STUDY OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* PADA PROYEK REHABILITASI BERAT GEDUNG KANTOR KELURAHAN TANJUNG PALAS TENGAH

SKRIPSI

Oleh :

NUR AHMAD ARIYADI
NPM.2019 12 024

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KALTARA

TAHUN AJARAN 2024

STUDY OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* PADA PROYEK REHABILITASI BERAT GEDUNG KANTOR KELURAHAN TANJUNG PALAS TENGAH

SKRIPSI

Oleh :

NUR AHMAD ARIYADI
NPM.2019 12 024

SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN PESYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KALTARA
TAHUN AJARAN 2024

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb. Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan yang maha esa atas segala rahmat dan limpahan karunia-nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar sarjana dengan judul "STUDY OPTIMASI BIAYA & WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* PADA PROYEK REHABILITASI BERAT GEDUNG KANTOR KELURAHAN TANJUNG PALAS TENGAH" Ini dapat diselesaikan dengan baik.

Maksud penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik,Universitas Kaltara. Didalam penulisan tugas akhir ini, Dan tidak lupa penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu memberikan bantuan baik berupa moril maupun materi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Jabarsyah, M,Sc, selaku Rektor Universitas Kaltara Tanjung Selor
3. Ibu Sholehah, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kaltara Tanjung Selor
4. Ibu Ir. Rachel Zandra Singal, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Kaltara Tanjung Selor
5. Ibu Enny Harviyanti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan saran selama penyusunan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini
6. Bapak Arman, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan saran selama penyusunan skripsi
7. Bapak Zainal Abidin, S.T., M.Pd., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan saran selama penyusunan skripsi

8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan selama perkuliahan.
9. Seluruh Staf Universitas Kaltara mulai dari bagian Rektorat, Akademik, maupun Jurusan yang memberikan kemudahan dan kelancaran dalam proses penyusunan skripsi.
10. Kepada kedua Orang Tua Saya yang selalu memberikan dukungan dan doa selama penelitian.
11. Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Kaltara yang selalu memberikan dukungan tenaga dan pikirannya dalam membantu selama penelitian.
12. Teman-teman seperjuangan dalam satu kelompok pembimbing tugas akhir yang banyak memberikan dukungan.
13. Kepada seluruh pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah mebantu sehingga skripsi ini dapat selesai.

Demikian penulis sampaikan, semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan mampu membantu mengurangi permasalahan yang terjadi. Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Tanjung Selor, 03 Mei 2024

Penyusun,

DAFTAR ISI

COVER
HALAMAN JUDUL ..... **i**
ABSTRAK .....
ABSTRACT .....
KATA PENGHANTAR ..... **ii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
DAFTAR GAMBAR ..... **vi**
DAFTAR TABEL ..... **vii**
DAFTAR LAMPIRAN .....
DAFTAR NOTASI .....
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 LATAR BELAKANG 1
1.2 RUMUSAN MASALAH 2
1.3 TUJUAN PENELITIAN 2
1.4 MANFAAT PENELITIAN .....
1.5 BATASAN MASALAH 3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....
2.1 LANDASAN TEORI .....
2.2 PROYEK KONSTRUKSI .....
2.3 MANAJEMEN PROYEK .....
2.4 PENJADWALAN PROYEK .....
2.4.1 Bar Chart (Bagan Balok) .....
2.4.2 Kurva S (*Curve-S*) .....
2.4.3 Jaringan Kerja *(Network Planning)* .....
2.4.4 Metode Jaringan Kerja .....
2.4.5 Diagram Jaringan .....
2.5 PROGRAM *MICROSOFT PROJECT* .....

2.6 BIAYA PROYEK .....
2.6.1 Biaya Langsung.....
2.6.2 Biaya Tidak Langsung .....
2.7 PRODUKTIVITAS.....
2.7.1 Produktivitas Tenaga Kerja.....
2.7.2 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi.....
2.8 METODE *TIME COST TRADE OFF* .....
2.8.1 Penambahan Jam Kerja .....
2.8.2 Penambahan Tenaga Kerja.....
2.8.3 *Crash Cost* dan *Cost Slope*.....
2.10 HUBUNGAN ANTARA BIAYA DAN WAKTU .....
2.11 PENELITIAN TERDAHULU .....
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....
3.1 PENDAHULUAN.....
3.2 LOKASI PENELITIAN.....
3.3 STUDI LITERATUR.....
3.4 ANALISIS DATA.....
3.5 TAHAP PENELITIAN .....
3.6 DIAGRAM PENELITIAN .....
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....
4.1 DATA PROYEK.....
4.1.1 Data Umum Proyek.....
4.1.2 Data Proyek Untuk Analisis.....
4.2 ANALISIS DATA .....
4.2.1 Daftar Pekerjaan Kritis.....
4.2.2 Menentukan Lintasan Kritis.....
4.2.3 Menentukan Biaya Proyek .....
4.3 ANALISIS KEBUTUHAN TENAGA KERJA.....
4.4 PENERAPAN METODE *TIME COST TRADE OFF* .....
4.4.1 Penambahan Jam Kerja .....
4.4.2 Penambahan Tenaga Kerja.....
4.5 PERBANDINGAN HASIL .....

BAB V PENUTUP.....

5.1 KESIMPULAN.....

5.2 SARAN.....

DAFTAR PUSTAKA.....

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sasaran proyek *(triple constraint)* 19

Gambar 2.2 Kurva S atau *Hannum Curve* 21

Gambar 2.3 FS Finsih to Start.....

Gambar 2.4 FF (*Finish to Finish)* .....

Gambar 2.5 SS (*Start to Start)* .....

Gambar 2.6 SF (*Start to Finish)*.....

Gambar 2.7 Grafik Indikasi Menurunnya Produktivitas Karena Kerja Lembur .....

Gambar 2.8 Grafik Kepadatan Tenaga Kerja Dengan Indeks Produktivitas .

Gambar 2.9 Hubungan Biaya Total, Biaya Tidak Langsung, Biaya Langsung dengan waktu.....

Gambar 2.10 Hubungan Waktu – Biaya Normal yang Dipersingkat Untuk Suatu Kegiatan .....

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Koefisien Penurunan Produktivitas 9
Tabel 4.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya 11
Tabel 4.2 Daftar Kegiatan Kritis Pada Kondisi Normal 12
Tabel 4.3 Detail Pekerjaan yang Berada Di Lintasan Kritis 13
Tabel 4.4 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada 14
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Normal .....
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Durasi Percepatan .....
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Crash Cost* untuk Lembur 3 Jam .....
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Selisih Biaya Untuk Lembur 3 Jam .....
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Percepatan .....
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Crash Cost* untuk Penambahan Tenaga Kerja dengan Durasi *Crash* .....
Tabel 4.11 Selisih Biaya Antara Biaya Normal dan Biaya Percepatan .....
Tabel 4.12 Perbandingan Biaya Total Akibat Penambahan Jam Lembur dan Tenaga Kerja .....
Tabel 4.13 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat Jam Lembur dan Tenaga Kerja .....
Tabel 4.14 Perbandingan Waktu dan Efisiensi Biaya Total Antara Penambahan Tenaga Kerja dan Penambahan Jam Kerja (Lembur) .....

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....
Lampiran 2 Daftar Harga Upah dan Bahan.....
Lampiran 3 Daftar Harga Satuan Pekerjaan.....
Lampiran 4 Lintasan Kritis Hasil dari *Microsoft Project* .....
Lampiran 5 Jadwal Waktu dan Pelaksanaan (Kurva-S).....

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi yang semakin canggih, dengan diimbangi kebutuhan penduduk yang semakin meningkat. Sehingga diperlukan bangunan ataupun gedung untuk melakukan aktifitasnya. Semakin tinggi gedung tersebut maka dibutuhkan waktu pelaksanaan pembangunan yang lama dan risiko yang yang bervariasi. Perencanaan waktu penyelesaian suatu proyek harus diperhitungkan dan dipertimbangkan dengan baik (Sri Kiswati, 2019).

Waktu dan biaya merupakan elemen utama yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan suatu proyek. Suatu proyek dikatakan berhasil apabila memiliki waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimum tanpa mengabaikan mutu hasil pekerjaan. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi berbagai hal dapat terjadi yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan dan penyelesaian proyek menjadi terlambat. Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat terjadinya perbedaan kondisi lokasi, perubahan desain, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, material atau peralatan, kesalahan perencanaan atau spesifikasi, dan pengaruh keterlibatan pemilik proyek (Owner). Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya.

Untuk melakukan percepatan dengan beberapa alternatif percepatan perlu dipelajari tentang jaringan kerja yang ada dan hubungan antara waktu dan biaya, hal ini disebut sebagai Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off Analisys*) (Frederika, 2010). *Time Cost Trade Off Analisys* (TCTO) adalah metode analisis yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan cara kompresi jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi), dan biaya. Ariany (2010) menyatakan tujuan dari metode analisis pertukaran waktu dan biaya (*Time Cost Trade Off Analisys*) ini adalah mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis sejauh mana waktu dapat dipersingkat dengan penambahan biaya minimum terhadap kegiatan yang

bisa dipercepat kurun waktu pelaksanaannya sehingga dapat diketahui percepatan yang paling maksimum dan biaya yang paling minimum.

Proyek pembangunan di Kab.Bulungan Kalimantan Utara salah satunya adalah Proyek Rehabilitasi berat gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah. Pada proyek ini ada tiga hal utama yang harus terpenuhi, yaitu tepat waktu , biaya dan mutu. Waktu dan biaya memiliki hubungan erat dan saling mempengaruhi.Terkadang dalam pelaksanaan di lapangan tidak sesuai dengan rencana yang sudah ditentukan sebelumnya.

Maka dari itu diperlukan adanya analisis terhadap bangunan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai kontrak serta dapat menghindari adanya denda akibat dari keterlambatan pekerjaan proyek.

Dalam pelaksanaan proyek Rehabilitasi berat gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah yaitu sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dengan adanya APBD Kab.Bulungan dengan nilai anggaran 3.752.495.889,00 Pelaksanaan proyek ini memiliki rangkaian kegiatan, mulai dari perencanaan (pengaturan sumber daya tenaga kerja, biaya, bahan, dan waktu).

Dalam Pelaksanaan Proyek ini ada tiga hal utama yang terpenuhi, yaitu tepat waktu, biaya dan mutu. Waktu dan biaya memiliki hubungan yang erat dan saling mempengaruhi. Terkadang dalam pelaksanaan di lapangan ada beberapa pekerjaan yang hasil dari penyelesaiannya tidak sesuai dengan rencana yang sudah ditentukan sebelumnya. Akibatnya waktu pelaksanaan menjadi lebih lama, yang secara langsung biaya pelaksanaan proyek tersebut akan membengkak. Tidak Sesuainya perencana dengan pelaksanaan dilapangan karena kurangnya kematangan rencana kerja serta pengendalian yang kurang efektif, misalnya keterlambatan pasok material, kurangnya alat penunjang kegiatan, tenaga kerja yang kurang produktif, selain itu ada juga faktor cuaca dan faktor lingkungan yang bisa menghambat pelaksanaan pekerjaan proyek.

