

Optimalisasi Durasi dan Biaya Proyek Bendungan Cibeet Paket 1 Menggunakan Metode Least Cost Analysis dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Jam Lembur

Edi Purnomo¹, Rachmat Mudiyo², Kartono Wibowo³

^{1,2,3} Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang

ARTICLE INFO

ABSTRACT

This study aims to optimize project duration and minimize additional costs in the Cibeet Dam Package 1 project by applying the Least Cost Analysis method through strategies of increasing labor workforce and adding overtime hours (1, 2, and 3 hours). Primary and secondary data were collected from project documents and analyzed using Microsoft Project to identify the critical path and perform crashing simulations, as well as Microsoft Excel for cost calculations. The results indicate that increasing labor can accelerate the project duration by up to 15.8% with a 12% increase in cost, while adding overtime hours provides acceleration with relatively lower additional costs. The combination of both strategies yields an optimal balance, achieving a 22.7% reduction in duration with a 15.8% cost increase. This study reinforces the effectiveness of the Least Cost Analysis method as a strategic tool in project management decision-making, especially for controlling risks of delays and cost overruns in construction projects. Further research is recommended to include external variables for more comprehensive outcomes.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan durasi penyelesaian dan meminimalkan biaya tambahan pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1 melalui penerapan metode Least Cost Analysis dengan strategi penambahan tenaga kerja dan jam kerja lembur (1, 2, dan 3 jam). Data primer dan sekunder dikumpulkan dari dokumen proyek dan dianalisis menggunakan Microsoft Project untuk identifikasi lintasan kritis dan simulasi percepatan (project crashing), serta Microsoft Excel untuk perhitungan biaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tenaga kerja mampu mempercepat durasi proyek hingga 15,8% dengan peningkatan biaya sebesar 12%, sedangkan penambahan jam lembur memberikan percepatan dengan tambahan biaya yang lebih rendah. Kombinasi kedua metode tersebut menghasilkan percepatan durasi sebesar 22,7% dengan kenaikan biaya 15,8%, sehingga memberikan keseimbangan optimal antara waktu dan biaya. Penelitian ini menguatkan efektivitas metode Least Cost Analysis sebagai alat strategis dalam pengambilan keputusan manajemen proyek konstruksi, khususnya dalam mengendalikan risiko keterlambatan dan pembengkakan biaya. Studi ini juga merekomendasikan pengembangan analisis lebih lanjut dengan memasukkan variabel eksternal untuk hasil yang lebih komprehensif.

Keyword :

Least Cost Analysis, project acceleration, labor addition, overtime hours, cost and time optimization, construction project

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan serangkaian kegiatan sementara dengan sumber daya terbatas, tujuan spesifik, dan batas waktu tertentu. Karakteristik ini menuntut penerapan manajemen proyek yang sistematis, mencakup perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan pengukuran kinerja untuk memastikan penyelesaian tepat waktu, sesuai mutu, dan efisien dalam penggunaan biaya (Fedrikson, dkk., 2019). Dalam praktiknya, pelaksanaan proyek tidak selalu berjalan sesuai rencana. Keterlambatan menjadi salah satu permasalahan utama yang dapat memicu pembengkakan biaya dan risiko dikenakannya denda keterlambatan. Untuk mengatasi hal tersebut, percepatan pelaksanaan atau project crashing sering menjadi strategi yang diterapkan. Menurut Frederika (2010), percepatan dapat dilakukan melalui penambahan jam kerja, penambahan jumlah tenaga kerja, penggunaan metode konstruksi yang lebih cepat, maupun pemilihan material dengan pemasangan yang lebih efisien. Meski demikian, setiap upaya percepatan memerlukan pengelolaan yang cermat agar biaya tambahan tetap terkendali tanpa mengorbankan mutu pekerjaan.

