



Analisis Anggaran Biaya Dan Waktu Optimal Dengan Least Cost Scheduling

Harun Harasid

Universitas Gunung Leuser, Aceh, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 28 September 2024

Revised: 08 Oktober 2024

Accepted: 10 November 2024

Keywords:

Anggaran Biaya

Waktu Optimal

Least Cost Scheduling

Published by

Impression : Jurnal Teknologi dan Informasi

Copyright © 2023 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Penelitian ini menganalisis anggaran biaya dan waktu optimal pada proyek Rehabilitasi Kantor Camat Lawe Alas menggunakan metode Least Cost Scheduling dan analisis Crashing. Proyek ini memiliki waktu penyelesaian normal 182 hari dengan biaya normal sebesar Rp. 160.151.592,33. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan penambahan jam kerja untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 1 jam kerja dapat mempercepat penyelesaian 12 hari dengan biaya tambahan 1,6% dari biaya normal. Penambahan 2 jam kerja mempercepat 23 hari dengan biaya tambahan 20,89%, penambahan 3 jam kerja mempercepat 33 hari dengan biaya tambahan 40,18%, dan penambahan 4 jam kerja mempercepat 42 hari dengan biaya tambahan 59,48%. Berdasarkan analisis, disimpulkan bahwa penambahan jam kerja efektif untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek, namun harus diterapkan secara selektif pada pekerjaan kritis agar tidak menimbulkan peningkatan biaya yang tidak proporsional. Penerapan penambahan jam kerja pada pekerjaan non-kritis hanya akan menambah biaya tanpa memberikan manfaat percepatan yang signifikan. Oleh karena itu, strategi Least Cost Scheduling dan analisis Crashing direkomendasikan untuk mengoptimalkan biaya dan waktu proyek secara efisien.

This research analyzes the optimal cost and time budget for the Lawe Alas District Head Office Rehabilitation project using the Least Cost Scheduling method and Crashing analysis. This project has a normal completion time of 182 days with a normal cost of Rp. 160,151,592.33. The analysis was carried out by considering additional working hours to speed up the project completion time. The research results show that an additional 1 hour of work can speed up completion by 12 days at an additional cost of 1.6% of the normal cost. Adding 2 working hours speeds up 23 days with an additional cost of 20.89%, adding 3 working hours speeds up 33 days with an additional cost of 40.18%, and adding 4 working hours speeds up 42 days with an additional cost of 59.48%. Based on the analysis, it was concluded that increasing working hours is effective in speeding up project completion times, but must be applied selectively to critical work so as not to cause a disproportionate increase in costs. Applying additional working hours to non-critical work will only increase costs without providing significant acceleration benefits. Therefore, Least Cost Scheduling strategy and Crashing analysis are recommended to optimize project costs and time efficiently.

Corresponding Author:

Harun Harasid

Universitas Gunung Leuser, Aceh, Indonesia

Email: harunharasid@gmail.com

PENDAHULUAN

Pada perencanaan awal sebuah proyek konstruksi, aspek utama yang diperhitungkan adalah masalah waktu dan biaya. Hal ini disebabkan oleh realita di lapangan, di mana pertanyaan kritis yang sering muncul adalah apakah perencanaan waktu yang dibuat telah optimal, apakah waktu tersebut dapat dipersingkat, dan apakah penggunaan biaya yang optimal dapat mendukung percepatan waktu tanpa mengorbankan kualitas proyek. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam untuk menghasilkan solusi yang optimal. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan sebuah proyek konstruksi meliputi pengendalian biaya pelaksanaan, kecepatan waktu pelaksanaan, dan pencapaian mutu proyek. Ketiga faktor ini harus berjalan seimbang agar proyek dapat mencapai hasil yang maksimal (Kerzner, 2017). Seiring dengan pesatnya perkembangan dunia konstruksi, tuntutan untuk menyelesaikan proyek tepat waktu semakin meningkat. Untuk memenuhi tuntutan ini, diperlukan metode percepatan proyek yang mempertimbangkan analisis biaya dan waktu. Hubungan antara biaya dan waktu menjadi krusial karena akan mempengaruhi ketepatan penyelesaian proyek (Lock, 2020). Salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk mengatasi hal ini adalah Least Cost Scheduling. Metode ini bertujuan untuk mempersingkat waktu penyelesaian proyek dengan mencari jadwal yang optimal menggunakan biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total yang minimal (Project Management Institute, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan biaya dan waktu optimal pada proyek pembangunan pemeliharaan jalan Lawe Sagu - Kandang Mbelang. Analisis dilakukan pada pekerjaan struktur dengan mempertimbangkan alternatif percepatan seperti lembur dan penambahan tenaga kerja. Dengan melakukan analisis percepatan waktu proyek, diharapkan dapat diketahui sejauh mana waktu dapat dipersingkat, berapa biaya optimum yang harus dikeluarkan, dan solusi apa yang tepat jika terjadi keterlambatan. Keberhasilan analisis ini ditunjukkan oleh ketepatan penyelesaian proyek sesuai target awal, yang didukung oleh penggunaan metode percepatan waktu yang efektif serta pengoptimalan dana untuk mencapai hasil maksimal (Soekiman et al., 2011).

Permasalahan yang dapat muncul dalam pelaksanaan proyek ini antara lain ketidakseimbangan antara biaya dan waktu, di mana penambahan jam kerja atau tenaga kerja untuk mempercepat proyek dapat menyebabkan peningkatan biaya yang tidak proporsional jika tidak dikelola dengan baik. Selain itu, percepatan waktu berisiko mengorbankan mutu pekerjaan jika tidak disertai pengawasan ketat. Keterbatasan sumber daya juga menjadi tantangan, karena penambahan tenaga kerja atau jam lembur mungkin tidak selalu feasible akibat keterbatasan sumber daya manusia atau peralatan. Faktor eksternal seperti cuaca buruk atau keterlambatan material juga dapat menghambat percepatan proyek (Assaf & Al-Hejji, 2006).

