

ANALISIS PERCEPATAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG MTSN 4 SRAGEN DENGAN METODE *TIME COST TRADE OFF ANALYSIS* DENGAN SOFTWARE PRIMAVERA 6.0

Alif Yudhi Himawan, Setiono, Muji Rifai

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126. Telp. 0271-634524.
Email: setiono@ft.uns.ac.id

Abstract

Project acceleration is an effort to complete a project to be faster than the predetermined schedule. The implementation of the MTSN 4 Sragen building project must be accelerated because the Sragen Regency Government prioritizes this project so that teaching activities at the school can be carried out immediately. The acceleration of the construction of the MTSN 4 Sragen building uses the TCTO (Time Cost Trade Off) method and is assisted by the Primavera 6.0 application to facilitate research. The research aims to analyze the total duration and cost of completing the project before and after acceleration with the scenario of additional labor and work time, and a more economical alternative to the scenario. The results of the analysis showed that the total completion time using the method of adding man-hours was 139 days (20 days faster than the existing time) causing an increase in costs as indicated by a total cost increase of Rp63,117,565.13. to Rp3,586,859,474.13., while the method of adding man-hours was 141 days (18 days faster than the existing time) and experienced a decrease in costs of Rp22,376,088.9. to Rp3,501,365,820.02. from the normal project cost of Rp3,523,741,909. with a normal project duration of 159 days. The more economical alternative to complete the project is to use the method of increasing the number of workers due to a decrease in total costs and faster than the normal project time.

Keywords: *Crashing, Primavera 6.0, Project, Time Cost Trade Off*

Abstrak

Percepatan proyek ialah usaha menyelesaikan suatu proyek agar lebih cepat dari jadwal yang telah ditetapkan. Pelaksanaan proyek pembangunan gedung MTSN 4 Sragen harus dipercepat karena Pemerintah Kabupaten Sragen memprioritaskan proyek ini agar segera bisa dilakukan kegiatan mengajar di sekolah. Percepatan pembangunan gedung MTSN 4 Sragen menggunakan metode TCTO (*Time Cost Trade Off*) dan dibantu aplikasi Primavera 6.0 guna mempermudah dalam penelitian. Penelitian bertujuan untuk menganalisis total durasi dan biaya menyelesaikan proyek sebelum dan setelah dilakukan percepatan dengan skenario penambahan tenaga kerja maupun waktu kerja, dan alternatif yang lebih ekonomis dari skenario tersebut. Hasil analisis didapatkan total waktu penyelesaian memakai metode penambahan jam kerja adalah 139 hari (lebih cepat 20 hari daripada waktu eksisting) menyebabkan kenaikan biaya yang ditunjukkan dengan total kenaikan biaya sebesar Rp 63.117.565,13. menjadi Rp3.586.859.474,13., sedangkan dengan metode penambahan tenaga kerja ialah 141 hari (lebih cepat 18 hari daripada waktu eksisting) dan mengalami penurunan biaya sebesar Rp 22.376.088,9. menjadi Rp 3.501.365.820,02. dari biaya proyek normal yaitu Rp3.523.741.909. dengan durasi normal proyek 159 hari. Alternatif yang lebih ekonomis untuk menyelesaikan proyek adalah dengan menggunakan metode penambahan jumlah tenaga kerja dikarenakan adanya penurunan biaya total dan lebih cepat dari waktu normal proyek.

