**BOUWPLANK**
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 1 No. 2, Oktober 2021

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 21-30

# ANALISA PERCEPATAN WAKTU TERHADAP BIAYA DENGAN SISTEM *SHIFT* MENGGUNAKAN *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD, FAST-TRACK* DAN *CRITICAL PATH METHOD*

**Dinda Ayu Devi[1], Dafid Irawan[2*], M. Cakrawala[3]**

[1]Taman Safari Indonesia II – Jawa Timur

[2,3]Jurusan Teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang
[*)]Email Korespondensi : dafidirawan05@yahoo.com

## ABSTRAK

Proyek adalah sebuah kegiatan yang bersifat sementara yang telah ditetapkan awal pekerjaannya dan waktu selesainya. Proyek dalam studi ini start pekerjaannya mengalami keterlambatan selama 12 hari, sehingga dengan menggunakan kurva S yang telah dibuat oleh kontraktor sebelumnya, dapat dipastikan selesainya proyek tersebut akan mengalami keterlambatan. Oleh karena itu perlu dilakukan penjadwalan ulang dalam proyek tersebut dengan berbagai metode kerja supaya selesai pada batas waktu yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan jam kerja sistem shift untuk dapat mempercepat durasi waktu proyek yang akan dianalisis dengan membandingkan metode Precedence Diagram Method (PDM), Fast-Track dan Critical Path Method untuk mendapatkan pekerjaan yang berada pada jalur kritis dan dilakukan percepatan. Setelah durasi percepatan diketahui, maka akan di analisa mengenai dampak durasi waktu terhadap biaya proyek. Dari hasil Analisa, diperoleh hasil pada durasi normal selama180 hari mengalami keterlambatan selama 12 hari sehingga pada kondisi normal dibutuhkan tambahan biaya untuk membayar denda sebesar Rp 210.714.001,34. Setelah percepatan durasi waktu dari 180 hari menjadi 152 hari untuk metode CPM dan PDM, sedangkan untuk metode fast track menjadi 147 hari. Dampak percepatan waktu terhadap biaya mengalami peningkatan sebesar 0,55% yakni Rp 96.612.415,31 untuk metode PDM dan CPM, sedangkan metode fast track biaya mengalami peningkatan sebesar 0,53% yakni Rp 92.695.605,71 dari durasi normal.

**Kata Kunci :** Percepatan Waktu, *Shift, Precedence Diagram Method, Fast-Track, Critical Path Method.*

## *ABSTRACT*

*A project is a temporary activity that has a predetermined start and completion time. The project in this study has a 12-day delay in starting work, so by using the S curve that has been made by the previous contractor, it can be ascertained that the completion of the project will experience delays. Therefore, it is necessary to reschedule the project with various work methods so that it is completed within the specified time limit. In this study, researchers used the shift system to speed up the duration of the project to be analyzed by comparing the Precedence Diagram Method (PDM), Fast-Track and Critical Path Method to get work that was on the critical path and accelerated. After the acceleration duration is known, it will be analyzed regarding the impact of time duration on project costs. From the results of the analysis, it was found that the normal duration of 180 days experienced a delay of 12 days so that in normal conditions an additional fee was required to pay a fine of Rp. 210,714,001.34. After accelerating the time duration from 180 days to 152 days for the CPM and PDM methods, while for the fast track method it becomes 147 days. The impact of time acceleration on costs increased by 0.55%, namely Rp. 96,612,415.31 for the PDM and CPM methods, while the cost fast track method increased by 0.53%, namely Rp. 92,695,605.71 from the normal duration.*

***Keywords:*** *Time Acceleration, Shift, Precedence Diagram Method, Fast-Track, Critical Path Method.*

(Received: 11 Agustus 2021 / Revised: 30 Agustus 2021 / Accepted: 6 September 2021)

## 1. PENDAHULUAN

Proyek adalah sebuah kegiatan yang bersifat sementara yang telah ditetapkan awal pekerjaannya dan waktu selesainya. Biasanya selalu dibatasi oleh waktu dan juga dibatasi oleh sumber pendanaan untuk mencapai tujuan dan hasil mutu yang berkualitas. Suatu proyek bisa berjalan lancar menuju tujuan proyek dengan spesifikasi yang telah ditentukan di awal, tentunya dalam hal ini diperlukan manajemen proyek yang baik. Pada proses ini, banyak hal seperti anggaran, tenggat waktu, mutu dan lingkup proyek yang harus direncanakan. Namun kebanyakan proyek, khususnya konstruksi bangunan gedung seringkali pelaksanaan di lapangan tidak sesuai dengan waktu yang telah dijadwalkan akibatnya berpengaruh pada biaya proyek, Baik biaya langsung maupun biaya tidak langsung. Sehingga dalam perencanaan dan pelaksanaan sebuah proyek perlu diadakan langkah percepatan waktu supaya proyek selesai tepat waktu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempercepat durasi waktu proyek menggunakan sistem *shift* menggunakan metode PDM, *Fast-track* dan CPM serta menganalisa biaya disebabkan perubahan durasi tersebut pada proyek Pengembangan Gedung Laboratorium dan Bengkel Elektronika Polinema.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Percepatan Waktu

Definisi dasar percepatan waktu adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal merupakan pengertian percepatan waktu proyek. Ada kalanya durasi proyek harus dipersingkat dengan memperhatikan berbagai hal dari pemilik proyek [1]. Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada faktor untuk melaksanakan percepatan suatu aktivitas, yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan lembur, penggunaan alat berat, dan pengubahan metode konstruksi di lapangan [2]. Percepatan dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain: menambah sumber daya berkualitas, penambahan waktu kerja (lembur), mengatur kembali jadwal yang terlambat maupun saling tukar tenaga kerja yang memiliki keahlian yang sama [3]. Namun, pada penelitian ini hanya akan dilakukan percepatan dengan metode penambahan jam kerja (lembur). Dalam metode ini harus diperhatikan beberapa hal antara lain kondisi ruang gerak di tempat kerja yang mengharuskan menggunakan sejumlah pekerja tertentu dan penggunaan pekerja yang lebih banyak akan menurunkan produktifitas kelompok kerja tersebut.

### 2.2 Biaya Proyek Konstruksi

Biaya konstruksi adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan suatu proyek. Kebijakan pembiayaan biasanya dipengaruhi oleh kondisi keuangan perusahaan yang bersangkutan [4]. Bila kondisi keuangan tidak dapat menunjang kegiatan pelaksanaan proyek, dapat ditempuh dengan cara peminjaman kepada bank atau lembaga keuangan untuk keperluan pembiayaan secara tunai agar dapat menekan biaya, namun harus membayar bunga pinjaman atau tidak meminjam uang, namun menggunakan kebijakan kredit barang atau jasa yang diperlukan. Dengan menggunakan cara ini akan dapat menghindari bunga pinjaman, namun harga yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan cara tunai. Perhitungan biaya proyek sangat penting dilakukan dalam mengendalikan sumber daya yang ada mengingat sumber daya yang ada semakin terbatas. Untuk itu, peran seorang cost engineer ada dua yaitu, memperkirakan biaya proyek dan mengendalikan (mengontrol) realisasi biaya sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada estimasi [5].

### *2.3* Sistem *Shift*

Salah suatu solusi yang paling mungkin digunakan untuk pemenuhan tuntutan seiring semakin bertambahnya permintaan barang-barang produksi adalah sistem shift. Sistem ini dipandang akan bisa menambah tingkat produktifitas suatu perusahaan yang menggunakannya [6]. Dalam jurnal yang dipublikasikan tentang *shift* kerja [7], dikatakan bahwa sistem *shift* kerja berbeda. *Shift* kerja

dapat dibagi menjadi 3 jenis, yakni:

a. *Permanent*, yaitu orang bekerja secara teratur pada satu shift saja yaitu pagi atau sore atau malam hari, atau dirotasi (beberapa orang bergantian secara periodik pada shift yang berbeda).
b. *Continous*, bekerja selama seminggu penuh, atau discontinous yaitu libur pada akhir pekan atau pada hari minggu saja.
c. *With or without night work*, waktu kerja dapat dilakukan pada semua atau hanya sebagian malam saja, dan jumlah kerja malam per minggu/bulan/tahun dapat bervariasi.

Berikut ini adalah tahapan analisa sistem *shift* yaitu:

**1) Perhitungan Biaya Normal (*Normal Cost*)**

Normal cost adalah total cost yang dikeluarkan dari setiap kegiatan, yakni dari biaya normal upah dan biaya normal material [8]. Normal cost dapat ditemukan pada Rencana AnggaranBiaya proyek tersebut.

