

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Juan Sebastian Simatupang (2015). dengan mengambil judul “*Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi*” (Study Kasus: Pembangun persekolahan Eben Haezar Manado). Permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini adalah seberapa besar durasi dan biaya percepatan yang efisien dapat dihasilkan. Metode penelitian data menggunakan adalah studi literatur dan studi lapangan. Kedua metode yang digunakan saling mendukung untuk mencapai tujuan akhir penulisan. Selain itu penelitian juga dilakukan terhdap penggunaan aplikasi komputer yang berhubungan dengan penulisan. Aplikasi komputer yang digunakan adalah *Microsoft Office Project 2013*. Dari hasil pembahasan mekanisme pengendalian waktu dengan CPM (Critical Path Method) diperoleh kesimpulan bahwa percepatan ini bisa mengurangi durasi total jadwal proyek yang sebelumnya 163 hari menjadi 145 hari (lebih cepat 18 hari), dengan total biaya pekerjaan yang awal sebelum adanya percepatan adalah Rp.290,700,000 meningkat menjadi Rp.317,925,000 setelah dilakukan percepatan.

Elisabeth Riska Anggraeni (2013). dengan mengambil judul “*Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Shift Kerja*”. (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta). Proyek dikatakan berhasil jika tujuan yang di tetapkan tercapai dan memenuhi standar mutu, waktu dan biaya. Secara garis besar, perencanaan proyek yang terdiri dari penjadwalan, rencana anggaran baya mutu ini berfungsi sebagai dasar utama yang akan mengantarkan suatu proyek kepada keberhasilan. Penjadwalan merupakan salah satu komponen hasil perencanaan dalam hal kerja sumber daya berupa durasi proyek, biaya, tenaga kerja, material dan peralatan yang dapat memberi informasi tentang jadwal peelaksanaan proyek dan kemajuan proyek. Jadwal pelaksanaan kerja direncanakan sedemikian rupa agar terlaksana tepat waktu, namun pada praktik dilapangan kerap kali tidak sesuai perencanaan yang di tentukan. Sehingga sering terjadi keterlambatan proyek. Penelitian ini dilakukan dengan analisis metode crashing dan menggunakan studi kasus proyek pembangunan hotel

Grand Keisha di Yogyakarta. Proyek pembangunan hotel dipilih karena mengalami keterlambatan. Proyek ini ditargetkan selesai pada bulan Januari 2014 dengan waktu pelaksanaan selama 438 hari kerja.

Restu Rama Bayu (2018). dengan judul “ *Analisa Percepatan Proyek Metode Crash Program*”. (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed USE Sentraland). Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah keterlambatan yang terjadi pada proyek gedung *Mixed Use* Sentraland dapat mempengaruhi durasi keseluruhan proyek. Jika terjadi keterlambatan dalam suatu pekerjaan proyek tersebut, akan berdampak pada peningkatan biaya konstruksi sehingga merugikan semua pihak, baik dari pihak pemilik maupun pihak pelaksana. Metode pengolahan data menggunakan yaitu *Critical Path Method* (CPM) untuk mengetahui lintasan kritis dan non-kritis dari beberapa kegiatan dalam proyek konstruksi tersebut. Melakukan *crashing* mempercepat pekerjaan kolom tiap zona di tiap lantai dipercepat 1 hari.

Yusuf Malifa (2019). Analisis percepatan waktu dan biaya proyek Konstruksi menggunakan metode *crashing* (studi kasus: pembangunan rusun iain manado). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari biaya *crashing* akibat dari percepatan waktu. Dalam melakukan analisis biaya akibat percepatan waktu digunakan metode *Crashing*, Dari *crashing* yang dilakukan dengan alternatif penambahan tenaga kerja pada proyek pembangunan Rumah Susun IAIN Manado dapat diambil kesimpulan bahwa terjadi percepatan durasi waktu sebesar 14 hari kalender dengan penambahan biaya langsung sebesar Rp 2.800.000 dan penurunan biaya tidak langsung sebesar Rp.48.347.484.

Andi Maddepungeng (2015). Dengan judul analisis optimasi biaya dan waktu dengan metode TCTO (*Time cost trade off*) (Studi kasus : proyek pembangunan pasar petir serang banten). *Project Crashing* dengan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) merupakan metode yang dapat melakukan percepatan guna memperoleh biaya dan durasi optimal, untuk mempercepat durasi proyek dengan melakukan *crashing* dan jumlah waktu dan biaya optimal yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek setelah dilakukan analisa *Time Cost Trade Off* (TCTO). Besarnya biaya percepatan ditambah denda yang dikeluarkan adalah sebesar Rp.6.848.751.591.98 akan tetapi mempercepat proyek hingga maksimum yaitu 159 hari dengan tidak adanya keterlambatan dirasa lebih baik karena mengeluarkan biaya sebesar Rp.6.727.075.874.

