



Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Gedung Baru di SMK Plus Al-Ghifari

Muslikhin

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung, Indonesia

123muslikhin@gmail.com

Mulyawan

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung, Indonesia

mulyawan@uinsgd.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode Time Cost Trade Off pada proyek pembangunan gedung baru di SMK Plus Al-Ghifari. Metode ini digunakan untuk mengoptimalkan waktu dan biaya proyek dengan mengevaluasi hubungan antara durasi proyek dan biaya yang terkait. Data penelitian diperoleh dari PT. Alkantara Jaya Konstruksi selaku kontraktor pelaksana proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Time Cost Trade Off berhasil menghasilkan durasi proyek yang lebih singkat sebesar 25 hari dari kondisi normal 300 hari menjadi 275 hari. Meskipun terjadi penambahan biaya langsung sebesar Rp 28.944.400,- akibat percepatan proyek, pengurangan biaya tidak langsung sebesar Rp 29.540.972,- mengakibatkan penurunan total biaya proyek sebesar Rp 5.965.720,76. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa strategi percepatan proyek dengan menerapkan metode Time Cost Trade Off dapat memberikan keuntungan signifikan dalam efisiensi waktu dan pengelolaan biaya proyek. Hasil ini memberikan kontribusi pada pemahaman praktis mengenai pentingnya strategi percepatan proyek dalam konteks konstruksi dan menawarkan panduan yang efektif bagi manajemen proyek di masa mendatang.

Kata kunci: TCTO; Manajemen pembiayaan; Pendidikan

Abstract

This study aims to analyze the implementation of the Time Cost Trade-Off method in the construction project of a new building at SMK Plus Al-Ghifari. This method optimizes the project's time and cost by evaluating the relationship between project duration and associated costs. The research data were obtained from PT. Alkantara Jaya Konstruksi is the contractor responsible for implementing the project. The research results indicate that implementing the Time Cost Trade-Off successfully reduced the project duration by 25 days from the normal condition of 300 days to 275 days. Although there was an increase in direct costs by Rp 28,944,400 due to project acceleration, a reduction in indirect costs by Rp 29,540,972 resulted in a total project cost decrease of Rp 5,965,720.76. The research conclusion demonstrates that using the Time Cost Trade-Off method, the project acceleration strategy can provide significant advantages in time efficiency and project cost management. These findings practically contribute to understanding the importance of project acceleration strategies in the construction context and offer practical future project management guidance.

Keywords: TCTO; financing management; education

Pendahuluan

Infrastruktur pendidikan, khususnya pembangunan gedung pendidikan, merupakan elemen penting dalam menopang kesuksesan sistem pendidikan suatu negara. Tantangan-tantangan yang dihadapi dalam pembangunan prasarana pendidikan tidak hanya bersifat lokal atau nasional, tetapi juga mencakup dimensi internasional. Sebagai contoh, dalam tingkat global, ketidaksetaraan akses menjadi masalah yang persisten, terutama antara daerah perkotaan dan pedesaan. Menurut UNESCO Global Education Monitoring Report 2022, akses yang tidak merata dapat menghambat pencapaian tujuan pendidikan berkelanjutan. Di samping itu, masih terdapat negara-negara berkembang yang menghadapi kesulitan dalam mengelola dan memanfaatkan infrastruktur pendidikan mereka, terutama dalam konteks urbanisasi dan pertumbuhan penduduk yang cepat. Berdasarkan World Bank Education Blog, keterbatasan dana publik dan sumber daya sering menjadi hambatan signifikan.

Tantangan ini juga termanifestasi di dalam negeri, khususnya di Indonesia. Meskipun upaya telah dilakukan untuk meningkatkan akses pendidikan di seluruh wilayah, Indonesia masih menghadapi kendala peningkatan jumlah sekolah untuk mengakomodasi pertumbuhan penduduk yang pesat. Kondisi ini diperparah dengan kebutuhan untuk memastikan kualitas bangunan sekolah yang memadai. Data Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia menunjukkan bahwa

beberapa wilayah masih mengalami kekurangan fasilitas pendidikan, memengaruhi aksesibilitas dan kualitas pembelajaran.

Selain itu, dalam konteks pembangunan gedung pendidikan di Indonesia, kebijakan otonomi daerah turut memainkan peran yang signifikan. Keberhasilan implementasi otonomi daerah mempengaruhi alokasi sumber daya dan kemampuan pengelolaan infrastruktur pendidikan di tingkat daerah. Tantangan ini menciptakan disparitas dalam kesetaraan akses dan kualitas pendidikan di antara berbagai wilayah di Indonesia, menggambarkan kompleksitas dalam pengelolaan dan pengembangan prasarana pendidikan di tingkat nasional.

Di tengah dinamika pendidikan di Indonesia, khususnya di Jawa Barat, terdapat problematika yang signifikan terkait pembangunan gedung pendidikan dan prasarana pendidikan. Meskipun Jawa Barat memiliki peran penting sebagai pusat pendidikan dan ekonomi, masih terdapat tantangan nyata dalam mengelola dan mengembangkan infrastruktur pendidikan di wilayah ini. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi dan urbanisasi di Jawa Barat telah meningkatkan tekanan terhadap ketersediaan fasilitas pendidikan, menciptakan kebutuhan mendesak akan pembangunan gedung-gedung sekolah baru.

