

## PENENTUAN LINTASAN KRITIS PADA PEMBANGUNAN 2 UNIT KAPAL CATAMARAN MENGGUNAKAN METODE CPM

Andiqin Valetthyo<sup>1)</sup>, Rona Rianti<sup>2)</sup>, dan I Putu Sindhu Asmara<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik  
Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS,  
Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: andiqinv@gmail.com

### Abstract

*One of the private manufacturing company which work in the terms of aluminum vessels construction and repair in Surabaya is currently working on the building project of 2 units Catamaran Multipurpose Offshore Vessels. A project with new experience that has less capacity and short intensity of production makes this project be a major challenge for management to complete it with good results and on time as the required of technical specifications. The purpose of this research is to get network planning on Catamaran ship building project to avoid delay and to know which activities are included in critical path to minimize the delay in completion of ship construction. The CPM method (Critical Path Method) is used in the determination of critical paths. The characteristic of the research is semi-quantitative descriptive. The research variables are list of project activities, depiction of activity network diagram, determination of EET, and LET, Total Float calculation, and determining critical path. The results show that the works which passed by the critical paths are on the design process, nesting plate, bottom & hull constructions, outfitting, launching, and sea trials, as they have no delay time.*

**Keywords:** *Critical Path Method, Activity Network Diagram, EET, LET, Total Float*

### Abstrak

Salah satu perusahaan manufaktur swasta yang bergerak di bidang pembangunan dan perbaikan kapal aluminium di Surabaya saat ini sedang mengerjakan proyek pembangunan kapal Catamaran sebanyak 2 unit. Sebuah proyek dengan pengalaman baru ditinjau dari kapasitas dan intensitas jangka waktu produksi yang singkat, menjadikan proyek ini sebuah tantangan besar bagi pihak manajemen untuk menyelesaikannya dengan hasil yang baik dan tepat waktu sesuai spesifikasi teknis yang disyaratkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan *network planning* pada proyek pembangunan kapal Catamaran agar tidak terjadi keterlambatan serta mengetahui aktivitas mana saja yang termasuk lintasan kritis untuk meminimalisir terjadinya keterlambatan dalam penyelesaian pembangunan kapal. Metode CPM (*Critical Path Method*) digunakan dalam penentuan lintasan kritis. Jenis penelitian yang digunakan bersifat deskriptif semi kuantitatif. Variabel penelitian yang digunakan yaitu pembuatan daftar kegiatan proyek, penggambaran *activity network diagram*, penentuan EET (*earliest event time*), dan LET (*latest event time*), perhitungan *Total Float*, dan menentukan lintasan kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan-pekerjaan yang dilalui jalur kritis adalah pada proses *design, nesting plate, bottom & hull constructions, outfitting, launching, dan sea trial*, karena kegiatan-kegiatan tersebut tidak mempunyai waktu *delay* (penundaan).

**Kata Kunci:** *Critical Path Method, Activity Network Diagram, EET, LET, Total Float*

## PENDAHULUAN

Dalam mengembangkan kegiatan produksi ke arah yang lebih baik, sebuah perusahaan dituntut untuk selalu berbenah dalam mengikuti pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam hal ini produsen menciptakan dan menghasilkan suatu produk, baik itu berupa barang maupun jasa. Perusahaan harus mampu memberikan pelayanan yang semaksimal mungkin sehingga mampu memenuhi kepuasan para pelanggan atau konsumen. Disamping kualitas, efisiensi waktu juga menjadi prioritas faktor yang menentukan kepuasan pelanggan.

