

# Analisis Penjadwalan Proyek Struktur Rom Bin Menggunakan Metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) di PT. Lintech Duta Pratama

Laras Gayuh Kartika Wulan<sup>1</sup>, Rina Sandora<sup>2</sup>, Yesica Novrita Devi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

<sup>3</sup>Program Studi Manajemen Bisnis Maritim, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail : laras.gkartika@gmail.com

## Abstrak

Proyek struktur Rom Bin merupakan struktur yang dipesan oleh perusahaan pertambangan di Banyuwangi dengan tonnage 76,47 ton. Rom Bin merupakan suatu struktur yang dibangun dengan spesifikasi material khusus karena di pesan dengan fungsi yang fokus pada kekuatan dan lama waktu pemakaian. Dengan spesifikasi tersebut tentunya mengakibatkan perbedaan perlakuan dan lama waktu proses pengerjaan. Sehingga diperlukan suatu sistem penjadwalan yang tepat agar proyek dapat berjalan dengan tepat waktu dan biaya. Proses penjadwalan pada proyek akan menjadi lebih akurat apabila menggunakan metode PERT. Ketidakpastian waktu pengerjaan proyek dicerminkan dengan tiga estimasi yaitu durasi optimis (*to*), *most likely* (*tm*) dan durasi pesimis (*tp*). Dan dalam penggunaannya digunakan nilai rata-rata (*te*) dari ketiga cerminan waktu tersebut untuk menentukan umur proyek serta pembuatan kurva probabilitas. Dari nilai rata-rata durasi tersebut pula akan dilakukan analisa menggunakan *crashing* terhadap waktu optimum pengerjaan proyek dengan menggunakan konfigurasi penambahan jam kerja (*man hours*). Hasil analisis waktu pengerjaan proyek menggunakan metode PERT adalah 174 hari dengan biaya Rp. 370.355.800,-. Untuk mendapatkan suatu proyek memiliki nilai yang tepat waktu dan biaya maka dilakukan perhitungan optimum menggunakan metode *crashing* dengan konfigurasi penambahan jam lembur yang menghasilkan waktu optimum proyek selama 154 hari dengan total biaya Rp. 359.208.356,-.

**Kata kunci** : *Crashing, Probabilitas, Project Evaluation and Review Technique (PERT), Waktu Optimum*

## 1. PENDAHULUAN

PT. Lintech Duta Pratama adalah suatu perusahaan swasta yang bergerak di bidang *engineering-manufaktur*. Perusahaan tersebut telah didirikan sejak tahun 1998 dan berpusat di kota Surabaya. Dalam perkembangannya, PT. Lintech memberikan pelayanan dalam bidang Teknik Sipil dan Industri, struktur baja, mekanikal dan elektrik, fabrikasi untuk karbon, *stainless* dan logam eksotis lainnya di struktur baja, *plate works* dan *piping*. Namun yang menjadi fokus pada penelitian kali ini adalah proses produksi Rom Bin (*plate works structure*) milik perusahaan pertambangan di Banyuwangi dengan tonnage 76,47 ton.

Rom Bin merupakan suatu struktur *platwork* yang nantinya akan digunakan sebagai *hopper* pada proses pengolahan material tambang. Dilihat dari segi fungsi, Rom Bin harus memiliki kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi agar tidak terjadi perubahan bentuk yang terlalu besar serta memiliki umur pemakaian yang lebih panjang dengan menggunakan pelapisan permukaan (*liner*). Untuk pelapisan sendiri diperlukan material khusus yang memiliki struktur lebih keras, yaitu material jenis *bissalloy*. Dengan adanya spesifikasi khusus pada material tentunya diperlukan perlakuan khusus pula pada proses pengerjaannya. Material yang memiliki struktur lebih keras akan mendapatkan perlakuan *heat treatment* yang pastinya memerlukan waktu yang lebih lama dari pengerjaan material jenis lain yang tidak memerlukan perlakuan tersebut. Waktu yang lama untuk kedatangan material, tonnage proyek yang tinggi serta variasi perlakuan yang banyak terhadap material dapat menjadi

salah satu faktor yang menyebabkan proyek tidak selesai dengan tepat waktu. Untuk menghindari keterlambatan tentunya diperlukan manajemen penjadwalan yang baik agar proyek dapat selesai dengan tepat waktu dan biaya.

Metode yang sering digunakan dalam penjadwalan adalah menggunakan metode *bar chart* dan CPM. Namun metode tersebut digunakan untuk aktivitas proyek dengan waktu ketidakpastian minimal. Padahal, dengan adanya perlakuan-perlakuan khusus pada material diperlukan metode lain yang lebih dapat mencerminkan kebutuhan waktu yang lebih tepat pada pengejaan proyek. Menurut sistem yang berlaku di PT.Lintech sendiri, dalam satu waktu tidak hanya berfokus dalam satu proyek. Namun perusahaan akan mengerjakan beberapa proyek dalam waktu yang bersamaan sehingga diperlukan suatu sistem manajemen dan perkiraan serta perhitungan yang tepat agar proyek dapat berjalan dengan tepat.

Dengan adanya permasalahan tersebut penulis akan menganalisa penjadwalan dan evaluasi pembuatan struktur dengan menggunakan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT). Ketidakpastian dalam durasi pengerjaan proyek dengan metode PERT dicerminkan dengan tiga nilai estimasi yaitu durasi optimis (*to*), durasi *most likely* (*tm*) dan durasi pesimis (*tp*), sehingga dapat diamati lintasan kritis pada penjadwalan proyek struktur dan dapat dilihat durasi yang pasti dari masing-masing kegiatan untuk memungkinkan proyek struktur Rom Bin dapat diselesaikan sesuai dengan perencanaan. Selain untuk mengetahui durasi dari proyek, juga diperlukan untuk memperkirakan waktu optimum proyek yang akan dihitung menggunakan metode *crashing*. Hal ini berbeda dengan penelitian-penelitian terdahulu yang tidak melakukan perhitungan waktu optimum, dan hanya melakukan penelitian untuk penjadwalan dan analisis bentuk kurva probabilitas proyek saja.