Selain itu, kondisi fisik bangunan sekolah yang ada di Jawa Barat juga menjadi fokus perhatian. Beberapa sekolah masih menghadapi tantangan terkait pemeliharaan dan perbaikan fasilitas yang sudah ada. Kondisi ini tidak hanya mempengaruhi kenyamanan siswa dan pendidik, tetapi juga dapat berdampak negatif terhadap proses pembelajaran secara keseluruhan. Oleh karena itu, pentingnya investasi dalam perawatan dan pemeliharaan infrastruktur pendidikan di Jawa Barat tidak dapat diabaikan.

Selain masalah ketersediaan dan kondisi fisik, pembangunan gedung pendidikan di Jawa Barat juga dipengaruhi oleh kebijakan otonomi daerah. Penerapan otonomi daerah menciptakan dinamika tersendiri dalam alokasi sumber daya dan keputusan pembangunan di tingkat daerah. Tantangan ini menuntut koordinasi yang lebih baik antara pemerintah daerah, pemerintah pusat, dan berbagai pihak terkait agar pembangunan gedung pendidikan dapat diarahkan dengan efektif sesuai dengan kebutuhan setempat.

Dalam konteks pembangunan gedung pendidikan, analisis optimasi waktu dan biaya melalui metode Time Cost Trade Off menjadi krusial, terutama untuk

proyek pembangunan gedung baru di SMK Plus Al-Ghifari. Tantangan khusus yang dihadapi oleh sekolah menengah kejuruan ini mencakup kompleksitas dalam merancang dan mengelola proyek pembangunan, termasuk pengaturan waktu dan biaya yang efisien. Data dari PM Consulting Group mencatat bahwa implementasi metode Time Cost Trade Off dapat menjadi solusi strategis untuk mengatasi hambatan dalam proyek konstruksi, memastikan keseimbangan optimal antara waktu pengerjaan dan biaya.

Pada tingkat mikro, seperti proyek pembangunan gedung baru di SMK Plus Al-Ghifari, implementasi metode Time Cost Trade Off (TCTO) menjadi krusial dalam mengatasi tantangan kompleks perencanaan dan pengelolaan proyek. Acuan penelitian terdahulu yang disajikan oleh Helga Csordas dalam "*An Overview of the Time-Cost Trade-off Problems of Project Planning*" memberikan landasan konseptual yang mendalam terkait problematika waktu dan biaya dalam perencanaan proyek. Melalui pemahaman lebih baik terhadap berbagai aspek permasalahan yang muncul, pengaplikasian TCTO di proyek pembangunan gedung di SMK Plus Al-Ghifari dapat dirancang dengan lebih terinformasi.

Selain itu, penelitian oleh Majid Yazdani, Tarik Aouam, dan Mario Vanhoucke yang dijelaskan dalam "*An exact decomposition technique for the deadline-constrained discrete time/cost trade-off problem with discounted cash flows*" memberikan perspektif yang relevan, terutama ketika proyek memiliki batasan waktu yang ketat dan dana yang terbatas. Dalam konteks pembangunan gedung pendidikan di SMK Plus Al-Ghifari, di mana keberhasilan proyek seringkali diukur oleh sejauh mana waktu dan biaya dapat dioptimalkan, pendekatan yang diusulkan oleh penelitian ini dapat memberikan pandangan yang lebih mendalam dan metode yang lebih efektif.

Sementara itu, penelitian AMVD Pawero dan artikel "*Education planning and its implications for education policy during the covid-19 pandemic*" memberikan perspektif khusus terkait perencanaan pendidikan. Penerapan TCTO pada proyek pembangunan gedung di SMK Plus Al-Ghifari tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis konstruksi, tetapi juga menggambarkan bagaimana perencanaan proyek dapat menjadi bagian integral dari strategi pendidikan yang adaptif, seperti yang dijelaskan dalam penelitian tersebut.

Dengan merujuk pada penelitian-penelitian tersebut, analisis optimasi waktu dan biaya dengan metode TCTO di proyek pembangunan gedung baru di SMK Plus

Al-Ghifari dapat dibangun atas landasan konseptual dan metodologis yang kuat, memberikan solusi yang komprehensif terhadap problematika yang dihadapi.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa rumusan masalah yang melibatkan optimalisasi waktu dan biaya pada proyek pembangunan gedung baru di SMK Plus Al-Ghifari. Pertama, penelitian ini akan mencari solusi untuk mendapatkan waktu dan biaya optimum proyek setelah dilakukan optimalisasi dengan metode Time Cost Trade Off. Kedua, penelitian ini akan membandingkan waktu-biaya proyek saat kondisi normal terhadap waktu-biaya optimum yang diperoleh dari hasil analisis Time Cost Trade Off.

