

**Analisis Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi dengan Metode
*Duration Cost Trade Off***
(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Blok H Rumah Sakit Jogja)
*Analysis of Cost and Time on Construction Project with Duration Cost Trade Off
Method (Case Study : Block H Jogja Hospital Construction Project)*

Eko Haryanto

Abstrak. Keterlambatan pengerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun tetap diperhatikan faktor biaya. Penambahan sumber daya dan peralatan serta perubahan metode akan memperpendek waktu pelaksanaan, tetapi akan menambah biaya pelaksanaan proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan biaya dan waktu akibat penambahan jam kerja dan akibat penambahan tenaga kerja. Dengan membandingkan keduanya akan didapatkan mana yang paling efisien. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang didapat dari kontraktor pelaksana. Analisis data menggunakan metode *Duration Cost Trade Off* dengan bantuan program *Microsoft Project 2007*. Dari hasil penelitian didapatkan pada penambahan jam kerja 1 jam berkurang sebesar Rp.223.601.343,00 dengan durasi berkurang 36,64 hari. Lembur 2 jam berkurang sebesar Rp.323.673.644,00 dengan durasi berkurang 62,96 hari. Lembur 3 jam berkurang Rp. 374.934.246,00 dengan durasi berkurang 82,18 hari. Untuk penambahan tenaga kerja 1 berkurang Rp. 283.942.185,00 dengan durasi menurun 36,64 hari. Penambahan tenaga kerja 2 berkurang Rp.487.920.249,00 dengan durasi berkurang 62,96 hari. Penambahan tenaga kerja 3 berkurang Rp.636.729.058,00 dengan durasi berkurang 82,18 hari. Sehingga lebih efisien dilakukan penambahan tenaga kerja 3 bila dibandingkan dengan penambahan jam kerja (lembur) yaitu biaya Rp. 7.746.827.68,005 dengan durasi 57,82 hari.

Kata kunci : Proyek, Time Cost Trade Off, Biaya, Durasi.

Abstract. Project delay can be anticipated by accelerating the implementation of the project, while still considered the cost factor. The addition of resources, equipment and method will reduce time duration, but will increase the cost. The purpose of this study is analyze cost and time project arrangement by adding work time variation and employee increment then compare the result between time and cost changing, which is the most efficient. The data used in this research is secondary data from implementer contractor. Data analysis is used *Duration Cost Trade Off* method and *Microsoft Project 2007*. The result of this research indicated that at overtime 1 hour decrease IDR 223,601,343.00 and 36,64 days duration. At overtime 2 hours decreased IDR 323,673,644.00 and 62,96 days duration. At overtime 3 hours decreased IDR 374.934.246.00 and 82,18 days duration. Employee increment 1 decreased IDR 283,942,185.00 and 36,64 days duration. Employee increment 2 decreased IDR 487.920.249.00 and 62,96 days duration. Employee increment 3 decreased IDR 636.729.058,00 and 82,18 days duration. With the result that, employee increment 3 is the most efficient if it is compared addition of working hours (overtime) with cost project IDR 7,746,827,685.00 at the age of project 57.82 days.

Keywords : Project, Time Cost Trade Off, Cost, Duration.

PENDAHULUAN

Proyek adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mencapai tujuan dan sasaran tertentu, yang dalam prosesnya dibatasi oleh waktu dan sumber daya yang diperlukan serta persyaratan-persyaratan tertentu lainnya. Proses untuk mencapai tujuan tersebut ada batasan yang harus dipenuhi, yaitu besarnya biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal (waktu), dan mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggaraan proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek (Soeharto,1999 dalam Pamungkas, 2013).

Suatu proyek konstruksi terdiri dari berbagai macam aktivitas antara lain sumber daya yang ditugaskan, peralatan yang dibutuhkan, dan berbagai metode pelaksanaan sehingga dapat diperkirakan durasi dan biaya untuk menyelesaikan tiap aktivitas

Secara umum biaya proyek konstruksi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. Menurut Wohon (2015) biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumber daya yang digunakan untuk penyelesaian proyek, yang meliputi biaya material/bahan (termasuk di dalamnya biaya transportasi, biaya penyimpanan serta kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material), biaya upah kerja (biaya upah harian, upah borongan, dan upah berdasarkan aktivitas), biaya peralatan (termasuk di dalamnya biaya sewa, biaya operasi, biaya pemeliharaan, biaya operator dan lainnya yang menyangkut peralatan), dan biaya subkontraktor. Biaya tidak langsung menurut Simatupang (2015), adalah biaya yang berhubungan dengan pengawasan, administrasi, konsultan, pengarah kerja, bunga dan pengeluaran umum di luar biaya konstruksi. Biaya ini tidak tergantung pada volume pekerjaan tetapi bergantung pada jangka waktu pelaksanaan proyek. Biaya tidak langsung akan naik apabila waktu pelaksanaan semakin lama. Unsur-unsur biaya tidak langsung adalah gaji pegawai, biaya umum administrasi, biaya pengadaan sarana umum.

Setiawan dkk (2012), menyebutkan durasi proyek adalah lamanya waktu dari permulaan sampai penyelesaian suatu proyek secara keseluruhan. Menurut Dipohusodo

(1996), agar proyek dapat berjalan dengan lancar serta efektif diperlukan upaya dan tindakan yang terkoordinasi dari berbagai satuan organisasi dan jabatan di berbagai jenjang manajemen.