## **2. METODOLOGI**

### **2.1. Studi Literatur**

Referensi sangat dibutuhkan untuk mengerjakan penelitian dalam tugas akhir ini. Teori – teori pendukung yang berkaitan dengan penelitian didapatkan dari berbagai referensi. Studi ini dilakukan untuk menganalisa data-data apa sajakah yang dibutuhkan dalam proses analisa penjadwalan proyek untuk penyelesaian Tugas Akhir.

### **2.2. Pengumpulan Data**

Penelitian ini dibuat untuk dapat merencanakan penjadwalan proyek yang tepat menggunakan metode PERT. Untuk mendukung analisa tersebut, penulis menggunakan proyek pembuatan Rom Bin di PT. LINTECH DUTA PRATAMA.

Untuk mempermudah dalam proses analisa dalam penentuan durasi diperlukan data-data pendukung yang berkaitan dengan proyek tersebut seperti :

1. *Project information*, berisi tentang informasi tentang proyek dan target proyek yang harus dicapai.
2. RFI (*Request for Inspection*), berisi tentang permintaan inspeksi yang digunakan sebagai acuan progress suatu proyek
3. *Optimis time* (*to*) dan *pesimis time* (*tp*) yang digunakan untuk melakukan penjadwalan melalui proses interview staf ahli.
4. *Budget plan*, berisi tentang biaya standar yang harus dikeluarkan selama proyek berlangsung. Mulai dari biaya material dan jumlah tenaga kerja

### **2.3. Teknik Pengumpulan Data**

Data dalam penelitian ini diperoleh dari perusahaan pelaksana proyek. Data-data tersebut diperoleh saat penulis melakukan *On The Job Training* di PT. LINTECH DUTA PRATAMA untuk proyek pembuatan Rom Bin. Sedangkan data *optimis time* dan *pesimis time* diperoleh dari hasil *interview* terhadap pihak kontraktor.

### **2.4. Penyusunan *Network Planning* dan Identifikasi Jalur Kritis**

Tahap ini merupakan tahap lanjutan dimana dimulainya pembuatan model jaringan kerja dan dilanjutkan dengan identifikasi jalur kritis yang akan menjadi model dasar dari analisa penjadwalan proyek Rom Bin sehingga dapat diketahui penjadwalan dan alternatif yang tepat dalam proses pengerjaan proyek

## 2.5. Perancangan Parameter Konfigurasi

Tahap perancangan konfigurasi adalah tahapan dimana akan ditentukan parameter yang terdapat dalam model dasar yang akan dikonfigurasi variabelnya antara lain:

1. Penambahan jam lembur (*overtime/manhours*)
2. Penambahan tenaga kerja (*manpower*)

## 2.6. Penentuan Alternatif Untuk Mengantisipasi Keterlambatan Proyek

Tahap penentuan alternative untuk mengantisipasi keterlambatan proyek dilakukan *crash cost* untuk melakukan percepatan dengan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Menghitung biaya langsung selama dilakukan percepatan sesuai jumlah jam orang (*manhours*) orang yang dibutuhkan dalam pembangunan proyek.
2. Menghitung biaya langsung setelah dilukan percepatan

## 2.7. Analisis Data

Data terkait yang telah dikumpulkan diolah dan dianalisa dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menyusun jaringan kerja dan hubungan saling ketergantungan (*network diagram*)
2. Menghitung durasi kegiatan berdasarkan produktivitas pekerja
3. Menentukan tiga asumsi durasi aktivitas, yaitu: *optimistic time, most likely time* dan *pesimistic time*

4. Menghitung rata-rata durasi dengan menggunakan persamaan

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \quad (2.1)$$

5. Menghitung standar deviasi masing-masing kegiatan dengan persamaan

$$S = \left(\frac{1}{6}\right)(b - a) \quad (2.2)$$

6. Menghitung varians menggunakan persamaan

$$V(te) = S^2 = \left[\left(\frac{1}{6}\right)(b - a)\right]^2 \quad (2.3)$$

Dan dilanjutkan dengan perhitungan total varians dengan persamaan,

$$Se = \sqrt{\sum V(te)} \quad (2.4)$$

7. Menentukan lintasan kritis dari digram network.

8. Membuat kurva probabilitas

9. Menganalisa alternative yang tepat untuk mengantisipasi keterlambatan proyek dengan *crash cost*. Didahului dengan menentukan tingkat produktivitas sebelum dilakukan crashing menggunakan persamaan,

$$Produktivitas \text{ harian} = \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}} \quad (2.5)$$

$$Produktivitas \text{ tiap jam} = \frac{\text{produktivitas harian}}{8 \text{ jam}} \quad (2.6)$$

$$\text{Sehingga produktivitas harian sesudah crash} = (8 \text{ jam} \times \text{produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{produktivitas tiap jam}) \quad (2.7)$$

Dan kemudian dilakuakn perhitungan,

Crash Duration (Kurun waktu yang dipersingkat) adalah:

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas harian sesudah crash}} \quad (2.8)$$

$$\text{Crash Duration} = \text{normal cost pekerja hari} + \text{biaya lembur/hari} \quad (2.9)$$

Sehingga *crash cost* (biaya untuk waktu yang dipersingkat) adalah:

$$\text{Crash Duration} = \text{crash duration} + \text{crash cost pekerja/hari} \quad (2.10)$$

Perhitungan yang dilakukan untuk menentukan sudut kemiringan (berdasarkan grafik waktu dan biaya suatu kegiatan) atau lebih dikenal dengan slope (penambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu adalah (Soeharto,1999):