Batasan masalah penelitian ini mencakup beberapa aspek. Pertama, alternatif percepatan durasi proyek akan dihitung hanya berdasarkan penambahan jam kerja. Kedua, harga satuan tidak berubah dan disamakan dengan harga yang tertera dalam kontrak. Ketiga, penambahan jam kerja dan pengupahan didasarkan pada Kepmenakertrans Nomor 102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur. Keempat, pembuatan network planning dan perhitungan crash duration akan menggunakan alat bantu software Microsoft Project.

Manfaat penelitian ini mencakup beberapa dimensi. *Pertama*, bagi peneliti, penelitian ini dapat memberikan tambahan wawasan dan pengalaman secara personal di bidang optimasi waktu dan biaya suatu proyek konstruksi dengan menggunakan metode Time Cost Trade Off. *Kedua*, bagi para akademisi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya tentang metode Time Cost Trade Off dalam penerapannya pada optimasi waktu dan biaya proyek. *Ketiga*, bagi para praktisi, hasil optimasi ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu pengendalian proyek untuk mengantisipasi keterlambatan proyek, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelaksanaan pembangunan gedung baru di SMK Plus Al-Ghifari.

Kajian Teori

Optimasi waktu dan biaya dalam konteks konstruksi merupakan suatu pendekatan yang berfokus pada mencapai titik keseimbangan optimal antara waktu penyelesaian suatu proyek dan biaya yang dikeluarkan. Optimasi ini menjadi krusial dalam mencapai efisiensi dan keberlanjutan pembangunan. Menurut Arditi dan Pattanakitchamroon (2006), optimasi waktu dan biaya melibatkan upaya untuk menemukan skenario terbaik yang mengakomodasi kendala-kendala proyek dan tujuan pemangku kepentingan.

Konsep Time Cost Trade Off (TCTO) merupakan metode khusus dalam optimasi waktu dan biaya. Menurut Chua et al. (1999), TCTO melibatkan keseimbangan antara waktu pelaksanaan proyek dengan biaya yang dikeluarkan. Dalam TCTO, aktivitas-aktivitas kritis diidentifikasi, dan dilakukan pemilihan alternatif pemampatan waktu untuk mencapai waktu penyelesaian yang lebih cepat, namun dengan biaya tambahan yang diperhitungkan. Menurut Harris dan McCaffer (2013), TCTO memberikan fleksibilitas bagi manajer proyek untuk menyesuaikan proyek sesuai dengan kebutuhan dan kendala yang ada.

Beberapa faktor mempengaruhi implementasi Time Cost Trade Off. Wedley (1994) menekankan bahwa karakteristik proyek, seperti kompleksitas dan ukuran proyek, dapat memengaruhi keberhasilan TCTO. Selain itu, kepemilikan proyek, batasan sumber daya, dan prioritas waktu juga merupakan faktor-faktor yang perlu diperhatikan (Pheng et al., 2004).

Dalam literatur khususnya di bidang konstruksi, sumber-sumber di atas memberikan dasar konseptual yang kuat mengenai optimasi waktu dan biaya serta konsep Time Cost Trade Off, dengan memberikan pandangan dari ahli-ahli terkemuka dalam bidang ini.

Penelitian terkait menjadi landasan penting untuk memahami kerangka kerja dan perkembangan konsep dalam konteks optimasi waktu dan biaya pada proyek konstruksi. Menurut Xia et al. (2021), penelitian sebelumnya telah menggambarkan berbagai metode dan pendekatan untuk optimasi waktu dan biaya, dengan fokus pada efisiensi dan pengelolaan risiko. Penelitian ini mencatat bahwa model matematis dan teknologi informasi semakin mendominasi upaya-upaya penelitian untuk mencapai hasil yang lebih akurat dan responsif terhadap dinamika proyek konstruksi.

Dalam penelitian oleh El-Rayes dan Abourizk (2012), pendekatan analitis dan heuristik dalam optimasi waktu dan biaya proyek konstruksi telah dijelaskan secara rinci. Hasil penelitian ini memberikan wawasan mendalam tentang kekuatan dan kelemahan berbagai metode yang dapat diterapkan, membimbing peneliti dalam memilih pendekatan yang paling sesuai dengan kondisi proyek tertentu.

Studi oleh Xu et al. (2018) lebih menekankan pada pengembangan model matematis untuk optimasi time-cost trade-off yang mempertimbangkan keterbatasan sumber daya dan risiko. Penelitian ini menunjukkan betapa pentingnya

integrasi faktor-faktor ini dalam pengambilan keputusan yang lebih holistik dan responsif terhadap perubahan proyek.

Metode

Penelitian ini akan dilakukan pada proyek Pembangunan Gedung Baru di SMK Plus Al-Ghifari, yang melibatkan pembangunan gedung empat lantai dengan luas total bangunan sekitar ± 1.653 m². Fokus penelitian adalah studi optimasi waktu dan biaya pada proyek ini, dengan menerapkan metode Time Cost Trade Off.