Maka dari itu diperlukan upaya pengendalian efektif tentang manajemen pelaksanaan pada proyek. Pengendalian efektif yang dimaksud adalah memanfaatkan kemajuan teknologi dan metode metode tentang optimalisasi biaya dan waktu.

Maka dengan itu Penelitian ini membahas optimalisasi biaya dan waktu menggunakan metode *Time cost Trade Off* dan penjadwalan melalui program *microsoft Project 2016* pada proyek rehabilitasi berat gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang diatas, maka kesimpulan rumusan masalah berdasarkan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Berapa waktu dan dan biaya optimum akibat penambahan tenaga kerja pada proyek rehabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah?
2. Berapa waktu dan biaya pelaksanaan proyek dengan melakukan penambahan jam kerja?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui berapa lama waktu dan biaya pelaksanaan proyek yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dengan penambahan tenaga kerja.
2. Untuk mengetahui berapa lama waktu dan biaya pelaksanaan proyek yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dengan penambahan jam kerja.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Secara akademis, penelitian ini dijadikan sebagai prasyarat dalam menyelesaiakan program studi S-1.
2. Dapat digunakan sebagai salah satu bahan pembelajaran yang memberikan tambahan pengetahuan mengenai analisis pertukaran waktu dan biaya.
3. Bisa mempercepat pelaksanaan proyek konstruksi dan sebagai referensi bagi proyek yang mengalami keterlambatan pada masa pelaksanaan konstruksi.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

1. Secara akademis, penelitian ini dijadikan sebagai prasyarat dalam menyelesaiakan program studi S-1.
2. Dapat digunakan sebagai salah satu bahan pembelajaran yang memberikan

tambahan pengetahuan mengenai analisis pertukaran waktu dan biaya.

3. Bisa mempercepat pelaksanaan proyek konstruksi dan sebagai referensi bagi proyek yang mengalami keterlambatan pada masa pelaksanaan konstruksi.

1.5 BATASAN MASALAH

Agar mempunyai acuan dan mendapat hasil yang optimal dalam penelitian, maka peneliti memiliki Batasan penelitian yang akan dibahas. Batasan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada proyek rehabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah difokuskan pada pekerjaan beton.
2. Mengaplikasikan *Software Microsoft Project 2016* untuk menganalisis penjadwalan dan mencari lintasan kritis proyek.
3. Analisis percepatan waktu dan biaya pada penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja menggunakan Metode Pertukaran Waktu dan Biaya *(Time Cost Trade Off)* dengan dibantu *Microsoft Excel.*
4. Analisis Percepatan jam kerja lembur menggunakan 3 jam dan penambahan tenaga kerja dengan durasi yang sama.
5. Data – data pada penelitian adalah jam kerja normal (jam 08.00-16.00) dengan istirahat 1 jam (jam 12.00-13.00) dan jam kerja lembur.
6. Analisa harga satuan yang digunakan adalah harga satuan sesuai perencanaan kontraktor.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab, dimana masing masing bab diuraikan sebagai berikut:

A. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian baik secara akademik maupun non akademik, batasan masalah dan sistematika penelitian.

B. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka mengenai dasar teori yang dipakai dalam penyusunan dan perhitungan tugas akhir ini. Penjelasan mengenai analisa TCTO serta tori-teori yang berhubungan dengan judul akan dibahas pada bab ini.

C.BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan tentang gambaran umum serta metode dan langkah-langkah kerja yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang ingin dicapai.

D. BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan aplikasi dari bab ketiga yang merupakan inti dari penulisan yang membahas tentang analisa perbandingan biaya dan waktu pada alternatif penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja.

E. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil perhitungan yang telah diperoleh serta saran-saran yang perlu diperhitungkan bagi peneliti selanjutnya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LANDASAN TEORI

Dasar teori yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah antara lain mengenai proyek, manajemen proyek, penjadwalan proyek, kurva S, Rencana Anggaran Biaya (RAB), serta teori mengenai mempercepat durasi waktu proyek dan Metode *Time Cost Trade Off*.

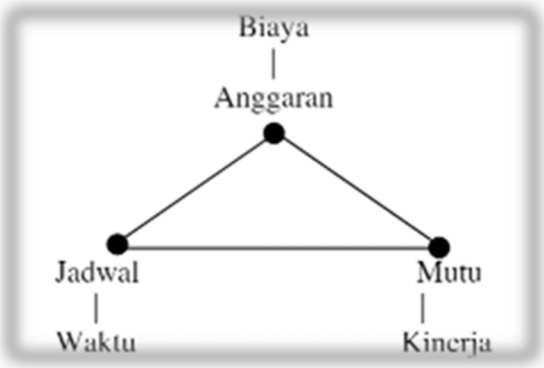
2.2 PROYEK KONSTRUKSI

Menurut (*Soeharto, Iman, 1999*), kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. Lingkup (*scope*) tugas tersebut dapat berupa pembangunan pabrik, pembuatan produk baru atau pelaksanaan penelitian dan pengembangan.

Lebih lanjut (*Soeharto, Iman, 1999*), menjelaskan bahwa ciri pokok proyek adalah sebagai berikut:

a. Bertujuan menghasilkan lingkup (*scope*) tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir.
b. Dalam proses mewujudkan lingkup di atas, ditentukan jumlah biaya, jadwal serta kriteria mutu.
c. Bersifat sementara dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
d. Non rutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Selain berbentuk bangunan, telah disebutkan bahwa tiap proyek memiliki tujuan khusus, misalnya membangun rumah tinggal, jembatan, atau instalasi pabrik. Di dalam proses mencapai tujuan tersebut, ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya (anggaran) yang harus di alokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai saasaran proyek. Ketiga batasan di atas disebut tiga kendala (*triple constraint*) (*Soeharto, Iman, 1999*).



Gambar 2.1 Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala *(triple constraint) (Sumber: Soeharto, Iman,1999)*

2.3 MANAJEMEN PROYEK

Bebarapa definisi manajemen proyek menurut Heryanto dan Triwibowo (2016):

PMBOK (Project Managemen Body Of Knowledge) sebagaimana yang di definisikan oleh *Project Management Institude – PMI* mendefinisikan bahwa: "Manajemen proyek adalah aplikasi atau implementasi dari pengetahuan, keterampilan, perangkat dan teknik pada suatu aktivitas proyek untuk memenuhi kebutuhan atau tujuan suatu proyek". *PRINCE2 project manajemen methodology*: "Perencanaan, pemantauan dan pengontrolan terhadap semua aspek yang terdapat dalam sebuah proyek, serta motivasi yang ada didalamnya untuk mencapai tujuan proyek dengan waktu, biaya, kualitas dan performasi yang telah ditentukan".

Menurut Dimyati dan Nurjaman (2014), Manajemen proyek adalah suatu proses merencanakan, mengorganisasi, memimpin dan mengendalikan kegiatan di dalam sebuah organisasi atau sumber daya lainnya, sehingga dapat mencapai sasaran organisasi yang telah ditentukan sebelumnya (*Soeharto, 1995*). Tujuan dari manajemen proyek adalah untuk dapat mengelola fungsi-fungsi manejemen sehingga diperoleh hasil yang optimum sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan serta dapat mengelola sumber daya yang efisien dan efektif.

Berikut adalah beberapa fungsi dari manejemen proyek Dimyati dan Nurjaman (2014), yaitu :

1.Fungsi Perencanaan (*Planning*)

Tujuan dari fungsi perencanaan adalah sebagai pengambilan keputusan dalam mengola data dan informasi yang dipilih untuk dilakukan di masa dalam mendatang, seperti menyusun rencana jangka Panjang dan jangka pendek, dan lain-lain.

2.Fungsi Organisasi (*Organizing*)

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

3.Fungsi Pelaksanaan (*Actuating*)

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

4.Fungsi Pengendalian (*Controlling*)

Tujuan dari fungsi pengendalian adalah untuk mengukur kualitas penampilan dan penganalisaan serta pengevaluasian kegiatan, seperti memberikan saran-saran perbaikan, dan lain-lain.

2.4 PENJADWALAN PROYEK

Penjadwalan proyek adalah elemen hasil dari perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek yang dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek (Saptino. 2019).

Didalam Penjadwalan, terbagi menjadi dua, yaitu waktu (*time*) dan kurun waktu (*duration*). Bila pada waktu menyatakan siang/malam, sedangkan durasi atau kurun waktu menyatakan lamanya waktu yang dibutuhkan dalam melakukan suatu kegiatan (jam kerja) misal, jam kerja normal dalam satu hari adalah 8 jam, untuk menentukan durasi pekerjaan pada proyek biasanya dilandasi dengan beberapa hal, baik volume pekerjaan dan juga produktivitas pekerja dalam menyelesaikan suatu

pekerjaan. Produktivitas tiap pekerjaan berbeda-beda. Tergantung pada pengalaman pekerja dalam melakukan suatu pekerjaan yang telah dilakukan sebelumnya atau di dapat dari database perusahaan. (Husen, 2010).

2.4.1 Bar chart (Bagan Balok)

Bar chart pada mulanya diperkenalkan oleh Hendra Lawrence Gantt dan Frederick W. Taylor pada tahun 1917. *Bar chart* adalah grafik batang dari sejumlah data kategori yang memiliki sifat-sifat yang sama, seperti skala yang sama, periode pengumpulan yang sama serta persamaan kondisi lainnya sehingga kategori data tersebut dapat dibandingkan. Pada *Bar chart* ini mengkombinasikan dua hal, yaitu penjadwalan dan fungsi perencanaan. Bar chart lebih dikenal karena penggunaannya yang mudah dan sederhana.

Penggambaran *Bar chart* terbagi atas kolom dan baris. Pada kolom terdapat urutan kagiatan yang disusun secara berurutan. Baris menunjukkan periode waktu yang dapat berupa jam, hari, mingguan, ataupun bulanan. Penggambaran Bar (batang) pada setiap baris kegiatan untuk menunjukkan waktu mulai dan waktu selesainnya kegiatan. Kelemahan *bar chart*, kurang dapat menjelaskan keterkaitan kegiatan satu dengan yang lainnya. Metode tersebut bertujuan mengidentifikasi unsur waktu dan urutan untuk merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan waktu pelaporan. (Saptino, 2019).

2.4.2 Kurva S (*Curve-S*)

Kurva S adalah suatu grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hannum. Kurva S merupakan gambaran dari diagram persen kumulatif biaya yang diplot pada suatu sumbu koordinat dimana sumbu absis (X) menyatakan waktu sepanjang masa proyek dan sumbu (Y) menyatakan nilai persen kumulatif biaya selama masa proyek tersebut. Kurva S merupakan salah satu metode perencanaan pengendalian biaya yang sangat lazim digunakan pada suatu proyek. Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Bobot kegiatan adalah nilai persentase proyek dimana penggunaannya dipakai untuk mengetahui kemajuan proyek tersebut.