Kata Kunci : Percepatan, Primavera 6.0, Proyek, *Time Cost Trade Off*

PENDAHULUAN

Pengendalian penjadwalan diperlukan untuk mengatur kegiatan dalam suatu proyek. Penjadwalan pekerjaan pada proyek diatur agar pelaksanaan proyek sampai pada target waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Kegiatan didalam proyek berhubungan satu dengan yang lain (Widiasanti, 2013). Menurut Mockler (1972), pengendalian merupakan menetapkan standar untuk tujuan perencanaan, desain system informasi, membandingkan implementasi dengan standar, analisis potensi penyimpangan, dan implementasi tindakan korektif yang diperlukan. Sehubungan dengan kegiatan tersebut, akan terbentuk beberapa lintasan. Lintasan dengan total waktu kerja paling panjang disebut lintasan kritis (Anggara, 2005; Adi, R. R. B., Traulia, D. E., Wibowo, M. A., & Kistiani, F. 2016). Dari lintasan ini, berfungsi sebagai panduan bagi proyek untuk memulai dan akhirnya berakhir. Pemangkasan durasi waktu dan biaya suatu proyek akan berdampak besar pada keuntungan perusahaan sehingga dapat menjaga atau meningkatkan kestabilan keuangan dari perusahaan tersebut (Wahyudi, 2007). Pelaksanaan proyek Rehabilitasi dan Renovasi MTSN 4 Sragen harus dipercepat karena Pemerintah Kabupaten Sragen memprioritaskan proyek ini agar segera bisa dilakukan kegiatan mengajar di sekolah. Menurut Raharja (2014), waktu adalah salah satu standar keberhasilan proyek paling utama untuk setiap proyek dan digunakan sebagai patokan keberhasilan. Maka dari itu agar mencapai keberhasilan proyek harus menggunakan waktu dan biaya secara optimal. Indikator keberhasilan proyek

dibagi menjadi tiga (Soeharto, 1999) yaitu ketepatan waktu penyelesaian proyek, ketepatan spesifikasi yang telah ditentukan, dan ketepatan biaya sesuai yang telah ditetapkan.

Kajian oleh Adam Satrio Jati, dkk (2021) dilakukan dengan menganalisis konsep nilai kinerja menggunakan metode *Time Cost Trade-Off* untuk menentukan estimasi waktu dan biaya penyelesaian proyek. dengan hasil perencanaan menggunakan metode *time-cost trade-off* menggunakan Primavera P6 pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman.. Cara untuk mengoptimalkan proyek salah satunya dengan metode *Earn Value Analysis* atau metode nilai hasil yang dapat mengestimasi waktu dan biaya sampai proyek selesai, lalu dilanjutkan dengan metode *Time Cost Trade Off Analysis* (TCTO) atau analisis pertukaran waktu dan biaya untuk menganalisis percepatan waktu pelaksanaan. Metode yang dipakai dalam TCTO disini ialah dengan cara penambahan jam kerja berupa lembur (Ardika, 2016) dan menambahkan tenaga kerja sebanyak 30% (Izzah, 2017). Menurut Kareth, dkk (2012), Primavera 6.0 adalah aplikasi yang digunakan untuk mengelola proyek. Pada penelitian ini dibantu aplikasi Primavera 6.0 guna mempermudah penjadwalan waktu dan perancangan biaya proyek. Primavera 6.0 juga memungkinkan untuk mengelola proyek yang kompleks dengan mudah, dengan fitur-fitur yang membantu mengelola anggaran, sumber daya, dan jadwal proyek (Astrianingsih, B, 2019). Menurut Nasution (2006), ada berbagai macam metode perencanaan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek, serta masing-masing metode memiliki kekuatan dan kelemahan. Namun pada kasus kali ini, pertimbangan menggunakan metode ini didasarkan pada kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai untuk kinerja penjadwalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkiraan total waktu dan biaya untuk menyelesaikan proyek sebelum dan setelah dilakukan percepatan dengan skenario penambahan tenaga kerja maupun waktu kerja. Penelitian ini juga bertujuan mengetahui alternatif yang lebih ekonomis dari dua skenario percepatan tersebut.

METODE

Data Penelitian

Penelitian dilakukan pada pelaksanaan proyek Rehabilitasi dan Renovasi MTSN 4 Sragen. Penelitian ini diawali dengan pengambilan data sekunder. Data sekunder pada penelitian ini bersumber dari PT Yatnosons. PT Yatnosons adalah pelaksana proyek Rehabilitasi dan Renovasi MTSN 4 Sragen. Data yang didapatkan adalah daftar harga satuan bahan dan upah tenaga kerja, volume pekerjaan, analisis harga satuan pekerjaan, rencana anggaran biaya (RAB), penjadwalan eksisting proyek atau kurva s.