- Nilai Koefisien Upah dan Bahan
  Koefisien adalah jumlah bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah item pekerjaan. Untuk menghitung harga normal bahan dan upah dibutuhkan menentukan koefisien bahan dan koefisien upah terlebih dahulu. Untuk menentukan nilai koefisien bahan dan upah adalah sebagai berikut:

$$\text{Koefisien bahan} = \frac{biaya\ bahan}{biaya\ bahan\ dan\ upah} \quad \text{..... (1)}$$

$$\text{Koefisien upah} = \frac{cost\ upah}{cost\ bahan\ dan\ upah} \quad \text{..... (2)}$$

- Biaya Normal Bahan
  Biaya Normal bahan adalah biaya yang dikeluarkan dari pekerjaan dan dapat dilihat pada Rencana Anggaran Biaya pada proyek tersebut. Untuk menghitung biaya normal bahan adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya Normal Bahan} = \text{koef. bahan x biaya upah dan bahan x volume pekerjaan} \quad \text{.....(3)}$$

- Biaya Normal Upah
  Biaya Normal upah merupakan biaya yang dikeluarkan dari pekerjaan dan dapat dilihat pada Rencana Anggaran Biaya pada proyek tersebut. Untuk menghitung biaya upah bahan adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya Normal Upah} = \text{koef. upah x biaya upah dan bahan x volume pekerjaan} \quad \text{.....(4)}$$

**2) Penjadwalan dan Penentuan kegiatan Kritis**

Pada penjadwalan, harus mengetahui masing-masing item pekerjaan pada proyek terlebih dahulu, dengan melihat *time schedule* proyek durasi setiap item pekerjaan dalam penelitian ini bisa diketahui. Setelah ditemukan, langkah selanjutnya adalah menentukan hubungan tiap item pekerjaan atau pekerjaan awal dari setiap pekerjaan yang ditinjau dalam kondisi normal pada jaringan kerja tiap-tiap pekerjaan yang dimodelkan pada *Microsoft Project* 2010. Akan didapat item pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis dengan ciri bar chart dan network diagram berwarna merah. Pekerjaan yang termasuk pada lintasan kritis inilah selanjutnya dilakukan percepatan (*crashing*). Setelah hubungan pekerjaannya di input ke software Microsoft Project 2010, didapatkanhasil beberapa pekerjaan apa saja yang berada di lintasan kritis [9].

**3) Analisis Produktifitas Tenaga**

Setelah item pekerjaan jalur kritis diketahui, selanjutnya dapat dilakukan analisa percepatan pada item pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis. Namun sebelum dilakukan percepatan, harus dilakukan analisa jumlah kebutuhan pekerja pada pekerjaan normal sesuai dengan nilai

koefisien pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan.

- Produktivitas Kerja Per Hari
  Kapasitas kerja per hari dipakai untuk menentukan banyaknya kebutuhan pekerja padapekerjaan yang berada di jalur kritis, sebelum akhirnya memperoleh nilai produktivitas. Kapastias kerja per hari dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas kerja} = \frac{1}{\text{koefisien tenaga kerja}} \quad \text{..... (5)}$$

- Jumlah Tenaga per Hari
  Langkah selanjutnya setelah nilai produktivitas tenaga kerja ditentukan ialah menghitung jumlah pekerja per hari dengan rumus sebagai berikut ini:

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{kapasitas kerja x durasi pekerjaan}} \quad \text{..... (6)}$$

- Menghitung Upah per-hari Tenaga Kerja Pekerjaan Normal
  Untuk mencari nilai upah per hari tenaga kerja pada pekerjaan normal makadibutuhkan data jumlah tukang pada pekerjaan normal, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Harga upah} = \text{Jumlah tenaga kerja x Harga satuan tenaga kerja} \quad \text{.....(7)}$$

**4) Perhitungan Biaya dan Durasi Percepatan**

Pada penelitian ini proses percepatan (*crashing*) adalah dengan menggunakan sistem shift. Sehingga hasil tersebut akan dianalisis dengan durasi dan dampak terhadap biaya pada pekerjaan normal [10].

- Menentukan Produktivitas Kerja Shift Per-Hari
  Kapasitas kerja Shift per hari memiliki perbedaan dengan menentukan produktivitas kerja biasa, menurut penelitian Harma [11] koefisien produktifitas tenaga kerja pada sistem *shift* adalah dari 11%-17%. Namun dalam penelitian ini, peneliti mengambil 15% untuk produktifitas shift malam dari produktifitas *shift* pagi.

- Menentukan Jumlah Tenaga per Hari
  Kebutuhan tenaga kerja per hari pada proyek Laboratorium, dihitung berdasarkan volume masing-masing pekerjaan. Kemudian dicari produktifitas dari setiap pekerjaan dan menggunakan koefisien dari SNI beton.

- Menentukan Durasi Kerja *Crashing*
  Proyek Pembangunan Laboratorium Polinema akan dipercepat dengan mengurangi durasi pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis dengan perhitungan dari system shift. Kemudian durasi normal dikalikan dengan volume pekerjaan dan dibagi dengan produktifitas shift.

***5)*** **Menentukan *Cost Slope***

Mencari nilai cost slope per hari dan menghitung *cost slope* total pada semua kegiatan yang berada pada jalur kritis. Dimana guna dari nilai *cost slope* adalah untuk mengetahui perbandingan antara penambahan biaya dan percepatan waktu penyelesaian proyek [12].

### 2.4 *Precedence Diagram Method* (PDM)

*Precedence Diagram Method* (PDM) diperkenalkan oleh J. W. Fondahl [13] dari Universitas Standford USA pada awal dekade 60-an. Metode PDM adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasiaktivitas berada di node atau disebut juga *Activity On Node* (AON). Aktivitas dituliskan di dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antara aktivitas yang bersangkutan dan bukan menyatakan kurun waktu aktivitas seperti pada metode *Critical Path Method*. Kelebihan metode PDM dibandingkan dengan diagram panah (*arrow diagram*) adalah [14]:

a. Tidak memerlukan kegiatan fiktif (*dummy*) sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana
b. Hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan

### *2.5 Fast-Track*

Metode *Fast-track* adalah metode pengelolaan penjadwalan proyek secara paralel yang mengakibatkan waktu pelaksanaan lebih cepat dari perencanaan semula [15]. Dalam perhitungan durasi, metode *fast-track* menggunakan *constrain start to start*. Maka dari itu, dalam studi ini untuk menghitung kebutuhan durasi metode *fast-track*, peneliti merubah *predecessors* dari *finish to start* atau *finish to finish* menjadi *start to start* dengan bantuan program *Microsoft projec*t, sehingga muncul durasi yang dibutuhkan secara otomatis [16].

Keuntungan *Fast-Track*:
a. Fungsi infrastruktur yang bersangkutan jadi lebih cepat.
b. Mendapatkan profit finansial dari dimanfaatkannya infrastruktur tersebut.
c. Pereduksian penjadwalan.

Kelemahan *Fast-Track*:
a. Resiko kesalahan pekerjaan bertambah.
b. Peningkatan jumlah sumber daya

Tahapan metode *Fast-track* adalah :
a. Memasukkan kemajuan proyek ke dalam *Ms. project*.
b. Mencari lintasan kritis setelah progress yang belum dilakukan pelaksanaan pekerjaan.
c. Mempercepat lintasan kritis tersebut dengan menariknya.
d. Bila masih belum lakukan kembali penarikan lintasan kritis.

Tjaturono [17] mengemukakan tahapan atau syarat yang harus dilakukan dalam pengoperasian metode *fast-track* terhadap kegiatan pada lintasan kritis adalah sebagai berikut:
a. Prinsip *start to start* yakni aktifitas pada jalur kritis dibuat prinsip sistem paralel atau penyelesaian aktivitas satu dengan aktivitas yang lain.
b. Penjadwalan yang masuk akal antara aktivitas satu dengan yang lainnya sehingga masuk akal untuk dapat diterapkan yang meliputi: tenaga kerja, produktivitas pekerja, kebutuhan bahan, peralatan, teknis, dan finansial).
c. *Fast-track* digunakan hanya pada jalur kritis saja, terutama pada aktivitas yang mempunyai durasi waktu yang lama.
d. Waktu tersingkat yang akan dilakukan operasi *fast-track* ialah $\geq 2$ hari.
e. Hubungan antar aktivitas kritis yang akan dilakukan *fast-track*:
   - Jika durasi j > durasi i, maka aktivitas kritis j bisa dimulai setelah durasi aktivitas i telah berjalan $\geq 1$ hari dan aktivitas i harus selesai awal atau bisa selesai secara bersamaan.
   - Jika durasi j < durasi i, maka aktivitas j bisa dilaksanakan bila sisa durasi aktivitas i $\leq$ durasi j. Dan selayaknya dua aktivitas tersebut bisa selesai bersamaan.
f. Cek *float* pada aktivitas yang tidak di jalur kritis, masih memenuhi syarat dan statusnya tidak kritis setelah dilakukan *fast-track*.
g. Jika sesudah dilakukan fast-track tahap pertama, dan diikuti jalur kritis yang geser, maka lakukan tahapan yang sama seperti sebelumnya pada aktivitas jalur kritis yang baru. Ini dilakukan kontinyu sampai beberapa tahap dan tercapainya waktu jenuh yakni sampai tidak ada aktifitas yang dapat dilakukan *fast-track*, kemudian hitung waktu yang didapatkan setelah *fast-track* melalui beberapa tahap sampai waktu jenuh
h. Sebaiknya percepatan yang dilakukan tidak melebihi 50% dari durasi normal. Karena pengaplikasian *fast-track* untuk mereduksi durasi yang melebihi 50% justru sering atau bisa menghasilkan pembengkakan biaya yang sangat besar sehingga *fast-track* menjadi tidak efisien dan ekonomis.

### *2.6* Critical Path Method *(CPM)*

*Critical Path Method* (CPM) atau metode lintasan kritis merupakan model kegiatan proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan. Kegiatan yang digambarkan sebagai titik pada jaringan dan peristiwa yang menandakan awal atau akhir dari kegiatan digambarkan sebagai busur atau garis antara titik. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

a. Dari Kurva S dilakukan penyusunan urutan kegiatan sesuai logika ketergantungan. Kemudian dilakukan penjadwalan dengan menggunakan jaringan kerja metode CPM untuk mengetahui lintasan kritis dari beberapa kegiatan dalam proyek tersebut.
b. Melakukan percepatan untuk mempercepat pekerjaan kolom yang berada pada jalur kritis. Pada pekerjaan kolom setiap zona di masing-masing lantai dipercepat 1 hari.
c. Menghitung biaya langsung, biaya tidak langsung, dan total biaya pada kondisi normal dan kondisi percepatan pada pekerjaan kolom yang terdapat pada jalur lintasan kritis.
d. Mempercepat pekerjaan pelat lantai dan balok yang terdapat dalam jalur kritis. Pada pekerjaan pelat lantai dan balok masing-masing zona di tiap lantai dipercepat 1 hari.
e. Hitung biaya langsung, biaya tidak langsung, dan total biaya pada kondisi normal dan kondisi crashing pada pekerjaan pelat lantai dan balok yang berada di jalur kritis.
f. Melakukan percepatan pekerjaan kolom, pelat lantai dan balok yang berada pada jalur kritis (Skenario 3).
g. Hitung biaya langsung, biaya tidak langsung, dan total biaya pada kondisi normal dan kondisi percepatan pada pekerjaan kolom, pelat lantai dan balok yang berada pada jalur kritis.
h. Gambarkan dalam bentuk grafik perbandingan antara waktu dan biaya untuk mengetahui titik paling optimum sehingga didapatkan durasi pekerjaan tercepat dengan biaya yang optimal.
i. Dari teori di atas perbedaan antara CPM dan PDM terletak pada penggambaran diagram, dimana CPMmenggunakan *Activity On Arrow* (AOA) sedangkan PDM menggunakan *Activity On Node* (AON). Mengenai hasil perhitungan durasi pekerjaan, PDM dan CPM memiliki hasil yang sama.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Penelitian

Ditinjau dari metodenya, penelitian ini adalah jenis penelitian bersifat kuantitatif menggunakananalisis untuk optimalisasi waktu proyek yang akan dilakukan *crashing* dengan cara membuat jam kerja sistem *shift* dengan menggunakan tiga metode.

### 3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian Skripsi dengan judul "Analisa Percepatan Waktu dan Biaya dengan Sistem *Shift* menggunakan *Precedence Diagram Method*, *Fast-Track* dan *Critical Path Method* (Studi Kasus: Proyek Pengembangan Gedung Laboratorium dan Bengkel Elektronika Polinema)" yaitu:

- Nama Proyek : Pengembangan Gedung Laboratorium dan Bengkel Program Studi Teknik Elektronika
- Lokasi Proyek : Jalan Soekarno Hatta No. 9 Lowokwaru, Malang
- Luas Lahan : 1.632 m2
- Fungsi Bangunan : Laboratorium dan Bengkel Teknik Elektro
- Pemilik : Politeknik Negeri Malang
- Konsultan Pengawas : PT. Biola Teknik Indonesia
- Kontraktor Sipil : PT. Reka Yakti Sadhana
- Sub Kontraktor MEP : CV. Mahardhika Jaya
- Waktu Pelaksanaan : 18 Juni 2019 – 16 Desember 2019

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang sesuai dengan masalah yang diteliti atau yang akan dibahas, peneliti menggunakan teknik pengumpulan data berdasarkan sumber yang digunakan yaitu data internal yakni data dari dalam suatu organisasi yang menggambarkan keadaan suatu organisasi tersebut. Contoh : suatu perusahaan, jasa kontraktor dan lain sebagainya. Data eksternal yakni data dari luar suatu organisasi yang dapat menggambarkan faktor yang kemungkinan dapat mempengaruhi hasil kerja dalam suatu organisasi. Berdasarkan dari cara memperolehnya, dibagi menjadi dua yaitu Data Primer (*Primary data*), yakni data yang dikumpulkan yang secara langsung diperoleh dari objek yangditeliti dan untuk kepentingan studi yang bersangkutan dapat berupa data atau *interview* dari pelaku pengerjaan proyek tersebut. Contohnya antara lain : Time *schedule* proyek, Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek, Gambar dan Desain perencanaan proyek. Data Sekunder (*Secondary data*), yakni data yang diperoleh atau dikumpulkan dan disatukan oleh peneliti sebelumnya yang berkorelasi pada pembahasan studi peneliti. Biasanya sumber tidak langsung berupa data dokumentasi dan arsip-arsip resmi, seperti penelitian terdahulu,jurnal dll.

### 3.4 Analisis Data

Dalam melakukan *crashing* terhadap durasi proyek dilakukan dengan cara membuat jam kerja sistem *shift* yaitu *shift* pagi dan *shift* malam, sehingga diharapkan dalam sehari volume pekerjaan yang dihasilkan lebih banyak [18]. Pada studi ini peneliti menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM), *Fast-Track* dan *Critical Path Method* dengan bantuan *Microsoft Project* 2010 untuk mengetahui jalur kritis pada proyek pembangunan Laboratorium dan selanjutnya akan dilakukan perhitungan percepatanproyek (proyek *crashing*) pada aktifitas di jalur kritis.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data dari ketiga metode yakni *Precedence Diagram Method, Fast-Track* dan *CriticalPath Method* dengan menggunakan system *shift* adalah seperti pada tabel berikut ini :

**Tabel 1.** Pekerjaan Gedung Keseluruhan

| | | NORMAL | PDM | CPM | FAST TRACK |
|---|---|---|---|---|---|
| **Durasi** | hari | 180 | 152 | 152 | 147 |
| **Percepatan waktu** | hari | | 28 | 28 | 33 |
| **Total Biaya** | Rp | 17,770,214,113.11 | 17,656,112,527.07 | 17,656,112,527.07 | 17,652,195,717.47 |
| **Penambahan Biaya** | Rp | 210,714,001.34 | 96,612,415.31 | 96,612,415.31 | 92,695,605.71 |
| **Prosentase Penambahan Biaya** | % | 1.20% | 0.55% | 0.55% | 0.53% |

Note :

| | |
|---|---|
| biaya RAB normal | 17,559,500,111.77 |
| biaya pekerjaan beton | 7,818,400,167.73 |

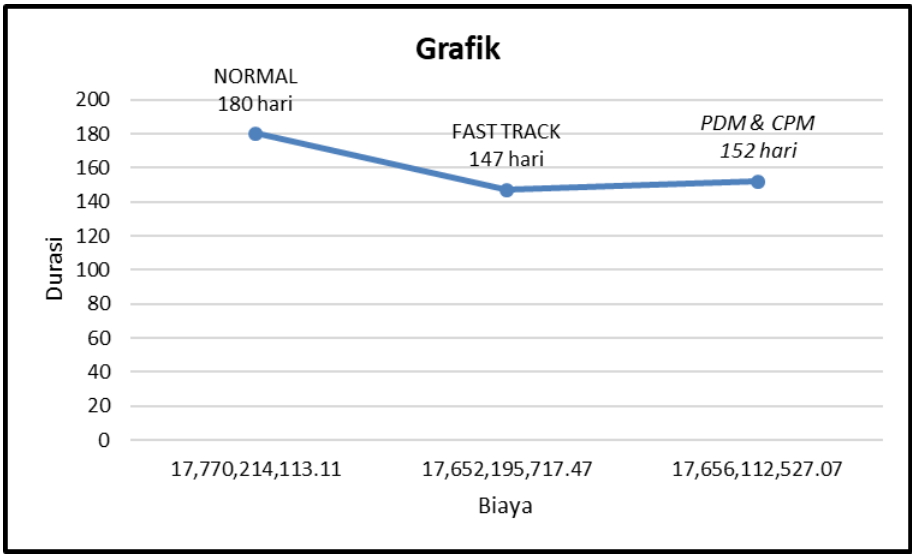
Dari tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa durasi normal pekerjaan Pembangunan Gedung Laboratorium selama 180 hari dengan sistem *Shift* menggunakan 3 metode tersebut yakni PDM, CPM maupun *Fast Track.* Dan dapat dipercepat selama 28 hari untuk metode PDM dan CPM sehingga durasi pekerjaan tersebut menjadi 152 hari dan lebih cepat 33 hari untuk metode *Fast Track* sehingga durasi waktu menjadi 147 hari.

**Tabel 2.** Pekerjaan Beton Lantai 1 – 4

| | | | NORMAL | PDM | CPM | FAST TRACK |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Durasi** hari | | | 121 | 86 | 86 | 72 |
| **Biaya Langsung** | **Cost Bahan** | | 7,362,604,191.13 | 7,362,604,191.13 | 7,362,604,191.13 | 7,362,604,191.13 |
| | **Cost Upah** | | 455,795,976.60 | 511,871,062.31 | 511,871,062.31 | 511,871,062.31 |
| **Biaya Tambahan** | | Rp | - | 96,612,415.31 | 96,612,415.31 | 92,695,605.71 |
| **Total Biaya** | | Rp | 7,818,400,167.73 | 7,971,087,668.75 | 7,971,087,668.75 | 7,967,170,859.15 |
| **Penambahan Biaya** | | Rp | | 152,687,501.02 | 152,687,501.02 | 148,770,691.42 |
| **Prosentase Penambahan Biaya** | | % | 0.00% | 1.95% | 1.95% | 1.90% |

| **Note:** | |
|---|---|
| **Cost upah 13%** | 1,100,159,246.95 |
| **Upah normal** | 455,795,976.60 |

Ditinjau dari biaya, jaringan kerja *fast track* adalah metode dengan penambahan biaya terendah yakni Rp 148,770,691.42 dan dapat mempersingkat pekerjaan keseluruhan beton dari lantai 1 hingga 4 selama 49 hari, dari durasi normal 121 hari menjadi 72 hari. Sedangkan PDM dan CPM membutuhkan penambahan biaya sebesar Rp 152,687,501.02, durasi dapat dipersingkat selama 35 hari, dari durasi normal 121 hari menjadi 86 hari. Dari hasil di atas dampak percepatan durasi terhadap biaya dapat digambarkan dengan grafik di bawah ini :




Gambar 1. Grafik Dampak Percepatan Durasi Terhadap Biaya
Berdasarkan Metode Fast Track, PDM, dan CPM

Hasil dari pembahasan analisa ketiga metode tersebut, metode *Fast Track* adalah jaringan kerja paling efisien untuk pekerjaan Pengembangan Gedung Laboratorium dan Bengkel Program Study Teknik Elektronika dibandingkan metode PDM maupun CPM. Dimana durasi pekerjaan lebih cepat 33hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 148,770,691.42.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil Analisis Percepatan Waktu terhadap biaya dengan system *shift* menggunakan metode Precedence Diagram Method, Critical Path Method dan Fast Track pada Proyek Pengembangan Gedung Laboratorium dan Bengkel Elektronika Polinema dapat disimpulkan pada kondisi normal, proyek mengalami keterlambatan hingga 6,67% yakni selama 12 hari. Metode PDM dan CPM dapat mempersingkat durasi pekerjaan hingga 15,56% yakni dari durasi normal 180 hari menjadi 152 hari. Sedangkan metode Fast Track dapat mempersingkat durasi pekerjaan hingga 18,33%. Yakni dari durasi normal 180 hari menjadi 147 hari. Pada kondisi normal membutuhkan

tambahan biaya untuk membayar denda sebesar 1,20% yakniRp 210.714.001,34. Metode PDM dan CPM membutuhkan penambahan biaya 0.55% yakni Rp. 96.612.415,31. Sedangkan metode Fast Track membutuhkan penambahan biaya 0.53% yakni Rp. 92.695.605,71. Ditinjau dari segi waktu maupun biaya metode Fast Track adalah metode yang paling efisien dibandingkan metode PDM, CPM maupun kondisi normal. Kontraktor dapat menyelesaikan pekerjaan 21 hari lebih cepat dari batas akhir kontrak dengan menghemat biaya sebesar Rp 118.018.395,63. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan di atas, penulis memberikansaran yaitu percepatan baiknya dilakukan untuk semua pekerjaan yang berada pada lintasan kritis keseluruhan gedung, baik pekerjaan struktur maupun arsitektur. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai resiko setiap pekerjaan yang dipercepat dari ketiga metode tersebut. Baik dari segi mutu maupun kemungkinan resiko yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] V. Novitasari, "Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Belitung Dengan Time Cost Trade Off," *Tugas Akhir, Jur. Tek. Sipil Univ. Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta*, 2014.

[2] A. Frederika, "Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung)," *J. Ilm. Tek. Sipil*, Vol. 14, No. 2, Pp. 113–126, 2010.

[3] I. P. Talimbo, J. Tjakra, and P. A. K. Pratasis, "Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Beton Bertulang (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Ruang Kantor dan Ruang Kelas Yayasan Eben Heazer Jalan 14 Februari Teling Atas, Manado)," *J. Sipil Statik*, Vol. 4, No. 10, 2016.

[4] H. H. Ariyanto, "Hubungan Karakteristik Konsumen Dalam Evaluasi Terhadap Brand Imitation," *Jakarta Elex Media Komputindo*, 2003.

[5] W. I. Ervianto, "Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi," *Yogyakarta Andi*, 2004.

[6] S. W. Ekaningtyas, "Pengaruh Sistem Shift Kerja Terhadap Stres Kerja Karyawan Bagian Operator di Spbu Baratan Jember," 2016, [Online]. Available: Http://Repository.Unej.Ac.Id/Handle/123456789/78603.

[7] I. A. For R. On Cancer, *Painting, Firefighting, and Shiftwork.*, Vol. 98. Lyon: Iarc Press, International Agency For Research on Cancer, 2010.

[8] R. G. Stevens *Et Al.*, "Considerations of Circadian Impact For Defining 'Shift Work' In Cancer Studies: Iarc Working Group Report," *Occup. Environ. Med.*, Vol. 68, No. 2, Pp. 154–162, 2011.

[9] A. Husein, *Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek (Edisi Revisi)*, 2nd Ed. Yogyakarta: Andi, 2011.

[10] D. Setiawan, "Analisis Percepatan Waktu Proyek Dengan Tambahan Biaya Yang Optimum," Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2014.

[11] M. Härmä, M. Sallinen, S. Puttonen, S. Salminen, and C. Hublin, "Risk Factors and Risk Reduction Strategies Associated With Night Work With The Focus On Extended Work Periods and Work Time Arrangement Within The Petroleum Industry In Norway," 2007.

[12] D. Irawan, "Analisa Perbandingan Desain dan Biaya Fondasi Strauss, Fondasi Sumuran dan Fondasi Telapak Pada Gedung Stikes Widyagama Husada Malang," *Widya Tek.*, Vol. 19, No. 2, Pp. 16–22, 2011, Doi: Https://Doi.Org/10.31328/Jwt.V19i2.22.

[13] J. W. Fondahl, "The History of Modern Project Management. Precedence Diagramming Methods: Origins and Early Development," *Proj. Manag. J.*, Vol. 18, No. 2, Pp. 33–36, 1987.

[14] A. A. Hendriputri, "Percepatan Jadwal (Crashing) Menggunakan Sistem Shift Dengan Analisis PDM (Precendence Diagramming Method)," Universitas Islam Indonesia, 2018.

[15] T. Tjaturono and I. B. Mochtar, "Pengembangan Metode Fast-Track Untuk Mereduksi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek Studi Kasus Rumah Menengah di Malang, Jawa

Timur," *Media Komun. Tek. Sipil*, Vol. 17, No. 1, Pp. 39–54, 2009, Doi: Https://Doi.Org/10.14710/Mkts.V17i1.3775.

[16] A. P. Rahayu, E. Mulyani, and B. Arpan, "Analisa Percepatan Waktu Dengan Metode Fast Track Pada Proyek Konstruksi," *Jelast J. Pwk, Laut, Sipil, Tambang*, Vol. 5, No. 3, Pp. 1–10, 2008, Doi: Http://Dx.Doi.Org/10.26418/Jelast.V5i3.30478.

[17] Tjaturono, "Effect of Construction Labour Group Composition On Optimal Field Labour's Productivity In Malang-East Java," *Media Komun. Tek. Sipil*, Vol. 18, No. 1, Pp. 13–27, 2014, Doi: Https://Doi.Org/10.14710/Mkts.V18i1.7843.

[18] R. R. B. Adi, D. E. Traulia, A. Wibowo, and F. Kistiani, "Analisa Percepatan Proyek Metode Crash Program Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland," *J. Karya Tek. Sipil*, Vol. 5, No. 2, Pp. 148–158, 2016.