

# Optimalisasi Waktu Dalam Pembangunan Blok P1701/1702 Pada Kapal Cruide Oil Tanker Di PT. Daya Radar Utama Unit Lamongan

Oktavian Perdana Putra <sup>1</sup>, Endang Pudji Purwanti <sup>2</sup>, dan Fipka Bisono <sup>3</sup>

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.<sup>1,3</sup>

Program Studi Teknik Perancangan dan Kontruksi Kapal, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.<sup>2</sup>  
Email: oktavianpp10@gmail.com<sup>1</sup>

---

**Abstract** - PT Daya Radar Utama is one of the shipyards that has a prominent quality in the design of several shipyards in Indonesia. In meeting the needs of consumers, the company certainly has an estimated duration of project implementation and good human resource planning. That is, the project must be completed before or on the specified time. In estimating work time and productivity, optimization is needed. Optimization analysis of project time is used to find out how long it will take for a project to be completed and to look for the longest possible time in project implementation with the PERT (Project Evaluation and Review Technique) and CPM (Critical Path Method) methods. From the results of the critical path analysis using network planning, it is found that the longest time needed to complete the work for the construction of Block P 1701/1702 on the Cruide Oil Tanker is based on the calculation of the critical path which is 4728.2 minutes, while the average time is optimistic and pessimistic. in the completion of the project for 4723.63 minute. From the normal time the work productivity is calculated to determine the work-load of each activity, namely the initial blasting work at 6707.8 kg / hour, marking plate work at 6030.3 kg / hour, cutting plate work 2072.9 kg / hour, work bending plate of 53783.7 kg / hour, welding T joint (SMAW) work 4942.05 kg / hour, Weld-ing Butt Joint (FCAW) work 4533.77 kg / hour and at the final blasting and primary shop work of 4533.77 kg /hour..

**Keyword:** Optimization, PERT and CPM method, network planning, work productivity

---

## 1. PENDAHULUAN

Bidang kelautan merupakan bidang yang sangat menjanjikan dalam pembangunan nasional masa depan. Sebagian besar dari negara Indonesia ialah negara Maritim dengan dua per tiga wilayahnya adalah lautan. Sebagai negara kepulauan yang memiliki luas perairan yang amat luas, banyak industri di Indonesia yang memanfaatkannya dalam bidang maritim. Seperti contoh industri yang bergerak dalam pembangunan dan pembuatan kapal..

Salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri maritim adalah PT. Daya Radar Utama Unit Lamongan. PT. Daya Radar Utama merupakan salah satu galangan kapal yang memiliki kualitas menonjol dalam rancang bangun dari beberapa galangan kapal yang ada di Indonesia, serta memproduksi kapal diantaranya kapal baja, aluminium maupun fiberglas dengan spesifikasi tertentu berdasarkan kebutuhan klien.

Dalam memenuhi kebutuhan konsumen, perusahaan tentu memiliki estimasi durasi waktu pelaksanaan proyek serta adanya perencanaan sumber daya manusia yang baik. Artinya, proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang ditentukan. Sedangkan perencanaan sumber daya manusia yang baik juga menjadi faktor yang sangat penting dalam pencapaian tujuan produksi perusahaan karena mempengaruhi

peningkatan produktivitas kerja. Dalam mengestimasi waktu dan produktivitas kerja maka diperlukan optimalisasi. Analisis optimalisasi waktu proyek digunakan untuk mengetahui berapa lama suatu proyek tersebut diselesaikan dan mencari adanya kemungkinan waktu terlama dalam pelaksanaan proyek dengan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method – Metode Jalur Kritis*).

Waktu penyelesaian suatu proyek juga sangat erat kaitannya terhadap produktivitas kerja. Menurut [1] menyatakan bahwa produktivitas adalah ukuran efisiensi produktif. Suatu perbandingan antara hasil keluaran (*output*) dengan masukan (*input*). Produktivitas kerja pada umumnya bersifat dinamis yang artinya tidak selalu tetap. Hal ini dikarenakan berbagai macam kondisi lapangan kerja dan beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas. Sehingga dalam penelitian ini variabel yang digunakan untuk mengetahui produktivitas kerja adalah *volume* blok dan durasi waktu normal penyelesaian tiap kegiatan dalam suatu proyek.

## 2. METODOLOGI .

### 2.1 Pengertian Kapal Indsutri

Menurut [2] proses pembangunan kapal merupakan ratusan bahkan ribuan rangkaian

kegiatan yang melibatkan seluruh sumber daya galangan. Sumber daya galangan meliputi tenaga kerja (*man*), bahan (*material*), peralatan dan mesin (*machine*), tata cara kerja (*method*), dana (*money*), area pembangunan (*space*) dan sistem (*system*).

## 2.2 Rancangan Blok

Rancangan blok kapal terdiri dari dua tahapan yaitu perancangan blok dan optimasi rancangan *clock* kapal. Perancangan blok atau rancangan blok awal berupa batasan blok dan jumlah blok sedangkan optimasi rancangan blok dilakukan dengan mengoptimasi secara teknis rancangan blok dengan sumber daya galangan meliputi peralatan material handling dan luas area pembangunan pada perusahaan.)

## 2.3 Metode PERT

Menurut [3] data – data yang digunakan dalam perhitungan *expected time* (*te*) adalah waktu optimis (*a*), waktu pesimis (*b*), dan waktu yang paling mungkin (*m*).

- Waktu Optimis merupakan waktu yang paling singkat bagi penyelesaian aktivitas.
- Waktu Perkiraan Paling Mungkin merupakan waktu penyelesaian yang memiliki probabilitas tertinggi (berbeda dengan waktu yang diharapkan).
- Waktu Pesimis merupakan waktu terpanjang yang mungkin diperlukan untuk suatu kegiatan.

Ketiga waktu ini memiliki rumusan yaitu :

$$te = \frac{a \times 1 + m \times 4 + b \times 1}{6} \quad (2.1)$$

Keterangan :

- te* : waktu rata - rata  
*a* : waktu optimistik  
*m* : waktu efektif realisasi pembangunan  
*b* : waktu pesimistik

Setelah perhitungan waktu yang diharapkan dilakukan, selanjutnya adalah menghitung varian yang dirincikan sebagai berikut

$$S^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 \quad (2.2)$$

Setelah menghitung varian pada sebuah waktu kegiatan proyek, langkah selanjutnya adalah menghitung probabilitas proyek dengan rumus :

$$z = \frac{T-te}{S} \quad (2.3)$$

## 2.4 Metode CPM

Menurut [4] *CPM (Critical Path Method)* adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan hanya satu faktor waktu per kegiatan. Merupakan jalur tercepat untuk mengerjakan suatu proyek, dimana setiap proyek yang termasuk pada jalur ini tidak diberikan waktu jeda/ istirahat untuk pengerjaannya.

Jalur kritis merupakan jalur yang terdiri dari kegiatan-kegiatan yang bila terlambat akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek [4]. Dalam metode CPM juga akan mendapatkan lintasan kritis yang menghubungkan kegiatan kritis yaitu kegiatan yang tidak boleh terhambat pelaksanaannya.

Menurut [5] 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.

$$ES = \text{Max} \{EF \text{ semua pendahulu langsung}\} \quad (2.4)$$

$$EF = ES + \text{Waktu kegiatan} \quad (2.5)$$

$$LF = \text{Min} \{LS \text{ dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya}\} \quad (2.6)$$

$$LS = LF - \text{Waktu kegiatan} \quad (2.7)$$

Setelah waktu terdahulu dan waktu terakhir dari semua kegiatan dihitung, kemudian jumlah waktu *slack (slack time)* dapat ditentukan. *Slack* adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan.

$$\text{Slack} = LS - ES \quad (2.8)$$

atau  

$$\text{Slack} = LF - EF \quad (2.9)$$

Dalam metode CPM (*Critical Path Method - Metode Jalur Kritis*) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama.

## 2.5 Jaringan kerja

Menurut [5] *network planning (Jaringan Kerja)* pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang

harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

### 2.6 Produktivitas Kerja

Menurut [2] menyatakan bahwa produktivitas adalah ukuran efisiensi produktif. Suatu perbandingan antara hasil keluaran dan masuk atau *output* : *input*. Secara garis besar produktivitas dapat digambarkan pada rumus:

$$\text{Produktifitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (2.10)$$

Produktivitas tenaga kerja pada umumnya bersifat dinamis yang artinya tidak selalu tetap. Hal ini dikarenakan berbagai macam kondisi lapangan kerja dan beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

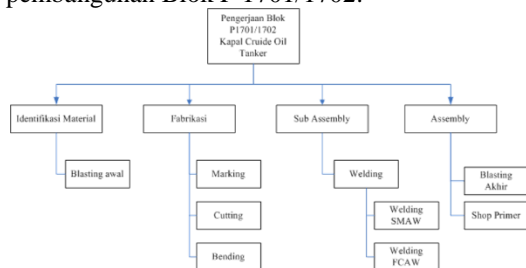
### 3.1 Identifikasi Pekerjaan

Berikut ini merupakan jenis jenis pekerjaan yang akan dilakukan dalam tahapan pembangunan Blok P 1701/1702 diantaranya :

1. *Preparation Material*
2. *Fabrikasi*
3. *Sub assembly*
4. *Assembly*

### 3.2 Penyusunan WBS (Work Breakdown Structure)

Pada gambar 1 merupakan WBS (*Work Breakdown Structure*) dari tahapan pembangunan Blok P 1701/1702.



