pertimbangan terhadap alternatif-alternatif yang menghasilkan biaya paling minim namun dengan mutu dan kualitas yang baik.

Manajemen biaya mencakup semua aspek yang terkait dengan hubungan antara dana dan kegiatan proyek. Prosesnya dimulai dari memperkirakan jumlah kebutuhan dana, mencari dan memilih sumber serta jenis pembiayaan, perencanaan, dan pengendalian alokasi penggunaan biaya hingga akuntansi dan administrasi pinjaman dan keuangan. Untuk mencapai efektivitas dalam aspek perencanaan dan pengendalian biaya proyek, tersedia berbagai teknik dan metode seperti menyusun anggaran biaya proyek, identifikasi varians, konsep nilai hasil, dan sebagainya. (Soeharto, 1999).

1. Biaya Langsung

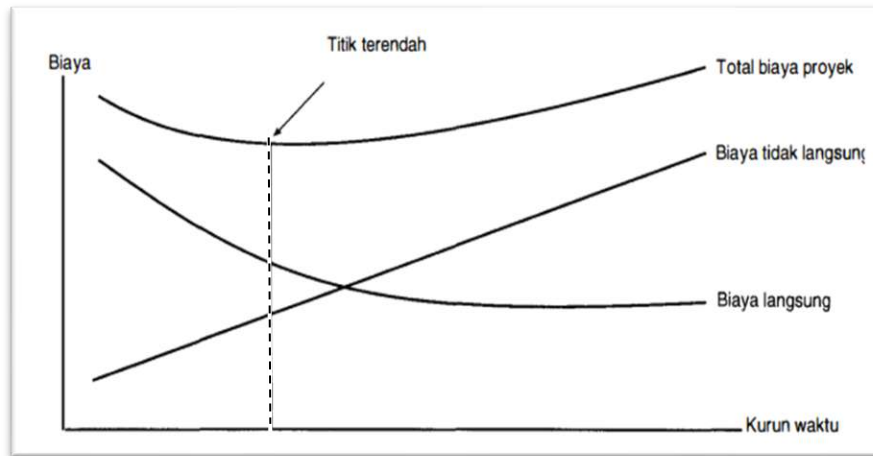
Biaya langsung merupakan biaya yang secara langsung terkait dengan proyek fisik, yang mencakup semua biaya yang terkait dengan tindakan yang dilakukan pada proyek mulai dari awal pekerjaan hingga akhir pekerjaan serta biaya untuk memperoleh semua sumber daya yang diperlukan oleh proyek seperti biaya upah pekerja, biaya material, dan biaya alat.

2. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak terkait secara langsung dengan pekerjaan dilapangan. Namun disuatu proyek harus menyediakan biaya tidak langsung pada suatu proyek, seperti biaya pajak dan lain-lain.

2.4 Hubungan Waktu dan Biaya

Biaya total proyek terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung yang akan berubah seiring waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat dihitung rumus tertentu, namun biaya tidak langsung cenderung meningkat seiring dengan berjalannya waktu proyek. Berikut grafik yang menunjukkan hubungan ketiga biaya dengan biaya optimal yang didapat dari total biaya yang terkecil pada Gambar 2.2



Sumber: Iman Soeharto, 1999

Gambar 2.2 Grafik hubungan biaya total, biaya langsung, biaya tidak langsung, dan waktu.

Perubahan biaya total proyek disebabkan oleh adanya hubungan yang kompleks antara percepatan durasi proyek dengan biaya yang dikeluarkan. Setiap percepatan durasi proyek memerlukan biaya langsung tambahan untuk meningkatkan produktivitas, peralatan, dan metode kerja. Namun, pengurangan durasi proyek juga mengakibatkan pengurangan biaya tidak langsung. Oleh karena itu, hubungan antara percepatan durasi proyek dengan biaya total proyek bersifat dinamis dan kompleks.

2.5 Metode Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off*)

Time Cost Trade Off (TCTO) merupakan metode yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan cara kompresi jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi), biaya dan pendapatan (Florensia, 2016). Metode ini bertujuan untuk mempercepat durasi proyek dan mengurangi biaya dengan memilih aktivitas tertentu pada lintasan kritis

dan melakukan kompresi dari lintasan kritis yang memiliki nilai biaya penurunan (*cost slope*) terendah.

