

ANALISIS PERCEPATAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR PRAMUKA KOTA AMBON MENGGUNAKAN METODE CPM DAN CRASHING

Amir Bangge Kain¹, La Mohamat Saleh², Willem Gaspersz³

laitupaadi@gmail.com¹, mohamatsaleh0@gmail.com², wemgaspersz19@gmail.com³

Politeknik Negeri Ambon

ABSTRAK

Dalam manajemen pelaksanaan proyek ada beberapa aspek seperti rencana pelaksanaan, jadwal pelaksanaan, dan lain-lain. Timbulnya permasalahan pada aspek manajemen pelaksanaan menyebabkan dampak negatif pada pelaksanaan proyek. Dampak umum yang sering terjadi adalah keterlambatan. Untuk menangani masalah keterlambatan yang terjadi nantinya perlu dilakukan percepatan penyelesaian proyek, alternatif yang digunakan untuk mendukung percepatan kegiatan adalah menambah jam kerja sehingga berdampak pada total biaya proyek. Proyek Pembangunan Kantor Pramuka Kota Ambon dipilih untuk studi penelitian karena mengalami keterlambatan. Metode CPM (critical path method) digunakan untuk menganalisa waktu pelaksanaan proyek agar memperoleh pekerjaan kritis yang tidak memiliki kelonggaran hari agar dipercepat. Waktu optimal dan biaya diperoleh dari Crash Program menggunakan metode Crashing dengan melakukan penambahan jam kerja pada masing-masing pekerjaan kritis yang dipercepat. Dari percepatan tersebut diperoleh nilai cost slope. Dari hasil penelitian menunjukkan total anggaran biaya proyek normal Rp 5.684.019.000 dengan durasi pelaksanaan 150 hari, pada kondisi setelah melakukan crashing dengan alternatif penambahan jam kerja selama dua jam diperoleh biaya sebesar Rp 5.898.281.765 lebih besar dari total anggaran biaya proyek dalam kondisi normal dan pengurangan durasi menjadi 102 hari atau lebih cepat dari durasi normal. total nilai cost slope yang di peroleh sebesar Rp 305.207.069.

Kata Kunci: CPM, Cost Slope, Crashing.

ABSTRACT

In project implementation management, there are several aspects such as implementation plans, implementation schedules, and others. Problems arise in the implementation management aspect causing a negative impact on project implementation. A common impact that often occurs is delays. To deal with the problem of delays that occur later, it is necessary to accelerate the completion of the project, an alternative used to support the acceleration of activities is to increase working hours so that it has an impact on the total project cost. The Ambon City Scout Office Construction Project was chosen for the research study because it experienced delays. The CPM (critical path method) method is used to analyze the time of project implementation in order to obtain critical work that does not have a day to be accelerated. Optimal time and cost are obtained from the Crash Program using the Crashing method by adding working hours to each accelerated critical work. From the acceleration The cost slope value was obtained. The results of the study show that the total normal project cost budget is Rp 5,684,019,000 with an implementation duration of 150 days, in the condition after crashing with the alternative of adding working hours for two hours, a cost of Rp 5,898,281,765 is obtained greater than the total project cost budget under normal conditions and the reduction of the duration to 102 days or faster than the normal duration. the total cost slope obtained is Rp 305,207,069.

Keywords: CPM, Cost Slope, Crashing,

PENDAHULUAN

Dalam manajemen pelaksanaan proyek terdiri dari beberapa aspek seperti rencana pelaksanaan, metode pelaksanaan, sistem organisasi dan koordinasi proyek, penyediaan sumber daya, proses pelaksanaan proyek, dan lain-lain. timbulnya permasalahan pada aspek manajemen pelaksanaan akan menyebabkan dampak negatif pada pelaksanaan proyek.

Dampak umum yang sering terjadi adalah keterlambatan proyek.

Keterlambatan penyelesaian proyek sendiri adalah kondisi yang sangat tidak dikehendaki, karena hal ini dapat merugikan kedua belah pihak baik dari segi waktu maupun biaya. Pada tahap perencanaan proyek, diperlukan adanya estimasi durasi waktu pelaksanaan proyek. Realita di lapangan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, akibatnya perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak bisa di pastikan akan dapat ditepati. Kurang matangnya perencanaan kegiatan serta pengendalian yang tidak efektif, sehingga mengakibatkan keterlambatan, menurunnya produktivitas serta pembengkakan biaya (Ekanugraha, 2016).

Menurut Schroeder (1996) dalam Dimiyati dan Nurjaman (2014) Critical Path Method (CPM) merupakan metode jalur kritis yang menggunakan jaringan dengan keseimbangan waktu – biaya linear. Sedangkan menurut Ervianto (2014), proses Crashing merupakan cara untuk melakukan perkiraan variabel cost dalam menentukan pengurangan durasi yang paling optimal dan ekonomis dari suatu kegiatan proyek yang masih memungkinkan untuk direduksi.

Adapun penulis akan menganalisis percepatan penyelesaian proyek dengan langkah awal menentukan item pekerjaan pada pembangunan Kantor Pramuka Kota Ambon, kemudian penulis menganalisa lintasan kritis pada pekerjaan lantai 1 (satu), Pelaksanaan proyek dengan menganalisa time schedule dan menggunakan metode CPM agar selanjutnya melakukan penambahan jam kerja dan tenaga kerja pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis, metode analisis yang akan digunakan adalah metode Crashing. Metode Crashing melakukan percepatan pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Setiap percepatan yang dilakukan akan dianalisa kebutuhan biaya dari percepatan tersebut. Tujuan dari metode ini untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis sejauh mana waktu dapat dipersingkat, menambahkan biaya untuk kegiatan yang dapat dipercepat selama periode pelaksanaan sehingga akselerasi maksimal dan biaya minimum dapat diketahui.

