



## Optimalisasi Waktu & Biaya Pembangunan Road Elevated Pada Proyek Rancang Bangun Koperbi-Ikn Dengan Re-Engineering

Iwan Ari Setiawan<sup>1</sup>, Kartono Wibowo<sup>2</sup>, M. Faiqun Ni'am<sup>3</sup>

Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang<sup>123</sup>

Received: 07 July 2025  
Revised: 16 July 2025  
Accepted: 23 July 2025

### Abstract

This thesis is titled "Optimization of Time & Cost in Elevated Road Construction for Design and Build Projects KOPERBI-IKN with Re-Engineering." The background of this research focuses on the challenges within the increasingly competitive construction industry, where effectiveness, efficiency, and cost accuracy are essential for project success. The rising number of construction projects often leads to delays and discrepancies between planning and execution, impacting both time and cost. Therefore, this study aims to optimize time and costs in construction projects using a value engineering approach and descriptive quantitative analysis. The research method employed is descriptive quantitative, involving systematic steps to analyze data related to project time and costs. The results indicate fluctuations in the total project cost as the duration of working days is reduced. During the acceleration period from 150 to 143 days, there was a gradual decrease in initial and final costs; however, excessive acceleration can lead to an increase in total costs. Therefore, it is crucial to optimize acceleration by considering effective costs to achieve the desired results.

**Keywords:** Optimization, Time, Cost, Construction, Value Engineering, Project Management, New Capital City.

(\*) Corresponding Author: [iwan\\_arie\\_s27@yahoo.com](mailto:iwan_arie_s27@yahoo.com), [kartono@unissula.ac.id](mailto:kartono@unissula.ac.id), [faiqun@unissula.ac.id](mailto:faiqun@unissula.ac.id)

**How to Cite:** Setiawan, I., Wibowo, K., & Ni'am, M. (2025). Optimalisasi Waktu & Biaya Pembangunan Road Elevated Pada Proyek Rancang Bangun Koperbi-Ikn Dengan Re-Engineering. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(8.D), 78-90. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/11245>.

## PENDAHULUAN

Industri konstruksi yang berkembang pesat menuntut efisiensi waktu, biaya, dan kualitas sebagai indikator utama keberhasilan proyek. Namun, berbagai tantangan seperti perubahan desain, keterbatasan sumber daya, dan kendala teknis sering menyebabkan keterlambatan dan pembengkakan biaya. Rekayasa nilai (value engineering) menawarkan solusi strategis untuk mengoptimalkan efisiensi tanpa mengorbankan mutu, menjadikannya pendekatan penting dalam menyelesaikan proyek secara efektif.

Optimasi waktu dan biaya menjadi kunci keberhasilan proyek dengan memastikan pelaksanaan sesuai kontrak atau lebih cepat tanpa mengurangi mutu pekerjaan. Berbagai strategi, seperti penambahan tenaga kerja dan penggunaan alat yang memadai, efektif dalam mendukung percepatan penyelesaian proyek. Pendekatan sistematis ini juga membantu menghindari potensi denda akibat keterlambatan pekerjaan.

Penelitian ini berfokus pada pembangunan *Road Elevated* di Kompleks Perkantoran Bank Indonesia (KOPERBI) di Ibu Kota Nusantara, yang merupakan bagian dari pekerjaan rancang bangun. Pengendalian waktu dan biaya proyek menjadi sangat penting, terutama dalam menghadapi kendala seperti *Clash Detection*. Rekayasa nilai digunakan untuk mengidentifikasi alternatif desain yang lebih efisien dan hemat biaya.

Penelitian ini bertujuan menganalisis alternatif desain yang mampu mengatasi kendala teknis, menghitung efisiensi waktu dan biaya, serta mengevaluasi biaya siklus hidup dari desain

yang diterapkan. Rumusan masalah mencakup efektivitas rekayasa nilai dalam mempercepat proyek dan mengurangi biaya tanpa mengorbankan standar mutu.

Hasil penelitian diharapkan menjadi acuan dalam perencanaan DED, memberikan solusi efisiensi dalam pembangunan infrastruktur, dan menambah wawasan tentang pemilihan bahan material konstruksi. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada keberhasilan pembangunan infrastruktur yang lebih efisien, tepat waktu, dan berkualitas tinggi.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Bank Indonesia (BI) sebagai lembaga Bank Sentral Republik Indonesia memiliki tujuan utama untuk menjaga kestabilan nilai Rupiah, baik terhadap barang dan jasa dalam negeri maupun mata uang asing. BI beroperasi berdasarkan tiga pilar utama: kebijakan moneter, sistem pembayaran, dan pengawasan sektor perbankan, yang saling mendukung untuk memastikan kestabilan ekonomi dan keuangan nasional. Selain itu, BI adalah satu-satunya lembaga yang berhak mengedarkan uang di Indonesia.

Optimalisasi adalah proses mencari solusi untuk mencapai hasil terbaik dalam suatu masalah (Chabibah, 2015). Dalam konteks proyek, optimasi bertujuan untuk mempercepat durasi proyek dengan mempertimbangkan biaya, sehingga perlu analisis mendalam terhadap alternatif desain dan metode pelaksanaan (Priyo, 2019). Keseimbangan antara waktu, biaya, dan mutu, yang dikenal sebagai segitiga pembatas proyek, sangat penting untuk mencapai keberhasilan proyek (Ni Luh Made, 2022).

Proyek adalah tugas yang harus direncanakan dan diselesaikan dalam waktu tertentu dengan sumber daya terbatas. Keberhasilan proyek diukur dari waktu, biaya, dan mutu. Manajemen proyek melibatkan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan pengendalian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Ramadhan, 2018). Proses ini terdiri dari beberapa tahap, mulai dari gagasan hingga penutupan proyek, dengan tujuan untuk memastikan proyek dapat diselesaikan dengan sukses (Arganata, 2019).

Percepatan proyek konstruksi dilakukan dengan metode seperti Crash Program untuk mengurangi waktu penyelesaian (Wisudanto, 2012). Pengaturan waktu yang baik melalui penjadwalan dan teknik-teknik seperti shift kerja, lembur, dan penggunaan alat yang efisien sangat penting untuk memastikan proyek selesai tepat waktu (Priyo, 2018). Selain itu, penambahan jumlah pekerja juga dapat menjadi solusi untuk mempercepat proyek, dengan mempertimbangkan ketersediaan sumber daya.

Perencanaan teknis bangunan gedung diatur dalam Rencana Tata Ruang Wilayah yang mencakup aspek seperti Koefisien Dasar Bangunan (KDB) dan Koefisien Lantai Bangunan (KLB) untuk memastikan keberlanjutan dan efisiensi tata ruang (Peraturan Pemerintah, 2021).

Amdal adalah studi tentang dampak lingkungan dari kegiatan yang harus dilakukan untuk pengambilan keputusan terkait izin usaha (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Amdal diperlukan untuk konstruksi gedung dengan luas lebih dari 10.000 m<sup>2</sup> dan mencakup analisis teknis yang mendetail mengenai dampak pembangunan.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan (2021), setiap rencana pembangunan yang menimbulkan gangguan lalu lintas wajib dilakukan analisis dampak lalu lintas untuk memastikan keamanan, keselamatan, dan kelancaran arus lalu lintas.

Penjadwalan proyek adalah elemen penting dalam perencanaan yang memberikan informasi tentang jadwal, kemajuan, dan kinerja sumber daya seperti biaya, tenaga kerja, dan material. Penjadwalan bertujuan untuk mengalokasikan waktu yang tersedia secara efisien untuk setiap pekerjaan agar proyek dapat diselesaikan secara optimal (Husen, 2011).

Gantt Chart, yang ditemukan oleh Henry Gantt dan Frederick W. Taylor, adalah representasi grafis dari durasi setiap kegiatan dalam bentuk balok. Sumbu Y menunjukkan kegiatan proyek, sedangkan sumbu X menunjukkan waktu dalam hari, minggu, atau bulan (Husen, 2011).

Kurva S menggambarkan kemajuan proyek berdasarkan waktu dan bobot pekerjaan yang ditunjukkan sebagai persentase kumulatif. Kurva ini mempresentasikan kemajuan kerja pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Dengan membandingkan kurva rencana dan pelaksanaan, keterlambatan proyek dapat terdeteksi (Husen, 2011). Lintasan kritis adalah jalur terpanjang dalam network diagram yang menentukan durasi tercepat untuk menyelesaikan proyek. Kegiatan pada lintasan kritis adalah kegiatan penting yang harus selesai tepat waktu, karena keterlambatan salah satu kegiatan dapat mengakibatkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Pada Tesis ini, lintasan kritis diidentifikasi menggunakan software Microsoft Office Project setelah pengaturan kalender dan input durasi kegiatan.

Keterlambatan dalam proyek konstruksi terjadi ketika pelaksanaan tidak sesuai dengan rencana, mengakibatkan kerugian bagi penyedia dan pengguna jasa. Keterlambatan dapat disebabkan oleh faktor internal seperti manajemen yang tidak efisien, kurangnya koordinasi, atau keterbatasan sumber daya, serta faktor eksternal seperti perubahan desain dan kondisi cuaca (Ervianto, 2004). Mengatasi keterlambatan memerlukan strategi mitigasi seperti komunikasi yang lebih baik dan perencanaan detail.

Mempercepat waktu penyelesaian proyek, atau crashing, adalah usaha sistematis untuk menyelesaikan proyek lebih cepat dari jadwal yang ditentukan. Crashing melibatkan pengujian semua kegiatan proyek, fokus pada yang berada pada jalur kritis, untuk mengurangi durasi (Ervianto, 2004). Durasi crashing maksimum adalah waktu tersingkat yang bisa dicapai tanpa menghambat sumber daya (Soeharto, 1999).

Percepatan proyek biasanya mengurangi durasi kegiatan, namun biaya total proyek meningkat. Biaya total terdiri dari biaya langsung dan tidak langsung yang dipengaruhi oleh lama waktu pelaksanaan. Umumnya, semakin lama proyek berlangsung, semakin tinggi biaya tidak langsung yang dibutuhkan (Soeharto, 1999). Pada jadwal yang dipercepat, biaya akan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan jadwal normal, dengan memilih kegiatan kritis yang memiliki kemiringan terkecil untuk percepatan.

Kajian penelitian terdahulu mengenai optimasi waktu dan biaya pelaksanaan proyek menunjukkan beberapa pendekatan yang berhasil diterapkan dalam berbagai proyek konstruksi. Suasira et al. (2023) dalam penelitian mereka tentang optimasi biaya pelaksanaan konstruksi gedung menggunakan *Re- Engineering* menemukan bahwa penerapan teknik ini dapat menghemat biaya hingga 20,77% serta efisiensi waktu pelaksanaan sebesar 31 hari. Nugroho et al. (2022) menyelidiki proyek revitalisasi Pasar Kraton yang mengalami keterlambatan, dan melalui analisis percepatan waktu (Time Cost Trade Off), mereka menawarkan alternatif seperti penambahan jam kerja dan tenaga kerja untuk mencapai penyelesaian tepat waktu, dengan total biaya bervariasi tergantung metode yang digunakan. Sementara itu, Suharto dan Suhardi (2020) fokus pada optimalisasi perubahan alignment untuk efisiensi waktu dan penghematan biaya dalam proyek pembangunan jalan yang dibiayai oleh IsDB, menunjukkan bahwa penyesuaian desain dapat mengurangi waktu pelaksanaan dan biaya konstruksi. Penelitian-penelitian ini memberikan gambaran tentang berbagai strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi proyek konstruksi dengan mempertimbangkan biaya dan waktu.

## **METODE PENELITIAN**

### **Obyek Penelitian**

Penelitian ini berfokus pada pembangunan *Road Elevated* di Kompleks Perkantoran Bank Indonesia (KOPERBI) di Ibu Kota Nusantara (IKN) Tahap I, Kalimantan Timur. Proyek ini menggunakan metode rekayasa nilai (earned value engineering) yang mengikuti tahapan Job Plan, yaitu tahap informasi, kreatif, analisis, dan rekomendasi. Proyek ini meliputi gedung bertingkat 10 dengan luas 7000,20 m<sup>2</sup>, di mana Bank Indonesia berperan sebagai pemilik, dan

PT. Pembangunan Perumahan (Persero) sebagai kontraktor. Pembiayaan berasal dari APBN tahun anggaran 2023-2024.

### **Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian terletak di Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) di Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. Proyek ini bertujuan untuk menciptakan pusat administrasi yang efisien dan modern, mendukung operasional Bank Indonesia, serta memberikan dampak positif terhadap perekonomian daerah. Dengan lokasi strategis, proyek ini diharapkan meningkatkan konektivitas dan menarik investasi, serta meningkatkan aktivitas ekonomi di kawasan tersebut.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Data dikumpulkan melalui tiga teknik: penelitian kepustakaan untuk mencari informasi teoritis, observasi langsung terhadap kegiatan yang terkait, dan wawancara dengan pihak-pihak terkait seperti pemilik, kontraktor, dan konsultan. Data primer diperoleh dari survei dan wawancara, sedangkan data sekunder berupa dokumen proyek seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan hasil pengujian.

### **Organisasi Proyek**

Organisasi proyek mencakup sekelompok individu yang bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Manajemen proyek bertujuan untuk mengelola sumber daya yang ada selama proyek berlangsung, dengan fokus pada kualitas, waktu, dan biaya.

### **Metode Analisis Data.**

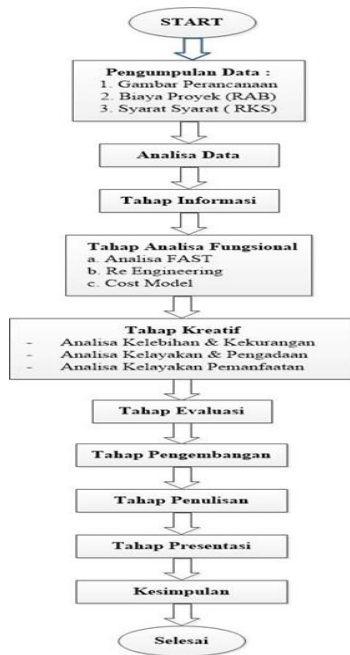
Analisis data dimulai dengan Pareto Analysis untuk mengidentifikasi elemen pekerjaan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total biaya proyek, fokus pada 20% elemen yang memengaruhi 80% biaya. Analisis RAB menunjukkan bahwa pekerjaan struktur menjadi prioritas untuk optimasi melalui rekayasa nilai.

Functional Analysis System Technique (FAST) digunakan untuk mengevaluasi fungsi utama dan pendukung, memetakan hubungan teknis dan manfaat, serta menentukan alternatif desain yang efisien. Analisis ini mengidentifikasi material dan metode yang dapat dioptimalkan tanpa mengorbankan mutu pekerjaan.

Tahap lanjutan mengintegrasikan Pareto Analysis dan FAST melalui penerapan rekayasa nilai. Alternatif desain dan metode pelaksanaan yang lebih hemat biaya dan efisien dikembangkan, termasuk solusi untuk area dengan potensi konflik berdasarkan analisis *Clash Detection*.

Hasil analisis menggunakan perangkat lunak simulasi proyek merekomendasikan desain ulang pada elemen kritis, yang mengurangi biaya hingga X% dan mempercepat durasi proyek sebanyak Y hari. Pendekatan ini menegaskan pentingnya integrasi analisis teknis dan ekonomis dalam optimasi proyek konstruksi.

### **Tahapan Pelaksanaan Penelitian**



Penelitian ini diawali dengan tahap informasi untuk mengumpulkan data proyek, seperti DED, RAB, dan laporan kelayakan, guna memahami kendala teknis seperti *Clash Detection*. Analisis dilakukan menggunakan *Work Breakdown Structure* (WBS) untuk mengidentifikasi elemen pekerjaan signifikan yang memengaruhi waktu dan biaya.

Tahap kreatif melibatkan pengembangan alternatif desain menggunakan *Functional Analysis System Technique* (FAST) untuk meningkatkan efisiensi tanpa mengurangi mutu. Beberapa alternatif desain diajukan dengan fokus pada pengurangan biaya dan percepatan waktu secara optimal.

Pada tahap analisis, Pareto Analysis diterapkan untuk mengidentifikasi elemen dengan biaya terbesar, sedangkan *Critical Path Method* (CPM) digunakan untuk menentukan aktivitas kritis yang memengaruhi durasi proyek. Pendekatan ini memastikan percepatan tanpa peningkatan biaya yang signifikan.

Tahap rekomendasi menghasilkan pilihan desain ulang yang paling efisien dengan proyeksi penghematan biaya hingga X% dan percepatan Y hari. Analisis biaya siklus hidup memastikan keberlanjutan efisiensi, memberikan solusi optimal untuk pengelolaan proyek konstruksi.

### Kesimpulan

Metodologi penelitian ini menggabungkan pendekatan analitis dan praktis dalam pengelolaan proyek pembangunan *Road Elevated* di KOPERBI Tahap 1, dengan penerapan *Re-engineering* untuk mencapai hasil yang optimal. Melalui pengumpulan data yang komprehensif dan analisis yang sistematis, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap pengembangan infrastruktur di Ibu Kota Nusantara.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pengumpulan data yang mencakup berbagai aspek perencanaan proyek konstruksi. Pertama, dalam bagian Data Gambar Perencanaan, diuraikan ruang lingkup dan volume pekerjaan yang terbagi menjadi sub-item, seperti pekerjaan infrastruktur, jalan, dan drainase, yang terperinci Data RAB mencakup analisis biaya langsung dan tidak langsung.

