

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek adalah aktivitas dalam aktivitas sementara pada tanggal mulai dan selesai pekerjaan yang ditetapkan dengan seringkali selalu terbatas pendanaan dan bertujuan untuk menghasilkan sebuah perubahan yang berharga atau bermanfaat. Untuk menghubungkan wilayah 1 dengan wilayah yang lain, saat ini terdapat kebutuhan akan pembangunan infrastruktur jalan karena volume komoditas dan pergerakan transportasi yang terus meningkat di Indonesia. Proyek Pembangunan Serang – Panimbang Paket 1 Jalan Utama merupakan satu proyek Pembangunan saat ini sedang dilakukan oleh Kota Serang–Panimbang khususnya di Bidang Infrastruktur.

Proyek Pembangunan Main Road Tol Serang - Panimbang Paket 1 terletak pada Kecamatan Cileles kabupaten Lebak Provinsi Banten. Proyek Pembangunan Main Road Serang-Panimbang Paket 1 ini adalah proyek dari PT. Wijaya Karya. Dalam Jalan daerah yang dapat menghubungkan jalan Timur – Barat dan jalan Utara – Selatan adalah Proyek Pembangunan Main Road Serang–Panimbang Paket 1. Sebagai pemilik (Project Owner), Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga berencana membangun Jalan Tol yang menghubungkan Serang - Panimbang Paket 1 dengan item pekerjaan lain, seperti jalur Main Road. Dalam penggunaan alat berat yang seiring digunakan dalam pekerjaan penggalian, seperti bulldozer, vibrator roller, dump truck, dan excavator.

Proyek Pembangunan Main Road Serang-Panimbang Paket 1 melakukan sebuah percepatan untuk keterlambatan proyek dan dapat segera dioperasikan. Dalam seiring jam kerja dan menggunakan alat berat tersedia khusus pada tenaga kerja merupakan pengganti yang dipekerjakan (Pekerjaan Tanah).

Penelitian terdahulu oleh Widya Kisworo dan Handayani, 2017 mengenai Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* dengan Penambahan Jam Kerja Lembur dan Jumlah Alat Berat (Studi Kasus Jalan Tol Semarang – Solo). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, Untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan menambah biaya rendah, dengan perbandingan alternatif yang melakukan secara efisiensi.

Menurut Respati Et Al., 2021 mengenai Kajian Percepatan Proyek Dengan Metode *Time Cost Trade Off* pada proyek Pembangunan Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Seksi V. Berdasarkan penelitian yang melakukan kecepatan yang menggunakan penambahan jam kerja lembur diperoleh biaya efisiensi biaya proyek 0.47% dan efisiensi waktu proyek 55.48%.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian melakukan perhitungan pada pekerjaan tanah dengan menganalisis menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (Pertukaran biaya dan waktu), agar dapat mengetahui antara perbandingan waktu normal durasi dengan percepatan waktu dalam penambahan jam kerja dan jumlah alat berat. Pada proyek pembanguna Main Road Serang-Panimbang Paket 1 dilaksanakan dengan mempercepat proses melaksanakan proyek pembangunan ini dengan khusus objek penelitian pekerjaan Main Road.

Dengan keterbatasan tenaga kerja maka alternatif yang dapat menggunakan untuk kecepatan dalam kegiatan yaitu dengan penambahan pada jam kerja sehingga dapat mempengaruhi dengan biaya total proyek. Yang perlu diperhatikan tentang dalam jaringan kerja serta antara hubungan waktu dan biaya.

Jadi berdasarkan latar belakang diatas,peneliti untuk meneliti kapasitas jam kerja dan beberapa alat berat. Adapun judul penelitian yang diambil yaitu “Analisis Percepatan Proyek Pembangunan Main Road Serang-Panimbang Paket 1 Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* Dengan Penambahan Jam Kerja dan Jumlah lat Berat Untuk Pekerjaan Tanah”.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan penelitian, perumusan masalah yang akan dibahas dalam rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah waktu dan biaya pelaksanaan proyek, khusus pekerjaan tanah setelah dilakukan percepatan dengan menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*?
2. Berapakah penambahan jam kerja proyek di pekerjaan tanah sesudah dilakukan percepatan dengan analisis Metode *Time Cost Trade Off*?
3. Berapakah jumlah alat berat dalam menyelesaikan pekerjaan tanah sesudah dilakukan dengan menggunakan analisis Metode *Time Cost Trade Off*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam peneliti ini yang khusus pada pekerjaan tanah adalah:

1. Untuk mengetahui waktu dan biaya pelaksanaan proyek yang khusus di Pekerjaan Tanah setelah dilakukan percepatan dengan menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*.
2. Untuk mengetahui penambahan jam kerja proyek di pekerjaan tanah sesudah dilakukan percepatan menggunakan Analisis *Time Cost Trade Off*.
3. Untuk mengetahui jumlah kapasitas alat berat yang digunakan pekerjaan tanah untuk menyelesaikan proyek sesudah di analisis menggunakan metode *Time Cost Trade Off*.

1.4 Batasan Masalah

Ditinjau dari rumusan masalah, Adapun dalam penelitian ini memiliki tujuan yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan pada pekerjaan Proyek Pembangunan Main Road Tol Serang-Panimbang Paket 1, menganalisis pada khusus pekerjaan tanah dari durasi normal dengan penambahan jam kerja dan jumlah alat berat yang dibutuhkan.
2. Durasi normal pekerjaan sesuai dalam Curva S (Pekerjaan Tanah).
3. Penelitian ini ditinjau pada Pekerjaan Tanah.
4. Penelitian ini meninjau alat berat pada pekerjaan yang paling dibutuhkan.
5. Penelitian ini hanya dilakukan pada STA 45 + 675 s/d STA 50 + 677.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun di dalam manfaat ini yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Sebagai pertimbangan dan pemasukan dari teori yang sudah ada, dapat memberikan pengarahannya dengan sesuai untuk menganalisis percepatan Pembangunan Main Road Tol Serang – Panimbang Paket 1.
2. Memperluas pengetahuan dalam teori ilmu manajemen, khususnya pada hal penambahan jam kerja, jumlah alat berat dengan menggunakan pertukaran biaya dan waktu atau bisa disebut metode (*Time Cost Trade Off*).
3. Mengetahui dan memperluas teori dengan adanya analisis percepatan proyek pembangunan main road dengan waktu yang ditentukan oleh pihak terkait. Yang dapat menyimpulkan apakah dibutuhkan penambahan jam kerja dan jumlah alat berat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Percepatan Waktu Proyek

Adapun alasan untuk menyelesaikan proyek yang dijadikan dasar pengurangan dalam durasi proyek. Dalam suatu alasan yang paling umum adalah waktu dapat dikenal sebagai “Tanggal Jatuh Tempe Proyek”. Batas waktu proyek yang sudah pasti ini merupakan hasil dari pernyataan pimpinan manajemen atau perusahaan terhadap banyaknya karyawan dalam proyek yang dikerjakan pada tim yang akan diselesaikan dengan tanggal yang sudah ditentukan.

Jika waktu menyelesaikan proyek lebih lama dari biasanya, proyek tertunda yang mengartikan biaya dapat meningkat dan menggunakan sumber daya yang tidak efisien. Jika durasi dipercepat dengan durasi penyelesaian yang lebih lama singkat seperti biasanya, biaya juga dapat meningkat dikarenakan sumber daya ditambahkan kebutuhan yang ada dalam kondisi ini, dorong program terhadap fungsi dijalur kritis.

Percepatan waktu penyelesaian proyek merupakan upaya untuk menyelesaikan pada kondisi normal. Dalam keadaan yang sudah ditentukan dengan umur estimasi pembangunan dan rencana dalam proyek berbeda. Durasi proyek yang diharapkan ditentukan oleh jalur kritis dengan waktu aktivitas dan aktivitas yang membentuk jalur tertentu. Meskipun durasi rencana pembangunan ditentukan oleh kebutuhan di dalam manajemen atau ulasan lainnya.

Akselerasi memiliki empat faktor yang terdapat mengoptimalkan untuk mempercepat suatu dalam proyek antara lain, penambahan pada jam kerja, penambahan beberapa karyawan, menggunakan alat berat dan perubahan metode

dalam konstruksi sesuai dengan yang ada di lapangan. Mempercepat durasi proyek menyebabkan perubahan biaya dan waktu, antara lain durasi normal, durasi crash, normal cost, crash cost.

Percepatan dilakukan dengan alasan tertentu untuk mengatasi keterlambatan proyek. Jika diinginkan jadwal proyek yang dipercepat, sumber daya seperti jam tambahan, material, peralatan, atau lembur yang dijadwalkan secara alami lembur tumpang tindih dengan dana tambahan, dengan tujuan menciptakan jadwal lembur secara alami tumpang tindih dengan peningkatan pendanaa. Tujuan untuk mempersingkat penyelesaian proyek pembangunan dengan pertumbuhan biaya yang sangat minimal.

Ada beberapa alasan untuk percepatan durasi proyek. Misalnya, tekanan persaingan global, motivasi pelaksanaan proyek jika proyek lebih cepat selesai kesalahan desain, kesalahan konstruksi dan kerusakan mesin atau peralatan dapat menjadi alasan mempersingkat durasi proyek. Namun biaya mempersingkat durasi proyek ini terkadang melebihi biaya rencana sebelumnya.

Dengan mempercepat penyelesaian proyek dan menghindari waktu tenaga kerja, tujuannya adalah untuk meminimalkan biaya tambahan yang muncul. Selain itu, perlu dicatat bahwa operasi berada di jalur kritis. Jika asset di eksekusi dalam operasi yang tidak berada di jalur kritis, total waktu persiapannya tidak kurang. Jadi suatu pelaksanaan percepatan proyek adalah salah satu yang harus dilakukan pada suatu proyek konstruksi mengalami keterlambatan waktu dan biaya, sehingga tidak menjadi keterlambatan terhadap suatu pekerjaan yang dilaksanakan.

2.2 Rencana Anggaran Biaya

Anggaran biaya konstruksi merupakan menghitung total biaya material dan gaji yang sangat diperlukan serta biaya-biaya pada lainnya yang berkaitan dalam konstruksi atau melaksanakan dalam sebuah proyek.

Aktivitas dalam evaluasi biasanya dilakukan terlebih dahulu meninjau rencana serta dalam spesifikasi. Berdasarkan uraian rencana tersebut, nantinya diketahui yang sesuai kebutuhan material yang digunakan, Adapun persyaratan mutu bangunan sudah ditentukan spesifikasinya.

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah menghitung jumlah nominal anggaran biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan bangunan dibidang konstruksi. Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah menghitung banyaknya biaya yang digunakan untuk bahan dan upah serta biaya lain, yang berhubungan dengan pelaksanaan pembangunan proyek. Secara umum perhitungan RAB dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$RAB = \epsilon x (Volume x Harga Satuan Pekerja) \dots\dots\dots(2.1)$$

Tujuan dari perhitungan anggaran biaya ini merupaka untuk diketahui biaya yang dibutuhkan dalam tempat kerja (pengelolaan biaya), menghindari keterlambatan dan terhentinya pekerjaan, meminimalkan kerugian biaya yang mungkin akan terjadi selama pelaksanaan aktivitas. Perhitungan dan evaluasi, implementasi sebagian besar di dasari pada gambar dan spesifikasi sebagai berikut.