Adapun dengan digunakannya metode Crashing Program sebagai pembanding dari perencanaan penjadwalan yang sudah ada, pada metode ini diharapkan dapat digunakan sebagai optimalisasi durasi pelaksanaan proyek agar dapat berjalan sesuai dengan pekerjaan proyek Pembangunan Kantor Pramuka Kota Ambon dan dapat dijadikan referensi untuk proyek berikutnya.

Dalam penelitian ini, penulis melakukan studi kasus pada proyek pembangunan kantor pramuka kota Ambon yang merupakan program pemerintah yang dilaksanakan dengan anggaran sebesar Rp. 5.684.019.000,00 dan waktu pelaksanaan selama 150 hari kalender pada bulan Agustus hingga Desember tahun 2023. Pada pelaksanaannya Proyek mengalami keterlambatan pada minggu ke 6 dengan bobot realisasi 8,07% sedangkan rencana 10,52%, sampai pada minggu ke 19 seharusnya pada Schedule rencana 97,16% tetapi bobot realisasi 63,67% maka proyek dinyatakan mengalami keterlambatan 33,49%. Dari uraian di atas maka penulis tertarik untuk mengambil judul: “Analisis Percepatan Pada Proyek Pembangunan Kantor Pramuka Kota Ambon Menggunakan Metode Cpm Dan Crashing”.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Proyek konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (Bangunan atau konstruksi) dengan batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi membutuhkan resources(sumber daya) yaitu man (manusia), material (bahan bangunan), machine (peralatan), method (metode pelaksanaan) monay (uang), impormation (impormasi), dan time (waktu).Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang

berkaitan dengan upaya pembangunan suatu bangunan, mencakup pekerjaan pokok dalam bidang teknik sipil dan arsitektur, meskipun tidak jarang juga melibatkan disiplin lain seperti teknik industry, mesin, elektro, geoteknik, maupun lansekap. (Kerzner 2009).

2. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu proses pengkoordinasian pekerjaan sehingga semua pekerjaan tersebut dapat di sempurnakan dengan melalui orang lain secara efektif dan efisien. Proses manajemen dilakukan dengan atau melalui orang lain, artinya jika proses manajemen dilakukan dengan orang lain, ada pergerakan para bawahan oleh manajer untuk saling bekerja sama (manajer dan anak buahnya) melakukan aktifitas kegiatan yang sesuai dengan prinsip manajemen.

Manajemen proyek bisa juga diartikan secara bebas sebagai ilmu dan seni berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu: lingkup, mutu, jadwal, dan biaya, serta memenuhi keinginan para stakeholder (Lesmana dan Antika 2020)

3. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan tahap menerjemahkan suatu perencanaan kedalam skala waktu. Penjadwalan diantaranya menimbang kapan suatu aktivitas akan dimulai, ditunda, dan diselesaikan sehingga dapat disesuaikan antara kebutuhan menurut jangka waktu dengan pembiayaan dan pemakaian sumber daya yang telah dialokasikan. Penjadwalan proyek menurut Husein (2011) adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapainya hasil optimal dengan dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada.

4. Keterlambatan proyek

Suryaputra dan sutanto (2012) menjelaskan bahwa dalam pelaksanaan suatu proyek sangat jarang ditemui suatu proyek yang berjalan tepat sesuai dengan yang direncanakan. Umumnya mengalami keterlambatan dari yang direncanakan, baik waktu maupun kemajuan pekerjaan (performance), tetapi ada juga proyek yang mengalami percepatan dari jadwal awal yang direncanakan.

Keterlambatan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dapat diatasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya agar dapat mencapai target rencana. Namun dalam pengambilan keputusan untuk mempercepat pelaksanaan pekerjaan tentu harus memperhatikan faktor pembiayaan sehingga hasil yang diharapkan yaitu biaya minimum tanpa tanpa mengabaikan mutu sesuai standar yang diinginkan. Banyak hal yang dapat dilakukan dalam mengatasi keterlambatan waktu proyek sesuai dengan tingkat keterlambatannya. Salah satunya dikenal dengan istilah crashing, yaitu dengan melakukan penambahan tenaga kerja, penambahan shift kerja, penambahan jam kerja, ataupun penggunaan alat bantu yang lebih produktif.

5. Metode Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) di dasarkan pada aspek yang memakai kesetaraan antara durasi dan anggaran linear. Setiap aktivitas diselesaikan lebih awal dari durasi normal dengan cara melewati aktivitas untuk sejumlah anggaran tertentu. Oleh dari itu, apabila durasi penyelesaian proyek kurang memuaskan maka, kegiatan tertentu akan dilewati untuk bisa memutuskan proyek dalam durasi yang lebih pendek. CPM dapat memperkirakan durasi yang diperlukan dalam melakukan pelaksanaan kegiatan proyek dan dapat menetapkan prioritas kegiatan yang harus memperoleh pengawasan secara efisien sehingga kegiatan bisa terselesaikan sesuai dengan perencanaan. Metode ini disebut sebagai jalur kritis, dikarenakan pada metode ini akan membentuk sebuah jaringan lintasan kritis yang harus mendapat perhatian pengawasan secara khusus.