Ariany Frederika (2010). Melakukan penelitian dengan analisis *Crash Duration* pada proyek pembangunan super villa, peti Tenget – Bandung. Proyek ini mengalami keterlambatan dalam pelaksanaannya. Alternatif percepatan yang dipilih adalah dengan menambah jam kerja, dari satu sampai tanpa adanya penambahan tenaga kerja. □ Alternatif percepatan yang digunakan yaitu penambahan jam kerja, dari satu jam sampai dengan empat jam tanpa adanya penambahan tenaga kerja. Perhitungan dimulai dengan mencari lintasan kritis menggunakan *Microsoft Project* kemudian dilakukan *crashing* untuk mendapatkan *cost slope* kegiatan yang berada pada lintasan kritis, selanjutnya dilakukan analisis dengan metode *Time Cost Trade Off Analysis*. Dari hasil analisis didapat biaya optimum pada penambahan satu jam kerja dengan pengurangan biaya dan waktu masing-masing sebesar Rp784.104,16 dan 8 hari, sedangkan waktu optimum didapat pada penambahan dua jam kerja, dengan pengurangan waktu dan biaya masing-masing sebesar 14 hari dan Rp700.377,35.

Fedrikson S (2019). Dengan judul optimalisasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pada proyek dengan metode *least cost analysis* (studi kasus : gedung badan kepegawaian daerah provinsi kalimantan timur). Keberhasilan suatu proyek sangat dipengaruhi oleh biaya dan waktu pelaksanaan proyek Waktu penyelesaian yang singkat, biaya yang minimal, dan mutu hasil pekerjaan yang bagus merupakan tolak ukur keberhasilan suatu proyek. Biaya dan waktu pelaksanaan proyek yang optimal penting untuk diketahui dalam perencanaan proyek konstruksi, Metode yang digunakan untuk optimalisasi penjadwalan proyek ini adalah *Critical Path Method (CPM)* dan *Precedence Diagram Method (PDM)* dengan bantuan *software Microsoft Project 2016 Trial*, Dari hasil analisis diperoleh waktu dan biaya optimum pada penambahan tenaga kerja yaitu 184 hari dengan biaya total Rp. 24.823.863.868,50. Sehingga, persentase percepatan waktu penyelesaian proyek adalah 18,94 % dan persentase pengurangan biaya adalah 1,30%.

Agung Hardianto (2015) dengan judul analisa pengendalian manajemen waktu dan biaya proyek pembangunan hotel dengan network CPM (studi kasus Batiqa Hotel Palembang). untuk menganalisa perkembangan proyek dan bagaimana melakukan pengendalian waktu dan biaya pada proyek pembangunan hotel Batiqa hotel Palembang. Analisa perkembangan proyek dilakukan dari

awal pelaksanaan sampai dengan minggu ke-64 sampai minggu ke-86, yang mana pada minggu ke-64 peneliti selesai melaksanakan penelitiannya. Dikarenakan waktu rencana pelaksanaan proyek adalah 84 minggu. dilakukan penjadwalan kembali dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path method*). perkembangan pelaksanaan proyek selama 64 minggu, proyek mengalami keterlambatan pada minggu ke-64, Dari hasil pembuatan penjadwalan kembali dengan biaya normal sisa pekerjaan sebesar Rp 12.661.955.002 selama 20 minggu waktu kerja.

A. A. Ngurah Darmayudha (2015). Dengan judul analisa program percepatan pada proyek konstruksi dengan metode penambahan jam kerja (studi kasus proyek pembangunan agranusa signature villa nusa dua bali). Pengendalian proyek konstruksi dilakukan agar pelaksanaan proyek dapat sesuai dengan waktu dan biaya yang telah direncanakan sebelum proyek dilaksanakan, analisis dengan metode *Time Cost Trade Off* sehingga didapatkan biaya dan waktu optimum. Dari hasil analisis *earned value* didapat perkiraan proyek akan selesai lebih lambat dari rencana awal proyek, dimana rencana proyek dilaksanakan selama 231 hari dan setelah dianalisis perkiraan durasi adalah 245 hari. Dari hasil analisis juga didapat biaya yang lebih besar dari biaya yang direncanakan dimana biaya yang direncanakan Rp11,395,993,471.94 namun setelah dianalisis didapat perkiraan biaya Rp11,979,851,656.66. Kemudian dilakukan percepatan dan didapat durasi optimum 237 hari dan biaya oprimum Rp11,966,701,817.72.