- a. Metode satuan merupakan metode harga tunggal berdasarakan persamaan fungsional proyek pembangunan yang akan direalisasikan.

- b. Metode satuan merupakan metode harga tunggal berdasarkan persamaan fungsional proyek pembangunan yang akan direalisasikan.
- c. Metode kubik merupakan metode biaya satuan berdasarkan biaya satu meter kubik dalam bangunan.
- d. Metode Rencana Anggaran Biaya adalah estimasi harga pekerjaan yang paling komprehensif, namun biasanya dilakukan setelah proyek selesai dan terperinci

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

Pertukaran waktu dan biaya merupakan proses yang bijaksana sistematis, serta analitis semua aktivitas proyek dengan fokus pada aktivitas di jalur kritis. Kemudian dilakukan kompresi mulai dari jalur kritis dengan kecuraman biaya terendah.

Analisis Time Cost Trade Off merupakan proses disengaja, sistematis, dan analitis menguji semua dalam aktivitas pembangunan proyek, yang khusus pada kegiatan di jalur kritis. Untuk setiap operasi jaringan, ditampilkan dua nilai waktu saat akselerasi terjadi, sebagai berikut:

1. Durasi Normal

Durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas dengan menggunakan sumber daya yang sudah dianggarkan dalam biaya konstruksi proyek tersebut.

2. Crash Duration

Durasi yang diperlukan untuk mengurangi waktu lebih pendek dari durasi normal.

Metode pertukaran biaya dan waktu juga dapat menggunakan untuk mempersingkat jadwal agar menghasilkan pekerjaan yang lebih menguntungkan dari biaya, waktu atau yang didapatkan. Tujuannya adalah mempersingkat pekerjaan ke durasi dapat menerima dan meminimalkan total biaya konstruksi. Waktu di proyek di persingkat dengan memilihkan kegiatan tertentu. Langkah– Langkah yang dapat melakukan metode pertukaran biaya dan waktu dengan penambahan pada jam kerja adalah:

- a. Menghitungkan durasi penyelesaian pembangunan konstruksi dan mengidentifikasi pembangunan proyek dan mengidentifikasi dalam kosaran normal.
- b. Menghitung beban kerja untuk setiap pekerjaan, untuk mempercepat waktu pelaksanaan.

Sumber daya dalam perencanaan konstruksi selain variable waktu dan sumber daya variable biaya memegang peranan yang dibutuhkan, biaya adalah bagian dibutuhkan dari manajemen, biaya yang dihasilkan dengan meminimalkan.

Dalam mengelola biaya harus diperhatikan waktu, dikarenakan ada hubungan era antara durasi penyelesaian konstruksi yang bersangkutan. Dari uraian diatas yang perlu diperhatikan prosedur mempersingkat waktu adalah:

1. Menghitungkan waktu penyelesaian proyek. Mengidentifikasi pelampungan dan menentukan lintasan.
2. Menetapkan harga standar setiap pekerjaan.
3. Menentukan biaya percepatan setiap komponen pekerjaan.

4. Menghitung biaya setiap komponen pekerjaan.
5. Mengurangi waktu pengerjaan pekerjaan kritis dengan biaya yang serendahny.
6. Setiap kali pekerjaan selesai, ada pelampung untuk memperpanjang waktu kerja guna menekan biaya.
7. Jika percepatan waktu desain membentuk lintasan kritis baru, percepatan fungsi kritis dengan sudut kemiringan terkecil mendekati kemiringan.
8. Dalam mempersingkat waktu pengerjaan menjadi titik proyek (TPD).
9. Memuat tabel biaya waktu, diagram dan wakili hubungan grafik normal (biaya dan waktu normal), setiap kali dititik berbentuk untuk memperpendek pekerjaan ke titik (TDP).
10. Menghitung tidak biaya langsung dan langsung proyek, dpat membuat diagramnya.
11. Menjumlahkan biaya overhead untuk mendapatkan total biaya proyek dengan yang sesuai.
12. Memeriksa grafik total biaya proyek agar optimal adalah durasi untuk menyelesaikan proyek dengan biaya minimum.

Dengan mempercepat penyelesaian proyek, tujuannya adalah untuk menekan kenaikan serendah mungkin dengan mempersingkat waktu operasional. Pengendalian biaya dicapai melalui biaya langsung, karena biaya ini yang meningkat seiring dengna berkurangnya lead time, sedangkan biaya tidak langsung menurun karena waktu penyelesaian proyek lebih cepat. Namun seringkali proyek tersebut perlu menyelesaikan agar lebih cepat dari pada durasi biasanya. Dengan ini, manajer menghadapi permasalahan bagaimana percepatan penyelesaian

pembangunan proyek dengan biaya terendah. Diperlukan mempelajari hubungan antara biaya dan waktu terlebih dahulu.

Analisis *Time Cost Trade Off* biaya waktu, karena durasi menyelesaikan konstruksi biaya yang dapat dikeluarkan juga bisa berubah.. Waktu penyelesaian proyek sapat dipercepat dengan beberapa cara. Adapun berbagai cara tersebut sebagai berikut:

a. Menambah kapasitas jam kerja dan lembur

Waktu kerja dapat dilakukan dengan cara menambahkan jumlah jam kerja tanpa menambah tenaga kerjanya. Tujuan ini adalah menambah kapasitas satu hari sehingga tugas dapat diselesaikan lebih cepat. Waktu kerja harus mempertimbangkan durasi kerja orang pada dalam satu hari.

b. Menambahkan tenaga kerja

Menambah tenaga kerja bertujuan untuk menambah pegawai suatu pekerjaan melakukan kegiatan tersebut, tanpa penambah jam kerja. Saat menambah karyawan, harus memperhatikan apakah ruang lingkup kerja kosong yang sempit atau luas, karena menambahkan pekerjaan pada suatu pekerjaan tidak dapat menghalangi Penggunaan pekerjaan untuk kegiatan lain yang berlangsung pada waktu yang bersamaan. Selain itu, pengawasan harus seimbang dikarenakan ruang lingkup kerja yang sempit dan kurangnya pengawasan mengurangi produktivitas karyawan.

c. Pergantian atau menambahkan alat

Menambahkan peralatan bertujuan meningkatkan aktivitas. Oleh karena itu, dicatat bahwa ada biaya tambahan langsung untuk mobilitas dan probabilitas peralatan. Waktu proyek dipersingkat secara mengganti peralatan untuk produktivitas yang lebih efisien. Pertimbangan harus diberikan pada luas lahan diberikan pada luas untuk menyediakan peralatan dan dampaknya ke produktivitas jam kerja.

d. Peningkatan sumber daya manusia yang berkualitas

Tenaga kerja yang berkualitas berarti produktif, efisien, dan menghasilkan baik. Mempekerjakan tenaga ahli memungkinkan operasi cepat diselesaikan.

e. Menggunakan metode konstruksi yang efisien

Metode konstruksi berkaitan erat pada pengolahan sistem jam kerja dan pelaksanaan sumber daya manusia yang diperlukan. Ada salah satu cara untuk melaksanakan hal tersebut adalah dengan menambah jumlah tenaga kerja melalui kerja shift kerja. Shift kerja memungkinkan adanya satuan kerja pagi sampai sore yang berbeda dengan satuan kerja siang sampai sore.

Kompresi hanya terjadi untuk fungsi fungsi pada jalur kritis. Langkah perlu diperhatikan yang diringkas dalam pekerjaan sebagai berikut:

1. Menyiapkan penjadwalan proyek secara dituliskan perkiraan biaya setiap kegiatan.
2. Packing pada kegiatan yang berada dititik rendah dan memiliki biaya paling rendah.
3. Mengatur penjadwalan proyek.

4. Mengulang pada point dua jika terdapat titik rendah, maka selanjutnya melakukan sama-sama pada jalur rendah.
5. Menghentikan fase kompresi ketika terdapat satu jalur kritis, fitur tidak dapat dikompresi untuk mengendalikan biaya.

Dengan demikian, penyelesaian kegiatan konstruksi dapat memerlukan tenaga kerja yang rendah dan waktu menyelesaikan yang optimal sehingga kegiatan dapat menyelesaikan tenggat waktu. Jika perlu menyelesaikan dengan cepat, peningkatan tenaga kerja memungkinkan durasi pembangunan dikurangi menjadi durasi secara normal, namun biaya dihasilkan bahkan secara tinggi. Namun, dengan mempercepat menyelesaikan pembangunan dan mempersingkat waktu operasional, tujuan yang dapat dicapai adalah menekan sesedikit mungkin kenaikan biaya.

2.4 Alat Berat Konstruksi

Alat berat merupakan peralatan besar yang direncanakan dalam pekerjaan konstruksi misalnya pembangunan jalan, pekerjaan tanah, pembangunan rumah, pertambangan, dan perkebunan. Keberadaan infrastruktur dan pemetaan hasil tambang. Banyak untung alat berat yaitu waktu yang cepat, kapasitas tinggi, dan seterusnya.

Penggunaan alat berat yang tidak sesuai situasi tempat kerja akan mengakibatkan kerugian seperti rendahnya produksi, kegagalan memenuhi jadwal atau target, atau hilangnya perbaikan biaya yang wajar. Oleh karena itu, sebelum ditentukan jenis dan peralatan diperlukan memahami cara kerjanya.

Alat berat adalah alat yang penting dalam proyek konstruksi terutama dalam proyek yang besar. Tujuannya adalah meringankan pekerjaan dan mempercepat durasi penyelesaian proyek.

Pemilihan dalam pengendalian dan pengolahan alat berat merupakan proses perencanaan, pengorganisasian, administrasi, pengelolaan proses yang sesuai dengan tujuan kerja yang ditetapkan untuk alat berat tersebut. Berikut ini faktor yang harus dipahami saat menggunakan alat berat agar tidak terjadi kesalahan saat memilih alat berat, yaitu:

- a. Jenis fungsi alat yang akan dilakukan.
- b. Kemampuan perangkat.
- c. Sistem operasional.
- d. Batasan yang digunakan.
- e. Biaya.
- f. Jenis pembangunan.
- g. Lokasi pembangunan.
- h. Macam tanah dan dukung daya tanah.

Keuntungan – keuntungan alat berat adalah:

- a. Durasi mengerjakan lebih optimal atau lebih cepat.
- b. Percepatan progress melaksanakan proyeksi konstruksi, jika kegiatan itu ditujukan untuk penyelesaian.
- c. Tenaga kerja adalah pelaksanaan macam-macam proyek yang tidak dapat dilaksanakan oleh sumber daya manusia.

- d. Ekonomis, yaitu faktor yang efisien mempunyai keterbatasan dalam kerja, dan faktor yang lainnya.
- e. Kualitas proyek lebih baik lagi.

