

**OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU DENGAN
METODE *TIME COST TRADE OFF (TCTO)*
(Studi Kasus Proyek Bangunan Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD Dr. Moewardi
Surakarta)**

Ricky Arvianto ¹⁾, Fajar Sri Handayani ²⁾, Setiono ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: arvianto14@gmail.com

Abstract

Various things can happen in the execution of construction projects that could lead to increased duration of execution time so that the completion of the project tends to be delayed. Therefore required acceleration to optimize timing by taking into account cost increases.

One method that can be used to optimize the effect of the acceleration of the project costs is by using Time Cost Trade Off (TCTO). In TCTO will be known / calculated the maximum acceleration and minimum cost. On Building Project Inpatient Hospital Class III and parking, Dr. Moewardi planned with the addition of overtime hours and increase the number of workers.

Based on additional research overtime hours during the project has a duration of 148 HK or 1.33% resulting in increased project costs due to overtime hours Rp 34,753,437.50 so that the cost of the project increased from Rp 17,316,776,877.83 to Rp 17,318,326,252.83. As for the increase in the number of workers with the duration of the project for 148 HK resulting in increased project cost of Rp 8,420,000.00 so that the project cost increased from Rp 17,316,776,877.83 to Rp 17,319,556,877.83. From these results it can be seen that the addition of workers are more efficient than the addition of overtime hours to gain a greater cost

Keywords : Optimization , Time Cost Trade Off , Hours of Work Overtime , Addition Number of Workers

Abstrak

Berbagai hal dapat terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan sehingga penyelesaian proyek menjadi terlambat. Oleh karena itu dibutuhkanlah suatu percepatan untuk mengoptimalkan waktu dengan memperhitungkan faktor kenaikan biaya.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimasi pengaruh percepatan proyek terhadap biaya yang harus dikeluarkan adalah dengan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)*. Dalam *TCTO* akan dapat diketahui/dihitung percepatan yang paling maksimum dan biaya yang paling minimum. Pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD. Dr. Moewardi direncanakan dengan penambahan jam kerja lembur dan penambahan jumlah pekerja.

Berdasarkan penelitian penambahan jam kerja lembur memiliki durasi proyek selama 148 HK atau 1,33% yang mengakibatkan bertambahnya biaya proyek karena jam kerja lembur sebesar Rp 34,753,437.50 sehingga biaya proyek bertambah dari Rp 17,316,776,877.83 menjadi Rp 17,318,326,252.83. Sedangkan untuk penambahan jumlah pekerja dengan durasi proyek selama 148 HK mengakibatkan bertambahnya biaya proyek sebesar Rp 8,420,000.00 sehingga biaya proyek bertambah dari Rp 17,316,776,877.83 menjadi Rp 17,319,556,877.83. Dari hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa penambahan pekerja lebih efisien dibandingkan penambahan jam kerja lembur dengan keuntungan biaya yang lebih besar.

Kata Kunci : Optimasi, *Time Cost Trade Off*, Jam Kerja Lembur, Penambahan Jumlah Pekerja.

PENDAHULUAN

Berbagai hal dapat terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang biasa 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 harus tetap memperhatikan faktor biaya. Proyek terdiri dari berbagai macam aktifitas antara lain: sumber daya yang ditugaskan, peralatan yang dibutuhkan, dan berbagai metode pelaksanaan sehingga dapat diperkirakan durasi dan biaya untuk menyelesaikan tiap aktivitas. Penambahan sumber daya dan peralatan serta perubahan metode pelaksanaan dapat memperpendek waktu pelaksanaan proyek, akan tetapi disisi lain biaya pelaksanaan proyek akan meningkat.

Salah satu proyek yang mengalami keterlambatan adalah Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD. Dr. Moewardi. Proyek tersebut mengalami keterlambatan karena metode pelaksanaan yang digunakan tidak diperhitungkan secara tepat. Berbagai metode telah digunakan oleh penyedia jasa dalam mempercepat pekerjaan untuk mengurangi keterlambatan proyek seperti menambah jam lembur dan menambah tenaga kerja. Namun kedua metode tersebut tidak berjalan dengan efisien karena tidak diperhitungkan berapa penambahan jam lembur dilakukan dan berapa jumlah tenaga kerja yang ditambah. Sehingga diperlukan perhitungan metode yang tepat untuk optimasi penambahan jam lembur dan penambahan tenaga kerja dalam proyek tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode pertukaran waktu dan biaya (*time cost trade off - TCTO*) memberikan alternatif kepada perencana proyek untuk dapat menyusun perencanaan yang terbaik sehingga upaya mengoptimalkan waktu dan biaya dalam menyelesaikan suatu proyek. Selain itu penyelesaian pekerjaan proyek yang efisien menghasilkan pertambahan biaya dan durasi proyek yang paling optimum. Dengan optimasi biaya dan waktu, maka biaya proyek keseluruhan akibat percepatan penyelesaian dapat dikendalikan sehingga dengan demikian pihak *owner* dapat memperoleh keuntungan dari percepatan pada penyelesaian Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD. Dr. Moewardi.