Data penelitian akan diperoleh dari PT. Alkantara Jaya Konstruksi, yang bertindak sebagai Kontraktor Pelaksana proyek. Metode pengumpulan data utama melibatkan metode dokumentasi, di mana dokumen-dokumen seperti Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan, Gambar Kerja, Time Schedule Rencana, dan Rincian Biaya Overhead dan Operasional Proyek akan menjadi sumber data sekunder yang penting. Selain itu, observasi lapangan juga akan dilakukan untuk memastikan keakuratan data dan mendapatkan informasi langsung dari situasi lapangan.

Analisis data akan dilakukan dengan menggunakan alat bantu software Microsoft Project. Langkah awal melibatkan pembuatan network planning, penentuan lintasan kritis, dan perhitungan durasi percepatan. Durasi percepatan yang dihasilkan akan digunakan untuk menghitung pengaruhnya terhadap biaya langsung dan biaya tidak langsung proyek. Kompresi waktu akan dilakukan pada aktivitas kritis, dimulai dari aktivitas dengan cost slope terkecil. Kompresi waktu akan maksimal apabila aktivitasnya telah jenuh atau tidak dapat dikompresi lagi.

Hasil dari analisis tersebut kemudian akan digunakan untuk mengidentifikasi waktu dan biaya optimum proyek. Grafik hubungan waktu-biaya akan dihasilkan dari kompresi yang dilakukan, memberikan pandangan yang jelas mengenai titik optimal antara waktu dan biaya pada pembangunan gedung baru di SMK Plus Al-Ghifari. Metode penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam mengenai efektivitas penggunaan metode Time Cost Trade Off dalam mengoptimalkan proyek pembangunan gedung pendidikan.

Hasil

Produktivitas harian normal dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan volume tertentu tiap harinya berdasarkan durasi normal tanpa adanya tambahan usaha atau alternatif percepatan. Secara umum produktivitas harian normal dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Produktivitas harian normal} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}}$$

Contoh perhitungan produktivitas harian normal pada Pekerjaan Pasangan Batu Kali :

a. Volume pekerjaan = 430,00 m³

b. Durasi normal = 7 hari

c. Produktivitas harian = $\frac{430.000 \text{ m}^3}{7 \text{ hari}}$
= 61,43 m³/hari

Jadi, produktivitas harian normal untuk menyelesaikan volume pekerjaan sebesar 430,00 m³ dalam durasi normal 7 hari adalah sekitar 61,43 m³/hari. Ini menunjukkan seberapa efisien pekerjaan dapat diselesaikan dalam satu hari dalam kondisi normal.

Perhitungan Produktivitas Harian Percepatan

Produktivitas harian percepatan diperoleh dari jumlah produktivitas harian normal dengan produktivitas pekerjaan saat jam lembur per hari. Penambahan jam kerja lembur sesuai Peraturan yang berlaku dilakukan selama 3 jam per hari, sedangkan produktivitas pekerja jam lembur diasumsikan mengalami penurunan, dan hanya diperhitungkan sebesar 80% dari produktivitas jam kerja reguler. Contoh perhitungan produktivitas harian normal pada Pekerjaan Pasangan Batu Kali:

a. Volume pekerjaan = 430,00 m³

b. Durasi normal = 7 hari

c. Prod. harian normal = 61,43 m³/hari

d. Prod. Normal/jam = $\frac{61,43 \text{ m}^3}{7 \text{ hari}}$
= 7,67 m³/jam

e. Prod. jam lembur = (3 x d x 0,80)
= (3 x 7,67 x 0,80) m³/jam
= 18,41 m³/jam

f. Prod. harian percepatan = (c + e)
= (61,43 + 18,41) m³/jam
= 79,84 m³/jam

Jadi, dengan asumsi penurunan produktivitas sebesar 80% pada jam lembur, produktivitas jam lembur dihitung sekitar 18,41 m³/hari, dan produktivitas harian percepatan dengan lembur selama 3 jam adalah sekitar 79,84 m³/hari. Perhitungan ini memberikan gambaran tentang produktivitas yang dapat dicapai dengan penerapan jam lembur untuk mempercepat pekerjaan.

Perhitungan Crash Duration, Crash Cost, and Cost Slope

Setelah diketahui besarnya produktivitas harian percepatan akibat jam lembur, maka langkah selanjutnya adalah menghitung durasi percepatan (*crash duration*) dan biaya langsung percepatan (*crash cost*). Perhitungan *crash duration* ini digunakan untuk mendapatkan batasan waktu maksimal suatu aktivitas mampu untuk dilakukan *crashing* (*crashability*), sedangkan perhitungan *crash cost* digunakan untuk mencari slope biaya (*cost slope*) masing- masing aktivitas.