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} \quad (2.11)$$

10. Memberikan kesimpulan dan saran

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rom Bin adalah sebuah *hopper* atau corong yang berfungsi sebagai tempat masuknya material hasil pertambangan yang di tuang dari dalam truk pengangkut material tambang. Rom Bin ini nantinya akan beroperasi di suatu perusahaan pertambangan emas di Banyuwangi. Berikut spesifikasi dari proyek Rom Bin yang akan dianalisis:

Nama Proyek	: Rom Bin Stockpile Hopper
Owner	: Perusahaan Pertambangan Banyuwangi
Tinggi keseluruhan	: 10,914 meter
Panjang alas	: 7,79 meter
Lebar alas	: 1,132 meter
Panjang atap	: 7,725 meter
Lebar Atap	: 6,73 meter
Total weight	: 76.473,5 kg
Bahan	: Bissalloy 400 dan A36

#### 3.1. Tahap Pembangunan Rom Bin

Penentuan metode dalam proses pembangunan proyek Rom Bin juga dilakukan. Fasilitas yang dimiliki pada suatu perusahaan dijadikan sebagai dasar dalam penentuan metode pembangunan suatu proyek. Metode yang diaplikasikan dalam pembangunan proyek Rom Bin adalah metode fabrikasi pada umumnya, dimana pembangunan suatu proyek konstruksi dibagi menjadi tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. *PO Award*
2. *Engineering-Drawing*
3. *Procurement*
4. *Marking/Cutting (M/C)*
5. *Machining Process*
6. *Fit Up*
7. *Welding*
8. *Finishing*
9. *Trial Assembly*
10. *Painting*  
Proses pengecatan sendiri terdiri dari tiga tahap, yaitu
  - a. *Sand blasting* dan *primer coat*
  - b. *Second coat*
  - c. *Top coat*
11. *Instal Liner*
12. *Packing/Delivery*

#### 3.2. Network Planing

Berdasarkan proses penelitian melalui historical proyek dan wawancara *project engineer* proyek pengerjaan Rom Bin maka disusun WBS (*Work Breakdown Structure*) sebagai berikut:

1. **Proyek Pembangunan ROM BIN – OPP PAINT (10-BIN-01)**
  - 1.A **Project Award**
  - 1.B **Engineering**
    - 1.B.1 *Shop Drawing*
    - 1.B.2 *Approval*
  - 1.C **Procurement**
  - 1.D **Fabrication**
    - 1.D.1 *Cutting-Marking*
    - 1.D.2 *Machining Process*
    - 1.D.3 *Fit Up*
    - 1.D.4 *Welding*
    - 1.D.5 *Finishing*
    - 1.D.6 *Trial Assembly*

**1.E Painting**

1.E.1 *Blasting – Primer*

1.E.2 *Second Coat*

1.E.3 *Top Coat*

**1.F Instal Liner**

**1.G Packing/Delivery**

Setelah mneyusun komponen-komponen kegiatan sesuai urutan logika ketergantungan, langkah berikutnya adalah memberikan kurun waktu masing-masing kegiatan dan dilanjutkan dengan mengidentifikasi jalur kritis. Tabel 3.1 merupakan pengelompokan aktivitas serta *predecessor* proyek Rom Bin :

**Table 3.1** Daftar Pengelompokan aktivitas dan *predecessor* proyek Rom Bin

<b>Nama Kegiatan</b>	<b>Aktivitas</b>	<b>Kegiatan Pengikut</b>
A	<b>Project Award Engineering</b>	-
B	<i>Shop Drawing</i>	A
C	<i>Approval</i>	B
D	<b>Procurement Fabrikasi</b>	B
E	<i>Marking/Cutting</i>	C
F	<i>Machining Process</i>	E
G	<i>Fit Up</i>	E
H	<i>Welding</i>	G
I	<i>Finishing</i>	F,H
J	<i>Trial Assembly</i>	I
K	<b>Painting</b>	
L	<i>Blasting-Primer Coat</i>	J
M	<i>Second Coat</i>	K
N	<i>Top Coat</i>	L
O	<b>Instal Liner Packing/Delivery</b>	M
		N

Setelah mendapatkan daftar pekerjaan yang akan dilakukan pada proyek pembangunan Rom Bin maka dilakukan input data berupa waktu pengerjaan yang paling mungkin (m), waktu pengerjaan optimis (a) dan waktu pengerjaan pesimis (b). data yang di masukan didapat dari data *historical* dan wawancara yang dilakukan dengan *Project Engineer* (PE) proyek pembangunan Rom Bin. Tabel 3.2 merupakan data hasil penentuan waktu pengerjaan proyek sebagai berikut:

**Table 3.2** Penentuan perkiraan waktu aktivitas

No	Aktivitas	a	m	b
1	<b>PO Award Engineering</b>	1	1	1
2	<i>Shop Drawing</i>	52	54	56
3	<i>Approval</i>	10	12	14
4	<b>Procurement Fabrikasi</b>	26	28	30
5	<i>Marking/Cutting</i>	19	21	26
6	<i>Machining Process</i>	26	28	33
7	<i>Fit Up</i>	38	40	45
8	<i>Welding</i>	12	14	19
9	<i>Finishing</i>	8	10	15
10	<i>Trial Assembly</i>	3	5	10
11	<b>Painting</b>			
12	<i>Blasting-Primer Coat</i>	16	18	23
13	<i>Second Coat</i>	14	16	21
14	<i>Top Coat</i>	12	14	19
15	<b>Instal Liner Packing/Delivery</b>	12	14	19
		3	5	10

Sehingga dapat dihasilkan waktu rata-rata (*te*) pada tabel 3.3 sebagai berikut:

**Tabel 3.3** Nilai (*te*) masing-masing kegiatan

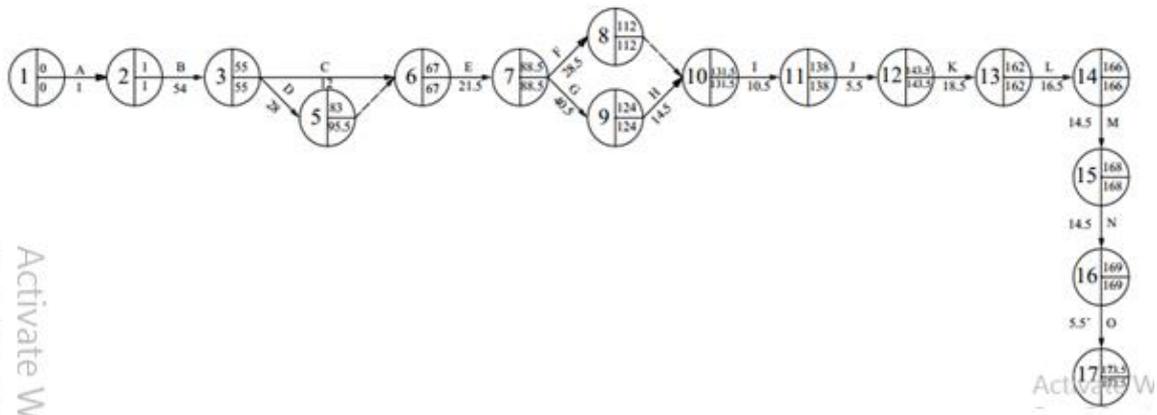
Nama Kegiatan	Aktivitas	<i>te</i>
A	<b>Project Award Engineering</b>	<b>3</b>
B	<i>Shop Drawing</i>	<b>54</b>
C	<i>Approval</i>	<b>12</b>
D	<b>Procurement Fabrikasi</b>	<b>28</b>
E	<i>Marking/Cutting</i>	<b>21.5</b>
F	<i>Machining Process</i>	<b>28.5</b>
G	<i>Fit Up</i>	<b>40.5</b>
H	<i>Welding</i>	<b>14.5</b>
I	<i>Finishing</i>	<b>10.5</b>
J	<i>Trial Assembly</i>	<b>5.5</b>
K	<b>Painting</b>	
	<i>Blasting-Primer Coat</i>	<b>18.5</b>
L	<i>Second Coat</i>	<b>16.5</b>
M	<i>Top Coat</i>	<b>14.5</b>
N	<b>Instal Liner</b>	<b>14.5</b>
O	<b>Packing/Delivery</b>	<b>5.5</b>

Setelah penjadwalan dengan nilai (*te*) diperoleh, prinsip perhitungan selanjutnya adalah menentukan waktu tercepat dan terlama kegiatan tersebut. Dari diagram jaringan kerja pada lampiran 1 dikonversikan kedalam tabel 3.4 untuk menentukan urutan kejadian atau peristiwa setiap harinya. Diagram kerja juga menunjukkan tahapan pengerjaan proyek Rom Bin secara kronologis. Data analisis *network planning* proyek terdapat dalam tabel 3.4 berikut ini:

**Table 3.4** Data analisis *Network Planning*

Nama Kegiatan	Kegiatan	( <i>te</i> ) hari	<i>Predecessor</i>	Jenis Keterkaitan
A	<i>PO Award</i>	1	---	---
B	<i>Shop Drawing</i>	54	A	F-S
C	<i>Approval</i>	12	B	F-S
D	<i>Procurement</i>	28	B	S-S
E	<i>Marking/Cutting</i>	21.5	C	F-S
F	<i>Machining Process</i>	28.5	E	F-S lead 5
G	<i>Fit Up</i>	40.5	E	F-S lead 5
H	<i>Welding</i>	14.5	G	F-S lead 7
I	<i>Finishing</i>	10.5	F,H	F-S lead 4
J	<i>Trial Assembly</i>	5.5	I	F-S
K	<i>Blasting-Primer Coat</i>	18.5	J	F-S
L	<i>Second Coat</i>	16.5	K	S-S lag 4
M	<i>Top Coat</i>	14.5	L	S-S lag 4
N	<i>Instal Liner</i>	14.5	M	S-S lag 2
O	<i>Packing/Delivery</i>	5.5	N	F-S lead 1

Setelah dilakukan analisis *network planing* maka dilakuakn penggambaran jaringan kerja dari proyek sebagai berikut:



Activate Wi

Activate Wi

Dan dilanjutkan analisis jalur kritis melalui nilai ES, EF, LF dan TF yang terdapat dalam tabel 4.5

**Tabel 4.5** Analisis durasi ES, EF, LS, LF dan TF

Nama Kegiatan	(te) Hari	Predecessor	Jenis Keterkaitan	ES (hari)	EF (hari)	LS (hari)	LF (hari)	TF (hari)
A	1	---	---	0	1	0	1	0
B	54	A	F-S	1	55	1	55	0
C	12	B	F-S	55	67	55	67	0
D	28	B	S-S	55	83	55	95.5	12.5
E	21.5	D	F-S	67	88.5	67	88.5	0
F	28.5	E	F-S lead 5	83.5	112	83.5	127.5	15.5
G	40.5	E	F-S lead 5	83.5	124	83.5	124	0
H	14.5	G	F-S lead 7	117	131.5	117	131.5	0
I	10.5	F,H	F-S lead 4	127.5	138	127.5	138	0
J	5.5	I	F-S	138	143.5	138	143.5	0
K	18.5	J	F-S	143.5	162	143.5	162	0
L	16.5	K	S-S lag 4	147.5	166	147.5	166	0
M	14.5	L	S-S lag 4	151.5	168	151.5	168	0
N	14.5	M	S-S lag 2	154.5	169	154.5	169	0
O	5.5	N	F-S lead 1	168	173.5	168	173.5	0

