Proceedings : Maritime Business Management Conference (MBMC) 1.0
Program Studi D4 Manajemen Bisnis – Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Surabaya, 18 Oktober 2022
Vol. 1 No. 1 (2022) E-ISSN : 2985-3796

ANALISA PERBANDINGAN WAKTU PROYEK PERBAIKAN KAPAL KARGO MENGGUNAKAN METODE CPM DAN CCPM

Akmal Syarofi Jauhar[1)], Fitri Hardiyanti[2)], dan Yesica Novrita Devi[3)]

[1]Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
[2] Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
[3] Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
E-mail: akmal.syarofi@gmail.com

Abstract

Every 5 years a cargo ship makes 2 repairs to the shipyard. As a shipyard must provide the best service in the service process and improvement results to achieve customer satisfaction. In order to achieve these goals, the basic thing that can be done is to make a plan. The method used is the Critical Path Method (CPM), using the CPM method is still not optimal because there are problems and obstacles related to human behavior. Examples of these problems are student's syndrome, multitasking and overestimated activity durations. According to these problems, namely Critical Chain Project Management (CCPM) as an alternative project scheduling solution. Based on the analysis results, the scheduling of the CCPM method produces a duration of 2 days faster than the CPM method.

Keywords: *Critical Chain Project Management, Critical Path Method, Schedulling*

PENDAHULUAN

Kapal barang yaitu kapal yang dibangun untuk tujuan mengangkut muatan umum. Dalam periode 5 tahun sebuah kapal kargo melakukan perbaikan pada galangan kapal sebanyak dua kali yaitu pada tahun kedua atau ketiga (*intermediate survey*) dan tahun kelima untuk pembaharuan klass (*special survey*). Sebagai galangan harus memberikan pelayanan yang terbaik dalam proses pelayanan dan hasil perbaikan untuk meraih kepuasan pelanggan. Agar mencapai tujuan tersebut, maka hal dasar yang dapat dilakukan yaitu membuat perencanaan. Perencanaan merupakan unsur penting untuk mendapatkan keuntungan yang lebih bagi galangan kapal. Dalam tahap perencanaan meliputi anggaran dana, penjadwalan, tenaga kerja dan material yang dibutuhkan.

Salah satu metode yang diaplikasikan yaitu *Critical Path Method* (CPM) yang dikenal sebagai jalur kritis. CPM yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Namun yang terjadi di lapangan kenyataannya yaitu perencanaan dengan menggunakan metode CPM masih belum maksimal dikarenakan terdapat masalah

Vol. 1 No. 1 (2022) E-ISSN : 2985-3796

dan kendala terkait perilaku manusia. Contoh permasalahan tersebut yaitu *student's syndrome* dan *multitasking*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, terdapat metode baru yang dikenalkan oleh Eliyahu M. Goldratt pada tahun 1997 yaitu *critical chain project management* CCPM pertama. CCPM adalah metode perencanaan proyek yang berfokus pada sumber daya yang diperlukan dalam melakukan pekerjaan yang ada di proyek. Tujuan dari penggunaan metode CCPM yaitu meningkatkan tingkat penyelesaian dengan menghilangkan permasalahan terkait perilaku manusia.

Pada penelitian ini penulis akan menerapkan perbandingan hasil durasi antara metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Critical Chain Project Management* (CCPM) pada proyek perbaikan kapal di galangan kapal Madura yaitu kapal kargo 495 GT.

METODE PENELITIAN

Objek Penelitian

Studi kasus penelitian yaitu pada proyek perbaikan kapal kargo 495 GT milik perusahaan pelayaran Surabaya, yang direparasi pada galangan kapal Madura. Kemudian akan dilakukan Analisa perbandingan penjadwalan dan biaya yang dihasilkan menggunakan metode *Critical Path Method* dan *Critical Chain Project Management.* Gambar kapal dapat dilihat pada gambar 1 dan ukuran kapal pada tabel 1.

Gambar 1. Kapal Kargo 495 GT

Tabel 1
Ukuran Utama Kapal Kargo 495 GT

No	*Principal Dimension*	*Measurements* (m)
1	Length Over All (LOA)	50.21
2	Length per Pendicular (LPP)	46
3	Breadth (B)	8.5
4	Height (H)	5
5	Draft (T)	1.7

Vol. 1 No. 1 (2022) E-ISSN : 2985-3796

Pengumpulan Data

Mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan penelitian ini dengan melakukan wawancara kepada staff perusahaan dan studi lapangan. data yang dibutuhkan antara lain:

1. Data *schedule* sesuai addendum penambahan kerja antara galangan, *owner* dan konsultan.
2. Data mengenai waktu jam kerja di galangan
3. Data mengenai keterkaitan pekerjaan.
4. Data mengenai jumlah pekerja yang terlibat.