Widi hartono (2015). Dengan judul 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 menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* sebagai analisis percepatannya. Percepatan dilakukan dengan menambah jam kerja optimum selama 3 jam per hari. Sebelum dilakukan percepatan, diperoleh biaya optimum sebesar Rp 2.423.431.995,68 dan waktu optimum 118 hari. Setelah dilakukan percepatan didapatkan perbandingan biaya dan waktu dengan efisiensi biaya sebesar Rp 5.218.125,34 atau 0,2149% dan efisiensi waktu selama 22 hari.

Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Judul	Metode	Variabel	Hasil
1	Simatupang . Juan Sebastian (2015).	“Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi”	CPM (Critical Path Method)	seberapa besar durasi dan biaya percepatan yang efisien dapat dihasilkan.	hasil pembahasan mekanisme pengendalian waktu dengan CPM (Critical Path Method) diperoleh kesimpulan bahwa percepatan ini bisa mengurangi durasi total jadwal proyek yang sebelumnya 163 hari menjadi 145 hari (lebih cepat 18 hari), dengan total biaya pekerjaan yang awal sebelum adanya percepatan adalah Rp.290,700,000 meningkat menjadi Rp.317,925,000 setelah dilakukan percepatan.

2	Anggraeni. Elisabeth Riska (2013).	“ Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Shift Kerja”.	Metode crashing	Jadwal pelaksanaan kerja direncanakan sedemikian rupa agar terlaksana tepat waktu, namun pada praktik dilapangan kerap kali tidak sesuai perencanaan yang di tentukan.	Proyek ini ditargetkan selesai pada bulan januari 2014 dengan waktu pelaksanaan selama 438 hari kerja.
3	Bayu. Restu Rama (2018).	“ Analisa Percepatan Proyek Metode Crash Program”.	<i>Critical Path method</i> (CPM)	Jika terjadi keterlambatan dalam suatu pekerjaan proyek tersebut, kan berdampak pada peningkatan biaya kontruksi sehingga merugikan semua pihak, baik dari pihak pemilik maupun pihak pelaksana.	Melakukan crashing mempercepat pekerjaan kolom tiap zona di tiap lantai dipercepat 1 hari.
4	Malifa. Yusuf (2019).	Analisis percepatan waktu dan biaya proyek Konstruksi menggunakan metode crashing (studi kasus: pembangunan rusun iain manado).	metode crashing	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari biaya <i>crashing</i> akibat dari percepatan waktu	Penambahan tenaga kerja pada proyek pembangunan Rumah Susun IAIN Manado dapat diambil kesimpulan bahwa terjadi percepatan durasi waktu sebesar 14 hari kalender dengan penambahan biaya langsung sebesar Rp 2.800.000 dan penurunan biaya tidak langsung sebesar Rp.48.347.484

5	Maddepungeng. Andi (2015).	Dengan judul analisis optimasi biaya dan waktu dengan metode TCTO (<i>Time cost trade off</i>) (Studi kasus : proyek pembangunan pasar petir serang banten).	metode TCTO (<i>Time cost trade off</i>)	mempercepat durasi proyek dengan melakukan <i>crashing</i> dan jumlah waktu dan biaya optimal yang dibutuhkan	Besarnya biaya percepatan ditambah denda yang dikeluarkan adalah sebesar Rp.6.848.751.591.98 akan tetapi mempercepat proyek hingga maksimum yaitu 159 hari dengan tidak adanya keterlambatan dirasa lebih baik karena mengeluarkan biaya sebesar Rp.6.727.075.874.40.
6	Frederika. Ariany (2010).	analisis <i>Crash Duration</i> pada proyek pembangunan super villa, peti Tenget – Bandung	Metode Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (<i>Time Cost Trade Off Analysis</i>).	Alternatif percepatan yang digunakan yaitu penambahan jam kerja, dari satu jam sampai dengan empat jam tanpa adanya penambahan tenaga kerja.	hasil analisis didapat biaya optimum pada penambahan satu jam kerja dengan pengurangan biaya dan waktu masing-masing sebesar Rp784.104,16 dan 8 hari, sedangkan waktu optimum didapat pada penambahan dua jam kerja, dengan pengurangan waktu dan biaya masing-masing sebesar 14 hari dan Rp700.377,35