Critical Path Method (CPM)

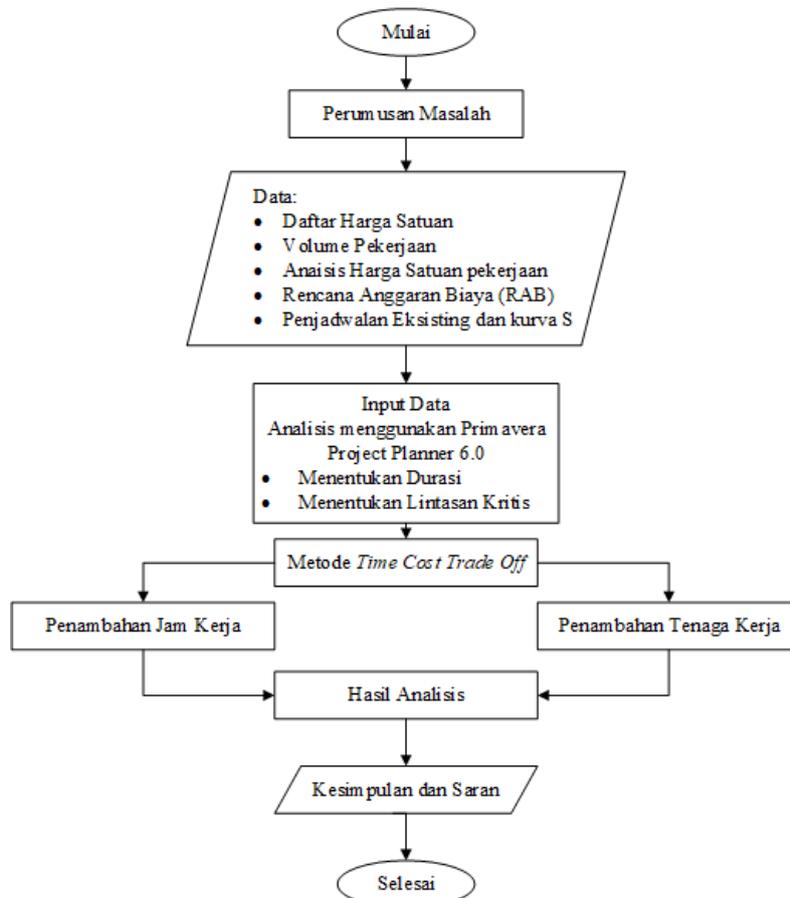
CPM ialah model aktivitas proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan. Kegiatan yang digambarkan sebagai titik-titik dalam jaringan, dan peristiwa yang menunjukkan awal atau akhir kegiatan digambarkan sebagai busur atau garis di antara titik-titik tersebut. (Setiawati, dkk, 2016)

Time Cost Trade Off (TCTO)

Time Cost Trade Off (TCTO) ialah metode analitik untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan memadatkan jadwal untuk menghasilkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi) dan biaya (Arianie, 2017). Tujuannya adalah untuk mengeksekusi proyek dengan durasi yang lebih pendek dan meminimalkan total biaya proyek.

Primavera P6

Seluruh data terkait keberjalanan proyek diinput ke aplikasi Primavera P6, lalu program menghitung dan menganalisis hasil yang kita inginkan. Hasil yang didapat ialah *ganttt chart*, *network planning* proyek, serta lintasan kritis dari bagan yang diolah oleh aplikasi Primavera 6.0 (Octavia, 2017). Primavera 6.0 akan memberi kemudahan dalam proyek konstruksi dengan merancang proyek, membangun jaringan, dan mengelola data secara mudah dan cepat (Apriyanto, D, 2016). Program ini memiliki beberapa keunggulan yakni menyimpan informasi proyek (*resource-cost*) dalam satu database serta memisahkan data ke dalam format yang berbeda lalu menampilkan informasi yang lengkap ke dalam satu grafik (Setiawan dkk, 2021). Diagram alir penelitian ada pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah Rekapitulasi Anggaran Biaya yang digunakan dalam pelaksanaan Proyek pembangunan gedung MTSN 4 Sragen Kabupaten Sragen yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Kabupaten Sragen yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (Rancangan Anggaran Biaya PT. Yatnosons, 2022)