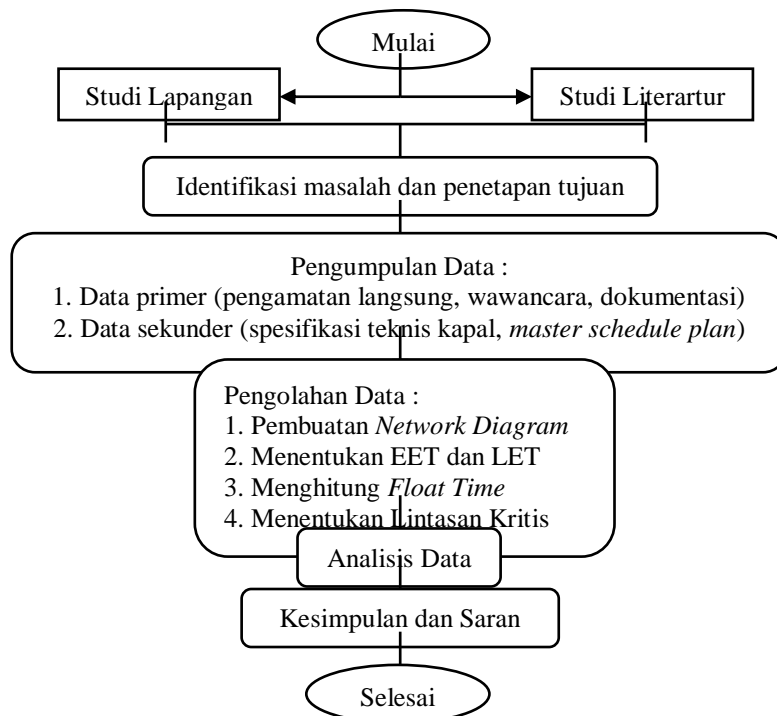
Salah satu perusahaan manufaktur swasta yang bergerak dalam bidang pembangunan dan perbaikan kapal aluminium di Surabaya saat ini sedang mengerjakan proyek pembangunan kapal *Catamaran Multipurpose Offshore Vessel* sebanyak 2 unit. Kapal ini memiliki spesifikasi panjang 36 m dengan kapasitas 400 GT dan dalam pembangunannya mengikuti aturan klasifikasi *Det Norske Veritas (DNV)*. Sebuah proyek dengan pengalaman baru ditinjau dari kapasitas dan intensitas jangka waktu produksi yang singkat, menjadikan proyek ini sebuah tantangan besar bagi pihak manajemen untuk menyelesaikannya dengan hasil yang baik dan tepat waktu sesuai spesifikasi teknis yang disyaratkan. Berdasarkan penjelasan diatas maka penulis akan melakukan penelitian mengenai lintasan kritis dengan judul “Penentuan Lintasan Kritis Pada Pembangunan 2 Unit Kapal Catamaran Menggunakan Metode CPM”.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalah yang akan dibahas dari penelitian ini adalah “bagaimana menentukan lintasan kritis pada proyek pembangunan kapal Catamaran menggunakan metode CPM?”.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pada kegiatan apa saja yang merupakan lintasan kritis untuk meminimalisir terjadinya keterlambatan.

## METODE PENELITIAN

Tahap yang dilakukan dalam penyusunan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 diagram alir penelitian :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

(sumber : Perencanaan Penelitian, 2018)

Variabel penelitian yang digunakan yaitu pembuatan daftar kegiatan proyek, penggambaran *activity network diagram*, penentuan EET (*earliest event time*), dan LET (*latest event time*), perhitungan *Total Float*, dan menentukan lintasan jalur kritis. Dalam penelitian ini penulis memilih menggunakan metode CPM daripada metode PERT, karena metode CPM berfungsi untuk mengetahui proses pekerjaan mana saja yang akan mengalami lintasan kritis.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