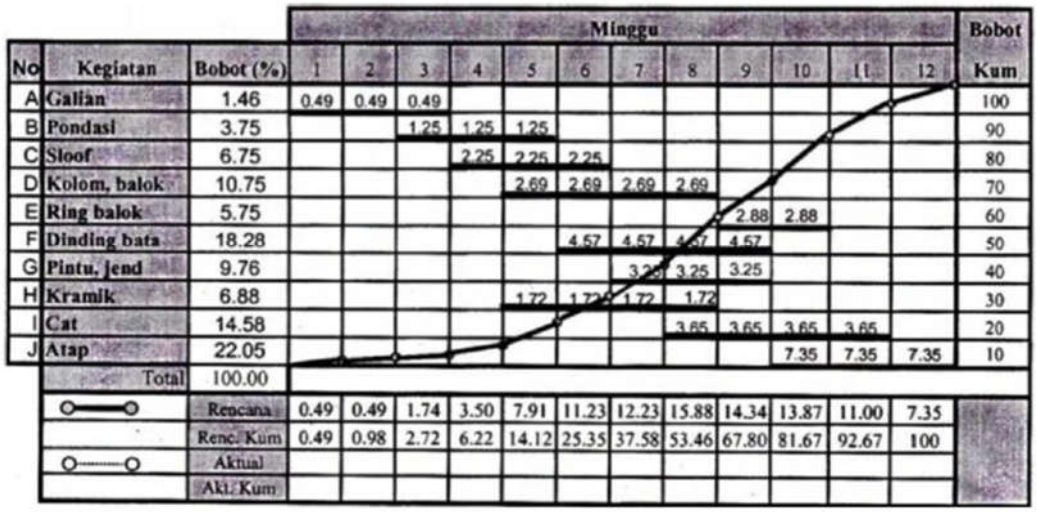
Tujuan pembuatan kurva S adalah untuk mengetahui sejauh mana pengeluaran biaya yang dikeluarkan per satuan waktu dan progress pekerjaan yang didasarkan pada volume yang dihasilkan di lapangan.

Adapun fungsi pembuatan kurva S adalah sebagai berikut:

a. Menentukan waktu penyelesaian proyek.

b. Menentukan waktu penyelesaian bagian proyek.

c. Menentukan besarnya biaya pelaksanaan proyek.



No	Kegiatan	Bobot (%)	Minggu 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Bobot Kum
A	Galian	1.46	0.49	0.49	0.49										100
B	Pondasi	3.75			1.25	1.25	1.25								90
C	Sloof	6.75				2.25	2.25	2.25							80
D	Kolom, balok	10.75					2.69	2.69	2.69	2.69					70
E	Ring balok	5.75									2.88	2.88			60
F	Dinding bata	18.28						4.57	4.57	4.57	4.57				50
G	Pintu, jend	9.76							3.25	3.25	3.25				40
H	Kramik	6.88					1.72	1.72	1.72	1.72					30
I	Cat	14.58								3.65	3.65	3.65	3.65		20
J	Atap	22.05										7.35	7.35	7.35	10
	Total	100.00													
	Rencana		0.49	0.49	1.74	3.50	7.91	11.23	12.23	15.88	14.34	13.87	11.00	7.35	
	Renc. Kum		0.49	0.98	2.72	6.22	14.12	25.35	37.58	53.46	67.80	81.67	92.67	100	
	Aktual														
	Akt. Kum														

Gambar 2.2 Kurva S atau *Hannum Curve*

(Sumber: Husen 2011 ;155)

2.4.3 Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Salah satu teknik yang biasa digunakan dalam perenacanan dan pengawasan proyek adalah *network planning*.

Eddy Harjanto 2003:338 (dalam Violita, B. 2020), mendefinisikan bahwa : perencanaan jaringan kerja (*network planning*) adalah satu model yang banyak digunakan dalam penyelanggaraan proyek, yang produknya berupa informasi mengenai kegiatan – kegiatan yang ada dalam diagram jaringan kerja yang bersangkutan.

Menurut Soeharto 1999 (dalam Violita, B. 2020), jaringan kerja memilik beberapa kelebihan dibandingkan metode bagan balok dalam hal penyusunan jadwal. Sehingga memiliki beberapa fungsi sebagai berikut :

1. Mengetahui perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.
2. Mengetahui kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis yang berhubungan dengan waktu penyelesaian proyek.
3. Mengetahui pengaruh terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh apabila terjadi keterlambatan dalam suatu pelaksanaan kegiatan.
4. Dapat digunakan untuk menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki banyak komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks.
5. Dapat membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis.
6. Mengusahakan fluktuasi penggunaan sumber daya yang minimal.

Dalam perencanaan proyek ada 3 tahap kegiatan, yaitu :

1. Membuat uraian kegiatan-kegiatan, menyusun logika urutan kejadian-kejadian, menentukan syarat-syarat pendahuluan, menguraikan interelasi dan interdependensi antara kegiatan-kegiatan.
2. Penaksiran waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tiap kegiatan, menegaskan kapan suatu kegiatan dimulai dan berakhir, secara keseluruhan kapan proyek selesai.
3. Menetapkan alokasi biaya dan peralatan guna pelaksanaan tiap kegiatan, meskipun pada hakekatnya hal ini tidak begitu penting.

Tiga tahap perencanaan proyek ini akan menghasilkan satu tabel yang terutama memuat daftar kegiatan, logika ketergantungan dan waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tiap kegiatan.

2.4.4 Metode Jaringan Kerja

Adapun beberapa metode yang diperlukan dalam perencanaan network planning, salah satunya metode PDM (*Precendence Diagram network*).

Metode *Precendence Diagram network* merupakan penyempurnaan dari CPM (*Critical Path Methode*). Karena pada prinsipnya CPM hanya menggunakan satu jenis hubungan aktivitas. Pada metode PDM kegiatan lebih menitikberatkan pada node. Oleh karena itu, pada Metode PDM sering disebut dengan AoN (*Activity on Node*). kegiatan dituliskan dalam bentuk node yang biasanya berbentuk segi empat dan dengan dicantumkan identitas pekerjaan juga kurun waktu yang diperlukan dalam suatu pekerjaan tersebut. Sedangkan hubungan antar kegiatan ditunjukkan dengan tanda penunjuk anak panah. masing-masing node memiliki dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. pada jaringan kerja ini selanjutnya akan diperoleh lintasan kritis (*Critical Path*). Lintasan kritis adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek yang apabila terlambat maka akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. (Shofia, D dkk. 2021).

2.4.5 Diagram Jaringan

Menurut Herjanto 2006 (dalam Violita, B. 2020), untuk memahami teori jaringan kerja memerlukan beberapa lambang khusus untuk memberikan keterangan yang jelas tentang proyek, yaitu:

a. ⟶ Anak panah (*arrow)* menggambarkan arah kegiatan, sehingga dapat diketahui kegiatan terdahulu (*predecessor*) dan kegiatan yang mengikuti (sucessor) dengan arah kekanan (positif). Kegiatan harus berlangsung terus dalam jangka waktu tertentu (*duration*) dengan pamakaian sejumlah sumber seperti manusia, alat, bahan dan dana. Pada umumnya kegiatan diberi kode huruf besar A, B dan seterusnya.

b. ◯ Lingkaran kecil (*node*) menggambarkan suatu kejadian atau peristiwa. Setiap kegiatan biasanya selalu dimulai dengan peristiwa mulainya kegiatan dan diakhiri dengan peristiwa selesainya kegiatan tersebut. Umumnya kejadian diberi kode dengan angka 1, 2, 3 dan seterusnya yang disebut nomor kejadian.

c. ------► Anak panah putus-putus, menyatakan kegiatan semu (*dummy*). *Dummy* berguna untuk membatasi mulainya kegiatan atau menunjukkan suatu ketergantugan. *Dummy* sebagai pemberitahuan bahwa terjadi perpindahan satu kejadian ke kejadian lain pada saat yang sama.

Menurut Soeharto 1999 (dikutip oleh Violita, B. 2020), sistematika lengkap dari proses penyusunan jaringan kerja dapat digambarkan sebagai analisa 5 langkah sebagai berikut:

1. Langkah pertama

Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek untuk selanjutnya diuraikan dan memecahkan menjadi kegiatan - kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek. Tujuan pemecahan ini adalah untuk meningkatkan akurasi perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek. Hasil lain dari pemecahan ini adalah mempertajam analisis ketergantungan antara kegiatan. Semakin terperincinya pemecahan akan semakin banyak variasi hubungan ketergantungan yang terbuka dan bisa di analisis lebih dalam.

2. Langkah kedua

Menyusun kembali komponen komponen yang sudah dipisah-pisahkan, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai dengan logika ketergantungan. Urutan ini dapat berbentuk seri dan/atau paralel. Ada dua macam ketergantungan antar kegiatan, yaitu:

a. Ketergantungan alamiah sebagaian besar ketergantungan disebabkan oleh sifat kegiatan itu sendiri. Misalnya, kegiatan pengerjaan pondasi harus dilakukan setelah pekerjaan galian dilaksanakan terlebih dahulu.

b. Ketergantungan sumber daya merupakan jenis lain dari ketergantungan antar kegiatan. Misalnya, pekerjaan pondasi tidak dapat dilakukan bersamaan dengan kejadian pabrikasi kerangka atap karena kurangnya tenaga kerja, sehingga harus dilakukan secara seri.

3. Langkah ketiga

Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek seperti pada langkah pertama. Yang dimaksud dengan kurung waktu kegiatan adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Kurun waktu atau kegiatan dari awal sampai akhir. Kurun waktu atau durasi suatu kegiatan dihitung dengan rumus.

$$Durasi\ (\ hari\ ) = \frac{Volume\ x\ Koefisen}{Jumlah\ Tenaga\ Kerja} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{2.1})$$

4. Langkah keempat

Mengidentifikasikan jalur kritis (*critical path*) dan float pada jaringan kerja. Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek, yang jika terlambat karena menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kegiatan yang berada pada jalur ini disebut kegiatan kritis. Sedangkan *float* adalah tenggang waktu suatu kegiatan tertentu dari non-kritis pada proyek.

5. Langkah kelima

Jika keempat langkah diatas telah diselesaikan, maka dilanjutkan dengan usaha-usaha meningkatkan daya guna dan hasil guna pemakaian sumber daya, yang meliputi kegiatan sebagai berikut:

a. Menentukan jadwal yang paling ekonomis.

b. Meminimalkan fluktuasi pemakaian sumber daya.

Setelah tersusun rencana dan jadwal proyek yang cukup realistis, kemudian dapat dipakai diantaranya sebagai tolak ukur atau alat pembanding dala kegiatan pengendalian pada tahap implemantasi fisik, yaitu dengan membandingkan antara perencanaan atau jadwal dengan hasil pelaksanaan nyata dilapangan.

2.5 PROGRAM *MICROSOFT PROJECT*

Microsoft Project adalah suatu paket program sistem perencanaan suatu proyek. Program ini dapat membantu pimpinan proyek agar mudah dalam menentukan jadwal suatu pelaksanaan proyek secara detail dan jelas dalam sebuah pekerjaan. *Microsoft Project* berfungsi untuk menghubungkan antara suatu subproyek dengan sub proyek lainnya yang saling berkaitan. Kemudian mengelolah suatu secara keseluruhan ke dalam suatu file proyek.