Penelitian ini memberikan kontribusi kebaruan dengan mengintegrasikan metode Least Cost Scheduling dan analisis Crashing pada proyek pemeliharaan jalan, yang belum banyak diterapkan pada proyek sejenis. Selain itu, penelitian ini menawarkan pendekatan praktis dalam menentukan solusi optimal untuk percepatan proyek dengan mempertimbangkan trade-off antara biaya, waktu, dan kualitas. Analisis ini juga menyediakan panduan bagi pelaku konstruksi dalam mengambil keputusan terkait percepatan proyek, terutama dalam menghadapi keterlambatan atau tuntutan penyelesaian yang lebih cepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kesesuaian waktu pekerjaan fisik di lapangan dengan jadwal perencanaan, menentukan jumlah waktu optimum dalam proyek, serta membandingkan biaya normal dengan biaya setelah proyek mengalami percepatan. Manfaat penelitian ini antara lain memberikan panduan dalam pengambilan keputusan terkait percepatan proyek konstruksi, menyediakan solusi optimal untuk mengatasi keterlambatan proyek tanpa mengorbankan kualitas, dan menjadi referensi bagi pengembangan metode manajemen proyek konstruksi yang lebih efisien dan efektif.

URAIAN TEORI

Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen adalah suatu ilmu tentang tata cara pengelolaan, perencanaan, pengorganisasian suatu kegiatan untuk mencapai sasaran yang efektif dan efisien. Dalam manajemen, diperlukan juga

metode dan seni kepemimpinan untuk mengelola sumber daya yang ada. Hasil akhir dari proses manajemen dapat berbeda satu sama lain karena perbedaan penerapan prinsip manajemen oleh suatu individu atau organisasi.

Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja (Abrar Husen, 2008). Adapun proses manajemen proyek dapat disimpulkan pada gambar berikut. Dalam manajemen proyek hal perlu dipertimbangkan adalah mengidentifikasi berbagai masalah yang kemungkinan timbul ketika proyek dilaksanakan agar output proyek sesuai dengan sasaran dan tujuan yang direncanakan. Aspek yang dapat diidentifikasi dan menjadi masalah dalam manajemen proyek serta membutuhkan penanganan dengan cermat

Pengendalian Proyek Konstruksi

Pengendalian diperlukan untuk menjaga kesesuaian perencanaan dengan pelaksanaan sehingga perencanaan diperlukan sebagai pedoman untuk pelaksanaan setiap pekerjaan konstruksi. Perencanaan selanjutnya digunakan sebagai standar pelaksanaan dimana meliputi spesifikasi teknik, jadwal dan anggaran. Tiap pekerjaan yang dilaksanakan harus benar-benar diawasi dan di cek oleh pengawas lapangan agar sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan sehingga didapat progres kemajuan yang telah dicapai. Parameter proyek yang diukur merupakan bahan evaluasi yang dilakukan dengan membandingkan kemajuan yang dicapai berdasarkan hasil pemantauan standar yang berdasarkan perencanaan. Hasil evaluasi akan didapat dan diperlukan untuk pengambilan keputusan terhadap permasalahan yang terjadi di lapangan. Dari hasil evaluasi tersebut maka akan diketahui apakah pekerjaan mengalami keterlambatan sehingga dapat diputuskan tindakan yang akan dilakukan untuk mengatasi keterlambatan tersebut.

Rencana Kerja

Dalam menyusun rencana kerja, perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. *Keadaan lapangan lokasi proyek*, dilakukan untuk memperkirakan hambatan yang akan timbul selama pelaksanaan pekerjaan.
2. *Keamanan tenaga kerja*. Informasi kerja tentang jenis dan macam kegiatan yang berguna untuk memperkirakan jumlah dan jenis tenaga kerja yang harus dipersiapkan.
3. *Pengadaan material konstruksi*. Harus diketahui dengan pasti macam, jenis, dan jumlah material yang diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan.
4. *Pengadaan alat pembangunan*. Kegiatan yang memerlukan peralatan pendukung selama pembangunan harus dapat diperkirakan dengan baik.
5. *Gambar kerja*. Selain gambar rencana, pelaksanaan proyek konstruksi memerlukan gambar kerja untuk bagian-bagian tertentu.
6. *Kontinuitas pelaksanaan pekerjaan*. Dalam penyusunan rencana kerja, faktor penting yang harus dijamin oleh pengelola proyek adalah kelangsungan dari susunan rencana kegiatan pada setiap item pekerjaan.

Manfaat dan kegunaan penyusunan rencana kerja:

1. *Alat koordinasi bagi pimpinan*. Dengan menggunakan rencana kerja, pimpinan pelaksanaan pembangunan dapat melakukan koordinasi pada semua kegiatan yang ada dilapangan.
2. *Sebagai pedoman kerja para pelaksana*. Rencana kerja merupakan pedoman, terutama dalam kaitannya dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk setiap item kegiatan.
3. *Sebagai penilaian kemajuan pekerjaan*, ketepatan waktu dari setiap item kegiatan dilapangan dapat dipantau dari rencana pelaksanaan dengan realisasi pelaksanaan dilapangan.
4. *Sebagai Evaluasi Pekerjaan*, variasi yang ditimbulkan dari perbandingan rencana dan realisasi dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menentukan rencana selanjutnya.

Rencana Lapangan

Yang dimaksud dengan rencana lapangan adalah suatu rencana peletakan bangunan-bangunan pembantu yang bersifat temporal yang diperlukan sebagai sarana pendukung untuk pelaksanaan

pekerjaan. Kompleksitas dari pelaksanaan pembangunan menurut pengelola konstruksi adalah memperhitungkan dengan cermat segala sesuatu yang akan dihadapi dilapangan.

1. *Penyelidikan Lapangan*

Tujuan *site investigation* adalah mengidentifikasi dan mencatat data yang diperlukan untuk kepentingan proses design maupun proses konstruksi.

2. *Pertimbangan tata letak*

Tata letak lokasi proyek sangat berpengaruh terhadap efisiensi selama proses konstruksi.

3. *Keamanan lokasi proyek*

Tujuan utama *site security* adalah sebagai berikut:

- a. Keamanan dari pencuri
- b. Keamanan dari perampokan
- c. Keamanan dari penyalahgunaan

4. *Penerangan lokasi proyek*

Penerangan dilakukan jika hendak melakukan pekerjaan lembur pada malam hari atau jika sinar matahari tidak cukup terang sebagai pendukung untuk melakukan kegiatan konstruksi.

5. *Kantor Proyek*

Pemilihan bentuk serta material untuk keperluan kantor proyek ditentukan oleh kontraktor, dan tentunya sesuai dengan spesifikasi dalam proyek. Kebutuhan ruang biasanya dipisahkan antara manajer proyek, ruang administrasi serta ruang untuk pekerja proyek.

Rencana Anggaran Biaya

Kegiatan estimasi pada umumnya dilakukan dengan terlebih dahulu mempelajari gambar rencana dan spesifikasinya. Dalam melakukan kegiatan estimasi seorang estimator harus memahami proses konstruksi secara menyeluruh, termasuk jenis dan kebutuhan alat secara menyeluruh karena faktor tersebut dapat memengaruhi biaya konstruksi. Selain faktor-faktor tersebut diatas terdapat faktor lain yang sedikit banyak ikut memberikan kontribusi dalam pembuatan perkiraan biaya yaitu:

1. Produktivitas tenaga kerja
2. Ketersediaan material dan peralatan
3. Iklim/ cuaca
4. Jenis kontrak
5. Masalah kualitas
6. Etika
7. Sistem pengendalian
8. Kemampuan manajemen

Seorang estimator tidak hanya mampu melakukan kualifikasi atas semua yang terjadi dalam gambar kerja dan spesifikasi, tetapi juga harus mampu mengantisipasi semua kegiatan konstruksi yang akan terjadi. Sebelum menentukan keputusannya, seorang estimator harus menganalisis semua faktor yang berhubungan dengan proyek.

Metode Penjadwalan Proyek

Dalam proyek konstruksi, tentu memerlukan penjadwalan pekerjaan yang baik agar pekerjaan dapat berjalan teratur. Dengan adanya penjadwalan juga akan membantu kontraktor untuk dapat mengontrol pekerjaan dan mengetahui berapa waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut berdasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Berikut metode penjadwalan proyek tersebut antara lain:

1. Kurva S (*hanumm curve*)
2. LCS (*least cost scheduling*)

Jaringan Kerja

Analisis jaringan kerja dibuat untuk merencanakan dan mengendalikan antara satu kegiatan dengan kegiatan lain yang memiliki hubungan ketergantungan dimana bertujuan untuk meminimalkan biaya dan waktu penyelesaian suatu kegiatan. Dalam suatu proyek konstruksi terdapat suatu kombinasi kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan dimana kegiatan-kegiatan tersebut harus dilakukan dalam

urutan tertentu sebelum keseluruhan kegiatan diselesaikan. Urutan kegiatan-kegiatan dilakukan secara logis dimana dimulai dari pelaksanaan satu kegiatan sampai kegiatan lainnya diselesaikan.

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dapat memberikan penyelesaian masalah seperti lama perkiraan waktu penyelesaian proyek, kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis dalam penyelesaian proyek secara keseluruhan. Pada dasarnya penyusunan jaringan kerja merupakan salah satu teknik pengelolaan dalam manajemen proyek dan merupakan sarana operasional dalam proyek (Soeharto,1999).

Produktivitas Proyek Konstruksi

Produktivitas berkaitan dengan aspek ekonomi, kesejahteraan, teknologi, dan sumber daya. Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input* atau rasio antar hasil produksi dengan sumber daya yang digunakan. Rasio produktivitas dalam proyek konstruksi adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi dan dapat dipisah menjadi biaya tenaga kerja, material, metoda, dan alat. Keberhasilan dalam proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya.

Salah satu pendekatan manajemen yang dilakukan untuk mempelajari produktivitas pekerja adalah *work study*. Fungsi utama metode ini adalah memberikan informasi yang cukup sebagai dasar pengambilan keputusan tentang metoda yang digunakan. Untuk mencapai kondisi yang terbaik dari suatu kegiatan dapat dilakukan beberapa cara, seperti:

1. Memperbaiki lokasi bekerja/lingkungan bekerja.
2. Memperbaiki prosedur bekerja.
3. Memperbaiki penggunaan material, alat dan pemakaian pekerja.

Memperbaiki spesifikasi produk.

Mempercepat Waktu Proyek (*Crashing Project*)

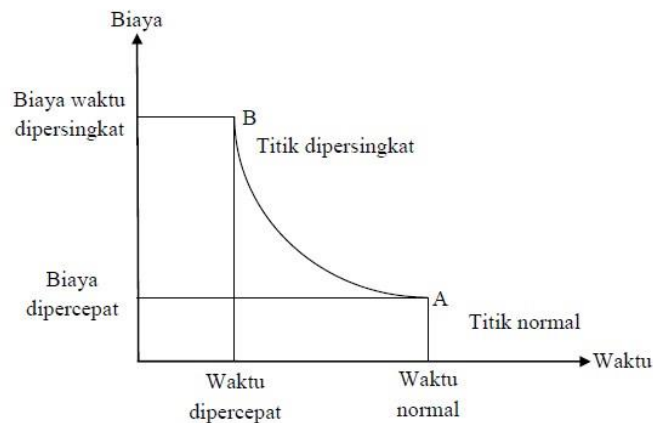
Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dikenal dengan istilah *crashing*. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Pada prosesnya dilakukan dengan perkiraan dari variabel *cost* untuk menentukan pengurangan durasi yang maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi. *Crashing project* dilakukan apabila suatu kegiatan proyek terdapat berbagai pekerjaan dimana item kegiatan yang dilakukan mencapai puluhan ataupun ratusan kegiatan. Kegiatan suatu proyek dapat dipercepat dengan berbagai cara, yaitu:

1. Dengan mengadakan *shift* pekerjaan.
2. Dengan memperpanjang waktu kerja (lembur).
3. Dengan menggunakan alat bantu yang lebih produktif.
4. Menambah jumlah pekerja.
5. Dengan menggunakan material yang dapat lebih cepat pemasangannya.
6. Menggunakan metode konstruksi lain yang lebih cepat.

Salah satu strategi percepatan waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja para pekerja. Biasanya waktu kerja lembur pekerja adalah 8 jam (dimulai jam 08.00 Wib dan selesai pukul 17.00 Wib dengan waktu istirahat 1 jam), dan biasanya kerja lembur dilakukan setelah jam kerja normal. Penambahan jam kerja bisa dilakukan dengan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam penambahan sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Dengan adanya penambahan jam kerja (lembur), maka produktivitas tenaga kerja akan kurang, disebabkan karena adanya faktor kelelahan oleh para pekerja.

Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek sama dengan jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat tergantung terhadap waktu penyelesaian proyek, semakin lama proyek selesai maka biaya yang dikeluarkan akan semakin besar. Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada gambar.

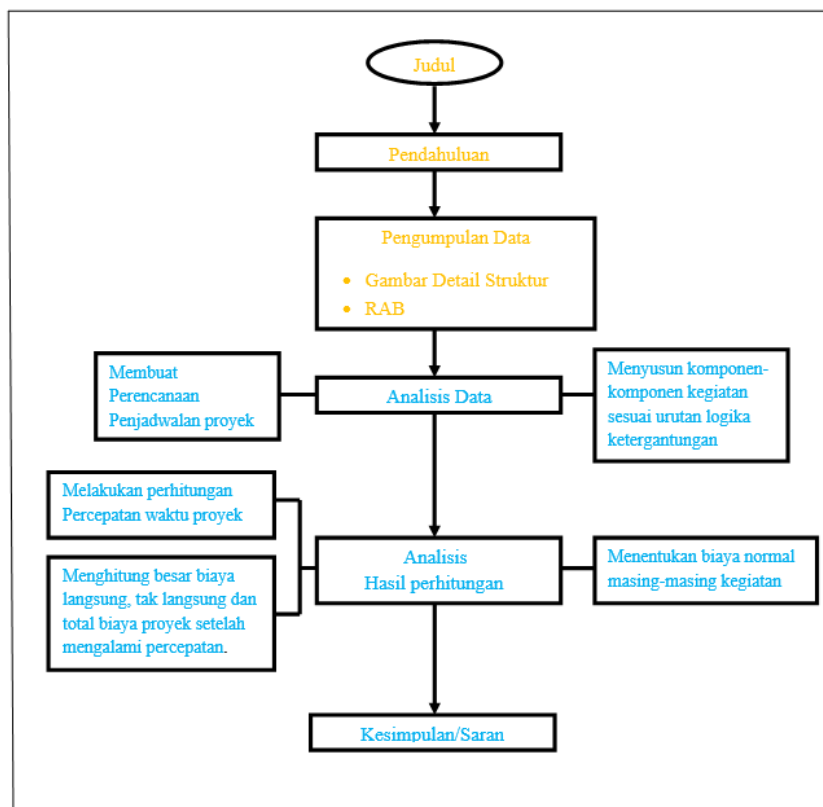


Gambar 1 Hubungan Waktu - Biaya Normal Yang Dipercepat Untuk Suatu Kegiatan
 Sumber : Soeharto, 1998

Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan titik B adalah titik yang dipersingkat. Garis yang menghubungkan antara titik A dan titik B disebut kurva waktu - biaya

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Lawe Sagu - Kandang Mbelang Kecamatan Lawe Bulan Kabupaten Aceh Tenggara. Pengumpulan data dalam penelitian ini merupakan data teknik perencanaan yang diperoleh dari konsultan perencana yang berupa rancangan anggaran biaya (RAB) dan gambar detail struktur. Setelah data - data yang dibutuhkan tersebut diperoleh, kemudian dilakukan pengolahan data. Data - data yang diperoleh tersebut akan dihitung dengan menggunakan suatu analisis percepatan.



Gambar 2 Bagan Alir Penelitiann

HASIL DAN PEMBAHASAN

Umum

Perhitungan yang dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel dimana untuk membantu mempercepat perhitungan. Untuk menentukan pekerjaan yang akan dilakukan perhitungan percepatan proyek dengan biaya optimum maka digunakan *Least Cost Scheduling*. Pada *Least Cost Scheduling* akan dilakukan perhitungan percepatan proyek yang diperoleh dari item-item pekerjaan, dimana lintasan kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis yang dimulai dari kegiatan awal hingga kegiatan akhir dari proyek. Maka jalur kritis penting bagi pelaksana proyek konstruksi, karena pada jalur ini terletak kegiatan - kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek. Dalam *Least Cost Scheduling* biaya langsung dan tak langsung diperhitungkan untuk mendapatkan total biaya proyek.

Sebelum melakukan perhitungan, terlebih dahulu dikumpulkan data-data dari perusahaan yang merupakan kontraktor dari proyek study kasus seperti : Rancangan Anggaran Biaya, item pekerjaan, volume pekerjaan, durasi pekerjaan, *time schedule* pekerjaan dan biaya tak langsung proyek tersebut. Maka prosedur perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data-data yang diperlukan dari lokasi proyek.
2. Membuat tabel item pekerjaan sesuai dengan data yang ada.
3. Melakukan perhitungan percepatan waktu proyek pada pekerjaan yang terdapat pada jalur kritis dengan melakukan penambahan 4 jam.
4. Menentukan total biaya proyek yang diperoleh dari penjumlahan antara biaya langsung dan biaya tidak langsung.

Item Pekerjaan

Berdasarkan data - data yang diperoleh dari pihak terkait, berikut adalah item pekerjaan pada proyek Rehabilitasi Kantor Camat Lawe Alas Kabupaten Aceh Tenggara.

Tabel 1 Item Pekerjaan

No.	ITEM PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	DURASI HARI
A	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Pembongkaran dan Pembersihan Puing			
2	Pengukuran dan Pemasangan Bowplank			
3	Pembobokan Kusen Pintu			
4	Pembobokan Atap Dak WC Belakang			
5	Papan Nama Proyek			
6	Dokumentasi dan Pelaporan			
B	PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI			
1	Galian Pondasi	2,42	M3	3
2	Urugan Tanah Bekas Galian	2,94	M3	2
3	Lantai Kerja Beton	0,12	M3	1
4	Pasir Urug Bawah Pondasi	0,39	M3	1
5	Aanstamping	0,39	M3	1
6	Pondasi Batu Kali	3,54	M3	4
7	Pondasi Tapak	0,54	M3	2
C	PEKERJAAN BETON BERTULANG			
1	Beton Bertulang Sloof UK. 18 x 20 cm	0,47	M3	4
2	Beton Bertulang Kolom Praktis UK. 13 x 13 cm	0,12	M3	2
3	Beton Bertulang Kolom UK. 20 x 20 cm	0,31	M3	3
4	Beton Bertulang Kolom UK. 30 x 30 cm (Kolom Teras)	1,51	M3	6
5	Beton Bertulang Balok Lantai UK. 13 x 13 cm	0,22	M3	2
6	Beton Bertulang Ring Balok UK. 15 x 20 cm	5,14	M3	12
7	Beton Bertulang Top Gevel UK. 13 x 13 cm	0,84	M3	3
8	Beton Bertulang Plat Lantai t= 8 cm	0,65	M3	3

D	PEKERJAAN PASANGAN DAN PELESTERAN			
1	Pasangan Batu Bata 1 PC : 4 PS	104,30	M2	20
2	Pelesteran 1 : 4	208,60	M2	8
E	PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND			
1	Kuda-kuda Kayu	2,54	M3	8
2	Gording Kayu	1,18	M3	3
3	Penutup Atap Genteng Metal 0,30	508,28	M2	8
4	Rabung Genteng Metal 0,30	43,00	M1	2
5	Lisplank Papan 1"x 9"	117,40	M1	3
6	Rangka Plafond	430,10	M2	4
7	Plafond Gypsum 9mm	430,10	M2	4
8	List. Profil Kayu	380,40	M1	3
F	PEKERJAAN LANTAI DAN DINDING			
1	Urugan Tanah Bawah Lantai	18,12	M3	3
2	Urugan Pasir Bawah Lantai	18,12	M3	3
No.	ITEM PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	DURASI HARI
3	Lantai Keramik 60 x 60 cm	362,36	M2	13
4	Lantai Keramik 20 x 20 cm	6,85	M2	2
G	PEKERJAAN KOSEN, PINTU, JENDELA DAN VENTILASI			
1	Pintu Jendela Type PJ1	1,00	Unit	1
2	Pintu Type PJ2	2,00	Unit	2
3	Pintu Type PJ3	1,00	Unit	1
4	Pintu Type PJ4	1,00	Unit	1
5	Pintu Type PJ5	2,00	Unit	2
6	Pintu Type P1 Buka 2	2,00	Unit	2
7	Pintu Type P2	4,00	Unit	3
8	Pintu Type P3	2,00	Unit	2
9	Pintu Type P4	2,00	Unit	2
10	Jendela Type J1	4,00	Unit	2
11	Jendela Type J2	6,00	Unit	2
12	Jendela Type J3	2,00	Unit	1
13	Jendela Type J4	1,00	Unit	1
14	Jendela Type J5	3,00	Unit	2
15	Ventilasi V4	8,00	Unit	4
H	PEKERJAAN PENGECATAN			
1	Cat Tembok 3x(L/D)	997,73	M2	10
2	Cat Plafond	430,10	M2	5
3	Cat Mengkilat Lisplank	35,22	M2	2
4	Cat Mengkilat Kosen, Pintu, Jendela dan Ventilasi	75,40	M2	4
I	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK			
5	Intalasi + Titik Lampu			
6	Intalasi + Stop Kontak			
J	PEKERJAAN INSTALASI AIR BERSIH			
3	Instalasi Air Bersih			
K	PEKERJAAN INSTALASI AIR KOTOR			
1	Instalasi Air Kotor			
2	Septitank			
L	PEKERJAAN LAIN-LAIN			
1	Penempahan Tulisan dan Lambang Aceh Tenggara			

Sumber : Konsultan Perencana

Menghitung Percepatan Waktu dan Biaya Proyek

Dalam menghitung percepatan waktu dan biaya proyek item pekerjaan ring balok ukuran 15x20 cm, digunakan sebagai contoh perhitungan.