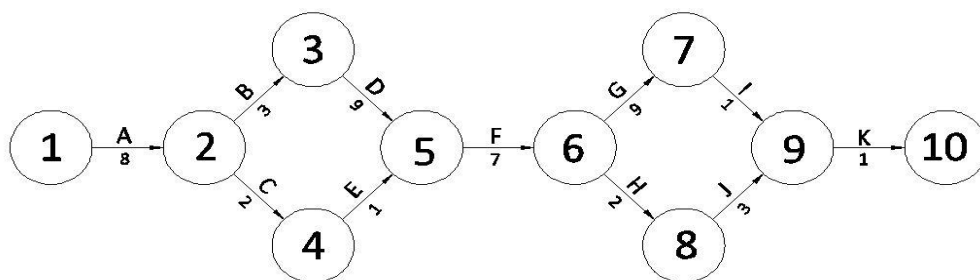
Dalam menentukan lintasan kritis pada pembangunan kapal Catamaran, sebelumnya dimulai dengan menyiapkan dan menyusun daftar kegiatan atau pekerjaan yang diperlukan dalam rencana proyek pembangunan kapal tersebut. Untuk setiap kegiatan perlu diketahui apakah ada kegiatan lain yang harus dilakukan sebelum memulai kegiatan tersebut (*predecessor*), dan berapa lama kegiatan tersebut harus dilakukan (*duration*). Tabel 1 merupakan rencana daftar kegiatan atau pekerjaan proyek pembangunan kapal Catamaran. Estimasi durasi setiap kegiatan diambil dari diagram *master schedule*.

Tabel 1  
 Daftar Kegiatan Proyek

Code	Task Name	Predecessor Activities	Duration (D)	
			Day	Week
A	DESIGN	-	54	8
B	NESTING PLATE	A	20	3
C	FABRICATION JIG	A	13	2
D	BOTTOM CONTRUCTION	B	59	9
E	KEEL LAYING	C	2	1
F	HULL CONSTRUCTION	D, E	46	7
G	OUTFITTING	F	63	9
H	BLOCK BLASTING & PAINTING	F	12	2
I	LAUNCHING	G	2	1
J	FINISHING	H	16	3
K	SEA TRIAL	I, J	2	1

(sumber : *Master schedule Plan* Perusahaan)

Selanjutnya adalah menggambar setiap kegiatan tersebut dalam *activity network diagram*. Dimulai dengan membuat *node* nomor 1 yang merupakan tanda permulaan sebuah proyek, kemudian menarik garis panah lurus kearah kegiatan yang tidak memiliki *predecessor*, yakni kegiatan A. Selanjutnya membubuhkan kode kegiatan pada pangkal garis panah diikuti oleh durasinya dan diujung garis panah dibuat *node* 2. Oleh karena A adalah *predecessor* bagi kegiatan B dan C maka ditarik keluar garis panah dari *node* 2. Kemudian, membuat *node* nomor 3 di ujung garis panah B, dan *node* nomor 4 di ujung garis panah C. Selanjutnya membuat garis panah dan *node* berikutnya sesuai dengan tabel 1 sampai semua kegiatan tergambar. Hasilnya akan terlihat seperti gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Konstruksi *Activity Network Diagram* pada proyek pembangunan kapal Catamaran  
 (sumber : Hasil pengolahan data sekunder, 2018)

Dari gambar 2 dapat kita lihat bahwa setelah kegiatan A atau pekerjaan *design*, ada dua sub kegiatan yang dapat dikerjakan secara paralel atau bersama-sama. Pada kegiatan D atau pekerjaan *bottom contruction* baru bisa dimulai apabila pekerjaan *nesting plate* (kegiatan B) sudah selesai dikerjakan. Jadi dengan *activity network diagram* proses kegiatan suatu proyek dapat lebih efisien dan efektif.