Berikut beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan *Microsoft Project,* yaitu:

1. Dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, karena ditunjang dengan informasi alokasi waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses, serta kebutuhan sumber daya untuk setiap proses sepanjang waktu.
2. Dapat diperoleh secara langsung informasi aliran biaya selama periode.
3. Mudah dilakukan modifikasi jika akan dilakukan *rescheduling*.
4. Penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

Beberapa istilah yang sering digunakan dalam pengoperasian Microsoft Project menurut Emmanel dkk, 2009 (dalam Violita, B. 2020), yaitu sebagai berikut:

1. ***Task***

   Task adalah salah satu bentuk lembar kerja dalam *Microsoft Project* yang berisi rincian pekerjaan sebuah proyek.

2. ***Duration***

   Duration merupakan jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

3. ***Start***

   Start merupakan nilai tanggal untuk dimulainya suatu pekerjaan sesuai dengan perencanaan jadwal kegiatan proyek.

4. ***Finish***

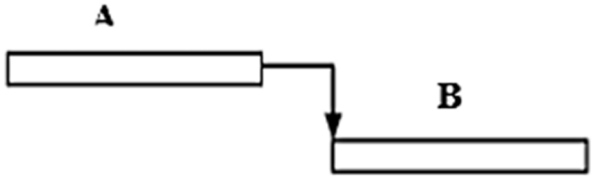
Pada program *Microsoft Project* tanggal akhir pekerjaan disebut *finish*, yang akan diisi secara otomatis dari perhitungan tanggal mulai *(start)* ditambah lama pekerjaan (duration).

5. ***Predecessor***

Predecessor merupakan hubungan keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lainnya. Dalam *Microsoft Project* mengenal 4 macam hubungan antar pekerjaan, yaitu:

1. **FS (*Finish to Start*)**

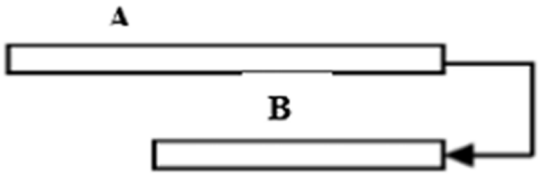
Suatu pekerjaan baru boleh dimulai (B) jika pekerjaan yang lain (A) selesai.



Gambar 2.3 FS (*Finish to Start)*

2. **FF (*Finish to Finish*)**

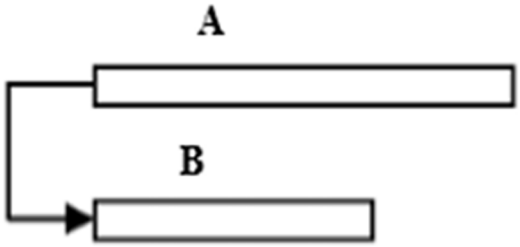
Suatu pekerjaan (A) harus selesai bersamaan dengan selesainya pekerjaan lain (B).



Gambar 2.4 FF (*Finish to Finish*)

3. **SS (*Start to Start*)**

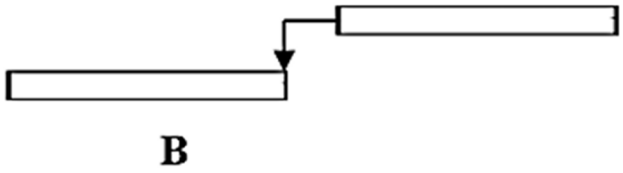
Suatu pekerjaan (A) harus dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain (B).



Gambar 2.5 SS (*Start to Start)*

4. **SF (*Start to Finish*)**

Suatu pekerjaan (B) baru boleh diakhiri jika pekerjaan lain (A) dimulai.



Gambar 2.6 SF (*Start to Finish*)

6. ***Resources***

   Sumber daya, baik sumber daya manusia maupun material dalam *Microsoft Project* disebut dengan *resources*.

7. ***Baseline***

   Baseline adalah suatu rencana baik jadwal maupun biaya yang telah disetujui dan ditetapkan.

8. ***Gantt Chart***

   Gant Chart merupakan salah satu bentuk tampilan dari *Microsoft Project* yang berupa batang-batang horizontal yang menggambarkan masing-masing pekerjan beserta durasinya

9. ***Tracking***

   Tracking adalah mengisikan data yang terdapat di lapangan pada perencanaan yang telah dibuat.

2.6 BIAYA PROYEK

2.6.1 Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah semua biaya yang dikeluarkan secara langsung berhubungan erat dengan aktivitas proyek yang sedang berjalan. Biaya langsung bersifat biaya normal apabila dilakukan dengan metode yang efisien dan dalam waktu normal proyek. Biaya untuk durasi waktu yang dibebankan (*imposed*

duration date) lebih besar dari biaya untuk durasi waktu yang normal sehingga pengurangan waktu akan menambah biaya dari kegiatan proyek. Total waktu dari semua paket kegiatan dalam proyek menunjukkan total biaya langsung untuk keseluruhan proyek. Sentosa, B. 2013 (dalam Syarifah, Intan dkk 2018).

Secara garis besar, biaya langsung proyek konsruksi dibagi menjadi lima antara lain: biaya bahan dan material, biaya upah kerja, biaya alat, biaya subkontraktor, biaya lain-lain.

2.6.2 Biaya Tidak Langsung (*Inderict Cost)*

Biaya tak langsung seluruh biaya yang terkait secara tidak langsung, yang dibebankan kepada proyek. Biaya ini biasanya terjadi diluar proyek namun harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut.

Bila pada pelaksanaan akhir proyek mundur dari waktu yang sudah direncanakan maka biaya tidak langsung ini menjadi besar, sehingga keuntungan kontraktor berkurang bahkan dalam kondisi tertentu akan mengalami kerugian. Biaya ini biasanya terjadi diluar proyek namun harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Adapun biaya tidak langsung meliputi: biaya pemasaran biaya overhead, biaya tak terduga, keuntungan kontraktor pajak. (Aviany, vinny dkk 2021).

2.7 PRODUKTIVITAS

2.7.1 Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dan input, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Didalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi: yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja biaya material, dan alat. Kesuksesan suatu proyek konstruksi adalah salah satunya tergantung pada efektivitas pengolalaan sumber daya, dan pekerja adalah salah satu sumber daya yang tidak mudah dikelola. (Syrifah 2018).

2.7.2 Faktor Faktor yang Mempengaruhi

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan menurut Ardattiyan (2019) di kelompokkan menjadi:

1. Kondisi Fisik Lapangan (lokasi proyek)

   Kondisi fisik lapangan atau lokasi proyek sangat berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja. Seperti iklim atau cuaca, kondisi lokasi proyek, dan sarana bantu.

   a. Iklim Musim atau keadaan cuaca

      Iklim atau cuaca yang tidak stabil akan membuat produktivitas pekerja menjadi menurun, misalnya saat cuaca terlalu panas, maka pekerja itupun akan semakin mudah kelelahan.

   b. Keadaan Fisik Lapangan atau lokasi proyek

      Kondisi fisik lapangan yang buruk dapat menjadikan produktivitas pekerja juga kurang baik. Misalnya lokasi proyek di rawa-rawa. Maka akan sulit bagi pekerja untuk melakukan pekerjaan dibandingkan dengan kondisi pada tanah normal atau tanah kering.

   c. Sarana Bantu

      Kurangnya kelengkapan sarana bantu seperti alat berat menjadi faktor yang sangat penting dalam mengurangi produktivitas pekerja. Misalnya, pada pekerjaan pengurugan dan galian, akan lebih efisien baik dari segi waktu dan juga biaya dengan menggunakan bantuan alat berat seperti excavator dibandingkan dengan tenaga manusia.

2. Koordinasi

   Koordinasi perlu dilakukan secara cermat, apabila dalam suatu kelompok tidak ada koordinasi maka kelompok tersebut tidak akan bekerja dengan baik dan bisa mengurangi produktivitas tenaga kerja. Namun apabila dalam kelompok dilakukan koordinasi dan juga pembagian tugas yang jelas, maka produktivitas akan meningkat.

2.8 METODE *TIME COST TRADE OFF*

Pertukaran waktu dan biaya (*Time cost trade off*) merupakan kompresi jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi), biaya, dan pendapatan. Tujuannya adalah menempatkan proyek dengan durasi yang dapat diterima dan meminimalisasi biaya total proyek. Pengurangan durasi proyek dilakukan dengan memilih aktivitas tertentu. Menurut Ervianto, (2004) dalam jurnal syarifah dkk mengatakan pengertian *time cost trade off* adalah suatu proses yang disengaja, sistematik, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis.

Di dalam perencanaan suatu proyek disamping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek penting dalam manjemen, dimana biaya yang timbul harus dikendalikan seminimal mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan. (Wibowo, 2016).

Di dalam analisa *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang. (Wibowo, 2016).

Ada dua sistem penekanan dalam analisa *Time Cost Trade Off* yaitu sistem jalur kritis dan *cut set*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis optimasi biaya dan waktu dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off*. Metode *Time Cost Trade Off* merupakan salah satu metode analisa yang bertujuan mempercepat waktu dan biaya pada suatu proyek. Percepatan penjadwalan ini bertujuan untuk mencari berapa waktu dan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek sesuai dengan target rencana efisien dan terbaik. (Budianto, dkk. 2021).

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek. Cara-cara tersebut antara lain (Wibowo. 2016):

a. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).

Mempercepat waktu pelaksanaan suatu kegiatan dengan penambahan jam kerja atau kerja lembur merupakan salah satu usaha untuk menambah produktivitas kerja sehingga dapat mempercepat waktu pelaksanaan suatu kegiatan.

b. Penambahan Tenaga Kerja

Untuk menyelenggarakan proyek, salah satu sumber daya yang menjadi faktor penentu keberhasilannya adalah tenaga kerja. Penyediaan jumlah tenaga kerja, jenis ketrampilan, dan keahlian harus mengikuti tuntutan perubahan kegiatan yang sedang berlangsung. Berdasarkan pada kenyataan tersebut, maka suatu perencanaan tenaga kerja proyek yang menyeluruh dan terperinci harus meliputi perkiraan jenis dan keperluan tenaga kerja, seperti tenaga ahli dari berbagai disiplin ilmu dan pekerja lapangan untuk tahap konstruksi.

c. Pergantian atau pertambahan alat

Asumsi yang digunakan pada alternatif percepatan dengan penggantian atau penambahan peralatan adalah bahwa peralatan yang ada jumlahnya kurang atau peralatan tersebut sudah kurang bisa untuk mendukung penyelesaian proyek dengan waktu yang telah ditentukan sehingga harus diganti.

d. Penggunaan metode konstruksi yang lebih efisien

Penggantian atau perbaikan metode kerja dilakukan bila metode yang sudah dilakukan terlalu terlambat atau tidak efisien.