Muhammad dan Indriyani (2015) menyebutkan bahwa penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu penyelesaian proyek.

Berbagai hal dapat terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan sehingga penyelesaian proyek menjadi terlambat. Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat situasi di proyek, perubahan desain, pengaruh cuaca dan kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, material atau peralatan, dan kesalahan perencanaan atau spesifikasi. Keterlambatan pengerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun tetap memperhatikan faktor biaya. Pawiro dkk (2014) menyebutkan bahwa penambahan sumber daya dan peralatan serta perubahan metode akan memperpendek waktu pelaksanaan, tetapi akan menambah biaya pelaksanaan proyek. Menurut Ikhtisholyah (2017) diperlukan optimalisasi dan metode yang tepat dalam mengoptimalkan sumber daya yang ada.

Sani dan Septiropa (2014) menyebutkan keterlambatan proyek dapat diatasi dengan mengadakan percepatan durasi proyek namun percepatan durasi dapat mengakibatkan pertambahan biaya. Metode yang dapat digunakan dalam *time cost trade off* atau pertukaran waktu dan biaya, yaitu metode yang dilakukan dengan menambah jumlah pekerja serta peralatan, mengadakan shift pekerjaan, menggunakan material yang lebih cepat penggunaannya dan dengan menambah jam kerja atau lembur.

Penelitian ini membahas analisis waktu dan biaya pada Proyek Pembangunan Blok H Rumah Sakit Jogja Kota Yogyakarta dengan metode penambahan jam kerja (lembur) dan metode penambahan tenaga kerja.

Metode Pertukaran Waktu dan Biaya (*Duration Cost Trade Off*)

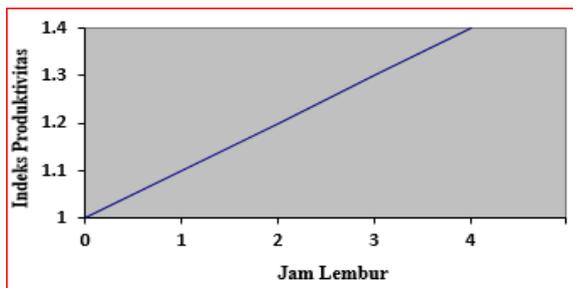
Menurut Muhammad dan Indriyani (2015), *Time Cost Trade Off* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Menurut Priyo dan Aulia (2015), di dalam analisis *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung akan berkurang..

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

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

1. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur) para pekerja. Penambahan jam kerja bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1, 2, 3, dan 4 jam sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Semakin besar penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas. Indikasi dari produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Indikasi Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja (Sumber: Soeharto 1999, dalam Priyo dan Aulia,2015).

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} \quad (1)$$

$$\text{Produktivitas tiap jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja perhari}} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas harian sesudah crash} \\ = (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Produktivitas tiap jam}) \\ + (a \times b \times \text{Produktivitas tiap jam}) \end{aligned} \quad (3)$$

dengan:

a = lama penambahan jam kerja (lembur)

b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)

Nilai koefisien penurunan produktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam	Penurunan	Prestasi
1 jam	0,1	90
2 jam	0,2	80
3 jam	0,3	70
4 jam	0,4	60

(Sumber : Soeharto, 1999 dalam Priyo dan Aulia,2015)

Crash duration

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah crash}} \quad (4)$$

2. Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, 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 pekerja.

Menurut Priyo dan Sumanto (2016), perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dirumuskan sebagai berikut ini :

Jumlah tenaga kerja normal

$$= \frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{Volume})}{\text{Durasi normal}} \quad (5)$$

$$\text{Jumlah tenaga kerja dipercepat} = \frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{Volume})}{\text{Durasi dipercepat}} \quad (6)$$

Dari rumus di atas maka akan diketahui jumlah pekerja normal dan jumlah penambahan tenaga kerja akibat percepatan durasi proyek.

Program Microsoft Project 2007

Microsoft Project 2007 merupakan *software* administrasi proyek yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. Perangkat lunak ini memberikan unsur manajemen proyek yang baik, dengan memadukan kemudahan pengguna (*user*), kemampuan, dan *fleksibilitas* sehingga penggunaannya dapat mengelola proyek lebih efisien dari segi biaya maupun waktu. Pengelolaan proyek konstruksi membutuhkan waktu yang panjang dan ketelitian yang besar. *Microsoft Project* dapat menunjang dan membantu sebuah pengelolaan proyek konstruksi sehingga didapat suatu data yang lebih akurat.

Keunggulan dari *Microsoft Project* adalah kemampuan menangani perencanaan pada suatu kegiatan, pengorganisasian dan pengendalian waktu serta biaya yang mengubah input data menjadi output yang direncanakan. Input mencakup unsur-unsur manusia, material, mata uang, mesin/alat, dan kegiatan. Selanjutnya, diproses menjadi suatu hasil yang maksimal untuk mendapat informasi yang diinginkan sebagai pertimbangan guna pengambilan keputusan. Jenis metode manajemen proyek yang dikenal saat ini, antara lain *Gantt Chart*, CPM (*Critical Path Method*), dan PERT (*Program Evaluation Review Technique*). *Microsoft Project* adalah gabungan dari ketiga metode tersebut.

