

ANALISIS METODE PERCEPATAN *TIME COST TRADE OFF* PADA PROYEK REVITALISASI TERMINAL PENUMPANG TIPE A BOBOTSARI

M. Afif Salim¹, Defri Dwista Rahma²

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Email: afifsalim@untagsmg.ac.id

Abstrak. Proyek Peningkatan/Revitalisasi Terminal Penumpang Tipe A Bobotsari mengalami hambatan di lapangan yang menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaan pekerjaan. Oleh karena itu, diperlukan peran manajemen konstruksi untuk pengawasan proyek demi mencapai hasil yang optimal. Tindakan yang diambil adalah merencanakan dan menganalisis estimasi waktu dan biaya konstruksi pada pekerjaan struktur dengan penambahan jam kerja dan tenaga kerja menggunakan metode *time cost trade off* dengan bantuan *software Primavera Project Planner P6* agar proyek dapat selesai tepat waktu. Berdasarkan hasil analisis, estimasi waktu pelaksanaan pekerjaan struktur dengan metode *time cost trade off* adalah 124 hari kalender, yang lebih cepat 9 hari kalender dibandingkan durasi normal (133 hari kalender). Biaya yang timbul akibat penambahan jam kerja sebesar Rp2.641.480.280,00 yang lebih besar Rp97.126.530,00 dibandingkan biaya normal (Rp2.544.353.750,00), dan biaya akibat penambahan tenaga kerja sebesar Rp2.554.488.416,00 yang lebih besar Rp10.134.666,00 dibandingkan biaya normal (Rp2.544.353.750,00).

Kata kunci: *Revitalisasi Terminal Bobotsari, metode time cost trade off, primavera p6*

Abstract. *The Improvement/Revitalization Project of the Bobotsari Type A Passenger Terminal experienced problems in the field which caused delays in the implementation of the work. Therefore, the role of construction management is needed for project supervision in order to achieve optimal results. The actions taken were to plan and analyze the estimated time and construction costs for structural work with the addition of working hours and labor using the time cost trade off method with the help of Primavera Project Planner P6 software so that the project can be completed on time. Based on the results of the analysis, the estimated time for implementing the structural work using the time cost trade off method is 124 calendar days, which is 9 calendar days faster than the normal duration (133 calendar days). The costs arising from the addition of working hours amounted to Rp2,641,480,280.00, which is Rp97,126,530.00 more than the normal costs (Rp2,544,353,750.00), and the costs due to the addition of labor amounted to Rp2,554,488,416.00, which is Rp10,134,666.00 more than the normal costs (Rp2,544,353,750.00).*

Keywords: *Revitalization of Bobotsari Terminal, time cost trade off method, primavera p6*

1 Latar Belakang

Infrastruktur transportasi memiliki arti sebagai tulang punggung dari aktivitas ekonomi dan mobilitas sosial di suatu wilayah. Salah satu elemen penting dalam infrastruktur transportasi adalah terminal sebagai pusat penghubung moda transportasi darat, khususnya angkutan umum. Terminal Tipe A yang merupakan satu bagian dari sistem transportasi, mempunyai peran strategis dalam melayani angkutan antar kota antar provinsi (AKAP) yang menghubungkan berbagai daerah di Indonesia. Terminal ini berfungsi sebagai pusat transit yang penting dalam mendukung kelancaran distribusi barang dan pergerakan penumpang.

Terminal Tipe A Bobotsari yang terletak di Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah, merupakan salah satu proyek vital yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pelayanan transportasi umum bagi masyarakat. Revitalisasi Terminal Tipe A Bobotsari dirancang untuk memperbaiki fasilitas yang ada, meningkatkan kapasitas penumpang, dan menyediakan kenyamanan serta efisiensi operasional yang lebih baik. Namun, dalam pelaksanaannya, proyek ini mengalami sejumlah kendala, salah satunya adalah keterlambatan pengerjaan yang melebihi jadwal yang telah ditetapkan. Keterlambatan tersebut muncul oleh berbagai faktor, seperti munculnya kendala teknis di lapangan, pengelolaan sumber daya manusia yang kurang optimal, hingga cuaca yang tidak mendukung.