Kode Analisis	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
3.1	Pekerjaan Persiapan	43,113,510.41
3.2	Penyelenggaraan K3 Dan Keselamatan Kerja	6,136,363.64
3.3	Pekerjaan Bongkaran	67,612,913.22
3.4	Pembangunan Ulang Kelas 7a-7d	1,489,959,282.54
3.5	Renovasi Ruang 7e,7f,8a-C,9a-C, Ruang Musik, Bk, Dan Tu	570,612,503.53
3.6	Renovasi R. Kelas 9d-F, R. Tamu, 9h,8h,7h, R. Guru, 9g, 8g, 7g, Lab. Komp., Lab. Bah	645,271,644.86
3.7	Pembangunan 2 Lavatory	380,695,517.38
Jumlah		3.203.401.735,57
Profit dan Overhead 10%		320.340.173,56
Jumlah Total		3.523.741.909,13
PPN 10%		352.374.191,00
Jumlah Total		3.876.116.100,13

Tahap penginputan data dilakukan dengan memasukkan biaya dan waktu proyek berupa RAB dan kurva S ke dalam aplikasi primavera. Berikut adalah tabel input awal dari Primavera P6 yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel *input* awal dari Primavera P6

<i>Activity ID</i>	<i>Budget at Completion</i>	<i>Original Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Total Float</i>
1.7 Pembangunan lavatory	Rp418.765.069,55	61	12-Oct-20	11-Dec-20	0
1.6 Renovasi R. Kelas 9d-f, R. Tamu, 9h,8h,7h, R. Guru, 9g, 8g, 7g, Lab. Komp., Lab. Bahasa	Rp709.798.809,34	89	14-Sep-20	12-Dec-20	0
1.5 Renovasi ruang 7e,7f,8a-c,9a-c, ruang musik, bk, dan tu	Rp627.673.753,88	96	07-Sep-20	12-Dec-20	0
1.4 Pembangunan ulang kelas 7a-7d	Rp1.638.955.210,79	112	10-Aug-20	29-Nov-20	12
1.3 Pekerjaan bongkaran	Rp74.374.204,57	27	20-Jul-20	16-Aug-20	118
1.2 Penyelenggaraan K3 dan keselamatan kerja	Rp6.750.000,00	13	13-Jul-20	26-Jul-20	139
1.1 Pekerjaan persiapan	Rp47.424.861,00	12	06-Jul-20	18-Jul-20	147
Proyek renovasi dan rehabilitasi mtsn 4 sragen (total)	Rp3.523.741.909,13	159	06-Jul-20	12-Dec-20	0

Metode optimasi penjadwalan menggunakan *Time Cost Trade Off* (TCTO) hanya dilakukan pada kegiatan yang dianggap kritis (Lestari, 2021), sehingga perlu diketahui jalur kritis dari rencana penjadwalan yang telah dibuat sebelumnya. Daftar kegiatan yang berada pada jalur kritis yang didapat dari penjadwalan dengan program Primavera Project Planner P6 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kegiatan kritis proyek rehabilitasi dan renovasi MTSN 4 Sragen Kabupaten Sragen

No. Pekerjaan	Unit pekerjaan	Waktu normal (hari)
1.4.5.1.2	Pemasangan lantai keramik 40 x 40 cm	5
1.4.5.1.4	Usuk reng baja ringan	4
1.4.5.1.5	Pemasangan genting kodok glazur	5
1.4.5.1.7	Pemasangan langit-langit GRC rangka hollow	5
1.4.5.3.2	Pemasangan pipa PVC Dia 3/4" tipe AW	4
1.4.5.4.2	Pengecatan 1 m2 tembok lama interior	4
1.4.5.4.3	Pengecatan 1 m2 tembok baru exterior	4
1.4.5.4.4	Pengecatan 1 m2 tembok lama exterior	4
1.5.5.1.2	Pemasangan lantai keramik 30 x 30 cm	5
1.5.5.1.3	Pemasangan dinding keramik 20 x 25 cm,	5
1.5.5.1.4	Usuk reng baja ringan	7
1.5.5.1.5	Pemasangan genting kodok glazur	8
1.5.5.1.6	Pemasangan bubungan genting kodok glazur	7
1.5.5.1.8	List plafond gypsum	8
1.5.5.2.2	Pengerokan cat	10
1.5.5.2.3	Pekerjaan cat plafond	6
1.5.5.3.2	Pemasangan kusen alumunium + pintu	9
1.6.1.1	Penggalian 1m3 tanah untuk pondasi	3
1.6.2.2	Pembesian dengan besi tulangan polos	5
1.6.2.3	Pemasangan 1 m2 bekisting pondasi, 2 x pakai	2
1.6.2.4	Pemasangan 1 m2 bekisting balok, 2 x pakai	3
1.6.2.5	Pemasangan 1 m2 bekisting plat dak, 2 x pakai	4
1.6.2.6	Rabat beton tebal 5cm beton mutu K175	2
1.6.3.3	Acian	4
1.6.3.4	Pemasangan 1 m plesteran skoning 1SP 3PP lebar 10 cm	4
1.6.3.5	Pemasangan Lantai Keramik 40 x 40 cm	5