2.4.1 Excavator

Excavator merupakan alat yang memutar bagian atasnya pada garis keatas ke bawah, termasuk sistem roda, pada saat alat berat ini berada di atas roda (dipasang pada truck), arah pengoperasian alat pelengkap tidak searah dengan sumbu longitudinal pada proyeksi pusat gravitasi alat yang dibebani sering kali ada dalam sistem roda. Terletak di luar pusat gravitasi sistem kendaraan, yang dapat menyebabkan mesin terbalik



Gambar 2. 1 *Alat Berat Excavator*
Sumber: Hasil Penelitian

2.4.2 Dump Truck

Dump Truck merupakan angkutan jarak dalam jangkauan terbatas, amak jalan dapat melalui berupa tanjakan, turunan, ataupun jalan datar. Menumpangi dump truck di jalan perbukitan membutuhkan pengemudi yang terampil. Pengemudi harus bertindak menurunkan kapasitas ketika alat berat menjadi tidak mungkin beroperasi pada kecepatan maksimik. Sebab itu, harus melakukan tipper bergerak ke belakang. Hal ini untuk mencegah dump truck mundur karena tidak bisa naik jika terlambat turun. Saat berkendara menuruni tanjakan, sebaiknya pertimbangkan juga untuk menggunakan gigi rendah, karena kebiasaan berkendara dengan kecepatan tinggi hanya dengan rem sangat berbahaya dan bisa berakibat buruk.

Dump truck adalah alat berat yang mengangkut barang material atau bisa juga berfungsi untuk perpindahan material dari tempat ke tempat yang lain. Sedangkan truck mengangkut material seperti tanah, pasir, kerikil, atau hasil tambang lainnya.



Gambar 2. 2 Alat Berat Dump Truck
Sumber: Hasil Penelitian,

2.4.3 Bulldozer

Bulldozer merupakan alat yang untuk mengurangi rongga diantara aprtikel ditanah sehingga dalam kapasitas yang diangkut menjadi lebih minimal. Pada proses yang melakukan ini dengan pemadatan pada bulldozer. Sebab itu, suatu dalam permukaan maka secara tidak langsung, material yang berada diatasnya akan menjadi padat, apalagi alat berat itu melewati permukaan tersebut



Gambar 2. 3 Alat Berat Bulldozer
Sumber: Hasil Penelitian

2.4.4 Vibrator Roller

Vibrattor Roller merupakan alat beratt berfungsi proses mengurangi padatnya tanah dapat dilakukan bermacam pemadatan yang sesuai pada jenis tanah dengan menggunakan cara metode getaran. Alat ini sangat bermanfaat membuat permukaan tanah yang menjadi padat dan optimal. Vibrator roller bisa digunakan untuk pekerjaan konstruksi yang berskala kecil maupun besar. Adapun fungsi dalam vibrator roller yaitu memadatkan struktur permukaantanah yang menahan beban agar lebih kuat, dapat digunakan penggilas aspal beton supaya pembangunan jalan raya bisa merata.



Gambar 2. 4 Alat Berat Vibrator Roller
Sumber: Hasil Penelitian

2.4.5 Motor Grader

Motor Grader merupakan mesin yang dapat berfungsi untuk menghaluskan tanah permukaan dan mencampur berbagai bahan menjadi satu. Grader dapat digunakan untuk berbagai tugas, seperti meratakan tanah dan membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan. Grader sering digunakan dalam proyek jalan dan pemeliharaan dan juga sangat mobile, yang artinya sering digunakan dalam proyek aerodrome.

Motor grader merupakan alat mesin yang membantu memadatkan tanah, ini juga dapat digunakan untuk mertakan tanah dan memperluas material yang ringan, untuk membentuk tnah menjadi permukaan. Hal ini dapay digunakan untuk membuat lubang dan memecah gundukan. Motor grader memiliki beberapa keunggulan, antara lain kemampuan untuk menambah atau membuang material sebelum memadatkannya.

Sistem penggerak mencakup satu set ban, rangka atau bagian penghubung diantaranya yang disebut dengan papan cetakan. Bagian penggerak bergerak dan berputar. Cincin penggerak inilah yang membantu papan cetakan bergerak dan berputar. Kemudian cetakan mengeksekusi permukaan tanah, bahan dapat dihancurkan untuk mesin sacrifie dan bergigi.

Motor grader bisa juga disebut dengan jenis alat berat yang digunakan untuk membentuk jalan sebelum konstruksi lainnya selesai. Grader akan bergerak di atas tanah dan membuat bentuk yang diinginkan di jalan. Itu juga dapat digunakan untuk membangun lapang golf, membangun truck balap, dan jenis proyek lainnya.



Gambar 2. 5 Alat Berat Motor Grader (John Deere, 2013)

2.5 Perhitungan Alat Berat Yang Digunakan

2.5.1 Excavator

- a. Produktivitas excavator dapat menghitung dalam persamaan dibawah ini:

$$O = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1 \times Fk} \dots\dots\dots (2.2)$$

Atau dengan menggunakan rumus :

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cms} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

Q = Produktivitas Perjam (m/jam)

V = Kapasitas bucket

Fb = Faktor bucket

Fea = Faktor Efisiensi Alat

Fpb = Faktor pengembangan bahan

Tsl = Waktu siklus (detik)

Q = Produktivitas Per Siklus (m³)

Ek = Efisiensi Kerja

Produktivitas per siklus

$$q = ql \times k \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

ql = Kapasitas Bucket

K = Faktor Bucket

b. Waktu Siklus

Siklus kerja adalah Gerakan dalat yang mulai dari Gerakan awalnya hingga kembali lagi ke gaya gerakanya. Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan untuj menyelesaikan satu siklus kerja.

$$Cms = \text{Waktu Gali} + \text{Waktu Putar dikali 2} + \text{Waktu Buang} \dots\dots\dots (2.5)$$

Tabel 2. 1 Factor Kedalaman Galian

Kedalaman	Keadaan galian			
	Ringan	Rata - arat	Agak sulit	Sulit
Dibaawah 40 %	07	0.9	1.1	1.4
2 – 4 m	0.8	1.0	1.3	1.6
> 4 m	0.9	1.1	1.5	1.8

Sumber : Rochmandi, 1985

Tabel 2. 2 Waktu Galian (Detik)

Kedalaman	Keadaan galian			
	Ringan	Rata - arat	Agak sulit	Sulit
0 s/d 2 m	6	12	15	26
2 s/d 4 m	7	11	17	28
> 4 m	8	13	19	30

Sumber : Rochmandi, 1985

Tabel 2. 3 Waktu Untuk Swing (Detik)

Sudut Putar (derajat)	Waktu Putar
45 s/d 90	4 s/d 7
90 s/d 180	5 s/d 8

Sumber : Rochmandi, 1985

Tabel 2. 4 Waktu Untuk Dibuang (Detik)

Kondisi Pemuatan		Faktor
Ringan	Menggali dan muatan dari stockpile atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam bucket. Pasir, tanah berpasir, tanah kolodial dengan kadar air sedang.	1.0 – 0.0
Sedang	Menggali dan memuat stockpile lepas dari tanah yang sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hamper munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran, tanah liat, grevel yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat grevel langsung dari bukit grevel asli	0.8 – 0.6
Agak	Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah kolodial liat. Tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah du stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut.	0.6 - 0.5
Sulit	Bongkahan batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan aruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batuan bundar, pasir campur batu-batu bundar, tanah berpasir, tanah campur dengan bucket.	0.5 – 0.4

Sumber : Rochmandi, 1985

2.5.2 Dump Truck

- a. Produktivitas per jam total dari dump truck yang diperjakan pekerjaan dengan rumus sebagai berikut:

$$Kp = \frac{v \times Fa \times 60}{Fk \times Ts} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

Kp = Kapasitas produktivitas

Kb = Kapasitas Bak

Fpb = Faktor Pengembangan Bahan

Fea = Faktor efisiensi alat

Tsl = Waktu Siklus

Atau menggunakan rumus yang dapat dihitung sebagai berikut:

$$Kp = \frac{q \times 3600 \times E}{Cms} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

Kp = Produksi per jam (m³/jam)

Cdt = Kapasitas Dump Truck (m³)

Tsd = Waktu siklus dump truck (menit)

Ekd = Efisien kerja dump truck

- b. Kapasitas Vessel

$$C = n \times q \times Fb \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

Cv = Kapasitas vessel

Nrp = Jumlah rit pengisian

Q_b = Kapasitas Bucket (m^3)

F_b = Faktor bucket

c. Waktu Siklus

Waktu siklus (C_m) dapat diperoleh sebagai berikut:

$$C_t = h + j + W_p + W_k \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

H = Waktu menumpah (menit)

J : Waktu Menunggu (menit)

W_p : Waktu Pengangkut (menit)

W_k : Waktu Kembali (menit)

W_m : Waktu Muat Material (menit)

Waktu dalam siklus (T_{ws}) dapat memperoleh dalam persamaan sebagai berikut:

$$C_m = n \times C_{ms} + \frac{D}{v_1} + \frac{D}{v_2} + t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.10)$$

$$n = \frac{c^1}{q^1 \times k} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

N =jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat dump truck

c^1 = kapasitas rata – rata dump truck (m^3).

q^1 = kapasitas bucket pemuat (m^3).

T_{sl} = waktu siklut (menit).

D = jarak angkut dump truck (m).

V_1 = kecepatan rata – rata dump truck bermuatan (m/menit).

V_2 = kecepatan rata – rata dump truck kosong (m/menit)

t1 = waktu buang + waktu stand by sampai pembuangan mulai

Tabel 2. 5 Waktu Bongkaran Muatan (t1)

Keadaan Operasional Kerja	Baik	Sedang	kurang
Buang Waktu (menit)	0.5 s/d 0.7	1.0 s/d 1.3	1.5 s/d 2.0

Sumber: Rochmandi, 1985

Tabel 2. 6 Waktu Tunggu dan Tunda (t2)

Keadaan Operasional Kerja	Baik	Sedang	kurang
Buang Waktu (menit)	0.1 s/d 0.2	0.25 s/d 0.35	0.4 s/d 0.5

Sumber :Rochmandi, 1985

Dengan ini, jumlah alat dan jenis alat berat digunakan harus diatur untuk mencapai efektifitas dan efisiensi yang lebih tinggi. Hal umum kapasitas alat berat dapat menghitung dalam rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{\text{Produksi Excavator}}{\text{Produksi Dump Truck}} \dots\dots\dots(2.12)$$

2.5.3 Bulldozer

a. Kapasitas produksi menghitung dalam persamaan sebagai berikut :

$$KP = \frac{Lh \times B \times Fa \times 60}{n} \dots\dots\dots (2.13)$$

b. Dalam Volume satuan material yang dipadatkan (m³/jam)

$$KP = \frac{b \times v \times t \times 1000}{Fk \times n} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana :

KP = Kapasitas Produktivitas

Ph = Panjang Hamparan

Lekb = Lebar efektif kerja blade

Fea = Faktor efisiensi alat

Tsl = Waktu siklus

- t = Ketebalan material yang dipatkan setiap jalur
- v = Kecepatan kerja (m/menit)
- n = Jumlah passing

c. Produksi per jam menggunakan rumus dibawah ini:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{cms} \text{ m}^3/\text{jam} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

Q = Produksi Per Jam (m^3/jam)

Prl = Produktivitas Per Siklus (m^3)

Tsl = Waktu Siklus (menit)

Fa = Factor efisiensi alat

E = Efisiensi kerja

Adapun menghitung dalam produktivitas alat berat merupakan tabel yang tergantung dari lebar dan faktor pekerjaan dengan jenis dipakai, dapat diperlukan untuk percepatan waktu kerja.