2.5.1 Percepatan Waktu Proyek

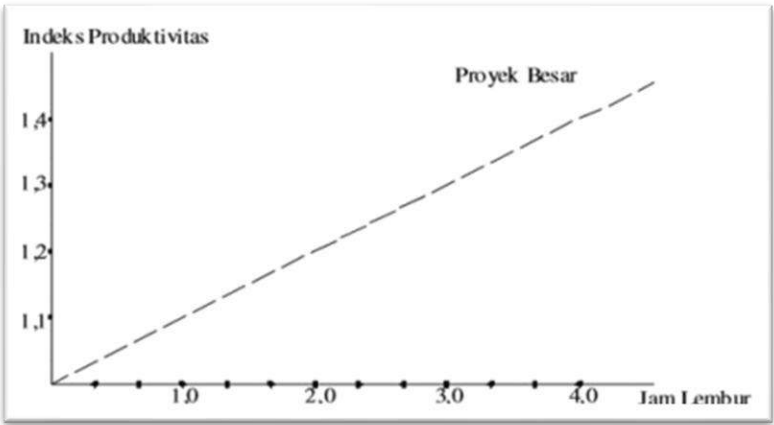
Percepatan atau optimalisasi waktu pada proyek sering dilakukan agar proyek dapat diselesaikan sebelum batas waktu proyek. Namun di beberapa kasus, percepatan waktu dilakukan karena proyek mengalami keterlambatan waktu. Percepatan durasi proyek dapat dicapai dengan memanfaatkan alternatif-alternatif yang ada, seperti penambahan jam kerja, penambahan tenaga kerja, penggunaan sistem kerja bergantian (*shift*), penggunaan metode konstruksi yang lebih efektif, dan penggunaan material yang lebih cepat (Soeharto, 1999).

Percepatan proyek sangat menguntungkan baik pihak *owner* maupun kontraktor dimana pihak *owner* diuntungkan karena gedung dapat dioperasikan lebih cepat. Demikian juga, pihak kontraktor dapat menekan biaya-biaya tak langsung yang mungkin timbul akibat durasi pekerjaan yang terlalu lama dan mengantisipasi kemungkinan keterlambatan proyek (Chusairi, 2015).

2.5.2 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Penambahan jam kerja merupakan salah satu alternatif dalam mempercepat waktu penyelesaian proyek. Opsi ini dilakukan sesuai ketentuan dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur pasal 3 ayat 1 yang tertulis bahwa waktu kerja lembur dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.

Penambahan jam kerja (lembur) berbanding terbalik dengan peningkatan produktivitas pekerja. Semakin banyak penambahan jam kerja, maka semakin menurun produktivitas seperti penambahan 1 jam lembur mengakibatkan penurunan indeks produktivitas sebesar 0,1 sehingga prestasi kerja menurun menjadi 90%. Hubungan produktivitas dan jam lembur ditunjukkan oleh grafik indikasi menurunnya produktivitas karena penambahan jam kerja (lembur) seperti pada Gambar 2.3.



Sumber: Soeharto dalam Yoni, dkk (2013)

Gambar 2.3 Grafik hubungan indeks produktivitas dan jam lembur.

Dari grafik di atas dapat dituliskan persamaan dalam menentukan produktivitas harian normal, produktivitas jam lembur, dan produktivitas harian percepatan, sebagai berikut:

a. Produktivitas Harian

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

Volume = Ukuran tiga dimensi suatu pekerjaan (m^3).

Durasi normal = Waktu untuk menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan usaha atau alternatif percepatan (hari).

b. Produktivitas Tiap Jam

$$\text{Produktivitas tiap jam} = \frac{\text{Prod. harian}}{\text{Jam kerja perhari}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

Produktivitas harian = Kemampuan dalam menyelesaikan pekerjaan dengan volume tertentu tanpa alternatif percepatan (m^3/hari).

Jam kerja perhari = Waktu pekerjaan setiap hari tanpa tambahan jam kerja lembur (jam).

c. Produktivitas harian dipersingkat (*crash*)

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas harian dipersingkat} = & \text{Produktivitas harian} + (\text{Jam lembur} \times \\ & \text{Koefisien penurunan} \times \text{Produktivitas tiap} \\ & \text{jam}) \dots\dots\dots (2.3) \end{aligned}$$

Keterangan:

Produktivitas harian = Kemampuan dalam menyelesaikan pekerjaan dengan volume tertentu tanpa alternatif percepatan (m^3/hari).

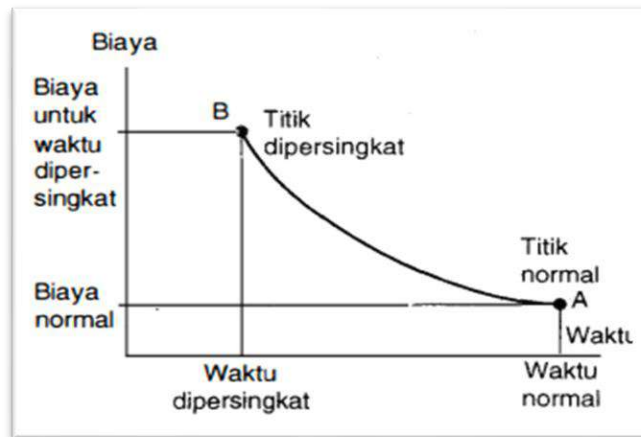
Jam lembur = Penambahan jam kerja dari durasi jam kerja setiap hari (jam).

Koefisien penurunan = Penurunan produktivitas disebabkan oleh jumlah penambahan jam kerja/lembur (jam).
Penurunan produktivitas disebabkan beberapa faktor salah satunya yaitu kelelahan pekerja.