Hasil yang didapatkan dari lintasan kritis berada pada pekerjaan 1.4, 1.5, 1.6, sehingga dilakukan percepatan pada bagian pekerjaan tersebut. Berikut adalah rekapitulasi dari perhitungan *crash duration*, *crash cost*, *cost slope* pada pekerjaan kritis proyek pembangunan gedung MTSN 4 Sragen Kabupaten Sragen dengan menggunakan 2 metode percepatan. Rekapitulasi data menggunakan Metode penambahan jam kerja ditunjukkan pada Tabel 4 dan Metode penambahan tenaga kerja ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Rekapitulasi *Crash Duration*, *Crash Cost* dan *Cost Slope* metode 1 penambahan jam kerja

No.	Uraian Pekerjaan	<i>Crash Duration</i>	<i>Tambahan (Jam)</i>	<i>Crash Cost (Rp)</i>	<i>Crash Cost Total (Rp)</i>	<i>Cost Slope (Rp)</i>
1.4	Renovasi Ruang 7e,7f,8a-C,9a-C, Ruang Musik, Bk, Dan Tu	26	72	44,891,293.10	129,762,681.92	43,624,734.33
1.5	Renovasi R. Kelas 9d-F, R. Tamu, 9h,8h,7h, R. Guru, 9g, 8g, 7g, Lab. Komp., Lab.	52	135	46,573,518.09	134,519,748.89	27,179,520.78
1.6	Pekerjaan Tangga	23	60	11,947,115.40	34,715,795.00	11,947,115.40

Tabel 5. Rekapitulasi *Crash Duration*, *Crash Cost* dan *Cost Slope* metode 2 penambahan tenaga kerja

No.	Uraian Pekerjaan	<i>Crash Duration (hari)</i>	Tenaga Kerja awal per hari (orang)	Tenaga Kerja tambahan Perhari (orang)	<i>Crash Cost (Rp)</i>	<i>Crash Cost Total (Rp)</i>	<i>Cost Slope (Rp)</i>
1.4	Renovasi Ruang 7e,7f,8a-C,9a-C, Ruang Musik, Bk, dan Tu	26	43	14	5,340,200.05	90,881,242.21	13,331,133.45
1.5	Renovasi R. Kelas 9d-F, R. Tamu, 9h,8h,7h, R. Guru, 9g, 8g, 7g, Lab. Komp., Lab.	43	24	8	4,904,510.29	92,062,033.89	2,832,993.86
1.6	Pekerjaan tangga	23	13	4	3,644,125.98	26,265,988.90	3,644,125.98

Alternatif percepatan yang sudah dirumuskan sebelumnya harus diterapkan dengan menggunakan bantuan aplikasi Primavera 6.0 sehingga peneliti dapat membandingkan antar alternatif yang telah dibuat. Tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah menyusun jaringan kerja baru dengan hasil percepatan yang dibuat. Percepatan yang akan dilakukan sebanyak 2 alternatif yaitu dengan metode penambahan jam kerja pada Tabel 6 dan penambahan tenaga kerja pada Tabel 7.