Pengolahan Data

Selanjutnya pengolahan data yang dilakukan yaitu melalui tahap-tahap, diantaranya:

1. **Membuat jaringan kerja dengan menggunakan CPM**

   Terdapat 2 tahap yaitu perhitungan maju dimana dimulai dari node awal dan bergerak ke akhir dan perhitungan mundur dimana perhitungan dari node akhir bergerak ke node awal. Jadi, jalur kritis merupakan rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan awal sampai pada kegiatan terakhir proyek.

   Perhitungan Maju

   Mempunyai tujuan untuk menghitung awal terjadinya dan penyelesaian pekerjaan proyek. Waktu mulai paling awal EET (*Earliest Event Time*) pada suatu kegiatan dapat diperoleh dari persamaan:

   $$EF_{(i-j)} = ES_{(i-j)} + t$$

   Dimana :

   EF_j = waktu penyelesaian paling awal suatu kegiatan *j*

   ES_j = waktu mulai paling awal dari kegiatan *j*

   t_j = durasi dari kegiatan *j*

   Perhitungan Mundur

   Pada perhitungan mundur mempunyai maksud untuk menghitung saat yang paling akhir penyelesaian dan terjadinya dari kegiatan suatu proyek. Waktu penyelesaian paling akhit LF (*Latest Event Time*) suatu kegiatan *i* didapatkan dari persamaan:

   $$LS_{(i-j)} = LF_{(i-j)} + t$$

Vol. 1 No. 1 (2022) E-ISSN : 2985-3796

Dimana:

LS_i = waktu mulai paling akhir dari kegiatan *j*

LF_j = waktu penyelesaian paling akhir suatu kegiatan *j*

t = durasi dari kegiatan *j*

Menghitung Total Float

Total *float* adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Berikut dapat dilihat pada persamaan 2.3 adalah persamaan untuk mencari *total float*:

$$total\ float = EF - LF$$

Dimana:

EF = Earliest Finish

LF = Latest Finish

2. Penjadwalan dengan metode CCPM

Pengurangan Durasi Kegiatan CCPM mengendalikan beberapa permasalahan dengan memasukan buffer ke dalam jadwal proyek. Berbeda dengan metode tradisional yang menambahkan *safety time* ke dalam masing-masing kegiatan. Metode ini mengurangi durasi proyek dengan membuang *safety time* dari masing-masing kegiatan di dalam jadwal. pengurangan durasi didapat dari nilai tengah atau median dari setiap kegiatan, yaitu sebesar 50/50 kemungkinan untuk selesai lebih awal atau menjelang waktu tenggat.

Menentukan Nilai Buffer

Terdapat metode root square error method untuk menghitung buffer. Metode ini mengaplikasikan dua estimasi dari masing- masing aktivitas: waktu keluatan terburuk adalah estimasi aman dari 100% kemungkinan (Si) dan waktu optimis adalah estimasi yang besarnya 50% dari nilai estimasi aman (Ai). Perbedaan dari kedua estimasi adalah durasi aman kegiatannya. Besarnya nilai buffer didapatkan dengan menyelesaikan persamaan:

$$B = 2 \times \sqrt{\left(\frac{S_1 - A_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{S_2 - A_2}{2}\right)^2 + \cdots + \left(\frac{S_i - A_I}{2}\right)^2}$$

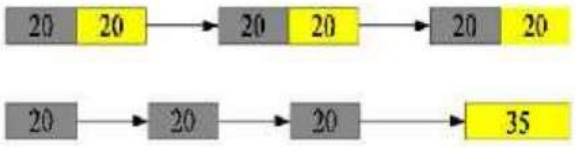
Vol. 1 No. 1 (2022) E-ISSN : 2985-3796

Dimana:

S = waktu aman

A = Waktu optimis

Dimana n adalah banyaknya aktivitas dalam rantai kritis. dengan menggunakan contoh Si=40 dan Ai=20, maka hasil buffer size adalah 35 seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Contoh Perhitungan *Buffer* Menggunakan Metode RSEM

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah data terkumpul maka dilanjutkan dengan melakukan pengolahan data sehingga diperoleh hasil perbandingan durasi dan biaya. Berikut merupakan hasil analisis pada penelitian ini.

