

PENINGKATAN EFISIENSI PROSES KONTRUKSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GUDANG DENGAN MENGADAPTASI TEKNOLOGI KONTRUKSI MODERN PADA PABRIK SINDABAD MARINE PIONEER DI PASURUAN, JAWA TIMUR

Revina Febrianti¹, Ulfi Pristiana²

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, revinafebrianti4@gmail.com , Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, ulfi@untag-sby.ac.id, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

ABSTRAK

Waktu yang optimal dalam menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi sangat perlu diterapkan, agar apa yang dikerjakan menjadi efektif dan tidak membuang banyak waktu. Dalam menyelesaikan sebuah proyek pembangunan, diperlukan waktu yang optimal, agar tidak terjadi keterlambatan dengan waktu yang telah ditentukan. Sehingga menyebabkan biaya yang dibutuhkan semakin meningkat dan pekerjaan tidak menjadi efektif. Penelitian ini menggunakan metode CPM (Crithical Path Method), yaitu suatu metode untuk menentukan jalur kritis dalam analisis jaringan kerja pada suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan, sehingga pekerjaan yang dilakukan menjadi optimal dan efektif. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah untuk kegiatan yang optimal dalam menyelesaikan proyek pembangunan rumah kos yaitu sebanyak 18 kegiatan dan durasi kegiatan yang optimal yang diperoleh adalah 126 hari.

Kata kunci: Metode Jalur Kritis (CPM), Waktu Optimal, Gudang

ABSTRACT

The optimal time to complete a construction work is imperative, so that what is done is effective and does not waste a lot of time. In completing a construction project, it takes optimum time, so that there is no delay with the time stipulated. So the cost is rising and the work is becoming inefficient. The study uses the critical path method (CPM), which is a method for determining critical paths in network analysis of a series of activities performed, so that the work performed is optimal and effective. The results obtained in this study are for the optimum activity in completing the construction project of the house cost of 18 activities and the optimal duration of the activity obtaining is 123 days.

Keywords: Critical Path Method (CPM), Optimal Time, Warehouse

1. PENDAHULUAN

Pendekatan manajemen operasional yang efisien dan efektif dalam proyek konstruksi menjadi krusial untuk mengatasi tantangan dalam pelaksanaan. Dalam konteks proyek konstruksi, manajemen operasional mencakup pengawasan ketat terhadap aktivitas harian, alokasi sumber daya, dan evaluasi kinerja proyek. Meskipun industri konstruksi memiliki dampak besar pada perekonomian, masalah ketidakefisienan masih sering terjadi.

Penerapan teknologi konstruksi modern, seperti Building Information Modeling (BIM) dan Lean Construction, dapat meningkatkan efisiensi proses konstruksi. Sistem penjadwalan proyek, seperti Critical Path Method (CPM), memberikan kontrol yang lebih baik terhadap waktu dan biaya. Meskipun demikian, proyek konstruksi seperti Pabrik Sindabad Marine Pioneer sering menghadapi keterlambatan, biaya tinggi, dan risiko kesalahan konstruksi.

Dalam penelitian ini, penulis bertujuan menerapkan teknologi konstruksi modern dengan metode CPM untuk meningkatkan efisiensi pengerjaan proyek Pabrik Sindabad Marine Pioneer. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat signifikan bagi industri setempat dan mendukung pertumbuhan ekonomi wilayah. Judul penelitian yang diusulkan adalah "Peningkatan Efisiensi Proses Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gudang Dengan Mengadaptasi Teknologi Konstruksi Modern pada Pabrik Sindabad Marine Pioneer di Pasuruan, Jawa Timur."

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Operasional

Manajemen Operasional adalah fungsi manajemen yang bertanggung jawab untuk mengawasi, merancang, dan mengendalikan kegiatan produksi. Ini melibatkan strategi penataan dan administrasi praktik operasi bisnis untuk mencapai efisiensi maksimal. Sebagai bagian dari tiga fungsi strategis perusahaan (bersama dengan pemasaran dan keuangan), manajemen operasional menjadi kunci dalam menyempurnakan strategi perusahaan dan memastikan kelangsungan bisnis jangka panjang. Manajemen Operasional fokus pada cara mengubah input menjadi output secara efisien, melibatkan berbagai elemen seperti bahan, peralatan, teknologi, dan sumber daya manusia. Ini mencakup spesialisasi dalam produksi barang dan menggunakan alat serta teknik khusus untuk mengatasi masalah produksi.

Menurut Jay Heizer dan Berry Rander (2009:4) manajemen operasional adalah serangkaian aktivitas yang menghasilkan nilai melalui transformasi input menjadi output, baik dalam bentuk barang maupun jasa. Sementara menurut William J. Stevenson (2009:216) manajemen operasional adalah sistem atau serangkaian proses yang terlibat dalam pembuatan produk atau penyediaan jasa. David Collier (2007:50) menggambarkan manajemen operasional sebagai ilmu dan seni untuk memastikan penciptaan dan pengiriman barang dan jasa kepada pelanggan. Suatu kegiatan yang berhubungan dengan pembuatan barang, jasa, dan kombinasinya, melalui proses transformasi dari sumber daya produksi menjadi keluaran yang diinginkan Menurut Edy Herjanto (2007:2).