Selanjutnya untuk menentukan *earliest event time (EET)* pada setiap node adalah dengan menggunakan perhitungan maju dengan durasinya menggunakan satuan minggu (*week*). Berdasarkan hasil *activity network diagram* sebelumnya, maka dapat diketahui nilai EET seperti contoh dibawah ini :

**Contoh : Kegiatan A (node 1 ke 2)**

Diketahui : - Waktu mulai paling awal kegiatan A ( $ES_{1-2}$ ) = 0 ; D = 8 week

Jadi waktu selesai paling awal untuk kegiatan A (EF<sub>1-2</sub>) adalah :

$$\begin{aligned} EF_{1-2} &= ES_{1-2} + D \\ &= 0 + 8 \\ &= 8 \end{aligned}$$

Dalam menentukan *latest event time (LET)* pada setiap node adalah dengan menggunakan perhitungan mundur. Berdasarkan hasil *activity network diagram* sebelumnya, maka dapat diketahui nilai LET berdasarkan metode hitungan mundur:

**Contoh : Kegiatan K (node 9 ke 10)**

Diketahui : - Waktu selesai paling akhir kegiatan K (LF<sub>9-10</sub>) = 38 ; D = 1 week

Jadi waktu mulai paling akhir untuk kegiatan K (LS<sub>9-10</sub>) adalah :

$$\begin{aligned} LS_{9-10} &= LF_{9-10} - D \\ &= 38 - 1 \\ &= 37 \end{aligned}$$

Tabel 2  
 Hasil nilai EET dan LET

i	j	Kegiatan Code	Durasi (Week)	Paling Awal		Paling Akhir	
				(ES)	(EF)	(LS)	(LF)
1	2	A	8	0	8	0	8
2	3	B	3	8	11	8	11
2	4	C	2	8	10	17	19
3	5	D	9	11	20	11	20
4	5	E	1	10	11	19	20
5	6	F	7	20	27	20	27
6	7	G	9	27	36	27	36
6	8	H	2	27	29	32	34
7	9	I	1	36	37	36	37
8	9	J	3	29	32	34	37
9	10	K	1	37	38	37	38

(sumber : Hasil pengolahan data sekunder, 2018)

Suatu kegiatan disebut dengan kegiatan kritis apabila suatu *delay* atau penundaan waktu kegiatan akan mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan dari proyek (Kelley, 1961, page 317). Karena itu, kegiatan disebut non kritis bila kegiatan ini mempunyai *delay* atau *total float* dan sebaliknya jika suatu kegiatan tidak mempunyai *total float* (TF=0) maka termasuk kegiatan kritis.

**Contoh : Kegiatan C (node 2 ke 4)**

Diketahui : - Waktu selesai paling akhir kegiatan C (LF<sub>2-4</sub>) = 19  
 - Waktu mulai paling awal kegiatan C (ES<sub>2-4</sub>) = 8  
 - Durasi kegiatan C = 2 week

Jadi jumlah waktu yang diperkenankan untuk kegiatan C boleh ditunda (TF<sub>2-4</sub>) adalah :

$$\begin{aligned} TF_{2-4} &= LF_{2-4} - ES_{2-4} - D \\ &= 19 - 8 - 2 \\ &= 9 \text{ week} \end{aligned}$$

Berikut hasil lengkap hitungan waktu *delay* pada setiap kegiatan-kegiatan proyek pembangunan kapal Catamaran 400 GT yang tertera pada tabel 3. Dibawah ini :

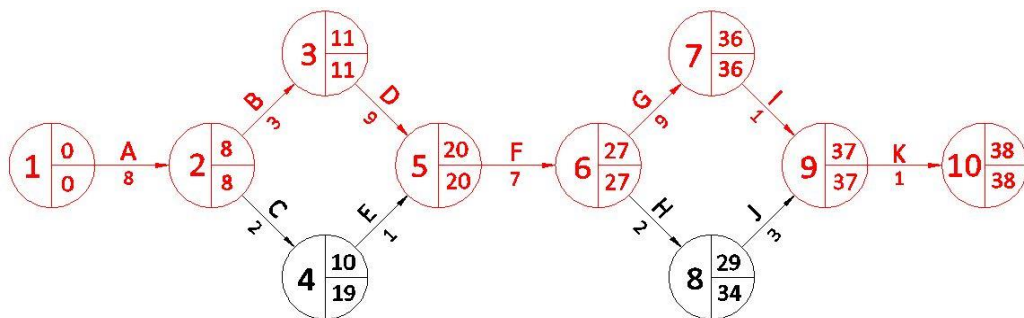
Tabel 3  
 Hasil Perhitungan *Total Float* dan Analisa Kegiatan Kritis