Sehingga dari tabel 3.5 dapat dilihat tingkat kekritisan masing-masing kegiatan yang dapat dilihat dalam tabel 3.6 berikut ini,

**Table 3.6** Tingkat Kekritisan kegiatan hasil penjadwalan

Nama Kegiatan	(te) hari	Predecessor	Jenis Keterkaitan	TF (hari)	Keterangan
A	1	---	---	0	Kritis
B	54	A	F-S	0	Kritis
C	12	B	F-S	0	Kritis
D	28	B	S-S	12.5	Tidak Kritis
E	21.5	D	F-S	0	Kritis
F	28.5	E	F-S lead 5	15.5	Tidak Kritis
G	40.5	E	F-S lead 5	0	Kritis
H	14.5	G	F-S lead 7	0	Kritis
I	10.5	F,H	F-S lead 4	0	Kritis
J	5.5	I	F-S	0	Kritis
K	18.5	J	F-S	0	Kritis
L	16.5	K	S-S lag 4	0	Kritis
M	14.5	L	S-S lag 4	0	Kritis
N	14.5	M	S-S lag 2	0	Kritis

O	5.5	N	F-S lead 1	0	Kritis
---	-----	---	------------	---	--------

Dalam membuat kurva probabilitas maka harus dilakukan perhitungan total varians kegiatan kritis dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.3 dan 2.4 sebagai berikut:

**Tabel 4.7** Tabulasi S dan V

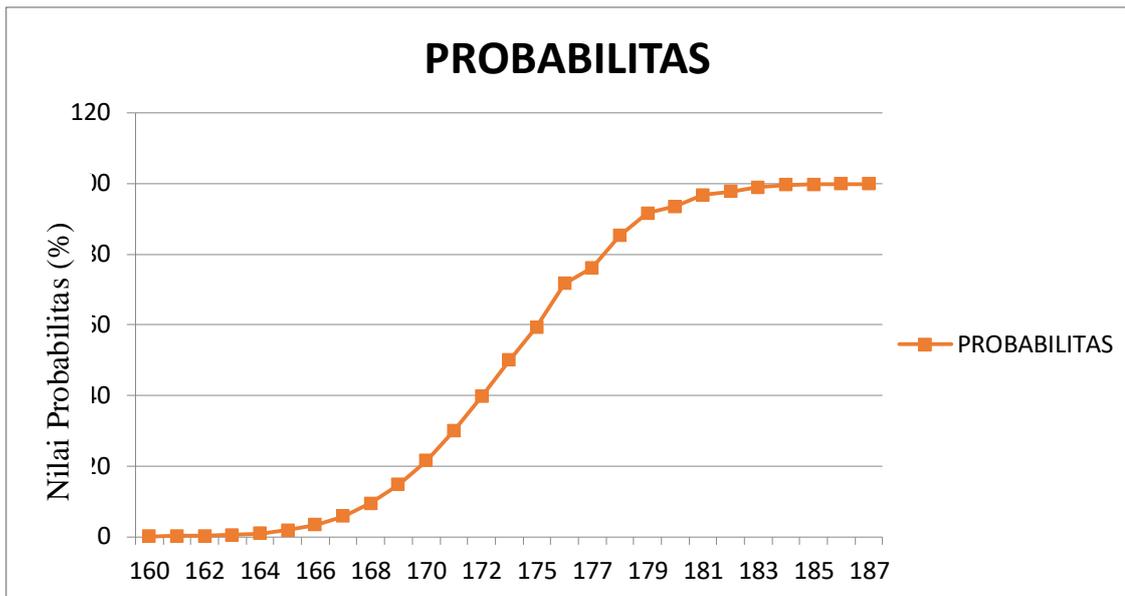
Nama Kegiatan	(te) hari	Predecessor	Jenis Keterkaitan	Deviasi Standar $S = 1/6 (b-a)$	Varians $V(te) = s^2$
A	1	---	---	0	0
B	54	A	F-S	0.6667	0.444
C	12	B	F-S	0.6667	0.444
E	21.5	D	F-S	1.1667	1.361
G	40.5	E	F-S lead 5	1.1667	1.361
H	14.5	G	F-S lead 7	1.1667	1.361
I	10.5	F,H	F-S lead 4	1.1667	1.361
J	5.5	I	F-S	1.1667	1.361
K	18.5	J	F-S	1.1667	1.361
L	16.5	K	S-S lag 4	1.1667	1.361
M	14.5	L	S-S lag 4	1.1667	1.361
N	14.5	M	S-S lag 2	1.1667	1.361
O	5.5	N	F-S lead 1	1.1667	1.361
TOTAL					14.50

Sehingga dari nilai varians diatas dapat dilakukan perhitungan terhadap nilai probabilitas proyek sebagai berikut,

**Table 4.8** Durasi Probabilitas

Target Penyelesaian (hari)	Deviasi Z	Probabilitas (%)
161	-3.4148	0.02
162	-3.1521	0.15
163	-2.8894	0.19
164	-2.6267	0.43
165	-2.3641	0.90
166	-2.1014	1.78
167	-1.8387	3.31
168	-1.5760	5.76
169	-1.3134	9.46
170	-1.0507	14.70
171	-0.7880	21.55
172	-0.5253	29.98
173	-0.2627	39.65
174	0	50.00
175	0.2627	59.37
176	0.5253	71.70
177	0.7880	76.16
178	1.0507	85.26
179	1.3134	91.70
180	1.5760	93.60
181	1.8387	96.85
182	2.1014	97.71
183	2.3641	99.01
184	2.6267	99.61
185	2.8894	99.74
186	3.1521	99.91
187	3.4148	99.97

Sumber : Data Perhitungan (2017)



Sehingga apabila nilai probabilitas kemungkinan umur proyek digambarkan dalam bentuk kurva probabilitas kemungkinan umur proyek hasilnya akan tampak dalam gambar 4.1 berikut ini:

**Gambar 3.1** Kurva probabilitas dari penjadwalan proyek Rom Bin

Sumbu x pada kurva menjelaskan nilai  $t_d$  atau target durasi dari proyek dan pada sumbu y merupakan sumbu yang menjelaskan nilai persentase probabilitas dari proyek. Sehingga dari kurva probabilitas diatas dapat diketahui:

1. Nilai minimum dari total durasi proyek adalah 161 hari.
2. Nilai mean dari total durasi proyek adalah 174 hari.
3. Nilai maksimum dari total durasi proyek adalah 187 hari.