Tabel 2. 7 Lebar Kerja Pematatan

JENIS ALAT	LEBAR ALAT
Tipe gilas mata dam	Lebar roda gerak = 0.2 m
Mesin gilas tendem	Lebar roda gerak = 0.2 m
Compactor tanah	(Lebar roda gerak 2x) = 0.2 m
Mesin gilas roda ban	Jarak antara sisi dari ban paling luar = 0.3 m
Mesin gilas getar dan besar	Lebar roller = 0.2 m
Bulldozer	(Lebar trckshoe x 2) = 0.2 m
Mesin gilas yang kecil	Lebar roller = 0.1 m

Sumber: Rochmanhadi, 1985

Tabel 2. 8 Kecepatan Kerja

JENIS ALAT	KECEPATAN KERJA
Mesin gilas roda besi	± 2 km/jam
Mesin gilas roda ban	± 2.5 km/jam
Mesin gilas getar	± 1.5 km/jam
Mesin gilas kaki kambing	± 20 mil/jam
Compactor tanah	$\pm 4 - 10$ km/jam
tamper	± 1.0 km/jam

Sumber: Rochmanhadi, 1985

Setiap Ketebalan lapisan pemadatan menyesuaikan pada hasil pemadatan atau spesifikasi (menyesuaika hasil akan dilakukan). Namun, untuk memudahkan perhitungan produksi umumnya setiap ketebalan lapisan padat yang biasanya mengambil 0.2 – 0.5 m. Lintasan passing menyesuaikan pada data Teknik atau ketebalan struktur yang dikehendaki. Sebab itu, jumlah lajur ditentukan berdasarkan hasil pengujian tingkat kepadatannya

d. Waktu siklus

Waktu siklus yang dibutuhkan untuk Bulldozer menyelesaikan satu siklus tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan dan kondisi lapangan. menggunakan rumusan dibawah ini:

$$C_m = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \text{ (menit)} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

Ja = Jarak Angkut (m)

V_m = Kecepatan Mau (m/menit) 0.75 x kec.max.

V_m = Kecepatan mundur (m/menit) 0.85 x kec.Max.

- Percepatan kemajuan dan percepatan mundur. Percepatan kemajuan sekitar 1 sampai 2 km/jam dan percepatan mundur sekitar 2 sampai 3 km/jam dapat menjadi perkiraan umum.
- Diperlukan waktu sekitar 0,1 menit untuk mengganti persneling dengan tongkat tunggal, sementara waktu yang diperlukan untuk mengganti persneling dengan tongkat ganda sekitar 0,20 menit..

Adapun menghitung produksi siklus sebagai berikut:

$$q = q \times H^2 \times a \text{ m}^3/\text{jam} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana:

Q = produksi per siklus (m^3).

Ls = lebar sudut/blade (meter).

Hs = tinggi sudut/blade (meter).

As = faktor sudut/blade.

Tabel 2. 9 Factor sudut

Klarifikasi	Derajat Pelaksanaan Penggusuran	Faktor Sudut
Ringan	Penggusuran dapat dilaksanakan dengan sudut penuh tanah lepas : kadar air rendah, tanah berpasir tak dipadatkan, tanah biasa, bahan/material untuk timbunan persediaan (stockpile)	1.1 s/d 0.9
Sedang	Tanah lepas, tetapi tidak mungkin menggusur dengan sudut penuh : tanah bercampur kerikil, pasir, dan batu pecah.	0.9 s/d 0.7
Agak Sulit	Kadar air dan tanah liat, pasir bercampur kerikil, tanah liat yang sangat kering dan tanah asli	0.7 s/d 0.6
Sulit	Batu-batu hasil ledakan, batu-batu berukuran besar.	0.6 s/d 0.4

Sumber: Rochmanhadi, 1985

2.5.4 Vibrator Roller

- a. Produksi Vibrator roller yang dapat menggunakan sebagai berikut:

$$Kp = \frac{v \times 100 \times b \times t \times Fa}{n} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana:

Qp = Kapasitas Produktivitas

Va = Kecepatan alat

be = Lebar efektif kerja pemadatan

np = jumlah passing

Fea = Faktor efisiensi alat

Atau menggunakan rumus persamaan dibawah ini:

$$Q = \frac{W \times L \times S}{P} \dots\dots\dots (2.29)$$

Dimana:

P = Produksi per jam (m³/jam)

W = lebar Pemadatan dalam satu laluan

L = Tebal lapisan (inch atau mm)

S = kecepatan rata-rata (mph atau km/jam)

Jk = Jumlah pass yang diperlukan untuk kepadatan tertentu.

2.5.5 Motor Grader

Produktivitas motor grader menghitung sesuai jarak yang ditempuh antar jamnya pada bangunan proyek konstruksi tersebut. Sedangkan pada konstruksi yang lain, perhitungan produktivitas alat ini adalah perluasan area per jam. Durasi (jam) yang membutuhkan untuk menyelesaikan konstruksi pekerjaan pembangunan bisa menghitung sebagai berikut:

a. Produktivitas Motor Grader

$$KP = \frac{Lh \times B \times t \times 60}{n \times Ts} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana:

Kp = Kapasitas Produktivitas.

Lh = Panjang Hamparan.

B = Lebar Efektif kerja Blade.

N = Jumlah Passing.

t = Tebal Hamparan padat.

Ts = Waktu Siklus

b. Waktu Siklus

$$Ws = w1 + w2 \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana :

$$W1 = \frac{L}{V \times 1000 \times 60}$$

2.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Alat Berat

Dengan memilih alat berat yang melakukan pada pekerjaannya, terhadap rencana dan jumlah kapasitas alat yang sangat menentukan. Karena tidak semua alat digunakan untuk proyek konstruksi, sehingga memilih alat yang tepat sangatlah penting. Jika kejadian pada kesalahan dalam memilih alat berat, maka pelaksanaannya akan tertunda, biaya akan meningkat dan hasilnya tidak sesuai dalam rencana.

Saat memilih alat yang dibutuhkan, Adapun yang diperhatikan agar tidak terjadi kesalahan saat memilih alat tersebut. Faktor – faktor tersebut:

1. Fungsi yang harus terlaksanakan. Alat berat dapat dikelompokkan berdasarkan dalam kegunaannya.
2. Kapasitas alat. Memilih alat berdasarkan dengan berat material dan total volume yang dikerjakan dan diangkut. Kapasitas alat yang tetap dipilih menyesuaikan sehingga aktivitas dapat terselesaikan tepat waktu.
3. Cara operasional. Alat berat yang akan dipilih dengan kecepatan, frekuensi Gerakan, jarak Gerakan, arah (orizontal maupun vertical).
4. Batasan dari metode yang digunakan. Batasan dapat mempengaruhi memilih alat konstruksi yaitu biaya, pembongkaran, dan peraturan lalu lintas. Metode konstruksi digunakan untuk membuat memilih alat yang berubah.
5. Biaya. Biaya peralatan, biaya operasional, sewa peralatan dan pemeliharaan adalah faktor yang dianggap penting dalam pemilihan alat berat.
6. Macam proyek. Adapun macam proyek menggunakan alat berat konstruksi.

2.7 Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas diartikan antara input dan output atau diartikan sebagai hasil produktivitas dari menggunakan sumber daya yang ada. konstruksi setiap proses terjadi rasio produktivitas menjadi biaya material, metode, biaya tenaga kerja dan alat. Salah satu sumber daya yang tidak dapat dikelola yaitu tergantung kesuksesan proyek konstruksi pada pengolahan aktivitas sumber daya dan pekerja. Setiap pekerja tergantung pada masing-masing yang dikerjakan oleh pekerja.

2.7.1 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas

Pada produktivitas dapat dipengaruhi oleh faktor yaitu mekanisme, tenaga kerja asing, pelatihan, struktur industry, kemampuan membangun, standardisasi, dan control bangunan. Adapun 4 factor yang mempengaruhi produksi, sebagai berikut:

1. Teknologi dan metode terdiri atas faktor yaitu metode konstruksi, pengukuran, kerja, rekayasa, dan urutan kerja.
2. Lingkungan yaitu faktor lingkungan fisik, kualitas fisik keamanan kerja, pengawasan, Latihan kerja, keselamatan kerja, partisipasi.
3. Manajemen lapangan terdiri atas faktor: perencanaan, dan penjadwalan, tata letak lapangan.
4. Factor manusia upah tingkat kerja, insentif, hubungan pekerja antara mandor, membagi keuntungan

2.8 Crash Cost And Cost Slope

Crash Cost adalah biaya yang menggunakan pelaksanaan proyek konstruksi dalam jangka durasi maksimal sesuai dengan durasi *crash*. Penambahan waktu kerja menjadi maksimal biayanya, pekerja dari biaya normal pekerja. Berdasarkan keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 diperhitungkan bahwa upah penambahan kerja bervariasi. Rumus *crash cost* penambahan jam kerja lembur yaitu

Biaya Upah Lembur Total

$$= (\text{Jumlah Pekerja} \times \text{total tambahan waktu lembur}) \times \frac{\text{Biaya Lembur}}{\text{Hari}}$$

$$\text{Crash Cost} = \text{Biaya Langsung Normal} + \text{Biaya upah lembur total} \dots \dots \dots (2.22)$$

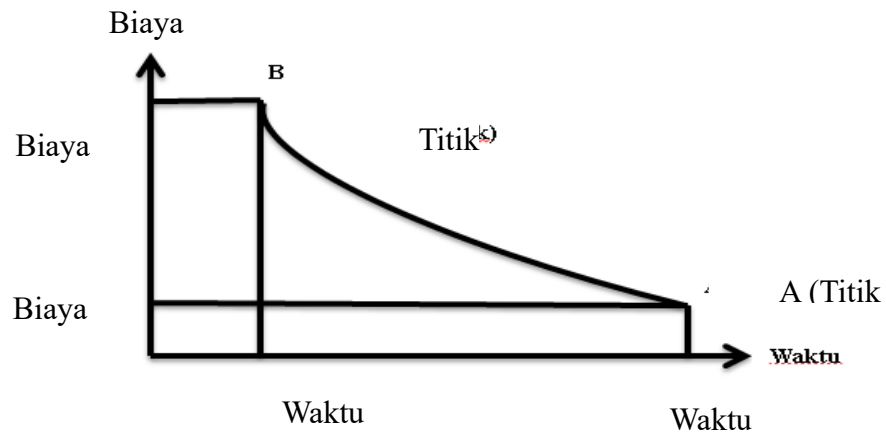
Berikut ini rumusan Crash Cost penambahan jumlah alat adalah:

$$= \frac{\text{Biaya Alat}}{\text{Jam}} \times \frac{\text{Produktivitas alat}}{\text{Jam}} \times 7 \text{ jam} \times \text{Crash Duration} \dots \dots \dots (2.23)$$

Cost slope adalah menambah biaya secara langsung persatuan dengan waktu. *Cost slope* akan memberikan nilai perbandingan antara peningkatan biaya dan percepatan waktu dalam proyek. Nilai *cost slop* yang lebih tinggi menunjukkan tingkat biaya yang lebih tinggi untuk mencapai percepatan waktu yang lebih signifikan.