2.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan, keterampilan, dan teknik untuk menjalankan aktivitas proyek guna memenuhi kebutuhan dan persyaratan yang ditetapkan. Project Management Body of Knowledge (PMBOK) yang menguraikan sembilan area pengetahuan, seperti manajemen lingkup proyek, waktu, biaya, mutu, sumber daya manusia, komunikasi, risiko, pengadaan, dan integrasi proyek. Setiap aspek tersebut memiliki peran khusus dalam memastikan keberhasilan pemenuhan kebutuhan pelanggan dan memenuhi harapan. Penerapan manajemen proyek yang baik dapat memberikan pengendalian terbaik dalam setiap fase proyek.

2.3 Teknologi Konstruksi

Teknologi konstruksi modern melibatkan penerapan teknologi mutakhir, metode, dan praktik dalam industri konstruksi. Artikel ini membahas aspek-aspek utama teknologi konstruksi modern, termasuk pemodelan 3D dan 4D, Building Information Modeling (BIM), otomatisasi dan robotika, penggunaan material inovatif, teknologi informasi dan komunikasi (TIK), energi terbarukan, dan sistem keamanan canggih. Penerapan teknologi ini memiliki dampak positif terhadap efisiensi, kualitas, keamanan, dan keberlanjutan dalam perencanaan, perancangan, konstruksi, dan manajemen proyek. Dengan menggunakan perangkat lunak canggih, robotika, material inovatif, dan energi terbarukan, industri konstruksi dapat mempercepat proses, meningkatkan presisi, mengurangi biaya, dan mendukung praktik konstruksi yang berkelanjutan.

2.4 Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Bisnis harus memiliki perencanaan dan jadwal yang memadai untuk menyelesaikan sebuah proyek. Dengan melakukan hal ini, potensi permasalahan-permasalahan yang timbul pada proses penyelesaian dapat dihindari. Salah satu yang dapat digunakan untuk menghindari atau mengatasi permasalahan keterlambatan tersebut adalah dengan menggunakan *Network Planning*. Berikut adalah pendapat dari beberapa para ahli tentang *Network Planning* :

2.5 Jadwal Proyek dan Manajemen Risiko

Menurut Herold Kerzner (2009) rencana terperinci memungkinkan manajer proyek mengalokasikan sumberdaya secara efektif, memantau kemajuan, dan memastikan bahwa proyek selesai tepat waktu dan sesuai anggaran. Jadwal proyek merupakan pernyataan dari sebagian atau seluruh rencana proyek yang menunjukkan kapan setiap pekerjaan harus dimulai, berapa lama pekerjaan tersebut akan berlangsung, dan urutan pekerjaan tersebut. Teori ini mendalam pada penggunaan teknik-teknik manajemen waktu, seperti PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*) untuk merencanakan dan mengendalikan jadwal proyek konstruksi. Penjadwalan proyek dianggap krusial dalam manajemen proyek karena memberikan kerangka kerja yang memungkinkan alokasi sumber daya yang efektif, pemantauan kemajuan, dan penyelesaian proyek tepat waktu dan sesuai anggaran. Jadwal proyek memainkan peran utama dalam

memastikan kelancaran aktivitas proyek, mencakup pernyataan kerja yang merinci setiap aktivitas, urutan eksekusinya, dan alokasi sumber daya.

Critical Path Method (CPM) digunakan untuk mengoptimalkan biaya proyek dengan mengurangi waktu penyelesaian total. Metode ini efektif dalam proyek konstruksi di mana durasi pekerjaan dapat diukur dan diperkirakan tanpa fluktuasi yang signifikan. Langkah-langkah dalam metode CPM melibatkan identifikasi aktivitas, penentuan durasi, pembuatan diagram jaringan, penentuan jalur kritis, perhitungan waktu mulai dan selesai, penyusunan jadwal, dan pengendalian serta pemantauan selama pelaksanaan proyek yang fokusnya pada perhitungan maju, dimulai dari event awal menuju event akhir. Identifikasi CPM pada diagram jaringan menjadi langkah penting dalam memantau dan mengendalikan proyek secara efisien berdasarkan manajemen waktu proyek konstruksi, dengan penekanan pada perhitungan maju dan pengendalian jalur kritis. Komponen yang terdapat didalam metode CPM yakni, jaringan kerja, durasi kegiatan waktu, jalur kritis dan jadwal aktivitas.

Program Evaluation and Review Technique (PERT) digunakan karena mampu meningkatkan akurasi dan koordinasi kegiatan. Metode ini mengatasi variasi waktu dengan memanfaatkan distribusi beta dan probability. Dengan triple duration estimate, yakni waktu optimis, realistis, dan pesimis, PERT menghasilkan expected duration (t_e) sebagai dasar untuk identifikasi jalur kritis. Deviasi standar dan varians kegiatan mengukur ketidakpastian estimasi waktu. Untuk mengevaluasi kemungkinan mencapai target jadwal, digunakan rumus probabilitas dengan angka z yang dapat dihitung menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z .

2.6 Manajemen Resiko Proyek

Manajemen risiko proyek pada konstruksi melibatkan identifikasi, evaluasi, dan mitigasi risiko. Prapti menekankan pengaruh risiko pada hubungan, konsistensi work breakdown structure, dan manajemen milestone. Penilaian risiko melibatkan identifikasi, analisis, dan evaluasi risiko dengan menggunakan metode seperti checklist, wawancara, dan analisis dokumen. Risiko dapat diklasifikasikan berdasarkan sumber dan sifatnya, seperti risiko murni/spesulatif, risiko terhadap benda/manusia, dan risiko fundamental/khusus. Identifikasi risiko dilakukan melalui teknik seperti brainstorming, analisis checklist, dan analisis akar penyebab. Mitigasi risiko melibatkan menahan, mengurangi, memindahkan, atau menghindari risiko.

2.7 Lean Construction

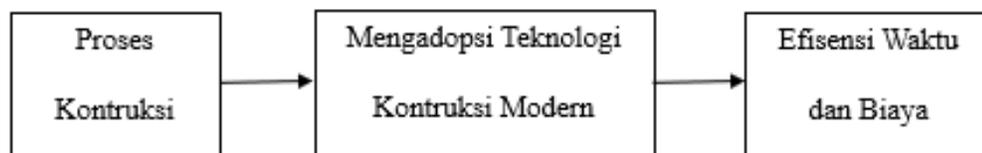
Lean Construction adalah pendekatan manajemen proyek yang bertujuan meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan dalam proses konstruksi, berdasarkan prinsip-prinsip Lean Manufacturing. Konsep ini mencakup prinsip-prinsip 5S, yaitu Sort, Set in Order, Sweep, Standardize, dan Sustain. Gregory Howell (1999) mengembangkan Last Planner System, menekankan kolaborasi dan perencanaan akurat untuk mengurangi ketidakpastian. Glenn Ballard memperkenalkan Production Control System, fokus pada aliran kerja dan pengendalian produksi. Lauri Koskela (2000) menyoroti pentingnya Value Stream Mapping untuk mengidentifikasi dan memperbaiki pemborosan. James Womack dan Daniel Jones (1996) menerapkan prinsip-prinsip Lean ke industri konstruksi, termasuk fokus pada nilai pelanggan, pengurangan pemborosan, dan perbaikan berkelanjutan. John

E. Bennett dan Dan S. Rozenfeld (2003) menggambarkan penerapan prinsip-prinsip Lean dalam manajemen proyek konstruksi.

Lean Construction didasarkan pada tiga prinsip utama: nilai, aliran, dan penghapusan pemborosan. Prinsip nilai fokus pada memahami kebutuhan pelanggan. Prinsip aliran berusaha mengoptimalkan aliran kerja dan mengurangi waktu tunggu. Prinsip penghapusan pemborosan berfokus pada mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan dalam proses konstruksi. Dalam Lean Construction, tim proyek bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama. Tim ini terdiri dari semua pihak yang terlibat dalam proyek, termasuk pemilik, arsitek, insinyur, kontraktor, dan subkontraktor. Untuk menerapkan Lean Construction, langkah-langkah seperti identifikasi nilai, optimalkan aliran kerja, kolaborasi, dan penggunaan teknologi dapat diambil. Teknologi seperti Building Information Modeling (BIM), Augmented Reality (AR), dan Virtual Reality (VR) dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi.

2.8 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan Teknologi Kontruksi Modern dalam penyelesaian suatu proyek dalam upaya peningkatan efisiensi waktu dan biaya yang paling optimal. Sebelum implementasi, perencanaan, pengaturan, dan pembuatan rencana adalah tugas yang paling penting dalam organisasi proyek. Penataan kegiatan melalui sinkronisasi waktu dalam penyelesaian seluruh tugas dikenal sebagai perencanaan dan pengendalian proyek.



Gambar 2.9 Kerangka Konseptual

Teknologi Kontruksi Modern merupakan salah satu teknik manajemen proyek yang dapat digunakan untuk membantu manajer dalam perencanaan dan pengendalian proyeknya serta, dengan suatu perencanaan dan penjadwalan yang akurat sangat dibutuhkan dalam suatu kegiatan proyek sehingga dapat membantu manajer proyek dalam proses pengambilan keputusan untuk efisiensi waktu dan biaya penyelesaian proyek yang paling optimal.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menggambarkan atau mendeskripsikan karakteristik atau fenomena yang diteliti dengan data yang sistematis, terstruktur dan berlandaskan data yang konkrit, dengan mengadopsi teknologi konstruksi modern pada pembangunan gudang pabrik, berapa durasi yang optimal dalam proyek pembangunan gudang, dan berapa total biaya proyek pembangunan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan yang digunakan penyusun dalam menyusun skripsi ini adalah : 1. Penelitian Lapangan Data yang diperoleh dengan melakukan peninjauan secara langsung ke proyek pembangunan yang menjadi obyek penelitian. Secara spesifik data yang diperoleh dengan cara :

a) wawancara

Proses wawancara pada penelitian merupakan proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini dengan menggunakan panduan wawancara yang akan dilakukan oleh peneliti dengan kontraktor pelaksana proyek.

b) observasi secara langsung pada lokasi penelitian.

Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengamatan secara langsung terhadap kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada proyek pembangunan gudang Pabrik Sindabad Marine Pioneer di Pasuruan, Jawa Timur.

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di gudang Pabrik Sindabad Marine Pioneer di Pasuruan, Jawa Timur. Berdasarkan keterangan dari kontraktor proyek ini memiliki nominal pekerjaan sebesar Rp. 1.224.000.000 (satu miliar dua ratus dua puluh empat juta rupiah) dalam jangka waktu 4 bulan. Informasi yang dibutuhkan untuk penelitian ini berupa informasi durasi kegiatan, jadwal pelaksanaan proyek, rencana anggaran biaya (RAB), serta kebutuhan yang diantisipasi untuk penelitian. Estimasi kebutuhan tenaga kerja dan biaya proyek (RAB).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap Perencanaan Waktu Dan Biaya Proyek

Proses pengerjaan dalam pembangunan gudang pabrik, kontraktor berpedoman pada perencanaan yang telah disusun berdasarkan urutan kegiatan. Berdasarkan analisis yang dilakukan 305 hari. Karena itu dalam menentukan waktu tiap kegiatan perencanaan dibuat berdasarkan pengalaman. Untuk lebih memudahkan dalam melihat seluruh kegiatan yang ada, serta waktu yang telah ditentukan dibuat suatu tabel dan waktu penyelesaian

Tabel 4.1 Jenis Kegiatan Berdasarkan Waktu Penyelesaian

No	Item Pekerjaan	Waktu (Hari)
1	Pekerjaan Persiapan	7
2	Pekerjaan Leveling Tanah	12
3	Pekerjaan Pondasi	8
4	Pekerjaan Sloof	10
5	Pekerjaan Kolom Pedestal	4
6	Pekerjaan Plat Lantai	6
7	Pekerjaan Pengecoran Beton	15
8	Pekerjaan Pasangan Dinding	40
9	Pekerjaan Struktur Baja	12
10	Pekerjaan Rangka Atap	6
11	Pekerjaan Instalasi Pipa & Saluran	10
12	Pekerjaan Elektrikal	10
13	Pekerjaan Pengecatan	16
14	Pekerjaan Plafond (Area Toilet)	2
15	Pekerjaan Keramik (Area Toilet)	6
16	Pekerjaan Sanitary (Area Toilet)	2
17	Pekerjaan Kusen Pintu Jendela	7
18	Pekerjaan Finishing	7
Total		180

4.2 Data Biaya Proyek

Penulis mendapatkan informasi data biaya proyek dari pemborong. Data biaya proyek tersebut merupakan biaya langsung. Biaya langsung dapat dibebankan langsung pada masing-masing pekerjaan. Biaya langsung terdiri dari biaya bahan baku langsung dan tenaga kerja.

Tabel 4.2 Biaya Proyek Pembangunan Gudang PT. Sindabad Marine Pioneer

No	Item Pekerjaan	Biaya Proyek
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 13,464,000.00
2	Pekerjaan Leveling Tanah	Rp 64,872,000.00
3	Pekerjaan Pondasi	Rp 75,888,000.00
4	Pekerjaan Sloof	Rp 33,048,000.00
5	Pekerjaan Kolom Pedestal	Rp 19,584,000.00
6	Pekerjaan Plat Lantai	Rp 61,200,000.00
7	Pekerjaan Pengecoran Beton	Rp 67,320,000.00
8	Pekerjaan Pasangan Dinding	Rp 183,600,000.00
9	Pekerjaan Struktur Baja	Rp 526,320,000.00
10	Pekerjaan Rangka Atap	Rp 48,960,000.00
11	Pekerjaan Instalasi Pipa Saluran	Rp 13,464,000.00
12	Pekerjaan Elektrikal	Rp 15,912,000.00
13	Pekerjaan Pengecatan	Rp 42,840,000.00
14	Pekerjaan Plafond (Area Toilet)	Rp 3,672,000.00
15	Pekerjaan Keramik (Area Toilet)	Rp 6,120,000.00
16	Pekerjaan Sanitary (Area Toilet)	Rp 12,240,000.00
17	Pekerjaan Kusen Pintu Jendela	Rp 24,480,000.00
18	Pekerjaan Finishing	Rp 11,016,000.00
Total		Rp 1,224,000,000.00

Tabel 4.3 Daftar Tenaga Kerja dan Upah Harian

No	Item Pekerjaan	Jumlah Jam (1 Hari)	Upah Tenaga
1	1 Mandor	7 Jam	Rp 170,000.00
2	1 Kepala Tukang	7 Jam	Rp 150,000.00
3	3 Tukang	7 Jam	Rp 120,000.00
4	3 Pembantu Tukang	7 Jam	Rp 100,000.00
5	1 Operator Alat Berat	7 Jam	Rp 115,000.00

Dari tabel di atas diketahui bahwa jumlah pekerja dalam proyek pembangunan gudang adalah sebanyak 8 orang, 1 kepala tukang, 3 tukang, 3 pembantu tukang, dan 1 operator alat berat.

4.3 Menyusun Hubungan Antar Kegiatan

1. Memperinci Proyek Dalam Kegiatan-Kegiatan

Tabel 4.4 Rincian Kkegiatan Proyek

No	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan
1	Pekerjaan Persiapan	A
2	Pekerjaan Leveling Tanah	B
3	Pekerjaan Pondasi	C
4	Pekerjaan Sloof	D
5	Pekerjaan Kolom Pedestal	E
6	Pekerjaan Plat Lantai	F
7	Pekerjaan Pengecoran Beton	G
8	Pekerjaan Pasangan Dinding	H
9	Pekerjaan Struktur Baja	I
10	Pekerjaan Rangka Atap	J
11	Pekerjaan Instalasi Pipa & Saluran	K
12	Pekerjaan Elektrikal	L
13	Pekerjaan Pengecatan	M
14	Pekerjaan Plafond (Area Toilet)	N

15	Pekerjaan Keramik (Area Toilet)	O
16	Pekerjaan Sanitary (Area Toilet)	P
17	Pekerjaan Kusen Pintu Jendela	Q
18	Pekerjaan Finishing	R

Sumber : Data Primer Diolah

2. Data Kegiatan

Setelah memperinci kegiatan proyek yang terdiri atas kegiatan-kegiatan maka ditentukan data kegiatan proyek diantaranya adalah lama kegiatan dalam pelaksanaan proyek yang dinyatakan dalam satuan hari.

Tabel 4.5 Perincian Kegiatan Proyek yang disertai Waktu

No	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	Waktu (Hari)
1	Pekerjaan Persiapan	A	7
2	Pekerjaan Leveling Tanah	B	12
3	Pekerjaan Pondasi	C	8
4	Pekerjaan Sloof	D	10
5	Pekerjaan Kolom Pedestal	E	4
6	Pekerjaan Plat Lantai	F	6
7	Pekerjaan Pengecoran Beton	G	15
8	Pekerjaan Pasangan Dinding	H	40
9	Pekerjaan Struktur Baja	I	12
10	Pekerjaan Rangka Atap	J	6
11	Pekerjaan Instalasi Pipa & Saluran	K	10
12	Pekerjaan Elektrikal	L	10
13	Pekerjaan Pengecatan	M	16
14	Pekerjaan Plafond (Area Toilet)	N	2
15	Pekerjaan Keramik (Area Toilet)	O	6
16	Pekerjaan Sanitary (Area Toilet)	P	2

17	Pekerjaan Kusen Pintu Jendela	Q	7
18	Pekerjaan Finishing	R	7

Sumber : Data Primer Diolah

3. Menyusun Hubungan Anatar Kegiatan-Kegiatan

Setelah menjalankan langkah pertama, langkah selanjutnya adalah menyusun tabel hubungan antar kegiatan. Dalam Network Planning, hubungan antar suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya merupakan dasar pembuatan Network Planning. Tujuan dari penentuan hubungan antar kegiatan ini adalah untuk mengetahui urutan-urutan kegiatan dari awal dimulainya suatu proyek hingga proyek selesai secara keseluruhan. Ada beberapa kemungkinan yang dapat terjadi pada suatu kegiatan dalam metode Network Planning, yaitu :

1. Suatu kegiatan hanya dapat dikerjakan bersamaan dengan kegiatan lainnya.
2. Suatu kegiatan hanya dapat dikerjakan setelah pekerjaan lainnya sudah selesai terlebih dahulu (kegiatan yang mendahului).
3. Suatu kegiatan dapat dikerjakan secara tersendiri tanpa harus menunggu kegiatan sebelumnya (*dummy*)

Tabel 4.6 Hubungan Atar Kegiatan

No	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	Aktivitas Pendahulu	Waktu (Hari)
1	Pekerjaan Persiapan	A	-	7
2	Pekerjaan Leveling Tanah	B	A	12
3	Pekerjaan Pondasi	C	B	8
4	Pekerjaan Sloof	D	C	10
5	Pekerjaan Kolom Pedestal	E	C	4
6	Pekerjaan Plat Lantai	F	D	6
7	Pekerjaan Pengecoran Beton	G	E	15
8	Pekerjaan Pasangan Dinding	H	F,G	40

9	Pekerjaan Struktur Baja	I	C	12
10	Pekerjaan Rangka Atap	J	I	6
11	Pekerjaan Instalasi Pipa & Saluran	K	J,H	10
12	Pekerjaan Elektrikal	L	K	10
13	Pekerjaan Pengecatan	M	L	16
14	Pekerjaan Plafond (Area Toilet)	N	C	2
15	Pekerjaan Keramik (Area Toilet)	O	G,N	6
16	Pekerjaan Sanitary (Area Toilet)	P	L	2
17	Pekerjaan Kusen Pintu Jendela	Q	M	7
18	Pekerjaan Finishing	R	Q	7

Sumber : Data Primer Diolah

4.4 Analisis Data

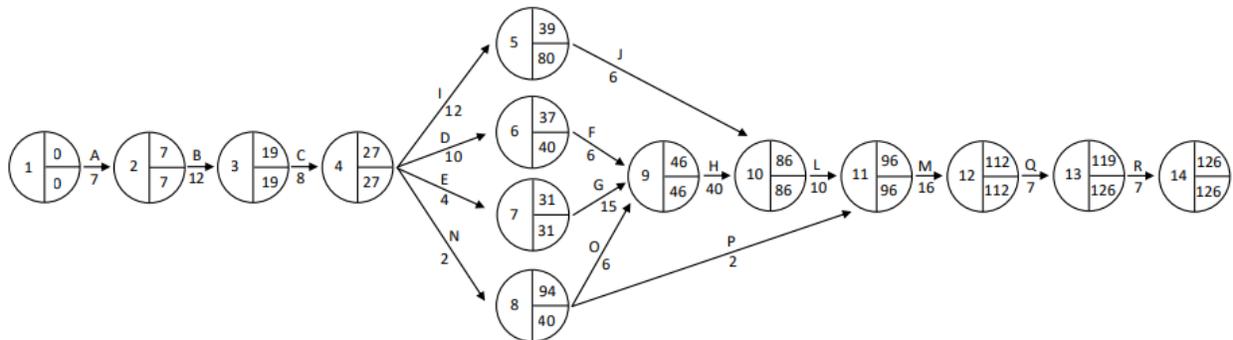
Dalam proses identifikasi jalur kritis pada diagram network dengan metode CPM ada beberapa perhitungan yang digunakan. Berikut tabel perhitungan maju, perhitungan mundur, dan perhitungan kelonggaran waktu.

Tabel 4.7 Perhitungan Free Float dan Total Float

Kegiatan		Durasi	<i>Earliest</i>		<i>Latest</i>		TS
i	j		ES	EF	LS	LF	
A	1	7	0	7	0	7	0
B	2	12	7	19	7	19	0
C	3	8	19	27	19	27	0
D	4	10	27	37	27	40	3
E	5	4	37	31	37	31	0
F	6	6	41	46	41	46	0

G	7	15	47	46	47	46	0
H	8	40	62	86	62	86	0
I	9	12	102	39	102	80	41
J	10	6	114	86	114	86	0
K	11	10	120	86	120	86	0
L	12	10	140	96	140	96	0
M	13	16	156	112	156	112	0
N	14	2	158	29	158	40	11
O	15	6	164	46	164	46	0
P	16	2	166	96	166	96	0
Q	17	7	173	119	173	126	7
R	18	7	180	126	180	126	0

Setelah mengetahui kegiatan pedahulu dari setiap kegiatan yang terdapat dalam pembangunan proyek diketahui dan waktu pelaksanaan dari setiap kegiatan telah ditentukan, maka dapat dibuat diagram jaringan kerja dengan memperhatikan persyaratan-persyaratan pembuatan *Network Planning*.



Gambar 4. 1

Dengan menganalisa *network planning* dalam pembangunan indekosini maka dapat disimpulkan bahwa jalur kritisnya yaitu 1-2-3-4-7-9-10-11-12-14 dan jalur yang tidak kritis yaitu 5-6-8-7.

4.1.1 Mengidentifikasi Waktu Normal Dalam Network Planning

Dilihat dari tabel 4.1 diketahui waktu pelaksanaan proyek adalah 180 hari dengan menggunakan *network planning* metode CPM maka diketahui proyek pembangunan gudang pada waktu normal adalah 126 hari dilihat dari gambar 4.1.

4.1.2 Mengidentifikasi biaya efisiensi dan biaya yang terjadi dalam proyek

Perhitungan Biaya Proyek

Tabel 4.8 Perhitungan Biaya Pekerja

No	Item Pekerjaan	Jumlah Hari	Upah Tenaga	Jumlah Biaya
1	1 Mandor	180	Rp 170,000.00	Rp 30,600,000
2	1 Kepala Tukang	180	Rp 150,000.00	Rp 27,000,000
3	3 Tukang	180	Rp 120,000.00	Rp 64,800,000
4	3 Pembantu Tukang	180	Rp 100,000.00	Rp 54,000,000
5	1 Operator Alat Berat	180	Rp 115,000.00	Rp 20,700,000
Total				Rp 197,100,000

$$\begin{aligned} 1. \text{ Biaya Langsung} &= \text{Rp. } 1,244,000,000 \\ \text{Biaya Pekerja} &= \text{Rp. } 197,000,000 + \\ \text{Total Biaya} &= \text{Rp. } 1,441,000,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Biaya Perhari} \\ \text{Rp. } 1,441,000,000 : 180 &= \text{Rp. } 8,006,000 \\ \text{Dari perhitungan diatas diketahui total biaya proyek selama waktu normal (180 hari)} \\ \text{adalah Rp. } 1,441,000,000 \text{ dan untuk biaya perhari nya adalah Rp. } 8,006,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Menghitung biaya berdasarkan waktu} \\ 180 \text{ hari} - 126 \text{ hari} &= 54 \text{ hari} \\ \text{Jadi perhitungan biaya proyek tersebut adalah :} \\ \text{Rp. } 8,006,000 \times 54 \text{ hari} &= \text{Rp. } 432,234,000 \\ \text{Rp. } 1,441,000,000 - \text{Rp. } 432,234,000 &= \text{Rp. } 1,008,766,000 \end{aligned}$$

Menghitung Presentasi Waktu Proyek

$$\text{Presentase efisiensi waktu proyek} = \frac{(\text{durasi normal} - \text{durasi optimal})}{\text{durasi normal pekerjaan}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{180-126}{180} \right) \times 100\% \\
&= \left(\frac{54}{180} \right) \times 100\% \\
&= 3\%
\end{aligned}$$

Menghitung Presentase efisiensi biaya

$$\begin{aligned}
\text{presentase efisiensi biaya} &= \left(\frac{T \text{ biaya normal} - T \text{ biaya optimal}}{T \text{ biaya normal}} \right) \times 100\% \\
&= \left(\frac{1.411.000.000 - 1.008.766.000}{1.441.000.000} \right) \times 100\% \\
&= \left(\frac{432.234.000}{1.441.000.000} \right) \times 100\% \\
&= 3\%
\end{aligned}$$

Dengan demikian umur proyek yang dipercepat menjadi 126 hari menyebabkan biaya proyek menjadi berkurang, itu diketahui dari efisiensi waktu yang didapatkan yaitu 5,4% dan efisiensi biaya sebesar Rp. 432,234,000 (31%). Jadi, total biaya proyek yang awalnya adalah sebesar Rp. 1,441,000,000 dengan umur proyek 180 hari setelah dilakukan percepatan menjadi 129 hari total biaya proyek pun berkurang sebesar Rp. 1,008,766,000.

Berdasarkan data diatas ditemukan adanya perbedaan waktu dan biaya. Hasil analisisnya adalah proyek yang awalnya telah ditentukan waktu selama 180 hari dengan biaya sebesar Rp. 1,441,000,000 kemudian dilakukan uji coba dengan analisis network planning menggunakan Metode CPM (Critical Path Method) dapat diselesaikan dalam waktu 126 hari dengan biaya sebesar Rp. 1,008,766,000.. Hal ini akan mengefisiensi waktu selama 54 hari dan biaya sebesar Rp. 432,234,000. Jalur kritis dalam proyek ini merupakan rangkaian aktivitas terpanjang yang harus diselesaikan tepat waktu agar proyek selesai untuk jalur kritisnya adalah 1-6-9-10-11-12-13-14.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan diatas, maka penulis membuat suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan menggunakan Network Planning untuk proyek pembangunan gudang dapat meningkatkan efisiensi waktu proyek dan efisiensi biaya proyek. Hal ini dapat dilihat dari lamanya kurun waktu dengan menggunakan metode jalur kritis hanya memerlukan waktu 123 hari, dengan jumlah biaya proyek sebesar Rp. 1,441,000,000.

2. Dengan menggunakan Network Planning dalam merencanakan waktu dan kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan untuk menyelesaikan proyek pembangunan gudang sangatlah berguna karena dengan metode jalur kritis (CPM) waktu proses dapat dipersingkat 57 hari dari waktu normal yaitu 180 hari.
3. Dalam penyelesaian proyek pembangunan gudang pengendalian dan pengawasan biaya sangatlah penting. dan penggunaan Network Planning sangatlah berguna. Efisiensi biaya proyek yang di peroleh dari hasil penelitian dengan menggunakan metode jalur kritis adalah sebesar Rp. 456,342,000 atau efisien 31,6% lebih efisien bila dibandingkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, R. H., Zakaria, W. A., Yudistira, A., & Hidayatullah, I. (2021). *Analisis Rute Jaringan Kerja Kegiatan Pembangunan Rumah Kost Eksklusif 2 Lantai dengan Metode Jalur Kritis di Cv. Skyland Building*.
- Anggraini, N., & Kartini, I. A. (2021). *Penerapan Waktu Penyelesaian Proyek dengan Metode CPM (Critical Path Method) ” studi kasus : Pembuatan Jembatan Timbang Di Gudang PPGK Milik PT GARAM (PERSERO)*.
- Ginting, L. T., Parangin-Angin, N., & Ovinus, S. (2021). *Penerapan Model Indeks Tunggal pada Pembentukan Portofolio Optimal Indeks Saham IDX30 yang Terdaftar di BEI Periode 2018-2020*.
- I, V. Y., Ilwaru, L. D., Rahakbauw, & Tetimelay, J. (2018). *2019Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Rumah Tinggal Menggunakan Cpm (Critical Path Method) (Studi Kasus: Pembangunan Rumah Tinggal di Desa Amahusu, Kota Ambon)*.
- Khusniyah, T. R. (1921). *Evaluasi Penjadwalan Waktu Proyek Untuk Mencapai Efektivitas Penyelesaian Proyek Dengan Menggunakan Metode Cpm Dan Pert (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Parkir Dan Ruang Ganti Karyawan Balai Yasa Tegal)*.

- Mulia, T. N., Safrizal, & Candra, R. (2023). *Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Critical Path Method (CPM) Studi Kasus pada Pembangunan Gapura Taman Hutan Lindung Kota Langsa*.
- Perdana, S., & Rahman, A. (2019). *Penerapan Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm (Critical Path Method) Pada Proyek Konstruksi SPBE*.
- Safi'I, I., & Heribertus. (2017). *Analisis Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Revitalisasi Integrasi Jaringan Universitas Kadiri Menggunakan Metode PERT dan CPM*.
- Saputra, N., Handayani, E., & Dwiretnani, A. (2021). *Analisis Penjadwalan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM)*.
- Telaumbanua, T. A., Mangare, J. B., & Sibi, d. M. (2017). *UMN yang Terdaftar Dalam Indeks LQ45 di Bursa Efek Indonesia*.
- Yusdiana, E. D., & Satyawisudarini, I. (2018). *Penerapan Metode PERT dan CPM dalam Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Paving Untuk Mencapai Efektivitas Waktu Penyelesaian Proyek*.
- Abdul Hadis dan Nurhayati, 2010. **Manajemen Mutu Pendidikan**. Bandung: Alfabeta.
- Agustini, Rahmadi, 2004. **“Riset Operasional Konsep – Konsep Dasar”**.
- Clifford, F.Gray dan Erik W.Larson. 2007. **Manajemen Proyek** : Proses Manajerial. (Edisi Ketiga). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Dimiyati, Tjutju Tarlih & Ahmad Dimiyati. 2011. **Operations Research** : Model-Model Pengambilan Keputusan. Bandung : Sinar Baru Algesindo.
- Evans, J., & Collier, D. 2007. **Management Operation**. UK: Prentice Hall.
- Fahmi, Irham. 2014. **Analisa Kinerja Keuangan**. Bandung : Alfabeta.
- Harsanto, Budi. 2013. **Dasar Ilmu Manajemen Operasi**. Unpad Press. Sumedang.
- Hani Handoko, 2010. **Manajemen Personalia & Sumberdaya Manusia**, Edisi kedua, BPFE UGM Yogyakarta.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2015. **Operations Management** (Manajemen Operasi), ed.11, Penerjemah: Dwi anoegrah wati S dan Indra Almahdy, Salemba empat, Jakarta.

Husen, Abrar, 2009. **Manajemen Proyek**. Yogyakarta: Andi Offset.

Heizer, J. dan Render, B. 2006. **Manajemen Operasi**, Edisi 7. Jakarta: Salemba Empat.

Heizer, Jay dan Render, Barry. 2015. “**Manajemen Operasi: Keberlangsungan dan Rantai Pasokan**”. Edisi Sebelas. Diterjemahkan oleh: Hirson Kurnia, Ratna Saraswati, David Wijaya. Salemba Empat. Jakarta.

Manahan P. Tampubolon. 2014. **Manajemen Operasi & Rantai Pemasok**

(Operation and Supply-chain Management). (edisi pertama). Jakarta: Mitra

Wacana Media.

Stevenson, William J. dan Chee Chuong, Sum. 2014. **Manajemen Operasi** Perspektif Asia, edisi 9, Buku 2. Salemba Empat. Jakarta.

*Wardhani, IGK,*2008. **Penelitian Tindakan Kelas**. Jakarta: Universitas Terbuka.