Produktivitas tiap jam = Produktivitas harian pada jam kerja setiap hari. (m^3/jam).

2.5.3 Percepatan Proyek (*Crashing*)

Percepatan proyek atau *crashing* adalah suatu tindakan untuk memperpendek durasi keseluruhan proyek setelah menganalisis alternatif-alternatif yang ada dalam jaringan kerja. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan penggunaan waktu dengan biaya yang minimal. Pada percepatan proyek tak jarang terjadi pertukaran waktu dengan biaya. Kondisi ini dapat digambarkan dalam bentuk grafik pada Gambar 2.4 berikut.



Sumber: Soeharto, 1999

Gambar 2.4 Grafik hubungan waktu dan biaya pada keadaan normal dan keadaan dipersingkat.

Grafik di atas menunjukkan titik A merupakan titik normal dengan biaya normal dan waktu normal. Pada titik A kondisi biaya yang dibutuhkan lebih sedikit dibandingkan dengan durasinya. Sedangkan, pada titik B menunjukkan titik yang dipersingkat dengan waktu dipersingkat (*crash duration*) dan biaya dipersingkat (*crash cost*). Kondisi pada titik B ini menunjukkan durasi waktu lebih cepat sedangkan biaya yang dibutuhkan lebih besar. Titik A dan titik B memiliki garis yang menghubungkan antara kedua titik yang disebut kurva waktu-biaya. Garis ini dapat digunakan untuk menganalisis pekerjaan yang layak untuk dipercepat (*crashing*) dengan mengetahui berapa kemiringan (*slope*), maka dapat dihitung besaran biaya untuk mempersingkat waktu penyelesaian suatu proyek.

Perhitungan percepat durasi (*crash duration*) digunakan untuk menentukan waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas dengan biaya tambahan tertentu (*crashability*), sedangkan perhitungan percepatan biaya (*crash*

cost) digunakan untuk menentukan biaya tambahan yang diperlukan untuk mempercepat aktivitas tersebut (*cost slope*).

Berikut, merupakan persamaan pada percepatan proyek (*crashing*) yaitu:

a. Waktu Dipersingkat (*Crash Duration*)

$$\text{Crash duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian dipercepat}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

Volume = Ukuran tiga dimensi suatu pekerjaan (m³).

Produktivitas harian dipercepat = Kemampuan dalam menyelesaikan pekerjaan dengan volume tertentu dengan alternatif percepatan (m³/hari).

b. Normal Upah Pekerja Perhari

$$\text{Normal upah pekerja perhari} = \text{Produktivitas harian} \times \text{harga per satuan pekerja} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

Produktivitas harian = Kemampuan menyelesaikan pekerjaan per hari (m³/hari).

Harga per satuan pekerja = Biaya upah untuk satuan pekerjaan (Rp/hari).

c. Normal upah pekerja perjam

$$\text{Normal upah pekerja perjam} = \text{Produktivitas Perjam} \times \text{harga per satuan pekerja} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

Produktivitas perjam = Kemampuan menyelesaikan pekerjaan setiap jam (m^3/hari).

Harga per satuan pekerja = Biaya upah untuk satuan pekerjaan (Rp/jam).

d. Biaya lembur pekerja

$$\text{Biaya lembur pekerja} = (1,5 \times \text{Upah sejam normal}) + (2 \times \text{Jumlah penambahan jam kerja/lembur} \times \text{upah perjam normal}) \dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

Sesuai ketentuan dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur pasal 11 yaitu untuk upah kerja lembur pertama sebesar 1,5 kali upah sejam, untuk upah kerja lembur berikutnya sebesar 2 kali upah sejam.

Upah sejam normal = Biaya upah pekerja
pada waktu normal perjam
(Rp/jam).

Jumlah penambahan jam kerja (lembur) = Jumlah yang ditambahkan
dalam jam kerja lembur (jam).

e. Biaya dipersingkat (*Crash Cost*) pekerja perhari

$$Crash\ cost = (Jam\ kerja\ perhari \times biaya\ normal\ pekerja) + (jumlah\ penambahan\ jam\ kerja/lembur \times biaya\ lembur\ perjam) \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

Jam kerja perhari = Waktu melaksanakan pekerjaan
perhari

Biaya normal pekerja = Biaya upah pekerja setiap hari tanda
tambahan alternatif percepatan.

Jumlah penambahan jam kerja = Penambahan waktu jam kerja dari
berakhirnya jam kerja normal perhari

Biaya lembur perjam = Harga dari upah pekerja pada waktu
tambahan jam kerja (lembur) perjam.

f. Penurunan biaya/kemiringan (*Cost Slope*)

$$Cost\ slope = \frac{crash\ cost - normal\ cost}{normal\ duration - crash\ duration} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

Biaya dipercepat (*crash cost*) = Biaya pekerjaan setelah dilakukan percepatan

Biaya normal (*normal cost*) = Biaya pekerjaan tanpa alternatif percepatan

Durasi normal (*normal duration*) = Waktu pengerjaan tanpa alternatif percepatan

Durasi dipercepat (*crash duration*) = Waktu pekerjaan setelah dilakukan percepatan

2.6 Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off*)

Pengertian metode *Analisis Time Cost Trade Off* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitis dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Selanjutnya melakukan kompresi dimulai dari lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kompresi terus dilakukan sampai lintasan kritis mempunyai aktivitas-aktivitas yang telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi) (Ervianto dalam Chusairi, 2015).