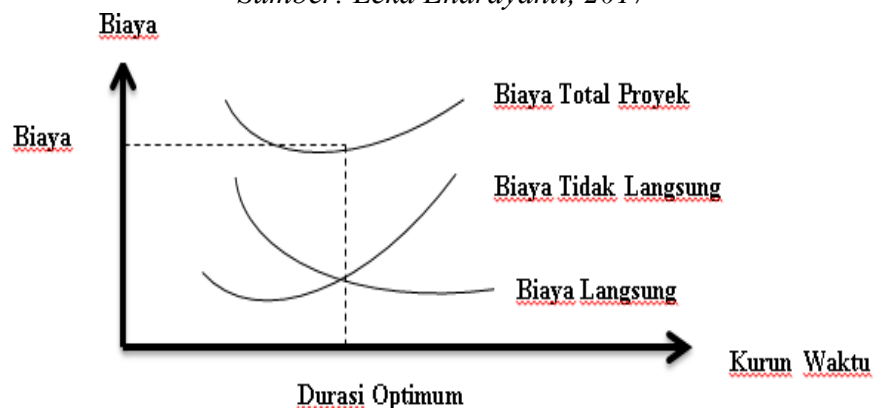
Perumusan untuk *cost slope* terdapat pada persamaan 5 berikut:

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \dots \dots \dots (2.24)$$



Gambar 2. 6 Grafik hubungan waktu biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan

Sumber: Leka Endrayanti, 2017



Gambar 2. 7 Grafik Hubungan waktu dengan biaya total yaitu biaya langsung dan tidak langsung

Sumber: Leka Endrayanti, 2017

2.9 Biaya Total Proyek

Hubungan antara biaya dan waktu. Biaya total proyek sama dengan jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat tergantung terhadap waktu penyelesaian proyek, semakin lama proyek selesai maka biaya yang dikeluarkan akan semakin besar.

Biaya Total Proyek adalah Jumlah biaya langsung dan tidak langsung yang didapat dari Rencana Anggaran Biaya Proyek. Biaya total proyek jumlah komponen biaya yang meliputi: biaya tenaga kerja, biaya material, biaya peralatan, dan lain-lain.

2.9.1 Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya Langsung adalah biaya yang diperlukan untuk pengadann sumber daya yang akan digunakan secara langsung untuk menyelesaikan proyek. Mempercepat durasi proyek meningkatkan biaya yang dikeluarkan. Biaya Material, biaya tenaga kerja, subkontraktor, dan biaya penggunaan peralatan / perlengkapan yang terkait dengan kegiatan proyek merupakan kategori yang termasuk dalam biaya langsung.

Direct Cost bisa disebut dengan biaya yang dapat dibebankan secara langsung. Biaya langsung seperti biaya peralatan, biaya upah buruh, biaya material. Pengelolaan dan estimasi yang akurat dari *direct cost* menjadi penting dalam perencanaan dan pengendalian proyek, untuk memastikan penggunaan sumber daya yang efisien dan mencapai tujuan proyek dengan anggaran yang telah ditetapkan.

2.9.2 Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung tidak dikaitkan dengan paket kegiatan atau aktivitas spesifik dalam proyek. Biaya tidak langsung umumnya mencakup biaya-biaya yang tidak langsung terkait dengan pelaksanaan aktivitas proyek secara spesifik, tetapi berlaku secara umum untuk proyek secara keseluruhan.

Biaya tidak langsung dapat mengurangi durasi proyek, biaya-biaya tidak langsung seperti overhead dan biaya manajemen proyek dapat dikurangi karena waktu pengeluarannya. Biaya yang tidak dapat secara akurat dikaitkan dengan objek biaya tersebut.

2.10 Pelaksanaan Kerja Lembur

Kerja Lembur adalah pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan diluar jam kerja biasa pada hari kerja, atau pada libur kerja mingguan atau hari libur resmi. Prinsip umumnya bersifat sukarela, kecuali jika ada kebutuhan mendesak untuk menyelesaikan pekerjaan demi kepentingan perusahaan.

Kerja lembur adalah pekerjaan tambahan yang dilakukan di luar jam kerja yang melebihi jumlah jam kerja normal per minggu, 40 jam kerja. Kerja lembur dapat dilakukan untuk menyelesaikan tugas yang tidak dapat terselesaikan dalam waktu yang ditentukan. Di Indonesia, ketentuan kerja lembur diatur oleh Menteri Tenaga Kerja dengan dikeluarkannya SK Menteri Tenaga Kerja No. 580/M/BM/BK/1992 pasal 2 dan 3, yang menyebutkan bahwa kerja lembur merupakan waktu dimana seorang pekerja bekerja melebihi dari jadwal waktu yang berlaku, yaitu 7 jam sehari dan 40 jam seminggu.

Berikut ini yang harus diperhatikan dalam kerja lembur sebagai berikut:

a. Mekanisme Kerja Lembur

Kerja lembur memiliki beberapa kerugian, termasuk peningkatan biaya tenaga kerja. Biasanya pekerja akan dibayar dengan nominal yang lebih tinggi saat bekerja lembur, seperti 1,5 kali upah per jam normalnya saat lembur pada hari biasa, dan dua kali upah per jam saat lembur pada akhir pekan atau hari libur. Hal itu, dapat mengakibatkan biaya tenaga kerja yang lebih besar bagi perusahaan.

Adapun yang harus diperhatikan dalam melaksanakan kerja lembur:

1. Pekerja bersedia melakukan kerja lembur
2. Menurunkan produktivitas kerja kepada pekerja
3. Membayar upah harus yang lebih tinggi dari upah yang sudah dibayarkan

Salah satu strategis untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan menambah jam kerja (lembur) bagi pekerja maupun alat berat. Penambahan jam kerja dilakukan untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada di lapangna dan dapat melakukan dengan mengoptimalkan biaya tambahan yang dikeluarkan oleh petugas kontraktor. Sebagai contoh pada kondisi normal, pekerja bekerja selama 7 jam (mulai pukul 07.00 dan selesai pukul 16.00 dengan satu jam istirahat) kemudian dapat melakukan lembur setelah jam kerja normal selesai.

Dengan waktu tambahan yang diperlukan, lebih banyak jam kerja lembur biasaya dikerjakan dengan menambahkan 1 sampai 4 jam. Semakin banyak jam lembur ditambahkan semakin sedikit pekerja yang produktif.

b. Indikator Kerja Lembur

Indikator yang digunakan untuk mengukur variable kerja lembur. Indikator sebagai berikut :

1. Waktu Lembur.
2. Penerimaan Uang Upah Lembur.
3. Beban kerja yang diberikan.

c. Dampak Kerja Lembur

1. Dampak Positif

Kata lembur sudah tidak asing lagi bagi para pekerja Pekerja/pegawai perusahaan. Beberapa karyawan sangat menikmati bekerja lembur karena mereka dapat mencari penghasilan tambahan. Bahkan saat ini, adanya lembur merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari apa yang dibutuhkan karyawan untuk menambah penghasilannya. Ada banyak keuntungan bekerja lembur. Selain dapat menambah uang, kita juga bisa mendapatkan komentar positif dari atasan kita. Tentu saja, ini penting bagi Anda dan jalur karier Anda. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa bekerja lembur merupakan hal yang sulit untuk dilakukan

2. Dampak Negatif

Lembur memang memiliki banyak keuntungan dari bekerja lebih efisien dapat mendukung percepatan karier, penghasilan tambahan. Tetapi tidak dalam aspek lain bagi pekerja / karyawan.

2.10.1 Tata Cara Lembur

Adapun pengolahan atau tata alur yang dapat mengikuti perusahaan apabila mengendaki pekerjaan jam lembur. Peraturan perundang-undangan yang dibentuk oleh pemerintah dengan wujud Undang-undang Ketenagakerjaan No. 13 tahun 2003 mengatur mekanisme tersebut. Ada 2 (dua) hal pokok yang menjadi pedoman dalam menerapkan kerja lembur, yaitu pada ketentuan pasal 78 ayat 1 (satu) yaitu:

- Ada persetujuan pekerja atau buruh yang bersangkutan

Persetujuan buruh adalah salah satu syarat utama pemberlakuan kerja lembur kepada buruh. Setuju (consensus) adalah dasar dari adanya suatu perikatan. Tercermin dari pada Bab I buku ketiga Kitab Undang-undang Hukum Perdata Bagian 1 Pasal 1233 yang berbunyi : “ Perikatan, lahir karena suatu persetujuan atau karena Undang-undang “. Buruh mempunyai hak sebagai individu yang merdeka yang dijamin oleh konstitusi UUD 1945 untuk bebas memilih dan membuat perjanjian ataupun perjanjian kerja dalam bahasan skripsi ini dengan siapapun, termasuk dengan pengusaha. Perjanjian kerja adalah sebagai titik awal pelaksanaan kerja lembur oleh buruh.

Perjanjian kerja mencakup dengan kegiatan kerja lembur oleh pekerja yang ditandai dengan adanya surat perintah lembur tertulis (SPL) dari perusahaan kepada pekerja. Melalui penandatanganan atas surat perintah lembur ini maka ini berarti pekerja atau buruh yang bersangkutan sudah menyetujui untuk melakukan kerja lembur seperti yang dimintakan pengusaha tersebut. Dibuat dalam bentuk daftar pekerja yang bersedia bekerja lembur, berisi tanda tangan pengusaha dan pekerja yang bersangkutan untuk melakukan lembur. Kesepakatan dalam

melakukan kerja lembur dapat juga dilakukan antara buruh dan pengusaha. Bentuk perjanjian ini dinamakan sebagai Perjanjian Kerja Bersama (PKB).

Perjanjian Kerja Bersama yang muncul akan menimbulkan suatu hubungan hukum tertentu yang mengikat para pekerja yang tergabung dalam serikat pekerja dan pengusaha. Penandatanganan tersebut berimplikasi bahwa pekerja mempunyai kewajiban lebih lama untuk bekerja dan tidak dapat lagi mengingkari kewajiban itu karena secara yuridis seperti yang diatur dalam Kitab Undang-undang Hukum Perdata pasal 1338 yang berbunyi : “ Semua persetujuan yang dibuat dengan Undang-undang berlaku sebagai Undang-undang bagi mereka yang membuatnya “. Ini berarti para pekerja terikat oleh suatu perikatan yang mereka buat sendiri dan merupakan suatu Undang-undang tersendiri bagi para pihak yang membuatnya asalkan perikatan itu sesuai dengan Undang-undang (tidak bertentangan dengan aturan-aturan yang telah ada) terlebih disini adalah pasal 1320 tentang syarat sahnya persetujuan atau perjanjian.

Ada juga yang mencantumkan didaftar merupakan data pekerja yang melaksanakan lembur beserta durasi pekerjaan lembur. Di dalam Undang-undang Ketenagakerjaan pun telah diatur syarat sah adanya perjanjian kerja pada Pasal 52 ayat 1 (satu) yang berbunyi :

Perjanjian kerja dibuat atas dasar:

1. Kesepakatan kedua belah pihak
2. Kemampuan atau kecakapan melakukan perbuatan hukum
3. Adanya pekerjaan yang diperjanjikan.