Menghitung Percepatan Waktu

1. Menghitung Produktivitas Harian

Produktivitas harian didapat dengan cara besarnya volume pekerjaan dibagi durasi normal rencana pekerjaan.

Produktivitas harian untuk item pekerjaan Beton bertulang ring balok ukuran 15 x 20 cm

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Harian} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Normal}} \\ &= \frac{5,14}{12} = 0,43 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas untuk item pekerjaan ring balok ukuran 15x20 cm dapat diselesaikan 0,43m³ dalam sehari.

2. Menghitung Produktivitas Perjam

Tujuan menghitung Produktivitas Perjam, guna mendapatkan berapa besar volume pekerjaan yang dapat diselesaikan dalam satu jam.

Produktivitas perjam untuk item pekerjaan Beton bertulang ring balok ukuran 15 x 20 cm

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Perjam} &= \frac{\text{Produktivitas Perhari}}{8 \text{ jam kerja}} \\ &= \frac{0,43}{8} = 0,054 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

0,054m³ pekerjaan ring balok ukuran 15x20 cm dapat terselesaikan dalam waktu satu jam.

3. Menghitung Produktivitas Harian Sesudah Crash

Produktivitas Harian Sesudah Crash = (8jam x Prod.Tiap Jam)+(t(jam) x koef.produktivitas penambahan jam x prod.tiap jam).

Produktivitas harian sesudah crash untuk item pekerjaan Beton bertulang ring balok ukuran 15 x 20 cm

$$\begin{aligned} &= (8 \times 0,05) + (4 \times 0,6 \times 0,05) \\ &= 0,56 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4. Menghitung Waktu Percepatan Proyek (Crash Duration)

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash}}$$

Produktivitas harian sesudah crash untuk item pekerjaan Beton bertulang ring balok ukuran 15 x 20 cm

$$\begin{aligned} \text{Crash Duration pekerjaan Beton bertulang ring balok ukuran 15x20 cm} \\ &= \frac{5,14}{0,56} = 9,23 \text{ hari} \end{aligned}$$

Menghitung Biaya Proyek

1. Menghitung Biaya Normal Ongkos Pekerja Perhari

Biaya normal ongkos pekerja perhari = Produktivitas Harian x Harga Satuan Upah Pekerja

Biaya normal ongkos pekerja perhari untuk item pekerjaan Beton bertulang ring balok ukuran 15x20 cm

$$= 0,43 \times 182.305 = 78.087,31/\text{Hari}$$

Dari Perhitungan diatas, didapat biaya normal ongkos pekerja perhari untuk pekerjaan ring balok adalah Rp. 78.087,31.

2. Menghitung Biaya Normal Ongkos Pekerja Perjam

Biaya normal ongkos pekerja perjam = Produktivitas Perjam x Harga Satuan Upah Pekerja

Biaya normal ongkos pekerja perjam untuk item pekerjaan Beton bertulang ring balok ukuran 15x20 cm

$$= 0,05 \times 182.305 = 9.760,91/\text{jam.}$$

Dari Perhitungan diatas, didapat biaya normal ongkos pekerja perjam untuk pekerjaan ring balok adalah Rp. 9.760,91

3. Menghitung Biaya Lembur Penambahan 4 Jam Kerja

Biaya lembur pekerja = (1,5 x upah sejam normal untuk jam kerja lembur pertama + 2 x upah sejam normal untuk jam kerja lembur berikutnya x 3)

Biaya lembur pekerja untuk item pekerjaan ring balok 15x20 cm.

$$= (1,5 \times 9.670,91) + (2 \times 9.670,91 \times 3)$$

$$= 73.206,85$$

Didapat hasil penambahan biaya lembur 4 jam kerja perhari adalah Rp.73.206,85.

4. Menghitung Crash Cost Penambahan 4 Jam Kerja

Crash Cost pekerja perhari = (8 jam x normal cost pekerja) + (4 jam biaya lembur pekerja)

Crash Cost pekerja perhari pekerjaan untuk item pekerjaan ring balok ukuran 15 x 20 cm

$$= (8 \times 9.760,91) + (73.206,85)$$

$$= 151.294,16$$

Didapat biaya penambahan 4 jam lembur kerja adalah Rp. 151.294,16.

5. Menghitung Total Crash Cost Penambahan 4 Jam Kerja

Crash Cost pekerja = Crash Cost pekerja perhari x Crash Duration

Total Crash Cost untuk item pekerjaan ring balok ukuran 15 x 20 cm

$$= 151.294,16 \times 9,23$$

$$= 1.396.561,48$$

Jadi, total biaya penambahan 4 jam lembur kerja untuk item pekerjaan ring balok ukuran 15 x 20 cm adalah Rp. 1.396.561,48

6 Menghitung *Cost Slope* penambahan 4 jam kerja

Cost Slope adalah pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu.

$$\text{Cost Slope percepatan proyek} = \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}}$$

$$\text{Cost Slope percepatan proyek} = \frac{255.402.844,60 - 160.151.592,3}{182 - 140}$$

$$\text{Cost Slope percepatan proyek} = \frac{95.251.252,27}{42}$$

$$\text{Cost Slope percepatan proyek} = 2.267.886,96 / \text{hari}$$

Dengan melakukan cara yang sama pada perhitungan penambahan 1, 2, 3 dan 4 jam penambahan jam kerja, maka diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil perhitungan penambahan 1,2,3 dan 4 jam penambahan jam kerja

No	Keterangan	Waktu penyelesaian proyek (Hari)	Jumlah waktu yang dipercepat (Hari)	Besar biaya langsung proyek (Rupiah)	Biaya tambahan (Rupiah)	Cost Slope (Rupiah)
1	Waktu Normal	182	0	160.151.592,33	0	0
2	Penambahan 1 Jam	170	12	162.716.328,41	2.564.736,09	213.728,01
3	Penambahan 2 Jam	159	23	193.611.833,81	33.460.241,48	1.454.793,11
4	Penambahan 3 Jam	149	33	224.507.339,20	64.355.746,88	1.950.174,15
5	Penambahan 4 Jam	140	42	255.402.844,60	95.251.252,27	2.267.886,96

Sumber : Hasil Analisis

Menghitung Biaya Tak Langsung Proyek

Biaya tak langsung proyek adalah biaya tidak tetap selama proyek berlangsung yang menjadi komponen permanen, seperti biaya manajemen proyek, gaji tenaga kerja administrasi. Biaya tak langsung nilainya bergantung terhadap waktu dimana semakin lama waktu pekerjaan proyek maka biaya tak langsung akan semakin besar. Berikut hasil perhitungan biaya tak langsung proyek dengan durasi hari normal, penambahan 1 jam kerja sampai dengan 4 jam kerja, dibuat dalam bentuk tabel 3 sampai tabel 7

Tabel 3. Hasil perhitungan biaya tak langsung proyek durasi normal

No.	Jenis Biaya	Jumlah	Hari	Gaji Perhari (Rp)	Jumlah (Rp)
I	Biaya Overhead				
	a. Gaji Staff Proyek				
	1. Penanggung jawab proyek	1 orang	182	120.000,00	21.840.000,00
	2. Site Manager	1 orang	182	80.000,00	14.560.000,00
				Total	36.400.000,00
II	Biaya Tak Terduga 2% dari Real Cost				3.203.031,85
III	Profit 10% dari Real Cost				16.015.159,23
Total Biaya Tak Langsung					55.618.191,08

Tabel 4 Hasil perhitungan biaya tak langsung proyek penambahan 1 jam kerja

No.	Jenis Biaya	Jumlah	Hari	Gaji Perhari (Rp)	Jumlah (Rp)
I	Biaya Overhead				
	a. Gaji Staff Proyek				
	1. Penanggung jawab proyek	1 orang	170	120.000,00	20.400.000,00
	4. Administrasi	1 orang	170	80.000,00	13.600.000,00
				Total	34.000.000,00
II	Biaya Tak Terduga 2% dari Real Cost				3.203.031,85
III	Profit 10% dari Real Cost				16.015.159,23
Total Biaya Tak Langsung					53.218.191,08

Tabel 5 Hasil perhitungan biaya tak langsung proyek penambahan 2 jam kerja

No.	Jenis Biaya	Jumlah	Hari	Gaji Perhari (Rp)	Jumlah (Rp)
I	Biaya Overhead				
	a. Gaji Staff Proyek				
	1. Penanggung jawab proyek	1 orang	159	120.000,00	19.080.000,00
	4. Administrasi	1 orang	159	80.000,00	12.720.000,00
				Total	31.800.000,00
II	Biaya Tak Terduga 2% dari Real Cost				3.203.031,85
III	Profit 10% dari Real Cost				16.015.159,23
Total Biaya Tak Langsung					51.018.191,08

Tabel 6 Hasil perhitungan biaya tak langsung proyek penambahan 3 jam kerja

No.	Jenis Biaya	Jumlah	Hari	Gaji Perhari (Rp)	Jumlah (Rp)
I	Biaya Overhead				
	a. Gaji Staff Proyek				
	1. Penanggung jawab proyek	1 orang	149	120.000,00	17.880.000,00

	4. Administrasi	1 orang	149	80.000,00	11.920.000,00
				Total	29.800.000,00
II	Biaya Tak Terduga 2% dari Real Cost				3.203.031,85
III	Profit 10% dari Real Cost				16.015.159,23
Total Biaya Tak Langsung					49.018.191,08

Tabel 7 Hasil perhitungan biaya tak langsung proyek penambahan 4 jam kerja

No.	Jenis Biaya	Jumlah	Hari	Gaji Perhari (Rp)	Jumlah (Rp)
I	Biaya Overhead				
	a. Gaji Staff Proyek				
	1. Penanggung jawab proyek	1 orang	140	120.000,00	16.800.000,00
	4. Administrasi	1 orang	140	80.000,00	11.200.000,00
				Total	28.000.000,00
II	Biaya Tak Terduga 2% dari Real Cost				3.203.031,85
III	Profit 10% dari Real Cost				16.015.159,23
Total Biaya Tak Langsung					47.218.191,08

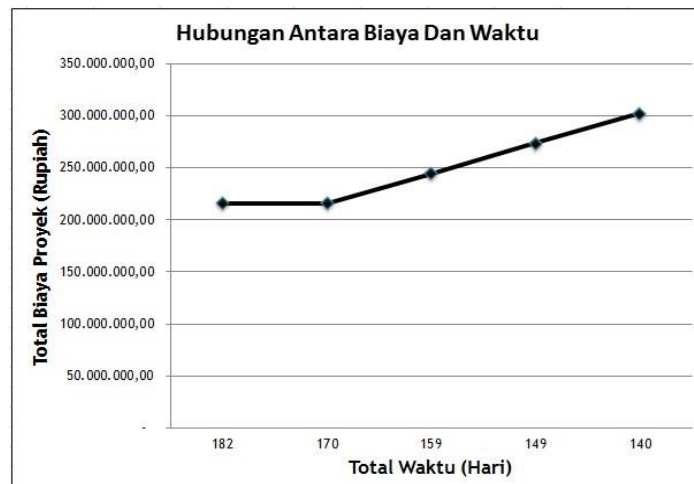
Menghitung Biaya Total Biaya Proyek

Biaya total proyek adalah penjumlahan antara biaya langsung proyek dan biaya tak langsung proyek.

Tabel 8 Analisa Biaya dan Waktu Penyelesaian Proyek

No.	Waktu (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tak Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	182	160.151.592,33	55.618.191,08	215.769.783,40
2	170	162.716.328,41	53.218.191,08	215.934.519,49
3	159	193.611.833,81	51.018.191,08	244.630.024,89
4	149	224.507.339,20	49.018.191,08	273.525.530,28
5	140	255.402.844,60	47.218.191,08	302.621.035,68

Sumber : Hasil Analisis



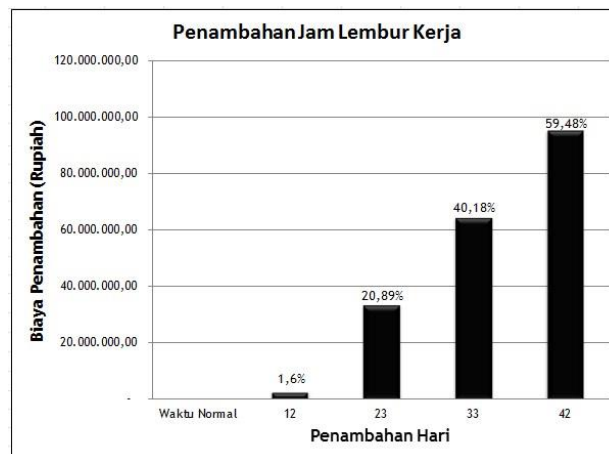
Gambar 3 Grafik Hubungan antara waktu, biaya normal dan biaya dipersingkat

PEMBAHASAN

Hasil Analisis dari proyek rehabilitasi kantor camat lawe alas kabupaten aceh tenggara. Berdasarkan data dari CV. Serinen Arsindo Konsultan di peroleh keterangan bahwa penyelesaian proyek memerlukan waktu 182 hari , dan membutuhkan biaya total sebesar Rp.160.151.592,33.

Dengan menggunakan metode least cost scheduling penambahan 1 jam kerja penyelesaian proyek memerlukan waktu 170 hari dengan biaya Rp. 162.716.328,41, maka biaya bertambah Rp. 2.564.736,09 dari biaya normal. Dengan penambahan 2 jam kerja penyelesaian proyek memerlukan waktu 159 hari dengan biaya Rp. 193.611.833,81, maka biaya bertambah Rp. 33.460.241,48 dari biaya normal. Dengan penambahan 3 jam kerja penyelesaian proyek memerlukan waktu 149 hari dengan biaya Rp. 224.507.339,20, maka biaya bertambah Rp. 64.355.746,88 dari biaya normal. Dengan penambahan 4 jam kerja penyelesaian proyek memerlukan waktu 140 hari dengan biaya Rp. 255.402.844,60, maka biaya bertambah Rp. 95.251.252,27 dari biaya normal.

Perhitungan hanya untuk satu orang pekerja, apabila pekerja di tambah maka waktu penyelesaian proyek akan lebih cepat.



Gambar 4 Grafik Waktu Percepatan dan Biaya Penambahan Jam Lembur Kerja

PENUTUP

Berdasarkan analisis dan pembahasan percepatan proyek Rehabilitasi Kantor Camat Lawe Alas, disimpulkan bahwa penambahan jam kerja dapat mempercepat waktu penyelesaian proyek, namun dengan konsekuensi peningkatan biaya. Penambahan 1 jam kerja mempercepat penyelesaian 12 hari dengan biaya tambahan 1,6% dari biaya normal. Penambahan 2 jam mempercepat 23 hari dengan biaya tambahan 20,89%, penambahan 3 jam mempercepat 33 hari dengan biaya tambahan 40,18%, dan penambahan 4 jam mempercepat 42 hari dengan biaya tambahan 59,48%. Oleh karena itu, disarankan agar penambahan jam kerja hanya diterapkan pada pekerjaan kritis yang memerlukan percepatan untuk menghindari keterlambatan pada pekerjaan berikutnya. Penerapan penambahan jam kerja pada semua pekerjaan, termasuk yang tidak kritis, hanya akan menambah biaya tanpa memberikan manfaat percepatan yang signifikan.

REFERENSI

- Ahuja, Hira N. *Project Management Techniques in Planning and Controlling Construction Projects*. Wiley. Toronto.
- Adianto, L.D Yohannes, dkk. 2006. *Analisis Biaya dan Waktu Oprimal Pada Proyek Ruko Paskal Hypersquare dengan Least Cost Scheduling*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan. Bandung.

- Assaf, S. A., & Al-Hejji, S. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International Journal of Project Management*, 24(4), 349-357.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 1*. Kanisius. Yogyakarta.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 2*. Kanisius. Yogyakarta.
- Ervianto, W.I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi. Yogyakarta.
- Ervianto, W.I. 2004. *Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi. Yogyakarta.
- Husen, Abrar. Ir., MT., 2008. *Manajemen Proyek*. Andi. Yogyakarta.
- Frederika, Ariany. 2010. *Analisis Percepatan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Kontruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung)*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana. Denpasar.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. John Wiley & Sons.
- Lock, D. (2020). *Project Management*. Gower Publishing, Ltd.
- Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Project Management Institute.
- Soekiman, A., Pribadi, K. S., Soemardi, B. W., & Wirahadikusumah, R. D. (2011). Factors Relating to Project Delay in Construction Projects in Indonesia. *Journal of Construction in Developing Countries*, 16(2), 1-14.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Soeharto, Iman. 1998. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.