Dari pengertian tersebut didapatkan garis besar prosedur dalam mempersingkat waktu adalah sebagai berikut:

1. Menghitung waktu penyelesaian proyek, identifikasi jumlah waktu yang dapat ditunda (*float*) dengan lintasan kritis, pada jaringan kerja (*network planning*).
2. Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
3. Menentukan biaya dipercepat (*crash cost*) masing-masing kegiatan.

4. Menentukan penurunan biaya/kemiringan (*cost slope*) masing-masing kegiatan.
5. Mempersingkat waktu kegiatan dari kegiatan kritis yang memiliki biaya *slope* terendah hingga titik batas waktu proyek dapat dipersingkat.
6. Hitung biaya langsung dan biaya tidak langsung proyek,
7. Jumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk mencari biaya total
8. Periksa grafik biaya total untuk mencapai waktu optimum dan biaya rendah.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Yoni, Wariska, dan Sudipta (2013), yang membahas tentang perbandingan penambahan waktu kerja (jam lembur) dengan penambahan tenaga kerja terhadap biaya pelaksanaan proyek dengan metode *time cost trade off* pada proyek pembangunan gedung instalasi farmasi Blahkiuh. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya pelaksanaan proyek antara kedua alternatif percepatan tersebut. Analisa dimulai dengan melakukan penyusunan jaringan kerja menggunakan *Microsoft Office Project 2007*. Setelah itu dilakukan perhitungan dengan metode *time cost trade off* terhadap kedua alternatif untuk mencari crash cost dan cost slope terhadap semua kegiatan. Selanjutnya dilakukan kompresi terhadap lintasan kritis sehingga diperoleh perubahan biaya untuk masing-masing alternatif. Dengan lembur maksimal, biaya proyek terus mengalami peningkatan sepanjang kompresi dan pelaksanaan proyek dapat dipercepat menjadi 113 hari dari sisa durasi 131 hari. Untuk pengurangan durasi proyek maksimal sebanyak 18 hari, biaya proyek mengalami peningkatan sebesar Rp 68.389.265,14, dimana nilai total proyek awal sebesar Rp 2.516.526.998,81 menjadi Rp 2.584.916.263,95. Dengan

penambahan tenaga kerja biaya total proyek mengalami penurunan sepanjang kompresi. Untuk pengurangan durasi yang sama, biaya proyek mengalami penurunan sebesar Rp 14.605.663,98 sehingga menjadi Rp 2.501.921.334,83.

Penelitian yang dilakukan oleh Chusairi dan Suryanto (2015), membahas tentang studi optimasi waktu dan biaya dengan metode *time cost trade off* pada proyek pembangunan gedung tipe B SMPN baru Siwalankerto. Analisa dilakukan dengan cara mempercepat waktu pelaksanaan (crashing) melalui penambahan jam lembur, yang selanjutnya akan dianalisis biaya yang terjadi akibat tiap-tiap percepatan yang dilakukan dengan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) untuk mendapatkan durasi dan biaya optimum proyek. Berdasarkan hasil analisa TCTO, durasi percepatan optimum proyek adalah 291 hari dengan biaya optimum sebesar Rp 5.789.862.276,72. Kondisi tersebut berbeda dari kondisi normal proyek, dimana durasi normal adalah 315 hari dengan biaya normal sebesar Rp 5.803.059.342,48. Saat kondisi percepatan optimum, biaya langsung bertambah dari Rp 5.495.106.342,48 menjadi Rp 5.504.458.076,72, dan biaya tidak langsung berkurang dari Rp 307.953.000,00 menjadi Rp 285.404.200,00.

Kemudian penelitian oleh Fazri, Widiastuti, dan Jamal (2020), membahas tentang analisis percepatan waktu dengan menggunakan metode *time cost trade off* pada proyek pembangunan rusun 1 kota Samarinda Kalimantan Utara. Penelitian ini menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO), proses ini dimulai dengan mencari lintasan kritis melalui program *Microsoft Project 2016*, percepatan dilakukan untuk mendapatkan cost lope dan total cost, kemudian metode Least Cost Analysis digunakan untuk mendapatkan perubahan biaya dari penambahan jam

kerja. Data yang diperlukan adalah RAB, daftar analisa harga satuan pekerjaan, jadwal waktu pelaksanaan. Percepatan dilakukan dengan melakukan penambahan jam kerja (waktu lembur) dari jam kerja normal. Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan jumlah kegiatan kritis yang diperoleh adalah 7 kegiatan dari 14 kegiatan proyek dengan durasi normal proyek adalah 434 hari. Durasi yang diperoleh setelah dilakukan percepatan dengan metode Time Cost Trade Off yaitu 422 hari dengan waktu percepatan sebesar 12 hari atau efisiensi waktu proyek sebesar 0.25 %. Biaya optimal yang diperoleh setelah melakukan percepatan dengan penambahan jam kerja yaitu sebesar Rp 35.314.459.000,00 dari total biaya normal sebesar Rp 34.529.890.000,00.