1) Jaringan Kerja

Perencanaan jaringan (Network planning) pada dasarnya dapat berupa hubungan yang saling mempengaruhi antara bagian pekerjaan pada diagram jaringan. Dapat dinyatakan bahwa bagian pekerjaan yang perlu didahulukan, sehingga dapat dipakai sebagai dasar dalam penyelesaian pekerjaan berikutnya serta dapat juga dilihat bahwa pekerjaan tidak dapat dimulai apabila kegiatan yang awal belum selesai. Simbol-simbol yang digambarkan dalam diagram jaringan kerja yaitu.

2) Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, kejadian-kejadian kritis dan dummy. Dummy hanya ada dalam lintasan kritis bila diperlukan lintasan kritis ini dinilai dari kejadian awal network diagram. Mungkin saja terdapat lebih dari sebuah lintasan kritis, dan bahkan mungkin saja semua lintasan yang ada dalam sebuah network diagram kritis semua. Tujuan mengetahui lintasan kritis adalah untuk mengetahui dengan cepat kegiatan-kegiatan dan kejadian-kejadian yang tingkat kepekaannya paling tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan penyelenggaraan proyek, yaitu terhadap kegiatan-kegiatan kritis dan hampir kritis.

Heizer dan Render (2005) menjelaskan bahwa dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses two-pass, terdiri atas forward pass dan backward pass. ES dan EF ditentukan selama forward pass, LS dan LF ditentukan selama backward pass. ES (earliest start) adalah waktu terdahulu suatu kegiatan dapat dimulai, dengan asumsi semua pendahulu sudah selesai. EF (earliest finish) merupakan waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai. LS (latest start) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek. LF (latest finish) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

berikut beberapa hal yang akan diperhitungkan dalam metode CPM

a. Hitungan Maju (Forward Pass)

Hitungan maju dimulai pada titik mulai (Start) dan selesai pada titik akhir (Finish), dan memiliki komponen ES (waktu tercepat memulai suatu kegiatan) dan EF (waktu tercepat untuk menyelesaikan suatu kegiatan). Berikut adalah aturan dalam hitungan maju :

1. Kegiatan awal dimulai pada saat kegiatan terdahulu telah selesai (kecuali kegiatan paling awal)
2. Waktu selesai paling awal sama dengan waktu mulai paling awal setelah di tambah lamanya kegiatan terdahulu
3. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan terdahulu yang bergabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.

$$EF = ES + D$$

Keterangan:

EF : Waktu selesai paling awal suatu kegiatan (earliest finish)

ES : Waktu paling awal suatu kegiatan (earliest start)

D : Durasi normal

b. Hitungan Mundur (Backward Pass)

Hitungan mundur dimulai pada titik akhir (Finish) menuju titik awal (Start) yang berguna mengidentifikasi waktu paling lambat suatu pekerjaan, dan memiliki komponen berupa LF (waktu paling lambat selesainya kegiatan dan LS (waktu paling lambat untuk memulai pekerjaan). Berikut adalah aturan dalam menghitung waktu mundur :

1. Waktu mulai paling akhir sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi durasi

kegiatan tersebut.

2. Bila suatu kegiatan terpecah menjadi dua kegiatan atau lebih, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang paling terkecil. Setelah mendapatkan kedua hitung di atas, maka akan didapat nilai Slack dan Float yang merupakan sejumlah kelonggaran waktu pada sebuah jaringan kerja seperti pada persamaan berikut :

$$LS = LF + D$$

KETERANGAN

LS : Waktu Paling Akhir (latest start)

LF : Waktu Paling Akhir boleh selesai (latest finish)

D : Durasi Normal

2) Float

Float merupakan waktu dalam suatu kegiatan yang tersedia sehingga memungkinkan aktivitas tertunda atau diperlambat baik disengaja atau tidak disengaja, namun penundaan tidak menunda waktu penyelesaian proyek. Float dibedakan menjadi dua jenis, yaitu total float dan free float (Ervianto 2002).

a. Total Float (TF)

Total Float adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa memengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. Hal ini berarti bila salah satu kegiatan telah memakainya, maka float total yang tersedia untuk kegiatan-kegiatan lain yang berada pada jalur tersebut adalah sama dengan float total semula, dikurangi bagian yang telah terpakai.

Rumus dalam menghitung total float adalah sebagai berikut:

$$TF = LF - EF - LS - ES$$

Dapat dinyatakan juga sebagai berikut:

$$TF = L(i) - E(j) - D(i-j)$$

Salah satu syarat yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan kritis atau berada di jalur kritis adalah jika kegiatan tersebut memiliki $TF = 0$

b. Free Float (FF)

Di samping Total Float, dikenal juga Free Float (FF) atau Float Bebas. FF terjadi bila semua kegiatan pada jalur yang bersangkutan mulai seawal mungkin. Besarnya FF suatu kegiatan sama dengan sejumlah waktu di mana penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa memengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya. Dengan kata lain, float bebas dimiliki oleh satu kegiatan tertentu, sedangkan float total dimiliki oleh kegiatan-kegiatan yang berada di jalur yang bersangkutan. Float bebas suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal (ES) dari kegiatan berikutnya dikurangi waktu selesai paling awal (EF) kegiatan yang dimaksud.

Perhitungan Float bebas dapat dilakukan sebagai berikut.

$$FF = EF - ES - D$$

Keterangan:

FF : Float Bebas

EF : Waktu selesai paling awal suatu kegiatan (Earliest finish)

ES : Waktu paling awal suatu kegiatan (Earliest start)

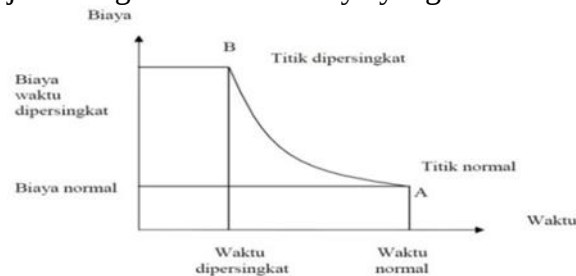
D : Durasi



Gambar 1 contoh penggambaran CPM untuk satu item pekerjaan
(Sumber: Bangun, T.D., Irwan, H., dan Purbasari, A., 2016)

6. Metode Percepatan Crashing

Crashing merupakan metode yang disengaja, sistematis, dan analitis dengan menguji semua. Aktivitas dalam proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada di jalur kritis. Terminologi proses crashing adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Metode ini dapat berupa suatu proses dalam mengurangi durasi penyelesaian proyek yang diselesaikan secara sengaja. Metode Crashing berfungsi untuk mengoptimalkan durasi kerja tetapi dengan biaya yang efisien. Metode crashing dalam pelaksanaan proyek pasti akan mengalami kondisi time cost trade of dalam durasi pengerjaan dengan tambahan biaya yang efisien.



Gambar 2 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk suatu kegiatan

Sumber. (Soeharto,1997)

Metode crashing melibatkan beberapa teknik yaitu:

1. Penambahan Jam Kerja Lembur

Pekerjaan jam kerja lembur adalah pekerjaan yang dikerjakan ketika di luar jam kerja. Dalam mempersingkat pelaksanaan pekerjaan perlu diterapkan jam kerja lembur pada saat perencanaan kerja.

a. Perhitungan dengan menggunakan metode crashin

Waktu kerja normal adalah 8 jam kerja per hari (08-00-17.00) dengan 1 jam (12.00-13.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal selama 2 jam per hari(18.00-20.00). Merujuk pada ketentuan pasal 31 Peraturan Pemerintah No. 35/2021, perhitungan upah kerja lembur adalah sebagai berikut:

Rumus:

Upah jam lembur pertama = 1,5 x upah sejam

Upah jam lembur kedua dan seterusnya = 2 x upah sejam.

Dari uraian diatas dapat dirumuskan sebagai berikut:

Biaya lembur perhari = (jam kerja lembur pertama x 1,5 x upah satu jam normal) + (jam kerja lembur berikutnya x 2 upah satu jam normal)

Tabel 1 Koefisien Produktivitas Pada Jam Lembur

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (per jam)	Prosentase Prestasi Kerja (%)	Koefisien Pengurangan Produktivitas
a	B	c= b*a	D	e= 100% - d
1	0,1	0,1	10	0,9
2	0,1	0,2	20	0,8
3	0,1	0,3	30	0,7
4	0,1	0,4	40	0,6

2. Penambahan Shift Kerja

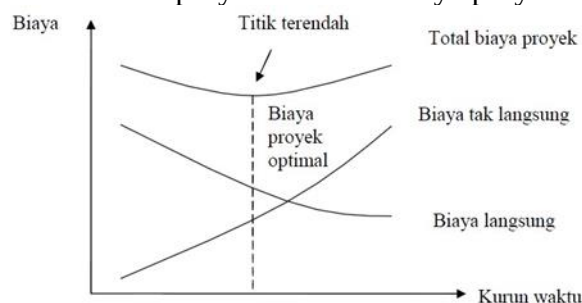
Jumlah shift disesuaikan dengan kebutuhan proyek atau disesuaikan dengan perjanjian antara pemilik dengan pelaksana proyek. Produktivitas pada shift kerja dihitung dengan rumus 2.10. (Sani dan Septiropa, 2014 dalam Shitcha Atat, 2015:20).

Produktivitas crashing = Produktivitas harian normal $\times$ Jumlah shift

1. Hubungan Biaya Terhadap Waktu

Total biaya suatu proyek merupakan penjumlahan biaya langsung dan tidak langsung yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat tergantung pada waktu (durasi) penyelesaian proyek, keduanya berbeda-beda tergantung durasi dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, secara umum, semakin lama proyek berlangsung, semakin tinggi pula overhead komulatif yang diperlukan. Pada Gambar 2.5 ditunjukkan hubungan antara biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan dapat dilihat bahwa biaya optimal dicapai dengan mencari total biaya minimum proyek.

melakukan proses analisa percepatan dan mendapatkan durasi percepatan, maka selanjutnya akan menghitung biaya total proyek dalam kondisi normal dan kondisi dipercepat. Biaya total proyek tersebut terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung sebagai berikut menentukan Durasi proyek dan Total biaya proyek



Gambar 3 Grafik hubungan waktu dengan biaya total, dan biaya langsung,

Sumber. (Soeharto,1997)

METODOLOGI

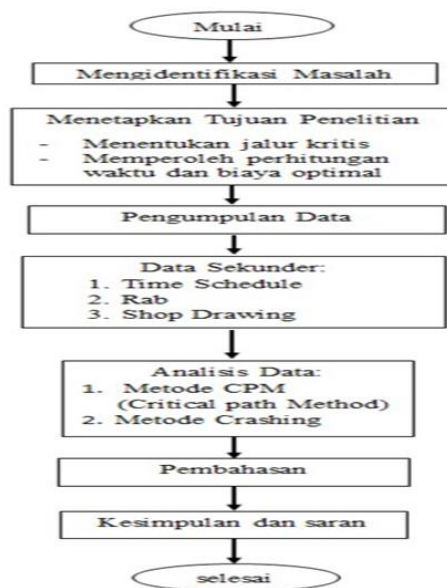
1. Lokasi Penelitian

Pada studi kasus kali ini, penelitian dilakukan pada pembangunan Kantor Pramuka Kota Ambon, yang beralamat di JLN . RA. Kartini, Kel. Karang Panjang, Kec. sirimau

2. Jenis Data

Adapun jenis data yang diperoleh dalam penelitian ini, yaitu Data sekunder, merupakan data yang diperoleh dari sumber-sumber lain. Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari pihak CV.PELITA HARAPAN selaku kontraktor pelaksana berupa, rencana anggaran biaya (RAB), Time Schedule dan shop drawing.

3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan jalur kritis dengan menggunakan metode CPM

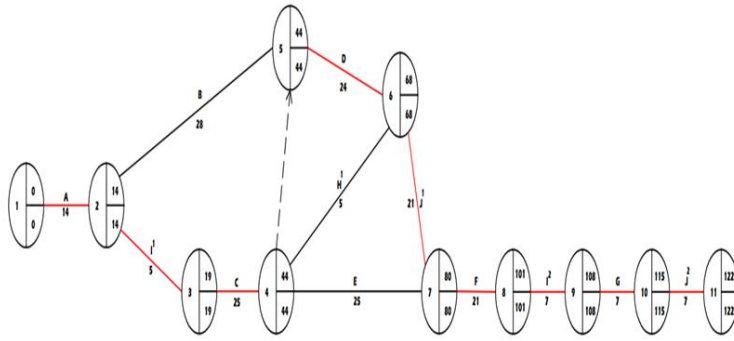
Dalam perhitungan critical part method (CPM) terlebih dahulu ditentukan uraian pekerjaan, kode kegiatan, serta durasi yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini. untuk penentuan durasi dan pekerjaan yang mendahului ditinjau pada time schedule.

Tabel 2 uraian pekerjaan mendahului dan durasi

NO	ITEM PEKERJAAN	AKTIFITAS	PENDAHULU	DURASI
1	Pekerjaan Tanah	A	-	14
2	Pekerjaan Beton	B	A	28
3	Pekerjaan Pasangan	C	I ¹	25
4	Pekerjaan Plesteran Dan Acian	D	B-C	24
5	Pekerjaan Finishing Dinding Dan Lantai	E	C	25
6	Pekerjaan Kusen, Pintu Dan Jendela (Aluminium)	F	J-E	21
7	Pekerjaan Plafond	G	I ¹	7
8	Pekerjaan Instalasi Listrik	H	C	5
9	Pekerjaan Sanitair I ¹	I ¹	A	5
10	Pekerjaan Sanitair I ²	I ²	F	7
11	Pekerjaan Pengecatan J ¹	J ¹	D-H	12
12	Pekerjaan Pengecatan J ²	J ²	G	7

(Sumber: penulis 2024)

Setelah menentukan kode kegiatan serta durasi per item pekerjaan, selanjutnya akan dilakukan analisis hubungan jaringan antara tiap item pekerjaan agar dapat memperoleh pekerjaan-pekerjaan yang berada di lintasan kritis



Gambar 4 analisa jalur kritis dengan CPM
(sumber : penulis 2024)

Tabel 3 Hasil Perhitungan CPM Proyek Pembangunan Kantor Pramuka Kota Ambon

KODE	ITEM PEKERJAAN	PENDAHULU	DURASI	ES	EF	LS	LF	TF	Ket
a	b	c	d	e	f	g	h	F=(h-e-d)	
A	Pekerjaan Tanah	-	14	0	14	0	14	0	KRITIS
B	Pekerjaan Beton	A	28	14	44	14	44	2	TIDAK KRITIS
C	Pekerjaan Pasangan	I ¹	25	19	44	19	44	0	KRITIS
D	Pekerjaan Plesteran Dan Acian	B-C	24	44	68	44	68	0	KRITIS
E	Pekerjaan Finishing Dinding Dan Lantai	C	25	44	80	44	80	11	TIDAK KRITIS
F	Pekerjaan Kusen, Pintu Dan Jendela (Aluminium)	J-E	21	80	101	80	101	0	KRITIS
G	Pekerjaan Plafond	I ²	7	108	115	108	115	0	KRITIS
H	Pekerjaan Instalasi Listrik	C	5	44	68	44	68	19	TIDAK KRITIS
I ¹	Pekerjaan Sanitair I ¹	A	5	14	19	14	19	0	KRITIS
I ²	Pekerjaan Sanitair I ²	F	7	101	108	101	108	0	KRITIS
J ¹	Pekerjaan Pengecatan J ¹	D-H	12	68	80	68	80	0	KRITIS
J ²	Pekerjaan Pengecatan J ²	G	7	115	122	115	122	0	KRITIS

(Sumber: penulis 2024)

Setelah melakukan analisa dengan menggunakan metode cpm untuk menentukan pekerjaan kritis, maka diperoleh beberapa item pekerjaan yang berada pada jalur kritis, dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4 pekerjaan yang berada di jalur kritis

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE KEGIATAN	DURASI NORMAL (HARI)
1	Pekerjaan Tanah	A	14
2	Pekerjaan Pasangan	C	25
3	Pekerjaan Plesteran Dan Acian	D	24
4	Pekerjaan Kusen, Pintu Dan Jendela (Aluminium)	F	21
5	Pekerjaan Plafond	G	7
6	Pekerjaan Sanitair	I ¹	5
7	Pekerjaan Sanitair	I ²	7
8	Pekerjaan Pengecatan	J ¹	12
9	Pekerjaan Pengecatan	J ²	7

(Sumber: penulis 2024)

Percepatan durasi dengan menambahkan jam kerja (Lembur)

Sebelumnya sudah diketahui produktivitas masing masing tenaga kerja perhari dengan lama waktu kerja normal adalah 8 jam/hari dari analisis. kemudian akan dihitung untuk durasi crashing penambahan jam kerja 2 jam dengan memperhitungkan penurunan produktivitas tenaga kerja pada saat kerja lembur. Perhitungan crashing duration pada pekerjaan tanah yang berada pada jalur kritis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas harian normal} &= \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}} \\
 &= \frac{227,87 \text{ m}^3}{14}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 16,28 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Produktivitas per jam} &= \frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja}} \\
&= \frac{16,28 \text{ m}^3/\text{hari}}{8} \\
&= 2,03 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Produktivitas jam lembur} &= 2 \times \text{produktivitas perjam} \times 0,8 \\
&= 2 \times 2,03 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,8 \\
&= 3,26 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Produktivitas harian percepatan} &= \text{produktivitas harian normal} + \text{jam lembur} \\
&= 16,28 \text{ m}^3/\text{hari} + 3,26 \text{ m}^3/\text{jam} \\
&= 19,53 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Crashing duration} &= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas harian percepatan}} \\
&= \frac{227,87 \text{ m}^3}{19,53 \text{ m}^3/\text{hari}} = 12 \text{ hari}
\end{aligned}$$

Perhitungan dengan menggunakan metode crashing

4. Perhitungan Produktifitas Harian, Normal dan Percepatan

Perhitungan produktivitas harian normal pada pekerjaan tanah

$$\begin{aligned}
\text{a. Volume pekerjaan} &= 227,87 \text{ m}^3 \\
\text{b. Harga satuan} &= \text{Rp } 396.217,80 \\
\text{c. Durasi normal} &= 14 \text{ hari} \\
\text{d. Normal cost} &= \text{Rp } 42.905.895,45 \\
\text{e. Produktifitas harian normal} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}} \\
&= \frac{227,87 \text{ m}^3}{14 \text{ hari}} = 16,28 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{f. Produktivitas normal/jam} &= \frac{\text{produktivitas harian normal}}{\text{waktu kerja normal}} \\
&= \frac{16,28 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam}} = 2,03 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Produktivitas jam lembur} &= 2 \times \text{produktivitas normal/jam} \times 0,8 \\
&= 2 \times 2,03 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,8 \\
&= 3,26 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Produktivitas harian percepatan} &= \text{produktivitas harian normal} + \text{produktivitas jam lembur} \\
&= 16,28 \text{ m}^3/\text{hari} + 3,26 \text{ m}^3/\text{jam} \\
&= 19,53 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

Perhitungan Crash duration, Crash cost, dan Cost slope

Perhitungan crash duration, crash cost, dan cost slope pada pekerjaan tanah

$$\begin{aligned}
\text{a) Normal cost} &= \text{Rp } 42,905,895,45 \\
\text{b) Durasi normal} &= 14 \text{ hari} \\
\text{c) Produktivitas normal/jam} &= 2,03 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{d) Produktivitas normal/hari} &= 16,28 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{e) Produktivitas jam/lembur} &= 3,26 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{f) Produktivitas harian percepatan} &= 19,53 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{g) Crash duration} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas harian percepatan}} \\
&= \frac{227,87 \text{ m}^3}{19,53 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
&= 12 \text{ hari}
\end{aligned}$$

- h) Upah normal/jam untuk pekerjaan tanah
 $= \text{harga satuan} \times \text{produktivitas normal/jam}$
 $= \text{Rp } 396,217,80 \times 2,03 \text{ m}^3/\text{jam}$
 $= \text{Rp } 806,126,34$
- i) Upah normal/hari untuk pekerjaan tanah
 $= \text{upah normal/jam} \times \text{jam kerja perhari}$
 $= \text{Rp } 806,126,34 \times 8$
 $= \text{Rp } 6.449.011$
- j) Upah 2 jam lembur/hari untuk pekerjaan tanah
 $= (1,5 \times \text{upah /jam}) + (2 \times \text{upah/jam})$
 $= (1,5 \times \text{Rp } 6,449,011) + (2 \times \text{Rp } 6.449.011)$
 $= \text{Rp } 1.209.190 + 2 \times 1.612.253$
 $= \text{Rp } 4.433.695$
- k) Upah percepatan/hari untuk pekerjaan tanah
 $= \text{upah normal/hari} + \text{upah 2 jam lembu}$
 $= \text{Rp } 6,449,011 + \text{Rp } 4,433,695$
 $= \text{Rp } 10.882.706$
- l) Crash cost untuk pekerjaan tanah
 $= \text{upah percepatan/hari} \times \text{crash duration}$
 $= \text{Rp } 10.882.706 \times 12$
 $= \text{Rp } 130.592.467$
- m) Cost slope untuk pekerjaan tanah

$$= \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 130,592,467 - \text{Rp } 42,905,895}{14 - 12}$$

$$= \frac{\text{Rp } 87,686,572}{2}$$

$$= \text{Rp } 43.843.286$$

Tabel 5 hasil perhitungan crash duration, crash cost dan cost slope

No	Uraian Pekerjaan	Normal	Biaya Normal	Crash	Biaya Dipercepat	Cost Slope
1	Pekerjaan Tanah	14	Rp 42.905.895	12	130.592.467	Rp 87.686.572
2	Pekerjaan Pasangan	25	Rp 61.242.355	21	51.482.787	-Rp 9.759.568
3	Pekerjaan Plesteran Dan Acian	24	Rp 66.395.570	20	93.681.809	Rp 27.286.239
4	Pekerjaan Kusen, Pintu Dan Jendela (Aluminium)	21	Rp 184.510.280	17	99.716.224	-Rp 84.794.056
5	Pekerjaan Plafond	7	Rp 54.208.797	6	50.701.835	-Rp 3.506.962
6	Pekerjaan Sanitair I ¹	5	Rp 54.103.337	4	356.760.218	Rp 302.656.881
7	Pekerjaan Sanitair I ²	7	Rp 54.103.337	6	30.958.994	-Rp 23.144.343
8	Pekerjaan Pengecatan I ¹	12	Rp 20.093.916	10	38.252.219	Rp 18.158.303
9	Pekerjaan Pengecatan I ²	7	Rp 20.093.916	6	10.717.920	-Rp 9.375.996
Total cost slope						Rp 305.207.069

(Sumber: penulis 2024)

Analisa biaya langsung dan tidak langsung

Selesai melakukan proses analisa percepatan dan mendapatkan durasi percepatan, maka selanjutnya akan menghitung biaya total proyek dalam kondisi normal dan kondisi dipercepat. Biaya total proyek tersebut terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung sebagai berikut.

Durasi proyek : 150 hari kalender

Total biaya proyek : Rp 5.684.019.000

- profit
 $= \text{total biaya proyek} \times 5\%$
 $= \text{Rp } 5.684.019 \times 5\%$

- $= \text{Rp } 284.200.950$
 2. biaya overhead $= \text{total biaya proyek} \times 5\%$
 $= \text{Rp } 5.684.019 \times 5\%$
 $= \text{Rp } 284.200.950$
 3. overhead perhari $= \frac{\text{biaya overhead}}{\text{durasi normal}}$
 $= \frac{284.200.950}{150 \text{ hari}}$
 $= \text{Rp } 1.894.673$

Setelah mendapat nilai profit dan biaya overhead maka selanjutnya dapat melakukan perhitungan biaya langsung dan tidak langsung.

a. Pada kondisi normal

Perhitungan biaya langsung untuk nilai 90% di dapat dari 100% total biaya proyek dikurangi 10% untuk nilai biaya profit dan overhead

1. Biaya langsung $= 90\% \times \text{total biaya proyek}$
 $= 90\% \times \text{Rp } 5.684.019.000$
 $= \text{Rp } 5.115.617.100$
 2. Biaya tidak langsung $= \text{profit} + \text{biaya overhead}$
 $= \text{Rp } 284.200.950 + \text{Rp } 284.200.950$
 $= \text{Rp } 568.401.900$
 3. Biaya total $= \text{biaya langsung} + \text{biaya tidak langsung}$
 $= \text{Rp } 5.115.617.100 + 568.401.900$
 $= \text{Rp } 5.684.019.000$

b. Kondisi dipercepat

1. Biaya langsung $= \text{biaya normal} + \text{total cost slope}$
 $= \text{Rp } 5.115.617.100 + \text{Rp } 305.207.069$
 $= \text{Rp } 5.420.824.169$
 2. Biaya tidak langsung $= (\text{durasi sesudah crashing} \times \text{overhead perhari}) + \text{profit}$
 $= (102 \times \text{Rp } 1.894.673) + \text{Rp } 284.200.950$
 $= 477.457.596.00$

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya sesudah crashing} &= \text{biaya langsung} + \text{biaya tidak langsung} \\
 &= \text{Rp } 5.420.824.169 + \text{Rp } 477.457.596.00 \\
 &= \text{Rp } 5.898.281.764.52
 \end{aligned}$$

Tabel 6 cost slope terkecil hingga terbesar

No	Uraian pekerjaan	Durasi normal	Durasi crashing	Cost slope
1	Pekerjaan Tanah	14	12	Rp 87.686.572
2	Pekerjaan Pasangan	25	21	-Rp 9.759.568
3	Pekerjaan Plesteran Dan Acian	24	20	Rp 27.286.239
4	Pekerjaan Kusen, Pintu Dan Jendela (Aluminium)	21	17	-Rp 84.794.056
5	Pekerjaan Plafond	7	6	-Rp 3.506.962
6	Pekerjaan Sanitair I ¹	5	4	Rp 302.656.881
7	Pekerjaan Sanitair I ²	7	6	-Rp 23.144.343
8	Pekerjaan Pengecatan J ¹	12	10	Rp 18.158.303
9	Pekerjaan Pengecatan J ²	7	6	-Rp 9.375.996

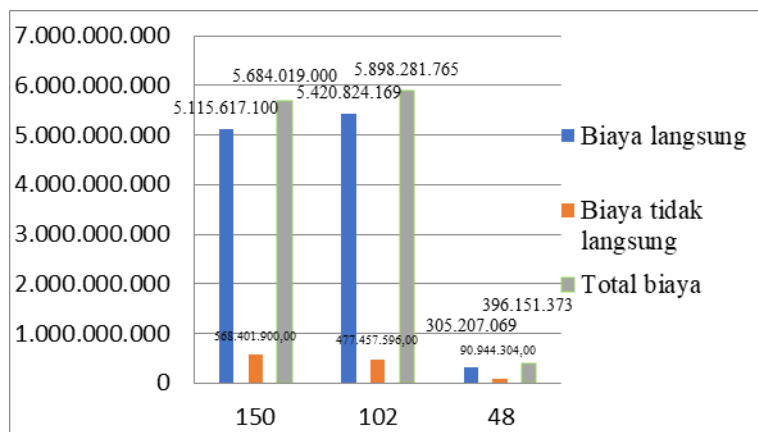
(Sumber: Hasil Analisis Ms Excel)

Tabel 7 Rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya proyek

Nama	Durasi	Biaya langsung	Biaya tidak langsung	Total biaya
normal	150	5.115.617.100	568.401.900	5.684.019.000
dipercepat	102	5.420.824.169	477.457.596	5.898.281.765
selisih	48	305.207.069	90.944.304	396.151.373

(Sumber: Hasil Analisis Ms Excel)

Dari tabel 7 menunjukkan semakin pendek durasi proyek maka semakin besar biaya langsung dan biaya tidak langsung mengalami penurunan. Total biaya didapat dari penjumlahan biaya langsung dan tidak langsung.