4. Pekerjaan yang dijanjikan tidak bertentangan umum, kesusilaan, dan peraturan perundang-undang yang berlaku.
- Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam satu minggu.

Meskipun syarat pertama kerja lembur yaitu adanya kesepakatan pengusaha dan buruh sudah tercapai dengan adanya persetujuan dan ditandatangani oleh pekerja atau buruh dengan akibat bahwa pengusaha bisa menerapkan kewajiban pembebanan kerja lembur akan tetapi bukan berarti para pengusaha bisa memberikan jam kerja lembur yang tidak terbatas kepada pekerja. Ada pembatasan. Pengaturan pembatasan waktu kerja lembur ada dalam Undang-undang Ketenagakerjaan dengan tujuan untuk memberikan perlindungan kepada buruh agar tidak dirugikan kepentingannya oleh pengusaha. Terhadap pekerjaan-pekerjaan yang memerlukan waktu lebih banyak dari ketentuan diatas, Djumialdji mengemukakan :

“Dalam hal mana pada suatu waktu atau biasanya pada tiap-tiap waktu atau dalam masa yang tertentu ada pekerjaan yang bertimbun-timbun yang harus lekas diselesaikan, oleh dijalankan pekerjaan dengan menyimpang dari waktu kerja 7 (tujuh) jam sehari dan 40 (empat puluh) jam seminggu akan tetap waktu kerja tidak boleh lebih dari 54 (lima puluh empat) jam seminggu”.

Akan tetapi sama seperti dengan kebijakan pengaturan waktu kerja pasal 77 ayat 2 (dua), pengaturan ini pun tidak bisa serta merta diaplikasikan dianggap sama. Ada pengecualian terhadap semua sektor usaha atau pekerjaan tertentu dan pengusaha berhak meminta waktu kerja lembur diluar peraturan maksimal. Ini sudah ditentukan oleh pemerintah lewat Undang-undang Ketenagakerjaan No. 13 tahun 2003 pasal 78 ayat 3 (tiga).

Yang dimaksud sektor usaha atau pekerjaan tertentu adalah sama seperti penjelasan pasal 77 ayat 3 Undang-undang Ketenagakerjaan yaitu misalnya pekerjaan di pengeboran minyak lepas pantai, sopir angkutan jarak jauh, penerbangan jarak jauh, pekerjaan di kapal (laut) atau penebangan hutan.

Namun disini sekali lagi pemerintah melalui peraturan perundang-undangannya tidak mengatur secara rinci berapa jam maksimal kerja lembur yang bisa diterapkan bagi usaha-usaha tertentu. Pengaturan yang tertuang dalam Kepmen No. 234 Tahun 2003 hanya mengatur jam kerja dalam suatu periode masa kerja tertentu dan upah lembur pada jam-jam tertentu.

- Perhitungan Upah Lembur pada Hari Kerja

$$1 \text{ jam kerja} = 1.5 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan} \dots\dots\dots (2.25)$$

Jam kedua dan seterusnya yaitu $2 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan}$ atau 75% upah bila terdiri dari upah pokok, tunjangan tetap dan tunjangan tidak tetap dengan ketentuan upah sebulan maka tidak boleh rendah dari pada UMP (Upah Minimum Provinsi).

- Perhitungan Upah Lembur Pada hari Libur atau Istirahat

Untuk mengetahui upah lembur untuk pada hari libur atau jam istirahat maka menghitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Tabel 2. 10 Perhitungan Upah Lembur

Jam Lembur	Ketentuan Upah Lembur	Rumus
6 hari kerja per minggu (40 jam/minggu)		
7 jam pertama	2x Upah/Jam	$7\text{jam} \times 2 \times \frac{1}{173} \times \text{Upah Sebulan}$
Jam Ke-8	3x Upah/Jam	$1\text{jam} \times 3 \times \frac{1}{173} \times \text{Upah Sebulan}$
Jam ke-9 s/d Jam ke-10	4x Upah/Jam	$1\text{jam} \times 4 \times \frac{1}{173} \times \text{Upah Sebulan}$
Hari libur resmi jatuh pada hari kerja terpendek misal hari jum'at		
5jam pertama	2x Upah/Jam	$5\text{jam} \times 2 \times \frac{1}{173} \times \text{Upah Sebulan}$
Jam ke-6	3x Upah/Jam	$1\text{jam} \times 3 \times \frac{1}{173} \times \text{Upah Sebulan}$
Jam ke-7 dan 8	4x Upah/Jam	$1\text{jam} \times 4 \times \frac{1}{173} \times \text{Upah Sebulan}$
5 Hari kerja per minggu (40 jam/minggu)		
8jam pertama	2x Upah/Jam	$8\text{jam} \times 2 \times \frac{1}{173} \times \text{Upah Sebulan}$
Jam ke-9	3x Upah/Jam	$1\text{jam} \times 3 \times \frac{1}{173} \times \text{Upah Sebulan}$
Jam ke-10 s/d ke-11	4x Upah/Jam	$1\text{jam} \times 4 \times \frac{1}{173} \times \text{Upah Sebulan}$

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dikembangkan melalui berbagai referensi yang berkaitan dengan objek yang sedang dibahas, objek sebagai batas studi dimana penelitian dilakukan dan tidak dilakukan.

1. **Penelitian (Aviyani & Dofir, 2021)**, penelitian ini yang berjudul “Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Dan Tenaga Kerja (Studi Kasus: Pembangunan Pkl Higienis Kementerian Pupr)” Penelitian ini dilakukan karena Proyek Pembangunan PKL Higienis Kementerian PUPR mengalami kendala di lapangan sehingga menyebabkan terjadinya keterlambatan pekerjaan. Sehubungan dengan hal tersebut, maka dibutuhkan peran manajemen konstruksi dalam rangka pengawasan proyek agar tercapainya hasil yang maksimal. Langkah yang dilakukan yaitu dengan merencanakan dan menganalisis estimasi waktu dan rencana anggaran biaya proyek konstruksi padapekerjaan struktur dengan penambahan jam kerja dan tenaga kerja menggunakan metode *Time Cost Trade Off* agar pembanguna proyek tersebut sapat selesai tepat waktu.
2. **Penelitian (Lady, 2021)**, penelitian ini yang berjudul “Analisis Percepatan Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* Dengan Penambahan Jam Kerja Dan Jumlah Alat Berat, (Stdi Kasus:Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing–Indrapura)”. Penelitian ini bertujuan menganalisis percepatan penyelesaian proyek melalui perbandingan jam kerja dan penggunaan alat berat. Metode yang digunakan adalah metode Time Cost

Trade Off untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek yang mengalami keterlambatan.

3. **Penelitian** (Kisworo et al., 2017), yang berjudul “Analisis Percepatan Proyek Pembangunan Jam Kerja Dan Jumlah Alat (Studi Kasus Jalan Tol Semarang-Solo)” Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Bawen-Solo Seksi II dengan Panjang 1,3 km, yang berlokasi di Desa Ngargosari, Kecamatan Ampel, Kabupaten Boyolali. Tujuan penelitian adalah untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek guna memenuhi keinginan pihak owner agar jalan tol tersebut dapat segera difungsikan. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah metode *Time Cost Trade Off*. Dalam penelitian ini, alternatif yang digunakan adalah penambahan jam kerja lembur dan peningkatan kapasitas alat berat secara optimum. Bertujuan untuk mencapai percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan penambahan biaya minimal, menganalisis sejauh mana waktu dapat dipersingkat dengan penambahan biaya minimum, serta membandingkan alternatif percepatan yang paling efisien.
4. **Penelitian (Respati et al., 2021)**, Yag berjudul “Kajian Percepatan Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Seksi V)” Metode yang digunakan *Time Cost Trade Off*. Bertujuan untu mengetahui perbandingan antara biaya dan waktu sebelum dan sesudah penerapan *Time cost trade off* dan mengetahui besar biaya dan waktu optimum.

5. **Penelitian (Ramdhani & Johari, 2021)**, Yang berjudul “ Analisis Produktivitas Pemakaian Alat Berat Terhadap Biaya dan Waktu pada Pembangunan Jalan Baru Lingkar Cipanas Kabupaten Garut”. Proyek Pembangunan Jalan Baru Lingkar Cipanas Kabupaten Garut di bangun sejauh 3000 m dengan lebar jalan badan 2x7 m dan ruang milik jalan 25 meter. Dengan pengerjaan 18- hari kalender dan biaya sebesar kurang lebih 4,8 miliar. Proyek ini di bangun di Kecamatan Tarogong Kaler Kabupaten Garut. Salah satu kajian yang akan di analisis adalah perbandingan lama waktu dan biaya pekerjaan jalan baru dengan menggunakan alat berat dari rencana awal pekerjaan dengan hasil analisis di lapangan.
6. **Penelitian (Ichwan Setiawan, Impol Siboro, 2021)**, yang berjudul “Optimasi Waktu Dan Biaya Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Tcto)” Tujuan penelitian ini menghitung perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek dengan variasi penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan alat berat, serta membandingkan dengan perubahan biaya sesudah penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan alat berat. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yang diperoleh dari kontraktor pelaksana. Analisis menggunakan metode time cost trade off.
7. **Penelitian (Safitri et al., 2019)**, yang berjudul “Analisis Optimasi Biaya dan Waktu dengan Metode PERT dan TCTO” proyek yang dijalankan oleh PT. Lutvindo Wijaya Perkasa adalah proyek Pembangunan Jembatan Sei Merangin. Keterlambatan penyelesaian proyek merupakan kondisi yang sering terjadi dan tidak diinginkan. Upaya mengatasi keterlambatan dilakukan dengan optimalisasi

waktu dan biaya pengerjaan proyek menggunakan metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) dan Time Cost Trade Off (TCTO).

8. **Penelitian (Ardika et al., 2014)**, Yang berjudul “Analisis Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Bogor Ring Road Seksi II)” untuk menganalisis dampak keterlambatan proyek terhadap biaya. Analisis konsep nilai dilakukan dengan menghitung nilai EAC (*Estimate At Completion*) dan EAS (*Estimate At Schedule*) untuk mengetahui waktu dan biaya yang diperlukan hingga akhir proyek. Penelitian ini dilakukan pada minggu ke-24, dimana proyek mengalami keterlambatan berdasarkan deviasi. Setelah itu, dilakukan analisis *Time Cost Trade Off* dengan penambahan jam kerja sebanyak 4 jam per hari.
9. **Penelitian (Hartono et al., 2015)**, yang berjudul “ Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur Optimum (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Kantor Kelurahan Ketelan, Surakarta)” Penelitian ini bertujuan untuk mencari waktu dan biaya optimum dalam pelaksanaan proyek, serta membandingkan biaya sebelum dan setelah dilakukan percepatan. Data yang digunakan diperoleh melalui wawancara dengan pihak kontraktor, seperti Rencana Anggaran Biaya, kurva s, daftar satuan upah, dan jumlah pekerja. Percepatan dilakukan dengan menambahkan jam kerja optimum sebesar 3 jam per hari. Dilakukan menganalisis penekanan pada pekerjaan yang berada dalam lintasan kritis, dimulai dari *cost slope* terendah.