METODE PENELITIAN

1. Pengumpulan Data

Data dan Informasi yang didapat dari pelaksanaan suatu proyek konstruksi sangat bermanfaat untuk mengevaluasi optimasi dari waktu dan biaya secara keseluruhan. Data sekunder adalah data yang diperlukan yaitu berasal dari instansi yang terkait seperti konsultan, kontraktor, dan lain-lain. Beberapa

variabel yang mempengaruhi pada optimasi biaya dan waktu ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.

1. Variabel waktu

Meliputi data yang diperoleh dari kontraktor pelaksana maupun dari konsultan pengawas. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- a. Data *cumulative progress* (kurva S), meliputi :
 - 1) Jenis kegiatan
 - 2) Durasi kegiatan
 - 3) *Persentase* kegiatan
 - 4) Rekapitulasi perhitungan biaya proyek

2. Variabel biaya

Keseluruhan data yang berpengaruh pada variabel biaya, didapat dari kontraktor pelaksana. Data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- a. Rencana anggaran biaya (RAB), meliputi:
 - 1) Total biaya normal
 - 2) Durasi normal
 - b. Daftar harga upah dan bahan
 - c. Gambar rencana proyek
- Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder yang berupa hasil analisis menggunakan *microsoft project*, meliputi :
- a. Daftar bahan dan upah tenaga
 - b. Rencana anggaran biaya
 - c. *Time schedule*
 - d. Estimasi waktu dalam *microsoft project*
 - e. Data biaya normal

2. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project 2007*. Data akan *input* dan dianalisis dalam program, sehingga program akan menganalisis hasil dari data tersebut secara otomatis sesuai dengan rumus kalkulasi yang ada dalam program *Microsoft Project 2007*.

Pada proses *input* data tahap analisis ini menggunakan dua tahapan, yaitu pertama dengan menyusun jadwal rencana dan biaya proyek (*baseline*) serta memasukkan durasi optimasi penambahan jam kerja (lembur).

3. Tahap dan Prosedur Penelitian

Suatu penelitian harus dilaksanakan secara sistematis dan menggunakan urutan yang

jelas serta teratur, sehingga akan diperoleh hasil yang diharapkan akan sesuai. Maka dari itu, pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahap, meliputi:

Tahap 1 : Tahap Persiapan

Sebelum penelitian dilakukan perlu adanya studi literatur untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian. Kemudian menentukan rumusan masalah sampai dengan kompilasi data.

Tahap 2 : Tahap Pengumpulan Data

Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan, yaitu :

1. Rencana anggaran biaya (RAB)
2. Analisa harga satuan bahan
3. *Time schedule*

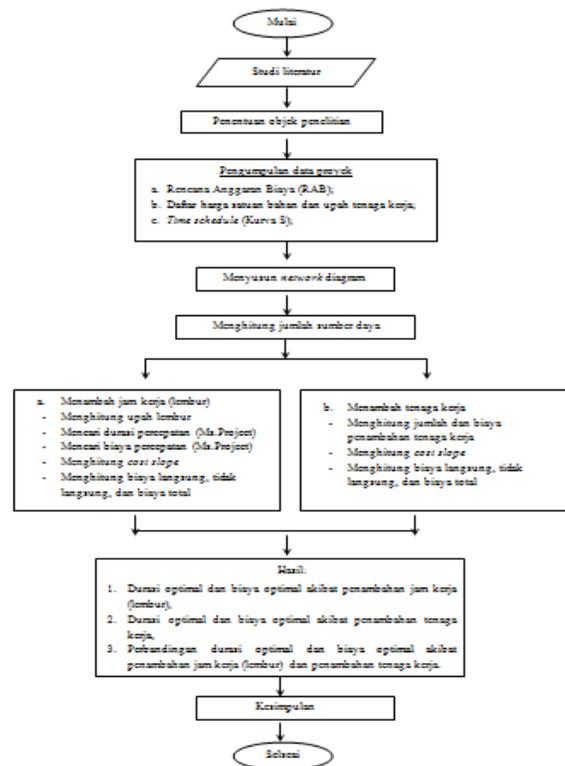
Tahap 3 : Tahap Analisis percepatan dengan aplikasi program dan pembahasan

Dari data yang telah didapat kemudian dilakukan analisis menggunakan program *microsoft excel* dan *microsoft project 2007*. Pertama data akan di *input* pada program untuk perencanaan dan *update* perencanaan dengan data pelaksanaan, perhitungan keseluruhan dipusatkan pada kegiatan yang masuk dalam lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kemudian dibandingkan antara hasil analisa percepatan yang berupa biaya proyek sebelum dan setelah percepatan dengan biaya denda akibat keterlambatan.

Tahap 4 : Kesimpulan

Kesimpulan disebut juga tahap pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang sudah dianalisis secara keseluruhan dibuat kesimpulannya yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

Tahapan penelitian secara skematis dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 5.