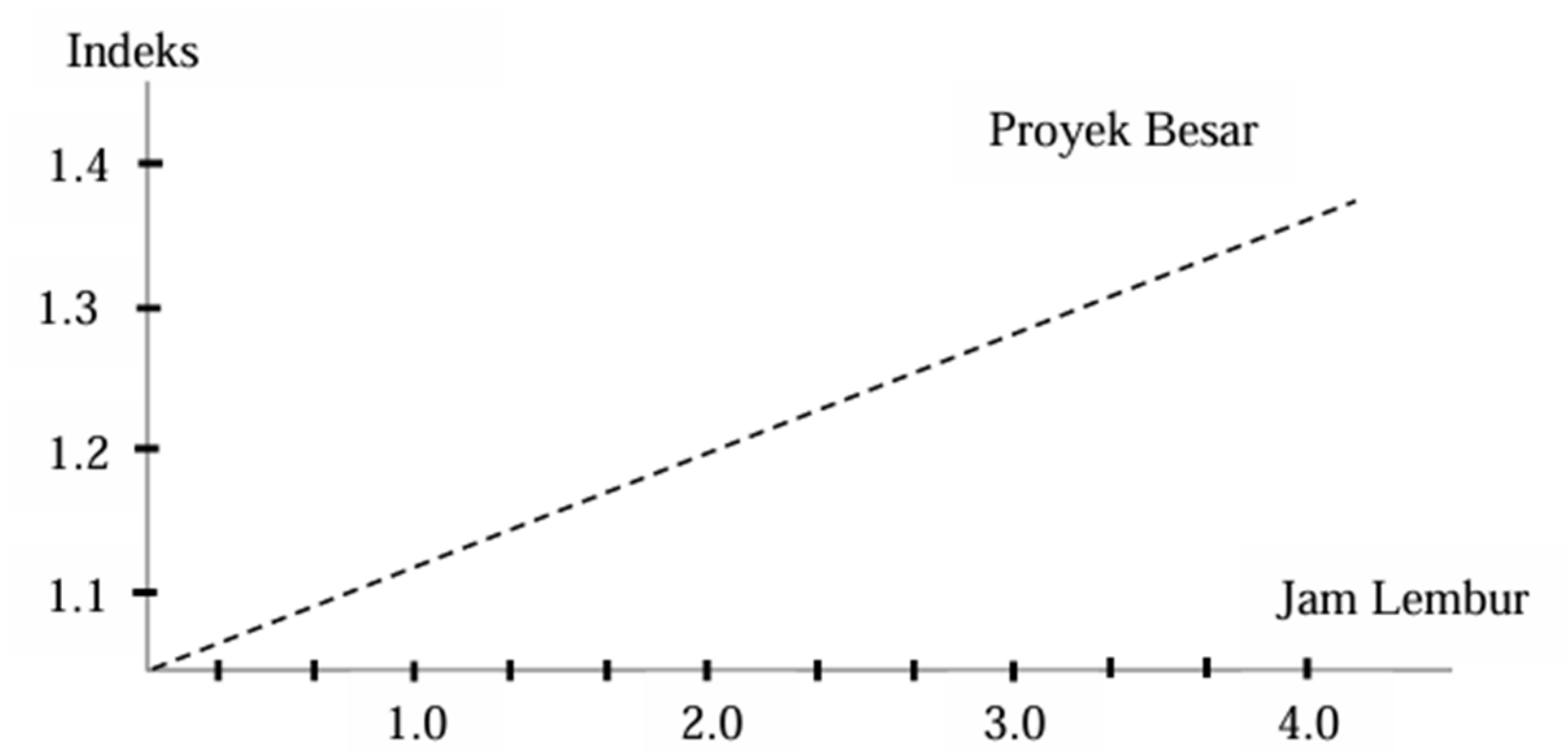
e. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas

Sumber daya manusia yang berkualitas adalah tenaga kerja yang mempunyai produktivitas yang tinggi dengan hasil yang baik. Dengan mempekerjakan tenaga kerja yang berkualitas, maka aktivitas akan lebih cepat diselesaikan.

2.8.1 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Penambahan jam kerja (lembur) dilakukan dengan menambahkan durasi jam kerja seuai dengan yang diinginkan. Semakin besar penambahan durasi, maka

akan menimbulkan penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja (lembur). (Ayu, dewi. 2021), ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 2.7 Grafik Indikasi Menurunnya Produktivitas Karena Kerja Lembur

(Sumber : Soeharto,1977)

Analisa crash dan produktivitas tiap jam serta harian normal maupun setelah percepatan dirumuskan sebagai berikut:

1. Produktivitas harian normal

$$a = \frac{volume}{Durasi\ Normal} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(2.2)}$$

2. Produktivitas tiap jam normal

$$b = \frac{a}{jam\ kerja\ perhari} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(2.3)}$$

3. Produktivitas harian setelah percepatan (*crash*)

$$c = a + (\ b\ x\ n\ x\ y\ ) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(2.4)}$$

4. *Crash Duration*

$$d = \frac{volume}{c} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(2.5)}$$

Dimana:

a = produktivitas harian normal

b = produktivitas tiap jam normal

c = produktivitas harian setelah percepatan

d = *crash duration*

n = lama penambahan jam kerja (lembur)

y = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja

Tabel 2.1 Koefisien Penurunan Produktivitas

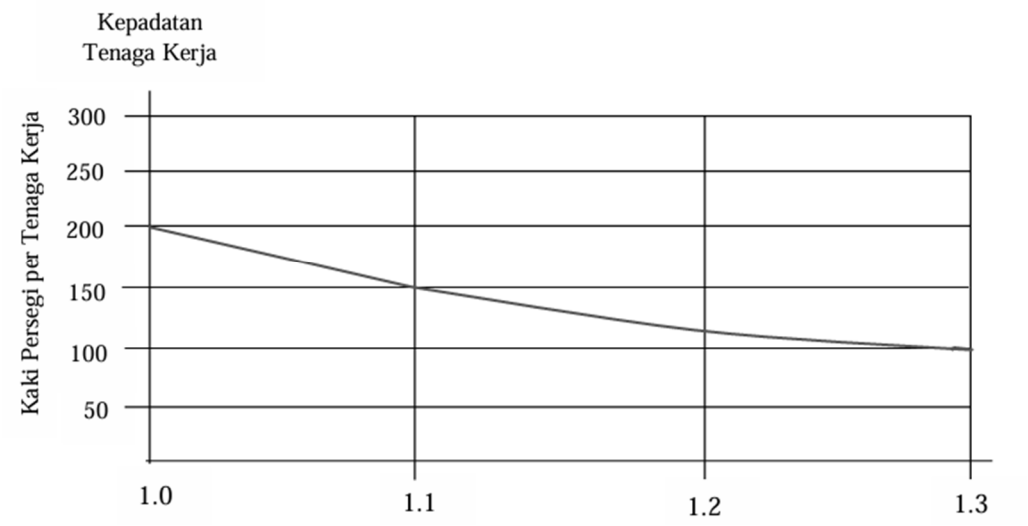
Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja(%)
1 jam	0.1	90%
2 jam	0.2	80%
3 jam	0.3	70%
4 jam	0.4	60%

(Sumber: Galih Abimanyu,dkk 2021)

2.8.2 Penambahan Tenaga Kerja

Tenaga kerja adalah setiap orang yang mampu melakukan pekerjaan guna menghasilkan barang dan atau jasa baik untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk masyarakat. Sedangkan ketenagakerjaan adalah segala hal yang berhubungan dengan tenaga kerja pada waktu sebelum, selama dan sesudah masa kerja. Jam kerja yang berlaku adalah 7 jam dalam sehari dan 40 jam dalam seminggu untuk 6 hari kerja. Karyawan yang bekerja 5 hari dalam seminggu dibebankan kewajiban 8 jam dalam sehari dan 40 jam dalam seminggu berdasarkan UU No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan (dikutip oleh Violita. B, 2020).

Menurut Dimyati dan Nurjaman (2014), Dalam penambahan jumlah tenaga kerja, hal ini yang perlu di perhatikan adalah ruangan kerja yang tersedia. Penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu tenaga kerja untuk aktivitas lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, perlu dilakukan juga pengawasan yang baik. Hal ini dikarenakan ruang kerja yang sesak sempit dengan pengawasan yang rendah akan menurunkan produktivitas pekerja. Dalam suatu proyek ada istilah yang di maksud dengan kepadatan tenaga kerja, yaitu jumlah luas tempat kerja bagi tiap pekerja. Apabila jumlah tenaga kerja bertambah, maka akan terjadi penurunan produktivitas tenaga kerja. Grafik indeks produktivitas dengan kepadatan tenaga kerja dilihat pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Grafik Kepadatan Tenaga Kerja Dengan Indeks Produktivitas *(Sumber; Soeharto,1995)*

Penambahan jumlah tenaga kerja akan mempengaruhi efisiensi proyek jika direncanakan dengan realistis dan memperhatikan beberapa faktor, yaitu daya tampung lokasi pekerjaan, kemudahan dan keleluasaan untuk melakukan pekerjaan, pengawasan terhadap tenaga kerja, dan keamanan kerja.Produktivitas penambahan tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus berikut;

1. Produktivitas harian normal

$$a = \frac{volume}{Durasi\ Normal} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (\mathbf{2.6})$$

2. Produktivitas harian setelah percepatan (*crash*)

$$c = \mathrm{a} + \frac{a\ x\ tambahan\ pekerja}{jumlah\ pekerja\ normal} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (\mathbf{2.7})$$

3. *Crash Duration*

$$d = \frac{volume}{c} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (\mathbf{2.8})$$

Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dirumuskan sebagai berikut ini:

4. Jumlah tenaga kerja normal

$$Jumlah\ tenaga\ kerja = \frac{volume\ x\ koef.pekerja}{Crash\ Duration} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (\mathbf{2.9})$$

5. Jumlah tenaga kerja dipercepat

$$Jumlah\ tenaga\ kerja = \frac{volume\ x\ koef.pekerja}{Crash\ Duration} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (\mathbf{2.10})$$

Indeks atau koefisien dapat diperoleh dari AHS proyek atau SNI, kebutuhan tenaga kerja awal merupakan hasil estimasi dan dapat dihitung ulang setelah durasi diketahui dengan menggunakan persamaan beriikut:

2.8.3 Crash Cost dan Cost Slope

kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 tentang waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 diperhitungkan bahwa upah penambahan kerja bervariasi. (Ayu, dewi 2021)

Diperhitungkan sebagai berikut :

1. Untuk jam kerja lembur pertama, harus dibayar upah lembur sebesar 1,5 kali upah satu jam.
2. Pada setiap jam kerja lembur berikutnya dibayarkan upah sebesar 2 kali lipat upah 1 jam.