Tabel 6. tabel *input* penambahan jam kerja dari Primavera P6

<i>Activity ID</i>	<i>Budget at Completion (Rp)</i>	<i>Original Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Total Float</i>
1.7 Pembangunan lavatory	418.765.069,55	74	17-Aug-20	30-Oct-20	43
1.6 Renovasi R. Kelas 9d-f, R. Tamu, 9h,8h,7h, R. Guru, 9g, 8g, 7g, Lab. Komp., Lab. Bah	721.745.924,74	49	07-Sep-20	26-Oct-20	47
1.5 Renovasi ruang 7e,7f,8a-c,9a-c, ruang musik, bk, dan tu	674.247.271,97	56	07-Sep-20	02-Nov-20	40
1.4 Pembangunan ulang kelas 7a-7d	1.683.846.503,89	104	10-Aug-20	21-Nov-20	20
1.3 Pekerjaan bongkaran	74.374.204,57	27	20-Jul-20	16-Aug-20	118
1.2 Penyelenggaraan k3 dan keselamatan kerja	6.750.000,00	13	13-Jul-20	26-Jul-20	139
1.1 Pekerjaan persiapan	47.424.861,00	12	06-Jul-20	18-Jul-20	147

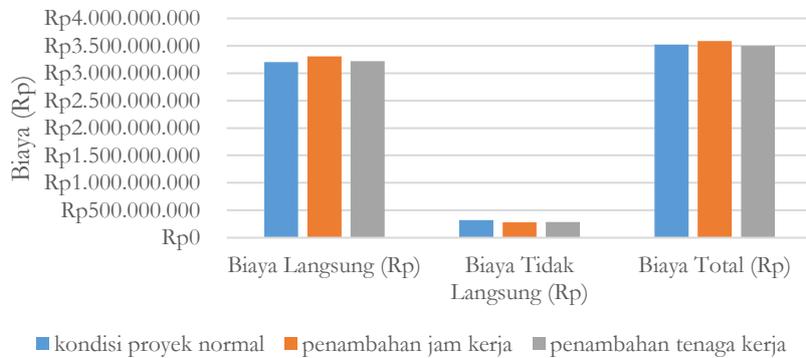
Tabel 7. Tabel *input* penambahan tenaga kerja dari Primavera P6

<i>Activity ID</i>	<i>Budget at Completion (Rp)</i>	<i>Original Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Total Float</i>
1.7 Pembangunan lavatory	418.765.069,55	74	17-Aug-20	30-Oct-20	43
1.6 Renovasi R. Kelas 9d-f, R. Tamu, 9h,8h,7h, R. Guru, 9g, 8g, 7g, Lab. Komp., Lab. Bah	713.442.935,32	51	07-Sep-20	28-Oct-20	45
1.5 Renovasi ruang 7e,7f,8a-c,9a-c, ruang musik, bk, dan tu	632.578.264,17	54	07-Sep-20	31-Oct-20	42
1.4 Pembangunan ulang kelas 7a-7d	1.644.295.410,84	106	10-Aug-20	23-Nov-20	18
1.3 Pekerjaan bongkaran	74.374.204,57	27	20-Jul-20	16-Aug-20	118
1.2 Penyelenggaraan k3 dan keselamatan kerja	6.750.000,00	13	13-Jul-20	26-Jul-20	139
1.1 Pekerjaan persiapan	47.424.861,00	12	06-Jul-20	18-Jul-20	147

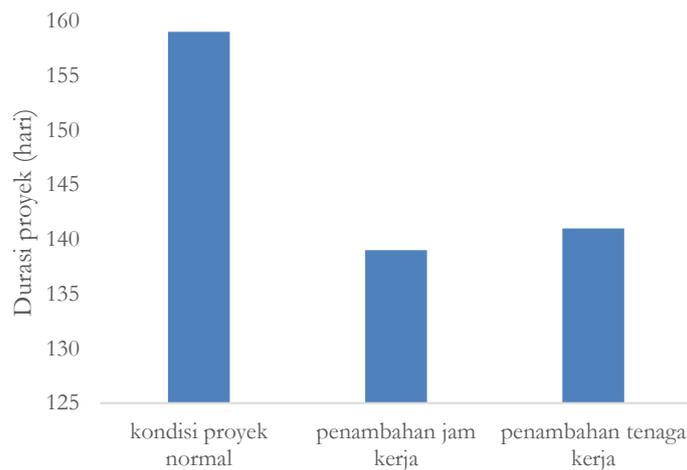
Berikut tabel rekapitulasi perbandingan durasi, biaya langsung dan tidak langsung serta biaya total proyek dengan kondisi normal dan proyek setelah dilakukan optimasi ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan biaya total proyek