Gambar 5 Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum pada Proyek Pembangunan Gedung Blok H Rumah Sakit Jogja, adalah sebagai berikut :

- Nilai total proyek : Rp. 8.383.556.783
- Waktu pelaksanaan : 140 hari kalender
- Tanggal pekerjaan dimulai: 7 Juli 2014
- Tanggal pekerjaan selesai : 13 November 2014

2. Daftar Kegiatan Kritis

Daftar kegiatan kritis yang didapat pada hasil analisis di *Microsoft Project 2007* pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Daftar kegiatan-kegiatan kritis

No.	Kode	Kegiatan	Durasi (hari)
		Pekerjaan Tanah	
1	A	Mengerjakan galian pondasi	28
2	C	Mengurug pasir dasar pondasi	14
3	D	Lantai Kerja	14
		Foot Plate	
4	E.1	Pembesian Ulir	14
5	E.2	Bekisting Batako	14
6	E.3	Cor Beton	21
		Sloof	
7	F.1	Pembesian Ulir	14
8	F.2	Pembesian Polos	14
9	F.3	Bekisting Batako	14
10	F.4	Cor Beton	21
		Kolom	
11	G.1	Pembesian Ulir	14
12	G.2	Pembesian Polos	14
13	G.3	Bekisting Batako	14
14	G.4	Cor Beton	21
		Balok	
15	H.1	Strut work/perancah	7
16	H.2	Bekisting Multiplek	7
17	H.3	Pembesian Ulir	7
18	H.4	Pembesian Polos	7
19	H.5	Cor Beton	21
		Plat	
20	I.1	Strut work/perancah	7
21	I.2	Bekisting Multiplek	7
22	I.3	Pembesian Polos	7
23	I.4	Cor Beton	21

Tabel 2 diatas menjabarkan kegiatan-kegiatan kritis yang akan dipercepat adalah kegiatan yang memiliki unsur tenaga kerja. Alasan dipilihnya kegiatan-kegiatan yang akan dipercepat adalah kegiatan kritis tersebut, yaitu :

1. Kegiatan kritis yang dipilih memiliki tenaga kerja (*resource work*), sehingga dapat dipercepat dengan mengolah *resource work*.
2. Pada kegiatan kritis akan dilakukan percepatan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) atau dengan penambahan tenaga kerja. Apabila dilakukan penambahan tenaga kerja, itu tidak akan berpengaruh pada penambahan jumlah tenaga kerja, karena indeks tenaga kerja pada kegiatan kritis kecil.
3. Pada kegiatan kritis apabila dilakukan percepatan akan berpengaruh pada anggaran biaya tidak langsung.
4. Percepatan kegiatan kritis akan mempercepat durasi proyek secara keseluruhan.

3. Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung

Menentukan biaya tidak langsung berdasarkan Model Regresi Non Linear dengan menggunakan Algoritma Genetika dengan persamaan :

$$Y = -0,95 - 4,888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2)) + \epsilon$$

Dengan ;

x1 = Nilai Proyek (Miliar)

x2 = Durasi Pelaksanaan Proyek (Hari)

Nilai total Proyek Pembangunan Gedung Blok H Rumah Sakit Jogja sebesar Rp 8.383.556.743, sehingga besarnya

biaya tidak langsung

$$Y = -0,95 - 4,888(\ln(8,383 - 0,21) - \ln(140)) + \epsilon = 12,936 \%$$

Biaya tak langsung

$$= 12,936 \% \times 8.383.556.743$$

$$= \text{Rp } 1.084.485.298$$

Biaya tidak langsung/hari

$$= \text{Biaya tidak langsung} / \text{Durasi normal proyek}$$

$$= \text{Rp } 1.084.485.298 / 140 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 7.746.324 / \text{hari}$$

Biaya Langsung

$$= \text{Biaya total proyek} - \text{Biaya tidak langsung}$$

$$= \text{Rp } 8.383.556.743 - \text{Rp } 1.084.485.298$$

$$= \text{Rp } 7.299.071.445$$

4. Penerapan Metode *Duration Cost Trade Off*

Penambahan jam kerja (lembur) yang digunakan 7 (tujuh) jam kerja normal dengan 1 (satu) jam istirahat (08.00 s/d 16.00), sedangkan untuk penambahan jam kerja dilakukan setelah selesainya jam kerja normal (17.00 s/d 20.00). Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7, serta pasal 11, dijelaskan standar upah tenaga kerja untuk lembur adalah :

- a. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan maksimal 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
- b. Waktu kerja lembur tidak termasuk pada waktu istirahat mingguan atau hari libur resmi.

- c. Memberikan makanan sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan 3 (tiga) jam atau lebih.
- d. Untuk kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam, sedangkan untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar sebesar 2 (dua) kali lipat upah sejam.

1. Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Contoh perhitungan sebagai berikut :

Pekerjaan = Lantai kerja

Volume = 178,43 m³

Durasi normal/hari = 14 hari

Durasi normal /jam = 14×7
= 98 jam

$$\text{Produktivitas jam normal} = \frac{\text{Volume}}{\frac{\text{Durasi normal}}{178,43}} = \frac{178,43}{98} = 1,82 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Durasi percepatan 1 jam = $\frac{178,43}{178,43}$

$$= \frac{178,43}{(1,82 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 1,82)}$$

= 12,41 hari

Maksimal *crashing*

= durasi normal – durasi percepatan 1 jam

= 14 – 12,41

= 1,59 hari

Hasil perhitungan durasi *crashing* manual diatas sesuai dengan hasil analisis pada *Microsoft Project 2007*, untuk durasi dan biaya *crashing* pada item pekerjaan lain dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan hasil Microsft Project 2007 (durasi percepatan dan biaya percepatan)