Keterlambatan ini membawa dampak yang signifikan, tidak hanya terhadap biaya proyek yang semakin membengkak, tetapi juga terhadap kepuasan publik dan operasional transportasi yang terhambat. Oleh karena itu, percepatan proyek menjadi langkah strategis yang harus diambil untuk meminimalisir dampak negatif. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mempercepat proyek konstruksi tanpa mengorbankan kualitas pekerjaan adalah metode *Time Cost Trade Off* (TCTO).

Metode *Time Cost Trade Off* memungkinkan pengelola proyek dalam melakukan percepatan dengan cara memperhitungkan keseimbangan antara biaya tambahan yang dikeluarkan dan waktu pengerjaan yang dapat dipersingkat. Dalam implementasinya, metode ini dapat didukung dengan penggunaan software manajemen proyek seperti *Primavera Project Planner P6*, yang memungkinkan perencanaan, pemantauan, dan pengendalian proyek secara lebih efektif.

2 Landasan Teori

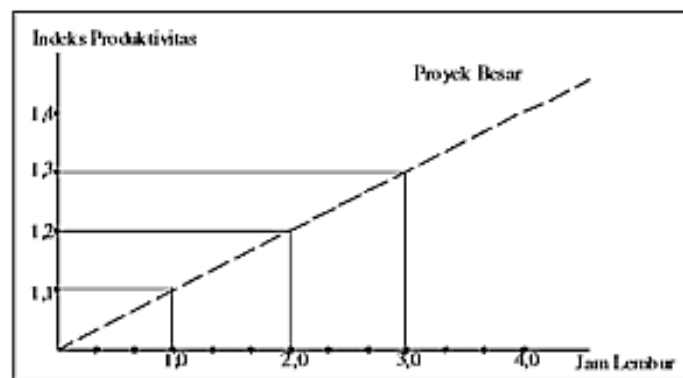
Analisis *Time Cost Trade-Off* (TCTO) adalah pendekatan dalam manajemen proyek yang digunakan untuk menyeimbangkan antara waktu penyelesaian proyek dan biaya yang diperlukan. Metode ini diterapkan ketika terdapat kebutuhan untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan cara mengalokasikan lebih banyak sumber daya atau menggunakan metode yang lebih mahal untuk mengurangi durasi kegiatan proyek.

Proses mempercepat kurun waktu disebut *crashing*. *Crashing* adalah proses yang dilakukan dengan sengaja, terstruktur, dan analitis, yang melibatkan pengujian terhadap semua aktivitas dalam suatu proyek, dengan fokus pada kegiatan yang ada di jalur kritis (Ervianto, 2024).

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempercepat penyelesaian proyek, antara lain:

1. Penambahan Jam Kerja

Penambahan jam kerja merupakan penggunaan jam kerja di luar jam kerja normal supaya pekerjaan dapat selesai lebih cepat. Namun, dalam menambah jam kerja, penting untuk memperhatikan durasi waktu kerja setiap individu, karena hal ini bisa mengakibatkan penurunan produktivitas. Gambar 1 menggambarkan hubungan penurunan produktivitas karena penambahan jam kerja.



Gambar 1 Grafik hubungan antara turunya produktivitas karena penambahan jam kerja (Soeharto, 2010).