7	S. Frederikson (2019)	optimalisasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pada proyek dengan metode <i>least cost analysis</i> (studi kasus : gedung badan kepegawaian daerah provinsi kalimantan timur).	Metode yang digunakan untuk optimalisasi penjadwalan proyek ini adalah <i>Critical Path Method</i> (CPM) dan <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM) dengan bantuan <i>software Microsoft Project 2016 Trial</i>	Keberhasilan suatu proyek sangat dipengaruhi oleh biaya dan waktu pelaksanaan proyek Waktu penyelesaian yang singkat, biaya yang minimal, dan mutu hasil pekerjaan yang bagus merupakan tolak ukur keberhasilan suatu proyek.	Dari hasil analisis diperoleh waktu dan biaya optimum pada penambahan tenaga kerja yaitu 184 hari dengan biaya total Rp. 24.823.863.868,50. Sehingga, persentase percepatan waktu penyelesaian proyek adalah 18,94 % dan persentase pengurangan biaya adalah 1,30%.
8	Hardianto. Agung (2015)	dengan judul analisa pengendalian manajemen waktu dan biaya proyek pembangunan hotel dengan network CPM (studi kasus Batiqa Hotel Palembang).	Metode yang digunakan adalah <i>Critical path method</i> (CPM)	Analisa perkembangan proyek dilakukan dari awal pelaksanaan sampai dengan minggu ke-64 sampai minggu ke-84	Dari hasil pembuatan penjadwalan kembali dengan biaya normal sisa pekerjaan sebesar Rp 12.661.955.002 selama 20 minggu waktu kerja.

9	Darmayudha. A. A. Ngurah (2015).	analisa program percepatan pada proyek konstruksi dengan metode penambahan jam kerja (studi kasus proyek pembangunan agranusa signature villa nusa dua bali).	Metode yang digunakan adalah <i>Time Cost Trade Off</i>	pelaksanaan proyek dapat sesuai dengan waktu dan biaya yang telah direncanakan sebelum proyek dilaksanakan	Dari hasil analisis juga didapat biaya yang lebih besar dari biaya yang direncanakan dimana biaya yang direncanakan Rp11,395,993,471.94 namun setelah dianalisis didapat perkiraan biaya Rp11,979,851,656.66. Kemudian dilakukan percepatan dan didapat durasi optimum 237 hari dan biaya oprimum Rp11,966,701,817.72
10	Hartono widi (2015)	percepatan proyek menggunakan metode <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja lembur optimum (studi kasus: proyek pembangunan gedung kantor kelurahan ketelan, surakarta).	Penelitian ini menggunakan metode <i>Time Cost Trade Off (TCTO)</i> sebagai analisis percepatannya	Percepatan dilakukan dengan menambah jam kerja optimum selama 3 jam per hari	Sebelum dilakukan percepatan, diperoleh biaya optimum sebesar Rp 2.423.431.995,68 dan waktu optimum 118 hari. Setelah dilakukan percepatan didapatkan perbandingan biaya dan waktu dengan efisiensi biaya sebesar Rp 5.218.125,34 atau 0,2149% dan efisiensi waktu selama 22 hari.

2.2 Dasar Teori

Manajemen adalah seni untuk melakukan suatu aktifitas. Maka setiap pelaksana proyek mempunyai seni atau cara tersendiri dalam mengelola pekerjaan-pekerjaan di lapangan. Data-data yang dipakai dalam perhitungan manajemen penyelenggaraan dalam pelaksanaan proyek banyak sekali model yang digunakan untuk mengimplementasikan Rencana Anggaran Biaya proyek ini adalah data-data yang berasal dari rencana Anggaran Biaya yakni, Volume item pekerjaan, dan analisa harga satuan pekerjaan yang berisi koefisien dan harga satuan sumberdaya. Data-data tersebut digunakan untuk menganalisis produksi yang diharapkan dalam pelaksanaan, sehingga dapat dihitung waktu penyelesaian tiap-tiap item pekerjaan. Waktu penyelesaian item pekerjaan digunakan untuk menyusun jadwal pelaksanaan pekerjaan (time schedule) seluruh proyek tersebut. Berdasarkan jadwal pelaksanaan pekerjaan maka dapat disusun jadwal kebutuhan sumberdaya termasuk kebutuhan akan biaya pelaksanaan proyek yang bersangkutan.

2.2.1 Tujuan Penyelenggaraan Proyek

Tujuan penyelenggaraan proyek pada dasarnya merupakan suatu ukuran keberhasilan penyelenggaraan proyek. Hal ini akan menjadi kriteria dari penyelenggaraan proyek tersebut. Tujuan penyelenggaraan proyek adalah proyek yang berjalan dengan sukses dalam hal tepat waktu, tepat kualitas, tepat kuantitas, tertib administrasi dan memperoleh profit yang wajar, dan punya definisi masing-masing seperti berikut ini :

1. Tepat waktu

Kontrak setiap proyek selalu menetapkan waktu sebagai salah satu hal yang diperjanjikan. Janji yang tidak dipenuhi selalu mempunyai dampak baik berupa sanksi administrasi maupun sanksi keuangan. Oleh sebab itu waktu yang ditetapkan harus dikelola sedemikian rupa sehingga proyek dapat diselesaikan dalam jangka waktu tersebut.

Tepat waktu ini diperoleh dengan menyusun jadwal pelaksanaan pekerjaan yang baik dan menggerakkan segala sumber daya yang dimiliki untuk memenuhi komitmen yang dibuat pada saat jadwal disusun. Pemenuhan komitmen oleh kontraktor sangat penting untuk dapat merealisasikan jadwal. Tepat waktu dalam pelaksanaan proyek menjadi ukuran utama keberhasilan proyek. Umumnya permasalahan proyek adalah karena jadwal pelaksanaan yang

direncanakan tidak dapat ditepati. Hal ini disebabkan karena komitmen tentang distribusi sumberdaya tidak dilaksanakan secara tepat waktu dan jumlah.

2. Tepat Kualitas

Kualitas yang diharapkan dari sebuah proyek digambarkan dalam spesifikasi pekerjaan. Sehingga pemenuhan akan kualitas sebenarnya adalah melakukan pekerjaan sesuai dengan syarat-syarat yang ditetapkan dalam spesifikasi.

3. Tepat Kuantitas

Dalam arti bahwa banyaknya pekerjaan yang harus dikerjakan oleh kontraktor agar sebagian atau keseluruhan fungsi bangunan dapat dapat diwujudkan. Hal ini sangat mempengaruhi biaya proyek secara keseluruhan, dan sangat tergantung pada perencanaan proyek serta alokasi kuantitas pekerjaan pada saat pelaksanaan. Untuk mencapai tepat kuantitas, maka pada awal pelaksanaan proyek, supervisor dan kontraktor harus melakukan review terhadap desain agar diperoleh kecocokan kondisi medan dengan gambar rencana.

4. Tertib Administrasi

Setiap proyek harus didukung dengan administrasi yang benar dan lengkap. Administrasi ini berupa dokumen tertulis maupun gambar (termasuk foto). Kegiatan dokumentasi ini harus dilakukan sejak pembuatan kontrak sampai dengan penutup kontrak proyek. Tertibnya administrasi penyelenggaraan proyek juga menggambarkan kinerja manajemen yang mengelola proyek tersebut.

5. Profit yang wajar

Tujuan ini terutama ditujukan kepada kontraktor. Perolehan profit terutama adalah agar perusahaan dapat berkembang sehingga dapat memacu pertumbuhan sector lain. Namun harus diingat bahwa keuntungan tersebut diperoleh secara wajar. Dalam arti tidak mengorbankan mutu pekerjaan. Profit yang wajar dapat diperoleh melalui peningkatan produktivitas yang juga berarti peningkatan efisien dan efektivitas dalam pemanfaatan sumberdaya.

2.2.2 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan-kegiatan (aktivitas) yang mempunyai saat permulaan dan harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapatkan tujuan tertentu Menurut Soeharto (1995) proyek merupakan suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya terbatas dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasanya telah digariskan dengan jelas. Mahendra Sultan Syah (2004) mengemukakan bahwa proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang terencana dan dilaksanakan secara berurutan dengan logika serta menggunakan banyak jenis sumber daya yang dibatasi oleh dimensi biaya, mutu, dan waktu.

2.2.3 Biaya Proyek

Biaya proyek adalah biaya keseluruhan dalam suatu proyek yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan dalam proyek tersebut. Biaya ini merupakan penjumlahan dan biaya item-item pekerjaan yang ada dalam proyek yang dilaksanakan.

Biaya proyek dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$BP = \sum_{j=1}^n Xi + o + Tax \dots \dots \dots 2.1$$

Keterangan :

BP = Biaya Proyek

$\sum_{j=1}^n Xi$ = Jumlah biaya dari item pekerjaan

2.2.3.1 Biaya langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung secara umum menunjukkan biaya tenaga kerja (menggaji buruh, mandor, pekerja), dan bahan yang diperlukan, peralatan dan biaya untuk pemakaian peralatan yang mempunyai hubungan erat dengan aktivitas proyek. Biaya langsung akan bersifat sebagai biaya normal apabila dilakukan dengan metode yang efisien, dan dalam waktu normal proyek. Biaya untuk durasi waktu yang dibebankan (*imposed duration date*) akan lebih besar dari biaya untuk durasi waktu yang normal, karena biaya langsung diasumsikan dikembangkan dari metode dan waktu yang normal sehingga waktu akan menambah biaya dari kegiatan proyek.

2.2.3.2 Biaya tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak Langsung adalah, biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi, tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. (Frederika, 2010) biaya tidak dapat dihindarkan dengan paket kegiatan dalam proyek. Biaya tidak langsung secara langsung bervariasi dengan waktu, oleh karena itu pengurangan waktu akan menghasilkan pengurangan dalam biaya tidak langsung.

2.2.4 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah rencana biaya yang dibuat untuk digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan (bangunan, jalan dan jembatan, bendungan, irigasi dan lain-lain) dalam bentuk manfaat dan kegunaannya, beserta susunan-susunan pelaksanaan dalam bidang administrasi teknik.

2.2.5 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah banyaknya pekerjaan yang harus diselesaikan atau dikerjakan untuk memenuhi fungsi atau sebagai fungsi dari bangunan Jalan Raya. Jika elemen tersebut dapat berfungsi maka kuantitas pekerjaan itu harus diselesaikan. Prinsip pertama dalam menghitung volume atau kuantitas pekerjaan adalah selama pekerjaan itu berbeda maka harus dipisahkan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang akurat dalam kalkulasi biaya.

Sebelum menghitung kuantitas atau volume sebaiknya ditentukan lebih dahulu satuan apa yang akan digunakan, sehingga mudah untuk menentukan dimensi mana yang akan harus diukur dalam elemen bangunan tersebut. Pengukuran dimensi – dimensi dari gambar rencana dapat menggunakan nilai skala atau angka – angka yang tertera dalam gambar, sedangkan pengukuran dimensi – dimensi di lapangan dilakukan dengan mengukur obyek secara langsung.

Tabel 2.2 volume pekerjaan

No	Item Pekerjaan	Satuan	Lambang
1	volume	Meter kubik	M ³
2	Luasan	Meter kuadrat	M ²
3	Isi panjang	Liter	Ltr

(Sumber Hasil pengamatan lapangan 2017)

2.2.6 Koefisien

Koefisien atau kuantitas merupakan istilah bagi banyaknya sumberdaya yang digunakan untuk menyelesaikan 1m³ galian tanah diperlukan 2 jam orang pekerja dan 0.2 jam orang mandor. Lamanya tenaga kerja ataupun peralatan yang bekerja untuk menyelesaikan 1 m³ galian tanah tersebut disebut sebagai koefisien atau kuantitas.

2.2.6.1 Koefisien tenaga kerja

Koefisien tenaga kerja adalah jumlah penggunaan tenaga kerja untuk menyelesaikan satu satunya item pekerjaan. Untuk menghitung koefisien tenaga kerja, maka perlu untuk mengetahui produksi tenaga kerja tersebut. Hasil produksinya didasarkan pada hasil produksi kelompok tenaga kerja. Besarnya produksi kelompok tenaga kerja ditentukan berdasarkan asumsi estimator. Agar asumsi ini dapat dipenuhi, maka harus mempertimbangkan lingkup pekerjaan, tingkat kesulitan, mutu yang diharapkan dan lokasi pekerjaan

Koefisien tenaga kerja dihitung dengan formula sebagai berikut :

1. Dalam satuan jam :

$$Ktk = \frac{\sum TK_{*} JK_{ef}}{Q} \dots\dots\dots(2.2)$$

2. Dalam Satuan Hari :

$$Ktk = \frac{1 * \sum TK}{Q} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan : Ktk = Koefisien tenaga kerja
 Σ TK = Jumlah tenaga kerja
 JKef = Jumlah jam kerja efektif
 Q = Produksi

Satuan koefisien menggunakan waktu sehingga jika produksi diperhitungkan dalam satuan jam maka satuan koefisien adalah jam, sedangkan jika produksi diperhitungkan dalam satuan hari maka satuan koefisien adalah hari. Satuan hari dapat dikonversikan menjadi satuan jam apabila diketahui jam kerja efektif dalam satuan hari.

2.2.7 Analisa harga satuan

Analisa harga satuan item pekerjaan adalah perhitungan detail dari penggunaan sumberdaya untuk dapat menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Dalam rakaian biaya proyek analisa harga satuan item pekerjaan merupakan harga satuan yang harus disediakan oleh pemilik proyek dan ditawarkan oleh kontraktor. Harga satuan ini merupakan penentuan biaya proyek dan sangat menentukan kinerja pelaksanaan proyek. Analisa harga satuan item pekerjaan dalam rencana angara biaya proyek ditempatkan sebagai hal yang sangat penting untuk dilakukan, agar nilai proyek yang ditawarkan menunjukkankewajaran. Satuan yang digunakan dalam menentukan analisa harga satuan item pekerjaan adalah satuan uang untuk tiap satuan kuantitas item pekerjaan ($\$/M^3$, $\$/M^2$, $\$/M$, $\$/ltr$, dll). Satuan ini yang akan digunakan sebagai dasar pembayaran bagi pelaksanaan pekerjaan. Oleh karena itu pengukuran pekerjaan yang dilakukan dengan tujuan untuk pembayaran harus menggunakan satuan yang digunakan dalam analisa harga satuan item pekerjaan ini Secara keseluruhan analisa harga satuan dapat dihitung dengan rumus:

$$A_i = T_i + M_i + P_i \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

A_i = Analisa harga satuan pada item pekerjaan ke-i
 T_i = Biaya tenaga kerja pada item pekerjaan ke-i
 M_i = Biaya material pada item pekerjaan ke-i
 P_i = Biaya peralatan pada item pekerjaan ke-i