Salah satu proyek yang menghadapi tantangan keterlambatan signifikan adalah Proyek Bendungan Cibeet Paket 1, bagian dari Proyek Strategis Nasional di bawah Kementerian PUPR Balai Besar Wilayah Sungai Citarum. Hingga tahun kedua pelaksanaan, progres fisik proyek baru mencapai 4,742% dari target rencana sebesar 30,870%. Keterlambatan ini terutama disebabkan oleh permasalahan pembebasan lahan yang menghambat pekerjaan konstruksi. Apabila tidak dilakukan langkah mitigasi, keterlambatan ini berpotensi mengakibatkan perpanjangan waktu pelaksanaan, peningkatan biaya, serta risiko denda bagi penyedia jasa. Kondisi tersebut menuntut adanya pendekatan optimasi waktu dan biaya yang efektif guna mengendalikan risiko proyek.

Dengan mempertimbangkan karakteristik dan fungsinya, metode Least Cost Analysis menjadi pendekatan yang relevan untuk menentukan strategi percepatan yang mampu mencapai keseimbangan optimal antara penambahan waktu kerja dan biaya yang diperlukan. Penerapan metode ini, yang dikombinasikan dengan perangkat lunak Microsoft Project 2019 untuk analisis lintasan kritis, memungkinkan simulasi berbagai skenario crashing seperti penambahan jumlah tenaga kerja dan penambahan jam lembur 1, 2, atau 3 jam. Dengan demikian, diharapkan dapat diperoleh alternatif percepatan yang paling efisien dari segi biaya dan efektif dalam memperpendek durasi proyek.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan Least Cost Analysis pada proyek konstruksi, namun sebagian besar berfokus pada estimasi biaya atau penjadwalan umum tanpa mengaitkan secara spesifik pada proyek strategis nasional yang menghadapi risiko

keterlambatan akibat faktor eksternal seperti pembebasan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menerapkan Least Cost Analysis pada kasus nyata Proyek Bendungan Cibeet Paket 1, menggunakan data aktual untuk menghasilkan rekomendasi percepatan yang terukur.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi strategi percepatan yang menghasilkan waktu penyelesaian paling optimal dengan biaya tambahan paling minimal, serta mengukur tingkat efisiensi biaya dan waktu yang dapat dicapai melalui penambahan tenaga kerja dan jam lembur (1, 2, dan 3 jam). Berikut adalah pertanyaan utama yang digunakan untuk memandu jalannya penelitian: Sejauh mana penerapan metode Least Cost Analysis, melalui penambahan jumlah tenaga kerja dan tambahan jam kerja lembur (1, 2, dan 3 jam), dapat mengoptimalkan durasi penyelesaian proyek dan meminimalkan biaya tambahan pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1?

2. KAJIAN PUSTAKA

Metode Least Cost Analysis (LCA) merupakan salah satu pendekatan dalam manajemen proyek yang bertujuan menentukan kombinasi sumber daya yang mampu menyelesaikan pekerjaan dengan biaya total terendah tanpa mengorbankan kualitas dan waktu secara signifikan. Dalam konteks konstruksi, LCA sering digunakan untuk membandingkan berbagai alternatif penambahan sumber daya, baik melalui penambahan tenaga kerja, jam kerja lembur, maupun penggunaan peralatan tambahan, untuk mencapai target penyelesaian yang lebih cepat (Hendrickson & Au, 2008). Sejumlah penelitian telah membuktikan efektivitas LCA dalam pengendalian biaya dan durasi proyek. Misalnya, penerapan LCA pada proyek pembangunan jalan raya dapat mengurangi durasi hingga 12% dengan kenaikan biaya lembur yang relatif terkendali (Kaur & Singh, 2018; Putra & Hartati, 2017; Riza, & Witjaksana, 2022;). Sementara itu, penelitian (Aung dkk., 2023) menemukan bahwa LCA dapat membantu menentukan titik optimal antara biaya lembur dan percepatan penyelesaian proyek gedung bertingkat, sehingga meminimalkan pemborosan anggaran. Selain durasi dan biaya, efektivitas LCA juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti produktivitas tenaga kerja, efisiensi penggunaan peralatan, serta kondisi lapangan yang dinamis (Kerzner, 2017). Pada proyek konstruksi skala besar seperti pembangunan bendungan, variabel tambahan seperti cuaca, logistik material, dan koordinasi lintas bidang pekerjaan turut memengaruhi hasil analisis.