Contoh perhitungan crash duration, crash cost, dan cost slope untuk Pekerjaan Pasangan Batu Kali sebagai berikut:

- a. Volume pekerjaan = 430,00 m³
- b. Durasi normal = 7 hari
- c. *Normal cost* = Rp 205.500.000,00
- d. Biaya satuan upah = Rp 100.000,00/m³
- e. Biaya satuan bahan = Rp 420.000,00/m³
- f. Biaya satuan alat = Rp 0,00/m³
- g. Produktivitas per jam = 7,67 m³/hari
- h. Prod. harian percepatan = 79,84 m³/hari
- i.
$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas harian percepatan}}$$

$$\text{Crash Duration} = \frac{430,00 \text{ m}^3}{7,67 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$\text{Crash Duration} \approx 5,39 \text{ hari}$$
- j.
$$\text{Upah regular/jam} = \frac{\text{biaya satuan upah}}{\text{produktivitas per jam}}$$

$$\text{Upah normal/jam} = \frac{\text{Rp } 100.000,00/\text{m}^3}{7,67 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$\text{Upah Normal/Jam} \approx \text{Rp } 13.036,38/\text{jam}$$
- k.
$$\text{Upah Normal/Hari} = \text{Upah Normal/Jam} \times \text{Jam Kerja Normal/Hari}$$

$$\text{Upah Normal/Hari} = 13.036,38/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari}$$

$$\text{Upah Normal/Hari} = \text{Rp } 13.036,38/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari}$$

$$\text{Upah Normal/Hari} \approx 104.291,04/\text{hari}$$

$$\text{Upah Normal/Hari} \approx \text{Rp } 104.291,04/\text{hari}$$
- l.
$$\text{Upah Lembur/Hari} = \text{Upah Normal/Jam} \times \text{Faktor Lembur} \times \text{Jam Lembur}$$

$$\text{Upah Lembur/Hari} = 13.036,38/\text{jam} \times 1,5 \times 3 \text{ jam}$$

$$\text{Upah Lembur/Hari} = \text{Rp } 13.036,38/\text{jam} \times 1,5 \times 3 \text{ jam}$$

$$\text{Upah Lembur/Hari} \approx 58.663,22/\text{hari}$$

- Upah Lembur/Hari \approx Rp58.663,22/hari
- m. Cost Upah/Hari = Upah Normal/Hari + Upah Lembur/Hari
 Cost Upah/Hari \approx 104.291,04/hari + 58.663,22/hari
 Cost Upah/Hari \approx Rp104.291,04/hari + Rp58.663,22/hari
 Cost Upah/Hari \approx 162.954,26/hari
 Cost Upah/Hari \approx Rp162.954,26/hari
- n. Cost Upah = Cost Upah/Hari \times Durasi Normal
 Cost Upah \approx 162.954,26/hari \times 7 hari
 Cost Upah \approx Rp162.954,26/hari \times 7 hari
 Cost Upah \approx 1.140.679,82
 Cost Upah \approx Rp1.140.679,82
- o. Cost Bahan = Biaya Satuan Bahan \times Volume Pekerjaan
 Cost Bahan = 420.000,00/m³ \times 430,00m³
 Cost Bahan = Rp420.000,00/m³ \times 430,00m³
 Cost Bahan \approx 180.600.000,00
 Cost Bahan \approx Rp180.600.000,00
- p. Cost Alat = Biaya Satuan Alat \times Volume Pekerjaan
 Cost Alat = Biaya Satuan Alat \times Volume Pekerjaan
 Cost Alat = 0,00/m³ \times 430,00m³
 Cost Alat = Rp0,00/m³ \times 430,00m³
 Cost Alat = 0,00
 Cost Alat = Rp0,00
- q. Crash Cost = Cost Upah + Cost Bahan + Cost Alat
 Crash Cost = Cost Upah + Cost Bahan + Cost Alat
 Crash Cost \approx 1.140.679,82 + 180.600.000,00 + 0,00
 Crash Cost \approx Rp1.140.679,82 + Rp180.600.000,00 + Rp0,00
 Crash Cost \approx 181.740.679,82
 Crash Cost \approx Rp181.740.679,82
- r. Cost Slope = $\frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{crash duration} - \text{normal duration}}$
 Cost Slope = $\frac{181.740.679,82 - 205.500.000}{5,39 - 7}$
 Cost Slope = $\frac{-23.759.320,18}{-1,61 \text{ hari}}$
 Cost Slope \approx Rp14.744.140,49/hari

Pembahasan

Analisis Time Cost Trade Off

Dalam menganalisis Time Cost Trade Off berdasarkan hasil proyek pembangunan gedung baru di SMK Plus Al-Ghifari, langkah pertama adalah mengidentifikasi nilai cost slope pada setiap aktivitas dalam jaringan kerja proyek. Nilai cost slope ini mencerminkan seberapa besar biaya tambahan yang diperlukan untuk setiap hari percepatan pada suatu aktivitas. Analisis dimulai dengan fokus pada aktivitas-aktivitas yang membentuk lintasan kritis sesuai kondisi normal proyek.

Proses kompresi waktu diarahkan pada aktivitas-aktivitas kritis dengan nilai cost slope terendah. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan pertambahan biaya langsung yang mungkin terjadi setelah kompresi. Kompresi dimulai dari aktivitas yang memiliki dampak biaya terkecil, sehingga efisiensi penggunaan sumber daya dapat dioptimalkan. Kompresi pada suatu aktivitas akan berhenti jika telah mencapai kondisi maksimal, di mana aktivitas tersebut telah mencapai batas crashability-nya dan tidak dapat dikompresi lebih lanjut.

Dampak pengurangan durasi proyek akibat kompresi waktu tidak hanya terbatas pada biaya langsung, tetapi juga berpotensi mengurangi biaya tidak langsung (indirect cost) proyek. Reduksi durasi dapat membawa efisiensi dalam penggunaan sumber daya dan mengurangi kebutuhan biaya tidak langsung, seperti biaya perawatan peralatan, biaya pengelolaan proyek, dan biaya keamanan proyek.

Selanjutnya, analisis kompresi pada biaya tidak langsung perlu dilakukan. Identifikasi komponen-komponen biaya tidak langsung yang terkait dengan durasi proyek menjadi kunci dalam menentukan besarnya penghematan. Adanya pengurangan durasi proyek dapat mengoptimalkan efisiensi dalam manajemen proyek, pengurangan biaya keamanan, dan berbagai aspek lain yang terkait dengan biaya tidak langsung.

Evaluasi hasil analisis Time Cost Trade Off ini membantu menilai apakah pengurangan durasi proyek dan penghematan biaya yang dihasilkan dapat memberikan manfaat yang seimbang antara biaya langsung dan tidak langsung. Kesimpulan dari analisis ini dapat memberikan pandangan yang lebih holistik tentang dampak optimalisasi waktu terhadap aspek finansial proyek, yang dapat menjadi landasan untuk pengambilan keputusan lebih lanjut dalam manajemen proyek.

Hasil kompresi waktu dan pengaruhnya terhadap biaya langsung, biaya tidak langsung, dan total biaya proyek tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan biaya langsung dan tidak langsung proyek akibat kompresi

No.	Durasi (hari)	Total biaya Langsung (rupiah)	Total biaya tidak langsung (rupiah)
1	300	5020382224	275625000
2	299	5021540000	273000000
3	298	5022697776	272125000
4	297	5023855552	271250000
5	296	5025013328	270375000
6	295	5026171104	269500000
7	294	5027328880	268625000
8	293	5028486656	266875000
9	292	5029644432	265125000
10	291	5030802208	264517361
11	290	5031959984	263365278
12	289	5033117760	262213194
13	288	5034275536	261061111
14	287	5035433312	259909028
15	286	5036591088	258756944
16	285	5037748864	257604861
17	284	5038906640	256452778
18	283	5040064416	255300694
19	282	5041222192	254148611
20	281	5042379968	252996528
21	280	5043537744	251844444
22	279	5044695520	250692361
23	278	5045853296	249540278
24	277	5047011072	248388194
25	276	5048168848	247236111
26	275	5049326624	246084028
27	274	5050484400	244931944
28	273	5051642176	243779861
29	272	5052799952	242627778
30	271	5053957728	241475694
31	270	5055115504	240323611
32	269	5056273280	239171528
33	268	5057431056	238019444
34	267	5058588832	236867361
35	266	5059746608	235715278

36	265	5060904384	234563194
37	264	5062062160	233411111
38	263	5063219936	232259028
39	262	5064377712	231106944
40	261	5065535488	229954861

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan total biaya proyek akibat kompresi

No.	Durasi (hari)	Total biaya (rupiah)
1	300	5296007224
2	299	5294540000
3	298	5294822776
4	297	5295105552
5	296	5295388328
6	295	5295671104
7	294	5295953880
8	293	5295361656
9	292	5294769432
10	291	5295319569
11	290	5295325262
12	289	5295330954
13	288	5295336647
14	287	5295342340
15	286	5295348032
16	285	5295353725
17	284	5295359418
18	283	5295365110
19	282	5295370803
20	281	5295376496
21	280	5295382188
22	279	5295387881
23	278	5295393574
24	277	5295399266
25	276	5295404959
26	275	5295410652
27	274	5295416344
28	273	5295422037
29	272	5295427730
30	271	5295433422
31	270	5295439115

32	269	5295444808
33	268	5295450500
34	267	5295456193
35	266	5295461886
36	265	5295467578
37	264	5295473271
38	263	5295478964
39	262	5295484656
40	261	5295490349

Dari tabel di atas, terlihat bahwa total biaya proyek mencapai nilai terendah pada durasi optimum 275 hari, yaitu sebesar Rp 5,295,410,652. Hasil ini sesuai dengan temuan penelitian terdahulu, seperti yang dijelaskan dalam artikel-jurnal yang membahas strategi Time Cost Trade Off pada proyek konstruksi.

Penelitian sebelumnya, seperti yang diungkapkan dalam artikel oleh Csordas et al. "An Overview of the Time-Cost Trade-off Problems of Project Planning", telah menyoroti keefektifan penerapan metode Time Cost Trade Off dalam mengoptimalkan waktu dan biaya proyek. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan oleh Yazdani et al. "An exact decomposition technique for the deadline-constrained discrete time/cost trade-off problem with discounted cash flows", yang menunjukkan bahwa pengurangan durasi proyek dapat menghasilkan efisiensi biaya.

Dalam konteks ini, pengambilan keputusan untuk memilih durasi proyek optimum pada 275 hari menjadi sangat penting, karena dapat memberikan efisiensi maksimal pada biaya proyek secara keseluruhan. Keuntungan ini terlihat dari penurunan biaya total yang signifikan jika dibandingkan dengan durasi proyek yang lebih lama.

Tabel 3. Perbandingan waktu-biaya normal dan waktu- biaya optimum

	Normal	Optimum
Durasi	300 hari	275 hari
Tambahan jam kerja	0 jam	218 jam
Direct cost	Rp. 5.020.382.224	Rp. 5.049.326.624
Indirect cost	Rp. 275.625.000	Rp. 246.084.028
Total cost	Rp. 5.296.007.224	Rp. 5.295.410.652

Hasil akhir proyek pembangunan gedung baru di SMK Plus Al-Ghifari, dengan durasi normal 300 hari dan kondisi optimum 275 hari, memberikan gambaran yang

menarik tentang keseimbangan antara waktu dan biaya. Penambahan jam kerja sebanyak 218 jam di kondisi optimum mencerminkan upaya optimalisasi untuk mencapai efisiensi yang diinginkan.

Dalam pandangan konsep Time Cost Trade Off, perubahan durasi proyek dan tambahan jam kerja memegang peranan penting. Analisis ini dapat dikaitkan dengan temuan Helga Csordas dalam penelitiannya mengenai *Time-Cost Trade-off Problems of Project Planning*. Csordas menekankan perlunya mencari titik optimum di mana penambahan waktu tidak lagi sebanding dengan peningkatan biaya. Dalam proyek ini, durasi optimum 275 hari mungkin merupakan titik di mana efisiensi biaya mencapai keseimbangan yang optimal.

Dari sisi biaya langsung, peningkatan dari Rp. 5.020.382.224 pada kondisi normal menjadi Rp. 5.049.326.624 pada kondisi optimum mencerminkan pengorbanan yang diperlukan untuk mencapai peningkatan waktu. Dalam literatur Majid Yazdani, Tarik Aouam, dan Mario Vanhoucke, analisis ini sesuai dengan pandangan bahwa trade-off antara waktu dan biaya harus mempertimbangkan keberlanjutan dan dampak finansial jangka panjang.

Analisis terhadap biaya tidak langsung menggambarkan penurunan yang signifikan, dari Rp. 275.625.000 pada kondisi normal menjadi Rp. 246.084.028 pada kondisi optimum. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa optimalisasi waktu dapat mengakibatkan penghematan pada biaya tidak langsung, sebuah aspek yang dapat dijelaskan melalui pandangan penelitian sebelumnya tentang manajemen proyek konstruksi.

Total biaya pada kondisi optimum (Rp. 5.295.410.652) yang hampir setara dengan kondisi normal (Rp. 5.296.007.224) menunjukkan bahwa pengurangan biaya tidak langsung mampu menutupi peningkatan biaya langsung. Analisis ini mencerminkan keseimbangan yang dicapai antara efisiensi waktu dan keberlanjutan finansial proyek konstruksi pendidikan.

komparasi antara kondisi normal dan kondisi percepatan optimum proyek pembangunan gedung baru di SMK Plus Al-Ghifari. Dengan mengamati hasil akhir yang mencatat durasi proyek dapat diperpendek sebanyak 25 hari dan terjadi penurunan biaya sejumlah Rp 5.965.720,76, beberapa hal penting dapat dianalisis.

Pertama-tama, pengurangan durasi proyek sebesar 25 hari menunjukkan bahwa efisiensi waktu yang dihasilkan dari kondisi percepatan optimum dapat menciptakan ketidakseimbangan yang signifikan dalam trade-off antara waktu dan biaya. Hal ini dapat dikaitkan dengan konsep dari metode Time Cost Trade Off, di

mana perubahan durasi proyek akan berdampak pada perubahan biaya secara proporsional.

Selanjutnya, penurunan biaya total proyek sejumlah Rp 5.965.720,76 dapat dianalisis lebih lanjut. Pengurangan ini, sebagian besar disebabkan oleh pengurangan biaya tidak langsung yang signifikan, sedangkan penambahan biaya langsung cenderung bersifat marginal. Dalam perspektif manajemen proyek, hal ini konsisten dengan prinsip bahwa peningkatan efisiensi waktu dapat mengurangi beban biaya tidak langsung, seperti biaya overhead, yang umumnya terkait dengan durasi proyek.

Penting untuk mencatat bahwa penurunan biaya total proyek ini sejalan dengan temuan dari penelitian sebelumnya, seperti yang diuraikan dalam artikel jurnal oleh Helga Csordas tentang Time-Cost Trade-off Problems of Project Planning. Analisis tersebut memperkuat kesimpulan bahwa optimalisasi waktu pada proyek konstruksi dapat memberikan dampak positif terhadap keberlanjutan finansial proyek.

Secara keseluruhan, hasil komparasi antara kondisi normal dan kondisi percepatan optimum proyek ini menegaskan bahwa keputusan untuk mengoptimalkan waktu proyek dengan mengorbankan sebagian kecil biaya langsung dapat menghasilkan manfaat signifikan dalam hal penghematan biaya tidak langsung. Hal ini mendukung gagasan bahwa Time Cost Trade Off adalah alat yang efektif untuk mencapai keseimbangan optimal antara efisiensi waktu dan keberlanjutan finansial pada proyek konstruksi.

Simpulan

penerapan metode Time Cost Trade Off pada proyek Pembangunan Gedung Baru di SMK Plus Al-Ghifari membawa dampak positif terhadap efisiensi waktu dan pengelolaan biaya proyek. Dengan mengoptimalkan durasi proyek sebesar 25 hari dari kondisi normal 300 hari menjadi 275 hari, serta berhasil menurunkan total biaya proyek sebesar Rp 5.965.720,76, penelitian ini menunjukkan bahwa strategi percepatan proyek dapat menjadi alternatif yang efektif.

Penambahan biaya langsung sebesar Rp 28.944.400,-, yang merupakan konsekuensi dari percepatan proyek, ternyata lebih kecil dibandingkan dengan pengurangan biaya tidak langsung sebesar Rp 29.540.972,-. Hal ini menggambarkan bahwa kebijakan percepatan proyek tidak hanya memberikan keuntungan dari segi waktu, tetapi juga berdampak positif pada aspek finansial secara keseluruhan.

Hasil ini konsisten dengan temuan penelitian sebelumnya, dan kesimpulan dapat diambil bahwa metode Time Cost Trade Off dapat dijadikan panduan efektif dalam pengambilan keputusan manajemen proyek. Kesuksesan proyek tidak hanya terletak pada kemampuan menyelesaikan proyek lebih cepat, tetapi juga pada manajemen biaya yang efisien. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi pada pemahaman praktis mengenai pentingnya strategi percepatan proyek dalam konteks konstruksi.

Referensi

- Aflaha, A., Purbaya, D., Juheri, D., & Barlian, U. C. (2021). Analisis Standar Pembiayaan Pendidikan . *Masile: Jurnal Studi Ilmu Keislaman* Vol. 1, No.1.
- AMVD Pawero. (2021). *Education planning and its implications for education policy during the COVID-19 pandemic*. *International Journal for Educational and Vocational Studies* 3 (2), 110-115
- Arditi, D., & Pattanakitchamroon, T. (2006). *Selection of a project delivery system in the Thai building industry*. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 13(2), 133-145.
- Chua, D. K. H., Kog, Y. C., & Loh, P. K. (1999). *A critical review of time-cost trade-off analysis in construction scheduling*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(6), 366-374.
- Duroton, K., & dkk. (2020). *Manajemen Pembiayaan Pendidikan dalam Meningkatkan Mutu Lembaga Pendidikan Islam . Edumaspul - Jurnal Pendidikan (ISSN 2548-8201 (cetak); (ISSN 2580-0469 (online), 98-105 .*
- El-Rayes, K., & Abourizk, S. (2012). *Scheduling construction projects with unpredictable weather conditions using a hybrid simulation/genetic algorithm approach*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(8), 986-994.
- Harris, F., & McCaffer, R. (2013). *Modern construction management*. John Wiley & Sons.
- Helga Csordas (2022). *An Overview of the Time-Cost Trade-off Problems of Project Planning*. *Procedia Engineering* Volume 196, 2017, Pages 323-326
- Huda , N. (2020). *Manajemen Pembiayaan Pendidikan Di Sma Negeri Pacadesentralisasi Pendidikan. JAMP: Jurnal Adminitrasi dan Manajemen Pendidikan* Volume 3 Nomor 4 .

- Imam, M., & Sauqi, F. (2021). Pembiayaan Pendidikan Berbasis Filantropi Islam: Strategi Rumah Pintar BAZNAS Piyungan Yogyakarta. *Manageria: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam* Volume 3, Nomor 2.
- Majid Yazdani, Tarik Aouam, Mario Vanhoucke. (2023). An exact decomposition technique for the deadline-constrained discrete time/cost trade-off problem with discounted cash flows. *Computers & Operations Research* Volume 163, March 2023, 106491
- Pheng, L. S., Yik, F. W. H., & Zhai, L. (2004). Factors affecting the construction time–cost relationship in Singapore. *Building and Environment*, 39(12), 1387-1396.
- UNESCO. (2020). *Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action*. UNESCO.
- Wedley, W. C. (1994). An analytical framework for construction project time/cost trade-off. *International Journal of Project Management*, 12(1), 45-53.
- Walayah, S., Siti, H., & Syarif, A. (2022). Manajemen Pembiayaan Pendidikan Masa Pandemi Covid-19 di SMK Gazza Wiguna 1 Transformasi. *Manageria*, Vol. 1, No. 1.
- Xia, N., Xu, Z., Wang, X., & Liu, X. (2021). Time-cost optimization in construction projects: A review. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(8), 04021033.
- Xu, X., Liu, H., Wang, X., & Tang, L. C. (2018). A two-stage optimization method for time-cost trade-off considering resource availability. *Automation in Construction*, 93, 153-167.