Tabel 1 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian penulis

NO	Peneliti	Judul Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	Ida Ayu Mita Yoni, I Putu Darma Wariska, dan I Gusti Ketut Sudipta	Perbandingan Penambahan Waktu Kerja (Jam Lembur) Terhadap Biaya Pelaksanaan Proyek Dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> .	Mengetahui Perbandingan Biaya Pelaksanaan Antara Penambahan Waktu Kerja (Lembur) Dan Penambahan Tenaga Kerja.	Pertukaran waktu dan biaya (<i>time cost trade off</i>).	Dengan penambahan waktu kerja (lembur) biaya proyek mengalami percepatan dan pelaksanaan proyek dapat dipercepat. Sedangkan, dengan penambahan tenaga kerja biaya total proyek mengalami penurunan.
2.	Chusairi dan Suryanto	Studi Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> Pada Proyek Pembangunan Gedung Tipe B	Pembangunan Gedung Dapat Diselesaikan Dengan Waktu Relatif Cepat.	Pertukaran waktu dan biaya (<i>time cost trade off</i>)	Durasi percepatan proyek dapat mengurang dengan biaya langsung yang bertambah dan biaya tidak

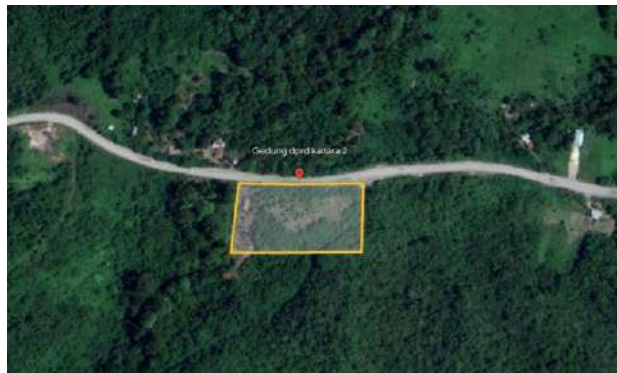
		SMPN Siwalankerto			langsung yang berkurang.
3.	Muhamad Fazri, Masayu Widiastuti, dan Mardewi Jamal	Analisis Percepatan Waktu Dengan Menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> Pada Proyek Pembangunan Rusun 1 Kota Samarinda Kalimantan Timur.	Untuk Mempercepat Durasi Pekerjaan Dan Mengurangi Biaya Total Dari Penambahan Jam Kerja.	Pertukaran waktu dan biaya (<i>time cost trade off</i>)	Durasi pelaksanaan proyek dapat dipercepat dan biaya total pada proyek berkurang.
4.	Muhamad Ihsan Jaya Rabbani	Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> Pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD Kalimantan Utara.	Mengetahui Waktu Dan Biaya Optimum Dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> Pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD Kalimantan Utara	Pertukaran waktu dan biaya (<i>time cost trade off</i>)	Mengetahui percepatan durasi optimum dan biaya total optimum pada proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara (*Multi Years*) dengan nomor kontrak 640/12.01/SPK/fsk.DPRD/PU-CK/IV/2022 yang dimulai dari tanggal 12 april 2022 dan masih berjalan hingga sekarang (2023). Proyek direncanakan dengan waktu pelaksanaan 600 (enam ratus) hari kalender dengan nilai kontrak sebesar Rp. 204.230.296.000,00. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Sumber: *Google Earth*

Gambar 3.1 Lokasi proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara.



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 3.2 Kondisi lokasi proyek penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini membutuhkan data dari proyek sebagai objek lokasi penelitian, yang digunakan hanya untuk membantu proses analisa data pada penelitian. Penelitian ini membutuhkan data sekunder yang diambil dengan cara mengirim surat sebagai permohonan pengambilan data dan melakukan wawancara pada proyek.

Data yang akan diperlukan pada proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara, yaitu:

1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB merupakan data yang diperlukan untuk mengetahui biaya langsung dan biaya setiap pekerjaan termasuk daftar harga satuan bahan atau material serta upah tenaga kerja.

2. *Time Schedule* atau penjadwalan.

Time schedule merupakan data yang diperlukan untuk mengetahui durasi masing-masing pekerjaan, durasi normal proyek, dan waktu penyelesaian proyek.