Kegiatan (i, j)	Durasi (Week)	Paling Awal (ES)	Paling Akhir (EF)	Paling Awal (LS)	Paling Akhir (LF)	Total Float	Keterangan
A (1, 2)	8	0	8	0	8	0	Kritis
B (2, 3)	3	8	11	8	11	0	Kritis
C (2, 4)	2	8	10	17	19	9	Tidak
D (3, 5)	9	11	20	11	20	0	Kritis
E (4, 5)	1	10	11	19	20	9	Tidak
F (5, 6)	7	20	27	20	27	0	Kritis
G (6, 7)	9	27	36	27	36	0	Kritis
H (6, 8)	2	27	29	32	34	5	Tidak
I (7, 9)	1	36	37	36	37	0	Kritis
J (8, 9)	3	29	32	34	37	5	Tidak
K (9, 10)	1	37	38	37	38	0	Kritis

(sumber : Hasil pengolahan data sekunder, 2018)

Dalam suatu *activity network diagram* mungkin saja ditemukan lebih dari satu jalur kritis, bahkan semua jalur memungkinkan untuk menjadi jalur kritis. Jalur kritis memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian suatu proyek. Keterlambatan pada jalur ini akan memperlambat penyelesaian waktu proyek secara keseluruhan, meskipun kegiatan lain tidak mengalami keterlambatan.

Selanjutnya dari tabel 3. dapat kita tentukan jalur kritis pada *activity network diagram* dibawah ini berdasarkan nilai *total float* di setiap kegiatan nya. Selain itu jalur kritis juga dapat ditentukan melalui penelusuran jalur terpanjang dari awal sampai akhir proyek, yakni jalur yang melalui *node* dengan EET = LET.



Gambar 3. Jalur Kritis dalam *Activity Network Diagram*

(sumber : Hasil pengolahan data)

Gambar diatas memperlihatkan *node* nomor 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, dan 10 berada di jalur kritis. Jadi untuk kegiatan - kegiatan yang dilalui oleh jalur kritis seperti; *design, nesting plate, bottom & hull constructions, outfitting, launching* dan *sea trial* menjadi atensi khusus untuk kelancaran proyek pembangunan kapal Catamaran ini. Karena apabila pada proses-proses tersebut terjadi keterlambatan pada proses pengerjaanya, maka penyelesaian waktu proyek juga akan mengalami keterlambatan.

**KESIMPULAN**

Penentuan lintasan kritis pada pembangunan kapal Catamaran menggunakan metode *Critical Path Method* menunjukkan bahwa pekerjaan-pekerjaan yang dilalui jalur kritis adalah pada proses *design, nesting plate, bottom & hull constructions, outfitting, launching* dan *sea trial*, karena kegiatan-kegiatan tersebut tidak mempunyai waktu *delay* (penundaan) sehingga menjadi atensi khusus agar dapat meminimalisir keterlambatan pada proyek pembangunan kapal

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dapat menambahkan perhitungan tenaga kerja, material, dan fasilitas yang diperlukan dalam membuat *activity network diagram*. Selain itu dapat mempertimbangkan faktor *float* bebas dan *interferen float* dalam penentuan lintasan kritis.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ahyari, Agus. 1987. *Manajemen Produksi Buku I*. Yogyakarta: BPFE.
- Haedar Ali, Tubagus. 1986. *Prinsip-Prinsip Network Planning*. Jakarta : PT. Gramedia.
- Handoko, T. Hani. 1984. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta : BPFE.
- Soeharto, Imam. 1998. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.
- Stroch, R.L. 1995. *Ship Production, second edition*.