

## Penerapan Metode *Time-Cost Trade-Off* dalam Optimalisasi Biaya dan Jadwal Proyek Laboratorium Dasar Universitas Samudra

Nurazizah<sup>1</sup>, Firdasari<sup>2</sup>, Meilandy Purwandito<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Indonesia  
E-mail: ajizahzie1203@gmail.com

DOI: 10.38043/telsinas.v6i1.4489	Received: 20 Maret 2023	Accepted: 12 April 2023	Publish: 25 April 2023
----------------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------

**ABSTRAK:** Pelaksanaan proyek konstruksi pada pembangunan Gedung Laboratorium Dasar Universitas Samudra mengalami perubahan desain karena penyesuaian kondisi dan kebutuhan lapangan sehingga terdapat deviasi jadwal pekerjaan antara rencana dan pelaksanaan pada proyek tersebut. Untuk mencapai target sesuai jadwal dan menghindari keterlambatan dapat dilakukan percepatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu dan biaya yang diperlukan untuk percepatan melalui penjadwalan ulang. Pendekatan *Time Cost Trade Off* digunakan, dengan mempertimbangkan opsi seperti lembur dan tenaga kerja tambahan. Berdasarkan temuan penelitian dan perhitungan, penambahan jam lembur 4 jam per hari dapat mengurangi waktu penyelesaian proyek dari yang direncanakan 32 hari menjadi 23 hari dan mengalami peningkatan sebesar 7.294.194.057,00 sedangkan pada penambahan tenaga kerja sebanyak 41 orang dapat diselesaikan dalam kurun waktu 25 hari dari 32 hari rencana penyelesaian proyek dan mengeluarkan biaya lebih sedikit yaitu Rp.118.314.967,00. Sehingga pemilihan metode *Time Cost Trade Off* yang lebih efektif untuk penyelesaian proyek adalah penambahan tenaga kerja.

**Kata Kunci:** Proyek Konstruksi; *Scheduling*; *Time Cost Trade Off*.

**ABSTRACT:** The implementation of the construction project in the construction of the Samudra University Basic Laboratory Building underwent a design change due to adjustments to field conditions and needs so that there was a deviation in the work schedule between the plan and implementation of the project. To achieve the target on schedule and avoid delays, acceleration can be implemented. This study aims to determine the required time and cost for acceleration through rescheduling. The *Time Cost Trade Off* approach is used, considering options such as overtime and additional labor. Based on the research findings and calculations, adding 4 hours of overtime per day can reduce the project completion time from the planned 32 days to 23 days and has increased by 7,294,194,057.00 while the additional workforce of 41 people can completed within 25 days of the 32 days project completion plan and cost less, namely Rp.118,314,967.00. So, the choice of a more effective TCPO method for project completion is the addition of manpower.

**Keywords:** *Construction Project*; *Scheduling*; *Time Cost Trade-Off*.

### I. PENDAHULUAN

Jasa konstruksi telah berkembang pesat dari waktu ke waktu, menuntut efektivitas, efisiensi, akurasi, dan efektivitas biaya dalam industri yang sangat kompetitif. Dalam konteks ini, pembangunan nasional memainkan peran penting dalam persaingan. Waktu, biaya, dan kualitas adalah persyaratan penting untuk pengembangan proyek yang berhasil (Soeharto, 1999). Namun, karena meningkatnya jumlah proyek konstruksi, sering terjadi keterlambatan dan ketidaksesuaian antara rencana dan pelaksanaan. Hal ini menyebabkan waktu implementasi yang lebih lama dan biaya yang lebih rendah, yang disebabkan oleh perubahan desain, kondisi proyek, masalah terkait cuaca, sumber daya yang terbatas, dan kekurangan peralatan (Fachrunia, 2022).

Dalam mencapai target sesuai rencana agar tidak mengalami keterlambatan dapat diatasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya. Namun, untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan, penting untuk mempertimbangkan aspek pembiayaan saat mengambil keputusan, sehingga hasil yang diinginkan dapat dicapai dalam waktu sesingkat mungkin dengan biaya serendah mungkin tanpa harus mengesampingkan mutu sesuai standart yang diinginkan (Anasari, 2022).

Untuk mengatasi terjadinya keterlambatan waktu dalam proyek, ada beberapa cara untuk mengatasi masalahnya, seperti menambah pekerja, memperpanjang jam kerja, dan memanfaatkan alat dan fasilitas yang memadai (Adadiyah, 2021). Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Dasar Universitas

Samudra berlokasi di Jl. Prof Dr Syarief Thayeb, Meurandeh, Langsa-Aceh. Proyek ini dijadwalkan mulai pada 13 Juni 2022 dan selesai pada 29 Desember 2022. Namun dalam proses pelaksanaannya terjadi keterlambatan sebesar 5,45% dimana tahap pekerjaannya sudah sampai pada pemasangan bata di lantai 3 pada minggu ke-24. Menambahkan jam tambahan dianggap sebagai pilihan untuk mempercepat kegiatan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan *Time Cost Trade Off* dengan mempertimbangkan alternatif seperti jam lembur dan penambahan tenaga kerja.

