

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Proyek Konstruksi

2.1.1.1 Definisi Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan kumpulan kegiatan pengolahan sumber daya yang dilakukan dalam setiap satu kali pelaksanaan dan berjangka waktu pendek, serta mempunyai hasil akhir yang berupa bangunan (Ervianto, 2004). Menurut (Kezer, 2000), Proyek Konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang bersifat sementara, serta kegiatan ini memiliki tujuan akhir dengan memiliki rancangan tertentu, memiliki batasan waktu yang jelas, mempunyai berbagai sumber daya antara lain adalah biaya, tenaga manusia, dan peralatan. Adapun teori menurut (Schwalbe, 2016), menyatakan beberapa uraian penjelasan mengenai definisi proyek yang merupakan kegiatan usaha yang bersifat sementara dan mempunyai tujuan akhir yang berupa layanan atau produk yang unik. Proyek dapat melibatkan beberapa sumber daya seperti manusia yang melakukan kegiatan yang saling berhubungan dan dukungan pihak luar akan proyek yang dapat mempergunakan sumber daya tersebut secara baik dan efektif sehingga mendapatkan efisiensi serta ketepatan waktu penyelesaian proyek.

2.1.1.2 Ciri – Ciri Proyek

Menurut (Soeharto, 1999), Kegiatan Proyek merupakan sebuah kegiatan yang bersifat sementara yang dilaksanakan dalam waktu tertentu, dan menggunakan pengkelompokan sumber daya tertentu. Berikut adalah uraian dari ciri – ciri proyek:

1. Mempunyai tujuan khusus yang menghasilkan hasil kerja akhir atau produk akhir
2. Bersifat sementara sesuai dengan berjalannya proses penyelesaian pekerjaan

3. Mempunyai sasaran penjadwalan, kriteria mutu yang khusus dan mempunyai jumlah biaya tertentu untuk mencapai tujuan akhir
4. Kegiatan pekerjaan tidak berulang serta jenis kegiatan dan intensitas kegiatan akan berubah selama pelaksanaan proyek berlangsung.
5. Mulainya kegiatan proyek dan penyelesaian kegiatan proyek ditentukan dengan jelas

2.1.1.3 Jenis – Jenis Proyek

Menurut (Ervianto, 2004), proyek konstruksi dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis bangunan, yaitu:

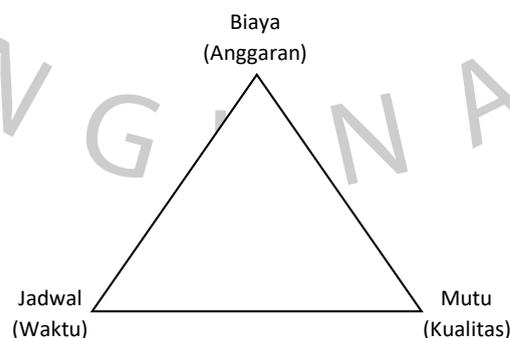
1. Bangunan Gedung meliputi rumah, kantor, pabrik, dan lain – lain. Kategori bangunan ini mempunyai ciri – ciri yaitu :
 - a. Pada proyek konstruksi dapat menambah pertumbuhan tempat tinggal dan tempat kerja
 - b. Kegiatan yang dilakukan mempunyai ruang lingkup yang kecil dan memakai pondasi yang sudah diketahui
 - c. Pengaturan manajemen mempunyai peran besar untuk alur proses kegiatan pekerjaan
2. Bangunan sipil meliputi jalan, bendungan, jembatan, dan infrastruktur lainnya. Kategori bangunan ini memiliki ciri – ciri sebagai berikut :
 - a. Proyek konstruksi memiliki fungsi untuk mengendalikan alam dan mempunyai tujuan akhir yaitu memenuhi kebutuhan manusia.
 - b. Pekerjaan konstruksi ini mempunyai ruang lingkup yang luas dan menggunakan berbagai macam tipe pondasi
 - c. Peran manajemen konstruksi pada proyek ini sangat berpengaruh, hal tersebut bertujuan untuk mencegah dan memecahkan masalah pada proyek.

2.1.1.4 Faktor Pembatas dalam Proyek

Menurut (Heryanto, 2013), terdapat tiga faktor pembatas di dalam manajemen proyek konstruksi, yaitu meliputi :

1. *Scope* atau ruang lingkup adalah pada komponen yang membahas tentang berbagai batasan dan jenis yang ada pada sebuah proyek. Jika ruang lingkup semakin luas atau besar suatu proyek, maka akan makin bertambahnya durasi waktu pengerjaannya, hal tersebut berpengaruh dengan penambahan biaya proyek.
2. *Cost* atau biaya merupakan komponen utama dalam sebuah proyek, komponen ini menentukan berapa besar biaya yang perlu dikeluarkan untuk sebuah proyek.
3. *Time* atau waktu merupakan satu dari berbagai komponen yang menjadi penentu hasil akhir dalam suatu proyek. Pada komponen dapat menentukan total durasi waktu yang digunakan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Jika adanya komponen lainnya seperti kualitas (*quality*) menjadi 4 batasan atau *quadruple constrain*, yang mana kualitas merupakan komponen yang menentukan hasil akhir dalam suatu proyek. Menurut (Erviyanto, 2004), proses proyek konstruksi dalam pelaksanaannya mengikuti kepada tiga parameter kendala (*triple constrain*) yaitu sesuai dengan kebutuhan proyek yang sudah ditetapkan, sesuai dengan penjadwalan proyek (*time schedule*), dan sesuai dengan biaya yang direncanakan.



Gambar 2. 1 Triple Constrain (Soeharto, 1995)

2.1.2 Manajemen Proyek

2.1.2.1 Definisi Manajemen Proyek

Menurut (Santosa, Manajemen Proyek Konsep & Implementasi, 2009), Manajemen Proyek merupakan bidang keilmuan melalui aplikasi (*knowledges*), alat (*tools*), teknik (*technique*), dan keterampilan (*skills*) terdapat pada aktifitas proyek yang berguna untuk pemenuhan kebutuhan- kebutuhan proyek itu sendiri. Manajemen proyek dilaksanakan melalui integrasi antara aplikasi pada proses manajemen yang terdapat pada proses proyek antara lain permulaan perencanaan, perencanaan proyek, pelaksanaan kegiatan proyek, pengawasan terhadap jalannya proses proyek, dan penutup kegiatan pelaksanaan proyek. Dalam pelaksanaan proyek memiliki batasan yang diatur oleh kendala – kendala dengan sifat yang mempengaruhi satu sama lain. Batasan kendala tersebut disebut segitiga *project constraint* yang terdiri dari pekerjaan (*scope*), waktu (*time*), dan biaya (*cost*). Keseimbangan antara ketiga konstrain tersebut akan berpengaruh dalam penentuan kualitas akhir suatu proyek. Perubahan dari faktor – faktor tersebut akan bersamaan dengan perubahan faktor – faktor lain.

Hal tersebut dikuatkan dengan teori dari (Hasibuan, 2013), manajemen proyek merupakan cabang keilmuan yang mengelola proses pemberdayaan sumber daya manusia dan sumber-sumber lainnya secara sistematis agar dapat efisien dan efektif dalam pemenuhan tujuan tertentu. Manajemen Proyek terdiri atas enam unsur (6M) yaitu *Men, Money, Methode, Material, Machines* dan *Market*. Serta menurut (Heryanto, 2013), Manajemen Proyek merupakan seni keilmuan yang berhubungan dengan mengkoordinir dan memimpin sumber daya proyek yang terdiri dari sumber daya manusia (SDM) dan bahan material proyek dengan menggunakan salah satu teknik manajemen yaitu teknik pengelolaan yang modern agar tercapai sasaran yang sudah ditentukan yaitu kualitas, biaya, jadwal, dan ruang lingkup, serta memenuhi keinginan para pemangku kepentingan.

2.1.2.2 Tujuan Manajemen Proyek

Menurut (Ervianto, 2004), tujuan manajemen adalah sarana untuk mencapai suatu sasaran tunggal dan jelas terdefiniskan. Terdapat bermacam masalah pada setiap proyek rekayasa sipil dan memiliki hubungan dengan persyaratan kinerja, batasan biaya, durasi penyelesaian proyek, keselamatan kerja, dan hasil akhir pekerjaan. Dalam kegiatan pekerjaan proyek konstruksi akan dapat berdampak pada penyelesaian proyek sehingga dalam pelaksanaan proyek menggunakan sumber daya yang minimum. Adapun berbagai manfaat dan tujuan yang didapatkan dari peran manajemen proyek antara lain:

1. Dapat meningkatkan produktifitas
2. Mengontrol jalannya proyek
3. Menambah efisiensi dari sisi biaya, waktu, dan sumber daya
4. Meningkatkan kualitas proyek
5. Dapat mengkoordinasikan internal dengan lebih baik
6. Meningkatkan atensi dan tanggung jawab tim dalam proyek
7. Menekan angka resiko yang akan timbul

Hal tersebut dapat menjadikan suatu proyek menjadi tepat sasaran dengan estimasi yang efisien dan resiko kerja yang dapat ditekan seminimal mungkin.

2.1.2.3 Fungsi Manajemen Proyek

Menurut (Ervianto, 2004), terdapat delapan fungsi manajemen proyek yang berlaku pada setiap proyek, yaitu:

1. Perencanaan (*planning*)
2. Penentuan Tujuan (*goal setting*)
3. Pengkelompokan (*organizing*)
4. Pemilihan Pekerja (*staffing*)
5. Pengarahan (*directing*)
6. Pengawasan (*supervising*)
7. Pengendalian (*controlling*)
8. Koordinasi (*coordination*)

Pada setiap fungsi yang terurai diatas merupakan tahap – tahap yang harus dipenuhi dan tidak ada fungsi yang terlewatkan. Pengelolaan proyek akan berhasil jika segala aspek pada fungsi tersebut diterapkan dan dijalankan secara efektif. Fungsi dari manajemen proyek dapat dicapai jika dengan menyediakan kondisi dan menyediakan sumber daya agar masing masing anggota yang bertugas didalamnya dapat melaksanakan tanggung jawabnya secara baik dan optimal. Dari ke delapan fungsi manajemen proyek tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori tahapan:

Tahap Perencanaan :

1. Kegiatan penetapan tujuan (*goal setting*)
2. Kegiatan perencanaan (*planning*)
3. Kegiatan pengorganisasian (*organizing*)

Tahap Pelaksanaan :

1. Kegiatan pengisian Staf (*staffing*)
2. Kegiatan pengarahan (*directing*)

Tahap Pengendalian :

1. Kegiatan pengawasan (*supervising*)
2. Kegiatan pengendalian (*controlling*)
3. Kegiatan koordinasi (*coordinating*)

Setiap kategori tahapan memiliki sasaran tujuan dan fungsi masing – masing yang perannya paling berpengaruh terhadap manajemen proyek rekayasa sipil. Setiap anggota yang terdapat pada masing – masing kategori tersebut memiliki kapabilitas dan kapasitas yang memadai sesuai dengan sasaran tujuan dan fungsinya.

2.1.3 Pengendalian Proyek

2.1.3.1 Definisi Pengendalian Proyek

Menurut (Ervianto, 2004), pengendalian proyek merupakan kegiatan pengontrolan dalam pelaksanaan suatu proyek yang berguna untuk mencapai keberhasilan proyek. Karakteristik proyek dapat dipandang melalui tiga dimensi antara lain keunikan proyek itu sendiri, mengikutsertakan komponen berbagai

sumber daya, dan mengandalkan kinerja organisasi. Pengendalian proyek perlu dilaksanakan supaya menjaga pelaksanaan proyek tetap sesuai dengan perencanaan proyek. Proses pengendalian dilaksanakan selama proses kegiatan proyek guna mewujudkan performa yang baik di dalam setiap tahap. Perencanaan dapat dibuat sebagai acuan dan pedoman selama proses kegiatan pekerjaan berjalan. Perencanaan menjadi standarisasi pelaksanaan kegiatan proyek meliputi spesifikasi teknik, anggaran, dan jadwal.

Adapun menurut R.J. Mockler (1972) melalui (Dimiyati, 2014), pengendalian merupakan suatu kegiatan yang sistematis yang memiliki tujuan yaitu menentukan standar yang berpedoman kepada sasaran perencanaan, melakukan perbandingan antara pelaksanaan dan perencanaan, membuat suatu sistem informasi, melakukan analisa terhadap penyimpangan antara kegiatan pelaksanaan dengan standar perencanaan, dan pada akhir dari pengendalian yaitu melakukan keperluan koreksi terhadap kegiatan tertentu pada setiap sumber daya supaya dapat digunakan secara efektif dan efisien.

2.1.3.2 Fungsi Pengendalian Proyek

Menurut (Ervianto, 2004), pengendalian proyek mempunyai dua fungsi utama yaitu:

1. Fungsi Manajerial

Pada suatu proyek yang memiliki ruang lingkup kecil maupun besar dan bersifat kompleks serta rentan dalam perubahan pemakaian unsur – unsur kegiatan pelaksanaan akan berpengaruh terhadap peran manager proyek untuk mengetahui bagian – bagian pekerjaan yang mengalami masalah.

2. Fungsi Pemantauan

Pada proyek yang menggunakan kegiatan pengendalian proyek akan berdampak baik karena akan memaksa unsur – unsur pelaksana untuk bekerja secara professional dan jujur.

2.1.3.3 Pengendalian Biaya Proyek

Menurut (Pastiarsa, 2015), pengendalian biaya proyek merupakan suatu proses pemantauan status proyek berdasarkan dari laporan berkala indeks kinerja atau prestasi proyek untuk mengetahui pengeluaran terkini pada proyek, melakukan perbandingan dengan rencana pembiayaan proyek, serta mengelola dan mengendalikan segala bentuk perubahan biaya proyek dari rencana anggaran proyek yang sudah dirancang dan ditetapkan. Berdasarkan teori dari *PMBOK-Guide* melalui (Pastiarsa, 2015) dapat diuraikan penjelasan mengenai pengendalian biaya proyek meliputi kegiatan antara lain:

- a. Melakukan pemantauan terhadap pengeluaran biaya proyek yang bertujuan mengetahui adanya penyimpangan terdapat rencana anggaran biaya proyek.
- b. Melakukan perbandingan antara progres pekerjaan dengan pengeluaran biaya.
- c. Pengendalian atas faktor – faktor yang dapat berdampak pada perubahan rencana anggaran biaya yang sudah disetujui.
- d. Melakukan pengendalian terhadap pengeluaran biaya proyek per periode maupun total proyek supaya dapat dipastikan tidak melebihi anggaran yang sudah direncanakan.
- e. Melakukan pencegahan pada biaya yang belum atau tidak disetujui yang akan dimasukkan kedalam laporan pembiayaan proyek atau penggunaan sumber daya.
- f. Melakukan pengelolaan perubahan biaya yang terjadi pada proyek.
8. Memastikan terhadap segala usulan perubahan biaya proyek yang dilaksanakan pada waktunya.
9. Memberikan informasi kepada pemangku kepentingan proyek tentang perihal perubahan biaya proyek yang telah direncanakan dan sudah disetujui
10. Melakukan penjagaan supaya kelebihan (*overrun*) biaya tidak melampaui batasan yang sudah ditentukan.

2.1.4 Rencana Anggaran Biaya Proyek

Menurut (Djojowiriono, 1991), Rencana Anggaran Proyek adalah suatu hasil perhitungan yang dapat memperkirakan biaya yang digunakan untuk menjalankan setiap pekerjaan pada suatu pelaksanaan proyek konstruksi. Hasil perhitungan tersebut dapat menghasilkan keseluruhan biaya untuk menjalankan kegiatan proyek konstruksi sampai dengan proyek konstruksi selesai. Adapun penjelasan menurut (Soedradjat, 1984), rencana anggaran biaya (RAB) dapat dikategorikan menjadi 2 kelompok, antara lain rencana anggaran biaya kasar dan rencana anggaran biaya terperinci. Berikut adalah uraian penjelasan dari kedua kategori kelompok tersebut:

1. Rencana Anggaran Biaya Kasar (RAB Kasar)

Rencana anggaran biaya kasar adalah perhitungan biaya proyek konstruksi yang bersifat sementara. Perhitungan biaya ini pada setiap ukuran luas terhadap tiap pekerjaan yang terdapat pada proyek dan terdapat penyesuaian terdapat pengalaman kerja.

2. Rencana Anggaran Biaya Terperinci

Rencana anggaran biaya terperinci adalah perhitungan biaya proyek yang mencakup secara luas dari segi besaran volume sampai dengan besaran harga tiap pekerjaan yang dilaksanakan dalam suatu proyek konstruksi. Rencana anggaran biaya proyek ini dapat menghasilkan perhitungan yang menyeluruh untuk mengetahui secara rinci biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek konstruksi.

Terdapat beberapa uraian yang menjelaskan manfaat dan tujuan dari pembuatan rencana anggaran secara umum. Berikut merupakan uraian penjelasan tentang manfaat dan tujuan :

1. Rencana anggaran biaya dapat menjadi pedoman dan acuan dalam pembuatan Kurva S.
2. Dapat menjadi pedoman untuk kontraktor dapat melakukan perjanjian kontrak kerja dengan sub kontraktor.
3. Sebagai media melakukan penawaran atau negosiasi harga proyek dari pihak kontraktor kepada sub kontraktor.

4. Menjadi peran utama dalam pembuatan jadwal kedatangan material dan tenaga kerja.
5. Menjadi salah satu bahan yang digunakan untuk membuat laporan kepada perusahaan atau pihak pemilik proyek.
6. Sebagai pedoman untuk memperhitungkan keuntungan dan kerugian yang didapatkan jika menggunakan suatu metode pekerjaan tertentu.

2.1.4.1 Langkah – Langkah Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Menurut (Pamungkas, 2020), menyatakan uraian penjelesan mengenai perhitungan rencana anggaran biaya proyek bangunan konstruksi. Perhitungan tersebut harus dilakukan pada setiap komponen yang diperlukan dalam setiap kegiatan pekerjaan hingga proyek tersebut selesai. Adapun langkah – langkah untuk melakukan perhitungan rencana anggaran biaya yaitu:

- a. Melakukan kegiatan persiapan dan pengecekan terhadap gambar rencana kerja.
- b. Melakukan perhitungan volume setiap kegiatan pekerjaan.
- c. Membuat perhitungan terhadap analisa Harga Satuan Pekerjaan (HSP) yang berpedoman pada peraturan SNI 2013 yang merupakan SNI RAB terbaru dari bidang cipta karya dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

Faktor – faktor yang dibutuhkan untuk memperhitungkan analisa Harga Satuan Pekerjaan (HSP)

- a. Nilai indeks (koefisien) analisa pekerjaan.
- b. Besaran nilai biaya material atau bahan proyek yang dibutuhkan sesuai peraturan.
- c. Besaran nilai biaya upah tenaga kerja per hari dengan segala peran pekerja yang dibutuhkan pada proyek meliputi pekerja, tukang, kepala tukang, dan mandor.
- d. Melakukan perhitungan terhadap biaya pada setiap kegiatan pekerjaan.
- e. Melakukan pengumpulan data dari hasil perhitungan biaya proyek

2.1.5 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (ASHP)

Menurut (Ashworth, 1994), analisis harga satuan pekerjaan adalah suatu besaran nilai biaya yang mencakup dalam material dan upah tenaga kerja yang berguna untuk suatu kegiatan pekerjaan tertentu. Terdapat beberapa pedoman analisa biaya konstruksi yaitu antara lain BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia). Kedua pedoman tersebut mempunyai ketetapan indeks pengali atau koefisien yang berguna untuk penentuan tenaga kerja dan material per satu satuan pekerjaan. Sesuai dengan pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum tahun 2021, mendefinisikan analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan biaya yang berguna dalam pemenuhan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan. Perhitungan tersebut berguna untuk mendapatkan harga satuan dari satu jenis pekerjaan tertentu.

2.1.6 Analisa Bahan dan Upah

Menurut (Chandra, 2018), sesuai dengan pedoman dan prinsip metode SNI mengenai analisa biaya yang sudah ditetapkan pada tahun 1991, 1992, dan tahun 2001 yang menyatakan bahwa analisa bahan dan upah merupakan rangkaian daftar koefisien upah, alat, dan bahan yang sudah direncanakan untuk dapat menganalisa biaya yang diperlukan dalam membuat harga satu per satuan pekerjaan bangunan. Berdasarkan ketiga koefisien tersebut maka akan didapatkan perhitungan peralatan yang dibutuhkan. Komponen – komponen pembangun dan susunan dari upah tenaga, material dan peralatan pada satu pekerjaan tertentu yang sudah direncanakan.

2.1.7 Perkiraan Biaya Proyek

Menurut (Soeharto, 1999), perkiraan biaya proyek mempunyai peran penting dalam suatu penyelenggaraan proyek konstruksi. Peran tersebut meliputi sarana perhitungan besaran biaya proyek yang akan digunakan untuk keberlangsungan kegiatan proyek. Perkiraan biaya proyek mempunyai fungsi antara

lain untuk membuat perencanaan dan pengendalian proyek dari berbagai sumber daya seperti tenaga kerja, bahan material proyek, waktu durasi proyek, dan pelayanan didalam suatu proses pembangunan proyek konstruksi. Terdapat kategori perkiraan pembiayaan yaitu:

1. *Cost Engineering*

Menurut AACE (*The American Association of Cost Engineer*) dalam (Soeharto, 1999), *cost engineering* merupakan ruang lingkup dari kegiatan teknik atau *engineering* yang menuju pada pengalaman dan pertimbangan teknik dapat digunakan sebagai aplikasi pada prinsip – prinsip teknik dan ilmu pengetahuan yang terdapat didalamnya meliputi perkiraan biaya dan pengendalian biaya

2. Perkiraan biaya dan anggaran

Definisi perkiraan biaya menurut *National Estimating Society-USA* yakni suatu penggambaran seni perkiraan (*the art of approximating*) pada kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan dalam penyelesaian suatu kegiatan atas perolehan informasi pada saat waktu itu. Adapun penjelasan menurut (Soeharto, 1999), anggaran yaitu suatu perencanaan yang detil dan terperinci atas perkiraan biaya dari bagian atau keseluruhan kegiatan suatu proyek dan anggaran dapat dikaitkan dengan waktu.

2.1.8 Modal Tetap Proyek

Menurut (Soeharto, 1999), modal tetap proyek merupakan salah satu bagian dari pembiayaan proyek yang digunakan untuk menghasilkan kualitas proyek yang sesuai dengan perencanaan, hal tersebut mencakup segala aspek yang dibutuhkan dalam proyek seperti studi kelayakan, pembuatan *detail engineering design*, pengadaan unsur – unsur proyek, pabrikasi alat dan bahan, pelaksanaan proyek konstruksi sampai dengan segala proses instalasi pada proyek yang bertujuan agar seluruhnya dapat berjalan secara penuh dan utuh. Terdapat pembagian perhitungan modal tetap proyek yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Terdapat rumusan perhitungan yang diuraikan sebagai berikut:

1. Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang digunakan untuk seluruh komponen permanen dan merupakan unit instalasi pada suatu proyek.

Persamaan untuk biaya langsung pada saat pelaksanaan pekerjaan dipercepat :

$$\text{Biaya langsung (Normal)} = \text{Total biaya proyek} - (\text{overhead} + \text{profit}) \dots\dots\dots 2.1$$

Persamaan untuk biaya langsung pada kondisi pekerjaan dipercepatan :

$$\text{Biaya langsung (crashing)} = \text{biaya langsung normal} + \text{cost slope pekerjaan crashing} \dots\dots\dots 2.2$$

2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Biaya tidak langsung adalah besaran biaya tidak permanen atau tidak tetap yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek

Persamaan untuk biaya tidak langsung (*indirect cost*) pada kondisi pekerjaan normal :

● $\text{Biaya tidak langsung (normal)} = \text{Total biaya proyek} - \text{direct cost} \dots\dots\dots 2.3$

Persamaan untuk biaya tidak langsung pada saat pelaksanaan pekerjaan dipercepat :

$$\text{Biaya tidak langsung (crashing)} = \text{Biaya profit} + (\text{durasi crashing} \times \text{overhead per hari}) \dots\dots\dots 2.4$$

Persamaan untuk mencari besaran nilai seluruh biaya proyek :

$$\text{Biaya total proyek} = \text{direct cost} + \text{indirect cost} \dots\dots\dots 2.5$$

3. Perhitungan pembiayaan *overhead* dan *profit*

a. *Profit*

Biaya *Profit* adalah suatu nilai yang dihitung dari nilai jual produk dikurangi dengan biaya modal pembuatan produk.

Persamaan untuk perhitungan *Profit* sebagai berikut :

$$\text{Profit} = \text{total biaya proyek} \times \text{bobot profit} \dots\dots\dots 2.6$$

b. *Overhead*

Biaya *overhead* adalah suatu perhitungan biaya yang ditambahkan serta tidak memiliki keterkaitan langsung dengan jalannya proses produksi.

Persamaan untuk biaya *overhead* dapat diuraikan sebagai berikut :

$$\text{Biaya overhead} = \text{total biaya proyek} \times \text{bobot overhead} \dots\dots\dots 2.7$$

Persamaan untuk perhitungan biaya *overhead* per hari dapat diuraikan sebagai berikut :

$$\text{Biaya overhead per hari} = \frac{\text{Biaya overhead}}{\text{durasi pekerjaan}} \dots\dots\dots 2.8$$

4. Total Biaya Proyek

Menurut (Soeharto, 1999), total biaya proyek merupakan hasil perhitungan keseluruhan biaya langsung ditambah dengan keseluruhan biaya tidak langsung. Terdapat perubahan yang simultan terhadap penambahan waktu proyek dan kemajuan proses pelaksanaan proyek. Pada umumnya, jika semakin lama durasi proyek maka akan ada penambahan biaya tidak langsung.

Persamaan untuk memperhitungkan biaya tambahan proyek seperti daya listrik tambahan:

$$\text{Total Biaya} = \text{Daya lampu} \times \text{Jumlah lampu} \times \text{Jumlah durasi jam} \times \text{Jumlah durasi hari} \times \text{Tarif listrik per KWh} \dots\dots\dots 2.9$$

2.1.9 Produktivitas Tenaga Kerja

2.1.9.1 Pengertian Produktivitas Tenaga Kerja

Menurut (Harris, 1998), Pada proyek konstruksi terdapat rasio produktivitas yang dapat di definisikan sebagai nilai yang diukur dalam proses konstruksi. Terdapat komponen – komponen produktivitas yang dapat diukur antara lain biaya tenaga kerja, alat proyek, dan bahan material konstruksi. Efektivitas dalam pengelolaan sumber daya akan berdampak langsung terhadap keberhasilan suatu proyek. Hubungan antara biaya pekerja dan produktivitas tenaga kerja sangat bersamaan, semakin besar produktivitasnya maka akan semakin besar biaya tenaga kerjanya. Adapun penjelasan menurut (Ervianto, 2004), Produktivitas merupakan rasio antara *input* dan *output* dari sumber daya yang digunakan, atau rasio antara pengeluaran dan hasil produksi yang dihasilkan dari sumber daya yang digunakan.

2.1.9.2 Faktor – faktor yang Dapat Mempengaruhi Tenaga Kerja

Menurut (Sinungan, 2003), terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas tenaga kerja, berikut adalah uraiannya:

- b. Latar belakang Pendidikan tenaga kerja itu sendiri, kebudayaan dari daerah – daerah tertentu, dan faktor lingkungan pada setiap proyek.
- c. Kapabilitas atau kemampuan tenaga kerja untuk mengidentifikasi suatu masalah dan mengatasi pemasalahan di situasi tertentu
- d. Kualitas dan jumlah tenaga kerja yang dipergunakan pada suatu proyek.
- e. Tingkat loyalitas dan ketekunan kerja yang tinggi pada diri setiap tenaga kerja.

2.1.9.3 Penentuan Jumlah Tenaga Kerja

Menurut (Arfan Utiahman, 2013), dalam penentuan jumlah tenaga kerja (*human resource*) yang akan diperlukan dan digunakan pada pelaksanaan proyek pembangunan harus diperhitungkan nilai produktivitas tenaga kerja untuk melaksanakan suatu pekerjaan tertentu.

Perhitungan nilai produktivitas kerja per hari dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Produktivitas Kerja} = \frac{1}{\text{koefisien tenaga kerja}} \dots\dots\dots 2.10$$

Setelah melalui perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja per hari, selanjutnya adalah memperhitungkan jumlah tenaga kerja yang akan diperlukan untuk melaksanakan suatu pekerjaan.

Perhitungan jumlah tenaga kerja dalam satuan hari dari setiap pekerjaan yang dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas kerja} \times \text{durasi pekerjaan}} \dots\dots\dots 2.11$$

Langkah terakhir setelah menentukan nilai produktivitas setiap tenaga kerja dalam satuan hari dan menentukan jumlah tenaga kerja dalam satuan hari dalam dari setiap kegiatan pekerjaan adalah menghitung upah tenaga kerja dalam satuan hari pada satu kegiatan pekerjaan.

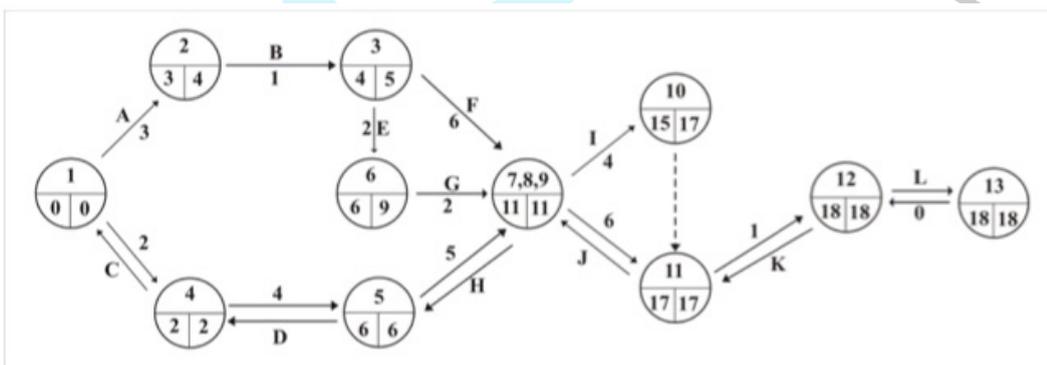
Perhitungan nilai harga upah tenaga kerja dalam satuan hari dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Harga upah per hari} = \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{harga upah satuan tenaga kerja} \dots\dots 2.12$$

2.1.10 Jaringan Kerja (*Project Network*)

Menurut (F. Gray, 2007), jaringan Kerja (*Project Network*) adalah sarana yang mempunyai fungsi untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengendalikan proses kemajuan suatu proyek. Diagram pada jaringan kerja adalah metode yang dapat menyediakan dasar teknik yang berisikan urutan kegiatan pekerjaan proyek dan kurun waktu kegiatan proyek, serta dapat dipakai sebagai perkiraan waktu penyelesaian proyek itu sendiri. Hal tersebut didukung dengan pernyataan (Tubagus Haedar, 1997), salah satu model media yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya berisikan informasi mengenai daftar kegiatan pada network diagram proyek yang bersangkutan. Menurut (Handoko, 2010), Manfaat dari penggunaan jaringan kerja yaitu:

1. Dapat merencanakan suatu proyek konstruksi secara kompleks.
2. Menentukan jadwal pekerjaan – pekerjaan dengan urutan yang memperhitungkan nilai praktis dan efisien.
3. Membuat pembagian kerja dari sumber daya manusia dan biaya yang tersedia
4. Membuat jadwal ulang yang berguna untuk mengatasi masalah hambatan dan keterlambatan
5. Dapat menentukan pertukaran (*trade off*) antara waktu dan biaya
6. Menentukan probabilitas dalam penyelesaian suatu proyek



Gambar 2. 2 Diagram Network (Ardian, 2015)

2.1.11 Penjadwalan Proyek

2.1.11.1 Definisi Penjadwalan Proyek

Menurut (Husen, 2009), penjadwalan proyek merupakan salah satu komponen dari hasil perencanaan yang berfungsi untuk memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek konstruksi yang mencakup tentang hal kinerja sumber daya berupa pembiayaan proyek, penggunaan alat proyek, tenaga kerja proyek, dan material serta rencana durasi waktu yang digunakan untuk penyelesaian suatu proyek secara keseluruhan. Dalam proses penjadwalan, kegiatan dapat disusun dan dapat berhubungan antara kegiatan yang sudah dirancang serta dalam pembuatannya dirancang lebih akurat, terperinci, serta mendetail. Hal tersebut berguna yang bermanfaat membantu pelaksanaan pengevaluasian suatu proyek. Selama berjalannya proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti proses perkembangan proyek dengan bermacam – macam permasalahan yang terjadi. Adapun pernyataan menurut (Nurhayati, 2010) yaitu, penjadwalan proyek adalah suatu kegiatan hasil perencanaan proyek yang menghasilkan informasi tentang jadwal rencana dan proses kegiatan pelaksanaan suatu proyek ke dalam suatu diagram – diagram yang mempunyai skala waktu tertentu.

Menurut (Rizky, 2019) dalam merencanakan penjadwalan proyek konstruksi terdapat beberapa metode antara lain:

1. Diagram balok (*Grantt bar Chart*)
2. Diagram panah (*Arrow Diagram*)
3. Diagram garis (*Time Production Graph*)
4. Diagram *Precedence* (*Precedence Diagram*)

2.1.11.2 Manfaat Penjadwalan Proyek

Menurut (Husen, 2009), penjadwalan proyek secara umum memiliki beberapa manfaat seperti berikut:

- a. Memberikan acuan dan pedoman kepada unit kegiatan/pekerjaan tentang berbagai macam batasan waktu proses awal sampai akhir dari setiap penugasan.

- b. Memberikan sarana koordinasi dan komunikasi secara sistemasi yang berguna bagi manajemen konstruksi dalam penentuan bagian dari prioritas terhadap sumber daya waktu.
- c. Memberikan sarana yang berguna untuk kemajuan pekerjaan.
- d. Memberikan solusi terhadap permasalahan pemerdayaan sumber daya yang tidak sesuai dengan perencanaan supaya suatu proyek dapat sesuai dengan waktu penyelesaian yang sudah ditetapkan.
- e. Memberikan informasi tentang waktu pelaksanaan pekerjaan yang akurat.
- f. Membuat kegiatan kerja lembur dan pembagian *shift* kerja yang berguna untuk mempercepat proyek.
- g. Menentukan sasaran dan tujuan proyek.

2.1.11.3 Jenis – Jenis Penjadwalan Proyek

Menurut (Kusnanto, 2010), penjadwalan proyek pada umumnya terbagi menjadi 2 kategori, yaitu:

1. Penjadwalan Deterministik yang merupakan tugas jaringan saling terhubungan satu dengan yang lain dengan sifat ketergantungan antara pekerjaan yang segera dilakukan, durasi kerja, dan rencana penyelesaian proyek. Setiap kegiatan pekerjaan mempunyai durasi yang direncanakan. Penjadwalan dengan kategori deterministik terbagi atas 2 yaitu :
 - a. CPM (*Critical Path Method*) yaitu *Precedence Diagram Method* (PDM), *Arrow Diagram*, dan *Time Scale Diagram*.
 - b. Non – CPM : *Bar Chart / Gantt Chart, Line Diagram*
2. Penjadwalan Probabilistik yang merupakan jaringan dengan semua elemen dari rencana deterministik, namun jangka waktu kegiatan tugas merupakan variabel – variabel acak. Contoh dari penjadwalan probabilistik adalah *Program Evaluation and Review Technique (PERT)* dan *Montercarlo*.