	Durasi Total (hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
Kondisi proyek normal	159	3.203.401.735,00	320.340.174,00	3.523.741.909,00
Optimasi metode 1 (jam kerja)	139	3.306.813.662,04	280.045.812,00	3.586.859.474,00
Optimasi metode 2 (tenaga kerja)	141	3.217.290.571,78	284.075.248,00	3.501.365.820,00
Selisih metode 1 (jam kerja)	20	103.411.926,58	40.294.361,00	63.117.565,13
Selisih metode 2 (tenaga kerja)	22	13.888.836,32	36.264.925,00	22.376.088,90



Gambar 2. Perbandingan biaya proyek sebelum dan setelah percepatan



Gambar 3. Perbandingan waktu proyek sebelum dan setelah percepatan

Hasil analisis percepatan atau *crashing* yang dilakukan dengan dua metode yaitu penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja, proyek dapat dipercepat menjadi 139 hari kerja (menggunakan metode 1) dan 141 hari kerja (menggunakan Metode 2), sehingga dengan percepatan dengan Metode 1, biaya langsung proyek mengalami kenaikan yang awalnya berjumlah Rp 3.203.401.735 dalam 159 hari menjadi Rp 3.306.813.662,04 dalam 139 hari. Percepatan dengan Metode 2 biaya proyek naik menjadi Rp 3.217.290.571,78 selama 141 hari. Hal ini disebabkan oleh durasi proyek yang lebih singkat akibat *crashing* dan mempengaruhi biaya tidak langsung proyek yang turun

dari Rp 320.340.174 menjadi Rp 280.045.812 dengan metode 1 dan menjadi Rp 284.075.248 dengan metode 2. Biaya langsung dan tidak langsung akibat *crashing* mempengaruhi biaya total proyek yang semula berjumlah Rp 3.523.741.909 menjadi Rp 3.586.859.474 akibat *crashing* Metode 1 dan menjadi Rp 3.501.365.820 akibat *crashing* Metode 2.

SIMPULAN

1. Hasil optimasi waktu pada Proyek Pembangunan Gedung MTSN 4 Sragen memakai metode *Time Cost Trade Off* dengan skenario dua metode percepatan dengan aplikasi Primavera Project P6, didapatkan total durasi penyelesaian proyek dengan metode penambahan jam kerja ialah 139 hari (lebih cepat 20 hari dibandingkan waktu eksisting) menyebabkan kenaikan penyelesaian proyek sebesar Rp 63.117.565,13. Durasi total penyelesaian proyek dengan metode penambahan tenaga kerja ialah 141 hari (lebih cepat 18 hari dibandingkan waktu eksisting) dan mengalami penurunan biaya sebesar Rp 22.376.088,90.
2. Perbandingan durasi penyelesaian proyek hasil optimasi memperlihatkan bahwa penyelesaian proyek lebih cepat menjadi 139 hari (dengan metode penambahan jam kerja) dan 141 hari (dengan metode penambahan tenaga kerja) jika dibandingkan waktu penyelesaian proyek normal yakni 159 hari. Biaya penyelesaian proyek mengalami peningkatan 1,79% menjadi Rp 3.586.859.474,13 dengan metode penambahan jam kerja dan mengalami penurunan 0,635% menjadi Rp 3.501.365.820,02 dengan metode penambahan tenaga kerja, jika dibandingkan dengan biaya proyek kondisi awal yaitu Rp 3.523.741.909.
3. Alternatif yang lebih ekonomis untuk penyelesaian proyek adalah dengan menggunakan metode 2 yakni penambahan jumlah tenaga kerja karena adanya percepatan waktu 18 hari dari waktu normal proyek dan terjadi penurunan biaya total sebesar Rp 22.376.088,98.