Crash Cost untuk penambahan jam kerja (lembur) dapat dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Upah normal/hari

$= produktivitas\ harian\ normal\ x\ biaya\ satuan\ upah$ ..... **(2.11)**

b. Upah normal perjam

$= produktivitas\ perjam\ x\ biaya\ satuan\ upah$ ..... **(2.12)**

c. Biaya lembur pekerja

= 1,5 × upah perjam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama + 2 × jumlah penambahan jam kerja (lembur) × upah perjam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya……..**(2.13)**

d. *Crash Cost* pekerja harian

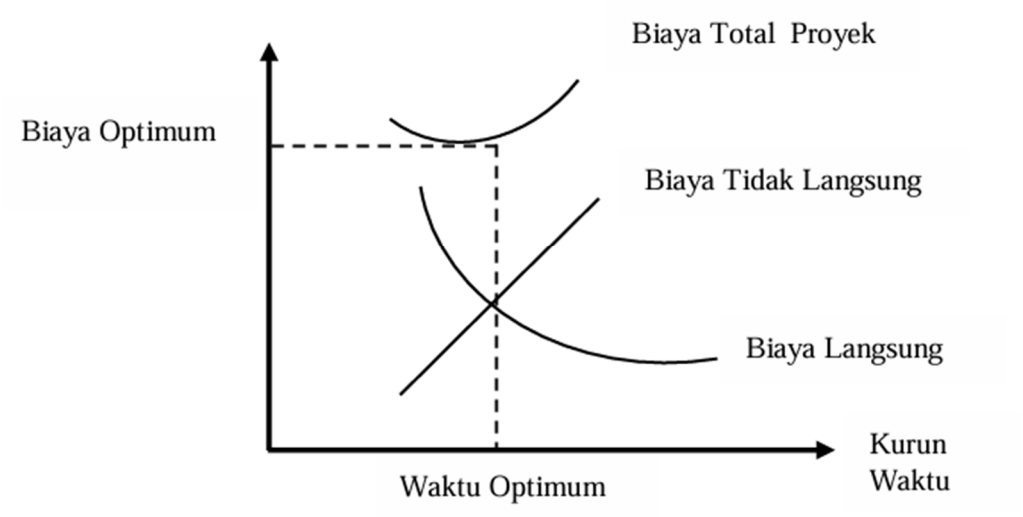
= (jam kerja perhari x biaya normal pekerja) + (jumlah penambahan jam kerja (lembur) x biaya lembur perjam)…….**(2.14)**

Cost Slope adalah pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu. Cost Slope merupakan perbandingan antara penambahan biaya dengan percepatan waktu penyelesaian. Konsep Cost slope biasa digunakan untuk menentukan waktu paling efisien untuk menyelesaikan proyek, dihubungkan dengan biayanya. Cost Slope yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Cost\ Slope = \frac{Crash\ Cost - Cost\ normal}{Duration\ normal - crash\ duration} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{2.15})$$

2.9 HUBUNGAN ANTARA BIAYA DAN WAKTU

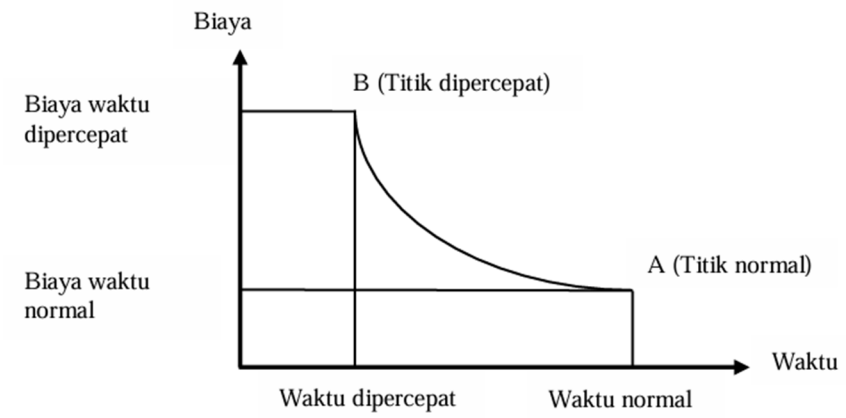
Menurut Soeharto, 1999 (dalam jurnal Intan, Syarifah dkk 2018) mengemukakan dengan diadakannya percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan. Biaya total proyek adalah penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung yang dikeluarkan proyek tersebut. Besarnya biaya total sangat tergatung oleh lamanya waktu pelaksanaan proyek. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek walaupun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, namun umumnya semakin lama proyek berjalan maka semakin tinggi kumulatif biaya tidak langsung yang diperlukan.



Gambar 2.9 Hubungan biaya total, biaya tidak langsung, biaya langsung dengan waktu

(*Sumber : Soeharto, 1999)*

Hubungan semacam ini disebabkan karena setiap percepatan durasi proyek membutuhkan tambahan biaya langsung yang digunakan untuk menambah tingkat produktivitas kerja, menambah peralatan, mengganti metode kerja, menambah peralatan, mengganti metode kerja dan lain-lain. Antara waktu penyelesaian proyek normal dan dipercepat mengakibatkan perubahan terhadap biaya total proyek.



Gambar 2.10 Hubungan Waktu- Biaya Normal yang Dipersingkat Untuk Suatu Kegiatan

(*Sumber,Iman. 1999:294)*

Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan titik B adalah titik yang dipersingkat. Garis yang menghubungkan antara titik A dan titik B disebut kurva waktu-biaya.

2.10 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai tinjauan pustaka dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

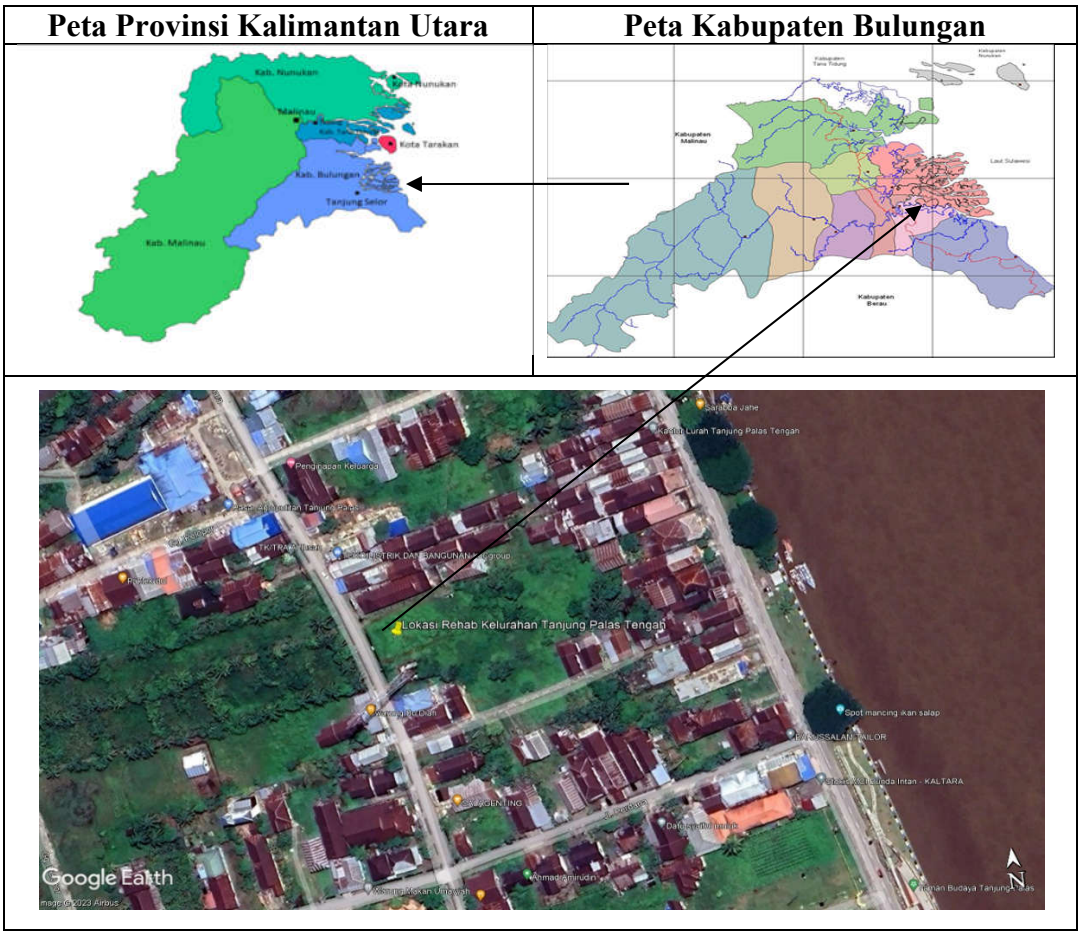
1. Penelitian yang dilakukan oleh Wibowo dkk di tahun 2016 pada proyek proyek pekerjaan peningkatan jalan Siluk-Kretek STA. 13+000 – 15+900). Dengan judul Analisis Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (lembur) Dibandingkan Dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*. Waktu normal proyek adalah 115 hari. Waktu dan biaya optimum akibat penambahan lembur 1 jam didapat pada umur proyek 104,98 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp.6.056.110.917,11. Untuk penambahan lembur 2 jam didapat pada umur proyek 101,24 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp.6.045.515.615,74 dan untuk penambahan lembur 3 jam didapat pada umur proyek 97,92 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp.6.041.418.149,56. Dari ketiga penambahan jam lembur didapatkan biaya termurah yaitu terdapat pada penambahan lembur 3 jam dengan durasi 97,92 hari dan total biaya proyek Rp.6.041.418.149,56. Waktu dan biaya total akibat penambahan tenaga kerja 1 didapat pada umur proyek 104,98 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp.6.049.998.075,53. Untuk penambahan tenaga kerja 2 didapat pada umur proyek 101,24 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp.6.042.355.075,59, dan untuk penambahan tenaga kerja 3 didapat pada umur proyek 97,92 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp.6.032.372.481,17. Biaya mempercepat durasi proyek dengan penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

2. Penelitian ini dilakukan oleh Saptino Saputra Sinaga (2016) dengan judul Analisis *Time Cost Trade Off* dengan Penambahan Jam Kerja Untuk Percepatan pada Proyek Pembangun Gedung Rumah Sakit Umum Type-C. Pada proyek pembangunan gedung Rumah Sakit Umum Type-C di Kec. Medan Labuhan, pada pada 21 Juni – 03 Febuari 2019 kumulatif realisasi proyek adalah sebesar 10,614 %, sedangkan kumulatif rencana proyek adalah sebesar 16,52 %. Sehingga terjadi keterlambatan proyek sebesar 5,906%. Dari hasil penelitian tersebut perbandingan untuk alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur) diperoleh waktu optimum 323 Hari Kerja dan total biaya sebesar Rp. 99.010.213.006,00. Sedangkan untuk alternatif penambahan 3 jam kerja (lembur) diperoleh waktu optimum 305 Hari Kerja dan total biaya sebesar Rp 103.309.994.667,00.
3. Penelitian ini dilakukan oleh Dewi Ayu Shofia, dkk. Pada tahun 2021. Dengan judul Analisis Perbandingan Penambahan Jam Kerja dan Tenaga Kerja terhadap Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode *Time Cost Trade Off*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan waktu dan biaya antara alternative percepatan penambahan jam lembur dan penambahan tenaga kerja dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off*. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada alternatif percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) diperoleh efisiensi waktu sebesar 14,71% namun terdapat penambahan biaya sebesar 6,23%. Untuk alternatif percepatan dengan menambahkan jumlah tenaga kerja diperoleh efisiensi waktu sebesar 16,18% dan penambahan biaya sebesar 3,67%.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 PENDAHULUAN

Lokasi penelitian ini dilakukan di ruas Jalan Semangka Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian

Penelitian ini merupakan analisis yang bertujuan untuk mengoptimalisasi waktu dan biaya proyek yang akan dilakukan percepatan waktu proyek dengan menambahkan jam kerja lembur dan penambahan tenaga kerja. Dari hasil alternatif percepatan tersebut maka akan diketahui besarnya biaya yang lebih ekonomis serta durasi pekerjaan yang lebih efisien setelah dilakukan analisis percepatan dengan membandingan dua alternatif.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis *Time Cost Trade Off* yaitu salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis percepatan

proyek konstruksi agar dapat memenuhi batas waktu dan mengurangi penundaan pada proyek konstruksi. Pada penelitan ini bertujuan membandingkan waktu dan biaya yang dapat di percepat pelaksanaanya sehingga dapat diketahui berapa perkiraan biaya akibat dilakukannya percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja serta untuk mengetahui besarnya biaya yang lebih ekonomis dan durasi pekerjaan yang lebih efisien setelah dilakukan analisis percepatan dengan membandingan dua alternatif.