## II. LANDASAN TEORI

### Pengertian Optimasi

Optimalisasi adalah proses pencarian satu atau lebih solusi yang berhubungan dengan nilai fungsi tujuan untuk mendapatkan nilai optimal dalam suatu masalah yang diberikan (Chabibah, 2015). Bisa juga dilihat sebagai upaya mencari nilai terbaik (maksimal atau minimal) tergantung tujuan atau sasaran yang diinginkan. Jika tujuannya adalah untuk mencari nilai maksimum, maka dalam model mematakannya berupa maksimasi. Begitu juga sebaliknya jika tujuan optimasi adalah untuk mencari nilai minimum, maka model matematikanya berupa minimasi (Kharismawan, 2010).

Optimasi dalam penelitian ini bertujuan untuk mencari percepatan durasi proyek yang paling optimal dari beberapa alternatif, dengan mempertimbangkan biaya. Dalam hal ini, optimasi dapat berarti mencari nilai maksimum untuk percepatan waktu dan nilai minimum untuk biaya.

### Proyek dan Manajemen Proyek

Proyek adalah tugas yang harus direncanakan untuk mencapai tujuan yang jelas dan diselesaikan dalam waktu tertentu dengan sumber daya yang terbatas. Dalam proyek, kita menggunakan tenaga kerja dan alat-alat yang tersedia untuk mencapai hasil yang diinginkan. Proyek ini bisa berupa pembangunan infrastruktur, pengembangan produk, atau pengimplementasian sistem baru. Penting untuk merumuskan proyek dengan baik agar dapat mengelola sumber daya dengan efisien dan mencapai hasil yang diharapkan (Dimiyati dan Nurjaman, 2016). Keberhasilan proyek dapat diukur dengan mempertimbangkan tiga faktor utama yang saling berpengaruh, yaitu waktu, biaya, dan mutu. Ketiga faktor ini sering disebut sebagai segitiga pembatas proyek. Waktu mengacu pada jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Biaya merujuk pada anggaran yang dialokasikan untuk proyek. Mutu mencerminkan standar kualitas yang harus dicapai dalam proyek. Ketika mengelola proyek, penting untuk menjaga keseimbangan antara ketiga faktor ini agar proyek dapat sukses. Jika salah satu faktor mengalami perubahan, faktor lainnya mungkin juga terpengaruh. Oleh karena itu, perencanaan yang baik dan pengelolaan yang efektif diperlukan untuk mencapai tujuan proyek dengan mempertimbangkan segitiga pembatas ini (Ni Luh Made, 2022).

Manajemen proyek adalah penggunaan pengetahuan, keterampilan, dan teknik untuk mengelola kegiatan proyek dan mencapai tujuan proyek. Ini melibatkan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan pengendalian proyek untuk memenuhi kebutuhan yang ditetapkan. Manajemen proyek melibatkan identifikasi risiko, alokasi sumber daya, pengaturan jadwal, dan komunikasi yang efektif. Tujuan utama manajemen proyek adalah mencapai hasil yang diinginkan dalam batas waktu, anggaran, dan spesifikasi yang ditetapkan. Manajer proyek bertanggung jawab untuk memimpin tim proyek, mengoordinasikan aktivitas, dan mengatasi hambatan yang mungkin timbul selama proyek berlangsung. Dengan manajemen proyek yang efektif, proyek dapat diselesaikan dengan sukses dan memberikan nilai yang diharapkan (Ramadhan, 2018). Manajemen proyek melibatkan serangkaian tahapan proses yang mencakup gagasan, perencanaan, pelaksanaan, memantau dan kontrol, serta penutupan proyek. Tahap awal adalah mengembangkan gagasan proyek, yang melibatkan identifikasi masalah atau peluang yang perlu dipecahkan atau dimanfaatkan. Setelah itu, dilakukan perencanaan yang melibatkan penentuan tujuan, jadwal, anggaran, dan sumber daya yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek. Tahap pelaksanaan melibatkan implementasi rencana dengan melibatkan tim dan melaksanakan tugas yang telah ditetapkan. Selanjutnya, tahap memantau dan kontrol digunakan untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana dan mengatasi masalah yang muncul selama proses. Terakhir, tahap penutupan melibatkan menyelesaikan semua tugas proyek, mengevaluasi hasilnya, dan mengambil langkah-langkah

untuk mengakhiri proyek secara keseluruhan. Dengan mengikuti tahapan ini, manajemen proyek dapat membantu memastikan keberhasilan proyek dan mencapai tujuan yang ditetapkan (Arganata, 2019).