Kode	Nama Pekerjaan	Durasi (hari)			Biaya		
		Normal	Lembur 1 jam	Selish	Normal	Lembur 1 jam	Selish
A	Mengajarkan galian pondasi	28	24,81	-3,19	Rp 289.241.496,61	Rp 311.205.826,74	Rp 21.964.330,12
C	Mengurus pasir dasar pondasi	14	12,41	-1,59	Rp 17.261.301,13	Rp 17.544.378,36	Rp 283.077,23
D	Lantai Kerja	14	12,41	-1,59	Rp 109.154.343,64	Rp 110.189.941,11	Rp 1.035.597,47
E.1	Pembesian Utitr	14	12,41	-1,59	Rp 329.570.298,12	Rp 333.118.534,41	Rp 3.548.236,30
E.2	Bekisting Batako	14	12,41	-1,59	Rp 28.149.499,28	Rp 28.725.381,01	Rp 575.881,73
E.3	Cor Beton	21	18,61	-2,39	Rp 161.579.189,83	Rp 163.229.879,46	Rp 1.650.689,63
F.1	Pembesian Utitr	14	12,41	-1,59	Rp 214.272.315,51	Rp 216.591.254,85	Rp 2.318.939,33
F.2	Pembesian Polos	14	12,41	-1,59	Rp 87.642.869,02	Rp 88.580.696,94	Rp 937.827,92
F.3	Bekisting Batako	14	12,41	-1,59	Rp 92.945.124,23	Rp 94.898.482,32	Rp 1.953.358,09
F.4	Cor Beton	21	18,61	-2,39	Rp 127.927.643,12	Rp 129.230.332,72	Rp 1.302.709,59
G.1	Pembesian Utitr	14	12,41	-1,59	Rp 364.585.180,78	Rp 368.518.118,36	Rp 3.932.937,58
G.2	Pembesian Polos	14	12,41	-1,59	Rp 183.645.922,63	Rp 185.614.122,56	Rp 1.948.199,93
G.3	Bekisting Batako	14	12,41	-1,59	Rp 206.018.642,37	Rp 210.292.634,87	Rp 4.273.992,50
G.4	Cor Beton	21	18,61	-2,39	Rp 255.125.088,72	Rp 257.745.394,02	Rp 2.620.305,30
H.1	Strut besi/perancah	7	6,2	-0,8	Rp 5.666.851,24	Rp 5.944.109,43	Rp 277.258,19
H.2	Bekisting Multiplek	7	6,2	-0,8	Rp 9.589.041,17	Rp 9.849.914,43	Rp 260.873,26
H.3	Pembesian Utitr	7	6,2	-0,8	Rp 41.236.586,74	Rp 41.678.226,54	Rp 441.639,80
H.4	Pembesian Polos	7	6,2	-0,8	Rp 9.829.255,11	Rp 9.932.879,48	Rp 103.624,36
H.5	Cor Beton	21	18,61	-2,39	Rp 18.121.442,65	Rp 18.303.498,06	Rp 182.055,41
I.1	Strut besi/perancah	7	6,2	-0,8	Rp 56.793.892,48	Rp 59.587.735,82	Rp 2.793.843,34
I.2	Bekisting Multiplek	7	6,2	-0,8	Rp 100.123.512,21	Rp 102.861.378,35	Rp 2.737.866,15
I.3	Pembesian Polos	7	6,2	-0,8	Rp 306.586.125,06	Rp 309.831.461,77	Rp 3.245.336,71
I.4	Cor Beton	21	18,61	-2,39	Rp 181.731.156,56	Rp 183.586.519,42	Rp 1.855.362,85

Contoh perhitungan upah lembur 2 jam untuk *resource name* pekerja, sebagai berikut :

Upah normal perhari (*standart cost*)

= Rp 50.000,00

Jam kerja perhari = 7 jam/hari

Biaya per jam = ((Rp 50.000,00)/(7 jam/hari))
= Rp 7.142,86

Lembur 2 jam

= (1,5 × Upah normal perjam) + (2 × 1 × upah normal perjam)

= (1,5 × Rp 7.142,86) + (2 × 1 × Rp 7.142,86)

= Rp 25.000,00

Lembur /jam untuk 2 jam

= ((Rp 25.000,00)/(2 jam))

= Rp 12.500,00

Tabel 4 Upah Lembur Tenaga Kerja

No	Uraian	Upah Lembur per jam		
		1 jam	2 jam	3 jam
1	Pekerja	Rp.10.714,29	Rp.12.500,00	Rp.13.095,24
2	Tukang Kayu	Rp.12.214,29	Rp.14.250,00	Rp.14.928,57
3	Kepala Tukang Kayu	Rp.12.857,14	Rp.15.000,00	Rp.15.714,29
4	Tukang Besi	Rp.11.892,86	Rp.13.875,00	Rp.14.535,71
5	Kepala Tukang Besi	Rp.12.857,14	Rp.15.000,00	Rp.15.714,29
6	Tukang Batu	Rp.11.892,86	Rp.13.875,00	Rp.14.535,71
7	Kepala Tukang Batu	Rp.12.857,14	Rp.15.000,00	Rp.15.714,29
8	Mandor	Rp.13.928,57	Rp.16.250,00	Rp.17.023,81