Biaya yang digunakan untuk penggunaan tenaga kerja bagi item pekerjaan yang bersangkutan adalah merupakan penjumlahan dari hasil perkalian antara koefisien dan unsur-unsur tenaga kerja (harga satuan tenaga kerja). Biaya yang digunakan dapat dengan persamaan :

$$T = \sum T_{ij} = \sum K_{Tij} * H_{jT} \dots \dots \dots (2.5)$$

Sedangkan analisa harga satuan tenaga kerja diperoleh dengan mengalikan harga satuan tenaga kerja dengan koefisien tenaga kerja, dengan rumusan :

$$Atk = K_{tK} * H_{tK} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

Atk = Analisa harga satuan tenaga kerja

KtK = Koefisien tenaga kerja

Htk = Harga Satuan tenaga kerja

Biaya yang digunakan untuk penggunaan peralatan bagi item pekerjaan yang bersangkutan adalah merupakan penjumlahan dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuan peralatan. Biaya yang digunakan dapat dengan persamaan :

$$P_i = \sum P_{ij} = \sum K_{Pij} * H_{jP} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dan analisa harga satuan diperoleh dengan mengalikan harga satuan peralatan dengan koefisien peralatan dengan rumusan :

$$AP = KP + HP \dots \dots \dots (2.8)$$

AP = Analisa harga satuan peralatan

KP = Koefisien peralatan

HP = Harga satuan peralatan

Bentuk analisisnya adalah :

1. Tenaga kerja : $T_i = K_{Tij} * H_{ij}$(2.9)
2. Peralatan : $P_i = K_{Pi} * H_{ij}$(2.10)

2.2.8 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan fase menterjemahkan suatu perencanaan ke dalam suatu diagram-diagram yang sesuai dengan skala waktu. Dengan penjadwalan proyek ini dapat ditentukan kapan mulainya aktivitas-aktivitas proyek, waktu selesainya, bahkan waktu tundanya. Pembiayaan dan pemakaian sumber-sumber daya disesuaikan dengan waktu dan kebutuhan saat itu agar biaya proyek tetap terkendali. Beberapa sumber daya proyek yang berkaitan dengan penjadwalan proyek antara lain manusia, material, peralatan, dan modal kerja. Menjadwalkan adalah berpikir secara mendalam melalui berbagai persoalan-persoalan, menguji jalur-jalur yang logis serta menyusun berbagai macam tugas, yang menghasilkan suatu kegiatan lengkap, dan menuliskan bermacam-macam kegiatan dalam kerangka yang logis dan rangkain waktu yang tepat. (Luthan dan Syafriandi, 2006).

2.2.9 *Time Cost Trade OFF*

Di dalam analisis Time Cost Trade Off ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pulah biaya yang akan dikeluarkan apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang.

- a) Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur)
- b) Penambahan tenaga kerja
- c) Pergantian atau penambahan peralatan
- d) Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas
- e) Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Cara-Cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasa disebut giliran (shift) dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan unit pekerja untuk sore sampai malam

2.2.10 Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek

Mempercepat waktu penyelesaian proyek berarti melakukan usaha untuk menyelesaikan proyek konstruksi dengan durasi waktu yang lebih cepat dari jadwal yang telah ditentukan sebelumnya. Durasi percepatan (*crashing duration*) merupakan waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan proyek yang secara teknis masih dimungkinkan dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan (Soeharto, 1997). Menurut Mahendra Sultan Syah (2004) alasan perlu dilakukan percepatan adalah:

- a) Kegiatan proyek yang bersangkutan diharapkan segera selesai sebab sudah merupakan keputusan dan disetujui manajemen atau *owner* dengan suatu alasan tertentu.
- b) Karena terjadi keterlambatan pelaksanaan proyek yang sudah melebihi batas toleransi tertentu dan dinilai oleh manajemen atau *owner* akan sangat mempengaruhi kelancaran dan batas waktu penyelesaian proyek tersebut secara keseluruhan.

Dengan dipercepatnya durasi suatu proyek pasti akan menyebabkan perubahan terhadap biaya dan waktu, yang meliputi:

1. Waktu Normal (*Normal Duration*) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan sampai selesai dengan tingkat produktivitas normal.
2. Waktu dipercepat (*crash duration*) merupakan waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih memungkinkan
3. Biaya normal (*normal coast*) biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurung waktu normal
4. Biaya untuk waktu dipercepat (*crash coast*) adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu yang tersingkat Produktivitas kerja lembur diperhitungkan sebesar 75% dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas ini disebabkan oleh kelelahan pkerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, dan keadaan suaca yang hujan.