3.2 OBJEK PENELITIAN

Objek dari penelitian ini adalah Pada proyek rehabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah,Kabupaten Bulungan Kalimantan Utara dengan pelaksana CV. KALTARA INTI PRATAMA.

3.3 MENGADAKAN STUDI LITERATUR

Literatur yang dipakai dapat digunakan sebagai penunjang dan landasan teori dalam mengevaluasi pekerjaan, antara lain meliputi :

1. Proses penjadwalan (*scheduling*) untuk mengetahui waktu (durasi) pelaksanaan proyek.
2. Perhitungan anggaran proyek, baik biaya langsung atau tidak langsung.
3. Penggunaan analisa waktu dan biaya untuk mengetahui pengaruh percepatan waktu terhadap biaya.
4. Menganalisa pertukaran nilai waktu dan biaya dengan sistem penekanan jalur kritis.

3.4 ANALISIS DATA

Dalam melakukan analisis data dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project* 2016, Metode *Time Cost Trade Off* dan *Microsoft Excel* 2016. Dengan menginputkan data RAB yang didapatkan akan di analisis ke dalam program *Microsoft Project* 2016, maka nantinya akan dikalkulasikan secara otomatis sesuai dengan rumus - rumus kalkulasi yang telah dibuat oleh program ini. Kemudian hasil dari penginputan data adalah lintasan kritis. Setelah lintasan kritis didapat selanjutnya dianalisis setiap kegiatan pekerja yang berada dilintasan kritis

dengan Metode *Time Cost Trade Off* yaitu dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan altenatif penambahan tenaga kerja yang juga dibantu dengan *Microsoft Excel* 2016 untuk mempermudah analisis dan perhitungan. Hasil dari analisis tersebut adalah percepatan durasi dan kenaikan biaya akibat percepatan durasi dalam setiap kegiatan yang dipercepat. Kenaikan biaya ini disebabkan karena penambahan jam kerja dan tenaga kerja.

3.5 TAHAPAN DAN PROSEDUR PENELITIAN

3.5.1 Pengumpulan Data

Selanjutnya dilakukan pengumpulan data-data yang diambil dari proyek rehabilitasi berat Gedung Kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah. Adapun data-data yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. *Time Schedule*
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
3. Analisa Harga Satuan

Adapun tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data sekunder
2. Penyusunan jaringan kerja

   Langkah-langkah penyusunan jaringan kerja yaitu:

   a. Menginput pekerjaan yang ada pada *Time schedule*
   b. Menentukan kegiatan yang saling berkaitan dan kegiatan yang mendahului kegiatan yang lainnya (*predecessors*)
   c. Menyusun durasi normal dari setiap kegiatan
   d. Membuat diagram dengan menggunakan *Microsoft Project* untuk mengetahui lintasan kritis dan non-kritis
3. Menghitung jumlah pekerja dan biaya dalam keadaan normal
4. Melakukan percepatan durasi pada pekerjaan kritis yang dapat keterlambatan dan menghitung *crash duration* dan *crash cost* dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam dan penambahan tenaga kerja.
5. Membandingkan waktu dan biaya pelaksanaan proyek sebelum dan sesudah dipercepat untuk mengetahui alternatif yang lebih ekonomis.

3.5.2 Penyusunan *Network Diagram*

Penyusunan *network* diagram berdasarkan durasi tiap-tiap pekerjaan, analisa durasi dihitung dari kemampuan produksi dari peralatan maupun pekerja. Ada beberapa langkah dalam penyusunan *network* diagram antara lain:

a. Menguraikan setiap aktivitas, bila terdapat overlap atau pengerjaannya yang bersamaan pada suatu aktivitas dengan aktivitas yang lainnya maka aktivitas itu dibagi menjadi beberapa kegiatan sesuai dengan overlapnya.
b. Menentukan kegiatan yang mendahului kegiatan yang lainnya.
c. Menyusun durasi tiap-tiap aktivitasnya berdasarkan data penjadwalan masing masing kegiatan
d. Menyusun *Preceden Diagram Method* sesuai dengan urutan kegiatannya disertai dengan elemen-elemen waktu pendukungnya
e. Menentukan lintasan kritis

3.5.3 Penerapan *Time Cost Trade Off*

Setelah mengetahui kegiatan yang berada pada lintasan kritis, maka dapat dilakukan analisa pertukaran waktu dan biaya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mencari dan meneliti literatur yang berkaitan dengan topik penelitian yaitu percepatan proyek konstruksi dengan metode *Time Cost Trade Off*.
2. Menentukan objek yang akan diteliti, objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah proyek rehabilitasi berat Gedung Kantor Keluarahan Tanjung Palas Tengah.
3. Menentukan rumusan masalah sampai dengan tujuan penelitian.
4. Mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan proyek seperti: Rencana anggaran biaya (RAB), Daftar harga satuan bahan dan upah tenaga kerja dan Time Schedule (Kurva S).
5. Menyusun network diagram proyek, mencari aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan hubungan antar pekerjaan dengan bantuan *software Microsoft Project*.
6. Menentukan jumlah tenaga kerja, normal *duration* dan normal *cost*

7. Menganalisis data yang diperoleh untuk melakukan penghitungan ulang dengan melakukan percepatan.
8. Menghitung kebutuhan tenaga kerja pada saat percepatan dan menghitung produktivitas harian setelah percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur)
9. Menghitung kebutuhan tenaga kerja pada saat percepatan dan menghitung produktivitas harian setelah percepatan dengan alternatif penambahan jumlah tenaga kerja.
10. Analisa waktu dan biaya percepatan setelah dilakukan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan jumlah tenaga kerja.
11. Analisa hasil dari setiap alternatif percepatan dan membandingkan mana alternatif yang menghasilkan waktu dan biaya proyek yang paling optimal.
12. Memberikan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan yang dihasilkan dari metode yang digunakan.

3.6 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Tahapan penelitian secara skematis dalam bentuk diagram dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 DATA PROYEK

4.1.1 Data Umum Proyek

Proyek yang ditinjau dalam penelitian ini adalah proyek rehabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah,dengan rincian sebagai berikut ini:

Nilai total proyek	: Rp. 3.752.495.889,18
Waktu Pelaksanaan	: 177 hari kalender
Lokasi	: Kec.Tanjung Palas Tengah
Tanggal pekerjaan dimulai	: 7 Juli 2023
Tanggal pekerjaan selesai	: 30 Desember 2023

Untuk Rencana anggaran biaya dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Sumber: Data RAB proyek rehabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah.

4.1.2 Data Proyek Untuk Analisis

Data proyek yang digunakan adalah data yang diperoleh dari proyek rehabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah pada pekerjaan beton dan kemudian data tersebut akan dilakukan analisis kembali untuk mendapatkan waktu dan biaya yang optimal setelah dilakukan percepatan. Berikut ini adalah beberapa data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

   RAB suatu proyek adalah perhitungan jumlah kebutuhan biaya yang di dalamnya berisi tentang biaya bahan, alat, upah dan biaya-biaya lainnya yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek konstruksi. Anggaran biaya merupakan harga dari bahan bangunan yang dihitung dengan teliti dan cermat. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. *Time Schedule* (Kurva S)

   Time schedule digunakan untuk mengetahui durasi dalam menyelesaikan setiap item pekerjaan pada suatu proyek. Dalam penelitian ini data *time schedule* digunakan untuk mencari kegiatan atau pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Untuk lebih jelas *time schedule* dapat dilihat nya dapat dilihat pada Lampiran 2.

3. Harga satuan Upah Tenaga Kerja dan Bahan

   Daftar harga satuan bahan adalah daftar harga bahan material bangunan yang digunakan pada saat pelaksanaan proyek di lapangan. Sedangkan daftar upah tenaga kerja adalah daftar upah yang harus dibayarkan pelaksana kepada para pekerja sebagai balas jasa untuk pekerjaan yang sudah dikerjakan. Untuk daftar harga satuan bahan dan upah tenaga kerja yang digunakan pada proyek dapat rehabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah dapat dilihat pada Lampiran 3.

4. Analisa Harga Satuan

   Analisis Harga Satuan Pekerjaan Harga satuan pekerjaan adalah harga yang didapatkan dari hasil perkalian antara koefisien tenaga kerja, bahan/material dan alat yang dikalikan dengan harga satuan dasarnya untuk analisis harga satuan pekerjaan yang digunakan pada proyek rehabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.2 ANALISA DATA

4.2.1 Daftar Pekerjaan Kritis

Berdasarkan hasil analisis Microsoft Project untuk penjadwalan proyek tersebut diperoleh kegiatan kritis. Daftar kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Daftar Kegiatan Kritis Pada Kondisi Normal

4.2.2 Menentukan Lintasan Kritis

Berdasarkan hasil analisis Microsoft Project untuk penjadwalan proyek tersebut diperoleh kegiatan kritis. Daftar kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Detail Pekerjaan yang Berada di Lintasan Kritis

Beberapa alasan pemilihan item kegiatan yang akan dipercepat adalah kegiatan krirtis tersebut adalah :

1. Kegiatan kritis yang terpilih tersebut memilik *resource work* atau yang memiliki pekerja sehingga bisa dipercepat dengan mengolah *resource work*.
2. Pada kegiatan kritis terpilih tersebut dapat dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur atau dengan penambahan jumlah tenaga kerja. Jika dilakukan penambahan tenaga kerja pada kegiatan kritis yang lain maka jumlah tenaga kerja tidak akan bertambah karena kegiatan kritis tersebut hanya memiliki indeks tenaga kerja yang kecil.
3. Pada kegiatan kritis terpilih tersebut apabila dipercepat dapat mengurangi biaya tidak langsung pada kegiatan tersebut.
4. Apabila mempercepat kegiatan kritis dapat mempercepat durasi proyek secara keseluruhan.

4.2.3 Menentukan Biaya Proyek

Dalam proyek konstruksi terdapat dua jenis biaya yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung merupakan semua biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi di lapangan, sedangkan biaya tidak langsung yaitu semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan. Biaya langsung dan biaya tidak langsung yang digunakan pada penelitian ini adalah pada pekerjaan beton.