10. **Penelitian (Zurkiyah & Hidayat, 2020)**, yang berjudul “Studi Optimasi Waktu Dan Biaya Alat Berat Pada Pekerjaan Pondasi Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Project Pembangunan Terminal Lpg Pressurized 4 X 3000 Mt Medan-Belawan” penelitian ini terjadinya keterlambatan dalam pekerjaan pemancangan pondasi untuk tangka LPG pressurized medan-belawan, yang mungkin disebabkan oleh kesalahan dalam pengendalian atau manajemen waktu. Biaya yang diperlukan untuk pengoperasian alat berat *hydraulic jack* dan service crane dalam pengerjaan pondasi tersebut adalah sebesar Rp.1.960.200.000 dengan total 480 titik yang harus diselesaikan dalam 4 sub pekerjaan.
11. **Penelitian (Priyo & Aulia, 2016)**, yang berjudul “Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi: Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia” Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung perubahan biaya dan pengaturan waktu proyek dengan menambahkan variasi waktu kerja dan peningkatan karyawan, serta membandingkan hasil antara biaya awal dan biaya setelah penerapan lembur dan penambahan karyawan.
12. **Penelitian (Yuliadi, 2020)**, yang berjudul “Analisa Perbandingan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Dengan Penambahan Tenaga Kerja Terhadap Efisiensi Biaya Dan Waktu Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Puskesmas Pembantu Pelangan Lombok Barat” Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencakup penentuan perubahan biaya dan waktu yang paling efektif antara penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja pada proyek pembangunan Gedung puskesmas pembantu pelanggan di lombo barat.

13. **Penelitian (Reynaldi, 2022)**, yang berjudul “Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off - Studi Kasus Apartemen Collins Boulevart” Penelitian ini melakukan percepatan proyek. Terdapat 3 strategi yang digunakan penambahan tenaga kerja, penambahan tenaga kerja dan jam kerja, dan kombinasi penambahan tenaga kerja jam kerja. Tujuannya adalah untuk menentukan strategi percepatan yang paling optimal. Dalam strategi digunakan maksimum penambahan 56 tenaga kerja dan penambahan satu jam kerja dengan perkiraan pertambahan biaya sebesar Rp. 81.400.000.
14. **Penelitian (Saputro, 2015)**, yang berjudul “Analisa Percepatan Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Hotel Ijen Padjajaran Malang” penelitian ini be penjadwalan ulang pembangunan struktur hotel Ijen padjajaran dengan menerapkan metode TCTO (Time Cost Trade Off) didapat waktu penyelesaian akibat percepatan adalah 220 hari dari durasi penyelesaian sebesar 267 hari jadi diperlukan percepatan 47 hari agar proyek dapat selesai sesuai target rencana.
15. **Penelitian (Bastian et al., 2019)**, yang berjudul “Analisis Percepatan Waktu Dan Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur)” menerapkan crashing dengan alternatif penambahan jam kerja maksimal selama empat jam, total anggaran biaya proyek meningkat menjadi Rp. 20.221.318.481,22 atau naik 0,9% dari total anggaran biaya pada kondisi normal. Durasi pelaksanaan proyek juga mengalami peningkatan dengan durasi menjadi 209 hari kerja atau lebih cepat 20,83% dari durasi normal sebelum crashing.

16. **Penelitian** (Nainggolan & Iskandar, 2019), yang berjudul “Percepatan Penjadwalan Proyek Jalan Tol Ngawi-Kertosono Paket Nk-1 Dengan Metode Fast Track” proyek ini mengalami kendala keterlambatan. Untuk melakukan percepatan menggunakan metode *frash track* sebagai alternatif dengan penerapan parallel pekerjaan pada lintasan kritis. Metode ini memungkinkan pekerjaan dilakukan secara bersamaan dalam tahapan tertentu untuk mengurangi durasi keseluruhan proyek.
17. **Penelitian (Handayani et al., 2017)**, yang berjudul “Penerapan Time Cost Trade Off Dalam Optimalisasi Biaya Dan Waktu Dengan Penambahan Shift Kerja Dan Kapasitas Alat (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Semarang, Ruas Bawen – Solo Seksi Ii)”. Bertujuan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis sejauh mana waktu dapat dipersingkat dengan penambahan biaya minimum pada kegiatan yang dapat dipercepat. Crashing dilakukan pada lintasan kritis yang telah diidentifikasi melalui analisis network planning menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*), untuk mencari strategi percepatan yang paling efisien dengan mempertimbangkan Trade off antara waktu dan biaya.
18. **Penelitian** (Sudiro, 2017), yang berjudul “Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi : Studi Kasus Proyek Jalan Bugel-Galur-Poncosari Cs. Tahap I, Provinsi D.I. Yogyakarta” bertujuan untuk mempercepat pelaksanaan proyek dengan mempertimbangkan *Trade Off* antara biaya dan waktu serta menemukan kombinasi yang paling optimal antara penambahan jam kerja, peralatan, dan tenaga kerja.

19. **Penelitian (Setiawan & Janizar, 2021)**, yang berjudul “ Percepatan Jadwal Konstruksi Dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Penyelesaian Proyek Konstruksi” tujuan ini untuk mengkaji apakah mungkin dilakukan percepatan proyek dengan penambahan kapasitas jalan agar tingkat standar pelayanan minimal tetap terjaga, serta menganalisis pengaruh percepatan jadwal proyek terhadap biaya pembangunan.
20. **Penelitian (Saragi & Situmorang, 2022)**, yang berjudul “ Optimasi Waktu Dan Biaya Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja Dan Jam Kerja (Lembur)”. a tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya proyek yang lebih ekonomis untuk mempercepat durasi proyek. Diketahui biaya untuk pekerjaan struktur tersebut dalam kondisi normal ialah sebesar Rp. 6.308.209.831 dengan durasi pelaksanaan pekerjaan struktur selama 246 hari kerja. Dari hasil pada penelitian ini diperoleh biaya dengan alternatif penambahan tenaga kerja sebesar Rp. 6.344.110.21.

2.12 Mapping Jurnal

Tabel 2. 11 Mapping Jurnal

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
1	(Aviyani & Dofir, 2021)	Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja dan Tenaga Kerja	Menganalisis estimasi waktu dan rencana anggaran biaya proyek konstruksi	Time Cost Trade Off	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	Dalam merencanakan dan menganalisis estimasi waktu dan rencana anggaran biaya, akan dilakukan penambahan jam kerja dan tenaga kerja serta jumlah alat berat yang digunakan.

Tabel Lanjutan 2.12 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
2	(Lady, 2021)	Analisis Percepatan Proyek Jalan Jalan Tol Tebing Menggunakan TCTO penambahan jam kerja dan jumlah alat berat	Menganalisis skenario Penyelesaian proyek dan membandingkan alat berat	Time Cost Trade Off	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	Membandingkan efek dari penambahan jam kerja dan jumlah alat berat yang digunakan terhadap peningkatan kecepatan penyelesaian proyek.
3	(Widyo Kisworo & Sri Handayani, 2017)	Analisis Percepatan Proyek Menggunakan metode TCTO dengan penambahan alat berat dan kerja lembur jumlah alat	mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan penambahan biaya minimum.	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	Tidak ada perbedaan, Dikarenakan penelitian ini sama dilakukan pada Jalan Tol Semarang - Solo bertujuan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan penambahan biaya.

Tabel Lanjutan 2.13 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
4	(Respati et al., 2021)	Kajian percepatan proyek dengan metode TCTO pada proyek pembangunan jalan tol balikpapan-samarinda seksi V	Mengetahui perbandingan antara biaya sebelum & sesudah proyek	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	Tidak ada perbedaan, sama-sama Proyek Pembangunan Jalan Tol dengan Menggunakan Metode TCTO yang dapat digunakan untuk mempercepat durasi proyek (penambahan jam kerja dan jumlah alat)
5	(Ramdhani & Johari, 2021)	Analisis Produktivitas Pemakaian Alat Berat Terhadap Biaya dan Waktu pada pembangunan jalan baru lingkaran cipanas kab. garut	Untuk melakukan perbandingan lama waktu dan biaya pekerjaan jalan menggunakan alat berat dari rencana	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	menganalisis hubungan antara produktivitas pemakaian alat berat, biaya, dan waktu dalam pembangunan jalan lingkaran cipanas di kabupaten garut. Penelitian juga akan fokus pada jalan tol serang-panimbang paket 1

Tabel Lanjutan 2.14 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
6	(Ichwan Setiawan, Impol Siboro, 2021)	Optimasi Waktu dan Biaya Proyek Menggunakan Metode TCTO	Menghitung berubah biaya waktu pelaksanaan proyek	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	penelitian ini akan dilakukan optimalisasi biaya dan waktu penyelesaian proyek Studi kasus proyek Jalan KM tetapi sama tujuannya untuk mengatasi keterlambatan optimalisasi waktu dan biaya pengerjaan proyek
7	Safitri et al, 2019	Analisis optimasi biaya dan waktu dengan PERT dan TCTO	Menghitung produktifitas pekerja dan biaya lembur pekerja akibat penambahan waktu	TCTO dan PERT	Metode yang akan digunakan adalah menggunakan metode TCTO dan PERT.	Penelitian ini yang diteliti adalah Proyek Pembangunan Main Road Tol tetapi sama tujuannya untuk mengatasi keterlambatan agar optimalisasi waktu dan biaya pengerjaan proyek.

Tabel Lanjutan 2.15 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
8	(Ardika et al., 2014))	Analisis TCTO dengan Penambahan jam kerja pada proyek konstruksi (studi kasus pembangunan jalan tol bogor ring road seksi II A	Untuk mengetahui biaya dan waktu akhir proyek	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	Sama-sama meneliti untuk mengatasi keterlambatan agar optimalisasi waktu dan biaya pengerjaan proyek
9	Hartono et al, 2015	Analisis Percepatan Proyek Menggunakan metode TCTO dengan penambahan jam kerja lembur optimum (studi Gedung kantor kelurahan ketelan, surakarta	Untuk mencaro waktu dan biaya optimum, membandingkan biaya sebelum dan sesuah optimum	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	Penelitian Ini yang digunakan sama-sama menggunakan metode TCTO akan tetapi Studi Kasusnya adalah mengatasi waktu dan biaya, agar menjadi optimum

Tabel Lanjutan 2.16 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
10	Zurkiyah & Hidayat, 2020	Studi optimasi waktu dan biaya alat berat pada pekerjaan pondasi dengan metode TCTO pada project pembangunan terminal LPG pressurized 4x3000	Pengendalian Biaya pada Proyek dan waktu	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	Pada proyek pembangunan project pembangunan Terminal Lpg Pressurized 4 X 3000 Mt Medan-Belawan dengan studi optimasi waktu dan biaya alat berat pada pekerjaan pondasi, yang membedakan tidak penambahan jam kerja dan jumlah alat berat.
11	Priyo & Aulia, 2016	Aplikasi Metode Cost Trade Off pada proyek konstruksi (studi kasus proyek pembangunan Gedung Indonesia)	untuk menghitung perubahan biaya dan pengaturan waktu proyek dengan menambahkan waktu kerja variasi dan kenaikan yang digunakan	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	Dengan Fokus pada optimalisasi penambahan jam kerja tanpa menganalisis jumlah alat berat yang digunakan.