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Hubungan Biaya Terhadap Waktu

Biaya total proyek adalah penjumlahan dari biaya langsung dan tidak langsung. Besarnya biaya ini sangat tergantung oleh lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek, walaupun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, akan tetapi umumnya makin lama proyek berjalan makin tinggi komulatif biaya tidak langsung diperlukan. Untuk menganalisis biaya dan waktu suatu kegiatan dipakai definisi berikut:

1. Kurun waktu normal yaitu jangka waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai dengan produktifitas kerja normal
2. Kurun waktu dipersingkat yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih memungkinkan

Biaya normal yaitu biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal. Biaya untuk waktu dipersingkat yaitu jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat

Optimasi Waktu dan Biaya dengan *Crash Program*

Dalam penjadwalan proyek, aspek biaya diperhitungkan dengan membuat hubungan biaya dan waktu untuk setiap aktivitas pada proyek. Pada kondisi dibutuhkan percepatan waktu untuk pelaksanaan maka waktu bersifat minimum dengan maksimum biaya yang mungkin, demikianlah yang disebut dengan *Crash Program*.

Untuk mempercepat suatu proyek, tidak perlu kita mempercepat semua kegiatan melainkan hanya yang kritis saja. Jadi dipercepatnya waktu pelaksanaan kegiatan-kegiatan kritislah yang dapat mempengaruhi percepatan waktu pelaksanaan proyek, tetapi untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan kegiatan kritisnya itu ada batasnya. Berikut adalah langkah-langkah untuk mengoptimalisasi waktu dan biaya dengan *crash program*:

1. Kegiatan-kegiatan dibuatkan tabel tabulasi dengan diberi tanda kegiatan-kegiatan yang dilalui lintasan kritis. *Crash program* hanya dilakukan pada kegiatan-kegiatan kritis.
2. Menghitung waktu dan biaya tiap-tiap kegiatan baik normal maupun *crash*.
3. Tambahan biaya (*cost slope*) tiap-tiap kegiatan dihitung perhari.

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

Dibuatkan diagram untuk memudahkan perhitungan teknik mengerjakan perhitungan dimulai dari kegiatan dilintasi kritis dengan *cost slope* terkecil bertingkat-tingkat menuju *cost slope* terbesar.

Penambahan Jumlah Jam Kerja (kerja lembur)

Kerja lembur (*working overtime*) dapat dilakukan dengan menambah jam kerja perhari, tanpa menambah pekerja. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas akan lebih cepat. Yang perlu diperhatikan didalam penambahan jam kerja adalah lamanya waktu yang bekerja seseorang dalam suatu hari, maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena terlalu lelah.

Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerja untuk melaksanakan suatu aktifitas tertentu tanpa menambahkan jam kerja. Dalam penambahan jumlah jam 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 aktifitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi dengan penambahan tenaga pengawasan karena ruang kerja yang kurang akan menurunkan produktivitas kerja.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Alat Penelitian

Proyek Bangunan Gedung Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD Dr. Moewardi Surakarta beralamat di Jalan Kolonel Sutarto 132 Surakarta. Untuk mendapatkan hasil akurat digunakan program AutoCAD untuk menghitung volume bangunan dari gambar kerja. Kemudian menggunakan microsoft excel untuk membantu menghitung pengolahan data percepatan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* dengan menghitung jam lembur pekerja dan penambahan pekerja serta efisiensinya

Metode *Time Cost Trade Off (TCTO)*

Menghitung jam lembur pekerja didasarkan kepada durasi normal proyek dikurangi waktu *crashing*. Pemilihan waktu *crashing* didasarkan oleh waktu libur yang terjadi selama durasi minimum pekerjaan proyek dari kumpulan kegiatan kritis proyek.

Kemudian menghitung penambahan pekerja dengan menukar waktu *crashing* yang terjadi ke setiap kegiatan kritis proyek sehingga percepatan pekerjaan dapat menjadi optimal. Pemilihan waktu *crashing* didasarkan oleh waktu libur yang terjadi selama durasi minimum pekerjaan proyek dari kumpulan kegiatan kritis proyek. Kesimpulan optimasi dari penambahan jam lembur pekerja dan penambahan pekerja dapat dibandingkan dari efisiensi proyek dengan dasar pemilihan waktu *crashing* yang sama

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Penambahan Jam Kerja (waktu lembur)