1. Biaya Tidak Langsung

   Pada data rencana anggaran biaya proyek rebabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah tidak tertulis secara langsung berapa nilai biaya tidak langsung pada pekerjaan karena nilai biaya tidak langsung pada

proyek ini sudah berada di dalam jumlah total anggaran biaya proyek yaitu Rp. 3.752.495.889,18 Berdasarkan data hspk pada proyek nilai biaya tidak langsung pada proyek rehabilitasi berat Gedung Kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah adalah 10% dari jumlah total biaya proyek, maka didapat nilai biaya tidak langsungnya adalah sebesar Rp 375.249.588,91

2. Biaya Langsung

   Dari hasil biaya tidak langsung diatas maka biaya langsungnya pada proyek rehabilitasi berat Gedung kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah adalah Rp. 3.337.246.300,27 setelah jumlah total biaya proyek dikurangi dengan biaya tidak langsungnya.

4.3 ANALISIS KEBUTUHAN TENAGA KERJA

Perhitungan Kebutuhan tenaga kerja normal pada pekerjaan

Volume pekerjaan =

Durasi normal =

Koefisien tenaga kerja Koefisien tenaga kerja untuk pekerjaan

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Kebutuhan Tenaga Pada Pekerjaan

Perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja dengan durasi normal.

Jumlah tenaga kerha per hari:

Pekerja = { (koefisien x volume) / durasi normal}

=

=

Tukang = {(koefisien x volume) / durasi normal}

=

=

Kepala Tukang ={ (koefisien x volume) / durasi normal}

=

=

Mandor = { (koefisien x volume) / durasi normal}

=

=

Upah Tenaga kerja perhari =

Pekerja =

=

Tukang =

=

Kepala Tukang =

=

Mandor =

=

Total biaya upah =

Hasil dari contoh perhitungan diatas pada didapatkan jumlah untuk pekerja 2, tukang 1, kepala tukang 1 orang, mandor 1 orang dan total biaya upah sebesar Rp.Kemudian hasil perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja untuk item pekerjaan yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5 Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Normal

4.4 PENERAPAN METODE *TIME COST TRADE OFF*

4.4.1 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Pada Proyek konstruksi ini jam kerja normalnya adalah 8 jam (dari pukul 08.00 – 17.00) dengan waktu istirahat 1 jam (12.00-13.00) lalu penambahan jam kerja (lembur) dilaksanakan setelah jam kerja selesai.Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep.

102/MEN/VI/2004 Pasal 3 dan 11 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur adalah sebagai berikut.

a. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas jam) dalam 1 minggu.
b. Untuk jam kerja lembur pertama harus dibayar upah lembur sebesar 1,5 kali upah per jam.
c. untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah lembur sebesar 2 kali upah per jam.

Untuk penambahan jam kerja (lembur) ini diperhitungkan produktivitas para pekerja lembur mengalami penurunan dari produktivitas normal. Penurunan ini disebabkan dari faktor kelelahan para pekerja, keterbatasan penglihatan pada malam hari dan keadaan cuaca yang lebih dingin. Penurunan indeks produktivitas karena kerja lembur dapat dilihat pada Tabel 2.1.

1. Menghitung *Crash Duration*

   Berikut adalah contoh perhitungan durasi yang bisa di crash pada sebuah item pekerjaan dengan penambahan 3 jam kerja (lembur).

   Contoh Perhitungan

   Volume =

   Durasi normal =

   Produktivitas jam normal =

   Crash Duration =

   Maka maksimal percepatan = Durasi normal – Crash duration

Tabel. 4.6 Hasil Perhitungan Durasi Percepatan

2. Menghitung *Crash Cost*

   Crash cost adalah biaya langsung yang dikeluarkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan akibat adanya percepatan waktu. Melalui percepatan ini maka biaya langsung setiap item pekerjaan otomatis akan lebih besar dari biaya langsung yang sebelumnya. Berikut daftar upah perjam pekerja pada proyek rehabilitasi berat gedung Kantor Kelurahan Tanjung Palas Tengah.

   - Pekerja = Rp.15,000.00 /jam
   - Tukang = Rp.18,125.00 /jam
   - Kepala Tukang = Rp.18,750.00 /jam

- Mandor = Rp. 20,000.00 /jam

Jadi biaya yang dibutuhkan untuk 3 jam lembur dalam 1 hari adalah sebagai berikut:

a. Pekerja = (Rp.15,000.00 x 1.5) + (x Rp.15,000.00) x 2
b. Tukang = (Rp.18,250.00 x 1.5) + (x Rp.18,250.00) x 2
c. Kepala Tukang = (Rp.18,750.00 x 1.5) + (x Rp.18,750.00) x 2
d. Mandor = (Rp.20,000.00 x 1.5) + (x Rp.20,000.00) x 2

Perhitungan upah lembur untuk item pekerjaan dengan *crash duration.*

a. Pekerja
b. Tukang
c. Kepala Tukang
d. Mandor
e. Biaya Lembur
f. Biaya Normal
g. Biaya Crash

Perhitungan di atas didapatkan untuk biaya lembur 3 jam perhari yaitu upah sumber daya manusia per jam dikalikan 1,5 untuk 1 jam pertama kemudian untuk 2 jam berikutnya upah sumber daya manusia per jam dikalikan 2 dikalikan 2 jam didapatkan hasil untuk pekerja upah lemburnya menjadi Rp 66,392.86/hari, tukang Rp 76,607.14 /hari, kepala tukang Rp 86,821.43 /hari, dan mandor Rp 86,821.43 /hari. Kemudian pekerjaan bekisting sloof S1 15/30 dengan durasi percepatan maksimal didapatkan total biaya lembur Rp 6,508,490.92 yang berarti ada penambahan biaya sebesar Rp 2,062,500.00 dari biaya normal sebesar Rp 4,445,990.92. Hasil perhitungan biaya percepatan untuk item pekerjaan yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Crash Cost* untuk Lembur 3 jam

4.4.2 Penambahan Tenaga Kerja

Selanjutnya melakukan percepatan waktu proyek dengan alternatif penambahan tenaga kerja. Pada alternatif ini dilakukan dengan cara menghitung kembali kebutuhan tenaga kerja dari masing-masing pekerjaan berdasarkan durasi percepatan tanpa melakukan penambahan jam kerja (lembur).

1. Menghitung Penambahan Tenaga Kerja dengan *Crash Duration*

   Berikut ini adalah contoh perhitungan penambahan tenaga kerja dengan durasi percepatan pada pekerjaan

   Volume =

   Durasi normal =

   Percepatan (*Crashing)* =

   Jumlah Tenaga Kerja per hari:

   Pekerja =\{ (koefisien x volume) / durasi percepatan\}

   =

   =

   Tukang =\{ (koefisien x volume) / durasi percepatan\}

   =

   =

   Kepala Tukang =\{ (koefisien x volume) / durasi percepatan\}

   =

   =

   Mandor =\{ (koefisien x volume) / durasi percepatan\}

   =

   =

2. Menghitung *Crash Cost* dengan percepatan durasi

Upah Tenaga kerja perhari:

Pekerja =

=

Tukang =

=

Kepala Tukang =

=

Mandor =

=

Total biaya Upah =

Dari Contoh Perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja per hari di atas untuk pekerjaan dengan durasi percepatan 2 hari didapatkan jumlah pekerja untuk 4 orang pekerja, 2 orang tukang, 1 orang kepala tukang dan 1 orang mandor dengan total biaya upah sebesar Rp 3,150,000.00. Kemudian hasil perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja untuk item pekerjaan yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Percepatan

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil *Crash Cost* Penambahan Tenaga Kerja Dengan Durasi Crash

Dari hasil perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja di atas maka didapatkan selisih antara durasi normal dan durasi percepatan dari kedua total biaya upah tenaga kerja untuk masing masing pekerjaan.Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.11 Selisih Biaya Antara Biaya Normal dan Biaya Percepatan

4.5 PERBANDINGAN HASIL

Berdasarkan Tabel 4.12 dibawah ini diperoleh hasil waktu dan biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. Pada Penambahan jam kerja (lembur) didapatkan total durasi hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. Dan pada penambahan tenaga kerja didapatkan total durasi hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp.

Berikut Tabel 4.12 Perbandingan Biaya Total Akibat Penambahan Jam Lembur dan Tenaga Kerja.

Untuk penambahan biaya dapat dilihat dari Tabel 4.13 bahwa terdapat perbedaaan antara biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dengan penambahan tenaga kerja,biaya diatas adalah total biaya proyek yang dibebankan kepada proyek tanpa menghitung pengaruh dari biaya tidak langsung, penambahan biaya akibat jam kerja lembur (lembur) adalah Rp. dan penambahan biaya akibat penambahan tenaga kerja adalah Rp.

Berikut Tabel 4.13 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat Jam Lembur dan Tenaga Kerja

Berdasarkan Tabel 4.12 dan Tabel 4.13 di atas diperoleh hasil waktu dan biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. Pada penambahan jam kerja (lembur) didapatkan total durasi hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp dengan efisiensi waktu proyek sebanyak tetapi ada penambahan biaya sebesar Rp dan pada penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi yang sama didapatkan total biaya proyek sebesar Rp yang artinya ada penambahan biaya proyek sebesar Rp

1. Mengitung Biaya Tak Langsung Untuk Penambahan Jam Kerja Lembur

   Durasi normal =

   Total Biaya penyelesaian =

   Durasi *Crashing* =

   Total biaya penyelesaian =

   Total *Crashing* =

Biaya *Crashing* =

=

=

=

Biaya tidak langsung =

=

=

2. dvds

3.

DAFTAR PUSTAKA

Anisa Muawanah. (2013). (https://annisamuawanah.wordpress.com/author/annisamuawanah/ diakses tanggal 23 April 2022)

Arjuna. (2020). Analisa Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Di Kota Balikpapan. *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil.* Jilid. Vol. 11. No. 2.

Arrang, T. Abdias, Rangan R. P. (2020). Arus lalu lintas, analisa Kapasitas dan Tingkat Pelayanan pada Ruas Jalan dalam Kota Rantepao. *DynamicSain T.* Jilid. V No. 1., 1., April 2020.

Clarkson H, Oglesby, 1999, Alih Bahasa, *Teknik Jalan Raya Jilid I*, Gramedia, Jakarta

Direktorat Jenderal Bina Marga, (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia Jakarta.

Morlock, E. K., 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi* (terjemahan), Erlangga, Jakarta.

Palin, Ardi. (2013). Analisa Kapasitas dan Tingkat Pelayanan pada Ruas Jalan Wolter Monginsidi Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*. Vol.1. No.9, (623-629)

Putranto, L. S. 2011, *Rekayasa Lalu Lintas, Indeks*, Jakarta

Suhudi, Alfian. (2017). Analisa Tingkat Pelayanan Jalan Sunan Kalijaga Kelurahan Dinoyo Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. *Jurnal Reka Buana*. Volume 2 No 1, September 2016 – Februari 2017.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38, 2004. *Tentang Jalan,* Jakarta

Winayanti. (2016). Analisis Karakteristik Dan Indeks Tingkat Layanan Jalan Pasir Putih Di Kota Pekanbaru Ditinjau Dari Arus Pergerakan Lalu Lintas *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, Vol. 2, No. 1.