Tabel Lanjutan 2.17 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
12	Yuliadi, 2020	Analisis Perbandingan penambahan jam kerja dengan penambahan tenaga kerja efisiensi biaya dan waktu proyek konstruksi menggunakan metode TCTO	untuk mengetahui biaya sebelum dan sesudah dikerjakan	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	penelitian ini adalah pada penambahan jam kerja lembur dengan penambahan tenaga kerja untuk menganalisis efisiensi biaya dan waktu proyek konstruksi, bukan dengan

Tabel Lanjutan 2.18 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
13	Reynaldi, 2022	Analisis percepatan proyek menggunakan metode TCTO (studi kasus apartemen collins boulevard	Mengurangi keterlambatan yang terjadi dapat dilakukan percepatan pada pekerjaan kritis	TCTO	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	penelitian ini fokus pada penambahan jam kerja, penambahan tenaga kerja, dan penentuan strategi percepatan yan paling optimal di jam kerja, bukan pada jumlah alat berat.

Tabel Lanjutan 2.19 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
14	Saputra, 2015	Analisis percepatan dengan metode TCTO pada proyek pembangunan hotel ijen padjajaran malang	Menganalisis percepatan untuk mencari lintasan pekerjaan krisis	Time Cost Trade Off	Metode yang digunakan sama menggunakan TCTO	Pada proyek Pembangunan Hotel Ijen Padjajaran Malang ini penjadwalan ulang pembangunan struktural Hotel ijen padjajaran dengan menggunakan TCTO, sedangkan Penelitian ini akan membahas tentang percepatan proyek pembangunan Main Road Tol dengan penambahan jam kerja dan jumlah alat berat.

Tabel Lanjutan 2.20 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
15	Maulana, 2020	Analisis percepatan waktu dan rencana anggaran biaya menggunakan Crashing dengan penambahan jam kerja (studi kasus Pembangunan Gedung kuliah UNNES)	Agar dapat mnegejar waktu yang tertinggal pada waktu-waktu sebelumnya dengan melakukan analisis jaringan kerja	Crasing	sama-sama proyek jalan tol	Crashing daya yang digunakan berupa time schedule rencana anggaran biaya
16	Bastian, 2019	Percepatan penjadwalan proyek jalan tol ngawikertosono paket Nk-1 denan metode Fash Track	Menagetahui strategis secara optimal	Fash Track	sama-sama proyek jalan tol	percepatan Jalan tol penambahan jam kerja dan kapasitas alat. Tetapi menggunakan metode yang berbeda

Tabel Lanjutan 2.21 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
17	Handayani et., al 2017	Penerapan TCTO dalam optimasi biaya dan waktu dengan penambahan shift kerja dan kapasitas alat (studi kasus jalan tol solo semarang ruas bawean – solo seksi II	Pelaksanaan proyek berjalan dengan baik dan tepat waktu apabila dilakukan dengan perencanaan matang dan baik	Time Cost Trade Off	sama-sama menggunakan rumus TCTO	sama-sama pekerjaan proyek jalan dengan penambahan jam kerja dan kapasitas alat.
18	Mandiyo Priyo, 2017)	Studi kasus waktu dan biaya dengan metode TCTO pada konstruksi (studi kasus proyek jalan bugel-galur-poncosarics tahap 1 prov. Yogyakarta	untuk menganalisis dampak variasi peralatan dan karyawan terhadap perubahan waktu dan biaya proyek	Time Cost Trade Off	sama-sama menggunakan rumus TCTO	sama-sama pekerjaan proyek jalan dengan penambahan jam kerja dan kapasitas alat.

Tabel Lanjutan 2.22 *Mapping Jurnal*

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Analisa	
					Persamaan	Perbedaan
19	Setiawan & Janizar, 2021	Percepatan jadwal konstruksi dan pengaruhnya terhadap biaya penyelesaian proyek	Untuk mencapai tingkat kelancaran dan ketepatan waktu yang lebih mudah dalam mencapai tujuan proyek	Crasing	Sama-sama menggunakan metode TCTO	percepatan dan pengaruhnya terhadap biaya penyelesaian konstruksi, tetapi di peneliti ini percepatan Proyek Main Road Tol dengan penambahan jam kerja dan jumlah kapasitas alat berat pada pekerjaan tanah
20	Saragi & Situmorung, 2022	Optimasi waktu dan biaya percepatan proyek menggunakan metode TCTO dengan alternatif penambahan tenaga dan jam kerja	Untuk mengetahui biaya proyek yang ekonomis untuk mempercepat durasi proyek	TCTO	sama - sama menggunakan metode TCTO dan Proyek Jalan Tol	tidak ada perbedaan, dikarenakan sama-sama penambahan jam kerja dan kapasitas alat.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian adalah proses pengumpulan data serta analisis data penelitian pada proyek Pembangunan Main Road Serang – Panimbang Paket 1 dengan khusus pada pekerjaan tanah pada STA 45+675 s/d STA 50+677. Dalam metode penelitian ini merupakan rencana dan cara-cara dari memecahkan permasalahan dan dari rencana yang dipikirkan.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada proyek Pembangunan Main Road Serang – Panimbang Paket 1 terletak pada Kecamatan Cileles Kabupaten Lebak pada Provinsi Banten. Proyek pembangunan Main Road Tol Serang – Panimbang Paket 1 dimulai pada tanggal 21 Agustus 2021. Dengan STA 45 + 675 s/d STA 50+677 Pada (Pekerjaan Tanah) sebagai penentuan objek penelitian.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Google Maps)

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian Proyek Pembangunan Main Road Tol Serang – Panimbang Paket 1 yang meneliti khusus pada pekerjaan tanah pada STA 45 + 675 s/d STA 50 + 677. Data yang diperlukan didapat langsung dari pihak proyek pengawas dilapangan, sebagai berikut:

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari orang yang melaksanakan penelitian atau dapat dari orang yang bersangkutan. Data primer diperoleh dari sumber informasi secara individual atau dari orang seperti hasil wawancara terhadap pihak pelaksanaan proyek. Data primer dari proyek studi kasus seperti:

- Aktivitas Pekerjaan Tanah
- Alat Berat Yang digunakan
- Alternatif Percepatan

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan atau dikumpulkan dari sumber-sumber yang ada. data sekunder diperlukan pada khusus pekerjaan tanah di STA 45+675 s/d 50+677 sebagai berikut:

- Gambar Proyek
- Time Schedule (Pekerjaan Tanah)
- Rencana Anggaran Biaya (Pekerjaan Tanah)

3.4 Analisis Data

Dalam perhitungan pada pekerjaan yang khusus pekerjaan tanah dengan menganalisis menggunakan metode Time Cost Trade Off (Pertukaran biaya dan waktu), agar dapat mengetahui antara perbandingan waktu normal durasi dengan percepatan waktu dalam penambahan jam kerja. Oleh karena itu, untuk mengetahui jumlah alat berat yang paling dibutuhkan untuk menyelesaikan pembangunan proyek, Maka perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Menghitung Crash Duration

Crash Duration adalah waktu yang dibutuhkan dalam sebuah proyek dalam usahanya mempersingkat waktu yang durasinya lebih pendek dari normal duration.

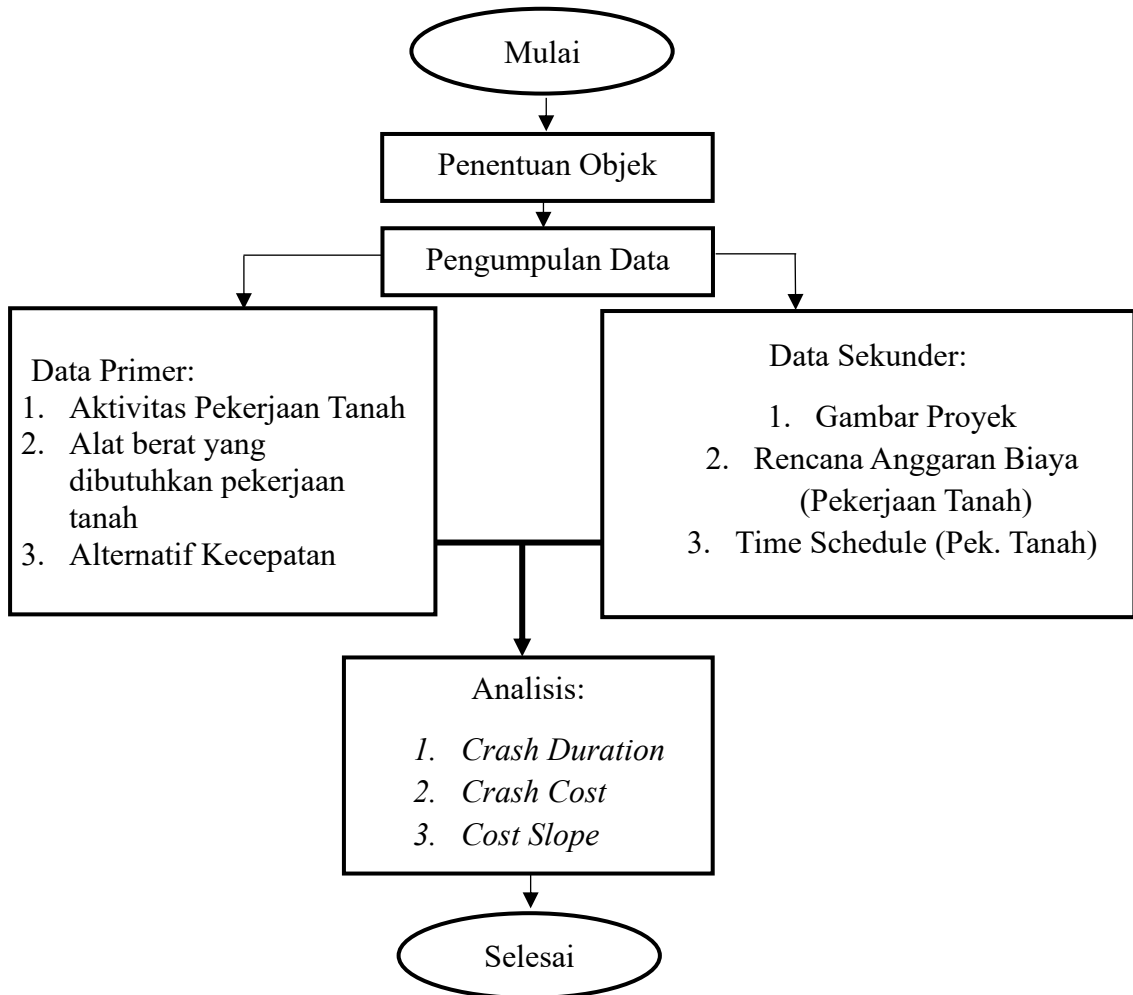
2. Menghitung Crash Cost

merupakan biaya yang menggunakan untuk pelaksanaan proyek konstruksi dalam jangka durasi besar sesuai dengan proyek crash.

3. Menghitung Cost Slope

Cost slope merupakan tambahan biaya langsung untuk kecepatan pada aktivitas pekerjaan dengan menggunakan satuan durasi waktu.

3.5 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian