

Analisis Biaya dan Waktu Percepatan Proyek Pembangunan Rusun At-Tanwir Cianjur dengan Penambahan Jam Kerja Menggunakan Metode TCTO

Salmah Nurhikmah¹, Hikma Dewita², Kristina Sembiring

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tama Jagakarsa
Email: nurhikmaha791@gmail.com; dewitahikma@gmail.com;
kristinasembiring1903@gmail.com;

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Rumah Susun Yayasan At-Tanwir Cianjur merupakan tempat hunian bagi para santri dan mahasiswa untuk menimba ilmu. Oleh karena itu untuk dapat memenuhi kebutuhan tempat tinggal harus dikerjakan dengan cepat agar dapat segera digunakan. Percepatan dengan penambahan jam kerja menggunakan metode *Time Cost Trade Off* menjadi salah satu alternatif dalam mempercepat proyek. Tujuan percepatan dilakukan untuk mengantisipasi keterlambatan dalam proyek serta mempersingkat waktu pelaksanaan proyek. Pada penelitian ini data-data yang digunakan berupa RAB Proyek, Kurva S Rencana, Daftar Harga Satuan Bahan, Alat, dan Tenaga Kerja Serta Analisis Harga Satuan Pekerjaan. Dalam pengolahan data di bantu dengan *software Microsoft Project* 2019 untuk mencari lintasan kritis. Dari hasil analisa yang dilakukan dengan mempercepat pekerjaan pada kegiatan yang masuk kedalam lintasan kritis didapat bahwa dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam maka didapat durasi optimum proyek selama 102 hari kerja atau (14%) lebih cepat dari durasi normal pekerjaan proyek yaitu selama 119 hari kerja. Dengan biaya optimum sebesar Rp 802,877,772.36 dengan selisih biaya sebesar Rp 0,287,129.97 atau (0,35%) dari biaya normal proyek sebesar Rp 803,164,902.33.

Kata kunci: Proyek; Percepatan; *Microsoft Project*; Metode *Time Cost Trade Off*

ABSTRACT

The At-Tanwir Foundation's Flats Construction Project at Cianjur Regency, West Java aims to provide housing for students and promote education. Therefore, expediting the construction process for immediate utilization is essential to meet the housing needs. One alternative for expediting the project is to increase working hours using the time-cost trade-off method. The purpose of acceleration is to anticipate delays in the project and shorten the project implementation time. This study uses data such as Project RAB, Plan S Curve, a List of Unit Prices of Materials, Tools, and Labor, and an Analysis of Unit Prices of Work. Microsoft Project 2019 software assists in data processing to identify critical paths. After accelerating work on critical activities, the analysis showed that by adding 3 hours of overtime, the project duration can be reduced to 102 working days, which is 14% faster than the normal duration of 119 working days. The optimal cost for this duration is IDR 802,877,772.36, which is 0,35% lower than the normal cost of IDR 803,164,902.33, with a cost difference of IDR 0,287,129.97.

Keywords: Project; Acceleration; *Microsoft Project*; *Time Cost Trade-Off Method*

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
18 November 2024	30 November 2024	06 Januari 2025	01 August 2025

PENDAHULUAN

Perencanaan proyek Pembangunan merupakan salah satu kajian manajemen proyek dalam bidang ilmu kontruksi karena melibatkan pengelolaan dan pengendalian dalam proyek kontruksi (Hermawan et al., 2023). Waktu, biaya dan mutu adalah faktor yang menentukan keberhasilan atau kegagalan suatu proyek, hal ini dibuktikan dengan fakta bahwa kualitas pekerjaan tidak terganggu, dan diselesaikan dalam waktu singkat dengan biaya minimal (Malifa et al., 2019). Oleh karena itu upaya optimasi waktu dan biaya proyek yang sistematis diperlukan untuk memastikan bahwa waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat sehingga biaya yang

dikeluarkan dapat memiliki keuntungan dan menghindari keterlambatan dalam pelaksanaan proyek.

Keterlambatan pelaksanaan Pembangunan proyek kontruksi dapat diatasi dengan mempercepat pelaksanaan pembangunan, untuk mencapai tujuan yang direncanakan (Khabibullah & Wahyu, 2022). Namun dalam mengambil keputusan untuk mempercepat pelaksanaan pekerjaan tanpa mengabaikan kualitas sesuai standar yang diinginkan harus tetap mempertimbangkan faktor pembiayaan agar diperoleh hasil yang diharapkan dengan biaya yang minimal (Abdillah & Kurniawan, 2022). Ada banyak cara untuk menghindari keterlambatan kontruksi diantaranya

memperkerjakan lebih banyak pekerja, menerapkan shift, menambahkan waktu jam kerja, dan menggunakan alat yang lebih produktif. Faktor-faktor tersebut mempunyai kaitan erat karena sangat menentukan keberhasilan Pembangunan (Sunathan et al., 2023)

Pembangunan Rusun Yayasan At-Tanwir menjadi objek penelitian dalam tugas akhir ini penulis melakukan studi kasus melalui pengamatan langsung dilapangan. Proyek ini dibangun oleh Kementrian PUPR melalui Direktorat Jendral Penyedian Perumahan Satuan Kerja Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Barat. Bangunan ini terdiri dari satu gedung dengan 2 lantai bangunan, Proyek Pembangunan Rumah Susun Yayasan At-Tanwir Cianjur merupakan tempat hunian bagi para santri dan mahasiswa untuk menimba ilmu. Oleh karena itu untuk dapat memenuhi kebutuhan tempat tinggal harus dikerjakan dengan cepat agar dapat segera digunakan. pemilihan kasus ini untuk mengetahui apakah proyek dapat di selesaikan lebih cepat dari waktu perencanaan proyek sehingga akan menjadi keuntungan bagi kontraktor jika proyek dapat diselesaikan lebih cepat, serta untuk mencegah potensi keterlambatan dalam proyek pembangunan karena beberapa faktor yang terjadi di lapangan seperti cuaca musim penghujan.

Metode yang digunakan untuk mempercepat waktu Pembangunan proyek kontruksi pada tugas akhir ini dikenal juga dengan metode *Time Cost Trade Off* atau metode *time - cost trade*. Metode ini adalah salah satu teknik analisis yang bertujuan untuk mempercepat pengaruh waktu dan biaya dalam pengembangan. Tujuan percepatan dari perencanaan proyek Pembangunan Rumah Susun Yayasan At-Tanwir Cianjur ini adalah untuk mengetahui berapa lama waktu dan biaya yang diperlukan dalam menyelesaikan pembengunan sesuai dengan tujuan perencanaan.

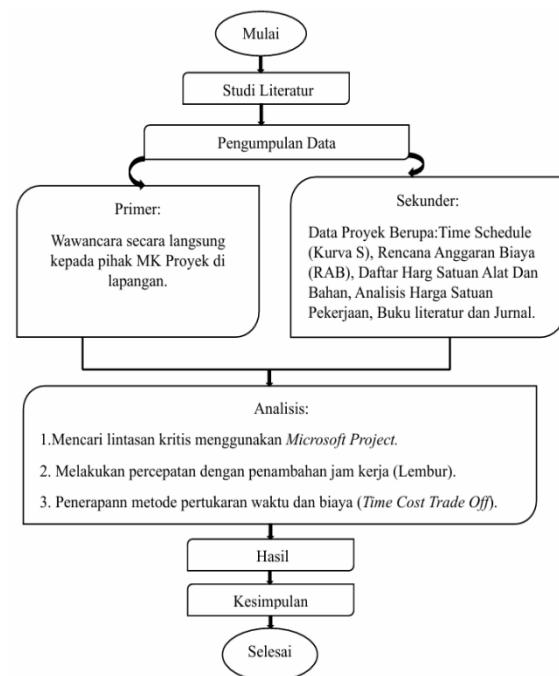
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data merupakan teknik yang digunakan untuk memperoleh informasi dan dokumentasi proses kerja suatu proyek dan diamati untuk mendukung tujuan penulisan dan analisa data (Mardiaman, 2024). Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *Time Cost Trade Off*. Penerapan metode *Time Cost Trade Off* pada penelitian ini akan menggunakan software *Microsoft Project* 2019 untuk menghitung durasi *crash* (priode setelah percepatan) dan biaya *crash* (biaya setelah akselerasi). Dalam penelitian ini dilakukan

rencana tahapan penelitian dan prosedur analisis sebagai berikut:

1. Menentukan obyek penelitian, merumuskan masalah sampai dengan tujuan penelitian dan mencari literatur yang berkaitan dengan topik penelitian.
2. Mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan proyek seperti:
 - a. Rencana Anggaran Biaya (RAB).
 - b. Daftar Harga Satuan Bahan, Alat dan Upah Tenaga Kerja.
 - c. *Time Schedule* (Kurva S).
 - d. Analisis Harga Satuan Pekerjaan.
3. Menggunakan software Microsoft Project 2019 dalam membuat diagram jaringan untuk menemukan hubungan antara aktivitas pekerjaan pada jalur kritis.
4. Analisis data yang diperoleh akan dihitung ulang berdasarkan akselerasi seperti
 - a. Menghitung kebutuhan tenaga kerja.
 - b. Menghitung produktivitas harian.
 - c. Menentukan normal *duration* dan normal *cost*.
5. Memberikan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil dari pembahasan yang diperoleh dari metode yang digunakan.

Diagram alir penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.

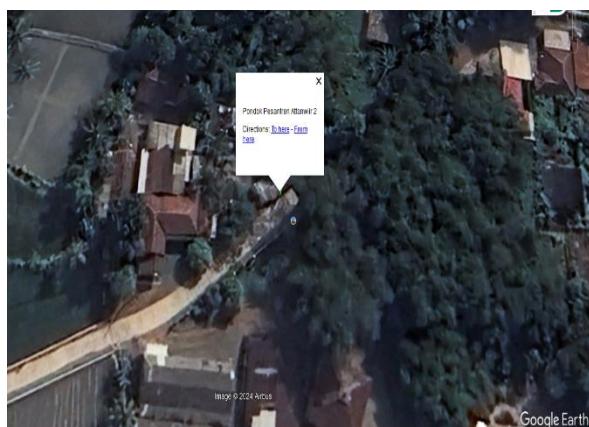


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian.

Tempat dan waktu penelitian

Tempat Penelitian dilakukan pada proyek Pembangunan Rumah SusunYayasan At-Tanwir yang terletak di Kp. Pasir Terong, RT.03/RW.08, Des.Maleber, Kec. Karang Tengah, Kab. Cianjur

Jawa Barat. Waktu penelitian dilakukan selama satu bulan.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 3. Hasil Network Diagram Rusun At-Tanwir Cianjur.

Dari sekian banyak item pekerjaan hampir semua masuk kedalam jalur kritis, tetapi pada dasarnya tidak semua pekerjaan yang masuk pada jalur kritis harus dilakukan percepatan dan dapat dipercepat, pekerjaan yang akan dilakukan percepatan berdasarkan lintasan kritisnya harus melihat dari faktor volume dan durasi pekerjaan(Erfaliani et

al., 2024). Kecil besar pada volume dan durasi kegiatan akan menentukan pekerjaan dapat dilakukan percepatan jika volume dan durasi kecil maka tidak dapat di percepat dan di kompresikan. Tabel Berikut adalah Pekerjaan yang masuk kedalam jalur kritis dan akan di analisa dengan penambahan jam kerja (lembur).

Tabel 1. Item Pekerjaan yang masuk ke dalam lintasan kritis.

No	Pekerjaan	Jumlah Harga (RP)	Satuan	Volume	Durasi (Hari)
A	Pekerjaan Lt.1				
1	Tie Beam / Balok Semu Besi Beton	6,657,291.04	Kg	1217.37	4
2	Pekerjaan Kolom Lt.1 Beton K-300 Besi Beton Bekisting	30,500,972.75 105,589,608.9 47,635,298.41	M ³ Kg M ²	21.21 6133.68 182.49	3 10 5
3	Perkerjaan Dalam Bangunan Tanah Urug Peninggian Lantai T=45 Cm (Dalam Bangunan) + Pemadatan Cbr 5%	15,829,321.42	M ³	121.77	4
	Pasir Urug Di atas Tanah Urug T=10 Cm (Dalam Bangunan)	7,499,600.48	M ³	27.06	3
4	Cet Beton Lantai Dasar Fc '25 Mpa T=10 Cm (Dalam Bangunan)				
	Besi Wiremesh M-8 Besi Beton	28,550,889.49 10,359,575.80	Kg M ²	360.62 757.75	4 6

No	Pekerjaan	Jumlah Harga (RP)	Satuan	Volume	Durasi (Hari)
B	Pekerjaan Lt.2				
1	Pekerjaan Kolom Lt.2				
	Besi Beton	42,955,565.78	Kg	2715.89	10
	Bekisting	35,769,374.66	M ²	160.89	21
2	Pekerjaan Balok Lt.2				
	Beton K-300	38,924,805.60	M ³	9.26	4
	Besi Beton	42,955,565.78	Kg	1690.81	11
	Bekisting	36,041,652.16	M ²	65.02	24
3	Plat Lantai, T =130 Mm				
	Beton K-300	36,000,937.01	M ³	27.95	3
	Besi Beton	78,143,056.24	Kg	5879.72	7
	Bekisting	42,167,617.70	M ²	215.91	6
4	Pelat Beton Canopy Jendela T= 10 Cm				
	Besi Beton	16,807,623.25	Kg	1264.66	6
	Bekisting	13,097,135.89	M ²	67.06	5

Analisis Percepatan dengan penambahan Jam Kerja

Percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) dapat menimbulkan penurunan produktivitas pada pekerja, besar kecilnya penambahan jam kerja akan mempengaruhi indeks produktivitasnya (Sulistyo et al., 2023) nilai koefesien penurunan produktivitas dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. penurunan produktivitas pekerja

Jam lembur	Penurunan indeks produktivitas	Prestasi kerja (%)
1 Jam	0,1	90
2 Jam	0,2	80
3 Jam	0,3	70
4 Jam	0,4	60

Sumber: (Sulistyo et al., 2023)

Penurunan produktivitas pekerja bisa disebabkan karena faktor kelelahan dan faktor cuaca dimalam hari dengan suhu dan pencahayaan yang kurang. pada proyek pembangunan Rusun At-Tanwir Cianjur waktu normal pekerjaan adalah 8 jam (dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 17.00 dengan satu jam istirahat), kemudian jam kerja lembur dilakukan setelah jam kerja normal telah selesai. Pada Penelitian ini Percepatan akan dilakukan dengan penambahan jam kerja lembur selama 3 jam.

Perhitungan Crash Duration

Crash duration adalah perhitungan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan

setelah dialokasikan jam kerja tambahan (Nathasia et al., 2022). Untuk mendapatkan perhitungan *crash duration* harus menghitung produktivitas per-jamnya, produktivitas kerja lembur, dan produktivitas harian setelah *crash*. Berikut adalah contoh perhitungan *crash duration* dari salah satu item pekerjaan dengan penambahan 3 jam kerja lembur. Contoh perhitungan pada item pekerjaan Besi Beton pada Tie Beam Lt.1.

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 1217.37 \text{ Kg} \\ \text{Durasi normal} &= 4 \text{ Hari} \\ \text{Produktivitas Normal (jam)} &= 4 \times 8(\text{jam}) \\ &= 32 \text{ jam} \\ \text{Produktivitas normal (jam)} &= \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal (jam)}} \\ &= \frac{1217.37}{32} \\ &= 38.04272 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas normal (hari)} &= \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal (hari)}} \\ &= \frac{1217.37}{4} \\ &= 304.34 \text{ kg/ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Crash duration} &= 1217.37 / ((304.34) + (3 \times 38.04272 \times 0.7)) \\ &= 3.17 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maksimal Crash durasi normal – *crash duration*

$$= 4 - 3.17$$

$$= 1 \text{ hari}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka telah didapatkan *crash duration* pada item pekerjaan Besi Beton pada Tie Beam Lt.1 adalah 1 hari. Hasil *Crash Duration* pada setiap item pekerjaan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Crash Duration Setiap Item Pekerjaan

No	Item Pekerjaan	Durasi Normal (hari)	Lembur 3 Jam		
			Crash duration	Max Crash	Crashing
A Pekerjaan Struktur Lt.1					
1	Tie Beam / Balok Semu				
	Besi Beton	4	3.17	0.83	1
2	Pekerjaan Kolom				
	Beton K-300	3	2.38	0.62	1
	Besi Beton	10	7.92	2.08	3
	Bekisting	5	3.96	1.04	2
3	Perkerjaan Dalam Bangunan				
	Tanah Urug Peninggian Lantai T=45 Cm (Dalam Bangunan) + Pemadatan CBR 5%	4	3.17	0.83	1
	Pasir Urug Diatas Tanah Urug T=10 Cm (Dalam Bangunan)	3	2.38	0.62	1
4	Cor Beton Lantai Dasar Fc '25 Mpa T=10 Cm (Dalam Bangunan)				
	Besi Wiremesh M-8	4	3.17	0.83	1
	Besi Beton	6	4.75	1.25	2
B Pekerjaan Struktur Lt.2					
1	Pekerjaan Kolom Lt.2				
	Besi Beton	10	7.94	1.01	3
	Bekisting	21	16.63	2.12	5
2	Pekerjaan Balok Lt.2				
	Beton K-300	4	3.17	0.83	1
	Besi Beton	11	8.71	2.29	3
	Bekisting	24	19.00	2.43	5
3	Pekerjaan Plat Lantai, T =130 Mm				
	Beton K-300	3	2.38	0.62	1
	Besi Beton	7	5.54	1.46	2
	Bekisting	6	4.75	1.25	2
4	Pekerjaan Pelat Beton Canopy Jendela T= 10 Cm				
	Besi Beton	6	4.75	1.25	2
	Bekisting	5	3.96	1.04	2

Perhitungan Crash Cost

Crash cost adalah biaya langsung percepatan yang terjadi ketika adanya penambahan jam kerja pada item pekerjaan. Berdasarkan ketentuan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 menyatakan upah penambahan tenaga kerja, untuk setiap penambahan satu jam kerja pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal dan untuk penambah jam kerja berikutnya pekerja akan mendapat 2 kali upah perjam wakru normal.

Berikut adalah daftar upah pekerja pada proyek Pembangunan Rusun At-Tanwir Cianjur yaitu:

- a. Mandor = Rp 15,404.00/Jam
- b. Pekerja = Rp 14,466.50/Jam
- c. Tukang Kayu = Rp 14,779.00/Jam
- d. K. Tukang Kayu = Rp 15,091.50/Jam
- e. Tukang Batu = Rp 14,779.00/Jam
- f. K. Tukang Batu = Rp 15,091.50/Jam
- g. Tukang Besi = Rp 14,779.00/Jam
- h. K Tukang Besi = Rp 15,091.50/Jam
- i. Tukang Gali = Rp 14,466.50/Jam

Berikut adalah contoh perhitungan upah lembur pada item pekerjaan Besi Beton Tie Beam Lt.1 dengan durasi percepatan 3 jam kerja.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya normal} &= \text{Rp } 6,657,291.04 \\
 \text{Waktu Crashing} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Mandor} &= (1 \times 1 \times \text{Rp } 84,721.97) \\
 &= \text{Rp } 84,721.97 \\
 \text{Pekerja} &= (3 \times 1 \times \text{Rp } 79,565.72) \\
 &= \text{Rp } 238,697.17 \\
 \text{Tukang besi} &= (2 \times 1 \times \text{Rp } 81,284.47) \\
 &= \text{Rp } 162,586.95 \\
 \text{Kepala tukang} &= (1 \times 1 \times \text{Rp } 83,003.22) \\
 &= \text{Rp } 83,003.22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Biaya lembur} \\
 (\text{Rp } 84,721.97 + \text{Rp } 238,697.17 + \text{Rp } 162,586.95 \\
 + \text{Rp } 83,003.22) \\
 &= \text{Rp } 568,991.31
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Crash cost} \\
 (\text{Biaya lembur} + \text{Biaya Normal}) \\
 = (\text{Rp } 568,991.31 + \text{Rp } 6,657,291.04) \\
 &= \text{Rp } 7,226,282.35
 \end{aligned}$$

Diketahui perhitungan *crash cost* pada item pekerjaan Besi Beton Tie Beam Lt.1 dengan penambahan jam kerja selama 3 jam yaitu sebesar Rp 7,226,282.35. selanjutnya hasil dari perhitungan *crash cost* seluruh item pekerjaan

struktur Lt.1 dan struktur Lt.2 dapat dilihat dari tabel 4 berikut.

Tabel 4. hasil dari perhitungan *crash cost* seluruh item pekerjaan struktur Lt.1 dan struktur Lt.2

No	Item Pekerjaan	Total Biaya		<i>Crash cost</i>
		Biaya Normal	Biaya Lembur	
A Pekerjaan Struktur Lt.1				
1	Tie Beam / Balok Semu			
	Besi Beton	Rp 6,657,291.04	Rp 568,991.31	Rp 7,226,282.35
2	Pekerjaan Kolom			
	Beton K-300	Rp 30,500,972.75	Rp 492,863.09	Rp 30,993,835.84
	Besi Beton	Rp 105,589,608.92	Rp 1,706,973.92	Rp 107,296,582.84
	Bekisting	Rp 47,635,298.41	Rp 1,137,982.62	Rp 48,773,281.03
3	Perkerjaan Dalam Bangunan			
	Tanah Urug Peninggian Lantai T=45 Cm (Dalam Bangunan) + Pemadatan CBR 5%	Rp 15,829,321.42	Rp 318,262.89	Rp 16,147,584.31
	Pasir Urug Diatas Tanah Urug T=10 Cm (Dalam Bangunan)	Rp 7,499,600.48	Rp 323,419.14	Rp 7,823,019.62
4	Cor Beton Lantai Dasar Fc '25 Mpa T=10 Cm (Dalam Bangunan)			
	Besi Wiremesh M-8	Rp 28,550,889.49	Rp 489,425.59	Rp 29,040,315.07
	Besi Beton	Rp 10,359,575.80	Rp 978,851.17	Rp 11,338,426.97
B Pekerjaan Struktur Lt.2				
1	Pekerjaan Kolom Lt.2			
	Besi Beton	Rp 42,955,565.78	Rp 3,139,156.83	Rp 46,094,722.61
	Bekisting	Rp 35,769,374.66	Rp 5,629,756.65	Rp 41,399,131.31
2	Pekerjaan Balok Lt.2			
	Beton K-300	Rp 38,924,805.60	Rp 489,425.57	Rp 39,414,231.17
	Besi Beton	Rp 42,955,565.78	Rp 1,468,276.71	Rp 44,423,842.49
	Bekisting	Rp 36,041,652.16	Rp 4,834,099.45	Rp 40,875,751.61
3	Pekerjaan Plat Lantai, T =130 Mm			
	Beton K-300	Rp 36,000,937.01	Rp 489,425.57	Rp 36,490,362.58
	Besi Beton	Rp 78,143,056.24	Rp 978,851.14	Rp 79,121,907.38
	Bekisting	Rp 42,167,617.70	Rp 978,851.14	Rp 43,146,468.84
4	Pekerjaan Pelat Beton Canopy Jendela T= 10 Cm			
	Besi Beton	Rp 16,807,623.25	Rp 978,851.14	Rp 17,786,474.39
	Bekisting	Rp 13,097,135.89	Rp 978,851.14	Rp 14,075,987.03

Perhitungan *Cost Slope*

Cost slope adalah penambahan biaya langsung untuk mempercepat durasi dalam aktivitas per satuan waktunya (Riza & Witjaksana, 2022). Dalam pertambahan waktu akan berbanding lurus dengan nilai *crash cost*. *Cost slope* dipakai untuk penyelesaian kegiatan tercepat yang bisa dicapai dengan batas biaya yang ditentukan.

Berikut adalah contoh untuk perhitungan item pekerjaan Besi Beton pada Tie Beam Lt.1 dengan durasi percepatan 3 jam kerja.

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

$$\begin{aligned} \text{cost slope/Hari} \\ = \frac{\text{Rp } 7,226,282.35 - \text{Rp } 6,657,291.04}{4 - 3.17} \\ = \text{Rp } 568,991.31 / 0.83 \\ = \text{Rp } 684,144.31 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan pada item pekerjaan Besi Beton pada Tie Beam Lt.1 dengan menggunakan percepatan 3 jam lembur maka didapatkan hasil *cost slope* ny senilai Rp 684,114.31 contoh perhitungan ini dilakukan pada setiap item pekerjaan Struktur Lt.1 dan Struktur Lt.2. Berikut merupakan hasil dari

perhitungan *cost slope* Seluruh kegiatan yang masuk kedalam lintasan kritis.

Penerapan Metode Time Cost Trade Off

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh percepatan proyek terhadap biaya yang harus dikeluarkan adalah dengan analisa pertukaran biaya dan waktu (Prabowo et al., 2023). Untuk mempercepat pelaksanaan proyek, durasi kegiatan harus dipersingkat, namun upaya juga harus dilakukan untuk meminimalkan biaya kecepatan tambahan. Biaya langsung meningkat seiring dengan semakin pendeknya periode, sehingga melakukan pengendalian biaya. Kompresi ini dilakukan untuk aktivitas yang berada dalam lintasan kritis dan mempunyai gradien biaya terendah (Mardiaman, 2022).

Analisis Waktu Dan Biaya

Dalam penerapan metode *Time Cost Trade Off* dengan penambahan jam kerja Jika waktu pelaksanaan proyek di percepat maka biaya langsung pada proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung pada proyek akan menurun. Dalam menentukan biaya langsung dan tidak langsung struktur standar Lt.1 dan struktur Lt.2.

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Cost Slope* Pekerjaan yang Masuk ke dalam Lintasan Kritis.

No	Item Pekerjaan	Total Biaya		Cost slope/ hari
		Biaya Normal	Biaya Crashing	
A	Pekerjaan Struktur Lt.1			
1	Tie Beam / Balok Semu			
	Besi Beton	Rp 6,657,291.04	Rp 7,226,282.35	Rp 684,144.31
2	Pekerjaan Kolom			
	Beton K-300	Rp 30,500,972.75	Rp 30,993,835.84	Rp 790,145.58
	Besi Beton	Rp 105,589,608.92	Rp 107,296,582.84	Rp 820,973.17
	Bekisting	Rp 47,635,298.41	Rp 48,773,281.03	Rp 1,094,630.90
3	Perkerjaan Dalam Bangunan			
	Tanah Urug Peninggian Lantai T=45 Cm (Dalam Bangunan) + Pemadatan CBR 5%	Rp 15,829,321.42	Rp 16,147,584.31	Rp 382,673.24
	Pasir Urug Diatas Tanah Urug T=10 Cm (Dalam Bangunan)	Rp 7,499,600.48	Rp 7,823,019.62	Rp 518,497.35
4	Cor Beton Lantai Dasar Fc '25 Mpa T=10 Cm (Dalam Bangunan)			
	Besi Wiremesh M-8	Rp 28,550,889.49	Rp 29,040,315.07	Rp 588,476.00
	Besi Beton	Rp 10,359,575.80	Rp 11,338,426.97	Rp 784,634.67
B	Pekerjaan Struktur Lt.2			
1	Pekerjaan Kolom Lt.2			
	Besi Beton	Rp 42,955,565.78	Rp 46,094,722.61	Rp 1,509,784.95
	Bekisting	Rp 35,769,374.66	Rp 41,399,131.31	Rp 1,289,354.70
2	Pekerjaan Balok Lt.2			
	Beton K-300	Rp 38,924,805.60	Rp 39,414,231.17	Rp 588,475.98
	Besi Beton	Rp 42,955,565.78	Rp 44,423,842.49	Rp 641,973.80
	Bekisting	Rp 36,041,652.16	Rp 40,875,751.61	Rp 968,738.18
3	Pekerjaan Plat Lantai, T =130 Mm			
	Beton K-300	Rp 36,000,937.01	Rp 36,490,362.58	Rp 784,634.64
	Besi Beton	Rp 78,143,056.24	Rp 79,121,907.38	Rp 672,543.98
	Bekisting	Rp 42,167,617.70	Rp 43,146,468.84	Rp 784,634.64
4	Pekerjaan Pelat Beton Canopy Jendela T= 10 Cm			
	Besi Beton	Rp 16,807,623.25	Rp 17,786,474.39	Rp 784,634.64
	Bekisting	Rp 13,097,135.89	Rp 14,075,987.03	Rp 941,561.57

Dapat dilihat bahwa biaya total proyek pada struktur standar Lt.1 dan struktur Lt.2 yaitu senilai Rp 803,164,902.33 maka untuk biaya tidak langsung yaitu 10% dari total biaya struktur lantai 1 dan struktur Lt.2 didapat senilai Rp 80,316,490.23 dan untuk biaya langsung merupakan penjumlahan dari biaya total struktur

Lt.1 dan struktur Lt.2 di kurangi dengan biaya tidak langsung didapat senilai Rp 722,848,412.1

Perbandingan Biaya Normal dengan Biaya Percepatan

Setelah di dapatkan hasil dari perhitungan waktu dan biaya percepatan dengan penambahan 3 jam kerja lembur maka hasilnya akan berpengaruh kepada biaya total proyek struktur Lt.1 dan

Tabel 6. Perbandingan Biaya Normal Dengan Biaya Percepatan

No	Item Pekerjaan	Durasi Pekerjaan		Total Biaya		Cost slope
		Normal	Crash	Normal	Crashing	
1	Tanah Urug Peninggian Lantai T=45 cm (dalam Bangunan) + Pemadatan CBR 5%	4	1	Rp 15,829,321.42	Rp 16,147,584.31	Rp 382,673.24
2	Pasir Urug Diatas Tanah Urug T=10 cm (dalam Bangunan)	3	1	Rp 7,499,600.48	Rp 7,823,019.62	Rp 518,497.35
3	Besi Wiremesh M-8 Cor Beton Lt Dasar	4	1	Rp 28,550,889.49	Rp 29,040,315.07	Rp 588,476.00
4	Beton K-300 Balok Lt. 2	4	1	Rp 38,924,805.60	Rp 39,414,231.17	Rp 588,475.98
5	Besi Beton Balok Lt. 2	11	3	Rp 42,955,565.78	Rp 44,423,842.49	Rp 641,973.80
6	Besi Beton Plat Lt. 2	7	2	Rp 78,143,056.24	Rp 79,121,907.38	Rp 672,543.98
7	Besi Beton Tie Beam	4	1	Rp 6,657,291.04	Rp 7,226,282.35	Rp 684,144.31
8	Beton K-300 Plat Lt. 2	3	1	Rp 36,000,937.01	Rp 36,490,362.58	Rp 784,634.64
9	Bekisting Plat Lt.2	6	2	Rp 42,167,617.70	Rp 43,146,468.84	Rp 784,634.64
10	Besi Beton Plat Canopy Jendela Lt. 2	6	2	Rp 16,807,623.25	Rp 7,044,301.01	Rp 784,634.64
11	Besi Beton Cor Lt. Dasar	6	2	Rp 10,359,575.80	Rp 11,338,426.97	Rp 784,634.67
12	Beton K-300 Kolom Lt.1	3	1	Rp 30,500,972.75	Rp 30,993,835.84	Rp 790,145.58
13	Besi Beton Kolom Lt.1	10	3	Rp 105,589,608.92	Rp 107,296,582.84	Rp 820,973.17
14	Bekisting Plat Canopy Jendela Lt. 2	5	2	Rp 13,097,135.89	Rp 17,786,474.39	Rp 941,561.57
15	Bekisting Balok Lt. 2	24	5	Rp 36,041,652.16	Rp 40,875,751.61	Rp 968,738.18
16	Bekisting Kolom Lt.1	5	2	Rp 47,635,298.41	Rp 48,773,281.03	Rp 1,094,630.90
17	Bekisting Kolom Lt. 2	21	5	Rp 35,769,374.66	Rp 41,399,131.31	Rp 1,289,354.70
18	Besi Beton Kolom Lt. 2	10	3	Rp 42,955,565.78	Rp 46,094,722.61	Rp 1,509,784.95

Tahap Kompresi dan efisiensi

Tahap kompresi yang akan dilakukan pada kegiatan yang masuk kedalam lintasan kritis dan perhitungan ny akan dimulai dari item pekerjaan yang memiliki *cost slope* terkecil. Untuk mengetahui nilai *cost slope* dari yang terkecil sampai dengan terbesar bisa dilihat pada tabel 6. Proses ini merupakan bagian penting dari manajemen proyek karena akan membantu proyek tetap sesuai dengan tengat waktu yang disesuaikan atau bahkan lebih cepat.

Tahap normal

Total biaya normal proyek

$$= \text{Rp } 803,164,902.33$$

Normal durasi

$$= 119 \text{ hari}$$

Biaya langsung

$$= \text{Rp } 722,848,412.10$$

Biaya tidak langsung 10 % dari biaya normal proyek

$$= \text{Rp } 80,316,490.23$$

Berikut adalah contoh perhitungan tahap kompresi dengan durasi percepatan selama 3 jam kerja pada pekerjaan Besi Beton Tie Beam Lt. 1. Struktur Lt.2 dengan demikian biaya akan menjadi lebih besar. Berikut adalah tabel hasil perbandingan biaya normal dengan biaya percepatan serta waktu normal dan waktu

percepatan dan di susun sesuai dengan *cost slope* paling rendah sampai dengan *cost slope* paling tinggi.

<i>Cost slope</i> / hari	= Rp 684,144.31
Durasi normal	= 4 hari
<i>Crash duration</i>	= 3.17
<i>Crashing</i>	= 1 hari
Total durasi proyek	= 119 – 3.17
	= 116 hari
Biaya tambahan	= Rp 684,144.31 x 3.17

$$= \text{Rp } 2,167,585.93$$

Biaya langsung

$$\text{Rp } 722,848,412.10 + \text{Rp } 2,167,585.93 \\ = \text{Rp } 725,015,998.03$$

Biaya tidak langsung

$$((\text{Rp } 80,316,490.23/119) \times 116 \\ = \text{Rp } 78,178,102.94$$

Total biaya

$$\text{Rp } 725,015,998.03 + \text{Rp } 78,178,102.94 \\ = \text{Rp } 803,194,100.97$$

Hasil perhitungan tahap kompresi dengan percepatan penambahan 3 jam kerja pada pekerjaan Besi Beton Tie Beam Lt.1 didapatkan biaya senilai Rp 803,194,100.97. Berikut tabel pengkompresian seluruh kegiatan yang masuk ke dalam lintasan kritis.

Tabel 7. Hasil Kompresi terhadap Waktu dan Biaya

Kompresi (ke)	Durasi Proyek (Hari)		Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
	Normal	Crashing			
0	119	119	Rp 722,848,412.10	Rp 80,164,902.23	Rp 803,164,902.33
1	119	116	Rp 724,060,842.16	Rp 78,178,102.94	Rp 802,238,945.09
2	119	117	Rp 724,080,485.01	Rp 78,712,699.76	Rp 802,793,184.77
3	119	116	Rp 724,712,890.52	Rp 78,178,102.94	Rp 802,890,993.46
4	119	116	Rp 724,712,890.46	Rp 78,178,102.94	Rp 802,890,993.40
5	119	110	Rp 728,441,847.19	Rp 74,435,925.17	Rp 802,877,772.36
6	119	113	Rp 726,577,368.82	Rp 76,574,312.47	Rp 803,151,681.29
7	119	116	Rp 725,015,998.03	Rp 78,178,102.94	Rp 803,194,100.97
8	119	117	Rp 724,712,890.46	Rp 78,712,699.76	Rp 803,425,590.22
9	119	114	Rp 726,577,368.82	Rp 77,108,909.29	Rp 803,686,278.11
10	119	114	Rp 726,577,368.82	Rp 77,108,909.29	Rp 803,686,278.11
11	119	114	Rp 726,577,368.94	Rp 77,108,909.29	Rp 803,686,278.23
12	119	117	Rp 724,725,985.76	Rp 78,712,699.76	Rp 803,438,685.52
13	119	111	Rp 729,351,169.90	Rp 74,970,522.00	Rp 804,321,691.90
14	119	115	Rp 726,577,368.82	Rp 77,643,506.11	Rp 804,220,874.94
15	119	100	Rp 741,264,029.05	Rp 67,486,166.47	Rp 808,750,195.52
16	119	115	Rp 727,183,583.97	Rp 77,643,506.11	Rp 804,827,090.08
17	119	102	Rp 744,295,104.10	Rp 69,089,956.94	Rp 813,385,061.04
18	119	111	Rp 734,807,104.79	Rp 74,970,522.00	Rp 809,777,626.78

Dari hasil tabel 7 di atas didapat perhitungan biaya dan waktu paling optimum yaitu pada kompresi ke 5 dengan total durasi 102 hari dari waktu normal 119 hari maka didapat selisih 17 hari kerja, ketika percepatan dilakukan dengan demikian biaya langsung pada proyek meningkat sebesar Rp 728,441,847.19

dan penurunan terhadap biaya tidak langsung senilai Rp 74,435,925.17 kemudian didapat total *cost* sebesar Rp 802,877,772.36 dengan penambahan biaya sebesar Rp 0,287,129.97 dari total proyek normal sebesar Rp 803,164,902.33.

Selanjutnya didapatkan hasil Efesiensi waktu dan biaya proyek dengan penambahan 3 jam kerja sebagai berikut:

1. Efesiensi waktu proyek:

$$119 - 100 = 17 \text{ hari atau } 17/119 \times 100\% = 14\%$$

2. Efesiensi biaya proyek:

$$((Rp\ 803,164,902.33 - Rp\ 802,877,772.36 / Rp\ 803,164,902.33) \times 100\%) = 0,35\%$$

Efesiensi waktu dan biaya proyek merupakan perbandingan waktu biaya awal rencana dengan waktu biaya yang telah dilakukan perceptan maka demikian didapat efesiensi waktu 19 hari atau (14%) lebih cepat dari durasi normal dan untuk efesiensi biaya proyek sebesar Rp 0,287,129.97 (0,35%).

KESIMPULAN

Percepatan yang dilakukan dengan bantuan *Microsoft Project* terdapat 18 kegiatan pekerjaan yang masuk kedalam lintasan kritis yaitu Pek. Besi Beton Tie Beam, Pek. Beton K-300 Lt1, Pek. Besi Beton Lt.1, Pek. Bekisting Kolom Lt1, Pek. Tanah Urug Peninggian Lantai T = 45 Cm Dalam Bangunan, Pek Pasir Urug Diatas Tanah Urug T= 10 Cm Dalam Bangunan, Pek. Besi Wiremesh M-8 Cor Beton Lantai Dasar, Pek. Besi Beton Cor Beton Lanai Dasar, Pek. Besi Beton Kolom Lt 2, Pek. Bekisting Kolom Lt2, Pek. Beton K-300 Balok Lt2, Pek. Besi Beton Balok Lt2, Pek. Bekisting Balok Lt 2, Pek. Beton K-300 Plat Lantai T = 130 Mm, Pek. Besi Beto Plat Lantai T = 130 Mm, Pek. Bekisting Plat Lantai T = 130 Mm, Pek. Besi Beton Plat Canopy Jendela T = 10 cm, Pek. Bekisting Plat Canopy Jendela T = 10 cm.

Percepatan yang dilakukan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* dengan alternatif penambahan jam kerja lembur selama 3 jam didapatkan hasil durasi optimum proyek selama 102 hari kerja atau (14%) lebih cepat dari durasi normal selama 119 hari kerja, dan mendapatkan biaya optimum proyek sebesar Rp 802,877,772.36 dari biaya normal proyek sebesar Rp 803,164,902.33 dengan selisih biaya sebesar Rp 0,287,129.97 atau (0,35%) dari biaya normal proyek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapan terimakasih kepada Pejabat Pembuat Komitmen Rumah Susun dan Rumah Khusus Satuan Kerja Penyediaan Perumahan Provinsi Jawa Barat, telah Memberikan Ijin Untuk Melakukan Pengambilan data, Kepada dosen dan staff administrasi Fakultas Teknik Sipil Universitas Tama Jagakarsa, dan juga seluruh pihak yang terlibat dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. G., & Kurniawan, S. (2022). Analisis Metode Time Cost Trade Pada Pembangunan Perpustakaan IAIN Metro. *Jurnal Jumatisi*, 3(1). <https://doi.org/10.24127/jumatisi.v3i1.3709>
- Arthono, A., Rahayu, D., & Purbakawaca, R. (2024). Analisis Biaya dan Waktu dengan Menggunakan Metode Nilai Hasil (Earned Value) pada Proyek Pembangunan Mako Polres Jakarta Barat. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 8(2), 309–315. <https://doi.org/10.32832/komposit.v8i2.15427>
- Erfaliani, A. P., Pradika, J. D., Hendriyani, I., & Pratiwi, R. (2024). Analisis Waktu dan Biaya pada Proyek Pembangunan Pasar Induk Senaken Kabupaten Paser dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 8(2), 297–308. <https://doi.org/10.32832/komposit.v8i2.15938>
- Hermawan, I. P. Y., Sunatha, I. G. N., Wangsa, A. A. R. R., & Sadewa, K. A. (2023). Analisis Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Dengan Penambahan Jam Kerja (Studi Kasus Pembangunan Lahan Parkir Rumah Sakit Bangil Medika Canti). *Jurnal Unmasmataram*, 17(2), 638–644. <https://journal.unmasmataram.ac.id/index.php/GARA/article/view/467>
- Khabibulloh, M., & Adi, T. J. W. (2022) Optimasi Waktu Dan Biaya (Time Cost Trade Off-TCTO) Menggunakan Particel Swarm Optimization (PSO). *Jurnal Teknik ITS*, 11(3). DOI: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i3.96419>
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep.102/Men/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Malifa, Y., Dundu, A. K. T., & Malingkas, G. Y. (2019). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Kontruksi Menggunakan Metode Crasing (Studi Kasus: Pembangunan Rusun IAIN Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 7(Juni), 681–688. <https://ejournal.unrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/23649>
- Mardiaman, M. (2022). *Perencanaan dan Penjadwalan Kontruksi* (M. Husein Maruapey, Ed.; 1st ed., Vol. 1). KBM Indonesia.

- Mardiaman, M. (2024). *Metodologi Penelitian* (Mardiman, Ed.; 1st ed., Vol. 1). KBM Indonesia.
- Nathasia, C. A., Budiman, J., & Norman. (2022). Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO). *Jurnal Pendidikan Dan Aplikasi Industri*, 9(1), 45–54. <https://doi.org/10.33592/unistek.v9i1.2185>
- Nurafifah, N. M., Dewita, H., & Sembiring, K. (2025). Analisis Waktu pada Pekerjaan Tambahan Proyek Pembangunan Gedung PT. Petrokimia Gresik . *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 9(1), 101–108. <https://doi.org/10.32832/komposit.v9i1.16449>
- Prabowo, P. P., Apriliano, D. D., & Mulyono, T. (2023). Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Konstruksi dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Tinggal di Jalan Salak Kota Tegal). *Keteknikan Dan Informatika*, 1(3), 122–132. <https://ejournal.erliterasi.com/index.php/erasain/article/view/85/71>
- Riza, M. N., & Witjaksana, B. (2022). Analisis Biaya dan Waktu dengan Menggunakan Metode least Cost Analysis Proyek Pembangunan Gedung Ruang Kelas Baru MAN Kota Surabaya. *Jurnal Kacapuri*, 5(1). <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jurnalkacapuri/article/view/7560/4025>
- Silalahi, Y. I., Masthura, L., & Fahriana, N. (2023). Analisis Faktor - Faktor Penentu Keberhasilan Proyek Konstruksi Berdasarkan Mutu, Biaya dan Waktu. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 7(2), 233–240. <https://doi.org/10.32832/komposit.v7i2.14240>
- Sulistyo, A. B., Kusdianto, A., & Wirawati, S. M. (2023). Analisis Manajemen Proyek dengan Sistem Umbrella Contract Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus: PT Jaya Inti Teklindo). *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri*, XVII(1), 43–57. <https://www.academia.edu/download/107118745/17528-58446-1>
- Sunathan, I. G. N., Praguningrum, T. I., & Nata, I. P. S. C. P. (2023). Analisis Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Berbasis Microsoft Projek (Studi Kasus: Pembangunan Renovasi Hotel Laguna Resort and Spa Nusa Dua). *Ganec Swara*, 17(2), 594–601. <https://doi.org/10.35327/gara.v17i2.461>