Produktivitas kerja merupakan perbandingan antara kuantitas pekerjaan yang dilakukan dengan sumber daya yang digunakan. Mahendra Sultan Syah (2004)

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{volume}}{\text{normal duration}} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{\text{produktivitas harian}}{7 \text{ jam}} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\text{Produktivitas harian sesudah crash} = \text{produktivitas harian} + (3 \text{ jam} \times \text{produktivitas/jam} \times 75 \%) \dots\dots\dots(2.13)$$

Dari nilai produktivitas harian yang sesudah crash tersebut dapat dicari waktu penyelesaian proyek setelah dipercepat (crash duration)

$$\text{Crash duration} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas harian sesudah crash}} \dots\dots\dots(2.14)$$

2.2.11 Crash Cost Dan Costs lope

Crash cost adalah biaya yang digunakan untuk melaksanakan aktivitas kegiatan proyek dalam jangka waktu sebesar durasi crash-nya. Biaya ini memacu pekerjaan lebih cepat selesai. Nilai crash cost akan lebih besar dari normal cost.

Besar nilai crash cost dapat dihitung menggunakan persamaan

$$\text{Biaya upah lembur total} = \text{jumlah pekerjaan} \times (3 \text{ jam} \times \text{biaya lembur/hari}) \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\text{Crash cost} = \text{biaya langsung normal} + \text{biaya upah lembur total} \dots\dots\dots(2.16)$$

2.2.12 Produksi

Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan dalam satu satuan waktu tertentu baik oleh kelompok tenaga kerja atau peralatan atau kedua-duanya secara bersama-sama. Satuan waktu untuk menentukan produksi umumnya adalah jam atau hari. Tiap-tiap kelompok kerja (baik tenaga kerja atau peralatan) dari setiap perusahaan mempunyai tingkat produksi yang berbeda –

beda.hal ini yang membedakan harga penawaran pekerjaan antara satu kelompok kerja dengan kelompok yang lainnya.

2.2.15 Produksi tenaga kerja

Penaksiran produksi tenaga kerja didasarkan pada pengalaman dan estimasi dari seorang estimator. Untuk dapat menghasilkan estimasi yang baik maka sebaiknya estimator sudah mempunyai pengalaman tentang tenaga kerja yang akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan.

Estimasi produksi tenaga kerja yang terlalu tinggi, menyebabkan biaya pelaksanaan item pekerjaan lebih rendah, namun mungkin sulit untuk dicapai. Sebaliknya jika estimasi produksi tenaga kerja terlalu rendah akan menyebabkan biaya pelaksanaan item pekerjaan terlalu tinggi. Hal yang perlu diketahui untuk menentukan produksi tenaga kerja adalah jumlah tenaga kerja dan kualifikasinya. Pada kontrak-kontrak yang mempunyai analisa harga satuan item pekerjaan, maka estimasi produksi tenaga kerja dapat didasarkan pada kuantitas (koefisien) tenaga kerja yang ada dalam analisa harga satuan tersebut. Dan diformulakan dengan:

$$Q_{tk} = 1 / K_{tk} * J_{tk} \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana : Q_{tk} = Produksi Tenaga Kerja

J_{tk} = Jumlah Tenaga Kerja

K_{tk} = Kuantitas Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja merupakan perbandingan angka koefisien masing-masing tenaga kerja terhadap koefisien tenaga kerja terkecil.

1. Kuantitas diperoleh dari analisa harga satuan pekerjaan
2. Jumlah mandor diasumsikan satu orang, jumlah tukang adalah perbandingan kuantitas tukang dengan mandor, jumlah pekerjaan adalah perbandingan kuantitas pekerjaan dengan mandor
3. Produksi diperoleh berdasarkan formula diatas.

2.2.16 Penambahan Tenaga Kerja

Dalam penambahan jumlah tenaga kerja, yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau ukup lapangan karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama.

Selain itu harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerjaan

Dengan rumus :

N = jumlah penambahan jam kerja (lembur)

Crash cost pekerja perhari = (jam kerja perhari x normal cost
pekerja) + (nx biaya lembur
perjam).....(2.18)

Cost slope = $\frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{durasi crash}}$(2.19)

2.2.17 Waktu Penyelesaian

Waktu pelaksanaan atau waktu penyelesaian item pekerjaan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh volume item pekerjaan yang terdapat dalam Bill of Quantity (BOQ) dari proyek yang bersangkutan. Dengan kata lain waktu penyelesaian pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item kegiatan.

Rumus untuk menentukan waktu penyelesaian item pekerjaan adalah :

$$W = \frac{V}{Q_{\min}} \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan:

W = Waktu penyelesaian item pekerjaan

V = Volume pekerjaan

Q_m = Produksi minimum (per-hari atau per-jam)