Contoh perhitungan manual biaya normal dan dipercepat pada pekerjaan Lantai kerja pada lembur 1 jam:

Volume = 178,43 m³
 Durasi Normal = 14 hari
 Durasi percepatan = 12,41 hari
 Kapasitas tenaga kerja per m³
 Oh = orang/hari
 Pekerja = 1,200 oh@Rp. 50.000,00
 Tukang Batu = 0,200 oh@Rp. 55.500,00
 Kepala Tukang = 0,020 oh@Rp. 60.000,00
 Mandor = 0,060 oh@Rp. 65.000,00
 Material
 Portland Cement= 230 kg @Rp. 1.300,00
 Pasir Beton = 0,638 m³@Rp. 75.000,00
 Split beton = 0,761 m³@Rp.235.000,00
 Air = 200 liter @Rp. 50,00

Perhitungan kebutuhan material
 = volume x koefisien
 Portland Cement
 = 178,43 x 230 = 41.038,9 kg
 Pasir Beton
 = 178,43 x 0,638 = 113,838 m³
 Split beton
 = 178,43 x 0,761 = 135,785 m³
 Air = 178,43 x 200 = 35,686 liter

Perhitungan harga material
 Portland Cement
 = 41.038,9 x Rp.1.300,00 = Rp. 53.350.570,00
 Pasir Beton
 = 113,838 x Rp.75.000,00=Rp. 8.537.875,50
 Split beton
 = 135,785 x Rp. 235.000,00 = Rp.31.909.529,05

Air = 35,686 x Rp 50,00 = Rp. 1.784.300,00

Total harga material
 = Rp. 53.350.570,00 + Rp. 8.537.875,50
 + Rp.31.909.529,05 + Rp. 1.784.300,00
 = Rp. 95.582.274,55

Kebutuhan tenaga kerja
 = (volume x koefisien) / durasi
 Pekerja = (178,43 x 1,200) / 14 = 15,294
 Tukang Batu = (178,43 x 0,200) / 14 = 2,549
 Ka Tukang = (178,43 x 0,020) / 14 = 0,255
 Mandor = (178,43 x 0,060) / 14 = 0,765

Upah tenaga kerja normal per hari
 =kebutuhan tenaga kerja x harga upah normal
 Pekerja = 15,294 x Rp. 50.000,00
 = Rp. 764.700,00
 Tukang batu = 2,549 x Rp. 55.500,00
 = Rp. 141.469,50
 Kepala Tukang = 0,255 x Rp. 60.000,00
 = Rp. 15.300,00
 Mandor = 0,765 x Rp. 65.000,00
 = Rp. 49.725,00
 Total upah tenaga kerja normal per hari
 = Rp. 764.700,00 + Rp. 141.469,50
 + Rp. 15.300,00 + Rp. 49.725,00
 = Rp. 971.190,50

Upah tenaga kerja lembur 1 jam
 =kebutuhan tenaga kerja x harga upah lembur
 1jam
 Pekerja = 15,294 x Rp. 10.714,29
 = Rp. 163.864,35
 Tukang batu = 2,549 x Rp. 11.892,86
 = Rp. 30.314,90
 Kepala Tukang = 0,255 x Rp. 12.857,14
 = Rp. 3.278,57
 Mandor = 0,765 x Rp. 13.928,57
 = Rp. 10.655,36
 Total upah lembur 1 jam
 = Rp. 163.864,35 + Rp. 30.314,90
 + Rp. 3.278,57 + Rp. 10.655,36
 = Rp. 208.113,18

Total upah lembur per hari
 = Total upah lembur 1 jam + Total upah tenaga
 kerja normal per hari
 = Rp. 208.113,18 + Rp. 971.190,50
 = Rp. 1.179.303,68

Total biaya lembur 1 jam
 = total harga material + (total upah lembur x durasi lembur)
 = Rp. 95.582.274,55 + (Rp. 1.179.303,68 x 12,41)
 = Rp. 110.217.433,22

Contoh perhitungan *slope* pada analisis *microsoft project 2007* untuk pekerjaan Lantai kerja dengan lembur 1 jam :

$$\text{Nilai slope} = \frac{\text{Biaya percepatan} - \text{biaya normal}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}}$$

$$= \frac{\text{Rp 110.198.284,79} - \text{Rp 109.165.640,72}}{14 - 12,41}$$

$$= \text{Rp 649.461,68}$$

Contoh perhitungan total biaya dengan variasi penambahan jam lembur adalah sebagai berikut :

Pekerjaan = Lantai kerja
 Durasi percepatan = 133,63 hari
 Biaya langsung
 = Biaya langsung + Selisih biaya
 = Rp 7.321.318.852,16 + Rp 1.035.597,47.
 = Rp 7.322.354.449,63

Biaya tidak langsung

$$= \frac{\text{Biaya tidak langsung} \times \text{durasi percepatan}}{\text{durasi normal}}$$

$$= \frac{\text{Rp 1.047.457.871,24} \times 133,63}{135,22}$$

$$= \text{Rp 1.035.141.216,78}$$

Total biaya
 = Biaya langsung + Biaya tidak langsung
 = Rp 7.322.354.449,63 + Rp 1.035.141.216,78
 = Rp 8.357.495.666,42