Penurunan produktivitas dalam konteks kerja lembur disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kelelahan pekerja, keterbatasan penglihatan pada malam hari, serta kondisi cuaca yang dingin. Penurunan produktivitas tenaga kerja dapat dihitung menggunakan persamaan:

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

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam Kerja Normal}} \quad (2)$$

2. Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja melibatkan peningkatan jumlah pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, sebagai strategi untuk mengatasi keterlambatan proyek. Langkah ini diambil ketika terdapat cukup sumber daya manusia di lokasi yang relevan. Namun, ada keterbatasan dalam penerapan strategi ini, karena penambahan tenaga kerja tidak selalu efektif dalam mempercepat durasi proyek, tergantung pada kompleksitas dan tingkat kesulitan pekerjaan yang dilakukan. Dampak dari penambahan tenaga kerja ini adalah meningkatnya biaya langsung yang perlu dikeluarkan. Untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang perlu ditambah, penting untuk mengetahui tingkat produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan yang akan dipercepat (*crashing*).

$$\text{Kebutuhan tenaga kerja durasi normal} = \frac{\text{Koef} \times \text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \quad (3)$$

$$\text{Kebutuhan tenaga kerja durasi crash} = \frac{\text{Koef} \times \text{Volume}}{\text{Durasi Crash}} \quad (4)$$

Untuk menentukan biaya tambahan dan durasi percepatan dapat menggunakan persamaan:

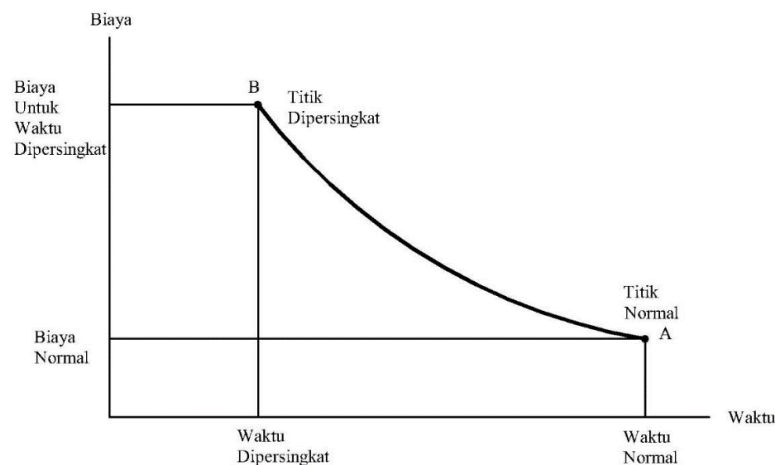
$$\text{Pekerja} = \frac{\text{Upah Normal}}{\text{Hari}} \times \text{tenaga kerja setelah ditambah} \quad (5)$$

$$\text{Durasi Crash} = \frac{\text{durasi normal} \times \text{jam kerja}}{\text{jam kerja} + \text{jam lembur} \times \text{efektivitas tenaga kerja}} \quad (6)$$

$$\text{Crash Cost} = \text{jumlah upah} \times \text{durasi crash} \quad (7)$$

$$\text{Cost slope per hari} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} \quad (8)$$

Crashing adalah langkah yang diambil untuk mengurangi durasi keseluruhan pekerjaan setelah menganalisis berbagai alternatif dalam jaringan kerja, dengan tujuan untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya yang paling efisien (Taufiqur Rahman, 2013). Dalam proses *crashing*, seringkali terjadi *trade off*, yaitu pertukaran antara waktu dan biaya. Bentuk pertukaran waktu dan biaya ini dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.

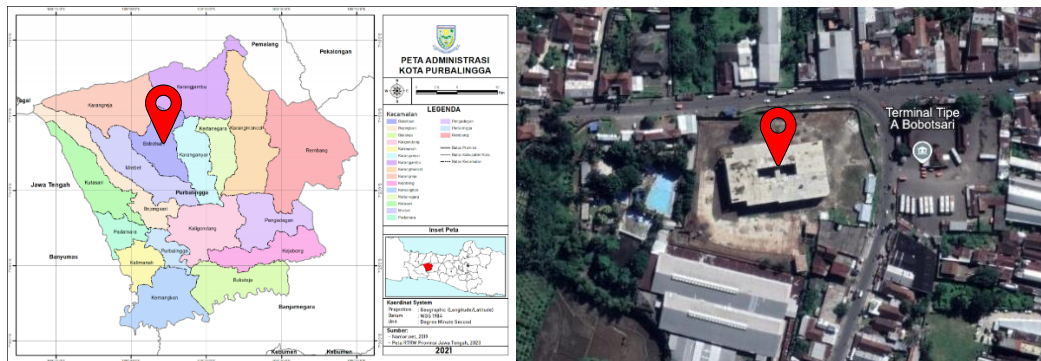


Gambar 2 Grafik hubungan antara waktu dan biaya normal yang dipersingkat (Priyo, 2015).

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara durasi dan biaya. Titik A memberikan informasi mengenai biaya yang dibutuhkan dalam kondisi minimal, namun dengan durasi maksimum (waktu terlama) dan durasi normal. Sementara itu, titik B menunjukkan durasi tercepat dengan biaya maksimum. Dalam kondisi ini, titik B disebut sebagai durasi yang dipersingkat (*crash duration*) dan biaya untuk durasi yang dipersingkat (*crash cost*). Garis yang menghubungkan titik-titik tersebut digambarkan oleh garis-garis, yang dalam kondisi normal membentuk kurva biaya dari suatu kegiatan yang terhubung dengan segmen-segmen garis. Hal ini dapat digunakan untuk menganalisis kegiatan mana yang masih memungkinkan untuk dipercepat (*crashing*).

3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada Pekerjaan Struktur Proyek Peningkatan/Revitalisasi Terminal Penumpang Tipe A Bobotsari yang berlokasi di Jalan Pemuda, Dusun 3, Bobotsari, Kecamatan Bobotsari, Kabupaten Purbalingga, Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 3 Lokasi proyek Peningkatan/Revitalisasi Terminal Penumpang Tipe A Bobotsari.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu:

1. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara:

a. Studi Kasus Proyek

Penelitian ini menggunakan studi kasus proyek konstruksi yang telah selesai atau sedang berlangsung yang memiliki data yang lengkap mengenai durasi dan biaya proyek.

b. Data Proyek

Kurva S atau *Time Schedule*, Rencana Anggaran Biaya (RAB), Analisis Harga Satuan Pekerjaan.

c. Wawancara dan Observasi

Selain data proyek yang ada, wawancara dengan manajer proyek atau pihak terkait akan dilakukan untuk memahami keterbatasan dan kendala yang mungkin ada dalam perubahan durasi dan biaya proyek.

2. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Software Primavera Project Planner P6* yang nantinya akan dikalkulasi secara otomatis sesuai dengan rumus-rumus kalkulasi yang telah dibuat oleh program ini. Lintasan kritis merupakan salah satu hasil penginputan. Setelah lintasan kritis didapat, kemudian dianalisis setiap kegiatan pekerjaan yang berada di lintasan kritis dengan metode *Time Cost Trade-Off* yaitu penambahan jam lembur dan penambahan tenaga kerja.

Tahapan penyusunan penjadwalan ulang dan biaya dengan *Software Primavera Project Planner P6* adalah sebagai berikut:

- a. *Input* data identitas proyek.
- b. *Input* activity ID.
- c. *Input* activity duration.
- d. *Input* activity relationship.
- e. *Input* work breakdown structure.
- f. *Input* harga satuan upah dan pekerja.
- g. *Input* kebutuhan *resources* pada activity.

4 Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan untuk menyusun jadwal dan rencana biaya proyek meliputi data *Time Schedule* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). *Project baseline* kemudian dimasukkan ke dalam aplikasi *Primavera P6* dan akan menghasilkan data sebagai berikut:

1. Lintasan Kritis

Kegiatan yang tidak memiliki waktu tenggang disebut lintasan kritis. Lintasan kritis harus dimulai tepat waktu agar tidak menyebabkan penundaan dalam penyelesaian proyek. Hasil lintasan kritis pada penjadwalan proyek dengan *Primavera P6* dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1 Lintasan kritis pekerjaan struktur Terminal Bobotsari.

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)
A.1	A1000	Pembersihan lokasi proyek	7
A.8	A1070	Listrik dan air kerja	14
B.1	A1080	Pasir urug bawah lantai	2
B.2	A1090	Galian tanah biasa	3
B.3	A1100	Urugan tanah kembali	2
C.1	A1110	Fondasi batu kali 1:6 pp	14
C.2	A1120	Pembesian Borepile D30	12
C.3	A1130	Beton K300 Borepile D30	2
D.1	A1140	Lantai kerja K-100	7
D.2	A1150	Pembesian Pilecap 170/260	2
D.3	A1160	Bekisting Pilecap 170/260	2
D.4	A1170	Beton K300 Pilecap 170/260	1
D.7	A1200	Pembesian Kolom 40/40	2
D.8	A1210	Bekisting Kolom 40/40	2
D.9	A1220	Beton K300 Kolom 40/40	1
F.7	A1420	Pembesian Kolom 40/40	2
J.1	A1510	Lantai kerja K-100	1
L.1	A1730	Lantai kerja K 100 t.5 cm	14
L.2	A1740	Pembesian wiremesh m10	14
L.3	A1750	Beton jalan t.25 cm K-300	28
N.1	A1820	Lantai kerja K-100	1
N.2	A1830	Pembesian Fondasi Footplate	2
N.3	A1840	Bekisting Fondasi Footplate	2
N.4	A1850	Beton K225 Fondasi Footplate	1
N.14	A1950	Beton K225 Fondasi Setempat 60/60	1
O.2	A1970	Galian tanah biasa	3

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)
O.3	A1980	Urugan tanah kembali	2
O.4	A1990	Pasir urug	2
P.1	A2000	Beton K-100	1
P.2	A2010	Pembesian Fondasi Footplate 60/60	2
P.3	A2020	Bekisting Fondasi Footplate 60/60	2
P.4	A2030	Beton K225 Fondasi Footplate 60/60	1
P.8	A2070	Pembesian Kolom 30/30	2
P.9	A2080	Bekisting Kolom 30/30	2
P.10	A2090	Beton K225 Kolom 30/30	1
P.14	A2130	Pembesian Plat 15 cm	2
P.15	A2140	Bekisting Plat 15 cm	2
P.16	A2150	Beton K225 Plat 15 cm	1
P.17	A2160	Pembesian Balok 15/15	2
P.18	A2170	Bekisting Balok 15/15	2
P.19	A2180	Beton K225 Balok 15/15	1

2. Metode Percepatan *Time Cost Trade Off*

Analisis mengenai hubungan antara waktu dan biaya disebut *Time Cost Trade-Off*. Dalam analisis ini, perubahan durasi penyelesaian proyek akan mempengaruhi biaya yang dikeluarkan. Pekerjaan yang dipercepat, melalui alternatif seperti lembur, penambahan jam kerja, atau penambahan tenaga kerja, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pekerjaan yang akan dilakukan percepatan.

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)
L.2	A1740	Pembesian wiremesh m10	14
L.3	A1750	Beton jalan t.25 cm K-300	28

3. Durasi Crash

Penambahan jam kerja atau lembur dilakukan dengan menggunakan delapan jam kerja normal, sementara lembur dilaksanakan setelah jam kerja normal selesai. Dengan perhitungan menggunakan Persamaan 6, didapatkan hasil durasi *crash* dalam Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Durasi *crash*.

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi Crash (Hari)
L.2	A1740	Pembesian wiremesh m10	11
L.3	A1750	Beton jalan t.25 cm K-300	22

4. Biaya percepatan dengan penambahan jam kerja

Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004, upah untuk jam kerja tambahan terdiri dari dua bagian: untuk satu jam pertama, pekerja akan menerima tambahan sebesar 1,5 kali upah per jam normal, dan untuk jam-jam tambahan berikutnya, pekerja akan mendapatkan 2 kali upah per jam normal.

Dalam perhitungan ini, menggunakan penambahan 3 jam kerja pada pekerjaan normal. Hasil perhitungan tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4 Biaya percepatan dengan penambahan jam kerja.

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal	Biaya Crash
L.2	A1740	Pembesian wiremesh m10	Rp393.401.027,25	Rp409.050.944,50
L.3	A1750	Beton jalan t.25 cm K-300	Rp800.610.824,52	Rp879.062.284,36

5. Biaya percepatan dengan penambahan tenaga kerja

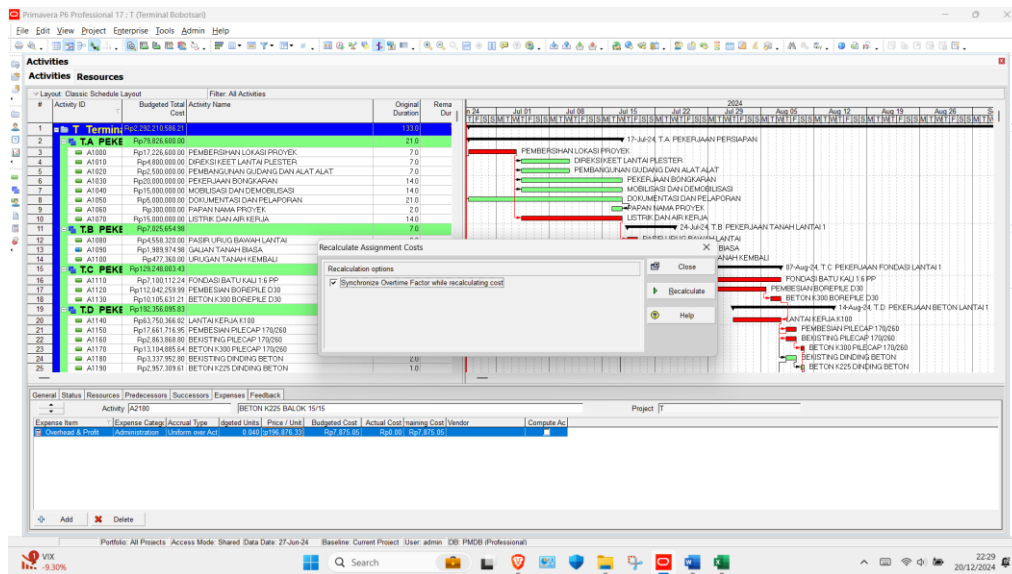
Hasil perhitungan dengan alternatif penambahan tenaga kerja tercantum dalam Tabel 5.

Tabel 5 Biaya percepatan dengan penambahan tenaga kerja.

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal	Biaya Crash
L.2	A1740	Pembesian wiremesh m10	Rp393.401.027,25	Rp397.917.786,25
L.3	A1750	Beton jalan t.25 cm K-300	Rp800.610.824,52	Rp805.224.394,52

6. Tahapan Analisis *Time Cost Trade Off* ke dalam *Primavera P6*

Setelah seluruh hasil analisis perhitungan optimasi dimasukkan ke dalam *Primavera P6*, dengan melakukan tahapan *Recalculate Assignment Cost* (Gambar 4) sistem akan menghitungnya secara otomatis dan menghasilkan perbandingan *Duration* dan *Budgeted Total Cost*.



Gambar 4 Recalculate Assignment Cost Primavera P6

Hasil rekapitulasi dari penelitian pada pekerjaan struktur proyek Peningkatan/Revitalisasi Terminal Penumpang Tipe A Bobotsari yang menggunakan *Software Primavera P6* untuk penambahan jam kerja tercantum dalam Tabel 6, sedangkan untuk penambahan tenaga kerja tercantum dalam Tabel 7.

Tabel 6 Rekapitulasi perbandingan penambahan jam kerja.

Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)		Biaya		Persentase
	Normal	Crash	Normal	Crash	Biaya (%)
Pembesian Wiremesh m10	14	11	Rp393.401.027,25	Rp402.450.944,50	+2,3004
Beton Jalan t.25 cm K-300	28	22	Rp800.610.824,52	Rp879.062.284,36	+9,7990

Tabel 7 Rekapitulasi perbandingan penambahan tenaga kerja.

Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)		Biaya		Persentase
	Normal	Crash	Normal	Crash	Biaya (%)
Pembesian Wiremesh m10	14	11	Rp393.401.027,25	Rp397.917.786,25	+1,1481
Beton Jalan t.25 cm K-300	28	22	Rp800.610.824,52	Rp805.224.394,52	+0,5763

7. Rekapitulasi Keseluruhan

Rekapitulasi persentase keseluruhan biaya dan durasi terhadap proyek asli pada berbagai alternatif perbandingan tercantum dalam Tabel 8 berikut:

Tabel 8 Rekapitulasi perbandingan keseluruhan proyek.

No	Alternatif Perbandingan	Durasi	Biaya	Persentase	Persentase
		(Hari)		Biaya (%)	Durasi (%)
1	Proyek Asli	133	Rp2.542.615.000,00	0	0
2	Penambahan Jam Kerja	124	Rp2.641.480.280,00	+3,8883	-6,7669
3	Penambahan Tenaga Kerja	124	Rp2.554.488.416,00	+0,4670	-6,7669

5 Kesimpulan

Berdasarkan rencana evaluasi penjadwalan pada Proyek Peningkatan/Revitalisasi Terminal Penumpang Tipe A Bobotsari didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Penjadwalan ulang dengan alternatif penambahan jam kerja menghasilkan durasi 124 hari kalender dengan biaya sebesar Rp2.641.480.280,00 sedangkan pada penjadwalan ulang dengan alternatif penambahan tenaga kerja menghasilkan durasi 124 hari kalender dengan biaya sebesar Rp2.554.488.416,00.
2. Penjadwalan ulang dengan alternatif penambahan jam kerja terjadi penambahan biaya sebesar 3,8883% dan pengurangan durasi sebesar 6,7669% dari proyek asli sedangkan penjadwalan ulang dengan alternatif penambahan tenaga kerja terjadi penambahan biaya sebesar 0,4670% dan pengurangan durasi sebesar 6,7669% dari proyek asli.

6 Referensi

- [1] Aviyani, V. & Dofir, A., *Analisis Percepatan Proyek menggunakan Metode Time Cost Trade Off dengan Penambahan Jam Kerja dan Tenaga Kerja (Studi Kasus: Pembangunan PKL Higienis Kementerian PUPR)*, Jurnal Artesis, 1(2), pp. 125-131, Nov. 2021.
- [2] Dipohusodo, I., *Manajemen Proyek dan Konstruksi*, ed. 1 dan 2, Kan Nisius, 1996.
- [3] Faqihuddin, M.F., *Analisis Biaya dan Waktu dengan Metode Time Cost Trade Off menggunakan Aplikasi Primavera P6*, Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim, 3(3), Sep. 2024.
- [4] Husen, A., *Manajemen Proyek, Perencanaan Penjadwalan dan Pengendalian Proyek*, Andi Offset, 2009.
- [5] Izzah, N., *Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada Proyek Pembangunan Perumahan di PT.X*, Jurnal Ilmiah Rekayasa, 10(1), pp. 51-58, Apr. 2017.
- [6] Nugraha, A.T., Kurniawan, D.W., Adi, H.P. & Satrio, E.M., *Analisis Metode Percepatan Time Cost Trade Off dengan Primavera P6 (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Rumah Susun Sewa Jateng 4, Kabupaten Semarang)*, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, 2020.
- [7] Utomo, D.W., *Analisis Metode Percepatan Time Cost Trade Off dengan Primavera Project Planner P6 (Studi Pada: Jembatan Kali Putih 2 Proyek Jalan Tol Semarang-Solo)*, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Semarang, 2021.
- [8] Wulfram, I.E., *Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi Offset, 2005.