Dari distribusi penyelesaian durasi proyek, diambil durasi yang diharapkan ( $t_d$ ) pada persentil 50, yaitu 174 hari. Sedangkan kontingensi waktu diambil dari persentil 80 dikurangi dengan persentil 50 yaitu sebesar 4 hari. Pengambilan kontingensi waktu ini dikarenakan persentil 80 dianggap merupakan waktu dimana peluang terjadi lebih besar.

Setelah diketahui lama pengerjaan proyek serta kurva probabilitas proyek maka akan dilakukan perhitungan untuk percepatan dari masing-masing kegiatan, berikut ini adalah daftar kegiatan yang akan mengalami percepatan pada proyek pengerjaan Rom Bin,

**Tabel 3.9** Daftar kegiatan yang mengalami percepatan

Kegiatan	Normal Duration	Keterangan
<i>PO Award</i>	1	Tidak dipercepat
<i>Shop Drawing Approval</i>	54	<b>Dipercepat</b>
<i>Procurement</i>	12	Tidak dipercepat karena harus menunggu persetujuan dari client dan melakukan revisi <i>drawing</i>
<i>Marking/Cutting</i>	28	Tidak dipercepat karena tergantung pada pihak supplier penyedia material
<i>Machining Process</i>	21.5	<b>Dipercepat</b>
<i>Fit Up</i>	28.5	<b>Dipercepat</b>
<i>Welding</i>	40.5	<b>Dipercepat</b>
<i>Finishing</i>	14.5	<b>Dipercepat</b>
<i>Trial Assembly</i>	10.5	<b>Dipercepat</b>
	5.5	<b>Dipercepat</b>

<i>Blasting-Primer Coat</i>	18.5	Tidak dipercepat karena harus menunggu lapisan cat benar-benar kering
<i>Second Coat</i>	16.5	Tidak dipercepat karena harus menunggu lapisan cat benar-benar kering
<i>Top Coat</i>	14.5	Tidak dipercepat karena harus menunggu lapisan cat benar-benar kering
<i>Instal Liner</i>	14.5	<b>Dipercepat</b>
<i>Packing/Delivery</i>	5.5	Tidak dipercepat

Dari perhitungan di dapatkan *crash duration* dari kegiatan *shop drawing* adalah selama 37 hari. Untuk selanjutnya *crash duration* aktivitas lain dapat dilihat pada table 3.10.

**Tabel 3.10** *Crash duration* masing-masing kegiatan

Kegiatan	Normal Duration (hari)	Keterangan	Produktivitas Normal/jam (kg)	Produktivitas Normal/hari (kg)	Penambahan Waktu Lembur (jam)	Koefisien Pengurangan Produktivitas	Produktivitas Crash/hari (kg)	Crash Duration (hari)
<i>Marking/Cutting</i>	21.5	Dipercepat	507,87	3555,14	3	0,7	4621,68	16,5
<i>Machining Process</i>	28.5	Dipercepat	383,13	2681,94	3	0,7	3486,53	23
<i>Fit Up</i>	40.5	Dipercepat	269,61	1887,29	3	0,7	2453,48	31,5
<i>Welding</i>	14.5	Dipercepat	753,05	5271,41	3	0,7	6852,83	11,5
<i>Finishing</i>	10.5	Dipercepat	1039,93	7279,57	3	0,7	9463,44	8
<i>Trial Assembly</i>	5.5	Dipercepat	1985,33	13897,36	3	0,7	18066,57	4,5
<i>Instal Liner</i>	14.5	Dipercepat	753,05	5271,41	3	0,7	6852,83	11,5

Telah diketahui bahwa tarif standar perjam pekerja di PT. Lintech Duta Pratama dapat dilihat pada tabel 3.11, seta untuk biaya lebur PT. Lintech menggunakan kebijakan mengalikan 1,5 kali gaji perjam dijam pertama dan mengalikan 2 kali lipat gaji per jam untuk jam ke 2 dan ke 3 lembur.

**Tabel 3.11** Tarif Pekerja Per Jam di PT. Lintech Duta Pratama

Tarif pekerja Perjam	
<i>Project Engineer</i>	Rp. 31.250,-
<i>Project Admint</i>	Rp. 23.450,-
<i>Drafter</i>	Rp. 25.000,-
<i>Quality Control</i>	Rp. 23.450,-
<i>PPIC</i>	Rp. 23.450,-
<i>Foreman (Mandor)</i>	Rp. 21.400,-
<i>Helper</i>	Rp. 20.600,-
<i>Fitter</i>	Rp. 20.600,-
<i>Welder</i>	Rp. 20.600,-
<i>Painter</i>	Rp. 20.600,-
<i>Marker/Cutter</i>	Rp. 20.600,-

Sehingga didapatkan total biaya untuk durasi kegiatan normal sebagai berikut:

**Tabel 4.12** Biaya Tenaga Kerja Langsung Untuk Durasi Normal

Kegiatan	Normal Duration (hari)	Total Biaya
<i>Project Award</i>	1	-
<i>Shop Drawing</i>	54	Rp. 9.000.000,-
<i>Approval</i>	12	Rp. 2.200.000,-
<i>Procurement</i>	28	Rp. 13.507.200
<i>Marking/Cutting</i>	21.5	Rp. 18.722.200,-
<i>Machining Process</i>	28.5	Rp. 12.488.700,-
<i>Fit Up</i>	40.5	Rp. 99.508.500,-

<i>Welding</i>	14.5	Rp. 8.363.600,-
<i>Finishing</i>	10.5	Rp. 6.056.400,-
<i>Trial Assembly</i>	5.5	Rp. 5.582.500,-
<i>Blasting-Primer Coat</i>	18.5	Rp. 8.106.700,-
<i>Second Coat</i>	16.5	Rp. 4.851.000,-
<i>Top Coat</i>	14.5	Rp. 4.263.000,-
<i>Instal Liner</i>	14.5	Rp. 8.363.600,-
<i>Packing/Delivery</i>	5.5	Rp. 3.172.400,-
<b>TOTAL BIAYA LANGSUNG</b>		<b>Rp. 204.185.800,-</b>

Untuk mengetahui biaya yang harus di keluarkan untuk pembangunan Rom Bin aktivitas selanjutnya dengan durasi baru aktivitas yang mengalami percepatan dapat dilihat pada tabel 3.13

**Tabel 3.13** Biaya Kerja Langsung Untuk Durasi Dipercepat

<b>Kegiatan</b>	<b>Durasi Baru (Hari)</b>	<b>Total Biaya Normal (Rp)</b>
<i>Shop Drawing</i>	37	Rp 14.087.500,-
<i>Approval</i>	-	-
<i>Procurement</i>	-	-
<i>Marking/Cutting</i>	16,5	Rp. 25.657.500,-
<i>Machining Process</i>	-	-
<i>Fit Up</i>	31,5	Rp. 137.299.850,-
<i>Welding</i>	11,5	Rp. 11.845.000,-
<i>Finishing</i>	8	Rp. 8.240.000,-
<i>Trial Assembly</i>	4,5	Rp. 7.816.350,-
<i>Blasting-Primer Coat</i>	-	-
<i>Second Coat</i>	-	-
<i>Top Coat</i>	-	-
<i>Instal Liner</i>	11,5	Rp. 11.618.400,-
<i>Packing/Delivery</i>	-	-

Dari data yang telah diperoleh diatas, maka akan dilakukan perhitungan cost slope dari masing-masing kegiatan. Dari cost slope inilah nanti akan dilakukan urutan waktu percepatan dimulai dari kegiatan yang memiliki nilai cost yang termurah hingga termahal, berikut ini adalah tabel nilai cost slope dari kegiatan proyek pengerjaan Rom Bin:

**Tabel 3.14** Perhitungan Slop Biaya untuk masing-masing kegiatan

<b>Kegiatan</b>	<b>Durasi Normal</b>		<b>Durasi Cepat</b>		<b>Cost Slope (Rp)</b>
	<b>Waktu (Hari)</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Waktu (Hari)</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	
<i>Shop Drawing</i>	54	9.000.000	37	10.337.500,-	299.268
<i>Marking/Cutting</i>	21,5	18.722.200	16,5	25.657.500	1.387.060
<i>Fit Up</i>	40,5	99.508.500	31,5	138.206.250	4.199.039
<i>Welding</i>	14,5	8.363.600	11,5	11.845.000	1.160.467
<i>Finishing</i>	10,5	6.056.400	8	8.240.000	873.440
<i>Trial Assembly</i>	5,5	5.582.500	4,5	8.156.250	2.233.850
<i>Instal Liner</i>	14,5	8.363.600	11,5	11.845.000	1.084.933

Untuk mengetahui durasi proyek dan biaya tenaga kerja langsung setelah proses *crashing* dapat dilihat pada tabel 4.15.

**Tabel 4.15** Durasi Proyek baru , total biaya langsung disertai daftar aktivitas dengan percepatan.

<i>Shop Drawing</i>	<i>Finishing</i>	<i>Instal Liner</i>	<i>Welding</i>	<i>Marking/Cutting</i>	<i>Trial Assembly</i>	<i>Fit Up</i>	Total Biaya	Durasi
-	-	-	-	-	-	-	204.185.800	174

√	-	-	-	-	-	-	209.273.356	157
√	√	-	-	-	-	-	211.456.956	155
√	√	√	-	-	-	-	214.711.755	152
√	√	√	√	-	-	-	218.193.156	149
√	√	√	√	√	-	-	225.128.456	144
√	√	√	√	√	√	-	227.362.306	143
√	√	√	√	√	√	√	265.153.657	134

Pada tabel 4.17 akan dilakukan rincian perhitungan biaya tenaga kerja tidak langsung pada kegiatan non fabrikasi.

**Tabel 4.16** Rincian biaya tenaga kerja tidak langsung

No.	Uraian Biaya	Durasi Normal (hari)	Jumlah (Rp)
1	Kegiatan <i>PO Award</i> Dengan rincian : 1 orang project engineer dan upah project engineer sebesar @ Rp. 31.250,- per jam	1	250.000,-
2	Kegiatan <i>Progress Control</i> Dengan Rincian : 3 orang PPIC Staff dan upah PPIC Staff @Rp. 23.450,- per jam	106	49.526.400,-
3	Kegiatan <i>Quality Control</i> Dengan rincian : 3 orang QC Staff dimana upah QC staff @Rp. 23.450,- per jam	106	49.526.400,-
4	<i>Monitoring Progress</i> Dengan rincian : 1 oran project engineer Dimana upah project engineer sebesar @ Rp 31.250,- per jam	174	37.410.000,-
5	Administrasi Proyek Dengan rincian 1 orang admin proyek Dimana upah proyek admin sebesar @Rp 23.450,-	174	27.202.000
6	<i>MDR Book</i> Dengan rincian : 2 orang <i>Quality Control Admin</i> Dimana upah QC Admin @Rp 23.450,-	6	2.251.200
<b>Total Biaya Tidak Langsung</b>			<b>166.166.000</b>

Sumber : Data Perhitungan (2017)

Dari data diatas didapatkan total biaya tidak langsung dari proyek adalah senilai Rp. 166.166.000,- Hal ini berarti proyek mengeluarkan biaya tidak langsung sebesar Rp. 955.000,- per hari untuk upah tenaga kerja tidak langsung. Apabila umur proyek selesai pada 134 hari, berarti biaya tidak langsung dari proyek tidak langsung sebesar 134 hari x Rp. 955.000,- = Rp.127.970.000,-.