REKOMENDASI

1. Penelitian berikutnya bisa memakai aplikasi Primavera Project Planner P6 untuk menganalisis optimasi durasi dan biaya proyek.
2. Penelitian berikutnya bisa melakukan optimasi proyek yang berjalan sehingga hasil analisis bisa disampaikan kepada pelaksana proyek.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membimbing serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Adi, R. R. B., Traulia, D. E., Wibowo, M. A., & Kistiani, F. (2016). Analisa Percepatan Proyek Metode Crash Program Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2), 148-158.
- Anggara, H. 2005. Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM: Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang. *Journal the Winners*, Vol. 6, No. 2: 155-174.
- Apriyanto, D. (2016). *Penerapan Program Primavera 6.0 Untuk Menganalisis Konsep Nilai Hasil (Studi Kasus Proyek Pembangunan Kantor Polres Kabupaten Purworejo)* (Doctoral dissertation, Teknik Sipil-Fakultas Teknik).
- Ardika, P.C., Sugiyarto, dan Handayani, F.S.. 2016. Analisis Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Bogor Ring Road Seksi Ii A), Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Arianie, G.P., dan Puspitasari, N.B. 2017. Perencanaan Manajemen Proyek Dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd). *Jurnal Teknologi Industri*, XII (3), 189-196.
- Astrianingsih, B. (2019). Pengaruh proses perencanaan anggaran biaya dan penjadwalan dengan aplikasi ibuild terhadap konsep lean construction (the effect of cost and scheduling planning use ibuild application on lean construction concept).
- Hidayah, R., Ridwan, A., & Cahyo, Y. (2018). Analisa Perbandingan Manajemen Waktu Antara Perencanaan Dan Pelaksanaan. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil (JURMATEKS)*, 1(2), 281-290.
- Izzah, N., 2017. Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) Studi Kasus : Pembangunan Perumahan di PT.X, *Jurnal : Sekolah Tinggi Qomaruddin, Gresik, Jawa Timur*.

- Jati, A.S., Setiono, dan Rifai, M., 2021. Analisis Optimasi Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off Menggunakan Aplikasi Primavera P6 (Studi Kasus Proyek Gedung Teknik Universitas Jendral Soedirman), Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Kareth, M., dkk., 2012. Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya Dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus: Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading), *Jurnal Sipil Statik* Vol. 1. No. I, November 2012 (53-59). Universitas Sam Ratulangi.
- Kusuma, Doni Probo., 2016, “Pengendalian Biaya dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Hotel Dengan Menggunakan Primavera Project Planner P6”, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Lestari, R., 2021. Pengendalian Jadwal Proyek Isolasi Boiler Dengan Metode Time Cost Trade Off di PT Athirah Gemilang Mandiri Universitas Indraprasta PGRI: Jakarta.
- Mockler, R.J. 1972. *The Management Control Process*. New Jersey: Prentice Hall.
- Nasution. 2006. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara
- Octavia, I.K., dkk. 2013. *Perbandingan Aplikasi Program Microsoft Project Dan Primavera Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi*. Surabaya.
- Raharja, I., 2014. Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode PERT di PT. Hasana Damai Putra Yogyakarta pada Proyek Perumahan Tirta Sani. *Jurnal Bentang*, Vol. 2, No. 1.
- Suharno, H. R., Gunantara, N., & Sudarma, M. (2020). Analisis penerapan metode scrum pada sistem informasi manajemen proyek dalam industri & organisasi digital. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 19(2), 203.
- Setiawan, I., Siboro, I., dan Faisyal, M., 2021. Optimasi Waktu Dan Biaya Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO), Universitas Muhammadiyah Banjarmasin : Kalimantan Selatan.
- Setiawati, S., Syahrizal., dan Rezky, A. D. 2016. Penerapan Metode CPM dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Rehabilitasi/Perbaikan Dan Peningkatan Infrastruktur Irigasi Daerah Lintas Kabupaten/ Kota D. I Pekanbaru), Universitas Sumatera Utara, pp. 1-13.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Wahyudi. 2007, *Aplikasi Metode Konsep Nilai Hasil Pada Sistem Pengendalian Konstruksi*, (Tidak diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Widiasanti, I., Lenggogeni., 2013. *Manajemen Konstruksi*, PT. Remaja Rosdakarya: Bandung.
- Yuwono, W., Kaukab, M. E., & Mahfud, Y. (2021). Kajian Metode PERT-CPM dan Pemanfaatannya dalam Manajemen Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek. *Journal of Economic, Management, Accounting and Technology*, 4(2), 192-214.