3. Data Biaya Tidak Langsung

Biaya Tidak Langsung merupakan biaya yang tidak secara langsung terkait dengan pekerjaan. Data biaya tidak langsung diperlukan untuk mengetahui biaya *overhead*, pajak, biaya tak terduga, dan operasional proyek.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian optimasi biaya dan waktu dimulai dengan menganalisa data proyek agar dapat fokus pada pekerjaan kritis. Penggunaan metode *time cost trade off* juga

memiliki analisa data dengan menghitung beberapa variable, seperti biaya, waktu, dan produktivitas, sehingga didapatkan biaya terendah atau penurunan biaya (*cost slope*).

Penelitian dilakukan secara sistematis agar pengolahan data dan pengerjaan metode dapat terarah sesuai hasil yang diharapkan. Sehingga pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan dan prosedur sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Kegiatan mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis untuk mendapatkan landasan teori mengenai optimasi biaya dan waktu pada proyek.

2. Mengumpulkan Data

Mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian sebagai objek data yang akan dianalisa. Data didapatkan dari kontraktor proyek pembangunan gedung DPRD Kalimantan Utara yang berisi rencana anggaran biaya (RAB), *time schedule*, dan biaya tidak langsung.

3. Penyusunan Jaringan kerja (*network planning*)

Penyusunan jaringan kerja atau *network* diagram proyek untuk menentukan lintasan kritis dan hubungan antar pekerjaan menggunakan *microsoft project*. Pada tahap ini juga didapatkan waktu kelonggaran untuk tiap pekerjaan (*float*).

4. Mempercepat Waktu dan Biaya Proyek

Proses percepatan pada kegiatan di lintasan kritis. Pada tahap ini menghitung percepatan durasi (*crash duration*) dan biaya dari percepatan (*crash cost*) untuk menentukan biaya (*cost slope*) terendah.

5. Kompresi

Melakukan penekanan durasi untuk penambahan biaya seminimal mungkin.

6. Hasil Penelitian,

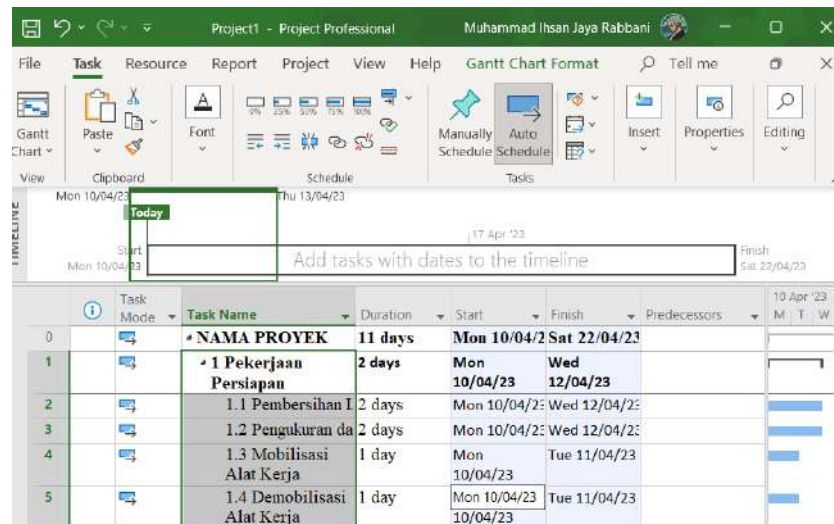
Memberikan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian dari metode yang digunakan.

3.4 Analisis Data

Microsoft project merupakan *software* manajemen proyek yang dapat membantu menganalisis data dari proyek pada penelitian ini. Analisis data dilakukan dengan menyusun jaringan kerja dibantu *microsoft project* untuk mengetahui lintasan kritis, waktu yang dapat ditunda (*float*), dan hubungan antara kegiatan-kegiatan kritis akibat percepatan (*crash*). Setelah durasi percepatan didapatkan dari kompresi, analisa pengaruh percepatan terhadap biaya langsung dan biaya tidak langsung. Kompresi akan terus dilakukan pada kegiatan kritis hingga mendapat biaya penurunan (*cost slope*) terendah. Waktu dan biaya optimum dapat diidentifikasi melalui grafik hubungan waktu-biaya dari hasil kompresi.

Menganalisis data dari data rencana anggaran biaya (RAB) dan *time schedule* menggunakan *microsoft project* memiliki beberapa tahapan dalam pengoperasiannya, yaitu:

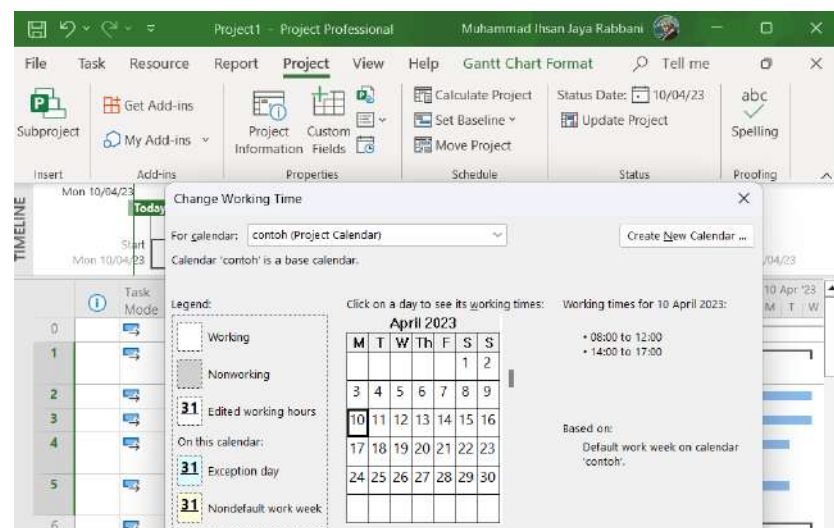
1. Memulai *file* baru pada *microsoft project*.
2. *Input* daftar pekerjaan, menyusun daftar pekerjaan dengan melakukan *outdent task* pada daftar pekerjaan dan *indent task* pada sub pekerjaan serta mengganti mode *task* menjadi *auto schedule*.
3. Memasukan durasi pekerjaan berdasarkan data proyek.



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 3.3 Input daftar pekerjaan dan durasi pekerjaan pada *microsoft project*.

4. Mengatur jam kerja dan jadwal kalender sesuai data proyek serta menambahkan hari libur pada tanggal tertentu jika diperlukan. Pengaturan dilakukan di *menu Change Working Time* dan *Project Information*.

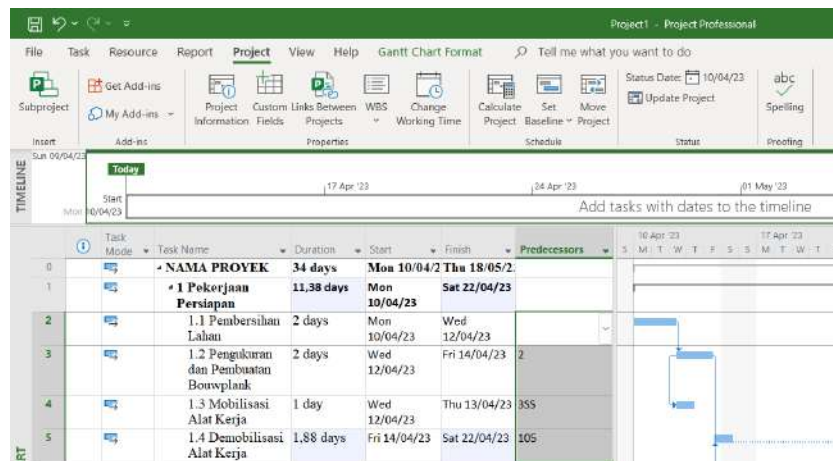


Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 3.4 Mengatur jam kerja dan jadwal kalender pada *microsoft project*.

5. Hubungan keterkaitan antara pekerjaan-pekerjaan (*predecessors*), pada tahap ini terdapat 4 macam hubungan yang terjadi, yaitu:

- a. *Finish to Start* (FS) merupakan suatu pekerjaan yang tidak dapat dimulai sampai pekerjaan lain selesai.
- b. *Start to Start* (SS) merupakan suatu pekerjaan yang tidak dapat dimulai sebelum pekerjaan lain dimulai juga.
- c. *Finish to Finish* (FF) merupakan suatu pekerjaan yang tidak bisa diselesaikan sampai pekerjaan lain diselesaikan.
- d. *Start to Finish* (SF) merupakan suatu pekerjaan yang tidak bisa diselesaikan sampai pekerjaan lain dimulai.