Gambar 1 Work Breakdown Structure

### 3.3 Standart Waktu Pekerjaan

Dalam pengerjaan Pembangunan Blok P 1701/1702 pada kapal *Cruide Oil Tanker* perlu ditentukan standart waktu pekerjaan yang dibutuhkan yang melalui beberapa tahapan yaitu:

1. *Blasting Awal* : 530 Menit
2. *Marking* : 594,4 Menit
3. *Cutting* : 1725 Menit
4. *Bending* : 68 Menit
5. *Welding SMAW* : 1469,3 Menit
6. *Welding FCAW* : 1600,8 Menit
7. *Blasting Akhir* : 150 Menit
8. *Shop Primer* : 210 Menit

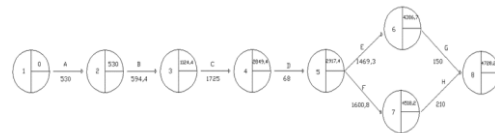
### 3.4 Pengimplementasian Metode PERT dan CPM

Setelah mengetahui nilai *processing time* dari setiap pekerjaan pembangunan blok P1701/1702 pada kapal *Cruide Oil tanker*, maka selanjutnya dicari jalur kritis melalui *network planning* berdasarkan nilai *processing time*, yang disajikan pada Tabel 1:

Tabel 1 : *Network Planning*

No	Deskripsi	Nama Kegiatan	Kegiatan yang mendahului	Waktu (Menit)
1	<i>Blasting Awal</i>	A	-	530
2	<i>Marking Plate</i>	B	A	594,4
3	<i>Cutting Plate</i>	C	B	1725
4	<i>Bending Plate</i>	D	C	68
5	<i>Welding T Joint (SMAW)</i>	E	D	1469,3
6	<i>Welding Butt Joint (FCAW)</i>	F	D	1600,8
7	<i>Blasting Akhir</i>	G	E	150
8	<i>Shop Primer</i>	H	F	210

Dari tabel 1 *network planning* diatas kemudian digambarkan diagram *network planning* dengan melakukan perhitungan maju dengan mengisi terlebih dahulu ES dan EF pada gambar 2.



Gambar 2. Perhitungan maju *network planning*

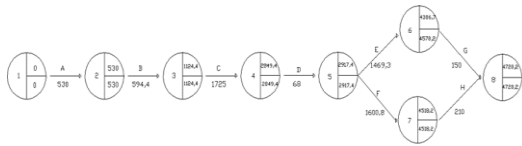
Dalam perhitungan maju, untuk menentukan EF dari sebuah kegiatan digunakan rumus :

$$EF = ES + D$$

Sebagai contoh pada *node 2*, nilai ES adalah 0 karena merupakan kegiatan awal, ditambah durasi (D) dari kegiatan A yakni 530 menit. Maka diperoleh EF pada *node 2* sebesar 530 menit. Begitu juga dengan *node 3*, 4, dan seterusnya.

Pada pertemuan 2 anak panah seperti pada kegiatan G dan H, maka EF yang digunakan pada *node 8* dipakai nilai atau jumlah yang terbesar dari perhitungan EF antara *node 6* ke *node 8* dan *node 7* ke *node 8*. Maka dari penjumlahan tersebut digunakan nilai EF sebesar 4728,2. Sehingga selanjutnya diperoleh pada *node 8* total durasi dari proyek yakni sebesar 4728,2 menit. Selanjutnya dilakukan perhitungan

mundur untuk mencari LS dari setiap kegiatan. Sehingga diperoleh perhitungan mundur seperti pada gambar 3:



Gambar 3. Perhitungan mundur network planning

Hitungan mundur dimulai dari node paling akhir kegiatan yakni *node 8*. Untuk mencari LS menggunakan rumus :

$$LS = LF - D$$

Sehingga pada *node 7* diperoleh LS sebesar 4518,2, karena LF pada *node 8* 4728,2 dikurangi durasi kegiatan H (210 menit) begitu selanjutnya. Pada pertemuan 2 anak panah, berbeda dengan perhitungan maju, maka pada perhitungan mundur digunakan LS yang terkecil. Misalnya pada *node 6* ke *node 5* dan *node 7* ke *node 5*, digunakan LS terkecil yakni 2917,4 menit.

Dari perhitungan LS dan LF, diperoleh jalur kritis. Jalur kritis tersebut dapat diketahui ketika menghitung *Slack* dari masing-masing kegiatan. Jalur kritis merupakan kegiatan-kegiatan dengan *Slack* sama dengan 0. Perhitungan *Slack* dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2 : Perhitungan *Slack*

Nam a Kegi atan	Wak tu (Me nit)	Kegi atan Penda hulu	ES	EF	LS	LF	Sla ck
A	530	-	0	530	0	530	0
B	594, 4	A	530	112 4,4	530	112 4,4	0
C	1725	B	1124 ,4	284 9,4	112 4,4	284 9,4	0
D	68	C	2849 ,4	291 7,4	284 9,4	291 7,4	0
E	1469 ,3	D	2917 ,4	438 6,7	310 8,9	457 8,2	191 ,5
F	1600 ,8	D	2917 ,4	451 8,2	291 7,4	451 8,2	0
G	150	E	4386 ,7	453 6,7	457 8,2	472 8,2	191 ,5
H	210	F	4518 ,2	472 8,2	451 8,2	472 8,2	0

Dari tabel 3 perhitungan *Slack* , maka dapat diperoleh jalur kritis yakni pada kegiatan dengan *Slack* = 0 yaitu, A-B-C-D-F-H dengan waktu penyelesaian 4728,2 menit.

Setelah mengetahui jalur kritis maka selanjutnya akan dihitung nilai waktu yang diharapkan ( $t_e$ ) berdasarkan kegiatan yang merupakan jalur kritis dengan rumus sebagai berikut :

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Berikut contoh perhitungan waktu yang diharapkan ( $t_e$ ) untuk proses blasting awal atau kegiatan A (dalam satuan menit) :

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$t_e = \frac{360 + 4(530) + 720}{6}$$

$$t_e = \frac{360 + 2120 + 720}{6}$$

$$t_e = \frac{3200}{6}$$

$$t_e = 533,33$$

Dari contoh perhitungan waktu rata – rata pada proses *blasting* awal diatas didapatkan nilai (waktu yang diharapkan) sebesar 533,33 menit.

Setelah mengetahui nilai  $t_e$  (waktu yang diharapkan) pada jalur kritis, maka selanjutnya mencari variansi kegiatan ( $S^2$ ) dari deviasi standar kegiatan (S) pada kegiatan yang merupakan jalur kritis melalui contoh perhitungan pada kegiatan *blasting* awal (A) dengan waktu optimis (a) adalah 360 menit dan waktu pesimis (b) adalah 720 menit berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$S^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$$

$$= \left(\frac{720-360}{6}\right)^2$$

$$= \left(\frac{360}{6}\right)^2$$

$$= (60)^2$$

$$= 3600$$

Dengan dilakukan perhitungan yang sama dengan contoh perhitungan diatas maka didapat hasil perhitungan nilai  $t_e$  (waktu yang diharapkan) dan variansi kegiatan ( $S^2$ ) untuk tiap kegiatan yang merupakan jalur kritis yang disajikan pada Tabel 3:

Tabel 3 : Nilai  $t_e$  dan  $S^2$  Tiap Kegiatan Dengan Jalur Kritis

No	Des kripsi	Na ma Kegi iatan	Waktu (Menit)			$t_e$ (menit)	$S^2$
			Opti mistik (a)	Real istik (m)	Pesi mistik (b)		
1	Blast ing Awa l	A	360	530	720	533, 33	3600
2	Mar king Plate	B	480	594, 4	720	596, 27	1600
3	Cutti ng Plate	C	1560	1725	1920	1730	3600
4	Ben ding Plate	D	60	68	69	66,8 3	2.25

5	Welding Butt Joint (FC AW)	F	1440	1600,8	1680	1587,2	1600
6	Shop Primer	H	105	210	315	210	1225
Total						4723,63	11627,25

Selanjutnya dapat menghitung ketidakpastian apabila diukur sesuai dengan waktu terlama yaitu 4728,2 menit. Berikut adalah hasil perhitungannya :

$$z = \frac{4728,2 - 4723,63}{107,83}$$

$$z = \frac{4,57}{107,83}$$

$$z = 0,04$$

Dengan menggunakan tabel normal Z – value yang dapat dilihat pada lampiran 6 didapatkan probabilitas kegiatan dapat diselesaikan dalam waktu 4728,2 menit adalah 0,04 atau sama dengan 51,60%. Artinya sebesar 51.60% peluang penyelesaian proyek dapat dicapai pada 4728,2 menit.

### 3.5 Produktivitas Kerja

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai produktivitas dalam tiap proses pembangunan Blok P 1701/1702 pada kapal Cruide Oil Tanker berdasarkan waktu realitis.

Diketahui :

Volume Blok P1701 : 59,7 Ton  
 : 59700 kg

Salah satu contoh perhitungan produktivitas untuk pekerjaan blasting awal sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas kerja} = \frac{59700 \text{ Kg}}{8,83 \text{ Jam}}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan produktivitas harian untuk *blasting* awal sebesar 6761,04 kg/jam. hasil perhitungan produktivitas dari kegiatan lainnya, dapat dilihat pada Tabel 4:

Tabel 4 : Perhitungan nilai produktivitas

Nama kegiatan	Deskripsi	Waktu Realistis		Nilai Produktivitas (kg/jam)
		(menit)	(jam)	
A	Blasting Awal	530	8,83	6761,04
B	Marking Plate	594,4	9,91	596,27
C	Cutting Plate	1725	28,75	1730
D	Bending Plate	68	1,13	66,83
E	Welding T Joint (SMAW)	1469,3	24,49	1459,55
F	Welding Butt Joint	1600,8	26,68	1587,2

	(FCAW)			
G	Blasting Akhir	150	2,5	150
H	Shop Primer	210	3,5	210
Total nilai produktivitas				12560,89

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dalam pembangunan Blok P1701/1702 pada kapal Cruide Oil Tanker di PT. Daya Radar Utama Unit Lamongan dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut :

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisis adalah sebagai berikut :

1. Waktu terlama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan untuk pembangunan Blok P 1701/1702 pada Kapal Cruide Oil Tanker berdasarkan perhitungan jalur kritis yaitu selama 4728,2 menit, sedangkan waktu rata – rata dengan perkiraan waktu optimis dan pesimistik dalam penyelesaian proyek tersebut selama 4723,63 menit.
2. Nilai produktivitas kerja dalam tiap proses pekerjaan pembangunan Blok P1701/1702 pada kapal Cruide Oil Tanker berdasarkan perhitungan waktu yang diharapkan yaitu pada pekerjaan *blasting* awal sebesar 6761,04 Kg/jam, pekerjaan *marking plate* sebesar 596,27 Kg/jam, pekerjaan *cutting plate* 1730 Kg/jam, pekerjaan *bending plate* sebesar 66,83 Kg/jam, pekerjaan *welding T joint (SMAW)* 1459,55 Kg/jam, pekerjaan *welding Butt Joint (FCAW)* 1587,2 Kg/jam dan pada pekerjaan *blasting* akhir sebesar 150 Kg/jam dan pada pekerjaan *shop primer* sebesar 210 Kg/jam. Sehingga didapatkan total produktivitas kerja yang dibutuhkan sebesar 12560,89 Kg/jam.

### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Orang tua penulis Samsidi dan Dani Ariyanawati, adik penulis Della Tistya Dwi Ariyanawati dan seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan, doa, perhatian, nasihat, saran serta mencukupi kebutuhan penulis. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Bapak George Endri Kusuma, S.T.,M.Sc.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Bapak Pranowo Sidi, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur. Ibu Dra. Endang Pudji Purwanti, M.T. Dosen Pembimbing I. Bapak Fipka Bisono, S.ST., MT. Dosen Pembimbing II saran dan ilmu kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Bapak Farizi Rachman, S.Si., M.Si selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Seluruh teman-teman

Teknik Desain dan Manufaktur angkatan 2016 serta seluruh pihak yang memberikan bantuan baik materi maupun rohani dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

## **6. PUSTAKA**

- [1] Nurhadi, A. (2015). Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi pada Jam Kerja Reguler dan Jam Kerja Lembur pada Pembangunan Gedung Bertingkat di Surabaya. *Rekayasa Teknik Sipil*, Vol.1, No.1.
- [2] Nurhali. (2016). Pengukuran Produktifitas Galangan dalam Pembangunan Kapal Perintis 1200 GT. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol.4, No.4.
- [3] Christian. (2013). Studi Penerapan Metode PERT pada Proyek Gudang. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Petra*.
- [4] Firmansyah, M. R. (2017). Analisa Perencanaan Proyek Kapal Cepat Rudal Dengan Metode CPM dan What If Analysis. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Danyanti, E. (2010). Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM. *Jurnal Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro*.