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>Persiapan</b>	<b>194.971.267</b>
1	Uitzet & Bowplank	10.227.996
2	Pembersihan lahan	6.777.771

3	Pagar pengaman proyek	8.406.860
4	Lift Barang (sewa + genset)	76.800.000
5	Penyelenggaraan K3	92.758.640
<b>B</b>	<b>Pekerjaan Pondasi</b>	<b>2.188.280.109</b>
1	Pekerjaan Pengeboran Pondasi Dia. 80 Cm	1.506.538.000,00
2	Pekerjaan Pengecoran & Pembesian Pondasi Borepile Dia. 80 Cm fc30	4.904.251.186,56
3	Pekerjaan Potong Kepala Bored Pile	55.652.410,00
4	Pembuangan Lumpur Hasil Pengeboran	94.154.153,98
5	Pekerjaan Pengeboran Pondasi Dia. 60 Cm	2.118.888.750,00
...	...	...
37	Pekerjaan Axial Loading Test	729.587.636,00
<b>Total Sub Pondasi</b>	31.063.067.822,62	
<b>Total Keseluruh an</b>	31.171.280.449,62	
	PEKERJAAN Struktur	88.128.211.383,51
	...	...
	Pekerjaan Jalan	<b>3.318.096.608,47</b>
	PEKERJAAN LAINNYA	283.492.602,00

Biaya langsung dihitung berdasarkan volume pekerjaan dikalikan dengan harga satuan, sedangkan biaya tidak langsung termasuk profit dan pajak. Data RKS menyajikan rincian Rencana Kerja dan Syarat-Syarat, mencakup lingkup pekerjaan, spesifikasi material, metode pelaksanaan, jadwal pekerjaan, dan total biaya proyek, di mana biaya langsung mencapai Rp 37.777.064.342,68 dan mencakup cadangan untuk kebutuhan tak terduga.

Analisis Data Penelitian dalam proyek pembangunan KOPERBI-IKN dimulai dengan analisis waktu pekerjaan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Proyek ini direncanakan selesai dalam waktu 150 hari kalender, dengan kegiatan normal yang melibatkan 8 jam kerja per hari selama 6 hari dalam seminggu. Analisis mencakup perhitungan waktu awal dan akhir untuk setiap kegiatan, termasuk waktu paling awal suatu kegiatan (*Early Start* - ES), waktu selesai paling awal (*Early Finish* - EF), waktu paling akhir suatu kegiatan boleh dimulai (*Late Start* - LS), dan waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Late Finish* - LF). Hasil perhitungan menunjukkan total durasi proyek adalah 676 hari dengan jalur kritis yang telah diidentifikasi, yaitu A-C-D-J-K-N-P-S-T-U-V-AN-AO.

Selanjutnya, analisis biaya proyek dibagi menjadi dua kategori: biaya awal dan biaya akhir. Biaya awal dihitung berdasarkan biaya langsung yang berkaitan dengan pekerjaan konstruksi di lapangan. Metode perhitungan melibatkan pengalihan antara volume pekerjaan dan harga satuan setiap jenis pekerjaan. Tabel rinci biaya awal mencakup berbagai pekerjaan infrastruktur, termasuk pengeboran pondasi dan pengecoran, dengan total biaya kontrak proyek sebesar Rp 273.418.586.744,853.

Dalam perhitungan biaya, perincian biaya awal untuk berbagai pekerjaan infrastruktur menunjukkan persentase kontribusi masing-masing item terhadap total biaya. Hasil analisis

menunjukkan bahwa pekerjaan pengeboran pondasi dan pengecoran borepile memiliki proporsi biaya yang signifikan, sehingga menjadi fokus utama dalam pengelolaan biaya proyek. Informasi ini penting untuk mengevaluasi efisiensi dan efektivitas penggunaan anggaran dalam pelaksanaan proyek, serta untuk memastikan bahwa proyek dapat diselesaikan tepat waktu dan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.

Percepatan penyelesaian proyek dilakukan dengan melakukan *crashing* pada kegiatan-kegiatan kritis. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk mempercepat durasi proyek adalah dengan penambahan jam kerja lembur, yang dibagi menjadi dua opsi: lembur selama 2 jam dan lembur selama 4 jam. Rencana kerja normal ditetapkan selama 8 jam per hari, dengan waktu lembur dilaksanakan setelah jam kerja normal. Penetapan waktu lembur ini sesuai dengan kebijakan yang mengatur pengupahan, di mana upah lembur pertama dibayar 1,5 kali upah normal, dan setiap jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah normal.

Dalam menghitung *crash duration* dimulai dengan menghitung produktivitas harian berdasarkan volume pekerjaan dan durasi normal. Kemudian, produktivitas per jam dihitung dari produktivitas harian dibagi dengan jam kerja normal. Setelah itu, produktivitas lembur dihitung berdasarkan jam kerja lembur yang diterapkan, di mana produktivitas lembur ditetapkan sebesar 80% dari produktivitas normal. Dengan menghitung produktivitas harian setelah *crashing*, durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dapat ditentukan.

Selanjutnya, perhitungan *crash cost* dilakukan dengan menghitung upah kerja harian normal dan upah per jam normal. Upah lembur per hari juga dihitung dengan memperhatikan tarif lembur sesuai dengan regulasi yang berlaku. Hasil penghitungan *crash cost* per hari dijumlahkan dengan upah harian untuk mendapatkan total biaya tenaga kerja yang diperlukan. Dengan demikian, *crash cost* total dapat diperoleh dengan mengalikan *crash cost* per hari dengan durasi yang telah di-*crash*.

Hasil perhitungan untuk masing-masing kegiatan kritis akan disajikan dalam tabel yang memuat informasi terkait produktivitas harian, produktivitas lembur, dan *crash duration* serta *crash cost*. Data ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai pengaruh penambahan jam kerja lembur terhadap percepatan penyelesaian proyek serta estimasi biaya yang diperlukan untuk setiap kegiatan.

Menghitung *cost slope* untuk setiap kegiatan kritis, menggunakan rumus yang mengaitkan selisih antara biaya normal dan biaya *crash* dengan perbedaan durasi normal dan durasi *crash*. Data hasil perhitungan disajikan mana setiap kegiatan kritis, seperti pekerjaan curtain wall dan struktur bangunan, menunjukkan variasi dalam *cost slope*. Misalnya, kegiatan lantai 1 pada curtain wall memiliki *cost slope* sebesar Rp 1.472.750, sedangkan kegiatan toip-topi ACP menunjukkan nilai yang lebih tinggi, yaitu Rp 15.210.500. Hal ini mengindikasikan perbedaan efisiensi biaya antara berbagai kegiatan dalam proyek tersebut.

Selanjutnya, untuk mempercepat durasi penyelesaian pekerjaan, alternatif penambahan jam kerja atau lembur telah direncanakan. Jam kerja normal ditetapkan selama 8 jam sehari, dengan tambahan 4 jam lembur. Upah untuk lembur diatur sesuai dengan peraturan yang berlaku, di mana jam lembur pertama dibayar 1,5 kali upah normal dan jam-jam berikutnya dibayar 2 kali. Produktivitas selama lembur diperkirakan 60% dari produktivitas normal, yang berimplikasi pada penghitungan lebih lanjut dalam analisis proyek.

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crash	Cost Slope
1	Pekerjaan Pengeboran Pondasi	5	4	27.096.766,72

	Dia. 80 Cm			
2	Pekerjaan Pengecor an & Pembesia n Pondasi Borepile Dia. 80 Cm fc30	42	38	105.021.552,0 0
3	Pekerjaan Potong Kepala Bored Pile	24	22	311.374.888,4 2
4	Pembuan gan Lumpur Hasil Pengebor an	24	22	163.205.213,3 8
5	Pekerjaan Pengebor an Pondasi Dia. 60 Cm	24	22	196.223.479,7 5
...	...	...	...	...
	Pekerjaan Pengebor an Pondasi Dia. 60 Cm	18	16	203.015.132,0 0

Penghitungan *crash duration* dilakukan dengan langkah-langkah yang melibatkan produktivitas harian dan per jam. Pertama, produktivitas harian dihitung berdasarkan volume pekerjaan dan durasi normal. Kemudian, produktivitas per jam diukur untuk menentukan efektivitas lembur yang akan diterapkan. Dalam Tabel 4.8, hasil perhitungan menunjukkan produktivitas harian, produktivitas lembur, dan akhirnya, *crash duration* untuk setiap kegiatan kritis. Misalnya, kegiatan lantai 1 dari curtain wall menunjukkan *crash duration* sebesar 5,39 hari, yang mencerminkan pengurangan durasi dari pengimplementasian lembur.

Analisis pertukaran waktu dan biaya dilakukan setelah menentukan nilai *cost slope* untuk setiap aktivitas. Proses kompresi durasi proyek dimulai dari aktivitas yang terletak pada lintasan kritis, dimulai dengan aktivitas yang memiliki *cost slope* terendah. Dalam analisis ini, dilakukan penambahan waktu lembur sebanyak dua jam untuk mempercepat durasi proyek, menggunakan *Microsoft Project* untuk menghitung total durasi setelah percepatan.

Selanjutnya, analisis waktu dan biaya dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan yang jelas. Pertama, biaya langsung dihitung dengan mengalikan *cost slope* dengan total *crash*, di mana total *crash* merupakan selisih antara durasi normal dan durasi *crash*. Biaya langsung normal yang digunakan dalam perhitungan sebesar Rp 8.519.288.079. Kemudian, biaya tidak

langsung dihitung dengan mempertimbangkan *profit* dan *overhead*, menghasilkan total biaya tidak langsung sebesar Rp 1.893.175.128.

Setelah semua biaya dihitung, hasil perhitungan analisa waktu dan biaya untuk alternatif penambahan jam kerja lembur disajikan dalam Tabel 4.12. Tabel ini mencakup total durasi proyek, tambahan biaya, kumulatif tambahan biaya, dan biaya langsung untuk setiap aktivitas. Melanjutkan analisis, dilakukan penambahan empat jam lembur, yang juga dihitung durasinya setelah percepatan menggunakan *Microsoft Project*, dan hasilnya disajikan berikut:

Uraian Pekerjaan	Normal Durat ion	Crash Durat ion	Tot al Cra sh	Tot al
Pekerjaan Pengebora n Pondasi Dia. 80 Cm	5	4	1	148
Pekerjaan Pengecora n & Pembesian Pondasi Borepile Dia. 80 Cm fc30	42	38	4	146
Pekerjaan Potong Kepala Bored Pile	24	22	2	144
Pembuang an Lumpur Hasil Pengebora n	24	22	2	142
Pekerjaan Pengebora n Pondasi Dia. 60 Cm	24	22	2	140
...	...	...		
Pekerjaan Pengebora n Pondasi Dia. 60 Cm	18	16	2	124

Dalam analisis waktu dan biaya untuk penambahan empat jam lembur, langkah-langkah perhitungan biaya langsung dan tidak langsung sama seperti sebelumnya. Hasil perhitungan untuk alternatif ini, termasuk *cost slope* dan biaya langsung setelah *crashing*, terdaftar dalam Tabel berikut

<b>Uraian Pekerjaan</b>	<b>Total Cost (Rp)</b>
Pekerjaan Pengeboran Pondasi Dia. 80 Cm	27.096.766,72
Pekerjaan Pengecoran & Pembesian Pondasi Borepile Dia. 80 Cm fc30	105.021.552,00
Pekerjaan Potong Kepala Bored Pile	311.374.888,42
Pembuangan Lumpur Hasil Pengeboran	163.205.213,38
Pekerjaan Pengeboran Pondasi Dia. 60 Cm	196.223.479,75
...	
Pekerjaan Pengeboran Pondasi Dia. 60 Cm	203.015.132,00

Hal ini mencerminkan bahwa meskipun *crashing* dapat mempercepat durasi proyek, penting untuk mempertimbangkan implikasi biaya total yang lebih tinggi yang dihasilkan dari penambahan biaya langsung dan tak langsung.

## **PENUTUP**

Melalui analisis percepatan proyek, ditemukan bahwa penerapan alternatif desain yang tepat dapat mengurangi kendala akibat Clash Detection dan pekerjaan di luar lingkup kontrak. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan komponen desain yang efisien dapat memberikan manfaat bersih yang lebih tinggi, serta meminimalkan risiko keterlambatan dalam proyek.

Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun percepatan proyek umumnya mengurangi biaya total, terdapat fluktuasi yang signifikan. Dalam hal ini, penerapan alternatif desain yang efisien secara biaya mampu meningkatkan tingkat efisiensi, meskipun harus diimbangi dengan perhatian terhadap waktu pelaksanaan agar tidak menyebabkan peningkatan biaya di kemudian hari.

Penerapan Rekayasa Teknik (Re-Engineering) terbukti memberikan penghematan biaya yang signifikan. Meskipun percepatan proyek dapat mengakibatkan peningkatan biaya dalam kondisi tertentu, perubahan metode pelaksanaan yang lebih efektif dapat menghasilkan penghematan yang lebih besar, menciptakan keseimbangan antara waktu dan biaya.

Pengukuran biaya siklus hidup dari alternatif desain yang diterapkan menunjukkan pentingnya mempertimbangkan biaya jangka panjang dalam pengambilan keputusan proyek. Dengan mengoptimalkan desain dan metode pelaksanaan, tidak hanya biaya awal yang dapat ditekan, tetapi juga pengeluaran di masa depan dapat diminimalkan.

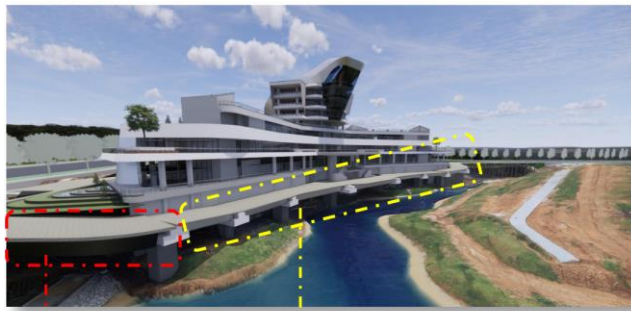
## REFERENSI

- [1] Amelia, H., & Sulistio, H. (2019). Analisis Value Engineering Pada Proyek Perumahan Djajakusumah Residence. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i3.5831>
- [2] Andi. Fansuri, S. (2019). "Penyebab Terjadinya Keterlambatan Waktu Penyelesaian Proyek Konstruksi di Dinas PU Bina Marga Kabupaten Sumenep". *Jurnal Teknik Sipil*, 2 (2)
- [3] Ariadi. (2017). Faktor Kunci Sukses Penerapan Value Engineering (Ve) Pada Bangunan Gedung Di Indonesia. *Rekayasa Sipil*.
- [4] Asrandy, Y., Huda, M., & Waskito, J. P. H. (2018). Optimalisasi Biaya pada Pembangunan Proyek Gedung Rumah Sakit Bangil dengan menggunakan Metode Rekayasa Nilai.
- [5] Dell' Isola, A. (1975). *Value Engineering in the Construction Industry*. Van Nostrand Reinhold Company.
- [6] Ervianto, W. (2020). *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta:
- [7] Fedrikson S, M. J. (2019). "Optimalisasi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek Pada Proyek Dengan Metode Least Cost Analysis". *Ilmu Pengetahuan Dan TeknologiSipil*, 3 (1), 22-24.
- [8] Giatman, M. (2018). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [9] Husein, A. (2019). *Manajemen Proyek Edisi Revisi*. Yogyakarta: \
- [10] Imron, A., & Husin, A. E. (2021). Peningkatan Kinerja Biaya Berbasis Value Engineering Pada Proyek Green Hospital. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*.
- [11] Kartohardjono, A. K. (2018). Analisis Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Apartement Di Cikarang.
- [12] Khafidho, Z., Kusumastuti, D. R., Setiawan, D. B., & Suwanto, S. (2019). Analisis Value Engineering Struktur Portal Proyek Rumah Sakit Onkologi Kotabaru Yogyakarta. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*.
- [13] Mandiyo Priyo, M. R. (2018). "Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olah Raga (Gor)". *Semesta Teknika*, 21 (1), 72.
- [14] McGeorge, D., & Palmer, A. (1997). *Construction Management New Direction*. Black Well Science Ltd.
- [15] Merriza, D. U. (2019). "Tinjauan Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Aplikasi Microsoft Project pada Proyek Konstruksi Gedung Fasilitas Pendidikan Politeknik Pelayaran Sumatera Barat". *Tugas Akhir*. Padang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
- [16] Muhlis, M. (2021). Aplikasi Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Gedung ICU, ICCU, NICCU Rumah Sakit Umum Dr. Saiful Anwar Malang (Application of Value Engineering in the Construction Project of the ICU, ICCU, NICCU General Hospital Dr. Saiful Anwar Malang). *DAKTILITAS Jurnal Teknik Sipil Universitas Tulungagung*, 1.
- [17] Peraturan Menteri Kesehatan RI. (2016). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 24 Tahun 2016 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit. In Menteri Kesehatan Republik Indonesia Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- [18] Peraturan Pemerintah No 16. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.
- [19] Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 4 Tahun 2021. (2021). Peraturan

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2021 Tentang Daftar usaha dan/atau kegiatan yang wajib memiliki Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup, upaya pengelolaan lingkungan hidup dan upaya pemantauan lingkungan. In Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia.

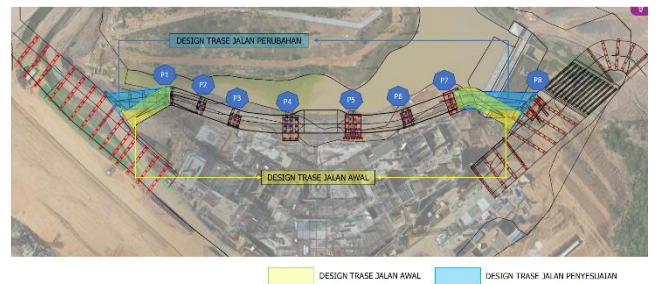
- [20] Permen PUPR. (2018). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomer 22/PRT/M,2018 Tentang Pedoman Pembangunan Gedung Negara.
- [21] Permenhub No. 30 Tahun 2021. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. In Departemen Perhubungan RI.
- [22] Permenkes No 14 Tahun 2021. (2021).

## LAMPIRAN



Ilustrasi Posisi Girder Balok Beton Prestress

Ilustrasi Posisi Girder Balok Beton Prestress



DESIGN TRASE JALAN AWAL      DESIGN TRASE JALAN PENYESUJIAN



RENCANA BLOK