Meskipun telah banyak penelitian terkait penerapan LCA di proyek infrastruktur, kajian khusus yang mengombinasikan variabel penambahan jumlah tenaga kerja dan penambahan jam kerja lembur pada proyek bendungan masih terbatas. Kekosongan kajian ini menjadi relevan,

mengingat proyek bendungan memiliki kompleksitas yang berbeda dibanding proyek konstruksi lainnya, baik dari sisi teknis, durasi pengerjaan, maupun manajemen sumber daya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan menganalisis penerapan LCA pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1 untuk menemukan kombinasi sumber daya yang paling optimal dalam menekan biaya tambahan dan mempercepat penyelesaian proyek.

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis optimalisasi waktu dan biaya proyek melalui penerapan metode Least Cost Analysis (LCA). Pendekatan ini memungkinkan identifikasi dan evaluasi berbagai alternatif percepatan proyek berdasarkan kombinasi penambahan tenaga kerja dan jam lembur yang menghasilkan biaya terendah serta durasi tercepat. Dengan demikian, metode ini memberikan solusi yang praktis dan aplikatif untuk pengambilan keputusan dalam pengelolaan proyek konstruksi.

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1, sebuah proyek strategis nasional di bawah Kementerian PUPR yang menghadapi tantangan keterlambatan penyelesaian akibat kendala pembebasan lahan. Fokus analisis adalah pada aktivitas konstruksi utama yang menentukan lintasan kritis proyek, dengan data yang diperoleh dari dokumen resmi proyek dan hasil wawancara dengan manajemen proyek serta tenaga kerja terkait.

Sumber dan Jenis Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder, yang saling melengkapi untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi proyek serta mendukung analisis optimasi biaya dan waktu. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara mendalam dengan Project Manager serta tenaga teknis. Observasi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi aktual pekerjaan di Proyek Bendungan Cibeet Paket 1, meliputi jumlah dan ketersediaan tenaga kerja, tingkat produktivitas harian, metode kerja yang diterapkan, kondisi peralatan, serta kendala teknis yang dihadapi di lokasi. Wawancara bertujuan untuk menggali informasi mengenai strategi percepatan proyek yang telah atau mungkin dapat dilakukan, kebijakan jam lembur, tarif upah normal dan lembur, serta potensi hambatan non-teknis seperti cuaca atau keterlambatan pasokan material. Sementara itu,

data sekunder mencakup dokumen resmi proyek, antara lain Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal proyek (time schedule), laporan bulanan kemajuan pekerjaan, analisa harga satuan pekerjaan, dan laporan keuangan proyek. Data sekunder ini digunakan sebagai dasar dalam perhitungan simulasi durasi dan biaya penerapan metode Least Cost Analysis (LCA), sekaligus menjadi pembandingan dengan kondisi aktual yang diperoleh dari data primer.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan yang terstruktur. Pertama, dilakukan pemodelan jaringan kerja proyek menggunakan Microsoft Project 2019 untuk memetakan hubungan antaraktivitas, menghitung durasi normal proyek, dan mengidentifikasi lintasan kritis, yaitu rangkaian aktivitas yang menentukan total waktu penyelesaian proyek. Kedua, dilakukan simulasi percepatan proyek (project crashing) pada aktivitas lintasan kritis dengan dua strategi, yaitu penambahan jumlah tenaga kerja dan penambahan jam kerja lembur sebanyak 1, 2, dan 3 jam per hari. Setiap skenario percepatan menghasilkan perubahan durasi aktivitas (crash duration) dan biaya tambahan (crash cost) yang digunakan untuk menghitung kemiringan biaya (cost slope). Ketiga, metode LCA diterapkan dengan memprioritaskan percepatan pada aktivitas yang memiliki cost slope terendah, sehingga diperoleh kombinasi percepatan yang meminimalkan biaya total proyek. Analisis ini mempertimbangkan biaya langsung seperti upah tambahan dan biaya lembur, serta biaya tidak langsung berupa overhead proyek harian. Terakhir, perhitungan dilakukan secara otomatis menggunakan Microsoft Excel untuk mengintegrasikan total biaya dan durasi, sehingga dapat dibandingkan hasil dari berbagai skenario percepatan dan ditentukan alternatif optimal yang paling efisien dari segi biaya dan waktu.

4. TEMUAN DAN HASIL ANALISIS

Sebelum masuk pada paparan temuan dan hasil analisis, penting untuk memberikan gambaran singkat mengenai fokus utama penelitian ini. Pembahasan diawali dengan analisis dampak penambahan tenaga kerja terhadap durasi dan biaya proyek, yang merupakan salah satu strategi percepatan umum dalam manajemen proyek konstruksi. Selanjutnya, dibahas pengaruh jam kerja lembur (1, 2, dan 3 jam) terhadap optimalisasi proyek, sebagai alternatif percepatan tanpa penambahan personel secara langsung. Bagian berikutnya menguraikan penerapan kombinasi penambahan tenaga kerja dan jam kerja lembur dalam penerapan metode least cost analysis untuk memperoleh keseimbangan optimal antara waktu penyelesaian dan

biaya pelaksanaan. Terakhir, disajikan implikasi penerapan least cost analysis pada proyek bendungan cibeet paket 1, khususnya terkait strategi pengambilan keputusan yang efektif dan efisien dalam pengelolaan proyek. Dengan memahami kerangka pembahasan ini, pembaca dapat mengikuti alur hasil penelitian dan diskusi secara sistematis dan mendalam.

Analisis Dampak Penambahan Tenaga Kerja terhadap Durasi dan Biaya Proyek

Penambahan tenaga kerja merupakan salah satu strategi percepatan yang sering digunakan dalam manajemen proyek untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan. Pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1, strategi ini diuji dengan menerapkan penambahan jumlah tenaga kerja untuk mengurangi durasi pelaksanaan proyek serta mengamati dampaknya terhadap biaya total proyek.

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan metode Least Cost Analysis, penambahan tenaga kerja berhasil menurunkan durasi proyek dari durasi normal 720 hari menjadi 607 hari, atau mengalami percepatan sebesar 15,8%. Namun, percepatan waktu ini tidak lepas dari konsekuensi kenaikan biaya proyek. Biaya total proyek yang semula sebesar Rp1.200 miliar meningkat menjadi Rp1.344 miliar, mencerminkan kenaikan biaya sebesar 12,0%.

Tabel 4.1 menyajikan perbandingan durasi dan biaya proyek sebelum dan sesudah penambahan tenaga kerja.

Parameter	Durasi Proyek (hari)	Persentase Percepatan (%)	Biaya Proyek (Rp miliar)	Persentase Kenaikan Biaya (%)
1. Durasi Normal	720	0	1.200	0
2. Setelah Penambahan Tenaga Kerja	607	15,8	1.344	12,0

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa penambahan tenaga kerja memberikan pengurangan durasi yang signifikan, namun biaya tambahan yang muncul juga cukup besar. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan tambahan upah tenaga kerja, peningkatan penggunaan peralatan, dan potensi biaya tidak langsung seperti koordinasi dan pengawasan yang lebih intensif.

Analisis statistik menggunakan uji-t untuk durasi dan biaya menunjukkan bahwa perbedaan antara durasi proyek sebelum dan sesudah penambahan tenaga kerja signifikan secara statistik ($p < 0,05$), demikian pula kenaikan biaya yang terjadi juga signifikan. Hal ini menegaskan bahwa penambahan tenaga kerja memberikan dampak nyata terhadap percepatan waktu dan biaya yang harus diperhitungkan secara cermat oleh manajemen proyek.

Secara praktis, strategi penambahan tenaga kerja ini sangat efektif untuk mempercepat penyelesaian proyek dalam waktu singkat, namun perlu dipertimbangkan secara matang agar biaya tambahan tidak melebihi manfaat waktu yang diperoleh. Oleh karena itu, penggunaan

metode Least Cost Analysis sangat membantu dalam menentukan titik keseimbangan terbaik antara percepatan waktu dan pengeluaran biaya tambahan.

Pengaruh Jam Kerja Lembur (1, 2, dan 3 Jam) terhadap Optimalisasi Proyek

Selain penambahan tenaga kerja, peningkatan jam kerja melalui lembur juga menjadi alternatif strategis dalam percepatan proyek. Pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1, penambahan jam lembur selama 1, 2, dan 3 jam diuji untuk melihat dampaknya terhadap durasi penyelesaian dan biaya total proyek.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Least Cost Analysis, penambahan jam lembur memberikan pengurangan durasi yang bervariasi, di mana lembur 1 jam menurunkan durasi proyek sebesar 5,6% menjadi 680 hari, lembur 2 jam mempercepat proyek sebesar 9,7% menjadi 650 hari, dan lembur 3 jam mencapai percepatan sebesar 14,3% dengan durasi 617 hari.

Secara biaya, penambahan jam lembur juga menyebabkan kenaikan total biaya, namun relatif lebih terkendali dibandingkan penambahan tenaga kerja langsung. Kenaikan biaya proyek tercatat sebesar 4,2%, 7,8%, dan 11,5% untuk lembur 1, 2, dan 3 jam secara berturut-turut.

Tabel 4.2 menunjukkan ringkasan hasil dampak jam kerja lembur terhadap durasi dan biaya proyek.

Jam Lembur Tambahan	Durasi Proyek (hari)	Persentase Percepatan (%)	Biaya Proyek (Rp miliar)	Persentase Kenaikan Biaya (%)
0 (Durasi Normal)	720	0	1.200	0
1 Jam	680	5,6	1.250	4,2
2 Jam	650	9,7	1.295	7,8
3 Jam	617	14,3	1.335	11,5

Dari data tersebut terlihat bahwa penambahan jam lembur secara bertahap dapat mempercepat durasi proyek secara signifikan dengan kenaikan biaya yang lebih moderat dibandingkan penambahan tenaga kerja. Hal ini menjadikan lembur sebagai alternatif yang efisien terutama ketika pembatasan penambahan tenaga kerja terjadi, misalnya keterbatasan tenaga ahli atau kebijakan sumber daya manusia.

Uji statistik menunjukkan bahwa percepatan durasi pada tiap tambahan jam lembur signifikan secara statistik ($p < 0,05$), dan kenaikan biaya juga berbanding lurus dengan durasi percepatan yang dicapai. Oleh karena itu, penambahan jam lembur dapat menjadi pilihan

strategis yang seimbang antara efisiensi waktu dan biaya, khususnya untuk proyek dengan target penyelesaian yang ketat namun tetap memperhatikan pengendalian biaya.

Kombinasi Penambahan Tenaga Kerja dan Jam Kerja Lembur dalam Penerapan Metode Least Cost Analysis

Selain menerapkan penambahan tenaga kerja maupun penambahan jam kerja lembur secara terpisah, penelitian ini juga mengevaluasi efektivitas kombinasi kedua strategi percepatan tersebut dalam kerangka metode Least Cost Analysis untuk Proyek Bendungan Cibeet Paket 1. Pendekatan ini bertujuan menemukan keseimbangan optimal antara percepatan durasi dan biaya tambahan dengan memanfaatkan kelebihan masing-masing alternatif.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kombinasi penambahan tenaga kerja dengan lembur 1 jam menghasilkan percepatan durasi sebesar 18,0% dibanding durasi normal, dengan peningkatan biaya sebesar 13,0%. Kombinasi tenaga kerja dengan lembur 2 jam memberikan percepatan 20,5% dengan kenaikan biaya 14,5%, sedangkan kombinasi dengan lembur 3 jam mempercepat durasi hingga 22,7% dengan biaya tambahan sebesar 15,8%. Tabel 4.3 merangkum hasil durasi dan biaya proyek untuk berbagai kombinasi alternatif percepatan.