2.1.12 Work Breakdown Structure (WBS)

Menurut (Fahrenkrog, 2004), *Work Breakdown Structure* (WBS) merupakan salah satu unsur manajemen proyek konstruksi yang berorientasi pada hasil dari kegiatan pekerjaan pelaksanaan proyek yang akan dilaksanakan oleh tim proyek untuk mencapai tujuan proyek dan hasil sesuai dengan perencanaan. Menurut (Satzinger, 2012) ada dua pendekatan umum untuk membuat WBS, yaitu berdasarkan tujuan proyek atau berdasarkan alur proses proyek. WBS adalah tahap awal dalam pengidentifikasian penjadwalan proyek.

Menurut (Fahrenkrog, 2004), *work breakdown structure* (WBS) mempunyai 4 fungsi yang sangat berpengaruh terhadap manajemen proyek konstruksi, yaitu :

1. Dapat menjadi definisi ruang lingkup pekerjaan proyek yang dilakukan dan dapat mendefinisikan segala macam komponen yang penting untuk dikendalikan. Mendefinisikan atau *decomposition* ruang lingkup pelaksanaan kegiatan proyek tergantung pada kebutuhan manajemen supaya kontrol dengan representasi tingkat kedetilan yang memadai pada *work breakdown structure*.
2. Menyediakan suatu *framework* kepada tim manajemen proyek berdasarkan status proyek dan laporan proses kegiatan pekerjaan proyek.
3. Memfasilitasi komunikasi antara manajer proyek dan *stakeholder* selama masa proyek berupa informasi lingkup kegiatan pekerjaan. Komponen lain pada informasi pada *Work Breakdown Structure* (WBS) yaitu *schedule*, resiko, performa, ketergantungan, dan biaya.
4. Sebagai komponen input utama yang akurat berguna untuk proses manajemen proyek dan tujuan yang lain.
5. Sebagai pondasi atas suatu proses kontrol terkait kegiatan pekerjaan proyek.

2.1.13 Bagan Balok (*Bar Chart*)

Menurut (Callahan, 1992), bagan balok (*bar chart*) merupakan berbagai aktifitas kegiatan yang terdapat dalam kolom vertikal, sementara itu waktu berada pada kolom horizontal. Pada waktu awal dan waktu akhir setiap macam kegiatan

pekerjaan beserta durasinya dapat diketahui melalui penempatan balok horizontal pada bagian kanan pada setiap aktivitas kegiatan. Melalui penentuan skala waktu horisontal dapat ditentukan perkiraan waktu mulai dan waktu selesai ada bagian atas bagan. Susunan kronologi kegiatan pekerjaan dapat ditunjukkan melalui panjang dari balok aktivitas.

Menurut (Widiasanti, 2013), bagan balok (*bar chart*) menjadi media yang dapat mencakup secara general sebagai teknik penjadwalan dalam konstruksi. Hal itu dikarenakan bagan balok (*bar chart*) mempunyai ciri – ciri sebagai berikut:

1. Mempunyai bentuk yang mudah dipahami.
2. Mempunyai kemudahan dalam perancangan dan pembuatan.
3. Dapat dipakai sebagai alat pengendalian biaya dengan menggunakan kurva S jika digabungkan dengan metode lain.

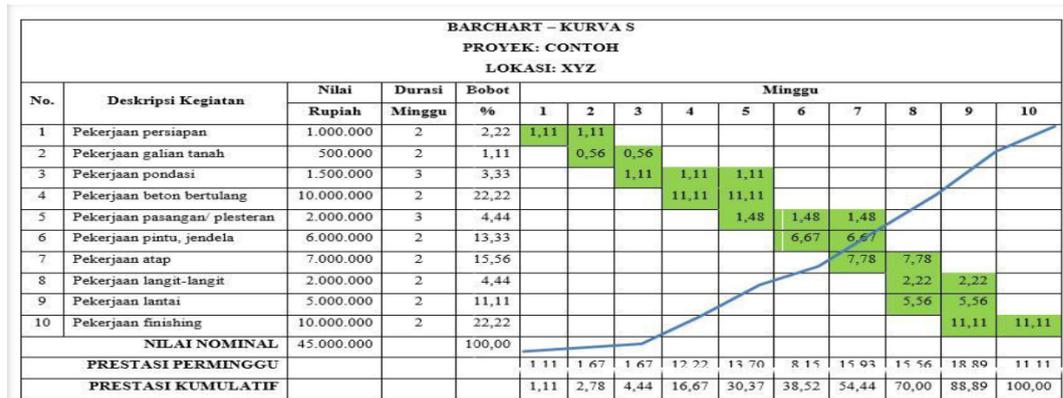
BARCHART														
PROYEK: CONTOH														
LOKASI: XYZ														
No.	Deskripsi Kegiatan	Nilai	Durasi	Bobot	Minggu									
		Rupiah	Minggu	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pekerjaan persiapan	1.000.000	2	2,22	1,11	1,11								
2	Pekerjaan galian tanah	500.000	2	1,11		0,56								
3	Pekerjaan pondasi	1.500.000	3	3,33			1,11	1,11	1,11					
4	Pekerjaan beton bertulang	10.000.000	2	22,22				11,11	11,11					
5	Pekerjaan pasangan/ plesteran	2.000.000	3	4,44					1,48	1,48	1,48			
6	Pekerjaan pintu, jendela	6.000.000	2	13,33						6,67	6,67			
7	Pekerjaan atap	7.000.000	2	15,56							7,78	7,78		
8	Pekerjaan langit-langit	2.000.000	2	4,44								2,22	2,22	
9	Pekerjaan lantai	5.000.000	2	11,11								5,56	5,56	
10	Pekerjaan finishing	10.000.000	2	22,22									11,11	11,11
NILAI NOMINAL		45.000.000		100,00										
PRESTASI PERMINGGU					1,11	1,67	1,67	12,22	13,70	8,15	15,93	15,56	18,89	11,11
PRESTASI KUMULATIF					1,11	2,78	4,44	16,67	30,37	38,52	54,44	70,00	88,89	100,00

Gambar 2. 3 Contoh Bagan Balok / Barchart / Gantt Chart (Ervianto, 2005)

2.1.14 Kurva S (*Curve Schedule*)

Menurut (Callahan, 1992), kurva S merupakan hasil penempatan dari *barchart* yang memiliki tujuan untuk mempermudah melihat bermacam – macam kegiatan pekerjaan yang masuk dalam jangka waktu tertentu pada pengamatan proses pelaksanaan proyek. Adapun definisi lain menurut (Soeharto, 1999), kurva S merupakan suatu grafik yang dirancang dan disajikan dengan sumbu vertikal sebagai penentuan nilai komulatif biaya atau penyelesaian (*progress*) pelaksanaan kegiatan dan dengan sumbu horizontal sebagai penentuan besaran durasi waktu. Menurut (Husen, 2009), kurva S memiliki fungsi dalam penyajian tentang

kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, bobot, dan waktu dari kegiatan pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh aktivitas kegiatan pekerjaan proyek. Pada penggambaran kurva S dapat memberikan berbagai informasi tentang proses kemajuan proyek dengan melakukan perbandingan dengan jadwal rencana.



Gambar 2. 4 Kurva S dikombinasikan dengan Barchart (Ervianto, 2005)

2.1.15 Precedence Diagramming Method (PDM)

Menurut (Suputra, 2012), *Precedence Diagramming Method* (PDM) dapat didasarkan kepada permasalahan utama yang berupa masalah keseimbangan hubungan antara biaya dan waktu penyelesaian proyek konstruksi. *Precedence Diagramming Method* (PDM) dapat mengkaji secara mendalam tentang hubungan antar sumber daya proyek yang bertujuan untuk mempersingkat durasi waktu penyelesaian atau pelaksanaan proyek. Pada Metode PDM terdapat bagian penting dalam penjadwalan proyek, yaitu penentuan jalur kritis (*critical path*).

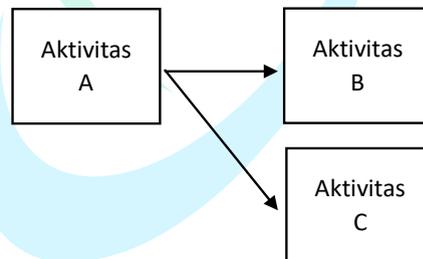
Menurut (Widiasanti, 2013), *Precedence Diagramming Method* (PDM) adalah salah satu teknik penjadwalan proyek dan juga termasuk teknik penjadwalan rencana jaringan kerja (*network planning*). Perbedaan antara PDM dan AOA adalah pada *activity on arrow* lebih menekankan kepada kegiatan pada anak panah, sedangkan *precedence diagramming method* menitikberatkan kepada kegiatan pada node.

Menurut (Widiasanti, 2013), Terdapat beberapa perbedaan antara *activity on arrow* (AOA) dengan *activity on node* (AON) dengan *precedence diagramming method* (PDM), dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pada antara *activity on arrow* (AOA), kegiatan dapat digambarkan dengan anak panah, sedangkan *activity on node* (AON) dan *precedence diagramming method* (PDM) dapat digambarkan dengan node.
2. Bentuk Node pada *activity on arrow* (AOA) adalah berbentuk lingkaran, sementara bentuk Node pada *activity on node* (AON) dan *precedence diagramming method* (PDM) adalah berbentuk persegi panjang.
3. Ukuran Node pada *activity on node* (AON) dan *precedence diagramming method* (PDM) lebih besar karena berisi banyak keterangan kegiatan.
4. Terdapat perbedaan metode perhitungan pada *activity on arrow* (AOA) dan *precedence diagramming method* (PDM).

Berikut adalah contoh bentuk *precedence diagramming method* (PDM)

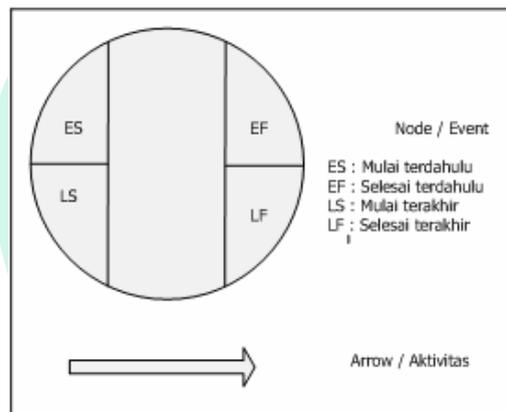
Aktivitas	Aktivitas Sebelum
A	-
B	A
C	B



Gambar 2. 5 Contoh Sederhana Precedence Diagramming Method (Widiasanti, 2013)

Menurut (Widiasanti, 2013), sebelum pembuatan jalur kritis didalam metode penjadwalan jaringan *Activity On Arrow* (AOA), perhitungan dalam durasi proyek terbagi atas dua perhitungan yaitu hitungan maju dan hitungan mundur. *Activity On Arrow* (AOA) merupakan sarana menghubungkan node – node dari setiap kegiatan bersama – sama. Terdapat 2 node yaitu Node “I” adalah node pada awal anak panah (ekor) dan Node “J” adalah node pada bagian kepala anak panah. Terdapat beberapa istilah dalam perhitungan maju dan mundur pada metode *Activity On Arrow* (AOA) sebagai berikut:

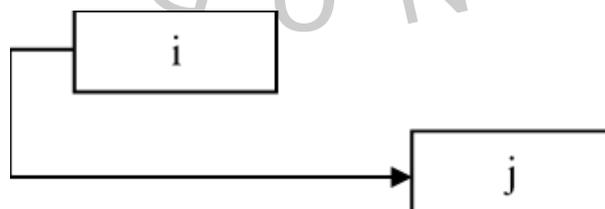
1. *Early Start* (ES) merupakan waktu paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai.
2. *Late Start* (LS) merupakan waktu paling terakhir pada sebuah kegiatan yang dapat diselesaikan tanpa menghambat kegiatan penyelesaian proyek.
3. *Early Finish* (EF) merupakan waktu awalan pada sebuah kegiatan yang dapat diselesaikan jika dimulai pada waktu paling awalnya dan diselesaikan sesuai dengan durasi waktunya.
4. *Late Finish* (LF) merupakan waktu paling terakhir dari sebuah kegiatan yang dapat dimulai tanpa memperlambat durasi penyelesaian proyek.



Gambar 2. 6 Node dan Anak Panah (Heizer & Render, 2011)

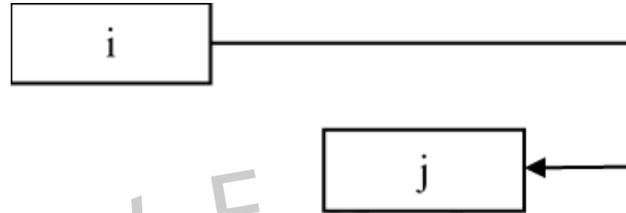
Menurut (Rizky, 2019), Metode PDM mempunyai serangkaian hubungan ketergantungan antar pekerjaan yang berbentuk variasi. Maka pada metode PDM terdapat 4 macam hubungan ketergantungan antar pekerjaan yang bervariasi antara lain:

1. Start to Start (SS) adalah hubungan yang menunjukkan mulainya kegiatan (*start*) dan kegiatan berikutnya (*successor*) yang bergantung pada mulainya (*start*) kegiatan sebelumnya (*predecessor*).



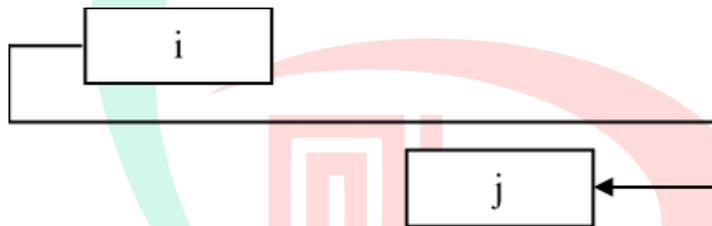
Gambar 2. 7 Hubungan Start to Start (SS) (Rizky,2019)

2. Finish to Finish (FF) adalah hubungan yang menunjukkan selesainya kegiatan (*finish*) dan kegiatan berikutnya (*successor*) yang bergantung pada selesainya (*finish*) pada kegiatan sebelumnya (*predecessor*).



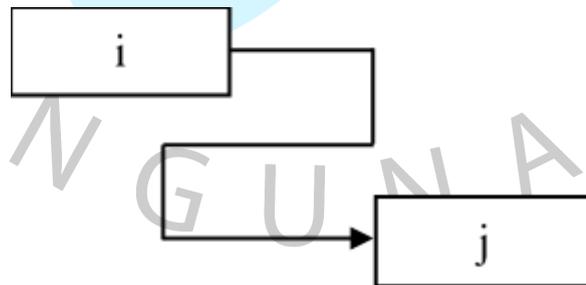
Gambar 2. 8 Hubungan Finish to Finish (FF) (Rizky,2019)

3. Start to Finish (SF) adalah hubungan yang menunjukkan selesainya kegiatan (*finish*) dan kegiatan berikutnya (*successor*) yang bergantung pada mulainya (*start*) pada kegiatan sebelumnya (*predecessor*)



Gambar 2. 9 Hubungan Start to Finish (SF) (Rizky,2019)

4. Finish to Start (FS) adalah hubungan yang menunjukkan mulainya kegiatan (*start*) dan kegiatan berikutnya (*successor*) yang bergantung pada selesainya (*finish*) pada kegiatan sebelumnya (*predecessor*)



Gambar 2. 10 Hubungan Finish to Start (SF) (Rizky,2019)

2.1.16 Jalur Kritis (*Critical Path*)

Menurut (Soeharto, 1999), Jalur kritis adalah salah satu bagian dari metode jaringan kerja (*project network*). Jalur kritis merupakan jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan pekerjaan, dengan total jumlah waktu paling lama dan dapat menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Kesimpulannya adalah jalur kritis terdiri atas komponen dan rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan yang pertama sampai pada kegiatan yang terakhir proyek.

2.1.17 Metode Percepatan (*Crashing Method*)

2.1.17.1 Definisi Metode Percepatan

- Menurut (Ervianto, 2004), metode percepatan atau *crashing method* merupakan proses disengaja, sistematis, dan analitik dengan menggunakan suatu cara pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek berpusat pada kegiatan yang berada di jalur kritis. Metode percepatan bermanfaat untuk memperbaiki penjadwalan yang terlambat sehingga sesuai dengan penjadwalan proyek.

Menurut (Federika, 2010), suatu usaha penyelesaian proyek lebih singkat dari waktu penyelesaian proyek dalam keadaan normal biasa disebut dengan percepatan waktu penyelesaian proyek. Dengan diadakan program percepatan proyek maka diadakan *crash program* untuk pengurangan durasi kegiatan pekerjaan proyek. Durasi percepatan maksimum merupakan durasi tersingkat yang berguna untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih memungkinkan dengan dasar asumsi sumber daya bukan salah satu dari hambatan proyek. Durasi percepatan memiliki batasan yaitu luas lokasi kerja proyek, namun terdapat empat faktor yang dapat dilakukan optimasi dengan dilaksakannya metode percepatan, yaitu penjadwalan kerja lembur, penambahan terhadap jumlah tenaga kerja (*manpower*), perubahan metode kerja konstruksi, dan pemakaian alat kerja konstruksi.

2.1.17.2 Proses Metode Percepatan

Menurut (Ervianto, 2004), proses percepatan merupakan salah satu cara untuk mempekirakan dari variable cost pada penentuan selisih durasi yang paling maksimal dan paling efisien dari suatu kegiatan pekerjaan yang masih mungkin untuk direduksi. Kegiatan dalam suatu lingkup pekerjaan proyek dapat dipercepat dengan empat cara, yaitu:

1. Penambahan waktu kerja
2. Penambahan tenaga kerja
3. Pengubahan metode kerja
4. Penggunaan alat bantu konstruksi

Menurut (Ervianto, 2004), proses percepatan dapat dianalisis secara menerus yang berpusat pada hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa istilah yaitu:

1. Kurun waktu normal / *Normal Duration* (ND).

Kurun waktu normal merupakan durasi waktu yang diperlukan untuk melaksanakan suatu kegiatan pekerjaan dari mulai hingga selesai dengan menggunakan sumber daya yang diperlukan.

2. Kurun waktu dipersingkat / *Crash Duration* (CD).

Kurun waktu dipersingkat merupakan durasi waktu yang sudah dipercepat atau dipersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan pekerjaan proyek secara teknis dan sistematis.

Perhitungan durasi waktu dipersingkat (*crash duration*) dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Durasi crashing} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{kapasitas kerja} \times \text{jumlah tenaga kerja}} \dots\dots\dots 2.13$$

3. Biaya normal / *Normal Cost* (NC).

Biaya normal merupakan biaya yang sudah dirancang dan direncanakan untuk menyelesaikan suatu kegiatan pekerjaan dalam kurun waktu normal.

4. Biaya untuk waktu dipersingkat / *Crash Cost* (CC).

Biaya untuk waktu dipersingkat atau biaya percepatan merupakan besaran biaya langsung yang digunakan untuk kegiatan percepatan pada suatu kegiatan pekerjaan proyek dalam kurun waktu dipersingkat.

Perhitungan analisa kebutuhan jumlah tenaga kerja dapat menggunakan persamaan :

Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan = *volume* x koefisien..... 2.14

Perhitungan besaran nilai harga upah tenaga kerja dapat menggunakan persamaan :

Harga upah tenaga kerja = jumlah pekerja x harga satuan pekerja 2.15

Perhitungan untuk total nilai upah tenaga kerja dapat menggunakan persamaan :

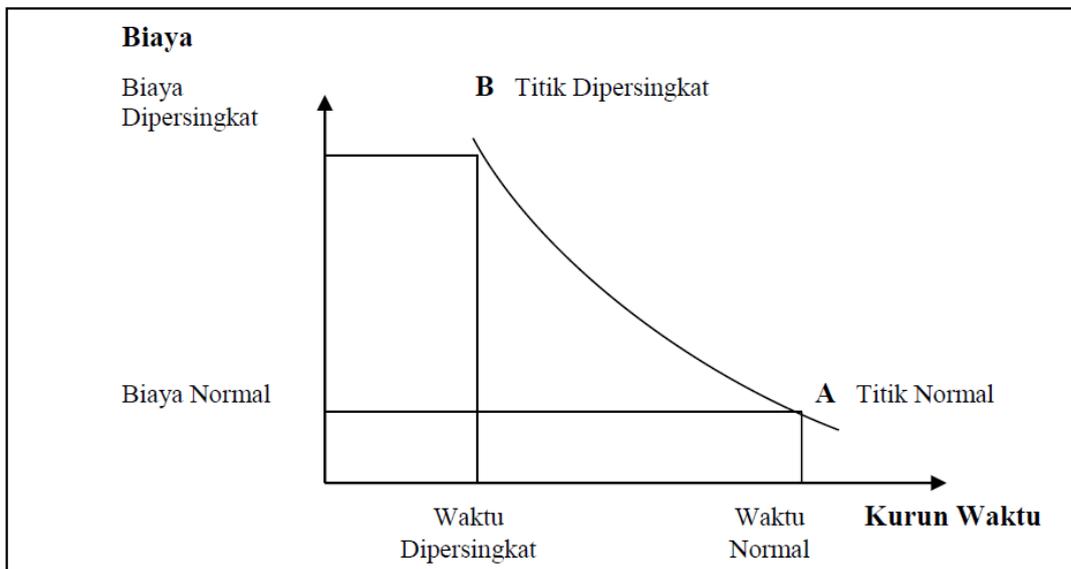
Total upah = total biaya per hari x durasi proyek x jumlah tenaga kerja.. 2.16

5. *Cost Slope Segment*

Menurut (Soeharto, 1999), *Cost slope segment* merupakan perbandingan antara tertambahan biaya dengan waktu penyelesaian yang dipercepat dari suatu kegiatan pekerjaan.

- Perhitungan nilai *cost slope* dapat menggunakan persamaan :

$$Cost\ slope = \frac{\text{biaya dipersingkat} - \text{biaya normal}}{\text{waktu normal} - \text{waktu dipersingkat}} \dots\dots\dots 2.17$$



Gambar 2. 11 Grafik hubungan antara waktu dan biaya normal dan hubungan Percepatan untuk suatu kegiatan (Soeharto, 1999)

Menurut (Soeharto, 1999), pada grafik hubungan antara waktu dan biaya, titik A menunjukkan titik normal, sedangkan titik dipersingkat terletak pada titik B. Garis yang menghubungkna antara titik A dan titik B merupakan kurva waktu dan biaya. Dengan mengetahui besaran sudut kemiringan grafik, maka dapat dilakukan

perhitungan besar biaya untuk mempersingkat waktu dalam satu hari, jika diketahui bentuk kurva waktu dan biaya dari suatu kegiatan. Penambahan biaya langsung (*direct cost*) merupakan cara untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu (*cost slope*).

2.1.17.3 Metode Percepatan dengan Alternatif Menambahkan Tenaga Kerja

Menurut (Maulana, 2021), menyatakan bahwa dalam pelaksanaan suatu proyek sering mengalami penundaan dan mengalami ketidaksesuaian terhadap perencanaan awal proyek. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi keterlambatan antara lain faktor cuaca yang tidak dapat diprediksi, lokasi proyek, kondisi desain bangunan, dan kesalahan yang terjadi pada rencana proyek. Alternatif yang dapat dilakukan untuk menghindari keterlambatan dengan mempercepat durasi proyek adalah melakukan penambahan jumlah pekerja, alat yang memadai, dan bahan yang praktis.

Menurut (Chandra, 2018), menyatakan bahwa terdapat analisa perhitungan untuk mengetahui penambahan tenaga kerja, besaran nilai produktivitas tenaga kerja, besaran durasi waktu percepatan yang disebabkan oleh penambahan tenaga kerja, dan besaran biaya upah tenaga kerja untuk penambahan tenaga kerja. Analisis perhitungan tersebut dapat menggunakan beberapa persamaan sebagai berikut :

Perhitungan jumlah tenaga kerja yang ditambahkan per pekerjaan dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Penambahan tenaga kerja} = (\text{jumlah tenaga kerja normal} \times \text{penambahan optimal}) + \text{jumlah tenaga kerja normal} \dots\dots\dots 2.18$$

Perhitungan besaran nilai produktivitas akibat penambahan tenaga kerja dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \text{jumlah penambahan tenaga kerja} - \text{jumlah tenaga kerja normal} \dots\dots\dots 2.19$$

Perhitungan jumlah durasi waktu yang dipercepat karena penambahan tenaga kerja dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Durasi } \textit{crashing} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas kerja} \times \text{penambahan tenaga kerja}} \dots\dots\dots 2.20$$

Perhitungan besaran biaya upah untuk penambahan tenaga kerja dapat menggunakan persamaan :

Upah tenaga kerja = jumlah penambahan tenaga kerja x biaya upah pekerja.... 2.21

2.1.17.4 Metode Percepatan dengan Alternatif Melakukan Sistem Kerja

Lembur

Menurut (Nugroho, 2019), mengungkapkan bahwa pada setiap proyek konstruksi mempunyai batasan waktu tertentu dan proyek diselesaikan dalam jangka waktu yang sudah ditentukan. Dalam pelaksanaan proyek tidak selalu berjalan sesuai dengan perencanaan dan penjadwalan awal. Proyek konstruksi dapat menjadi lebih cepat dari pada rencana penjadwalan dengan melalui perhitungan yang matang dan sistematis. Pengendalian proyek diperlukan untuk memberi solusi salah satunya adalah mempercepat durasi proyek dengan konsekuensi dapat menambah biaya proyek. Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek adalah menambah jam kerja atau melakukan sistem jam kerja lembur dengan tenaga kerja yang tersedia.

Menurut (Santoso, Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam dan Sistem Shift Kerja, 2017), terdapat cara untuk mencari analisa perhitungan nilai harga upah pekerja pada saat jam kerja lembur sesuai dengan peraturan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Lembur Pasal 11, sebelumnya yang sudah diatur pada pasal 8 dapat diperhitungkan sebagai berikut :

1. Dalam memperhitungkan besaran biaya upah tenaga kerja lembur dapat didasarkan pada upah bulanan per tenaga kerja.
2. Dalam memperhitungkan besaran biaya upah tenaga kerja dalam satu jam dapat menggunakan metode perhitungan yaitu nilai $\frac{1}{173}$ atau 0,00578 dikalikan dengan upah bulanan per tenaga kerja.

Adapun pernyataan (Santoso, Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam dan Sistem Shift Kerja, 2017), yang menambahkan metode percepatan menggunakan alternatif penambahan jam kerja atau melakukan sistem kerja lembur yaitu nilai produktivitas tenaga kerja

dalam alternatif penambahan jam kerja lembur, jumlah durasi waktu percepatan akibat sistem kerja lembur, besaran biaya upah tenaga kerja akibat sistem kerja lembur dapat dianalisa menggunakan persamaan perhitungan sebagai berikut :

Perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja per jam kerja lembur dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Produktivitas kerja per jam} = \frac{\text{produktivitas kerja per hari}}{\text{durasi jam kerja normal}} \dots\dots\dots 2.22$$

Perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja dalam kerja lembur dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Produktivitas kerja} = (\text{produktivitas kerja per hari} + (\text{jam lembur} \times \text{produktivitas kerja per jam} \times \text{koefisien})) \dots\dots\dots 2.23$$

Perhitungan jumlah durasi waktu yang dipercepatn dikarenakan jam kerja lembur dapat menggunakan persamaan :

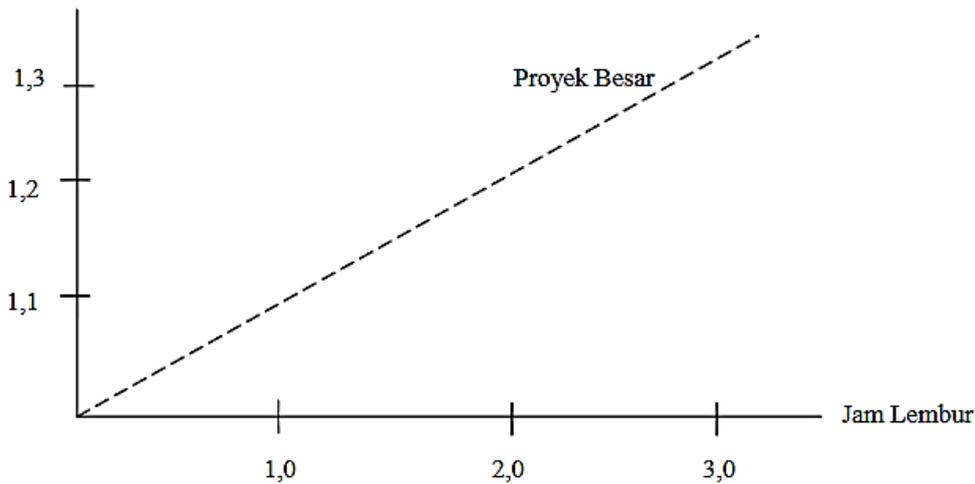
$$\text{Durasi } \textit{crashing} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas kerja lembur} \times \text{jumlah tenaga kerja}} \dots\dots\dots 2.24$$

Perhitungan besaran biaya upah tenaga kerja pada sistem kerja lembur dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Upah jam lembur pertama} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{upah normal} \times \text{hari kerja sebulan} \dots\dots 2.25$$

$$\text{Upah jam lembur kedua} = 2 \times \frac{1}{173} \times \text{upah normal} \times \text{hari kerja sebulan} \dots\dots\dots 2.26$$

Indeks Produktivitas



Gambar 2. 12 Indikasi Menurunnya Produktivitas Karena Kerja Lembur (Soeharto, 2015)

Tabel 2. 1 Koefisien Produktivitas pada Penerapan Sistem Jam Kerja Lembur

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Penurunan Prestasi Kerja (Per Jam)	Presentase Penurunan Kerja	Koefisien Produktivitas Kerja
a	b	c	d	e = 100% - d
1	0,1	0,1	10%	0,9
2	0,1	0,2	20%	0,8
3	0,1	0,3	30%	0,7

Sumber : Santoso, 2017

2.1.17.5 Metode Percepatan dengan Alternatif Menerapkan Sistem Shift Kerja

Menurut (Anggraeni, 2017), menyatakan bahwa besaran nilai produktivitas tenaga kerja dalam penerapan *shift* kerja, jumlah waktu percepatan yang disebabkan oleh penerapan *shift* kerja, dan besaran biaya upah tenaga kerja akibat sistem *shift* kerja dapat dianalisa menggunakan persamaan perhitungan sebagai berikut :

Perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja dalam penerapan sistem *shift* kerja dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Produktivitas kerja} = \text{prod. kerja per hari normal} + \text{prod. kerja per hari normal} \dots\dots\dots 2.27$$

Perhitungan jumlah waktu dipercepat dikarenakan penerapan sistem *shift* kerja dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Durasi crashing} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas kerja shift} \times \text{jumlah tenaga kerja}} \dots\dots\dots 2.28$$

Perhitungan besaran biaya upah tenaga kerja dari penerapan sistem *shift* kerja dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Upah shift} = \text{upah per hari normal} + \text{upah per hari normal} \dots\dots\dots 2.29$$

2.1.17.6 Komponen Percepatan Proyek

Menurut (Santoso, Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam dan Sistem Shift Kerja, 2017) Pada suatu proyek konstruksi akan berjalan secara maksimal apabila diaspek – aspek didalamnya dilaksanakan secara akurat dan optimal. Aspek – aspek tersebut

dirancang dan dibentuk pada saat perencanaan proyek konstruksi. Terdapat beberapa komponen pendukung yang berada dalam proses percepatan proyek konstruksi, antara lain:

1. Waktu dan Biaya (*time and cost*)

Waktu dan biaya adalah dua komponen yang saling bergantung dan bersamaan satu dengan yang lain. Pada perencanaan awal waktu dan biaya sudah dirancang sedemikian rupa, tetapi dengan adanya program percepatan proyek akan ada penambahan selama optimasi percepatan proyek sedang berlangsung.

2. Tenaga Kerja (*manpower*)

Tenaga kerja merupakan salah satu sumber daya dalam sebuah proyek dan merupakan asset berharga pada sebuah proyek konstruksi. Hal tersebut dapat mengangkat derajat suatu proyek apabila dikelola dengan baik. Tenaga kerja dapat dioptimalkan dengan meningkatkan produktifitas hingga 75% dari produktivitas normal. Parameter penambahan produktifitas melalui jam kerja. Tenaga kerja akan diberlakukan jam kerja lembur selama masa optimasi percepatan proyek berlangsung.

2.1.17.7 Regulasi Hukum di Indonesia

Menurut (Santoso, Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam dan Sistem Shift Kerja, 2017), Sebuah proyek konstruksi harus berpedoman dan taat dalam mengikuti peraturan dan regulasi yang sudah ditetapkan oleh pemerintahan Indonesia. Hal tersebut bertujuan agar tetap sesuai pada kaidah etika profesi dan tidak melanggar hak asasi manusia. Regulasi hukum tersebut diatur pada Undang – Undang sebagai berikut :

- a. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004
Berisikan tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur pasal 3 yang memuat regulasi waktu lembur maksimal dalam sehari adalah 3 jam.
- b. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004
Berisikan tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur pasal 11 yang berisikan :

- 1) Upah lembur tenaga kerja pada setiap jam akan dikalikan 1,5 dari upah jam kerja normal pada 1 jam pertama
- 2) Upah lembur setiap jamnya akan dikalikan 2 kali dari upah kerja normal apabila diatas 1 jam kerja.

2.2 Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan kegiatan penelitian ini, maka peneliti akan memasukan beberapa penelitian yang sudah dilakukan, yaitu :

1. Penelitian Tugas Akhir yang dilakukan oleh Ni Wayan Fitriani yang berjudul “Analisis Pengendalian Biaya dan Waktu pada Proyek Gedung Serba Guna Desa Adat A” yang dilaksanakan pada tahun 2021. Penulis membahas tentang pengendalian biaya dan waktu proyek dengan menggunakan metode *crashing* dan *Program Evaluation & Review Technique (PERT)*.
2. Penelitian Tugas Akhir yang dilakukan oleh Fajar Kunto Wibowo dengan judul tesis “Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Metode *Crashing* Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Pemerintah” yang dilaksanakan pada tahun 2019. Peneliti melakukan penelitian tentang analisa jalur kritis menggunakan metode *crashing* dan membuat dua alternatif antara lain menambah jumlah pekerja (*resource*) dan penambahan jam kerja (lembur).
3. Penelitian Skripsi yang dilakukan oleh Tommy Anggiawan Putra Pamungkas dengan judul skripsi “Analisis Rencana Percepatan Durasi Proyek Menggunakan Metode *Crashing*” yang dilaksanakan pada tahun 2020. Peneliti melakukan penelitian tentang analisa perencanaan percepatan durasi proyek dengan menggunakan metode *crashing* pada proyek pembangunan 12 unit rumah.
4. Karya ilmiah jurnal yang dilakukan oleh Siti Muhimatul Khoiroh yang berjudul “Mengoptimalkan *Crashing Project* Pemasangan Saluran Rumah di Perumahan X dengan Pendekatan CPM – PERT” yang diterbitkan pada tahun 2018.

5. Karya ilmiah jurnal yang dilakukan oleh Bambang Wijanarko dan Wateno Oetomo yang berjudul “Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Dengan Metode *Crashing* dan *Fast Tracking* Pada Pelebaran Jalan dan Jembatan” yang dilakukan dan diterbitkan pada tahun 2019
6. Karya ilmiah jurnal yang dilakukan oleh Priska Olivia dan Veronika Happy Puspasari yang berjudul “Analisa Percepatan Waktu Proyek Menggunakan Metode *Crashing* (Studi Kasus : Peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai)” yang dilakukan dan diterbitkan pada tahun 2019.