Tabel 5 Perbandingan antara biaya total dengan variasi penambahan jam lembur

No	Jam Lembur	Durasi (hari)	Biaya
1	Normal	140	Rp. 8.383.556.743
2	1	103,36	Rp. 8.159.955.400
3	2	77,04	Rp. 8.059.8883.099
4	3	57,82	Rp. 8.008.622.497

Dari tabel perbandingan biaya total dengan variasi penambahan jam lembur didapatkan untuk lembur 1 jam biaya total sebesar Rp. 8.157.595.968 dengan durasi percepatan 103,36 hari, untuk 2 jam lembur biaya total sebesar Rp. 8.042.414.349 dengan

durasi percepatan 82,51 hari, dan untuk lembur 3 jam biaya total sebesar Rp. 7.968.365.125 dengan durasi percepatan 66,76 hari. Dari ketiga penambahan jam lembur, didapatkan biaya dan waktu yang paling efisien pada penambahan jam kerja 3jam.

2. Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dilakukan dengan menghitung kembali kebutuhan tenaga kerja dari setiap pekerjaan berdasarkan oleh durasi percepatan atau durasi *crashing* yang dilakukan tanpa penambahan jam kerja perhari. Contoh perhitungan :

Pekerjaan lantai kerja

1. a. Durasi Normal

Volume = 178,43 m3
 Durasi Normal= 14 hari
 Kapasitas tenaga kerja per m3
 Oh = Orang/hari
 Pekerja = 1,200 Oh@ Rp. 50.000,00
 Tukang Batu = 0,200 Oh@ Rp. 55.500,00
 Kepala Tukang = 0,020 Oh@Rp. 60.000,00
 Mandor = 0,060 Oh@Rp. 65.000,00

Perhitungan jumlah tenaga kerja dan upah tenaga kerja

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{(\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi normal}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{(1,200 \times 178,43)}{(14)}$$

$$= 15,294$$

$$\text{Upah Pekerja} = 15,294 \times \text{Rp. 50.000,00}$$

$$= \text{Rp. 764.700,00}$$

$$\text{Tukang Batu} = \frac{(0,200 \times 178,43)}{(14)}$$

$$= 2,549$$

$$\text{Upah Tukang} = 2,549 \times \text{Rp. 55.500,00}$$

$$= \text{Rp. 141.469,50}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{(0,020 \times 178,43)}{(14)}$$

$$= 0,255$$

$$\text{Upah Ka.Tukang} = 0,255 \times \text{Rp. 60.000,00}$$

$$= \text{Rp. 15.294,00}$$

$$\text{Mandor} = \frac{(0,060 \times 178,43)}{(14)}$$

$$= 0,765$$

$$\text{Upah Mandor} = 0,765 \times \text{Rp. 65.000,00}$$

$$= \text{Rp. 49.705,50}$$

$$\begin{aligned} & \text{Upah tenaga kerja dengan durasi normal} \\ & = (\text{Rp. } 764.700,00 + \text{Rp. } 141.469,50 \\ & \quad + \text{Rp. } 15.294,00 + \text{Rp. } 49.705,50) \times 14 \text{ hari} \\ & = \text{Rp. } 13.596.366,00 \end{aligned}$$

b. Durasi Percepatan

$$\text{Durasi percepatan} = 12,41$$

Jumlah tenaga kerja

$$= \frac{(\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi percepatan}}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{(1,200 \times 178,43)}{(12,41)} \\ &= 17,254 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Pekerja} &= 17,254 \times \text{Rp. } 50.000,00 \\ &= \text{Rp. } 862.700,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang Batu} &= \frac{(0,200 \times 178,43)}{(12,41)} \\ &= 2,876 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Tukang} &= 2,876 \times \text{Rp. } 55.500,00 \\ &= \text{Rp. } 159.618 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala Tukang} &= \frac{(0,020 \times 178,43)}{(12,41)} \\ &= 0,288 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Ka.Tukang} &= 0,288 \times \text{Rp. } 60.000,00 \\ &= \text{Rp. } 17.280,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \frac{(0,060 \times 178,43)}{(12,41)} \\ &= 0,863 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Mandor} &= 0,863 \times \text{Rp. } 65.000,00 \\ &= \text{Rp. } 56.095 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Upah tenaga kerja dengan durasi percepatan} \\ & = (\text{Rp. } 862.700,00 + \text{Rp. } 159.618 \\ & \quad + \text{Rp. } 17.280,00 + \text{Rp. } 56.095) \times 12,41 \\ & = \text{Rp. } 13.597.550,00 \end{aligned}$$

Selisih Biaya

$$= \text{Biaya Percepatan} - \text{biaya normal}$$

$$= \text{Rp. } 13.597.550,00 - \text{Rp. } 13.596.366,00$$

$$= \text{Rp. } 1.184$$

Tabel 6. Perbandingan antara biaya total dengan variasi penambahan tenaga kerja

No	Tenaga Kerja	Durasi (hari)	Biaya Total
1	Normal	140	Rp. 8.383.556.743
2	1	103,36	Rp. 8.099.614.557
3	2	77,04	Rp. 7.895.636.494
4	3	57,82	Rp. 7.746.827.685