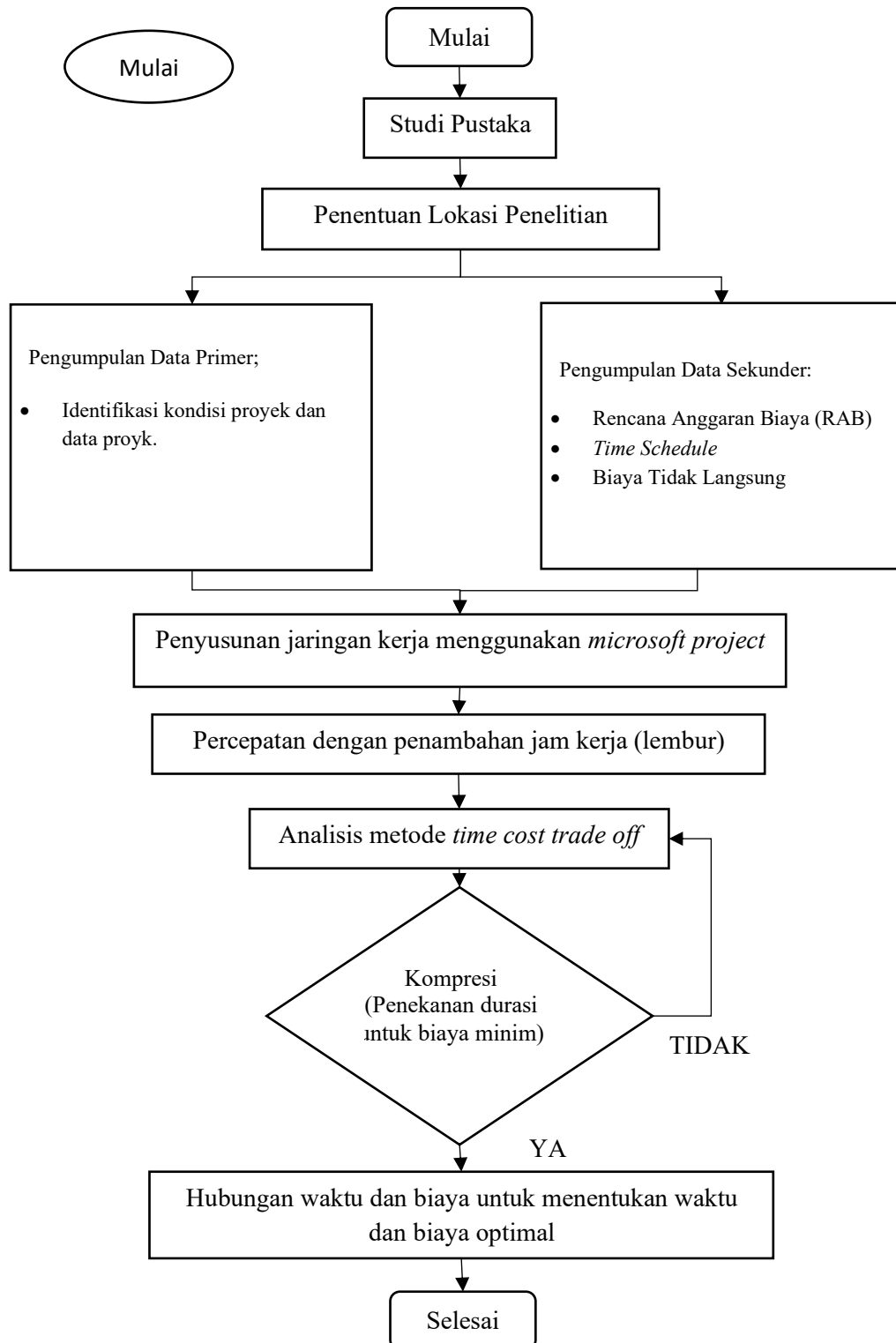


Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 3.5 Hubungan keterkaitan antar pekerjaan-pekerjaan (*predecessors*).

6. Menentukan lintasan kritis atau jalur kritis pada data proyek. Lintasan kritis membantu menemukan pekerjaan kritis yang jika mengalami keterlambatan maka akan berdampak pada pekerjaan lainnya.

3.5 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.6 Diagram alur penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous*, 2004. *Kepmen No.102/Men/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur* Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia.
- Chusairi, M. 2015. *Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Gedung Tipe B SMPN Baru Siwalankerto*. Rekayasa Teknik Sipil Vol.2 nomor 2. Universitas Negeri Surabaya.
- Fazri, M., Widiastuti, M., & Jamal, M. 2020. *Analisis Percepatan Waktu dengan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Rusun 1 Kota Samarinda Kalimantan Utara*. Jurnal Teknologi Sipil. Universitas Mulawarman.
- Izzah, N. 2017. *Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada Proyek Pembangunan Perumahan di PT. X*. Jurnal Ilmiah Rekayasa. Sekolah Tinggi Teknik Qomaruddin Gresik.
- Kustiani, I., Ma'ruf, A., & Florensia Mela, A., 2016. *Analisis Time Cost Trade Off untuk Mangejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek di Bandar Lampung*. Jurnal Rekayasa, Vol. 20, No. 2. Universitas Lampung.
- Rani, H.A. 2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Deepublish. Yogyakarta.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek*. Erlangga. Jakarta.
- Yoni, Ida A.M., Wariska, I P.D., & Sudipta, I G.K., 2013. *Perbandingan Penambahan Waktu Kerja (Jam Lembur) dengan Penambahan Tenaga Kerja terhadap Biaya Pelaksanaan Proyek dengan Metode Time Cost Trade Off*

pada Proyek Pembangunan Gedung Instalasi Farmasi Blahkiuh. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. Vol. 17, No. 2. Universitas Udayana.

LAMPIRAN

Lampiran 1 kondisi proyek



Lampiran 2 Pedoman Wawancara Penelitian

No	Pertanyaan
1	Apakah terdapat keterlambatan pada pelaksanaan konstruksi dan metode apa yang digunakan untuk penanganannya?
2	Apakah terdapat kendala pada sumber daya manusia dan material?
3	Bagaimana penjadwalan durasi pekerjaan pada pelaksanaan proyek ini?
4	Bagaimana penjadwalan jam kerja yang diterapkan pada proyek ini untuk setiap hari?
5	Apakah terdapat penambahan jam kerja (lembur)?
6	Apa saja biaya tidak langsung pada proyek ini?
7	Apakah terdapat hari libur pada proyek ini. Jika ada, kapan dan berapa lama waktu libur yang diberikan.