Gambar 5 grafik hubungan waktu dan biaya

Sumber : hasil analisis Ms Excel

Hasil analisis diatas menunjukkan waktu crashing yang didapatkan yaitu 102 hari dengan lama waktu dipercepat sebanyak 48 hari dari waktu normal 150 hari, dengan besaran biaya langsung sebanyak Rp 5.420.824.169 dan biaya tidak langsung sebesar Rp 477.457.596 dengan dipercepatnya durasi proyek, biaya langsung mengalami penambahan sebanyak Rp 305.207.069 sedangkan biaya tidak langsung mengalami penurunan sebesar Rp 90.944.304.00 dari kondisi normal proyek.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data pada BAB IV, maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan dan dapat menggambarkan hasil analisis percepatan pelaksanaan proyek pembangunan Kantor Pramuka Kota Ambon sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan pada CPM yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan kritis adalah jika kegiatan tersebut memiliki TF = 0 (Nol).

Rumus : $TF = LF - ES - \text{Durasi}$. Pekerjaan kritis pada proyek pembangunan Kantor Pramuka Kota Ambon dengan analisa menggunakan metode CPM yang difokuskan pada pekerjaan arsitektur dan struktur lantai 1 yaitu, pekerjaan tanah, pekerjaan pasangan, plesteran dan acian, kusen pintu dan jendela (aluminium), plafond, sanitair, dan pekerjaan pengecatan.

2. Total biaya proyek pada kondisi normal adalah sebesar Rp 5.684.019.000 dengan durasi pelaksanaan proyek yang di analisa 150 hari kerja. Dari hasil analisa pada penelitian ini didapat durasi proyek dalam kondisi sesudah crashing adalah 102 hari atau lebih cepat dari durasi normal dan biaya sebesar Rp 5.898.281.765 Selisih dari total biaya normal dan dipercepat adalah 396.151.373.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksara, Robbins, S., & Coulter, M. (2002). *Manajemen*. Jakarta: Gramedia
- Assauri, S. 2016. " *Manajemen Operasi Produksi*". PT .Raja Grafindo Persada : Jakarta
- Dimiyati & Nurjaman. 2014. *Manajemen Proyek*. Pustaka Setia. Bandung.
- Ekanugraha, Arif Rakhmat. *Evaluasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus Pembangunan Terminal Binuang Baru Kec. Binuang)*. Diss. UII, 2016.
- Ervianto, W.I. 2014. *Hambatan kontraktor dalam menerapkan green construction untuk proyek konstruksi di indonesia*, Seminar Nasional X Teknik Sipil ITS Surabaya, Inovasi Struktur dalam Menunjang Konektivitas Pulau di Indonesia, ISBN 978-979- 99327-9-2
- Ervianto, W . I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ervianto, W. I. (2022). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi
- Husein, Umar. 2011. *Metode Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis Bisnis Edisi 11*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Heizer Jay, Render Barry. 2005. *Operations Management*. Jakarta: Salemba Empat.
- Kerzner, H. 2009. *Project Management. A system approach to planning, scheduling, and controlling* (10th ed.), New York, John Wiley & Sons.
- Kurniawan Yanuar. 2015. *Tingkat Pelaksanaan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Pada Proyek Konstruksi, Studi Kasus di Semarang. Tugas Akhir*. Semarang : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNNES.
- Lesmana, I. P. D., & Antika, E. (2020). *Manajemen proyek dengan scrum*. Absolute Media.
- Laila, Fajarius. 2020. *Penerapan Metode Line Of Balance Pada Pendjadwalan Proyek Jalan Preservasi Teluk Dalam – Lolowau. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Medan Area*. Medan .
- Matahelumual, R., Jamlaay, O., & Sahusilawane, T. (2022). *Analisa Percepatan Proyek dengan Metode Crashing Program pada Proyek Pembangunan Gedung Auditorium IAIN Kota Ambon (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Auditorium IAIN Kota Ambon)*. *Journal Agregate*, 1(1), 65-72.
- Nukuhaly, I And Serang, R. (2022) *Analysis Acceleration With Crashing Method On The Reability And Renovation Project Work Of Iain Ambon Library*’. *International Journal Of Advanced Engineering Research And Science*.
- Santoso, W. (2018). *Analisis percepatan proyek menggunakan metode crashing dengan penambahan jam kerja empat jam dan sistem shift kerja (Studi kasus: Proyek Pembangunan Gedung Animal Health Care Prof. Soeparwi, Fakultas Kedokteran Hewan UGM, Yogyakarta)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Salong, A. ikbal; Leuhery, L. .; Abdin, M. *ANALISIS PERCEPATAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUANG KELAS BARU MADRASAH IBTIDAIYAH NEGERI 5 MALUKU TENGAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE CRASHING PROGRAM*. *JA* 2024, 3, 153-161
- Soeharto, Imam. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Jakarta: Erlangga.
- Yuliana, A. 2016. “Analisis Penerapan Manajemen Proyek Rekonstruksi Pada Ruas Jalan Kwandang–Molingkapoto Prov. Gorontalo.” *RADIAL: Jurnal Peradaban Sain* <https://stitek-binataruna.ejournal.id/radial/article/view/124>.