Berdasarkan dari tabel biaya total penambahan tenaga kerja 1, biaya total penambahan tenaga kerja 2, dan biaya total penambahan tenaga kerja 3 diperoleh biaya total proyek dan durasi yang dipercepat pada penambahan tenaga kerja 1 menjadi 103,36 hari dengan biaya total sebesar Rp 8.099.614.557 sedangkan untuk penambahan tenaga kerja 2 diperoleh biaya total proyek sebesar Rp 7.895.636.494,49 dan durasi yang dipercepat menjadi 77,04 hari dan untuk penambahan tenaga kerja 3 diperoleh biaya total proyek sebesar Rp 7.746.827.684,82 dan durasi yang dipercepat menjadi 57,82 hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Blok H Rumah Sakit Jogja Kota Yogyakarta, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan biaya akibat variasi penambahan jam lembur selama 1 jam biaya totalnya sebesar Rp 8.159.955.400,00. Hal ini lebih murah Rp. 223.601.343,00 dari biaya normal sebesar Rp. 8.353.556.743,00. Untuk waktu lembur selama 2 jam juga terjadi perubahan biaya sebesar Rp. 323.673.644,00 dari biaya normal menjadi Rp 8.059.883.099,00. Selisih terbanyak terjadi pada lembur 3 jam yang mencapai Rp. 374.934.246,00 dari biaya normal menjadi Rp. 8.008.622.497,00. Untuk perubahan waktu terjadi perubahan pada 1 jam lembur selama 36,64 hari dari waktu normal proyek 140 hari menjadi 103,36 hari.. Untuk 2 jam lembur durasi percepatan selama 62,96 hari dari waktu normal proyek menjadi 77,04 hari. Untuk 3 jam lembur durasi percepatan selama 82,18 hari dari waktu normal menjadi 57,82 hari.
2. Percepatan dengan penambahan tenaga kerja didapat pada tenaga kerja 1 adalah lebih murah sebesar Rp. 283.942.186,00 dari biaya normal proyek sebesar Rp. 8.383.556.743,00 menjadi Rp. 8.099.614.557,00. Untuk penambahan tenaga kerja 2 perubahan biaya yang terjadi sebesar Rp.487.920.249,00 dari biaya normal proyek menjadi

Rp.7.895.636.494,00. Sedangkan untuk penambahan tenaga kerja 3 didapat selisih paling banyak yaitu sebesar Rp.636.729.058,00 dari biaya proyek semula menjadi Rp. 7.746.827.685,00. Untuk perubahan waktu apabila dilakukan variasi penambahan tenaga kerja selama 1 jam adalah 36,64 hari dari waktu normal proyek 140 hari menjadi 103,36 hari. Apabila penambahan 2 jam durasi percepatan menjadi 62,96 hari dari waktu proyek normal menjadi 77,04 hari. Untuk 3 jam, didapat durasi percepatan 82,18 hari dari waktu normal proyek menjadi 57,82 hari.

3. Perbandingan dari hasil kompresi durasi dan besaran biaya antara percepatan dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja, didapat hasil bahwa percepatan dengan penambahan tenaga kerja lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I., 1996, *Manajemen Proyek Dan Konstruksi*, Yogyakarta: Kanisius.
- Ikhtisholiah, 2017, *Analisis Penerapan Manajemen Waktu dan Biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Teknik Listrik Industri Politeknik Negeri Madura (POLTERA)*, Zeta - Math Journal, 3(1), pp. 14-21.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/Men/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Muhammad, A.A., Indriyani R., 2015. *Analisa Time Cost Trade Off pada Proyek Pasar Sentral Gadang Malang*. Jurnal Teknis ITS, 4 (1),pp. 45-50.
- Pamungkas, A., Sugiarto, Setiono. 2013. *Analisis Nilai Hasil Terhadap Waktu dan Biaya pada Proyek Konstruksi*.e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, 1(1) pp. 417-423.
- Pawiro, D.A., Suharyanto, Atmojo, P.S., 2014, *Optimalisasi Biaya dan Waktu dalam Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa Universitas Diponegoro Semarang*., Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil, 20(2), pp. 103-108.
- Priyo, M., Aulia M.R., 2015, *Aplikasi Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi: Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, 18 (1),pp. 30-43.
- Priyo, M., Sumanto A., 2016, *Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off : Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, 19 (1), pp. 1-15.
- Sani, I., Septiropa, Z., 2014, *Analisa Biaya dan Waktu dengan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Hotel Aston Paramount Malang*, Jurnal Media Teknik Sipil, 12 (1), pp. 38-47.
- Setiawan, B.B., Trijeti, 2012. *Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada Proyek Pembangunan Gedung di Jakarta*, Jurnal Konstruksia, 4 (1), pp.25-34.
- Simatupang, J.S., 2015, *Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Persekolahan Eben Haezar Manado)*, Jurnal Sipil Statik, 3(5), pp. 281-291.
- Wohon, F.Y., Mandagi R.J.M., Pratisis P.A.K., 2015, *Analisa Pengaruh Percepatan Durasi pada Biaya Proyek Menggunakan Program Microsoft Project 2013 (Studi Kasus: Pembangunan Gereja GMIM Syalom Karombasan)*, Jurnal Sipil Statik, 3(2), pp. 141-150.