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 8 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00-17.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (18.00-22.00). Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 standar upah untuk lembur adalah Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah sejam dan Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 (dua) kali upah sejam. Produktivitas kerja lembur diperhitungkan sebesar 75% dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, serta keadaan cuaca yang dingin. Untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dipercepat dihitung berdasarkan data biaya langsung pekerjaan sehingga diperoleh pertambahan biaya (*cost slope*) pekerjaan

Tabel 1. Tarif Lembur Tenaga Kerja

No.	Pekerja	Upah Kerja / Hari	Upah Kerja / Jam	Upah Lembur 1 Jam Pertama
1.	Mandor	Rp 75.000,00	Rp 9.375,00	Rp 14.062,50
2.	Kepala Tukang	Rp 70.000,00	Rp 8.750,00	Rp 13.125,00
3.	Tukang	Rp 65.000,00	Rp 8.125,00	Rp 12.187,50
4.	Pekerja	Rp 50.000,00	Rp 6.250,00	Rp 9.375,00

Tabel 2. Hasil Perhitungan Biaya Total Jam Lembur Selama 148 HK

No	Uraian Pekerjaan	Slope	Biaya Normal	Total Biaya Percepatan
1	Pek. Plat Lantai Type SA Lantai 2	Rp 5,230,625.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,322,007,502.83
2	Pek. Plat Lantai Type SA Lantai 1	Rp 5,011,875.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,321,788,752.83
3	Pek. Pondasi Bore Pile Ø 800 Lantai 1	Rp 4,245,625.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,321,022,502.83
4	Pek. Plat Lantai Type SA Lantai Semi Basement	Rp 4,026,875.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,320,803,752.83
5	Pek. Retaining Wall Lantai Semi Basement	Rp 2,735,625.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,319,512,502.83
6	Pek. Shear Wall SW2 Lantai Semi Basement	Rp 1,910,625.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,318,687,502.83
7	Pek. Pile Cap P2 Lantai 1	Rp 1,768,125.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,318,545,002.83
8	Pek. Shear Wall SW2 Lantai 2	Rp 1,724,375.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,318,501,252.83
9	Pek. Shear Wall SW2 Lantai 1	Rp 1,680,625.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,318,457,502.83
10	Pek. Balok BA Lantai 1	Rp 1,593,125.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,318,370,002.83
11	Pek. Shear Wall SW1 Lantai Semi Basement	Rp 1,549,375.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,318,326,252.83
12	Pek. Balok B2 Lantai 1	Rp 1,505,625.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,318,282,502.83
13	Pek. Kolom K1 Lantai Semi Basement	Rp 1,096,562.50	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,317,873,440.33
14	Pek. Kolom K3 Lantai Semi Basement	Rp 389,375.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,317,166,252.83
15	Pek. Shear Wall SW1 Lantai 1	Rp 285,000.00	Rp 17,316,776,877.83	Rp 17,317,061,877.83

Berdasarkan tabel 2. diatas diperoleh total biaya proyek dengan durasi atau umur proyek percepatan yakni pada umur proyek 148 hari kerja dengan total biaya proyek yang optimum sebesar Rp 17,322,007,502.83 dengan persentase efisiensi waktu dan penambahan biaya proyek adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi waktu proyek = 150 HK – 148 HK = 2 hari

$$\text{Atau } \frac{150-148}{150} \times 100\% = 1,33\%$$

2. Penambahan biaya total proyek = biaya akhir akibat jam lembur – biaya awal proyek
 = Rp 17,318,326,252.83 - Rp 17,316,776,877.83
 = Rp 34,753,437.50

Penambahan Pekerja

Untuk perhitungan penambahan pekerja dilakukan dari kegiatan-kegiatan kritis yang akan dipercepat dan dihitung berdasarkan data biaya langsung pekerjaan sehingga diperoleh pertambahan biaya (*cost slope*) pekerjaan