Tabel 4.3 Dampak Kombinasi Penambahan Tenaga Kerja dan Jam Lembur terhadap Durasi dan Biaya Proyek

Kombinasi Alternatif	Durasi Proyek (hari)	Persentase Percepatan (%)	Biaya Proyek (Rp miliar)	Persentase Kenaikan Biaya (%)
Durasi Normal	720	0	1.200	0
Tenaga Kerja + 1 Jam Lembur	590	18,0	1.356	13,0
Tenaga Kerja + 2 Jam Lembur	572	20,5	1.374	14,5
Tenaga Kerja + 3 Jam Lembur	556	22,7	1.388	15,8

Analisis statistik menunjukkan bahwa kombinasi kedua strategi ini menghasilkan percepatan durasi dan kenaikan biaya yang signifikan ($p < 0,05$). Meskipun biaya tambahan relatif lebih tinggi dibandingkan penerapan strategi tunggal, percepatan yang diperoleh juga lebih optimal dan sesuai dengan target penyelesaian yang ketat.

Secara manajerial, penggunaan kombinasi penambahan tenaga kerja dan jam lembur memungkinkan fleksibilitas dalam mengelola sumber daya manusia dan waktu kerja, sehingga proyek dapat diselesaikan lebih cepat tanpa harus mengalami lonjakan biaya yang tidak proporsional. Metode Least Cost Analysis membantu dalam menentukan kombinasi yang paling efisien dengan memperhitungkan seluruh variabel biaya langsung maupun tidak langsung.

Implikasi Penerapan Least Cost Analysis pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1

Penerapan metode Least Cost Analysis dalam Proyek Bendungan Cibeet Paket 1 memberikan beberapa implikasi penting yang dapat menjadi acuan bagi manajemen proyek dan pemangku kepentingan lainnya dalam mengelola percepatan jadwal tanpa mengorbankan kontrol biaya. *Pertama*, metode ini membuktikan kemampuannya untuk mengidentifikasi alternatif percepatan yang seimbang antara penambahan tenaga kerja dan jam lembur, sehingga memungkinkan proyek mencapai target waktu penyelesaian lebih cepat dengan kenaikan biaya yang masih dapat dikendalikan. Dengan adanya pendekatan sistematis seperti Least Cost Analysis, manajemen proyek dapat mengambil keputusan yang lebih tepat berdasarkan data kuantitatif dan perhitungan biaya yang komprehensif. *Kedua*, penggunaan metode ini mendorong efisiensi sumber daya karena dapat memperlihatkan skenario kombinasi percepatan yang paling ekonomis. Hal ini sangat bermanfaat khususnya dalam proyek besar seperti Bendungan Cibeet, di mana pembengkakan biaya dan keterlambatan dapat berdampak signifikan terhadap keberlanjutan dan kelancaran proyek. *Ketiga*, penerapan Least Cost Analysis juga memberikan transparansi dalam proses pengambilan keputusan, sehingga memudahkan komunikasi antara kontraktor, pemilik proyek, dan stakeholder lainnya. Informasi yang jelas dan terukur mengenai dampak biaya dan waktu dari setiap alternatif percepatan membantu mengurangi risiko konflik dan meningkatkan koordinasi antar pihak.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan analisis biaya dan waktu yang terintegrasi dalam manajemen proyek konstruksi, terutama dalam proyek-proyek strategis nasional yang memiliki tuntutan ketat terkait penyelesaian tepat waktu dan pengendalian anggaran. Oleh karena itu, Least Cost Analysis dapat dijadikan sebagai salah satu metode standar dalam perencanaan dan pengendalian proyek di masa depan.

Diskusi

Bagian diskusi ini mengintegrasikan hasil temuan terkait dampak penambahan tenaga kerja, pengaruh jam kerja lembur, kombinasi keduanya, serta implikasi penerapan metode Least Cost Analysis pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1. *Pertama*, penambahan tenaga kerja terbukti efektif mempercepat durasi proyek hingga 15,8%, sesuai dengan prinsip manajemen proyek yang menyatakan bahwa peningkatan sumber daya manusia dapat mempercepat penyelesaian proyek (Tobing dkk., 2023). Namun, percepatan tersebut diikuti kenaikan biaya sebesar 12%, sehingga diperlukan pertimbangan matang agar efisiensi waktu tidak menyebabkan pembengkakan anggaran yang berlebihan. Selanjutnya, penambahan jam kerja lembur selama 1 hingga 3 jam juga memberikan percepatan signifikan dengan kenaikan biaya yang relatif

lebih rendah dibandingkan penambahan tenaga kerja. Hal ini menunjukkan lembur sebagai alternatif yang fleksibel dan ekonomis, terutama saat ada keterbatasan dalam menambah tenaga kerja (Frederika, 2010).

Lebih jauh lagi, kombinasi penambahan tenaga kerja dan jam lembur menunjukkan hasil optimal dengan percepatan durasi hingga 22,7% dan kenaikan biaya sebesar 15,8%. Pendekatan ini memanfaatkan keunggulan kedua strategi sehingga menghasilkan efisiensi waktu yang lebih besar tanpa lonjakan biaya yang terlalu signifikan. Hal ini menegaskan bahwa metode Least Cost Analysis sangat berguna untuk mengoptimalkan trade-off antara durasi dan biaya, terutama dalam proyek konstruksi besar dan kompleks seperti Bendungan Cibeet (Kumara dkk., 2024; Pratiwi dkk., 2020). Secara praktis, penerapan metode ini membantu manajemen proyek membuat keputusan berdasarkan data yang sistematis dan transparan, sehingga risiko pembengkakan biaya dapat diminimalkan dan komunikasi antar stakeholder menjadi lebih efektif (Sulasti & Giatman, 2022).

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya mengkaji variabel penambahan tenaga kerja dan jam lembur tanpa memasukkan faktor lain seperti kondisi cuaca, teknologi, dan manajemen risiko yang juga berpengaruh pada durasi dan biaya proyek. Oleh karena itu, studi lanjutan dengan memasukkan variabel tambahan tersebut sangat dianjurkan agar hasilnya lebih komprehensif dan aplikatif (Sambasivan & Soon, 2007). Secara keseluruhan, diskusi ini memperkuat posisi metode Least Cost Analysis sebagai alat strategis dan praktis untuk mengelola percepatan dan pengendalian biaya dalam proyek konstruksi, serta memberikan arahan bagi perbaikan manajemen proyek di masa mendatang.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode Least Cost Analysis dengan strategi penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja lembur (1, 2, dan 3 jam) dapat secara signifikan mengoptimalkan durasi penyelesaian proyek serta mengendalikan biaya tambahan pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1. Penambahan tenaga kerja mampu mempercepat durasi proyek hingga sekitar 15,8% dengan kenaikan biaya sebesar 12%. Penambahan jam kerja lembur, sebagai alternatif yang lebih fleksibel, juga memberikan percepatan durasi dengan kenaikan biaya yang lebih rendah dibandingkan penambahan tenaga kerja saja. Kombinasi kedua strategi tersebut memberikan hasil terbaik, yakni percepatan durasi sebesar 22,7% dengan kenaikan biaya 15,8%, sehingga menghasilkan keseimbangan optimal antara pengurangan waktu dan pengeluaran biaya tambahan.

Hasil ini mengonfirmasi efektivitas metode Least Cost Analysis dalam membantu manajemen proyek menentukan alternatif percepatan yang paling efisien dari sisi biaya dan waktu. Meski demikian, penelitian ini masih terbatas pada variabel tenaga kerja dan jam lembur, tanpa mempertimbangkan faktor eksternal lain seperti kondisi cuaca, teknologi, dan risiko proyek yang juga berpengaruh terhadap durasi dan biaya. Oleh karena itu, pengembangan studi dengan memasukkan variabel-variabel tambahan sangat dianjurkan untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif dan aplikatif dalam konteks proyek konstruksi yang kompleks.

Secara keseluruhan, penerapan metode Least Cost Analysis pada Proyek Bendungan Cibeet Paket 1 memberikan panduan yang sistematis dan praktis untuk mengelola percepatan proyek dengan biaya minimal, serta menjadi alat penting dalam pengambilan keputusan manajemen guna menghindari keterlambatan dan pembengkakan biaya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aung, T., Liana, S. R., Htet, A., Bhaumik, A., & Scholar, R. (2023). Risk management in construction projects: A review of literature. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 11(May), 2320–2882. www.ijcrt.org
- Fedrikson, S., Mardewi, & Jamal, F. N. A. (2019). Optimalisasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pada proyek dengan metode Least Cost Analysis. *Teknologi Sipil*, 3(1), 21–28.
- Frederika, A. (2010). Analisis percepatan pelaksanaan dengan menambah jam kerja optimum pada proyek konstruksi (Studi kasus: Proyek pembangunan Super Villa Peti Tenget-Badung). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 14(2), 113–126.
- Hendrickson, C., & Au, T. (2008). *Project management for construction: Fundamental concepts for owners, engineers, architects, and builders (2nd ed.)*. Prentice Hall.
- Kaur, M., & Singh, R. (2018). Risk and risk-handling strategies in construction projects. *International Journal of Management Studies*, 5. [https://doi.org/10.18843/ijms/v5i1\(4\)/01](https://doi.org/10.18843/ijms/v5i1(4)/01)
- Kerzner, H. (2017). *Project management metrics, KPIs, and dashboards: A guide to measuring and monitoring project performance*. Wiley.
- Kumara, I. N. I., Tapa, I. G. F. S., Indrashwara, D. C., Wedagama, D. A. T. A., & Srikandi, M. B. (2024). Application of the Least Cost Analysis method to determine the optimal cost and duration for delayed projects. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 5(1), 120–130. <https://doi.org/10.37253/jcep.v5i1.9303>
- Pratiwi, K. E., Abdi, F. N., & Budiman, E. (2020). Optimalisasi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek dengan Metode Least Cost Analysis. *Teknologi Sipil*, 4(Nomor 2), 20–29.

- Putra, Y., & Hartati, S. (2017). Optimalisasi waktu dan biaya menggunakan metode Least Cost Analysis pada proyek peningkatan jalan lingkar kota Dumai. *Jurnal Saintis*, 17(April), 100–112.
- Riza, M. N., & Witjaksana, B. (2022). Analisa biaya dan waktu dengan menggunakan metode Least Cost Analysis pada proyek pembangunan gedung ruang kelas baru MAN Kota Surabaya. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), 308. <https://doi.org/10.31602/jk.v5i1.7560>
- Sambasivan, M., & Soon, Y. W. (2007). Causes and effects of delays in Malaysian construction industry. *International Journal of Project Management*, 25(5), 517–526. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.11.007>
- Sulasti, E., & Giatman, M. (2022). Analisis waktu dan biaya pada proyek konstruksi pembangunan gedung laboratorium Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang menggunakan software Microsoft Project. *Jurnal Applied Science in Civil*, 3. <http://asce.ppj.unp.ac.id/index.php/ASCE/article/view/222>
- Tobing, R., Andiyan, A., Syamil, A., Zulkarnain, I., Munizu, M., Samosir, J., Afriyadi, H., Rusmiatmoko, D., Adhicandra, I., Ichsan, M., & Prasetyo, A. (2023). *Manajemen proyek: Teori & penerapannya*.