Perhitungan Penjadwalan CPM

Dalam pembuatan penjadwalan proyek, penulis menggunakan perangkat lunak *microsoft project* yaitu salah satu program aplikasi manajemen proyek. Langkah awal pengerjaan setelah mengetahui durasi setiap pekerjaan adalah membuat hubungan ketergantungan antar kegiatan untuk mendapatkan jalur kritis yang terlihat seperti pada tabel 2.

Tabel 2
Lintasan Kritis CPM Kapal Kargo 495 GT

No	Nama Kegiatan	Kode	ES	EF	LS	LF	Total Float
1	Proses Docking	A.1	0	1	0	1	0
2	Pelayanan Docking	A.2	1	24	1	24	0
3	Undocking	A.3	24	24	24	24	0
4	Pengukuran ketebalan plat dengan Ultrasonic Test pada lambung bawah garis air	B.6	1	2	1	2	0
5	Dibuatkan gambar bukaan kulit disertai hasil UT dan replating	B.7	2	4	2	4	0
6	Dilaksanakan vacum test pada hasil replating lambung BGA	B.9	23	24	23	24	0
7	Replating Lambung Kapal	B.10	4	23	4	23	0

Vol. 1 No. 1 (2022) E-ISSN : 2985-3796

Hasil durasi yang didapatkan pada proyek perbaikan kapal kargo 495 GT yaitu 24 hari. Jalur kritis merupakan jalur yang tersusun dari rangkaian pekerjaan dalam lingkup proyek yang saling berhubungan sehingga apabila terjadi hambatan atau penundaan dapat menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.

Perhitungan Penjadwalan CCPM

Selanjutnya dapat dilakukan penghilangan multitasking pada tenaga kerja agar sumber daya tidak melebihi kuota harian pekerja atau *overallocated resource*, yaitu dengan dilakukannya metode *resource levelling* yang berfungsi menghilangkan *overallocated resource.*

Setelah dilakukan metode *resource levelling* maka dihasilkan resource sheet tanpa error atau *overallocated resource.* Jika *overallocated resource* tidak dihilangkan maka akan menimbulkan resiko keterlambatan pada proyek jika suatu pekerjaan terjadi kegiatan *bad multitasking*. Setelah dilakukan proses *resources levelling* terjadi perubahan total jam kerja pada beberapa subkon yang mengalami *overallocated* pekerjaan. Selain berpengaruh terhadap durasi, hal ini berpengaruh terhadap kinerja para pekerja yang diharapkan dengan tidak adanya *overallocation* maka proyek dapat berjalan sesuai dengan perkiraan penjadwalan yang dibuat.

Selanjutnya menentukan nilai buffer terdapat 2 jenis *buffer* yaitu *feeding buffer* atau waktu cadangan untuk jalur non kritis dan *project buffer* yaitu waktu cadangan untuk jalur kritis. *Buffer* memiliki tujuan untuk mengamankan waktu jalur non kritis maupun kritis agar tidak mengalami keterlambatan. Berikut pada tabel 3 merupakan hasil dari *feeding Buffer*.

Tabel 3
Feeding buffer

No	Jalur Non Kritis	*Total Buffer*	*Feeding Buffer*
1	A.1-B.1	7.625	5.52
2	A.1-B.2	6.3125	5.02
3	A.1-B.8	0.3125	1.12
4	A.1-B.3-B.4-B.5	7.75	5.57
5	A.1-B.6-B.7-B.11	0.9375	1.94
6	A.1-B.6-B.7-B.12	0.9375	1.94
7	A.1-B.6-B.7-B.13	1.375	2.35
8	A.1-B.6-B.7-B.14	0.625	1.58
9	A.1-B.6-B.7-B.15	0.9375	1.94
10	A.1-B.6-B.7-B.16	0.9375	1.94
11	A.1-C.1	0.625	1.58
12	A.1-C.2	0.625	1.58

Vol. 1 No. 1 (2022) E-ISSN : 2985-3796

13	A.1-C.4	1.625	2.55
14	A.1-D.1	0.125	0.71
15	A.1-D.5	0.125	0.71
16	A.1-D.9-D.10-D.6-D.7	0.875	1.87
17	A.1-D.9-D.10-D.6-D.8	1.625	2.55
18	A.1- D.9-D.10-D.6-D.2-D.3-D.4-D.11	1.5625	2.5

Setelah menghitung *feeding buffer*, maka selanjutnya dilakukan perhitungan *project buffer*. *Buffer* ini ditambahkan pada akhir proyek untuk melindungi waktu akhir dari penyelesaian durasi proyek. Berikut pada tabel 4 merupakan hasil dari *project buffer*.

Tabel 4
Project buffer

No	Jalur Kritis	*Total Buffer*	*Project Buffer*
1	Kapal kargo 495 GT A.1- B.6-B.7- B.10-B.9-A.3	23.25	9.64

perhitungan *project buffer* dimasukkan ke dalam penjadwalan metode CCPM dan hasil durasi merupakan total dari penjadwalan menggunakan metode CCPM dan *project buffer*.

***Network Diagram* CCPM**

selanjutnya adalah membuat diagram jaringan kegiatan yang saling ketergantungan dan kegiatan apa saja di setiap lintasan. cara pembuatannya sama dengan metode CPM. Tujuan membuat *network planning* ini adalah sebagai pembanding penjadwalan dengan menggunakan MS. Project. Setelah membuat *Work Breakdown Structure* yang berisikan informasi kegiatan diantaranya waktu kegiatan, durasi dan keterkaitannya, maka selanjutnya adalah mengindentifikasi jalur kritis hasil dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5
Lintasan Kritis CCPM Kapal Kargo 495 GT

No	Nama Kegiatan	Kode	ES	EF	LS	LF	Total Float
1	Proses Docking	A.1	0	0.5	0	0.5	0
2	Pelayanan Docking	A.2	0.5	12	0.5	12	0
3	Undocking	A.3	12	12	12	12	0
4	Pengukuran ketebalan plat dengan Ultrasonic Test pada lambung bawah garis air	B.6	0.5	1	0.5	1	0
5	Dibuatkan gambar bukaan kulit disertai hasil UT dan replating	B.7	1	2	1	2	0
6	Dilaksanakan vacum test pada hasil replating lambung BGA	B.9	11.5	12	11.5	12	0

Vol. 1 No. 1 (2022) E-ISSN : 2985-3796

7	Replating Lambung Kapal	B.10	8	11.5	8	11.5	0

Hasil durasi yang diperoleh pada metode CCPM kapal kargo 495 GT adalah 12 hari. Setelah itu ditambahkan pr*oject buffer* sehingga dihasilkan durasi 21.70 atau 22 hari.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari sejumlah perhitungan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, Durasi total proyek yang didapatkan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) pada kapal kargo 495 GT adalah selama 24 hari. Durasi total proyek yang didapatkan menggunakan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) pada kapal kargo 495 GT adalah selama 22 hari. Berdasarkan hasil durasi tersebut metode CCPM lebih cepat 2 hari dibandingkan metode CPM.

DAFTAR PUSTAKA

Aulady, M., Orleans, C., Teknik, J., Adhi, S.-I., Surabaya, T., n.d. (2016). *Perbandingan Durasi Waktu Proyek Konstruksi Antara Metode Critical Path Method (CPM) dengan Metode Critical Chain Project Management (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartamen Menara Rungkut)*. Jurnal IPTEK 20, 13.

Goldratt, E. M. (1997). *Critical Chain*. Massachusetts: North River Press.

Hasil, J., Ilmiah, K., Sudarminto, T.A., Mulyatno, P., Wibawa, A., Santosa, B., (2020). JURNAL TEKNIK PERKAPALAN *Implementasi Perbandingan Critical Chain Project Management dengan Critical Path Method Repowering Kapal MV. Sinar Ambon*. Jurnal Teknik Perkapalan 8, 222.

Leach, L. P. (2000). Critical Chain Management. Artech House.

Newbold, R. C. (1998). *Project Management in the Fast Lane: Applying the Theory of Constraints.* Florida: St. Lucie Press.

Ramanda, R., Arvianto, A. (2016). *Penerapan Critical Chain Management untuk Mengatasi Masalah Multi Proyek dengan Keterbatasan Resource di PT. Berkat Manunggal Jaya*. Jurnal Program Studi Teknik Indusri Universitas Diponegoro, hal 3-4.

Soeharto, Imam. (1998). *Management Proyek dari Konsep Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.