Tabel 3. Hasil Perhitungan Biaya Jam Lembur

No	Uraian Pekerjaan	Slope	Biaya Awal Proyek	Total Biaya Proyek
1	Pek. Pile Cap P2 Lantai 1	Rp 20,000.00	Rp 17,316,796,877.83	Rp 17,316,816,877.83
2	Pek. Balok BA Lantai 1	Rp 30,000.00	Rp 17,316,806,877.83	Rp 17,316,836,877.83
3	Pek. Shear Wall SW2 Lantai 2	Rp 70,000.00	Rp 17,316,846,877.83	Rp 17,316,916,877.83
4	Pek. Shear Wall SW2 Lantai 1	Rp 70,000.00	Rp 17,316,846,877.83	Rp 17,316,916,877.83
5	Pek. Balok B2 Lantai 1	Rp 70,000.00	Rp 17,316,846,877.83	Rp 17,316,916,877.83
6	Pek. Shear Wall SW1 Lantai 1	Rp 120,000.00	Rp 17,316,896,877.83	Rp 17,317,016,877.83
7	Pek. Shear Wall SW1 Lantai Semi Basement	Rp 320,000.00	Rp 17,317,096,877.83	Rp 17,317,416,877.83
8	Pek. Retaining Wall Lantai Semi Basement	Rp 380,000.00	Rp 17,317,156,877.83	Rp 17,317,536,877.83
9	Pek. Shear Wall SW2 Lantai Semi Basement	Rp 420,000.00	Rp 17,317,196,877.83	Rp 17,317,616,877.83
10	Pek. Plat Lantai Type SA Lantai Semi Basement	Rp 690,000.00	Rp 17,317,466,877.83	Rp 17,318,156,877.83
11	Pek. Pondasi Bore Pile Ø 800 Lantai 1	Rp 990,000.00	Rp 17,317,766,877.83	Rp 17,318,756,877.83
12	Pek. Plat Lantai Type SA Lantai 2	Rp 1,190,000.00	Rp 17,317,966,877.83	Rp 17,319,156,877.83
13	Pek. Kolom K3 Lantai Semi Basement	Rp 1,280,000.00	Rp 17,318,056,877.83	Rp 17,319,336,877.83
14	Pek. Kolom K1 Lantai Semi Basement	Rp 1,380,000.00	Rp 17,318,156,877.83	Rp 17,319,536,877.83
15	Pek. Plat Lantai Type SA Lantai 1	Rp 1,390,000.00	Rp 17,318,166,877.83	Rp 17,319,556,877.83

Berdasarkan perhitungan Tabel 4.8. diatas, diperoleh total durasi percepatan proyek selama 2 hari dengan *Slope* biaya sebesar Rp 2,280,000.00 Setelah diperoleh pertambahan biaya (*cost slope*) masing-masing pekerjaan, selanjutnya dilakukan perhitungan kenaikan biaya langsung pekerjaan. Untuk perhitungan biaya total sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Biaya awal proyek} + \text{Total Slope} \\ &= \text{Rp } 17,316,776,877.83 + \text{Rp } 8,420,000.00 \\ &= \text{Rp } 17,325,236,877.83 \end{aligned}$$

Selanjutnya persentase efisiensi waktu dan biaya proyek adalah sebagai berikut:

$$1. \text{ Efisiensi waktu proyek} = 150 \text{ HK} - 148 \text{ HK} = 2 \text{ hari}$$

$$\text{Atau } \frac{150-148}{150} \times 100\% = 1,33\%$$

$$2. \text{ Penambahan biaya proyek} = \text{biaya akhir akibat jam lembur} - \text{biaya awal proyek}$$

$$= \text{Rp } 17,325,236,877.83 - \text{Rp } 17,316,776,877.83$$

$$= \text{Rp } 8,420,000.00$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* pada Proyek Bangunan Gedung Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD Dr. Moewardi Surakarta maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Durasi waktu percepatan dalam penelitian ini adalah 2 hari untuk penambahan jam kerja lembur dan penambahan pekerja selama 148 hari kerja dari 150 hari waktu kerja normal.
2. Berdasarkan penelitian penambahan jam kerja lembur memiliki durasi proyek selama 148 HK atau 0,11% yang mengakibatkan bertambahnya biaya proyek karena jam kerja lembur sebesar Rp 34,753,437.50 sehingga biaya proyek bertambah dari Rp 17,316,776,877.83 menjadi Rp 17,318,326,252.83. Sedangkan untuk penambahan jumlah pekerja dengan durasi proyek selama 148 HK mengakibatkan bertambahnya biaya proyek sebesar Rp 8,420,000.00 sehingga biaya proyek bertambah dari Rp 17,316,776,877.83 menjadi Rp 17,319,556,877.83.
3. Hasil Optimasi menunjukkan penambahan tenaga kerja pada Proyek Bangunan Gedung Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD Dr. Moewardi Surakarta lebih efisien dibanding dengan menambah waktu lembur.

REFERENSI

- Agung Yana, Gde. 2006. *Pengaruh Kerja Lembur Terhadap Biaya Percepatan Proyek Dengan Time Cost Trade Off Analysis*. Bali.
- Badri, Sofwan. 1997. *Dasar-dasar Network Planning*. Jakarta : Rineka Cipta
- Ervianto, Wulfram I. 2004. *Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Andi.
- Husen, Abrar. 2011. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta : Andi.
- Jay Heizer, Barry Render, 2005, *Operational Management*, 7th ed., Prentice Hall, New Jersey.
- Kareth, Michael. 2012. *Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Program Primavera 6.0*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.1, No.1.
- Nata Purnama Wati, Mila. 2015. *Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur Optimum (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Kantor Kelurahan Ketelan, Surakarta)*. Skripsi. Jurusan teknik sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Nugraha, Paul. 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi, Vol 1 -4*. Surabaya.
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta : Erlangga
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Edisi 2, Cetakan I. Jakarta : Erlangga.