### **Percepatan Penyelesaian Pelaksanaan Proyek**

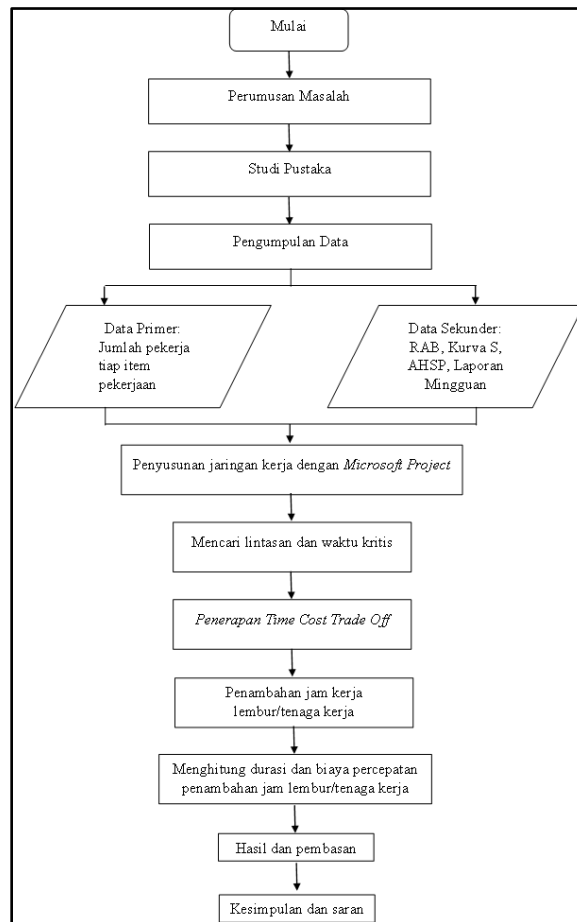
Percepatan proyek konstruksi adalah cara untuk menyelesaikan proyek lebih cepat dari yang telah ditetapkan. Crash Program adalah metode yang digunakan untuk mempercepat penyelesaian proyek. Dalam percepatan proyek ini, waktu yang dibutuhkan untuk aktivitas tertentu akan dikurangi. Namun, ada batasan waktu di mana pengurangan lebih lanjut tidak akan efektif (Wisudanto, 2012).

Pengaturan waktu atau penjadwalan adalah bagian penting dalam menjalankan suatu proyek. Hal ini bertujuan agar proyek dapat berjalan dengan efektif dan tanpa hambatan. Pihak yang bertanggung jawab dalam proyek biasanya membuat jadwal waktu atau time schedule sebagai panduan. Dalam jadwal tersebut, setiap kegiatan yang terlibat dalam proyek akan diberi waktu yang spesifik. Dengan demikian, semua pihak yang terlibat dapat mengatur waktu mereka dengan baik dan bekerja sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Pengaturan waktu yang baik akan membantu meminimalkan risiko keterlambatan dan memastikan proyek selesai tepat waktu. (Priyo, 2018)

Untuk mempercepat kemajuan suatu proyek, ada beberapa teknik yang dapat digunakan. Pertama, penggunaan shift pekerjaan dapat mengurangi risiko kelelahan dan keterlambatan. Dengan membagi tenaga kerja menjadi beberapa kelompok yang berganti shift, pekerja dapat bekerja lebih efisien tanpa harus lembur terlalu banyak. Kedua, memperpanjang waktu kerja atau melakukan lembur juga dapat mempercepat penyelesaian proyek. Dengan bekerja lebih dari jam yang dijadwalkan, produktivitas per hari dapat meningkat sehingga proyek dapat diselesaikan lebih cepat. Perhitungan upah lembur mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 35/2021 (Menteri Tenaga, 2021).

Selanjutnya, penggunaan alat bantu atau instrumen yang lebih efisien juga dapat membantu mempercepat kemajuan proyek. Dengan menggunakan alat yang tepat, pekerjaan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efektif (Prameswari, 2021). Terakhir, menambah jumlah pekerja juga dapat menjadi solusi untuk mempercepat proyek. Dengan memiliki lebih banyak tenaga kerja, pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat. Dengan menerapkan teknik-teknik ini, diharapkan proyek dapat diselesaikan lebih cepat dan efisien. Namun, perlu diperhatikan juga bahwa penggunaan teknik ini harus disesuaikan dengan kebutuhan dan ketersediaan sumber daya yang ada.

### III. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menggambarkan tahapan analisa data dengan penyusunan aliran kerja disusun menggunakan Microsoft Project untuk mencari lintasan dan waktu kritis. Setelah itu, TCTO diimplementasikan dengan dua opsi, menambah jam kerja lembur dan menambah tenaga kerja. Kemudian menghitung durasi dan biaya percepatan untuk mengetahui alternatif mana yang digunakan.

Jalur kritis adalah serangkaian pekerjaan yang memiliki dampak signifikan terhadap proyek secara keseluruhan. Pekerjaan di jalur kritis perlu dipercepat agar tidak menghambat progres pekerjaan lainnya. Dengan mempercepat pekerjaan di jalur kritis, aktivitas lainnya juga akan terakselerasi, sehingga proyek dapat diselesaikan lebih cepat. Hal ini penting untuk menghindari keterlambatan dan memastikan proyek berjalan sesuai jadwal. Fokus pada pekerjaan di jalur kritis akan membantu meminimalkan risiko dan memaksimalkan efisiensi proyek secara keseluruhan (Jayantari, Predana dan Wade, 2022)

#### Prosedur Penelitian

Penelitian dibagi jadi beberapa langkah yaitu:

##### Tahap 1: Perumusan Masalah

Pada tahap pertamayani langkah yang diambil adalah mengidentifikasi masalah yang muncul selama proses proyek.

##### Tahap 2: Studi Pustaka

Langkah berikutnya melakukan kajian literatur untuk mengumpulkan informasi dan melakukan penelitian tentang pokok bahasan adalah penentuan dalam analisa untuk percepatan proyek.

### Tahap 3: Pengumpulan Data

Langkah selanjutnya adalah mendapatkan data pendamping dari kontraktor pelaksana sebagai acuan perhitungan. Data yang diperoleh meliputi RAB (rencana anggaran biaya), KurvaS, daftarhargasatuan Upah, dan Laporan Kemajuan Mingguan. RAB digunakan untuk menunjukkan pengeluaran langsung, sedangkan biaya yang tidak langsung berdasarkan wawancara dengan kontraktor. KurvaS digunakan untuk mengkomunikasikan perubahan waktu pelaksanaan proyek. Daftar Harga Satuan Upah digunakan untuk menghitung biaya tenaga kerja. Laporan Kemajuan Mingguan memberikan informasi tentang perkembangan proyek dari minggu ke minggu.

### Tahap 4: Analisis Data

Durasi normal dan biaya normal dapat ditentukan melalui pengumpulan data. Percepatan durasi diimplementasikan menggunakan 2 alternatif berikut:

#### a. Penambahan Jam Kerja lembur

Salah satu metode untuk mempersingkat durasi merupakan dengan menambah jumlah jam kerja (Lembur) dengan pekerja yang sama. Jam kerja tenaga kerja umumnya 8 jam diawali jam 08.00 serta berakhir jam 17.00 dengan rehat satu jam. Dengan alternatif ini jam lembur di rencanakan menaikkan 4 jam kerja. Hendak tetapi, butuh digaris bawahi kalau kenaikan jam kerja tambahan dapat menyebabkan penurunan produktivitas pekerja. Koefisien penurunan produktivitas dapat diperkirakan dengan menggunakan grafik untuk menggambarkan koefisien penurunan produktivitas yang disebabkan oleh kerja lembur (Pada Gambar 2.5).

Adapun prosedur untuk mengcrashing pekerjaan sebagai berikut:

Untuk menghitung produktivitas harian menggunakan persamaan (1), untuk menghitung produktivitas per jam menggunakan persamaan (2) dan untuk menghitung produktivitas harian sesudah crash menggunakan persamaan (3).

#### Menghitung Crash Duration

$$\frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash}} \dots\dots\dots(4)$$

Menghitung biaya tambahan pekerja, untuk tenaga kerja lembur memperoleh 1,5 kali pendapatan per jam standar mereka untuk jam awal lembur serta 2 kali upah normal mereka untuk jam kedua. Hal ini sesuai keputusan Menteri Tenaga Kerja serta Transmigrasi Indonesia (Kep. 102/MEN/VI/2004) bahwa upah lembur bervariasi.

Perhitungan biaya tambahan dapat diringkas sebagai berikut:

a) Upah Normal pekerja perhari  
= Produktivitas harian x harga satuan upah pekerja .....(5)

b) Upah normal perjam  
= Produktivitas per jam x harga satuan upah pekerja .....(6)

c) Upah lembur pekerja  
= 1,5 x upah perjam normal untuk lembur pertama + 2n x upah perjam untuk lembur berikutnya  
n = jumlah pertambahan jam lembur selanjutnya .....(7)

d) Crash cost pekerja per hari  
= Upah harian normal + Upah lembur .....(8)

e) Crash cost total  
= Crash cost per hari x crash duration .....(9)

f) Menghitung nilai cost slope menggunakan persamaan .....(10)

b. Penambahan Tenaga Kerja

Opsi alternatif kedua selanjutnya untuk mempersingkat waktu proyek adalah dengan memperbanyak tenaga kerja. Terdapatnya penambahan pekerja membuat produktivitas tenaga kerja ekstra. Berikut prosedur untuk men-crash sebagai berikut:

1) Menentukan jumlah penambahan tenaga kerja sebanyak 20% dari jumlah tenaga kerja normal

2) Menghitung produktivitas harian menggunakan persamaan (1)

3) Menghitung produktivitas sesudah crashing

$$\frac{\text{prod.Normal}(\text{total pekerja normal} + \text{total penambahan 20\%})}{\text{Total pekerja normal}} \dots\dots\dots(11)$$

4) Menghitung crash duration menggunakan persamaan .....(12)

5) Menghitung biaya tambahan pekerja.

Adapun perhitungan biaya tambahan pekerja dirumuskan sebagai berikut:

- Upah harian normal menggunakan persamaan .....(13)

- Total Penambahan Upah

= jumlah penambahan pekerja x upah harian normal .....(14)

- Menghitung crash cost

= Normal Cost + (Total penambahan upah x crash duration) .....(15)

6) Menghitung Cost Slope menggunakan persamaan

**Tahap 5: Penerapan Time Cost Trade Off**

Setelah cost slope diperoleh, langkah berikutnya adalah melakukan penyusutan waktu kegiatan. Proses ini dilakukan dengan mempersingkat durasi kegiatan-kegiatan pada jalur utama proyek, dimulai dari yang memiliki biaya terendah dan diakhiri dengan yang biayanya lebih tinggi.

**Tahap 6: Pembahasan**

Setelah rencana terbentuk, langkah berikutnya adalah menghitung total waktu dan biaya untuk kedua opsi percepatan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Pendekatan ini sangat efisien dalam mengelola waktu dan biaya. Dengan pengurangan waktu yang terjadi, biaya langsung cenderung meningkat.

**Tahap 7: Membandingkan antara Biaya Percepatan dengan pembayaran kompensasi/denda**

Dalam tahapan ini, dilakukan perbandingan antara biaya untuk melakukan percepatan dalam penyelesaian proyek menggunakan metode trade-off antara waktu dan biaya dengan biaya akibat keterlambatan proyek. Pendekatan time cost trade off juga membantu dalam menentukan durasi dan biaya maksimal yang dapat diterima.

**Tahap 8: Kesimpulan**

Kesimpulan merupakan langkah akhir dalam penelitian ini berdasarkan hasil analisis, yang akan menjadi gambaran penilaian atas permasalahan yang muncul dalam penelitian ini.

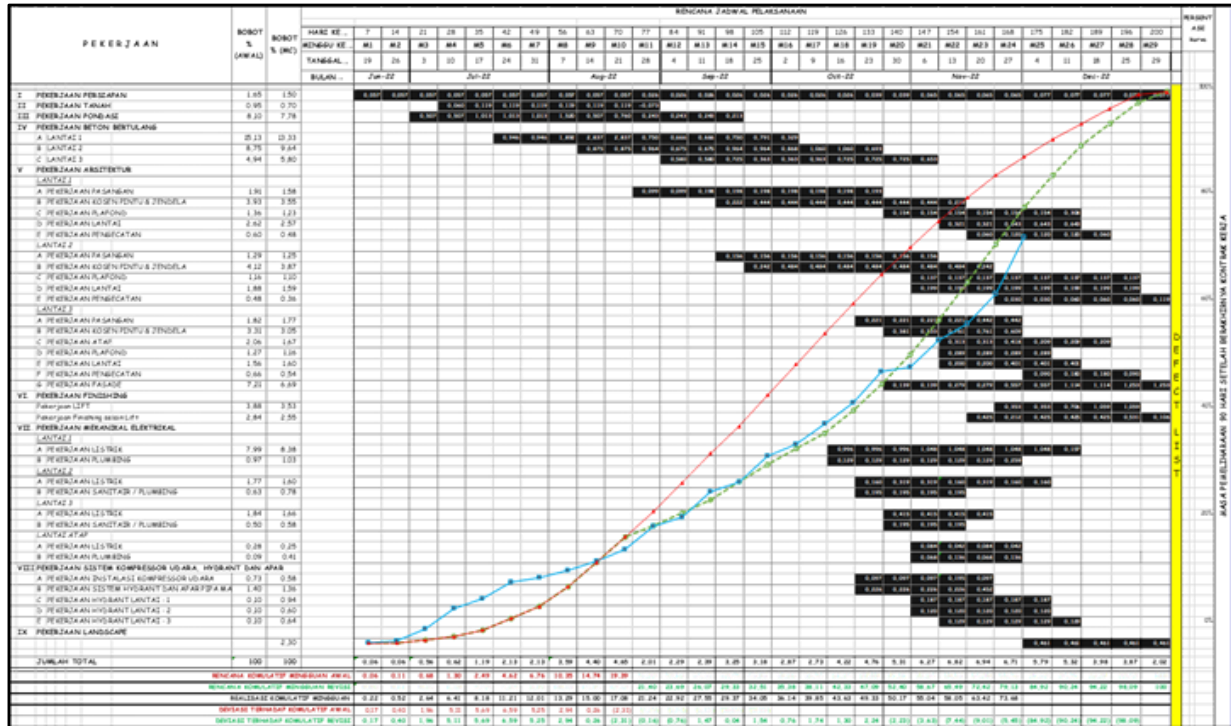
**IV. PEMBAHASAN**

Bangunan Gedung Laboratorium Dasar Universitas Samudra adalah yang menjadi objek dalam penelitian ini. Proyek ini dilaksanakan dengan waktu rencana kerja selama 200 hari (13 Juni 2022 – 29 Desember 2022) dengan nilai proyek sebesar Rp.23.700.000.000,- Berdasarkan hasil pengambilan data

berupa Rencana anggaran biaya, Schedule awal proyek, laporan mingguan, sisa anggaran dana, dan kondisi eksisting.

**Rescheduling Untuk Waktu Normal Akibat Keterlambatan 5,45%**

Pada proyek ini terjadi keterlambatan pelaksanaan sebesar 5,45% terhadap bobot perencanaan, oleh karena itu dilakukan rescheduling untuk melihat apakah durasi waktu pekerjaan bertambah atau tidak. Kurva S rescheduling dengan keterlambatan 5,45% dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Kurva S

**Penambahan Jam Kerja Lembur**

Percepatan durasi alternatif ini dilakukan dengan menambah jam kerja sebanyak 4 jam kerja lembur terhadap tenaga kerja yang sama tanpa menambah atau mengganti tenaga kerja.

**Penambahan Jumlah Tenaga Kerja**

Tenaga kerja di proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Dasar Universitas Samudra bekerja mulai dari pukul 08.00-12.00 dan dilanjutkan kembali pukul 13.00-17.30 (8,5 jam/hari). Mengingat lokasi proyek yang tidak terlalu luas, penelitian ini menggunakan asumsi penambahan tenaga kerja sebesar 20% dari tenaga kerja biasa.

Tabel 1. Biaya Total Untuk Penambahan Jam Kerja Lembur

No	Item Pekerjaan	Normal Durasi	Crash Durasi	Total Crash	Total Durasi Proyek	Cost Slope	Tambahan Biaya	Kumulatif Tambahan Biaya	Biaya Langsung
I	<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR</b>								
	<b>LANTAI 1</b>								
	A PEKERJAAN PASANGAN	56	40	16	117	Rp 15.550.199,47	Rp 248.803.191,44	Rp 248.803.191,44	Rp 23.948.803.191
	B PEKERJAAN KOSEN PINTU & JENDELA	57	41	16	138	Rp 4.259.358,29	Rp 68.149.732,62	Rp 316.952.924,06	Rp 24.016.952.924
	C PEKERJAAN PLAFOND	42	30	12	170	Rp 1.134.033,68	Rp 13.608.404,12	Rp 330.561.328,19	Rp 24.030.561.328
	D PEKERJAAN LANTAI	28	20	8	174	Rp 11.623.092,57	Rp 92.984.740,58	Rp 423.546.068,76	Rp 24.123.546.069
	E PEKERJAAN PENGECATAN	28	20	8	181	Rp 251.903,08	Rp 2.015.224,64	Rp 425.561.293,40	Rp 24.125.561.293
	<b>LANTAI 2</b>								
	A PEKERJAAN PASANGAN	49	35	14	133	Rp 9.630.814,99	Rp 134.831.409,89	Rp 560.392.703,29	Rp 24.260.392.703
	B PEKERJAAN KOSEN PINTU & JENDELA	56	40	16	145	Rp 3.046.122,99	Rp 48.737.967,91	Rp 609.130.671,20	Rp 24.309.130.671
	C PEKERJAAN PLAFOND	49	35	14	182	Rp 848.389,21	Rp 11.877.449,00	Rp 621.008.120,20	Rp 24.321.008.120
	D PEKERJAAN LANTAI	49	35	14	182	Rp 3.479.423,66	Rp 48.711.931,28	Rp 669.720.051,48	Rp 24.369.720.051
	E PEKERJAAN PENGECATAN	32	23	9	191	Rp 646.941,74	Rp 5.822.475,70	Rp 675.542.527,17	Rp 24.375.542.527
	<b>LANTAI 3</b>								
	A PEKERJAAN PASANGAN	35	25	10	158	Rp 9.182.013,54	Rp 91.820.135,41	Rp 767.362.662,58	Rp 24.467.362.663
	B PEKERJAAN KOSEN PINTU & JENDELA	28	20	8	160	Rp 7.411.764,71	Rp 59.294.117,65	Rp 826.656.780,23	Rp 24.526.656.780
	C PEKERJAAN ATAP	35	25	10	179	Rp 5.001.043,69	Rp 50.010.436,92	Rp 876.667.217,15	Rp 24.576.667.217
	D PEKERJAAN PLAFOND	21	15	6	169	Rp 2.167.161,08	Rp 13.002.966,47	Rp 889.670.183,62	Rp 24.589.670.184
	E PEKERJAAN LANTAI	28	20	8	174	Rp 5.138.126,37	Rp 41.105.010,96	Rp 930.775.194,58	Rp 24.630.775.195
	F PEKERJAAN PENGECATAN	21	15	6	190	Rp 2.482.031,13	Rp 14.892.186,78	Rp 945.667.381,35	Rp 24.645.667.381
	G PEKERJAAN FASADE	63	45	18	182	Rp 3.597.669,32	Rp 64.758.047,82	Rp 1.010.425.429,17	Rp 24.710.425.429
II	<b>PEKERJAAN FINISHING</b>								
	PEKERJAAN FINISHING SELAIN LIFT	42	30	12	188	Rp 3.644.331,33	Rp 43.731.976,00	Rp 1.054.157.405,17	Rp 24.754.157.405
III	<b>PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL</b>								
	<b>LANTAI 1</b>								
	A PEKERJAAN LISTRIK	56	40	16	166	Rp 94.694.943,54	Rp 1.515.119.096,62	Rp 2.569.276.501,80	Rp 27.323.433.907
	B PEKERJAAN PLUMBING	47	34	13	155	Rp 16.132.216,54	Rp 209.718.815,04	Rp 2.778.995.316,84	Rp 30.102.429.224
	<b>LANTAI 2</b>								
	A PEKERJAAN LISTRIK	43	30	13	162	Rp 29.138.161,71	Rp 378.796.102,28	Rp 3.157.791.419,11	Rp 30.481.225.326
	B PEKERJAAN SANITAIR / PLUMBING	28	20	8	142	Rp 3.520.850,12	Rp 28.166.800,97	Rp 3.185.958.220,09	Rp 30.509.392.127
	<b>LANTAI 3</b>								
	A PEKERJAAN LISTRIK	21	15	6	148	Rp 21.391.095,83	Rp 128.346.574,98	Rp 3.314.304.795,06	Rp 30.637.738.702
	B PEKERJAAN SANITAIR / PLUMBING	14	10	4	142	Rp 1.688.603,55	Rp 6.754.414,20	Rp 3.321.059.209,26	Rp 30.644.493.116
	<b>LANTAI ATAP</b>								
	A PEKERJAAN LISTRIK	21	15	6	162	Rp 49.453.391,30	Rp 296.720.347,83	Rp 3.617.779.557,08	Rp 30.941.213.464
	B PEKERJAAN PLUMBING	21	15	6	162	Rp 496.765,46	Rp 2.980.592,75	Rp 3.620.760.149,83	Rp 30.944.194.057

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 2. Biaya Total Untuk Penambahan Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan	Normal Durasi	Crash Durasi	Total Crash	Total Durasi Proyek	Cost Slope	Tambahan Biaya	Kumulatif Tambahan Biaya	Biaya Langsung
I	<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR</b>								
	<b>LANTAI 1</b>								
	A PEKERJAAN PASANGAN	56	48	8	125	Rp 1.342.740,00	Rp 10.741.920,00	Rp 10.741.920,00	Rp 23.710.741.920
	B PEKERJAAN KOSEN PINTU & JENDELA	57	48	9	138	Rp 75.191,63	Rp 676.724,68	Rp 11.418.644,68	Rp 23.711.418.645
	C PEKERJAAN PLAFOND	42	35	7	175	Rp 509.110,00	Rp 3.563.770,00	Rp 14.982.414,68	Rp 23.714.982.415
	D PEKERJAAN LANTAI	28	22	6	176	Rp 820.563,33	Rp 4.923.380,00	Rp 19.905.794,68	Rp 23.719.905.795
	E PEKERJAAN PENGECATAN	28	22	6	183	Rp 373.347,33	Rp 2.240.084,00	Rp 22.145.878,68	Rp 23.722.145.879
	<b>LANTAI 2</b>								
	A PEKERJAAN PASANGAN	49	41	8	139	Rp 1.146.923,75	Rp 9.175.390,00	Rp 31.321.268,68	Rp 23.731.321.269
	B PEKERJAAN KOSEN PINTU & JENDELA	56	47	9	152	Rp 531.737,11	Rp 4.785.634,00	Rp 36.106.902,68	Rp 23.736.106.903
	C PEKERJAAN PLAFOND	49	41	8	188	Rp 521.837,75	Rp 4.174.702,00	Rp 40.281.604,68	Rp 23.740.281.605
	D PEKERJAAN LANTAI	49	40	9	187	Rp 994.622,22	Rp 8.951.600,00	Rp 49.233.204,68	Rp 23.749.233.205
	E PEKERJAAN PENGECATAN	32	26	6	191	Rp 441.228,67	Rp 2.647.372,00	Rp 51.880.576,68	Rp 23.751.880.577
	<b>LANTAI 3</b>								
	A PEKERJAAN PASANGAN	35	28	7	161	Rp 1.513.713,60	Rp 10.595.995,20	Rp 62.476.571,88	Rp 23.762.476.572
	B PEKERJAAN KOSEN PINTU & JENDELA	28	23	5	163	Rp 468.381,20	Rp 2.341.906,00	Rp 64.818.477,88	Rp 23.764.818.478
	C PEKERJAAN ATAP	35	29	6	183	Rp 492.139,67	Rp 2.952.838,00	Rp 67.771.315,88	Rp 23.767.771.316
	D PEKERJAAN PLAFOND	21	18	3	172	Rp 731.808,00	Rp 2.195.424,00	Rp 69.966.739,88	Rp 23.769.966.740
	E PEKERJAAN LANTAI	28	23	5	177	Rp 1.029.434,00	Rp 5.147.170,00	Rp 75.113.909,88	Rp 23.775.113.910
	F PEKERJAAN PENGECATAN	21	18	3	193	Rp 610.932,00	Rp 1.832.796,00	Rp 76.946.705,88	Rp 23.776.946.706
	G PEKERJAAN FASADE	63	52	11	189	Rp 481.340,36	Rp 5.294.744,00	Rp 82.241.449,88	Rp 23.782.241.450
II	<b>PEKERJAAN FINISHING</b>								
	PEKERJAAN FINISHING SELAIN LIFT	42	34	8	192	Rp 951.107,50	Rp 7.608.860,00	Rp 89.850.309,88	Rp 23.789.850.310
III	<b>PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL</b>								
	<b>LANTAI 1</b>								
	A PEKERJAAN LISTRIK	56	46	10	172	Rp 468.381,20	Rp 4.683.812,00	Rp 94.534.121,88	Rp 23.794.534.122
	B PEKERJAAN PLUMBING	47	36	11	157	Rp 399.168,00	Rp 4.390.848,00	Rp 98.924.969,88	Rp 23.798.924.970
	<b>LANTAI 2</b>								
	A PEKERJAAN LISTRIK	43	35	8	167	Rp 445.471,25	Rp 3.563.770,00	Rp 102.488.739,88	Rp 23.802.488.740
	B PEKERJAAN SANITAIR / PLUMBING	42	23	19	135	Rp 561.052,80	Rp 10.660.003,20	Rp 113.148.743,08	Rp 23.813.148.743
	<b>LANTAI 3</b>								
	A PEKERJAAN LISTRIK	21	16	5	156	Rp 325.830,40	Rp 1.629.152,00	Rp 114.777.895,08	Rp 23.814.777.895
	B PEKERJAAN SANITAIR / PLUMBING	14	11	3	151	Rp 447.216,00	Rp 1.341.648,00	Rp 116.119.543,08	Rp 23.816.119.543
	<b>LANTAI ATAP</b>								
	A PEKERJAAN LISTRIK	21	18	3	165	Rp 610.932,00	Rp 1.832.796,00	Rp 117.952.339,08	Rp 23.817.952.339
	B PEKERJAAN PLUMBING	21	18	3	165	Rp 731.808,00	Rp 2.195.424,00	Rp 120.147.763,08	Rp 23.818.314.967

(Sumber : Hasil Penelitian)

## Perbandingan Skenario



Pada penelitian ini dianalisis pada minggu ke-25 waktu yang sudah terpakai sebanyak 168 hari sehingga sisa durasi dalam penyelesaian proyek tersisa 32 hari. Dikarenakan adanya keterlambatan pelaksanaan proyek maka selisih durasi keterlambatan sebesar 11 hari dari durasi normal. Dari data progres time schedule diketahui jika proyek tetap dilaksanakan maka membutuhkan waktu 211 hari kerja untuk proyek tersebut selesai dan kontraktor diharuskan membayar denda atas keterlambatan tersebut.

Tabel 3. Rekapitulasi perbandingan durasi biaya dan jadwal

	Durasi	Biaya Percepatan	Total Biaya	Denda
Dikerjakan Normal	32 hari	-	Rp. 23.700.000.000	Rp. 260.700.000
Skenario 1	23 hari	Rp. 7.294.194.057,00	Rp. 30.994.194.057,00	-
Skenario 2	25 hari	Rp.118.314.967,00	Rp. 23.818.314.967	-

Durasi pelaksanaan setelah percepatan menggunakan metode Time Cost Trade Off pada proyek pembangunan Gedung Laboratorium Universitas Samudra didapatkan pada alternatif 1 atau penambahan 4 jam kerja lembur proyek dapat diselesaikan dalam kurun waktu 23 hari dari 32 hari rencana penyelesaian dan mengalami peningkatan sebesar Rp. 7.294.194.057,00 Pada alternatif 2 atau penambahan tenaga kerja dapat diselesaikan dalam kurun waktu 25 hari dari 32 hari rencana penyelesaian proyek dan mengeluarkan biaya lebih sedikit yaitu Rp.118.314.967,00. Pemilihan alternatif skenario yang lebih efektif untuk penyelesaian proyek adalah alternatif 2.

## V. KESIMPULAN

Durasi pelaksanaan setelah percepatan menggunakan metode Time Cost Trade Off pada proyek pembangunan Gedung Laboratorium Universitas Samudra didapatkan pada alternatif 1 atau penambahan 4 jam kerja lembur proyek dapat diselesaikan dalam kurun waktu 23 hari dari 32 hari rencana penyelesaian dan mengalami peningkatan sebesar Rp. 7.294.194.057,00 Pada alternatif 2 atau penambahan tenaga kerja dapat diselesaikan dalam kurun waktu 25 hari dari 32 hari rencana penyelesaian proyek dan mengeluarkan biaya lebih sedikit yaitu Rp.118.314.967,00. Pemilihan alternatif skenario yang lebih efektif untuk penyelesaian proyek adalah alternatif 2.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adadiyah, K. (2021) *Analisis Kelayakan Investasi Pembangunan Perumahan pada Kawasan Siap Bangun*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [2] Anasari, S. (2022) *Evaluasi Pengendalian Biaya dan Jadwal Proyek (Scheduling) Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Rumah Sakit Umum Daerah DR. Saiful Anwar Malang*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [3] Arganata, R.A. (2019) *Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (Time Cost Trade Off) untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Pekerjaan Gerbang Tol Probolinggo Timur*.
- [4] Chabibah, S.A.N. (2015) 'Penerapan Time Cost Trade Off dalam Optimalisasi Biaya dan Waktu Terhadap Perbandingan Penambahan Tenaga Kerja dan Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Kelurahan Ketelan, Surakarta)'.
- [5] Dimiyati, H. and Nurjaman, K. (2016) *Manajemen Proyek*. 2nd edn. Bandung: Pustaka Setia.
- [6] Fachrunia, L. (2022) *Analisis Evaluasi Penyelesaian Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit Islam UNISMA Malang*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [7] Jayantari, M.W., Predana, I.M.A. and Wade, Y.R. (2022) 'Analisis Biaya Serta Percepatan Durasi Proyek Menggunakan Metode Crashing dengan Sistem Waktu Gilir Kerja dan Lembur (Studi Kasus: Puskesmas Wolowaru, Kabupaten Ende)', *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, 1(1), pp. 20–26. Available at: <https://doi.org/10.38043/reinforcement.v1i1.4098>.
- [8] Kharismawan, N.A. (2010) *Pengendalian Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off (studi kasus : Proyek Pembangunan Gedung Satpas Polres Banyuwangi)*. Malang: Universitas

- Muhammadiyah Malang.
- [9] Menteri Tenaga (2021) *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2021*.
  - [10] Ni Luh Made, A.M.P. (2022) 'Komitmen Manajer Proyek Terhadap Keberhasilan Proyek Konstruksi Gedung di Wilayah Perkotaan Sarbagita', *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, 4(1), pp. 1–5. Available at: <https://doi.org/10.38043/telsinas.v4i1.2882>.
  - [11] Prameswari, S.S. (2021) 'Analisis Keterlambatan Pada Proyek Konstruksi Jalan Tol Dengan Metode Analisa Faktor (Studi Kasus : Proyek Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 4)', (03), pp. 64–65.
  - [12] Priyo, M. (2018) 'Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olah Raga (Gor)', *Semesta Teknika*, 21(1), pp. 72–84.
  - [13] Ramadhan, H.M. (2018) 'Analisis pengendalian Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Untuk Memaksimalkan Waktu dan Anggaran Biaya pada Perencanaan Pembangunan Neo Condotel by Aston Kota Batu'.
  - [14] Soeharto, I. (1999) *Manajemen Proyek Jilid : (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid 2*. 2nd edn. Jakarta: Erlangga.
  - [15] Wisudanto, A.W. (2012) *Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan pada Proyek Konstruksi Gedung di Kediri Factors Contributing Delay in Building Construction Projects at Kediri*. Kediri: Institut Teknologi Sepuluh Noverber.