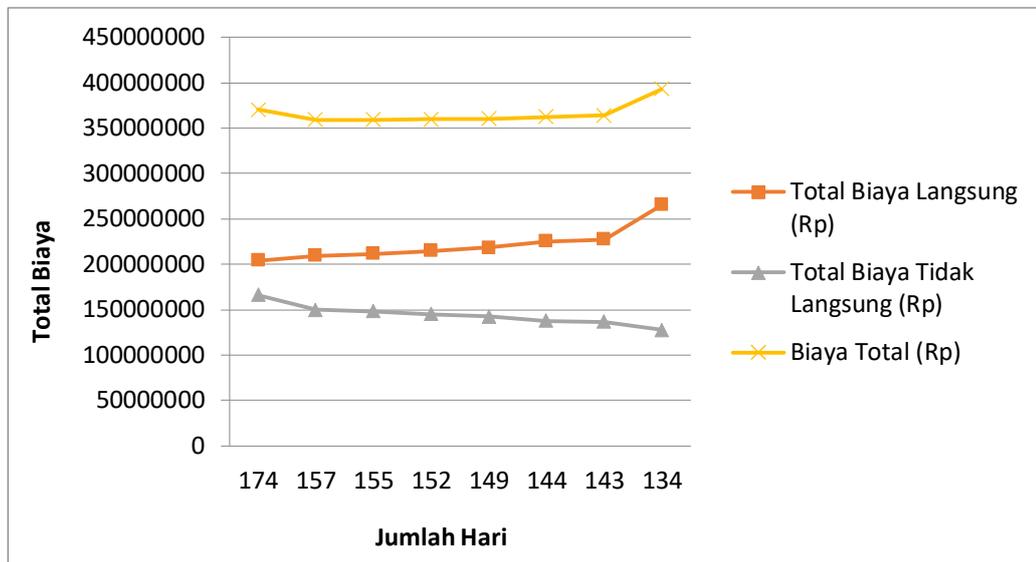
Dari uraian biaya diatas, dapat dilakukan perhitungan waktu optimum dari proyek pengerjaan Rom Bin yang dapat dilihat pada biaya terendah yang dikeluarkan dari proyek. Biaya ini didapatkan dengan cara menjumlahkan biaya langsung dan biaya tidak langsung, lalu ditentukan pada umur berapa biaya proyek paling minimal. Tabel 4.18 adalah tabel yng menunjukkan perhitungan penjumlahan biaya langsung dan tidak langsung untuk penentuan waktu optimum.

**Tabel 4.17** Biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total proyek

Umur Proyek (hari)	Total Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
174	204.185.800	166.170.000	370.355.800
157	209.273.356	149.935.000	359.208.356
155	211.456.956	148.025.000	359.481.956
152	214.711.755	145.160.000	359.871.755
149	218.193.156	142.295.000	360.488.156
144	225.128.456	137.520.000	362.648.456
143	227.362.306	136.565.000	363.930.306

134	265.153.657	127.970.000	393.123.657
-----	-------------	-------------	-------------

Dan gambar 4.1 adalah grafik yang menunjukkan perbandingan biaya langsung, biaya tidak langsung dan total proyek pada durasi normal dan dipercepat.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Waktu-Biaya

Dari tabel 4.17 dapat disimpulkan bahwa waktu paling optimum adalah pada saat umur proyek 157 hari, dimana pada saat umur proyek 157 hari total biaya langsung dan tidak langsung dari proyek sebesar Rp 359.208.356.-. Biaya total tersebut adalah biaya total yang paling kecil di antara biaya total pada durasi-durasi yang lain. Dalam hal ini yang dimaksud biaya total adalah total biaya pekerja langsung dan pekerja tidak langsung. Untuk biaya material dan test uji tidak terjadi perubahan jumlah dikarenakan apabila waktu proyek semakin cepat atau lama jumlah biaya yang dikeluarkan adalah tetap.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

Cahyanti, Dewi Ari. (2015). *Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Critical Path Method Sebagai Upaya Untuk Mendapatkan Efisiensi Waktu penyelesaian di PT. Lintech Duta Pratama*. Jurusan Pemesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Danyanti, Eka. (2010). *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM*. Fakultas Ekonomi, Universitas Diponegoro

Frederika, Ariany (2010). *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Kontruksi*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Husen, Abrar (2009). *Manajemen Proyek (Edisi Revisi)*, Andi : Yogyakarta

Karani, Armaini Akhirson. (1994). *Pengantar Manajemen Proyek*, Gunadarma : Jakarta

Kusnanto. (2010). *Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung R. Kuliah dan Gedung Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS Tahap I)*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Ridho, Muhammad Rizki & Syahrizal (2014). *Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode CPM dan PERT*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara

Soeharto, Imam. (1998). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Erlangga : Jakarta

Ventura, Bona. (2015). *Evaluasi Proyek Pengadaan Kapal FRP Type Poel and Line di PT. X menggunakan Metode PERT (Project Evaluation and Riview Technique)*. Jurusan Pemesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya