



TUGAS AKHIR - MO184804

# ANALISIS PERENCANAAN PROYEK PADA PEMBANGUNAN KAPAL PANDU SRIKANDI 003

Innokey Arizona Tarigan

NRP. 04311540000114

Dosen Pembimbing :

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - MO184804

**ANALISIS PERENCANAAN PROYEK PADA  
PEMBANGUNAN KAPAL PANDU SRIKANDI 003**

INNOKEY ARIZONA TARIGAN  
NRP. 04311540000114

Dosen Pembimbing :  
Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.  
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
Fakultas Teknologi kelautan  
Institiut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - MO184804

# **PROJECT PLANNING ANALYSIS OF SRIKANDI “003” PILOT BOAT CONSTRUCTION**

INNOKEY ARIZONA TARIGAN

NRP. 04311540000114

Supervisors :

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2019

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS PERENCANAAN PROYEK PADA**  
**PEMBANGUNAN KAPAL PANDU SRIKANDI 003**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada  
program studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Innokey Arizona Tarigan      NRP. 04311540000114

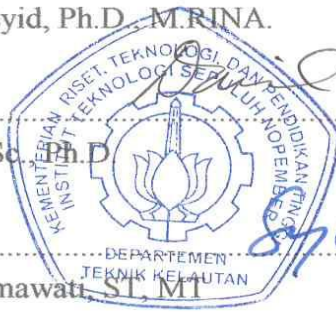
Disetujui oleh:

1. Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D., M.P.H. (Pembimbing 1)

2. Silvanita, S.T., M.Sc., Ph.D. (Pembimbing 2)

3. Dr.Eng. Shade Rahmawati, S.T., M.T. (Penguji 1)

4. Raditya Danu, S.T., M.T. (Penguji 2)



SURABAYA, JULI 2019

## **ANALISIS PERENCANAAN PROYEK PADA PEMBANGUNAN KAPAL PANDU SRIKANDI 003**

**Nama Mahasiswa : Innokey Arizona Tarigan**  
**NRP : 04311540000114**  
**Departemen : Teknik Kelautan – FTK ITS**  
**Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.**  
**Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D**

### **ABSTRAK**

Proyek pembangunan kapal umumnya biaya yang digunakan sangat besar. Untuk itu manajemen penjadwalan proyek menjadi salah satu faktor penting karena manajemen penjadwalan berguna untuk menyelesaikan suatu proyek dengan hasil maksimal dan waktu yang efisien. Metode penjadwalan yang akan digunakan adalah *Critical Chain Project Management* (CCPM). CCPM adalah sebuah metode yang menekankan pada sumber daya yang diperlukan dalam melakukan kegiatan pada proyek dengan menghilangkan *safety time* serta memberi *buffer* di waktu akhir proyek. Pada tugas akhir ini dilakukan penjadwalan dengan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) pada proyek pembangunan kapal pandu Srikandi 003. Penjadwalan proyek dilakukan dengan bantuan *Microsoft Project*, kemudian hubungan antar aktivitasnya di-*breakdown* secara detail. Selanjutnya durasi yang dihasilkan dengan metode CCPM akan di Analisa dengan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) untuk menentukan probabilitas proyek pembangunan kapal Pandu Srikandi 003 dapat selesai tepat waktu. Pada hasilnya menunjukkan bahwa durasi CCPM lebih cepat 14 hari dari waktu yang ditargetkan oleh kontraktor.

Kata Kunci : CCPM, PERT *buffer*, *safety time*

## PROJECT PLANNING ANALYSYS OF SRIKANDI “003” PILOT BOAT CONSTRUCTION

**Student Name** : Innokey Arizona Tarigan  
**Student Number** : 04311540000114  
**Major** : Department of Ocean Engineering  
**Supervisor** : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.  
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

### ABSTRACT

Project planning usually cost a large amount of budget especially on the construction of ship building(s). Thus for that reason a project planning management is an important aspec, because it can accomplish the goal of a certain project with maximum result and efficient time. The project planning is done by using a method called *Critical Chain Project Management (CCPM)*. CCPM is method that is used to remove the safety time and also to insert buffer(s) at the final stage of the project by utilizing the resource(s) that are needed in said project. In this final project, the planning of the construction of “Srikandi 003” pilot boat is done by utilizing *Critical Chail Project Management (CCPM)* method. The approach is accomplish by the help of using Microsoft Project. Furthermore, the duration that is obtained from the CCPM results will be analize using the PERT method to decide the probability that the project will be finished in time. The results shows that the project duration using the CCPM method is finished 14 days earlier within the time that is targeted by the contractor.

Kata Kunci : CCPM, PERT *buffer, safety time*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME atas berkat dan kasih karunianya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan judul ANALISIS PERENCANAAN PROYEK PEMBANGUNAN KAPAL PANDU SRIKANDI 003. Tugas akhir ini disusun untuk sebagai syarat kelulusan dalam program Strata satu (S1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas akhir ini berisi tentang ide dan gagasan dalam melakukan Analisa Analisa penjadwalan proyek menggunakan etode *Critical Chain Project Management* dan *Project Evaluation and Review Technique*. Diharapkan dengan selesainya laporan tugas akhir ini dapat memberikan kebermanfaat dalam dunia manajemen proyek dan khususnya dalam dunia rekayasa teknologi kelautan. Penulisan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Kritik dan saran membangun sangat diharapkan oleh penulis sebagai bahan koreksi. Penulis juga berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Surabaya, Juli 2019

Innokey Arizona Tarigan

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran proses pengerjaan tugas akhir ini. Penulis ingin mengucapkan syukur kepada Tuhan YME, dan ingin berterimakasih kepada:

1. Mama, Dina dan seluruh Saudara yang selalu memeberikan doa dan *support* kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Daniel M Rosyid Ph.D selaku dosen pembimbing I yang sabar membimbing penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
3. Ibu Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing II yang sabar membimbing penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
4. Mas Fakhri Mangap yang telah membantu penulis dalam pengambilan data dan memberikan pemahaman tentang proses pembangunan kapal yang berguna dalam pengerjaan tugas akhir ini.
5. Teman – teman angkatan “Tritonous P55 - L33” atas *support* dan bantuannya selama perkuliahan, terimakasih atas kebersamaan selama 4 tahun masa perkuliahan.
6. Sahabat penulis yang berasal dari Medan yang telah memberikan penulis motivasi hingga penelitian ini dapan diselesaikan dengan baik.
7. Tidak lupa juga dengan para “Arek-Arek” yang selalu menjadi sahabat penulis.
8. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan YME melimpahkan kasih karunia-Nya kepada kita semua. Amin.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
GLOSARIUM .....	xii
<b>BAB I .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Batasan masalah.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6 Sistematika Penulisan .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB II.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Tinjauan Pustaka .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Dasar Teori.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1 Kapal Pandu “Srikandi 003”.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2 Proyek .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.3 Tiga Kendala(<i>Triple Constraint</i>) pada Manajemen Proyek.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.4 Penjadwalan Proyek.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.5 Jaringan Kerja .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.6 Hubungan Antar Kegiatan pada Jaringan Kerja .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.7 Critical Chain Project Management (CCPM).....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.8 Project Evaluation and Review Technique (PERT).....</b>	<b>25</b>
<b>BAB III .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Diagram Alir Penelitian.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian.....</b>	<b>29</b>

3.2.1	Studi Literatur.....	29
3.2.2	Pengumpulan Data.....	29
3.2.3	Analisa Data dan Pembahasan.....	29
<b>BAB IV</b>	.....	<b>33</b>
4.1	Proyek Pembangunan Kapal Pandu Srikandi 003 .....	33
4.2	Data Penjadwalan Proyek dan Pengurangan Safety Time .....	33
4.3	Deskripsi Kegiatan Data penjadwalan .....	36
4.4	Critical Chain Project Management (CCPM) .....	38
4.4.1	Pengurangan <i>Safety Time</i> pada Durasi Kegiatan.....	38
4.4.2	Network Planning untuk Critical Chain Project Management (CCPM) .....	38
4.4.3	Penentuan Lintasan Kritis.....	40
4.4.4	Perhitungan <i>Buffer</i> pada Critical Chain Project Management .....	43
4.4.5	Analisa Buffer Management.....	52
4.5	Analisa menggunakan Project Evaluation and Review Technique (PERT) ....	53
4.5.1	Penentuan tiga estimasi waktu metode PERT .....	54
4.5.2	Menentukan TE.....	55
4.5.3	Menentukan Standar Deviasi dan Varians.....	57
<b>BAB V</b>	.....	<b>61</b>
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Workshop PT Tesco Indomaritim .....	1
Gambar 1. 2 Kapal Pandu Srikandi 003.....	2
Gambar 2. 1 Pilot Boat.....	10
Gambar 2. 2 Tiga kendala (Triple Constraint) .....	13
Gambar 2. 3 Hubungan antar kejadian 1.....	19
Gambar 2. 4 Hubungan antar kejadian 2.....	19
Gambar 2. 5 Hubungan antar kejadian 3.....	19
Gambar 2. 6 Hubungan antar kejadian 4.....	20
Gambar 2. 7 Persebaran durasi dalam kegiatan .....	23
Gambar 2. 8 Penempatan Buffer pada CCPM .....	24
Gambar 2. 9 Kurva Estimasi waktu pada metode PERT .....	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	29
Gambar 4. 1 Zonasi Penggunaan Buffer .....	52
Gambar 4. 2 Kurva distribusi dengan letak a, b, m dan te .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Karakteristik Kapal Pandu Srikandi 003 .....	2
Tabel 2. 1 Data Spesifikasi Kapal Pandu Srikandi 003 .....	10
Tabel 4. 1 Data Karakteristik Kapal Pandu Srikandi 003 .....	33
Tabel 4. 2 Data Penjadwalan.....	34
Tabel 4. 3 Deskripsi Kegiatan.....	36
Tabel 4. 4 Hubungan Antar Kegiatan Proyek.....	38
Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan Float.....	40
Tabel 4. 6 Perhitungan Buffer.....	43
Tabel 4. 7 Penempatan Buffer.....	45
Tabel 4. 8 Perhitungan Feeding Buffer 1 .....	46
Tabel 4. 9 Perhitungan Feeding Buffer 2 .....	46
Tabel 4. 10 Perhitungan Feeding Buffer 3 .....	47
Tabel 4. 11 Perhitungan Feeding Buffer 4 .....	47
Tabel 4. 12 Perhitungan Feeding Buffer 5 .....	47
Tabel 4. 13 Perhitungan Feeding Buffer 6 .....	48
Tabel 4. 14 Perhitungan Feeding Buffer 7 .....	48
Tabel 4. 15 Perhitungan Feeding Buffer 8 .....	48
Tabel 4. 16 Perhitungan Feeding Buffer 9 .....	49
Tabel 4. 17 Feeding Buffer Summary.....	49
Tabel 4. 18 Perhitungan Project Buffer .....	50
Tabel 4. 19 Project Buffer Summary .....	51
Tabel 4. 20 Penggunaan Buffer.....	53
Tabel 4. 21 Estimasi waktu pada PERT.....	55
Tabel 4. 22 Besar TE ( Waktu yang diharapkan).....	56
Tabel 4. 23 Varians dan Standar deviasi.....	58
Tabel 4. 24 Target dan Kemungkinan Penyelesaian Proyek .....	60

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A	Pendjadwalan Microsoft Project CCPM
LAMPIRAN B	Network Planning CCPM
LAMPIRAN C	Tabel Distribusi Normal
LAMPIRAN D	General Arrangement Pilot Boat Srikandi 003

## GLOSARIUM

1. **Buffer** adalah waktu cadangan yang berfungsi untuk melindungi proyek dari keterlambatan.
2. **Buffer Management** adalah kunci untuk mengatur aktivitas pada rantai kritis jadwal proyek, *buffer management* dapat memberikan sudut pandang yang jelas terhadap dampak resiko yang kumulatif terhadap kinerja proyek.
3. **Project Buffer** adalah waktu yang dimiliki untuk melindungi penyelesaian proyek dari ketidakpastian jadwal di lintasan kritis.
4. **Feeding Buffer** adalah waktu yang dimiliki untuk melindungi dan menjaga kinerja aktivitas di lintasan non-kritis.
5. **Lintasan Kritis** adalah jalur terpanjang pada *network planning* dengan durasi pengerjaan terlama.
6. **Critical Chain Project Management** adalah pengembangan metode penjadwalan *critical chain method* yang mengharuskan untuk memotong durasi *safety time* tetapi menggantinya dengan waktu penyangga (*buffer*).
7. **Project Evaluation and Review Technique** adalah metode yang berguna untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian yang tinggi, memakai tiga estimasi waktu untuk menentukan kemungkinan terbaik.
8. **Earliest Start** adalah waktu paling awal untuk memulai sebuah kegiatan.
9. **Earliest Finish** adalah waktu penyelesaian paling awal suatu kegiatan.
10. **Latest Finish** adalah waktu penyelesaian paling akhir dari suatu kegiatan.
11. **Latest Start** adalah waktu paling akhir untuk memulai suatu kegiatan.
12. **Network Diagram** adalah jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan-urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek.
13. **Parkinson's Law** adalah perilaku manusia yang tidak mau menyelesaikan pekerjaan lebih cepat karena tidak mendapat *reward* jika dilakukan.
14. **Student's Syndrome** adalah perilaku manusia untuk menunda-nunda pekerjaan karena tenggat waktu (*safety time*) yang terlalu banyak.

15. **No Earliest Finish** adalah perilaku manusia yang tidak mau menyelesaikan pekerjaan lebih awal karena takut dituduh curang selama menyelesaikan pekerjaan.
16. **Total Float** adalah tenggang waktu yang masih dimungkinkan untuk terjadi keterlambatan dalam penyelesaian proyek tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
17. **Work Breakdown Structure** adalah pengelompokan aktivitas-aktivitas dalam proyek yang berisi hubungan antar setiap kegiatan dan durasi yang dibutuhkan.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Posisi geografis Indonesia yang strategis berada pada posisi silang antara Benua Asia dan Australia serta Samudera Pasifik dan Samudera Hindia menempatkan Indonesia pada jalur vital pelayaran International. Saat ini, Indonesia memiliki 2.132 pelabuhan dan terminal yang dikelola oleh 287 administrator pelabuhan dengan dukungan 5 basis unit penjaga pantai. Sebanyak 141 pelabuhan terbuka untuk perdagangan internasional (Krishnawati, 2017).

Kapal sebagai salah satu transportasi pengangkut penumpang dan barang yang vital memerlukan kapal lain sebagai penunjang dalam kegiatan operasionalnya. Oleh sebab itu diperlukan kapal yang lebih kecil ukurannya atau disebut kapal pandu untuk memandu kapal yang lebih besar memasuki area pelabuhan.

PT Tesco Indomaritim didirikan pada tahun 1989 sebagai perusahaan yang aktif dalam kegiatan industri manufaktur perkapalan Indonesia. Sebagai pelaku industri perkapalan, PT Tesco Indomaritim telah memproduksi lebih dari 130 unit kapal yang daerah operasinya tersebar di berbagai wilayah Indonesia, salah satunya adalah kapal pandu srikandi 003.



Gambar 1. 1 Peta Workshop PT Tesco Indomaritim

Sumber: [www.google.com](http://www.google.com)(diolah kembali)



Gambar 1. 2 Kapal Pandu Srikandi 003

Tabel 1. 1 Data Karakteristik Kapal Pandu Srikandi 003

PRINCIPAL DIMENSIONS		
Length Over All	12.60	Meters
Length Water Line	10.27	Meters
Breadth	3.20	Meters
Height	1.55	Meters
Draft	0.50	Meters
Speed	25	Knots
Main Engine	2 x 250	Bhp
Fuel Tank Capacity	1200	Litres
Fresh Water Tank	500	Litres
Crew	6	Persons

Suatu proyek merupakan upaya untuk mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan. (Dipohusodo, 1995)

Pada dasarnya proyek (konstruksi atau lainnya) adalah sebuah perbuatan atau pekerjaan unik yang pada dasarnya mempunyai satu tujuan yang telah

ditetapkan bidang atau lapangan, mutu atau kualitas, waktu dan harga yang diinginkan. (Ahuja et al.,1994)

Dalam pengerjaan suatu proyek pembangunan, perencanaan aktivitas-aktivitas merupakan aspek yang sangat penting untuk menghindari terjadinya keterlambatan dalam menyelesaikan proyek. Perencanaan aktivitas-aktivitas proyek sendiri harus dilakukakn dengan cermat, dengan memperhatikan detail kegiatan sesudah dan kegiatan sebelumnya. Untuk merencanakan kegiatan pada proyek ada beberapa metode yang dapat digunakan, salah satunya adalah *Network Planning*. Metode *Network Planning* sangat membantu dalam melakukan perencanaan pekerjaan yang kompleks seperti pada proyek pembangunan kapal pandu Srikandi 003.

Dalam melakukan penjadwalan proyek, terdapat banyak metode. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *Critical Chain Project Management (CCPM)* dan *Program Evaluation Review Technique (PERT)* untuk meneliti proyek pembangunan kapal pandu Srikandi 003 yang dikerjakan oleh PT Tesco Indomaritim sebagai owner dari proyek.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Merujuk pada latar belakang diatas, rumusan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Berapa durasi yang didapat dari penerapan metode *Critical Chain Project Management (CCPM)* dalam proyek pembangunan Kapal Pandu Srikandi 003?
2. Bagaimana lintasan kritis pada proyek pembangunan kapal pandu Srikandi 003?
3. Berapa probabilitas proyek pembangunan Kapal pandu Srikandi 003 dapat selesai tepat waktu?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui aktivitas-aktivitas mana saja yang berada pada jalur kritis pada proyek pembangunan kapal pandu.
2. Untuk mengetahui durasi hasil perencanaan pada proyek pembangunan Kapal Pandu Srikandi 003 dari penerapan metode *Critical Chain Project Management*.
3. Untuk mengetahui probabilitas proyek dapat selesai tepat waktu.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Dalam penelitian tugas akhir ini, diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak- pihak terkait khususnya PT. Tesco Indomaritim selaku owner dari proyek pembangunan Kapal pandu Srikandi 003, sehingga dapat mempermudah menganalisa kinerja proyek terutama dari segi waktu. Bagi peneliti, tugas akhir dapat menjadi wawasan dalam manajemen penjadwalan proyek. Tugas akhir ini juga diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam pengembangan penelitian terkait yang lebih lanjut.

#### **1.5 Batasan masalah**

Batasan-batasan yang diterapkan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Tidak membahas detail struktur Kapal Pandu.
2. Tidak membahas mengenai resiko pada *buffer management*.
3. Tidak memperhitungkan biaya proyek.
4. Variabel durasi harian pekerjaan bersifat kontinu.
5. Data perhitungan TE dianggap terdistribusi normal.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan pada Tugas Akhir meliputi:

Pada Bab 1 dijelaskan mengenai latar belakang penelitian yang dilakukan, permasalahan yang akan dibahas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, manfaat yang akan diperoleh, Batasan masalah dari penelitian yang dilakukan, serta sistematika penulisan laporan.

Pada bab 2 dijelaskan tentang pedoman yang dipakai penulis yaitu beberapa sumber buku, jurnal, dan artikel terkait tentang Kapal Pandu, manajemen proyek, metode dan metode *Critical Chain Project Management* dan PERT.

Pada bab 3 dijelaskan tentang alur pengerjaan penelitian dengan tujuan memecahkan masalah dalam bentuk *flow chart* yang disusun secara sistematis dan dilengkapi dengan penjelasan untuk setiap langkah pengerjaannya.

Pada Bab 4 dibahas mengenai proses pengambilan data. Kemudian dilakukan pengolahan data yang sudah didapat melalui metode CCPM, Pert dan hasil Analisa penelitian.

Pada bab 5 dijelaskan kesimpulan yang menjawab permasalahan yang telah dirumuskan serta saran yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut dari tugas akhir ini.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Kapal Pandu merupakan sarana pembantu yang wajib dimiliki oleh pelabuhan yang berguna sebagai pemandu kapal yang lebih besar untuk masuk kedalam pelabuhan melewati area berbahaya dan ramai hingga kapal yang lebih besar dapat sandar dengan sempurna. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan 57 tahun 2015 pasal 28 tentang Pemanduan dan Penundaan Kapal bahwa pada perairan yang ditetapkan sebagai perairan wajib pandu, kapal berukuran tonase kotor paling rendah GT 500 atau lebih wajib menggunakan jasa pelayanan pemanduan kapal. Dan kapal yang berukuran tonase kurang dari GT 500 pelayanan pemanduan diberikan pada kapal atas permintaan Nakhoda atau atas perintah pengawas pemanduan setempat.

Proyek pembangunan kapal pandu merupakan kegiatan yang unik dan kompleks yang membutuhkan perencanaan yang efektif dan efisien. Oleh karena itu sebaiknya perencanaan proyek dilakukan menggunakan lebih dari satu metode agar durasi yang didapatkan lebih efektif dan efisien.

Dalam pelaksanaannya, metode konvensional yang biasa dipakai saat ini yaitu *Critical Path Method* masih memiliki kekurangan. Menurut Goldratt (1997) masalah yang sering timbul dalam perencanaan proyek adalah ketidaksesuaian antara rencana kegiatan dengan realita di lapangan. Permasalahan-permasalahan yang dialami ketika proyek dikerjakan seperti *student syndrome*, *parkinson's law*, dan *multitasking*. Untuk meminimalkan masalah tersebut, dapat digunakan sebuah metode baru yaitu *Critical Chain Project Management* yang dikembangkan dari konsep *Critical Path Method* dengan tujuan memaksimalkan kinerja dengan cara mengurangi durasi dari setiap aktivitas di dalam proyek yang masih menggunakan *safety time* (Leach, 2000).

Pengurangan durasi bertujuan agar pekerja dapat bekerja lebih efektif dan tidak menunda-nunda pekerjaannya. Disisi lain pengurangan durasi pada setiap aktivitas

dapat menambah resiko terjadinya keterlambatan pekerjaan dari waktu yang sudah ditentukan (Valikoniene, 2014). Maka dari itu pada metode *Critical Chain Project Management* ini penambahan waktu aman (*safety time*) yang biasanya diletakkan pada setiap aktivitas akan dihilangkan dan digantikan dengan waktu penyangga (*buffer time*) yang diletakkan diakhir *critical chain* sebagai cadangan waktu pada keseluruhan proyek (Goldrat,1997). Apabila hal-hal tidak pasti (*uncertainty*) terjadi saat pelaksanaan proyek, maka dapat diantisipasi dengan adanya waktu penyangga (*buffer time*) sehingga terhindar dari keterlambatan (Rohana, 2014).

Penelitian tentang perencanaan proyek dengan penjadwalan menggunakan metode *CPM* dan *CCPM* sudah banyak dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Barihazim (2018) dalam penelitiannya tentang Perbandingan durasi hasil perencanaan proyek dengan metode *Critical Path Method* dan *Critical Chain Project Management* (Studi kasus PT. XYZ) menyimpulkan bahwa durasi proyek yang didapatkan menggunakan metode *Critical Chain Management Project* akan menghasilkan durasi yang lebih cepat yaitu 26 hari lebih cepat dari *Critical Path Method*.

Aulady dan Orleans (2016) pada penelitiannya terhadap perbandingan durasi waktu proyek konstruksi antara metode *Critical Path Method (CPM)* dengan metode *Critical Chain Project Management* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Apartemen Menara Rungkut) menyimpulkan bahwa penjadwalan menggunakan metode *Critical Chain Project Management* adalah 121 hari sedangkan penjadwalan menggunakan metode *Critical Path Method* adalah 169 hari atau lebih lama 48 hari.

Arvianto dan Ramanda (2015) pada penelitiannya terhadap penerapan *Critical Chain Project Management* untuk mengatasi masalah multi proyek dengan keterbatasan *resource* di PT Berkat Manunggal Jaya menyimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *CCPM* dapat menghasilkan perkiraan durasi yang lebih singkat jika dibandingkan dengan penjadwalan proyek dengan menggunakan metode multi tasking dan penjadwalan dengan tidak simultan.



Syahrizal dan Ridho (2014) pada penelitiannya terhadap penerapan *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* studi kasus proyek pembangunan Gedung Kantor Badan Pusat Statistik Kota Medan, dengan menggunakan metode CPM proyek pembangunan gedung Badan Pusat Statistik Kota Medan selesai dalam jangka waktu 112 hari, sedangkan dengan menggunakan PERT proyek dapat diselesaikan selama 114 hari dengan kemungkinan 99,89%.

Misrali et al (2015) pada penelitian terhadap penggunaan metode *Program Evaluation and Review Technique* studi kasus pembangunan kelas di Fakultas Ekonomi Universitas Jember menyimpulkan bahwa proyek pembangunan kelas di Fakultas Ekonomi Jember dapat selesai dalam jangka waktu 82 hari dengan probabilitas 99,99%.

Teknika (2014) pada penelitian terhadap pengendalian waktu dan biaya proyek, studi kasus pekerjaan jembatan di kabupaten Boyolali menggunakan metode PERT menyimpulkan proyek pembuatan jembatan di kabupaten Boyolali dapat selesai dengan durasi 56 hari setelah melakukan *Trial and Error* sebanyak 4 kali.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Kapal Pandu “Srikandi 003”**

Srikandi 003 adalah sebuah kapal pandu baru yang sedang dibangun oleh PT. Tesco Indomaritim selaku salah satu perusahaan manufaktur kapal di Indonesia. Setelah selesai dibangun, kapal pandu (*pilot boat*) diharapkan dapat membantu kegiatan operasional pada pelabuhan-pelabuhan Indonesia, hal ini dapat mempermudah kapal dengan ukuran diatas 500 GT untuk dapat memasuki pelabuhan sesuai dengan Peraturan Menteri No. 57 tahun 2015 pasal 28 tentang Pemanduan dan Penundaan Kapal. Pada dasarnya kapal pandu (*pilot boat*) memiliki ukuran yang lebih kecil dan memiliki kemampuan manuver yang cukup baik, hal ini berguna untuk melewati jalur yang ramai serta berbahaya pada pelabuhan.

Tabel 2. 1 Data Spesifikasi Kapal Pandu Srikandi 003

PRINCIPAL DIMENSIONS		
Length Over All	12.60	Meters
Length Water Line	10.27	Meters
Breadth	3.20	Meters
Height	1.55	Meters
Draft	0.50	Meters
Speed	25	Knots
Main Engine	2 x 250	Bhp
Fuel Tank Capacity	1200	Litres
Fresh Water Tank	500	Litres
Crew	6	Persons



Gambar 2. 1 Pilot Boat

([www.tescoindomaritim.com](http://www.tescoindomaritim.com))

### 2.2.2 Proyek

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Suharto, 1999). Lingkup (*scope*) tugas tersebut dapat berupa pembangunan pabrik, pembuatan produk baru, sebuah pergantian produk, instalasi, pelaksanaan penelitian dan pengembangan. Dari pengertian diatas maka ciri pokok proyek adalah sebagai berikut:

1. Bertujuan menghasilkan lingkup (*deliverable*) tertentu berupa produk akhir hasil kerja akhir
2. Dalam proses mewujudkan lingkup di atas, ditentukan biaya, jadwal serta kriteria mutu
3. Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
4. Nonrutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung

Sebuah proyek dapat juga disebut sebuah investasi sumber daya untuk menghasilkan barang (*goods*) atau layanan (*service*) yang membutuhkan biaya. Kriteria investasi yang ideal pada sebuah proyek adalah jika nilai proyek yang diusulkan/diajukan oleh karena barang atau jasa yang dihasilkan lebih berharga daripada perkiraan biaya proyek.

Menurut (Soeharto, 1999) dilihat dari jenin kegiatan utama, maka proyek dapat dikelompokkan menjadi:

1. Proyek *Engineering*- Konstruksi  
Kegiatan utama dari tipe proyek ini adalah pengkajian kelayakan, design engineering, pengadaan, dan konstruksi. Beberapa contoh proyek macam ini adalah, pembangunan gedung, jembatan, pelabuhan, jalan raya, fasilitas industri.
2. Proyek *Engineering*- Manufaktur  
Proyek ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk baru. Jadi, proses manufaktur dalam menghasilkan produk baru tersebut dinamakan sebuah proyek. Kegiatan utamanya mencakup desain-engineering, pengembangan produk (*product development*), pengadaan, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan. Bila kegiatan manufaktur dilakukan berulang-ulang, rutin, dan menghasilkan produk yang sama, maka kegiatan ini tidak lagi diklasifikasikan sebagai proyek.
3. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Proyek tipe ini bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan suatu produk tertentu. Dalam perjalanan menuju tahap hasil akhir, proyek ini seringkali menempuh proses yang berubah-ubah, demikian juga lingkup kerjanya. Agar tidak mengalami kelebihan anggaran, maka diperlukan Batasan-batasan dalam melaksanakan proyek ini.

#### 4. Proyek Pelayanan Manajemen

Proyek jenis ini biasanya tidak menghasilkan hasil akhir dalam bentuk fisik, melainkan sebuah laporan akhir. Beberapa contoh kegiatan utama dalam proyek tipe ini adalah, merancang system informasi manajemen dalam bentuk perangkat lunak ataupun perangkat keras. Merancang program efisiensi dan penghematan dll.

#### 5. Proyek Kapital

Meliputi pembebasan tanah, penyiapan lahan, pembelian material dan peralatan(mesin-mesin), manufaktur (pabrikasi) dan konstruksi.

### **2.2.3 Tiga Kendala(*Triple Constraint*) pada Manajemen Proyek**

Menurut Soeharto (1999) pada bukunya berjudul Manajemen Proyek, Dalam proses mencapai tujuan akhir pada proyek, ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besaran biaya (Anggaran) yang sudah dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal ini merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering dikaitkan sebagai sasaran proyek.

#### 1. Anggaran

Pada dasarnya proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran yang sudah ditentukan. Dalam beberapa proyek yang melibatkan jumlah dana yang cukup besar, biasanya proyek dibagi dalam beberapa tahap atau periode dan anggaran yang ditentukan juga terbagi dalam tahap-tahap yang sudah ada. Dengan demikian, pada jenis proyek ini penyelesaian proyek harus memenuhi sasaran anggaran per periode.

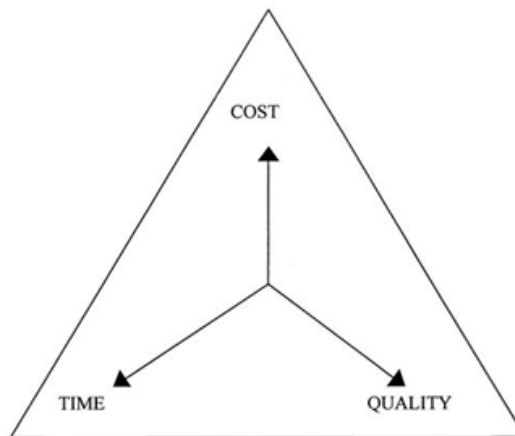
## 2. Jadwal

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan durasi akhir yang telah ditentukan. Bila proyek tersebut menghasilkan sebuah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan.

## 3. Mutu

Produk atau hasil dari kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Dengan kata lain produk atau hasil dari kegiatan proyek ini harus mampu beroperasi secara maksimal.

Dari ketiga batasan yang telah disebutkan diatas, sering kali terjadi konflik. Sebagai contoh jika seorang ini meningkatkan mutu sebuah produk, maka hal ini berakibat pada anggaran yang ada. Sebaliknya, jika ingin menekan anggaran sebuah proyek maka harus berkompromi dengan mutu atau jadwal. Dari segi teknis, ukuran keberhasilan proyek akan dikaitkan dengan sejauh mana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi. Hubungan antara biaya, waktu, dan kualitas dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. 2 Tiga kendala (Triple Constraint)

(Sumber: Soeharto, 1999)

#### 2.2.4 Penjadwalan Proyek

Perencanaan waktu atau penjadwalan proyek meliputi langkah-langkah yang bertujuan agar proyek dapat diselesaikan sesuai dengan sasaran waktu yang ditetapkan. Perencanaan waktu memberikan masukan kepada perencanaan sumber daya agar sumber daya tersebut siap pada waktu yang diperlukan. Perencanaan tersebut terjadi dari penentuan definisi komponen kegiatan, urutan pelaksanaan komponen kegiatan, dan perkiraan kurun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan masing-masing komponen kegiatan. Hasil langkah-langkah tersebut kemudian dianalisis dengan berbagai metode dan Teknik untuk menyusun jadwal proyek.

Dalam beberapa usaha untuk meningkatkan kualitas perencanaan proyek telah diperkenalkan berbagai Teknik dan metode perencanaan terutama dalam menyusun jadwal, antara lain bagan balok (*bar-chart*), analisis jaringan kerja menggunakan CPM, PERT, PDM, GERT dan lain-lain. Meskipun sudah menggunakan Teknik perencanaan yang sudah disebutkan diatas, masih terdapat banyak kendala dan kekurangan dalam perencanaan proyek, mengingat hal-hal diatas hanya sebagai alat maka sebagai perencana sebaiknya memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Ketepatan dalam pemilihan metode perencanaan yang digunakan.
2. Penguasaan sepenuhnya terhadap penjadwalan proyek dimiliki oleh perencana.
3. Pemahaman dari penyelia dalam pengaplikasian metode di lapangan.

Selain hal-hal diatas yang sudah disebutkan, faktor lain yang tidak kalah penting dalam melakukan perencanaan proyek adalah komunikasi. Seorang perencana proyek dituntut untuk mampu berkomunikasi dengan baik kepada para pimpinan atau anggota organisasi proyek yang bersangkutan, maka perencanaan baik startegis maupun operasional akan mendorong mereka bekerja secara optimal sebagai individu maupun kelompok karena telah memperoleh kejelasan dari alur kerja dan tujuan kegiatan.

Dalam melakukan penjadwalan proyek, ada beberapa rujukan yang dapat menjadi pedoman (Lawrence dan Psternack, 2001):

1. Mementukan jadwal paling awal dan paling akhir dari waktu proyek dimulai dan berakhir yang mengarah pada penyelesaian paling awal untuk keseluruhan proyek.
2. Menghitung kemungkinan bahwa proyek akan selesai dalam jangka waktu tertentu.
3. Mencari biaya dan jadwal paling optimum untuk menyelesaikan keseluruhan proyek.
4. Menganalisa kemungkinan keterlambatan kegiatan yang mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
5. Melakukan monitoring untuk setiap progres pelaksanaan proyek.
6. Menentukan jadwal kegiatan proyek yang paling sesuai dengan alokasi sumber daya dan durasi proyek.

Menurut Hervindra (2017) ada beberapa manfaat dari pembuatan jadwal pada sebuah proyek

1. Menjadi pedoman bagi pelaksanaan proyek dalam pengalokasian SDM yang dibutuhkan.
2. Waktu yang sudah disusun menjadi pedoman dalam melakukan pengadaan material.
3. Jadwal yang sudah disusun menjadi pedoman dalam pengadaan alat berat.
4. Sebagai alat untuk mengendalikan proyek secara keseluruhan.
5. Menjadi acuan dalam pencapaian target tiap pekerjaan.
6. Menjadikan acuan dalam memulai dan meakhiri sebuah proyek.
7. Menjadi pedoman dalam pemberian denda akibat keterlambatan atau pemberian bonus karena percepatan proyek.
8. Menjadi pedoman dalam mengukur nilai suatu investasi.

### 2.2.5 Jaringan Kerja

Jaringan kerja dimaksudkan sebagai penyajian secara grafis suatu perencanaan proyek, maka penampakan denahnya (*lay-out*) harus mencerminkan maksud tersebut (Suharto, 1999). Dalam pengerjaannya, denah yang dimaksud harus digambarkan dalam arti yang jelas, singkat, teratur dan sederhana. Karena, hal ini akan sangat membantu dalam memberikan kesan pertama yang baik, yaitu bahwa pembuat jaringan kerja telah memberikan perhatian penuh sampai kepada masalah-masalah yang terinci.

Dalam pembuatan jaringan kerja, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memudahkan pembaca dalam memahami:

1. Lukisan anak panah dengan garis penuh dari kiri ke kanan, dan garis putus untuk dummy.
2. Dalam menggambarkan anak panah, usahakan adanya bagian yang mendatar untuk tempat keterangan kegiatan dan kurun waktu.
3. Keterangan kegiatan ditulis di atas anak panah, sedangkan kurun waktu dibawahnya.
4. Hindarkan sejauh mungkin garis yang menyilang.
5. Kecuali untuk hal khusus, Panjang anak panah tidak ada kaitannya dengan lamanya kurun waktu.
6. Peristiwa/kejadian dilukiskan sebagai lingkaran, dengan nomor yang bersangkutan jika mungkin berada di dalamnya.
7. Nomor peristiwa sebelah kanan lebih besar dari sebelah kiri.

Menurut Badri (1988) ada beberapa data yang diperlukan untuk menyusun jaringan kerja:

1. Urutan pekerjaan yang logis.
2. Taksiran durasi waktu penyelesaian setiap pekerjaan.
3. Biaya untuk mempercepat setiap pekerjaan.
4. Sumber daya.



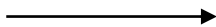
Keuntungan penggunaan jaringan kerja dalam Tatalaksana proyek menurut (Badri, 1988):

1. Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis.
2. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail dari proyek.
3. Mendokumen dan mengkomunikasikan rencana *scheduling* (waktu), dan alternative-alternatif lain penyelesaian proyek dengan biaya tambahan.
4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*Critical Path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.

Kegiatan-kegiatan yang merupakan komponen proyek dan hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain disajikan dengan menggunakan tanda-tanda. Dikenal dua macam jaringan kerja sebagai berikut:

1. AOA (*Activity on Arrow*), kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa. Ekor anak panah merupakan awal dan ujungnya sebagai akhir kegiatan. Nama dan kurun waktu kegiatan berturut-turut diulis diatas dan di bawah anak panah.
2. AON (*Activity on Node*), kegiatan ditulis dalam kotak atau lingkarang. Anak panah hanya menjelaskan hubungan ketergantungan diantara kegiatan-kegiatan.

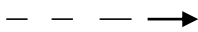
Simbol-simbol pada jaringan kerja:

1. Arrow 

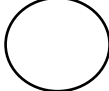
Bentuknya merupakan anak panah yang artinya aktivitas/kegiatan: adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan durasi dan sumber daya.

2. Double Arrow 

Anak panah sejajar, merupakan penanda kegiatan yang berada di lintasan kritis.

3. Dummy 

Bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktivitas semu. Bukan kegiatan/aktivitas, hanya saja tidak membutuhkan durasi atau sumber daya tertentu.

4. *Node/event* 

Bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya peristiwa atau kejadian permulaan atau akhir dari satu atau lebih kegiatan.

Disamping dari symbol-simbol diatas, dalam penyusunan jaringan kerja terdapat dua perjanjian untuk memudahkan penggambarannya (Badri, 1988):

Perjanjian I, diantara dua *nodes* hanya boleh ada satu aktivitas (panah) yang menghubungkannya. Sebagai akibat dari Perjanjian I diatas, akan dapat timbul kesulitan dalam penggambaran jaringan kerja. Untuk itu notasi *dummy* diperlukan untuk menunjukkan aktivitas semu.

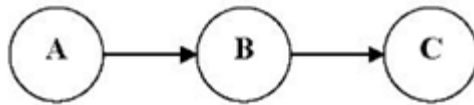
Perjanjian II, Aktivitas semu hanya boleh dipakai bila tidak ada cara lain untuk menggambarkan hubungan-hubungan aktivitas yang ada dalam suatu jaringan kerja.

#### **2.2.6 Hubungan Antar Kegiatan pada Jaringan Kerja**

Peristiwa atau Kejadian (*event*) adalah suatu titik waktu, dimana semua kegiatan-kegiatan sebelumnya (*predecessor*) sudah selesai, dan kegiatan sesudah itu (*successor*) dapat dimulai (Soeharto, 1999). Peristiwa pertama menunjukkan titik awal dimulainya proyek dan peristiwa akhir adalah titik dimana proyek selesai. Sebuah peristiwa tidak memerlukan waktu maupun sumber daya, peristiwa hanya menjelaskan suatu kegiatan itu dimulai atau selesai.

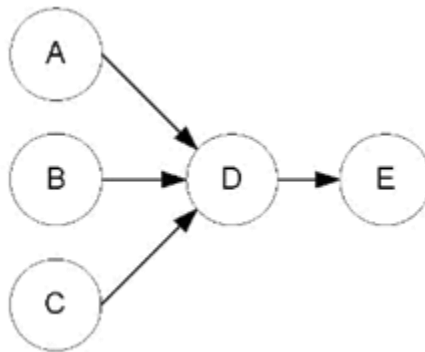
Berikut akan dijelaskan beberapa hubungan antar kegiatan, peristiwa dalam penyusunan jaringan kerja (Somantri, 2015):

1. Aktivitas B baru dapat dimulai sesudah aktivitas A selesai dikerjakan (hubungan seri).



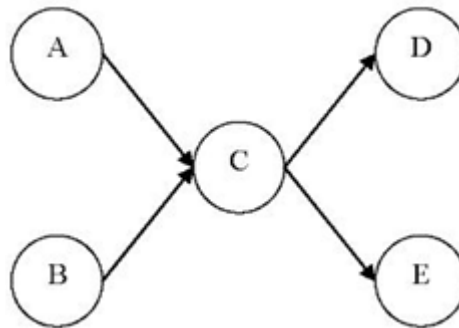
Gambar 2. 3 Hubungan antar kejadian 1

2. Setelah kegiatan ABC selesai, baru dimulai dengan kegiatan D.



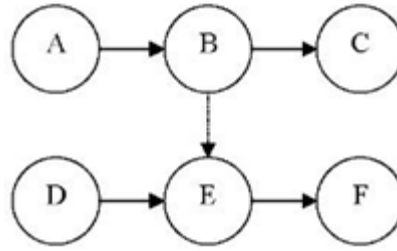
Gambar 2. 4 Hubungan antar kejadian 2

3. Aktivitas AB selesai, kemudian ke kegiatan C, kemudian kegiatan DE.



Gambar 2. 5 Hubungan antar kejadian 3

4. Aktivitas BE merupakan kegiatan *dummy*.



Gambar 2. 6 Hubungan antar kejadian 4

### 2.2.7 Critical Chain Project Management (CCPM)

*Critical Chain Project Management* merupakan metode penjadwalan proyek yang terbilang baru dan masih kurang dimanfaatkan di Indonesia. Metode ini diperkenalkan oleh Goldratt pada tahun 1997. Metode CCPM sendiri menggunakan pendekatan yang berbeda dalam perencanaan waktu dengan metode analisa manajemen proyek konvensional. Salah satu faktor yang cukup membedakan adalah pemanfaatan *safety time* yang terlalu besar yang berdampak pada rendahnya kinerja perencanaan proyek konvensional. Dengan pertimbangan melindungi proyek dari keterlambatan, perencana proyek memperbesar *safety time* pada jadwal pekerjaannya. Masalah penambahan *safety time* yang berlebihan inilah yang diperbaiki oleh metode CCPM (Santosa, 2009)

Dalam penerapan metode CCPM, penyelesaian aktivitas-aktivitas individual proyek bukanlah target utama, sebab metode ini lebih memprioritaskan kesuksesan proyek secara keseluruhan. Sehingga metode CCPM menghilangkan *safety time* untuk aktivitas-aktivitas individual dan memfokuskan pada penyelesaian jalur kritis proyek.

Untuk menjamin penyelesaian jalur kritis tepat waktu, metode CCPM mengganti *safety time* yang telah dihilangkan dari aktivitas individu dengan *buffer time*. Dalam metode CCPM *buffer time* dibagi menjadi dua yaitu *feeding buffer* dan *project buffer*. *Feeding buffer* adalah waktu penyangga yang menghubungkan aktivitas *non-critical chain* dengan aktivitas *critical chain*. Selain itu *feeding buffer* juga berfungsi untuk melindungi aktivitas pada jalur non-kritis dari keterlambatan. *Project Buffer* adalah waktu penyangga yang diletakkan di akhir *critical chain* suatu proyek

sebagai cadangan waktu untuk keseluruhan proyek. Kedua jenis *buffer* inilah yang akan menjamin *critical chain* dan integritas jadwal proyek secara keseluruhan (Santosa, 2009).

#### **2.2.7.1 Kerangka Kerja *Critical Chain Project Management* (CCPM)**

Perencanaan proyek dengan metode CCPM diawali dengan menyusun *network* atau jaringan kerja melalui WBS. Dengan bantuan WBS didapatkan semua *project task*, *project subtask* dan *work package* yang mewakili keseluruhan scope proyek. Bersamaan dengan penyusunan jaringan kerja, dimasukkan pula data-data setiap aktivitas seperti nama aktivitas, durasi pekerjaan, waktu mulai dan selesai, predecessor atau kegiatan pendahulu dan kebutuhan sumber daya untuk setiap *project task*, *project subtask*. Setelah seluruh data-data tersebut dimasukkan, barulah dilakukan proses untuk menyeimbangkan kebutuhan dan ketersediaan sumber daya.

Setelah *network* tersedia dan sumber daya dialokasikan, perencanaan proyek metode CCPM memasuki fase untuk mengidentifikasi jalur kritis (*critical chain*). Menurut Leach (2004), Jalur kritis didefinisikan sebagai rangkaian terpanjang dari aktivitas-aktivitas proyek yang saling bergantung dengan mempertimbangkan ketersediaan sumber daya untuk mencapai tujuan proyek. Setelah tahap ini selesai, akan dilanjutkan penempatan *feeding buffer* dan *project buffer*.

#### **2.2.7.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Manajemen Proyek**

Saat melakukan perencanaan proyek, seorang perencana proyek akan dipenuhi oleh faktor ketidakpastian. Maka penambahan faktor pengaman (*safety time*) dalam aktivitas tidaklah salah. Sangat berasalan untuk dilakukan bila memperhitungkan faktor-faktor yang terlibat.

##### *1. Student Syndrome*

Dalam satu novel bisnisnya, *Critical Chain*, Goldrat memberikan sebuah ilustrasi seorang mahasiswa yang diberikan tugas oleh profesornya yang harus selesai dalam waktu 2 minggu. Mahasiswa protes dan mengatakan bahwa tugas tersebut sangat berat sehingga membutuhkan waktu lebih

untuk mengerjakannya, akhirnya professor pun setuju untuk memberi waktu tambahan. Kemudian, mahasiswa kembali melihat bagaimana mereka dapat menyelesaikan tugas itu dengan waktu tambahan yang diberikan, mereka berpikir bahwa mereka memiliki cukup banyak waktu yang aman untuk mengerjakan sehingga mereka memutuskan untuk mengerjakan tugas sampai menit-menit terakhir dari waktu tambahan yang ada. Contoh tugas sederhana ini sering terjadi, manusia dengan extra *hidden safety time* akan cenderung melakukan *student syndrome*

2. *Parkinson's Law*

Pekerjaan berkembang sesuai dengan waktu yang tersedia. Hampir semua manusia yang terlibat dalam pengerjaan proyek mengetahui *Parkinson's Law*. Pada perencanaan proyek tradisional ditekankan untuk tidak terlambat, tapi mereka para pekerja tidak mendapat promosi bila proyek diselesaikan lebih cepat dari tenggat waktu yang ditentukan.

3. *Multitasking*

Ketika dihadapkan kepada lingkungan dengan mulit-project, kebiasaan yang sering muncul adalah berganti pekerjaan disaat pekerjaan sebelumnya belum selesai. Hal ini sering dilakukan agar dapat terlihat lebih baik dihadapan atasan atau untuk memuaskan pelanggan. *Multi tasking* mengakibatkan berkurangnya produktivitas dan menurunnya kualitas dari hasil hasil pekerjaan seseorang yang dapat berujung kehilangan pekerjaan (Barihazim, 2018).

4. *No Early Finishes*

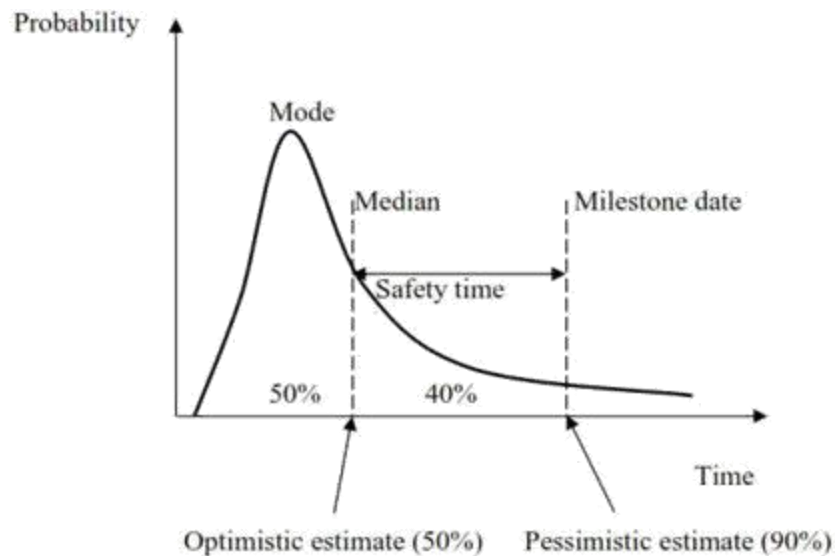
Ketika suatu kegiatan proyek dikerjakan, pada kenyataanya pekerja lebih sering mendapat hukuman daripada mendapat *reward*. Pada keadaan tertentu, ketika seseorang dapat menyelesaikan pekerjaanya lebih cepat dari waktu yang telah ditentukan, kemungkinan akan dituduh telah memanipulasi estimasi bukannya diberi penghargaan atas penyelesaian proyek lebih cepat dari tenggat waktu . Dalam situasi ini, pekerja akan merasa khawatir jika estimasi pada proyek berikutnya akan dipotong

berdasarkan pengalaman sebelumnya, jadi mereka akan cenderung memilih diam untuk menikmati kelebihan waktu yang telah diberikan.

### 2.2.7.3 Pengurangan Durasi Kegiatan

Dalam penerapan metode CCPM, faktor *buffer* menjadi hal yang sangat penting. Hal ini berguna untuk menyelesaikan beberapa masalah dalam penjadwalan proyek. Berbeda dengan metode penjadwalan tradisional yang menambahkan *safety time* ke masing-masing kegiatan. Metode CCPM mengurangi durasi proyek dengan memotong durasi *safety time* di masing-masing kegiatan.

Leach(2000) menyatakan bahwa pengurangan durasi didapatkan dari nilai tengah atau median dari setiap kegiatan dan memiliki kemungkinan untuk selesai lebih awal atau menjelang waktu tenggat. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 2.8.



Gambar 2. 7 Persebaran durasi dalam kegiatan

(Sumber: Valikoniene, 2014)

### 2.2.7.4 Tipe-Tipe Buffer

Dengan dilakukannya pengurangan durasi pada metode CCPM menyebabkan resiko keterlambatan penyelesaian proyek semakin meningkat. Maka dari itu, CCPM memberikan *buffer* atau waktu penyangga pada metode penjadwalannya. *Buffer* disini

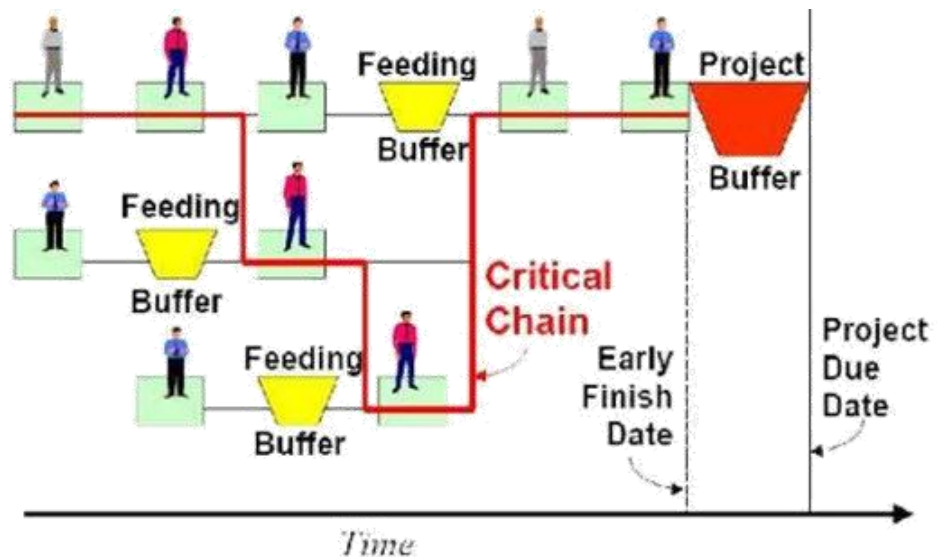
berfungsi untuk mengendalikan resiko keterlambatan. Menurut Aulady dan Orleans (2016) di dalam metode CCPM ada 2 jenis *Buffer*, yaitu:

1. *Feeding Buffer*

Pada jalur non kritis, buffer dimaksudkan untuk menjaga jalur kritis dari pengaruh jalur non kritis tadi. Pada perencanaan dengan metode CCPM, *feeding buffer* diletakkan pada tiap akhir rantai non kritis yang akan menuju rantai kritis.

2. *Project Buffer*

Pada akhir lintasan kritis, terdapat penyangga yang diletakkan di ujung *critical chain*. Dimana besarnya ditentukan 30-50% Panjang *critical chain*. Nilai *project buffer* sendiri didapatkan dari menjumlahkan *buffer* pada masing-masing aktivitas di lintasan kritis.



Gambar 2. 8 Penempatan Buffer pada CCPM

### 2.2.7.5 Metode Pengukuran Buffer

Menurut Ramanda dan Arvianto (2014), terdapat 2 metode pendekatan yang sering digunakan dalam menentukan ukuran *buffer* yang sederhana untuk menentukan *project buffer* dan *feeding buffer* yaitu *Cut and Paste Method (C&PM)* dan *Root Square Error Method (RSEM)*.



### 1. Metode *Cut and Paste* (C&PM)

Aturan yang digunakan dalam penentuan *buffer* menggunakan metode ini pada dasarnya adalah memotong 20% - 50% dari durasi semua aktivitas. Untuk *Project Buffer* didapatkan dari memotong 20% - 50% durasi dari setiap aktivitas yang berada di lintasan kritis dan meletakkana di akhir. Sama halnya untuk *Feeding Buffer*, dengan memotong 20% - 50% dari durasi semua aktivitas yang berada di jalur non kritis, dan meletakkannya di akhir aktivitas yang berada di jalur non kritis yang berhubungan dengan jalur kritis.

### 2. Metode *Root Square Error* (RSEM)

Aturan yang digunakan untuk menentukan *project buffer* dan *feeding buffer* di dalam RSEM memerlukan 2 estimasi durasi tugas, pertama estimasi durasi aman (S) mempunyai cukup pengaman untuk melindungi aktivitas dari keterlambatan, dan yang kedua estimasi rata-rata (A) yaitu 20% - 50% dari durasi aman yang telah ditentukan. Atau dengan persamaan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Buffer\ size = 2 \times \sqrt{\left(\frac{S_1 - A_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{S_2 - A_2}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{S_n - A_n}{2}\right)^2} \quad (2.1)$$

Dimana:

S= Waktu Aman

A= Waktu Optimis

### 2.2.8 Project Evaluation and Review Technique (PERT)

Metode ini pertama kali digunakan dalam proyek Sistem Rudal Polaris di Angkatan Laut Amerika Serikat. Dikarenakan pada proyek ini faktor ketidakpastian dalam hal waktu kegiatan cukup besar, PERT merupakan salah satu metode yang cukup tepat.

PERT biasanya digunakan untuk proyek-proyek yang baru pertama kali. Menurut Santosa (2009), PERT memiliki ciri utama yaitu menggunakan tiga perkiraan(estimasi) waktu : *waktu pesimis* (b), *waktu paling mungkin* (m), *waktu*

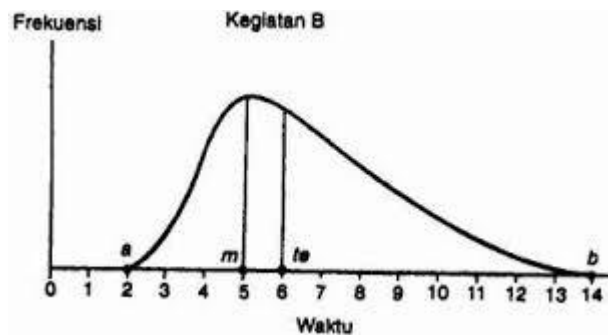
*optimis* ( $a$ ). Ketiga waktu perkiraan itu selanjutnya digunakan untuk menghitung waktu yang diharapkan (*expected time*).

*Waktu optimis*,  $a$ , adalah waktu minimum dari suatu kegiatan dimana segala sesuatu akan berjalan baik, sangat kecil kemungkinan kegiatan selesai sebelum waktu ini.

*Waktu paling mungkin*,  $m$ , adalah waktu normal untuk menyelesaikan kegiatan. Waktu ini paling sering terjadi seandainya kegiatannya bias diulang.

*Waktu pesimis*,  $b$ , adalah waktu maksimal yang diperlukan suatu kegiatan, situasi ini terjadi bila nasib buruk terjadi.

Estimasi waktu-waktu yang sudah disebutkan diatas diperoleh dari orang ahli atau orang yang akan melakukan kegiatan tersebut. Ketiga estimasi waktu tersebut berhubungan dengan hasil waktu yang diharapkan.



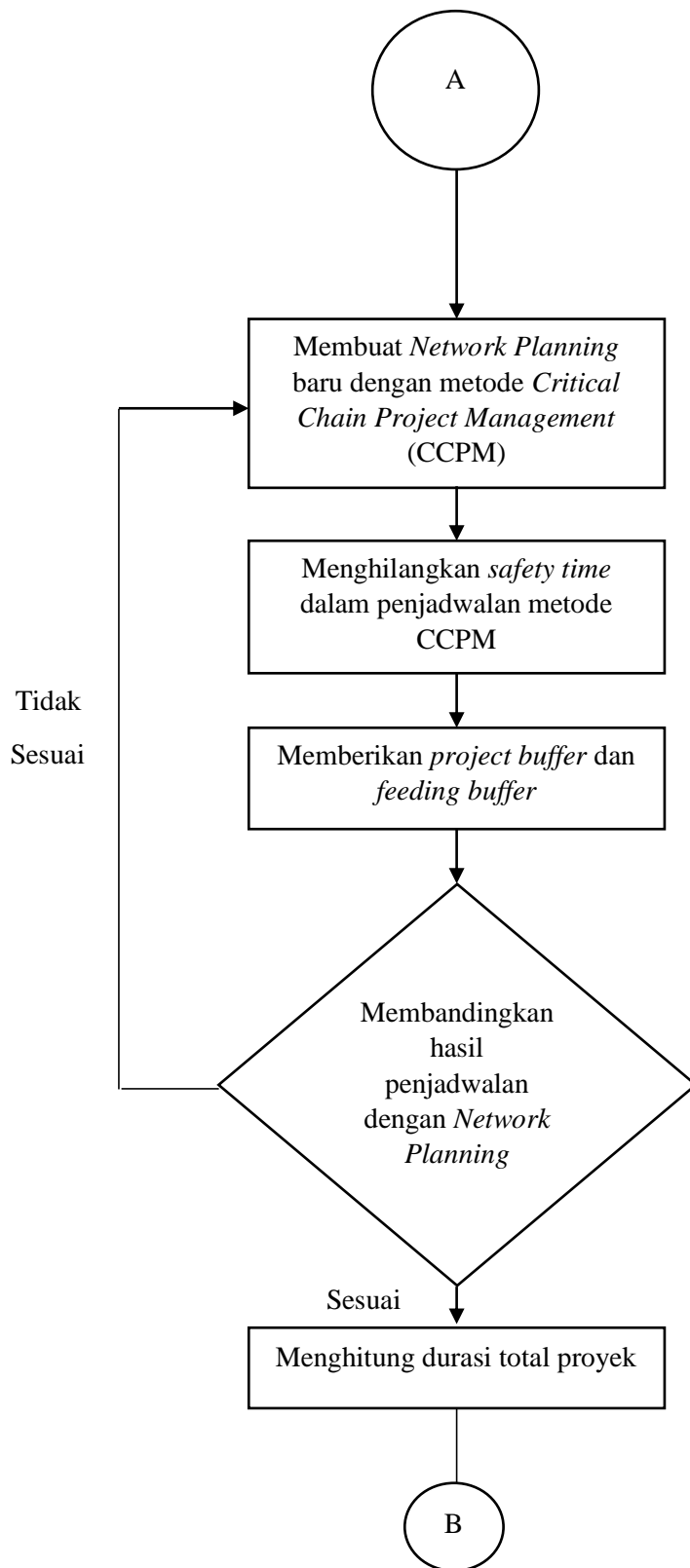
Gambar 2. 9 Kurva Estimasi waktu pada metode PERT

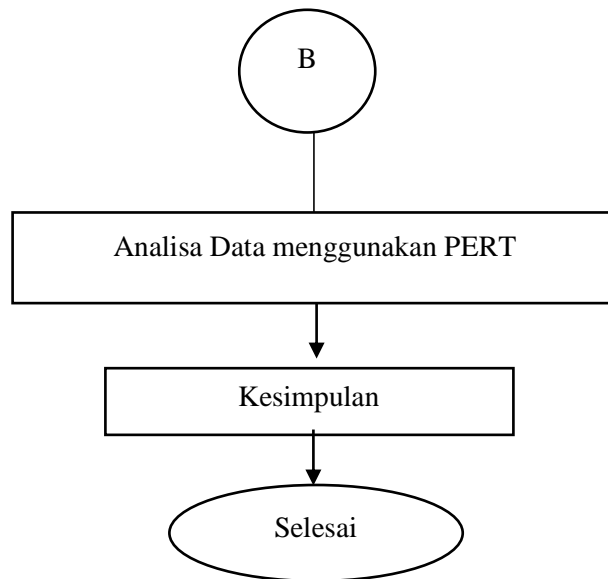
## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Metodologi penelitian dapat digambarkan pada diagram alir seperti pada diagram dibawah ini:







Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 3.1. akan dijelaskan mengenai alur dalam pengerjaan tugas akhir ini sebagai berikut:

#### 3.2.1 Studi Literatur

Untuk mendukung pengerjaan tugas akhir ini perlu dilakukan studi literatur untuk mengetahui teori-teori yang digunakan baik untuk menentukan *network planning*, metode *Critical Chain Project Management* dan metode *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*.

#### 3.2.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang didapat dari PT Tesco Indomaritim berupa *Work Breakdown Structure (WBS)* proyek pembangunan Kapal Pandu Srikandi 003, durasi pada tiap aktivitasnya, dan *Man Power*.

#### 3.2.3 Analisa Data dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka penelitian dapat dilanjutkan ke tahap analisa data dan pembahasan . Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Penjadwalan menggunakan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM)

Penjadwalan dengan metode CCPM diawali dengan membuat *network planning* sesuai dengan *Work Breakdown Structure* (WBS) proyek pembangunan kapal pandu Srikandi 003 yang telah didapat dari perusahaan. Selanjutnya dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur untuk menentukan lintasan kritisnya dan Total Float atau durasi total dari proyek tersebut.

2. Menghilangkan *safety time* dan *multitasking*

Untuk memaksimalkan produktivitas dari pekerja, pada penerapan metode CCPM *safety time* akan dihilangkan dengan metode C&PM atau *cut and paste method*. Cara kerja metode ini adalah dengan memotong 50% dari durasi pada masing-masing kegiatan. Selanjutnya untuk menghilangkan *multitasking* dilakukan dengan mengeksploitasi jaringan kerja yang telah dibuat. Apabila ditemukan dua pekerjaan yang dikerjakan dalam waktu yang sama dan menggunakan sumber daya yang sama, maka harus dilakukan perbaikan pada jaringan kerja yang dilalui.

3. Penentuan *Project Buffer*

Setelah *safety time* dihilangkan dari masing-masing aktivitas, langkah selanjutnya adalah menghitung project buffer. Nilai dari Project buffer sendiri didapatkan dengan menerapkan metode *root square error method* (RSEM).

4. Memasukan *feeding buffer*

*Feeding buffer* sendiri berguna untuk melindungi lintasan kritis dari keterlambatan. Metode yang digunakan untuk menentukan nilai *feeding buffer* sama dengan *project buffer* yaitu menggunakan *root square error method* (RSEM). Perbedaannya adalah, dalam penentuan *feeding buffer safety time* yang ditinjau hanya pada aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis saja.

5. Menghitung probabilitas proyek dapat selesai tepat waktu menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique*.

Pada tahap ini akan dilakukan analisis data menggunakan metode PERT dengan menggunakan tiga estimasi waktu yaitu waktu optimis, waktu mungkin, dan waktu pesimistis.

6. Verifikasi Penjadwalan

Pada tahap ini akan dilakukan verifikasi terhadap jalur kritis yang telah dibuat yaitu dengan membandingkan hasil penjadwalan yang sudah ada dengan *network planning*. Serta dilakukan analisa terhadap penggunaan waktu buffer sesuai dengan parameter buffer management yang sudah ada.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Proyek Pembangunan Kapal Pandu Srikandi 003

Pada tugas akhir digunakan proyek pembangunan Kapal Pandu Srikandi 003. Kapal Pandu Srikandi 003 ini merupakan pesanan dari PT. Pelindo III dengan daerah operasi Kalimantan. Proyek ini dikerjakan oleh PT. Tesco Indomaritim. Data-data yang diperoleh selama melakukan pengumpulan data berupa tahap-tahap kegiatan pembangunan kapal, jumlah *Man Power* yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan, dan estimasi durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan.

Tabel 4. 1 Data Karakteristik Kapal Pandu Srikandi 003

PRINCIPAL DIMENSION	
Length Over All	12.60 Meter
Length Water Line	10.27 Meter
Breadth	3.20 Meter
Height	1.55 Meter
Draft	0.50 Meter
Speed	25 Knots
Main Engine	2 x 250 Bph
Fuel Tank Capacity	1200 Litres
Fresh Water Tank	500 Litres
Crew	6 Persons

### 4.2 Data Penjadwalan Proyek dan Pengurangan Safety Time

Pada bagian ini akan dijelaskan data penjadwalan proyek terdiri dari nama kegiatan, durasi, tanggal mulai dan tanggal selesai. Dalam melakukan pengurangan durasi *safety time* metode yang digunakan adalah *Metode cut and paste (C&PM)*, metode ini pada dasarnya memotong 20% - 50% dari durasi untuk setiap aktivitas. Pemotongan durasi ini bertujuan untuk mengurangi efek dari beberapa masalah seperti *Student's Syndrome*. Data durasi harian pekerjaan bersifat kontinu, dengan definisi durasi satu hari kerja adalah 8 Jam.

Tabel 4. 2 Data Penjadwalan

ID	Kegiatan / Aktifitas	Durasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	Start	Finish
<b>A</b>	<b>Design &amp; Approval BKI Class</b>				
A1	Lines Plan	5	3	12/3/2018	12/5/2018
A2	General Arrangement	5	3	12/6/2018	12/10/2018
A3	Construction Profile	5	3	12/11/2018	12/13/2018
A4	Frame Section	5	3	12/14/2018	12/18/2018
A5	Bulkhead Section & Midship Section	5	3	12/19/18	12/21/2018
A6	FOT & FWT System	5	3	12/24/18	2/26/2018
A7	Bilge System	5	3	12/27/18	12/31/2018
A8	Seawage & Sanitary System	5	3	1/1/19	1/3/2019
<b>B</b>	<b>Persiapan Pengadaan Material</b>				
B1	Pengadaan OBM & Equipment	60	30	12/3/2018	1/11/2019
B2	Pengadaan Electrical System	60	30	12/3/2018	1/11/2019
B3	Pengadaan Piping System	30	15	12/3/2018	12/21/2018
B4	Pengadaan Navigation & Communication System	60	30	12/3/2018	1/11/2019
B5	Pengadaan Pompa – Pompa	35	17.5	12/3/2018	12/26/2018
B6	Pengadaan Equipment Interior	40	20	12/3/2018	12/28/2018
B7	Pengadaan Equipment Cat	20	10	12/3/2018	12/14/2018
B8	Pengadaan Equipment Geladak	20	10	12/3/2018	12/14/2018
<b>C</b>	<b>Persiapan Pemotongan Aluminium Plate</b>				
C1	Pembuatan Nesting Plan W/CNC	10	8	12/3/2018	12/12/2018
C2	Pemotongan Aluminium Plate	10	8	12/14/2018	12/25/2018
<b>D</b>	<b>Persiapan Galangan</b>				
D1	Persiapan Tempat Kerja	5	3	12/3/2018	12/5/2018
D2	Persiapan Peralatan Kerja	10	6	12/6/2018	12/13/2018
D3	Pembuatan Jig	5	3	12/6/2018	12/10/2018
<b>E</b>	<b>Pre Assembly</b>				
E1	Pengelasan Komponen Frame – Frame	5	4	12/26/2018	12/31/2018

Tabel 4. 2 Data Penjadwalan

ID	Kegiatan / Aktifitas	Durasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	Start	Finish
E2	Pengelasan Komponen BHD & Transom	5	4	1/1/2019	1/4/2019
E3	Pengelasan Komponen Deck	5	4	1/1/2019	1/4/2019
E4	Pengelasan Komponen Keel	5	4	1/7/2019	1/10/2019
E5	Pengelasan Komponen Engine Bed, FOT dan fwt	5	4	1/11/2019	1/16/2019
<b>F</b>	<b>Hull Assembly</b>				
F1	Fit Up Frame – Frame, Transom dan BHD diatas Jig	5	4	1/7/2019	1/10/2019
F2	Pengelasan Center & Side Girder Plate	5	4	1/11/2019	1/16/2019
F3	Pengelasan Engine Foundation	5	4	1/17/2019	1/22/2019
F4	Pengelasan Longitudinal Bottom Frame	5	4	1/23/2019	1/28/2019
F5	Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar & Floor Deck	5	4	1/29/2019	2/1/2019
F6	Pengelasan Bottom Sheel Plate	10	8	1/29/2019	2/7/2019
F7	Pengelasan Topside Sheel Plate	5	4	2/4/2019	2/7/2019
<b>G</b>	<b>Turning</b>				
G1	Persiapan Temporary Support	5	4	2/8/2019	2/13/2019
G2	Turning Hull	5	4	2/8/2019	2/13/2019
<b>H</b>	<b>Assembly Deck</b>				
H1	Assembly & Pengelasan Brige Deck	10	8	2/8/2019	2/19/2019
H2	Assembly Bellow Deck	5	4	2/14/2019	2/19/2019
H3	Pemasangan FOW dan FWT	5	4	2/20/2019	2/25/2019
H4	Pengelasan Piping System	10	8	2/14/2019	2/25/2019
<b>I</b>	<b>Outfitting Installation</b>				
I1	Install OBM & Fuel System	5	4	2/26/2019	3/1/2019
I2	Install Electrical cable, Lighting, Panel, dan Steering System	5	4	3/4/2019	3/7/2019
<b>J</b>	<b>Interior</b>	25	24	2/14/2019	3/19/2019
<b>K</b>	<b>Painting</b>	30	28	2/8/2019	3/19/2019

Tabel 4. 2 Data Penjadwalan

ID	Kegiatan / Aktifitas	Durasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	Start	Finish
L	Peluncuran dan Pelatihan	5	4	3/20/2019	3/25/2019
M	Sea Trial (HAT & SAT), Penyempurnaan dan Delivery	5	4	3/26/2019	3/29/2019

#### 4.3 Deskripsi Kegiatan Data penjadwalan

Data setiap jenis kegiatan yang terdapat pada tabel 4.2 memiliki deskripsi seperti yang dapat dilihat pada table 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 3 Deskripsi Kegiatan

No.	Kegiatan	Deskripsi
1.	Design & Class Approval	Sertifikasi yang diberikan kepada sebuah design produk atas pemenuhannya terhadap persyaratan konstruksi, dimensi dan material serta spesifikasi teknis lainnya terhadap <i>rules</i> atau standard lain yang digunakan sebagai dasar sertifikasi.
2.	Persiapan Galangan	Membuat perencanaan kerja yang berpatokan pada isi kontrak. Melakukan pengorganisasian pelaksanaan pekerjaan, <i>time schedule</i> , estimasi kebutuhan material, dan jumlah personil.
3.	Procurement	<i>Procurement</i> adalah tahap proyek untuk menyediakan(pengadaan) seluruh aspek yang akan dibutuhkan dalam pengerjaan proyek. Pada proyek ini dilakukan pengadaan berupa Mesin kapal, <i>Electrical system, Piping system, Navigation &amp; Communication system</i> dll

Tabel 4. 3 Deskripsi Kegiatan

4.	Pre Assembly	<i>Pre Assembly</i> adalah tahap dilakukannya pembentukan terhadap material (Plat) dengan beberapa cara seperti <i>cutting</i> dan pengelasan. Hal ini berguna untuk mempermudah tahap perakitan.
5.	Assembly	<i>Assembly</i> adalah tahapan lanjutan dari <i>Pre Assembly</i> dimana seluruh material siap untuk dirakit menjadi satu unit tiga dimensi yang lebih kompleks.
6.	Turning Hull	Proses memutar/membalikkan lambung kapal.
7.	Instalasi	Instalasi adalah peralatan teknik beserta perlengkapannya yang dipasang pada posisinya dan siap dipergunakan. Pada proyek ini instalasi yang dimaksud adalah instalasi permesinan, <i>Fuel system</i> , <i>Electrical cable</i> , <i>Lighting &amp; Panel</i> , <i>Steering system</i> dll
8.	Peluncuran	Peluncuran kapal adalah suatu proses menurunkan badan kapal dari landasan peluncuran di galangan kapal ke air.
9.	Sea Trial	<i>Sea Trial</i> adalah serangkaian teknik pengujian kapal baru yang juga dijadikan pegangan untuk menentukan <i>engine performance</i> .
10.	Delivery	<i>Delivery</i> adalah proses serah terima kapal yang dilakukan di tempat yang telah ditetapkan sesuai kontrak

#### 4.4 Critical Chain Project Management (CCPM)

##### 4.4.1 Pengurangan *Safety Time* pada Durasi Kegiatan

Dalam penerapan metode CCPM langkah pertama yang dilakukan adalah mengurangi durasi masing-masing kegiatan. Metode yang digunakan untuk mengurangi durasi kegiatan pada penelitian ini adalah *Metode cut and paste (C&PM)*, metode ini pada dasarnya memotong 20% - 50% dari durasi untuk setiap aktivitas. Pemotongan durasi ini bertujuan untuk mengurangi efek dari beberapa masalah seperti *Student's Syndrome* dan *Overestimated Activity Durations*.

##### 4.4.2 Network Planning untuk Critical Chain Project Management (CCPM)

Penyusunan *network planning* pada tugas akhir ini dilakukan menggunakan *software* Microsoft Project. Pada tahap awal, data akan diurutkan menurut predecessor dan successor antar kegiatan menurut WBS (Work Breakdown Structure) yang didapatkan dari PT. Tesco Indomaritim.

Tabel 4. 4 Hubungan Antar Kegiatan Proyek

ID	Kegiatan / Aktifitas	Predecessor	Successor
<b>A</b>	<b>Design &amp; Approval BKI Class</b>		
A1	Lines Plan	START	A2
A2	General Arrangement	A1	A3
A3	Construction Profile	A2	A4
A4	Frame Section	A3	A5
A5	Bulkhead Section & Midship Section	A4	A6
A6	FOT & FWT System	A5	A7
A7	Bilge System	A6	A8
A8	Seawage & Sanitary System	A7	F3
<b>B</b>	<b>Persiapan Pengadaan Material</b>		
B1	Pengadaan OBM & Equipment	START	G1
B2	Pengadaan Electrical System	START	G1
B3	Pengadaan Piping System	START	E4
B4	Pengadaan Navigation & Communication System	START	G1
B5	Pengadaan Pompa – Pompa	START	F2
B6	Pengadaan Equipment Interior	START	F3
B7	Pengadaan Equipment Cat	START	E1
B8	Pengadaan Equipment Geladak	START	E1

Tabel 4. 4 Hubungan Antar Kegiatan Proyek

<b>ID</b>	<b>Kegiatan / Aktifitas</b>	<b>Predecessor</b>	<b>Successor</b>
<b>C</b>	<b>Persiapan Pemotongan Aluminium Plate</b>		
C1	Pembuatan Nesting Plan W/CNC	START	C2
C2	Pemotongan Aluminium Plate	C1,D2,D3	E1
<b>D</b>	<b>Persiapan Galangan</b>		
D1	Persiapan Tempat Kerja	START	D2,D3
D2	Persiapan Peralatan Kerja	D1	C2
D3	Pembuatan Jig	D1	C2
<b>E</b>	<b>Pre Assembly</b>		
E1	Pengelasan Komponen Frame – Frame	B7,B8,C2	E2,E3
E2	Pengelasan Komponen BHD & Transom	E1	E4
E3	Pengelasan Komponen Deck	E1	F1
E4	Pengelasan Komponen Keel	B3,E2	E5
E5	Pengelasan Komponen Engine Bed, FOT dan fwt	E4	F3
<b>F</b>	<b>Hull Assembly</b>		
F1	Fit Up Frame – Frame, Transom dan BHD diatas Jig	E3	F2
F2	Pengelasan Center & Side Girder Plate	B5,F1	F3
F3	Pengelasan Engine Foundation	A8,B6,E5,F2	F4
F4	Pengelasan Longitudinal Bottom Frame	F3	F5,F6
F5	Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar & Floor Deck	F4	F7
F6	Pengelasan Bottom Sheel Plate	F4	G1,G2,H1
F7	Pengelasan Topside Sheel Plate	F5	K
<b>G</b>	<b>Turning</b>		
G1	Persiapan Temporary Support	B1,B2,B4,F6	J
G2	Turning Hull	F6	H2,H4
<b>H</b>	<b>Assembly Deck</b>		
H1	Assembly & Pengelasan Brige Deck	F6	H3
H2	Assembly Bellow Deck	G2	H3
H3	Pemasangan FOW dan FWT	H1,H2	I1
H4	Pengelasan Piping System	G2	I1
<b>I</b>	<b>Outfitting Installation</b>		
I1	Install OBM & Fuel System	H3,H4	I2

Tabel 4. 4 Hubungan Antar Kegiatan Proyek

ID	Kegiatan / Aktifitas	Predecessor	Successor
I2	Install Electrical cable, Lighting, Panel, dan Steering System	I1	L
J	<b>Interior</b>	G1	L
K	<b>Painting</b>	F7	L
L	<b>Peluncuran dan Pelatihan</b>	I2,J,K	M
M	<b>Sea Trial (HAT &amp; SAT), Penyempurnaan dan Delivery</b>	L	FINISH

#### 4.4.3 Penentuan Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah lintasan dengan jalur terpanjang dengan total float = 0. Sebelum menentukan lintasan kritis, terlebih dahulu melakukan indentifikasi pada lingkup kerja dan masing-masing kegiatan proyek. Untuk menentukannya diperlukan perhitungan maju untuk mendapatkan hasil ES (Earliest Start) dan EF (Early Finish) serta LS (Lastest Start), dan LF(Lastest Finish) didapatkan dari perhitungan mundur. Menurut (Suharto, 1999) hasil float untuk setiap kegiatan didapatkan dari perhitungan  $LF - EF$  atau  $LS - ES$ . Perhitungan maju dan perhitungan mundur dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan Float

ID	Kegiatan	Duration (Days)	ES	EF	LS	LF	Float
<b>A</b>	<b>Design &amp; Approval BKI Class</b>						
A1	Lines Plan	3	0	3	5	8	5
A2	General Arrangement	3	3	6	8	11	5
A3	Construction Profile	3	6	9	11	14	3
A4	Frame Section	3	9	12	14	17	3
A5	Bulkhead Section & Midship Section	3	12	15	23	26	3
A6	FOT & FWT System	3	15	18	26	29	3
A7	Bilge System	3	18	21	27	30	3
A8	Seawage & Sanitary System	3	21	24	30	33	3
<b>B</b>	<b>Persiapan Pengadaan Material</b>						
B1	Pengadaan OBM & Equipment	30	0	30	19	49	19



Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan Float

<b>ID</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Duration (Days)</b>	<b>ES</b>	<b>EF</b>	<b>LS</b>	<b>LF</b>	<b>Float</b>
B2	Pengadaan Electrical System	30	0	30	19	49	19
B3	Pengadaan Piping System	15	0	15	10	25	10
B4	Pengadaan Navigation & Communication System	30	0	30	19	49	19
B5	Pengadaan Pompa – Pompa	17.5	0	17.5	11.5	29	11.5
B6	Pengadaan Equipment Interior	20	0	20	13	33	13
B7	Pengadaan Equipment Cat	10	0	10	7	17	7
B8	Pengadaan Equipment Geladak	10	0	10	7	17	7
<b>C</b>	<b>Persiapan Pemotongan Aluminium Plate</b>						
C1	Pembuatan Nesting Plan W/CNC	8	0	8	1	9	1
C2	Pemotongan Aluminium Plate	8	9	17	9	17	0
<b>D</b>	<b>Persiapan Galangan</b>						
D1	Persiapan Tempat Kerja	3	0	3	0	3	0
D2	Persiapan Peralatan Kerja	6	3	9	3	9	0
D3	Pembuatan Jig	3	3	6	6	9	3
<b>E</b>	<b>Pre Assembly</b>						
E1	Pengelasan Komponen Frame – Frame	4	17	21	17	21	0
E2	Pengelasan Komponen BHD & Transom	4	21	25	21	25	0
E3	Pengelasan Komponen Deck	4	21	25	21	25	0
E4	Pengelasan Komponen Keel	4	25	29	25	29	0
E5	Pengelasan Komponen Engine Bed, FOT dan fwt	4	29	33	29	33	0
<b>F</b>	<b>Hull Assembly</b>						
F1	Fit Up Frame – Frame, Transom dan BHD diatas Jig	4	25	29	25	29	0
F2	Pengelasan Center & Side Girder Plate	4	29	33	29	33	0
F3	Pengelasan Engine Foundation	4	33	37	33	37	0
F4	Pengelasan Longitudinal Bottom Frame	4	37	41	37	41	0
F5	Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar & Floor Deck	4	41	45	41	45	0
F6	Pengelasan Bottom Sheel Plate	8	41	49	41	49	0

Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan Float

ID	Kegiatan	Duration (Days)	ES	EF	LS	LF	Float
F7	Pengelasan Topside Sheel Plate	4	45	49	45	49	0
<b>G</b>	<b>Turning</b>						
G1	Persiapan Temporary Support	4	49	53	49	53	0
G2	Turning Hull	4	49	53	57	61	8
<b>H</b>	<b>Assembly Deck</b>						
H1	Assembly & Pengelasan Brige Deck	8	49	57	57	65	8
H2	Assembly Bellow Deck	4	53	57	61	65	8
H3	Pemasangan FOW dan FWT	4	57	61	65	69	8
H4	Pengelasan Piping System	8	53	61	61	69	8
<b>I</b>	<b>Outfitting Installation</b>						
I1	Install OBM & Fuel System	4	61	65	69	73	8
I2	Install Electrical cable, Lighting, Panel, dan Steering System	4	65	69	73	77	8
<b>J</b>	<b>Interior</b>	24	53	77	53	77	0
<b>K</b>	<b>Painting</b>	28	49	77	49	77	0
<b>L</b>	<b>Peluncuran dan Pelatihan</b>	4	77	81	77	81	0
<b>M</b>	<b>Sea Trial (HAT &amp; SAT), Penyempurnaan dan Delivery</b>	4	81	85	81	85	0

Menurut Suharto (1999), ada 3 sifat atau syarat umum lintasan kritis:

1. Pada kegiatan Pertama :  $ES$  (Earliest Start) =  $LS$  (Lastest Start) = 0 atau  $ES(1) = LS(1) = 0$
2. Pada kegiatan terakhir atau terminal:  $LF$  (Lastest Finish) =  $EF$  (Earliest Finish)
3. Float toal:  $TF = 0$

Dari perhitungan Float di Tabel 4.5 maka dapat ditentukan lintasan kritis, sehingga dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kegiatan yang berada pada lintasan kritis memiliki total float = 0
2. Dari hasil Analisa terdapat 4 Lintasan Kritis:
  - D1-D2-C2-E1-E2-E4-E5-F3-F4-F5-F7-K-L-M (Lintasan 1)
  - D1-D2-C2-E1-E2-E4-E5-F3-F4-F6-G1-J-L-M (Lintasan 2)

D1-D2-C2-E1-E3-F1-F2-F3-F4-F5-F7-K-L-M (Lintasan 3)

D1-D2-C2-E1-E3-F1-F2-F3-F4-F6-G1-J-L-M (Lintasan 4)

#### 4.4.4 Perhitungan *Buffer* pada Critical Chain Project Management

Pengurangan durasi kegiatan pada metode CCPM menyebabkan resiko keterlambatan semakin besar. Untuk itu, *buffer* atau waktu penyangga digunakan untuk melindungi seluruh kegiatan agar tidak terlambat. Durasi *buffer* yang dihasilkan akan ditambahkan kedalam durasi total proyek dengan tujuan dihasilkannya penjadwalan yang lebih aman. Pada tugas akhir ini digunakan metode *root square method* (RSEM) untuk melakukan pengurangan *safety time*, besarnya 20% - 50% dari estimasi aman yang ditentukan dari pengalaman manajer proyek. Besarnya *buffer* didapatkan dengan menyelesaikan persamaan 4.1 (Newbold, 1998):

$$Buffer\ size = 2 \times \sqrt{\left(\frac{S_1-A_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{S_2-A_2}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{S_n-A_n}{2}\right)^2} \quad (4.1)$$

Dimana:

S = Durasi Aman

A = Durasi CCPM

Dari persamaan 4.1 maka dapat dilakukan perhitungan *buffer* pada Tabel 4.6

Tabel 4. 6 Perhitungan Buffer

ID	Kegiatan	Durasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	((S-A)/2) <sup>2</sup>
<b>A</b>	<b>Design &amp; Approval BKI Class</b>				
A1	Lines Plan	5	3	1	1
A2	General Arrangement	5	3	1	1
A3	Construction Profile	5	3	1	1
A4	Frame Section	5	3	1	1
A5	Bulkhead Section & Midship Section	5	3	1	1
A6	FOT & FWT System	5	3	1	1
A7	Bilge System	5	3	1	1
A8	Seawage & Sanitary System	5	3	1	1
<b>B</b>	<b>Persiapan Pengadaan Material</b>				

Tabel 4. 6 Perhitungan Buffer

<b>ID</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Durasi Aman (Days)</b>	<b>Durasi CCPM (Days)</b>	<b>(S-A)/2</b>	<b>((S-A)/2)<sup>2</sup></b>
B1	Pengadaan OBM & Equipment	60	30	15	225
B2	Pengadaan Electrical System	60	30	15	225
B3	Pengadaan Piping System	30	15	7.5	56.25
B4	Pengadaan Navigation & Comunication System	60	30	15	225
B5	Pengadaan Pompa – Pompa	35	17.5	8.75	76.56
B6	Pengadaan Equipment Interior	40	20	10	100
B7	Pengadaan Equipment Cat	20	10	5	25
B8	Pengadaan Equipment Geladak	20	10	5	25
<b>C</b>	<b>Persiapan Pemotongan Aluminium Plate</b>				
C1	Pembuatan Nesting Plan W/CNC	10	8	1	1
C2	Pemotongan Aluminium Plate	10	8	1	1
<b>D</b>	<b>Persiapan Galangan</b>				
D1	Persiapan Tempat Kerja	5	3	1	1
D2	Persiapan Peralatan Kerja	10	6	2	4
D3	Pembuatan Jig	5	3	1	1
<b>E</b>	<b>Pre Assembly</b>				
E1	Pengelasan Komponen Frame – Frame	5	4	0.5	0.25
E2	Pengelasan Komponen BHD & Transom	5	4	0.5	0.25
E3	Pengelasan Komponen Deck	5	4	0.5	0.25
E4	Pengelasan Komponen Keel	5	4	0.5	0.25
E5	Pengelasan Komponen Engine Bed, FOT dan fwt	5	4	0.5	0.25
<b>F</b>	<b>Hull Assembly</b>				
F1	Fit Up Frame – Frame, Transom dan BHD diatas Jig	5	4	0.5	0.25
F2	Pengelasan Center & Side Girder Plate	5	4	0.5	0.25
F3	Pengelasan Engine Foundation	5	4	0.5	0.25
F4	Pengelasan Longitudinal Bottom Frame	5	4	0.5	0.25
F5	Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar & Floor Deck	5	4	0.5	0.25
F6	Pengelasan Bottom Sheel Plate	10	8	1	1
F7	Pengelasan Topside Sheel Plate	5	4	0.5	0.25
<b>G</b>	<b>Turning</b>				
G1	Persiapan Temporary Support	5	4	0.5	0.25
G2	Turning Hull	5	4	0.5	0.25
<b>H</b>	<b>Assembly Deck</b>				

Tabel 4. 6 Perhitungan Buffer

ID	Kegiatan	Durasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	((S-A)/2) <sup>2</sup>
H1	Assembly & Pengelasan Brige Deck	10	8	1	1
H2	Assembly Bellow Deck	5	4	0.5	0.25
H3	Pemasangan FOW dan FWT	5	4	0.5	0.25
H4	Pengelasan Piping System	10	8	1	1
<b>I</b>	<b>Outfitting Installation</b>				
I1	Install OBM & Fuel System	5	4	0.5	0.25
I2	Install Electrical cable, Lighting, Panel, dan Steering System	5	4	0.5	0.25
<b>J</b>	<b>Interior</b>	25	24	0.5	0.25
<b>K</b>	<b>Painting</b>	30	28	1	1
<b>L</b>	<b>Peluncuran dan Pelatihan</b>	5	4	0.5	0.25
<b>M</b>	<b>Sea Trial (HAT &amp; SAT), Penyempurnaan dan Delivery</b>	5	4	0.5	0.25

Pada metode CCPM terdapat 2 jenis *buffer* yang digunakan yaitu:

1. *Project Buffer*, Diletakkan di akhir lintasan kritis yang berguna untuk melindungi lintasan kritis dari keterlambatan.
2. *Feeding Buffer*, Diletakkan pada akhir lintasan non-kritis sebelum memasuki lintasan kritis.

Dari hasil analisa *Network Planning* kita bisa menentukan penempatan dari *Feeding Buffer* dan *Project Buffer* yang dapat dilihat pada Tabel 4. 10

Tabel 4. 7 Penempatan Buffer

No	<i>Buffer</i>	<i>Buffer Placement (Network Planning)</i>
1	Feeding Buffer 1	B7 – B8 – <b>FB1</b>
2	Feeding Buffer 2	B3 – <b>FB2</b>
3	Feeding Buffer 3	B5 – <b>FB3</b>
4	Feeding Buffer 4	B6 – <b>FB4</b>
5	Feeding Buffer 5	A1 – A2 – A3 – A4 – A5 – A6 – A7 – A8 – <b>FB5</b>
6	Feeding Buffer 6	B1 – B2 – B4 – <b>FB6</b>
7	Feeding Buffer 7A	G2 - H4 - I1 - I2 – <b>FB7</b>
8	Feeding Buffer 7B	G2 – H2 – H3 – I1 – I2 – <b>FB7</b>
9	Feeding Buffer 7C	G2 – H2 – H3 – I1 – I2 – <b>FB7</b>

Tabel 4. 7 Penempatan Buffer

No	Buffer	Buffer Placement (Network Planning)
10	Project Buffer	D1 - D2 - C2 - E1 - E2 - E4 - E5 - F3 - F4 - F5 - F7 - K - L - M - <b>PB</b>
11	Project Buffer	D1 - D2 - C2 - E1 - E2 - E4 - E5 - F3 - F4 - F6 - G1 - J - L - M - <b>PB</b>
12	Project Buffer	D1 - D2 - C2 - E1 - E3 - F1 - F2 - F3 - F4 - F5 - F7 - K - L - M - <b>PB</b>
13	Project Buffer	D1 - D2 - C2 - E1 - E3 - F1 - F2 - F3 - F4 - F6 - G1 - J - L - M - <b>PB</b>

#### 4.4.4.1 Perhitungan Feeding Buffer

*Feeding Buffer* diletakkan pada akhir lintasan non-kritis sebelum memasuki lintasan kritis. Dengan memasukkan *feeding buffer*, lintasan non-kritis memiliki waktu pengaman untuk menghindari keterlambatan sehingga tidak mengganggu lintasan kritis. Besarnya *feeding buffer* dihitung menggunakan persamaan 4.1 dengan hasil yang dapat dilihat pada table 4.8 sampai 4.16 berikut.

Tabel 4. 8 Perhitungan Feeding Buffer 1

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	$((S-A)/2)^2$
B7	Pengadaan Equipment Cat	START	20	10	5	25
B8	Pengadaan Equipment Geladak	START	20	10	5	25
Total						50
Durasi <i>feeding buffer</i> 1 (Days)						14,14

Tabel 4. 9 Perhitungan Feeding Buffer 2

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	$((S-A)/2)^2$
B3	Pengadaan Equipment Cat	START	30	15	7.5	56.25
Total						56,25
Durasi <i>feeding buffer</i> 2 (Days)						15

Tabel 4. 10 Perhitungan Feeding Buffer 3

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durrasi CCPM (Days)	(S-A)/2	((S-A)/2) <sup>2</sup>
B5	Pengadaan Pompa-Pompa	START	35	17.5	8.75	76.56
Total						76.56
<i>Durrasi feeding buffer 3 (Days)</i>						17,49

Tabel 4. 11 Perhitungan Feeding Buffer 4

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durrasi CCPM (Days)	(S-A)/2	((S-A)/2) <sup>2</sup>
B6	Pengadaan Equipment Interior	START	40	20	10	100
Total						100
<i>Durrasi feeding buffer 4 (Days)</i>						20

Tabel 4. 12 Perhitungan Feeding Buffer 5

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durrasi CCPM (Days)	(S-A)/2	((S-A)/2) <sup>2</sup>
A1	Lines Plan	START	5	3	1	1
A2	General Arrangement	A1	5	3	1	1
A3	Construction Profile	A2	5	3	1	1
A4	Frame Section	A3	5	3	1	1
A5	Bulkhead Section & Midship Section	A4	5	3	1	1
A6	FOT & FWT System	A5	5	3	1	1
A7	Bilge System	A6	5	3	1	1
A8	Seawage & Sanitary System	A7	5	3	1	1
Total						8
<i>Durrasi feeding buffer 5 (Days)</i>						5,65

Tabel 4. 13 Perhitungan Feeding Buffer 6

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	$((S-A)/2)^2$
B1	Pengadaan OBM & Equipment	START	60	30	15	225
B2	Pengadaan Electrical System	START	60	30	15	225
B4	Pengadaan Navigation & Communication System	START	60	30	15	225
Total						675
Durasi <i>feeding buffer</i> 6 (Days)						51,96

Tabel 4. 14 Perhitungan Feeding Buffer 7

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	$((S-A)/2)^2$
G2	Turning Hull	F6	5	4	0.5	0.25
H4	Pengelasan Piping System	G2	10	8	1	1
I1	Install OBM & Fuel System	H3,H4	5	4	0.5	0.25
I2	Install Electrical cable, Lighting, Panel, dan Steering System	I1	5	4	0.5	0.25
Total						1,75
Durasi <i>feeding buffer</i> 7 (Days)						2.64

Tabel 4. 15 Perhitungan Feeding Buffer 8

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	$((S-A)/2)^2$
G2	Turning Hull	F6	5	4	0.5	0.25
H2	Assembly Bellow Deck	G2	5	4	0.5	0.25
H3	Pemasangan FOW dan FWT	H1,H2	5	4	0.5	0.25
I1	Install OBM & Fuel System	H3,H4	5	4	0.5	0.25



Tabel 4. 15 Perhitungan Feeding Buffer 8

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	$((S-A)/2)^2$
I2	Install Electrical cable, Lighting, Panel, dan Steering System	I1	5	4	0.5	0.25
Total						1,25
Durasi <i>feeding buffer</i> 8 (Days)						2,23

Tabel 4. 16 Perhitungan Feeding Buffer 9

ID	Kegiatan	Predecessor	Durrasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	$((S-A)/2)^2$
H1	Assembly & Pengelasan Brige Deck	F6	10	8	1	1
H3	Pemasangan FOW dan FWT	H1,H2	5	4	0.5	0.25
I1	Install OBM & Fuel System	H3,H4	5	4	0.5	0.25
I2	Install Electrical cable, Lighting, Panel, dan Steering System	I1	5	4	0.5	0.25
Total						1,75
Durasi <i>feeding buffer</i> 9 (Days)						2,64

Dari hasil perhitungan *feeding buffer* pada Table 4.8 sampai dengan 4.16 maka dapat dirangkum pada Table 4.17

Tabel 4. 17 Feeding Buffer Summary

No	Buffer	Buffer Placement (Network Planning)	Durasi Feeding Buffer (Days)
1	Feeding Buffer 1	B7 – B8 – <b>FB1</b>	14,14
2	Feeding Buffer 2	B3 – <b>FB2</b>	15
3	Feeding Buffer 3	B5 – <b>FB3</b>	17,49

No	Buffer	Buffer Placement (Network Planning)	Durasi Feeding Buffer (Days)
4	Feeding Buffer 4	B6 – <b>FB4</b>	20
5	Feeding Buffer 5	A1 – A2 – A3 – A4 – A5 – A6 – A7 – A8 – <b>FB5</b>	5,65
6	Feeding Buffer 6	B1 – B2 – B4 – <b>FB6</b>	5,96
7	Feeding Buffer 7A	G2 - H4 - I1 - I2 – <b>FB7</b>	2,64
8	Feeding Buffer 7B	G2 – H2 – H3 – I1 – I2 – <b>FB7</b>	2,23
9	Feeding Buffer 7C	G2 – H2 – H3 – I1 – I2 – <b>FB7</b>	2,64

#### 4.4.4.2 Perhitungan Project Buffer

Setelah menghitung *feeding buffer*, selanjutnya dilakukan perhitungan *project buffer*. *Project Buffer* ini ditempatkan pada akhir lintasan kritis atau pada akhir proyek untuk melindungi durasi total penyelesaian proyek. Analisa untuk menentukan *Project Buffer* dilakukan pada setiap kegiatan yang memiliki total float = 0 atau kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Besarnya *project buffer* dihitung menggunakan persamaan 4.1 dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4. 18 Perhitungan Project Buffer

ID	Kegiatan	Durasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	(S-A)/2	$((S-A)/2)^2$	Float
C2	Pemotongan Aluminium Plate	10	8	1	1	0
D1	Persiapan Tempat kerja	5	3	1	1	0
D2	Persiapan Peralatan Kerja	10	6	2	4	0
E1	Pengelasan komponen frame - frame	5	4	0.5	0.25	0
E2	Pengelasan komponen BHD & Transom	5	4	0.5	0.25	0
E3	Pengelasan komponen deck	5	4	0.5	0.25	0
E4	Pengelasan komponen Keel	5	4	0.5	0.25	0
E5	Pengelasan komponen engine bed, FOT, FWT	5	4	0.5	0.25	0

Tabel 4. 18 Perhitungan Project Buffer

ID	Kegiatan	Durasi Aman (Days)	Durasi CCPM (Days)	$(S-A)/2$	$((S-A)/2)^2$	Float
F1	Fit up Frame - Frame, Transom dan BHD di atas jig	5	4	0.5	0.25	0
F2	Pengelasan Center Girder & Side Girder plate	5	4	0.5	0.25	0
F3	Pengelasan Engine Foundation	5	4	0.5	0.25	0
F4	Pengelasan Longitudinal Bottom Frame	5	4	0.5	0.25	0
F5	Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar, Floor Deck	5	4	0.5	0.25	0
F6	Pengelasan Bottom Sheel Plate	10	8	1	1	0
F7	Pengelasan Topside Sheel Plate	5	4	0.5	0.25	0
G1	Persiapan Temporary Support	5	4	0.5	0.25	0
J	INTERIOR	25	24	0.5	0.25	0
K	PAINTING	30	28	1	1	0
L	PELUNCURAN & PELATIHAN	5	4	0.5	0.25	0
M	SEA TRIAL & DELIVERY	5	4	0.5	0.25	0

Dengan menggunakan persamaan 4.1 maka dapat dilakukan perhitungan *project buffer* pada 4 lintasan kritis yang sudah ditentukan sebelumnya. Hasil dari perhitungan *project buffer* dapat dilihat pada Table 4.19

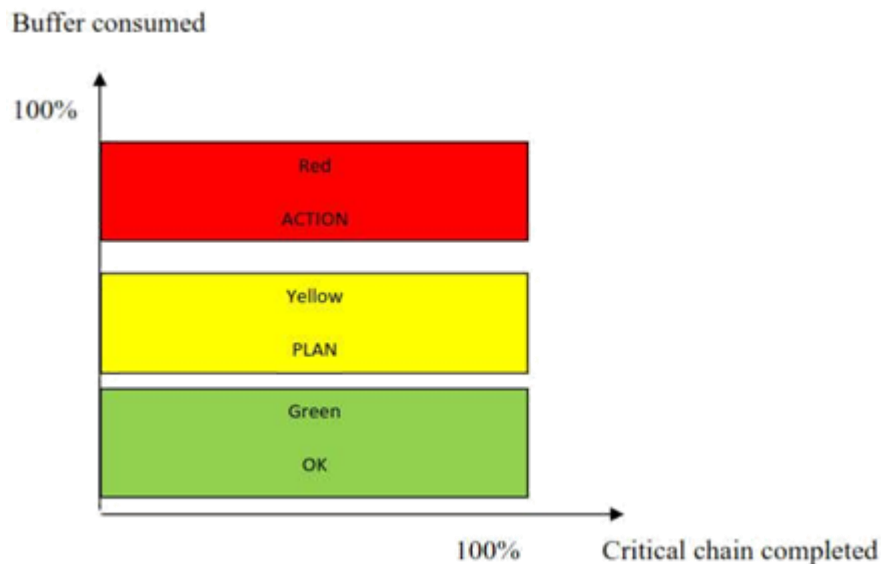
Tabel 4. 19 Project Buffer Summary

Lintasan	Lintasan Kritis	$((S-A)/2)^2$	Durasi Project Buffer (Days)
Lintasan 1	D1 - D2 - C2 - E1 - E2 - E4 - E5 - F3 - F4 - F5 - F7 - K - L - M - <b>PB</b>	9.5	6,16
Lintasan 2	D1 - D2 - C2 - E1 - E2 - E4 - E5 - F3 - F4 - F6 - G1 - J - L - M - <b>PB</b>	9.5	6,16
Lintasan 3	D1 - D2 - C2 - E1 - E3 - F1 - F2 - F3 - F4 - F5 - F7 - K - L - M - <b>PB</b>	9.5	6,16
Lintasan 4	D1 - D2 - C2 - E1 - E3 - F1 - F2 - F3 - F4 - F6 - G1 - J - L - M - <b>PB</b>	9.5	6,16

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.19 didapat durasi *project buffer* yang sama yaitu sebesar 6,16 hari atau sama dengan **6** hari.

#### 4.4.5 Analisa Buffer Management

Analisa ini digunakan untuk memantau jadwal yang sudah ada pada *Network Planning* ketika proyek di eksekusi. Pada penerapan metode CCPM hanya diperlukan pengawasan pada *project buffer*, berbeda dengan beberapa metode penjadwalan yang lain, dimana harus dilakukan pengawasan terhadap keseluruhan kegiatan pada proyek. Manajemen buffer sendiri berguna untuk menjaga keandalan dari jadwal proyek tetapi tidak merubah lintasan kritis yang sudah ada.



Gambar 4. 1 Zonasi Penggunaan Buffer

Management buffer dibagi menjadi 3 bagian yang sama besar, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2 dibedakan menjadi beberapa warna: hijau, kuning, dan merah. Warna hijau menandakan area mulai dari awal hingga satu per tiga pemakaian project buffer, area hijau ini menunjukkan area yang relatif aman dimana tidak diperlukan mengambil tindakan. Warna kuning menunjukkan zona transisi dimana ketika memasuki zona ini, harus sudah merencanakan tindakan pencegahan jika konsumsi project buffer dinilai berlebihan. Tindakan pencegahan dapat dimulai dengan mengidentifikasi masalah dan selanjutnya membuat strategi untuk meminimalisir

penggunaan waktu buffer. Warna merah menunjukkan dimana tindakan yang sudah direncanakan pada zona kuning harus segera di eksekusi.

Berdasarkan perhitungan dan Analisa pada sub bab sebelumnya telah didapatkan besarnya *project buffer* yaitu selama 6,16 hari. Dari hasil tersebut selanjutnya akan dibagi tiga sama besar dan akan diklasifikasikan sesuai zona masing-masing.

Tabel 4. 20 Penggunaan Buffer

<i>Buffer Region</i>	<i>Range</i>	<i>Project Buffer (Days)</i>	<i>Used Duration (Days)</i>
Green	0 % - 33 %	6	< 1,98
Yellow	34 % - 67 %	6	1,98 – 4,02
Red	68% - 100 %	6	> 4,02

Penggunaan durasi *buffer* sangat membantu pihak pelaksana proyek dalam mengambil tindakan. Hal ini menjadi sangat penting untuk menghindari resiko terjadinya keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Pada Tabel 4.23 dapat diambil kesimpulan ketika *project buffer* sudah digunakan lebih dari 4 hari atau sudah memasuki zona merah, maka pihak pelaksana proyek harus mengambil tindakan.

#### 4.5 Analisa menggunakan Project Evaluation and Review Technique (PERT)

Analisa dengan menggunakan metode PERT digunakan untuk menghitung probabilitas proyek dapat selesai tepat waktu. Jika pada metode CCPM menggunakan satu waktu pasti, metode PERT menggunakan tiga perkiraan waktu. Tujuan digunakannya tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang yang lebih lebar dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan disbanding satu angka deterministik. Menurut Suharto (1999) tiga kurun waktu yang dimaksud, waktu optimistik (a) adalah waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan lancar, waktu paling mungkin (m) adalah kurun waktu yang paling sering terjadi dibandingkan

yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang sama, waktu pesimistik ( $b$ ) adalah waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatu tidak berjalan dengan baik.

#### **4.5.1 Penentuan tiga estimasi waktu metode PERT**

Jika pada metode CCPM menggunakan satu estimasi waktu pasti, maka metode PERT menggunakan tiga estimasi waktu. Menurut (Suharto, 1999) mengingat besarnya pengaruh angka-angka  $a, b$ , dan  $m$  dalam metode PERT, maka ada 3 hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan estimasi besarnya angka-angka tersebut, diantaranya:

1. Estimator perlu mengetahui fungsi dari  $a, b$ , dan  $m$  dalam hubungannya dengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya terhadap metode PERT secara keseluruhan. Bila tidak, dikhawatirkan akan mengambil angka estimasi kurun waktu yang tidak sesuai.
2. Di dalam proses estimasi angka-angka  $a, b$ , dan  $m$  bagi masing-masing kegiatan, jangan sampai dipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
3. Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu (*historical record*), maka data demikian akan berguna untuk bahan pembandingan dan banyak membantu mendapatkan hasil yang lebih meyakinkan. Dengan syarat data-data tersebut cukup banyak secara kuantitatif dan kondisi kedua peristiwa yang bersangkutan tidak banyak berbeda.

Jadi yang perlu ditekankan pada bagian ini adalah estimasi angka  $a, b$ , dan  $m$  hendaknya bersifat berdiri sendiri dan terbebas dari pertimbangan – pertimbangan pengaruhnya terhadap kegiatan lain, ataupun terhadap jadwal proyek secara keseluruhan.

Tabel 4. 21 Estimasi waktu pada PERT

ID	Jenis Kegiatan	A (days)	M (days)	B (days)
C2	Pemotongan Aluminium Plate	8	10	15
D1	Persiapan Tempat kerja	3	5	8
D2	Persiapan Peralatan Kerja	6	10	11
E1	Pengelasan komponen frame – frame	4	5	8
E2	Pengelasan komponen BHD & Transom	4	5	8
E3	Pengelasan komponen deck	4	5	8
E4	Pengelasan komponen Keel	4	5	8
E5	Pengelasan komponen engine bed, FOT, FWT	4	5	8
F1	Fit up Frame - Frame, Transom dan BHD di atas jig	4	5	8
F2	Pengelasan Center Girder & Side Girder plate	4	5	8
F3	Pengelasan Engine Foundation	4	5	8
F4	Pengelasan Longitudinal Bottom Frame	4	5	8
F5	Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar, Floor Deck	4	5	8
F6	Pengelasan Bottom Sheel Plate	8	10	13
F7	Pengelasan Topside Sheel Plate	4	5	8
G1	Persiapan Temporary Support	4	5	8
J	INTERIOR	24	25	32
K	PAINTING	28	30	37
L	PELUNCURAN & PELATIHAN	4	5	8
M	SEA TRIAL & DELIVERY	4	5	8

#### 4.5.2 Menentukan TE

TE adalah kurun waktu yang diharapkan (*expected duration time*). Dalam menentukan TE dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistik (a) dan pesimistik (b) adalah sama. Sedangkan kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin adalah 4 kali lebih besar dari peristiwa optimistik dan pesimistik sehingga apabila dijumlah akan bernilai 6 (enam). Menurut (Suharto, 1999) persamaan yang digunakan dalam menentukan *te* adalah:

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \quad (4.2)$$

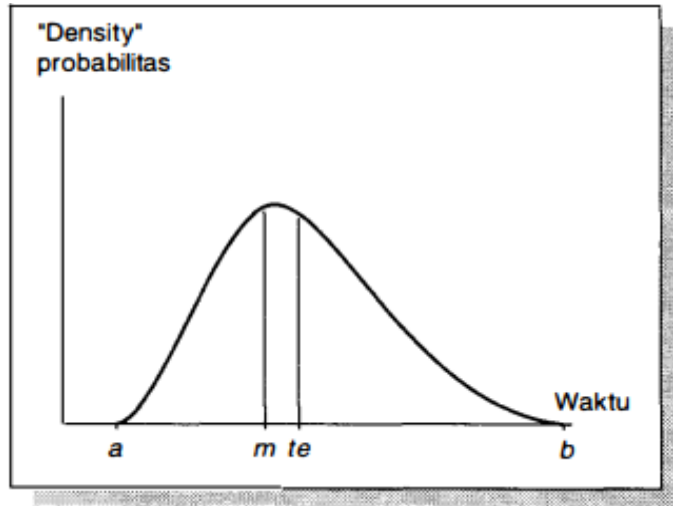
Dimana:

*a* = kurun waktu optimisitk

$m$  = kurun waktu paling mungkin

$b$  = kurun waktu pesimistik

$te$  = kurun waktu yang diharapkan



Gambar 4. 2 Kurva distribusi dengan letak  $a$ ,  $b$ ,  $m$  dan  $te$

Tabel 4. 22 Besar TE ( Waktu yang diharapkan)

ID	Aktivitas	$a$ (Days)	$m$ (Days)	$b$ (Days)	$te = \frac{a+4m+b}{6}$
C2	Pemotongan Aluminium Plate	8	10	15	10.5
D1	Persiapan Tempat kerja	3	5	8	5.17
D2	Persiapan Peralatan Kerja	6	10	11	9.5
E1	Pengelasan komponen frame - frame	4	5	8	5.33
E2	Pengelasan komponen BHD & Transom	4	5	8	5.33
E3	Pengelasan komponen deck	4	5	8	5.33
E4	Pengelasan komponen Keel	4	5	8	5.33
E5	Pengelasan komponen engine bed, FOT, FWT	4	5	8	5.33
F1	Fit up Frame - Frame, Transom dan BHD di atas jig	4	5	8	5.33
F2	Pengelasan Center Girder & Side Girder plate	4	5	8	5.33
F3	Pengelasan Engine Foundation	4	5	8	5.33



Tabel 4. 22 Besar TE ( Waktu yang diharapkan)

ID	Aktivitas	<i>a</i> (Days)	<i>m</i> (Days)	<i>b</i> (Days)	$te = \frac{a+4m+b}{6}$
F4	Pengelasan Longtudinal Bottom Frame	4	5	8	5.33
F5	Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar, Floor Deck	4	5	8	5.33
F6	Pengelasan Bottom Sheel Plate	8	10	13	10.17
F7	Pengelasan Topside Sheel Plate	4	5	8	5.33
G1	Persiapan Temporary Support	4	5	8	5.33
J	INTERIOR	28	30	37	26
K	PAINTING	20	25	30	30.83
L	PELUNCURAN & PELATIHAN	4	5	8	5.33
M	SEA TRIAL & DELIVERY	4	5	8	5.33

Dari hasil analisa penjadwalan dengan metode PERT tanpa mengubah *network planning* dan lintasan kritis, maka dapat diketahui waktu yang diharapkan (TE) adalah selama 104 hari.

#### 4.5.3 Menentukan Standar Deviasi dan Varians

Estimasi kurun waktu yang dilakukan pada metode PERT memakai rentang waktu. Menentukan rentang waktu yang dimaksudkan bukanlah hal yang relatif mudah. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan kurun waktu setiap kegiatan. Besarnya ketidakpastian ini bergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk *a* (waktu optimis) dan *b* (waktu pesimis). Menurut (Suharto, 1999) persamaan yang digunakan dalam menentukan Varians dan Standar deviasi daalah sebagai berikut

$$V(te) = \left(\frac{1}{6}(b - a)\right)^2 \quad (4.3)$$

$$V(te) = S^2 \quad (4.4)$$

Dimana:

$S$  = Standar Deviasi

$V(te)$  = Varians

$a$  = Waktu optimistik

$b$  = Waktu pesimistik

Tabel 4. 23 Varians dan Standar deviasi

ID	Aktivitas	$a$ (Days)	$b$ (Days)	$\frac{1}{6}(b - a)$	$\frac{1}{6}(b - a)^2$
C2	Pemotongan Aluminium Plate	8	15	1.17	1.36
D1	Persiapan Tempat kerja	3	8	0.83	0.69
D2	Persiapan Peralatan Kerja	6	11	0.83	0.69
E1	Pengelasan komponen frame - frame	4	8	0.67	0.44
E2	Pengelasan komponen BHD & Transom	4	8	0.67	0.44
E3	Pengelasan komponen deck	4	8	0.67	0.44
E4	Pengelasan komponen Keel	4	8	0.67	0.44
E5	Pengelasan komponen engine bed, FOT, FWT	4	8	0.67	0.44
F1	Fit up Frame - Frame, Transom dan BHD di atas jig	4	8	0.67	0.44
F2	Pengelasan Center Girder & Side Girder plate	4	8	0.67	0.44
F3	Pengelasan Engine Foundation	4	8	0.67	0.44
F4	Pengelasan Longitudinal Bottom Frame	4	8	0.67	0.44
F5	Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar, Floor Deck	4	8	0.67	0.44
F6	Pengelasan Bottom Sheel Plate	8	13	0.83	0.69
F7	Pengelasan Topside Sheel Plate	4	8	0.67	0.44
G1	Persiapan Temporary Support	4	8	0.67	0.44
J	INTERIOR	15	20	25	1.78
K	PAINTING	28	37	1.5	2.25
L	PELUNCURAN & PELATIHAN	4	8	0.67	0.44
M	SEA TRIAL & DELIVERY	4	8	0.67	0.44
$\sum V (te)$				9.22	
Standard Deviasi				3.04	

Dari table diatas dapat diketahui total varians  $\sum V(te) = 9.22$  dan deviasi standar (S) = 3.04. Dari sifat kurva distribusi normal dimana 99,7% area terletak dalam rentang 6S atau (TE – 3S) dan (TE + 3S) maka besar rentang 3S adalah  $3 \times 3.04 = 9.12$ . Maka kurun waktu penyelesaian proyek menurut metode PERT adalah  $104 \pm 9.12$  hari. Perkiraan penyelesaian proyek paling cepat adalah  $104 - 9.12 = 94,88$  hari ~ 95 hari, sedangkan perkiraan proyek paling lambat selesai adalah  $104 + 9.12 = 113,12$  hari ~ 114 hari. Pada penelitian ini, target penyelesaian proyek yang ingin dicapai adalah kurung waktu yang paling lama T(d) = 114 hari.

Menurut (Suharto, 1999), hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) pada metode PERT dinyatakan dengan z dan dan dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S} \quad (4.5)$$

$$Z = \frac{114 - 104}{3.04}$$

$$\mathbf{Z = 3.28}$$

Dimana:

T(d) : Durasi target penyelesaian proyek

TE : Waktu yang diharapkan menurut metode PERT

S : Deviasi standar

Z : Peluang penyelesaian proyek (dapat dilihat di table distribusi normal Z)

Dengan angka  $Z = 3,28$  (lihat tabel distribusi normal z) diperoleh angka “probabilitas” sebesar 0,994. Hal ini berarti kemungkinan (*probability*) proyek selesai pada target T(d) = 114 adalah sebesar 99,4 persen. Dengan catatan pada penelitian ini kemungkinan di atas mengesampingkan adanya usaha – usaha tambahan guna mempercepat penyelesaian setiap kegiatannya, misalnya dengan penambahan pekerja.

Tabel 4. 24 Target dan Kemungkinan Penyelesaian Proyek

T(d) (Days)	Deviasi Z	Distribusi Normal Komulatif	Probabilitas (%)
90	-4.61	0.0000020	0.00020
<b>91</b>	<b>-4.28</b>	<b>0.0000093</b>	<b>0.00093</b>
92	-3.95	0.000039	0.0039
93	-3.62	0.00015	0.015
94	-3.29	0.0005	0.05
95	-2.96	0.0016	0.16
96	-2.63	0.0043	0.43
97	-2.30	0.0107	1.07
98	-1.97	0.0244	2.44
99	-1.64	0.0505	5.05
100	-1.32	0.0934	9.34
101	-0.99	0.1611	16.11
102	-0.66	0.2546	25.46
103	-0.33	0.3707	37.07
104	0.00	0.5	50
<b>105</b>	<b>0.33</b>	<b>0.6293</b>	<b>62.93</b>
106	0.66	0.7454	74.54
107	0.99	0.8389	83.89
108	1.32	0.9066	90.66

Dari hasil analisis pada Tabel 4.24 dapat disimpulkan:

1. Kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 91 hari (metode CCPM) adalah 0.00093%
2. Kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 105 hari (menurut kontrak proyek sebenarnya) adalah 62.93%

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan keseluruhan hasil Analisa yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Durasi total proyek pembangunan Kapal Pandu Srikandi 003 yang didapatkan menggunakan metode *Critical Chain Project Management (CCPM)* adalah selama **91 hari**.
2. Dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management (CCPM)* pada proyek pembangunan Kapal Pandu Srikandi 003 diketahui kegiatan Pemotongan Aluminium Plate, Persiapan Tempat kerja, Persiapan Peralatan Kerja, Pengelasan komponen frame – frame, Pengelasan komponen BHD & Transom, Pengelasan komponen deck, Pengelasan komponen Keel, Pengelasan komponen engine bed, FOT, FWT, Pengelasan Center Girder & Side Girder Plate, Pengelasan Engine Foundation, Pengelasan Longitudinal Bottom Frame, Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar, Floor Deck, Pengelasan Bottom Sheel Plate, Pengelasan Topside Sheel Plate, Persiapan Temporary Support, INTERIOR, PAINTING, PELUNCURAN & PELATIHAN, SEA TRIAL & DELIVERY berada pada Lintasan Kritis.
3. Berdasarkan hasil Analisa menggunakan metode *PERT* penyelesaian proyek paling cepat adalah **95 hari**, sedangkan perkiraan proyek paling lambat selesai adalah **114 hari**. Selanjutnya, didapatkan probabilitas penyelesaian proyek dapat selesai tepat waktu yaitu dalam jangka waktu **91 hari** (menurut metode CCPM) adalah **0.00093%**, dalam jangka waktu **105 hari** (menurut kontrak proyek) adalah **62.93%**.

## 5.2 Saran

Pada penjadwalan proyek dapat dilakukan dengan PDM dikarenakan menunjukkan hubungan antar kegiatan yang lebih beragam FF (Finish to Finish), SS (Start to Start), FS (Finish to Start), SF (Start to Finish). Selanjutnya dilakukan *risk assessment* untuk mengetahui resiko – resiko yang dapat mempengaruhi konsumsi *buffer*, dan tindakan pencegahan untuk memudahkan pengawasan proyek.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amirulloh, Reza Hervindra. 2017. *Studi Percepatan Durasi Pengerjaan Proyek Pembangunan Kapal Niaga Di PT. PAL Indonesia*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Aulady, Mohamad. 2016. *Perbandingan Durasi Waktu Proyek Konstruksi antara Metode CPM dengan Metode CCPM*. Jurusan Teknik Sipil, ITATS. Surabaya
- Badri, Sofwan. 1988. *Dasar-Dasar Network Planning*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Barihazim, Raihan. 2018. *Ananlisa Perencanaan Proyek Decommissioning Pada Production Barge "Seagood 101"*. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya
- Dipohusodo, Istimawan. 1996 *Manajemen Proyek & Konstruksi*. Yogyakarta.
- Goldratt, E. M. 1997. *Critical Chain*. Massachusetts: North River Press.
- Krishnawati, Widya. 2017. *Pencalonan Kembali Indonesia Sebagai Anggota Dewan IMO Kategori C Periode Tahun 2018-2019*. [Www.Setkab.Go.Id](http://www.setkab.go.id).
- Lawrence, J., & Pasternack, B. 2001. *Apllied Management Science: Modeling, Spreadsheet Analysis, and Communication For Decision Making*. United States of America:John Wiler and Son.
- Leach, L. P. 2000. *Critical Chain Management*. Boston: Artech House.
- Misrali et al, 2015. *Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung Klas di Fakultas Ekonomi Universitas Jember dengan metode PERT"*, Universitas Jember.
- Newbold, R. C. 1998. *Project Management in the Fast Lane: Applying the Theory of Constraints*. Florida: St. Lucie Press.

- Ramanda, Ryan. 2015. *Penerapan Critical Chain Project Management Untuk Mengatasi Masalah Mulri Proyek Dengan Keterbatasan Resources di PT BERKAT MANUNGGAL JAYA*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM 21 Tahun 2015 Tentang Penyelenggaraan Pelabuhan*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Santosa, Budi. 2009. *Manajemen Proyek(Konsep dan Implementasi)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soeharto, Imam. 1999. *Management Proyek dari Konsep Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Somantri, Agus. 2005. *Studi Tentang Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Penambahan Ruang Kelas di POLITEKNIK Manufaktur pada PT. Haryang Kuning*. Skripsi
- Syahrizal. 2014. *Acceleration Time Analysis Of Project Work On Optimum Structure With Additional Cost*. Journal Od Civil Engineering Research, 4(3A): 208-213, Medan.
- Teknika, Rian. 2014. *Evaluasi Pengendalian Waktu dan Biaya menggunakan metode PERT pada pelaksanaan pekerjaan jembatan di Desa Pengkol Kecamatan Karanggede*. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Valikoniene, L. 2014. *Resource Buffer in Critical Chain Project Management*. Thesis. Faculty of Engineering and Phisycal Science University of Manchester, Manchester.



**LAMPIRAN A**  
**PENJADWALAN MICROSOFT PROJECT**  
**CCPM**

ID	Task Mode	Task Name	Du	Start	Finish	Qtr 1, 2019					Qtr 2, 2019	
						Nov	Dec	Jan	Feb	Mar		Apr
1		<b>DESIGN &amp; APPROVAL BKI CLAS</b>										
2		A1 Lines Plan	3	Mon 12/3/18	Wed 12/5/18							
3		A2 General Arrangement	3	Thu 12/6/18	Mon 12/10/18							
4		A3 Contruccion Profile	3	Tue 12/11/18	Thu 12/13/18							
5		A4 Frame Section	3	Fri 12/14/18	Tue 12/18/18							
6		A5 Bulkhead Section & Midship Section	3	Wed 12/19/18	Fri 12/21/18							
7		A6 FOT dan FWT System	3	Mon 12/24/18	Wed 12/26/18							
8		A7 Bilge System	3	Thu 12/27/18	Mon 12/31/18							
9		A8 Seawage & Sanitary system	3	Tue 1/1/19	Thu 1/3/19							
10		<b>PERSIAPAN PENGADAAN MATERIAL MISC</b>										
11		B1 Pengadaan OBM & EQUIPMENT	30	Mon 12/3/18	Fri 1/11/19							
12		B2 Pengadaan Electrical System	30	Mon 12/3/18	Fri 1/11/19							
13		B3 Pengadaan Piping System	15	Mon 12/3/18	Fri 12/21/18							
14		B4 Pengadaan Navigation & komunication System	30	Mon 12/3/18	Fri 1/11/19							
15		B5 Pengadaan Pompa-pompa	17	Mon 12/3/18	Wed 12/26/18							
16		B6 Pengadaan Equipment Interior	20	Mon 12/3/18	Fri 12/28/18							
17		B7 Pengadaan Equipment Cat	10	Mon 12/3/18	Fri 12/14/18							
18		B8 Pengadaan Equipment Geladak	10	Mon 12/3/18	Fri 12/14/18							
19		<b>PERSIAPAN PEMOTONGAN ALUMINIUM PLATE</b>										
20		C1 Pembuatan Nesting Plan W/ CNC	8	Mon 12/3/18	Wed 12/12/18							
21		<b>C2 Pemotongan Aluminium Plate</b>	8	Fri 12/14/18	Tue 12/25/18							
22		<b>PERSIAPAN GALANGAN</b>										

SRIKANDI "003" PILOT BOAT CONSTRUCTION	Task		Inactive Summary		External Tasks	
	Split		Manual Task		External Milestone	
	Milestone		Duration-only		Deadline	
	Summary		Manual Summary Rollup		Critical	
	Project Summary		Manual Summary		Critical Split	
	Inactive Task		Start-only		Progress	
	Inactive Milestone		Finish-only		Manual Progress	

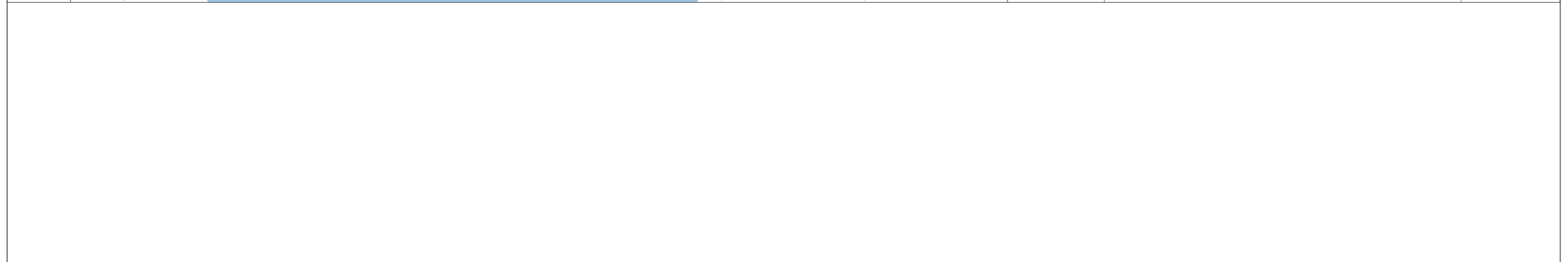
**LAMPIRAN A**

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Timeline					
						Nov	Dec	Qtr 1, 2019 Jan	Feb	Mar	Qtr 2, 2019 Apr
23		D1 Persiapan Tempat kerja	3 d	Mon 12/3/18	Wed 12/5/18						
24		D2 Persiapan Peralatan Kerja	6 d	Thu 12/6/18	Thu 12/13/18						
25		D3 Pembuatan Jig	3 d	Thu 12/6/18	Mon 12/10/18						
26		<b>PRE ASSEMBLY</b>									
27		E1 Pengelasan komponen frame - frame	4 d	Wed 12/26/18	Mon 12/31/18						
28		E2 Pengelasan komponen BHD & Transom	4 d	Tue 1/1/19	Fri 1/4/19						
29		E3 Pengelasan komponen deck	4 d	Tue 1/1/19	Fri 1/4/19						
30		E4 Pengelasan komponen Keel	4 d	Mon 1/7/19	Thu 1/10/19						
31		E5 Pengelasan komponen engine bed, FOT, FWT	4 d	Fri 1/11/19	Wed 1/16/19						
32		<b>HULL ASSEMBLY</b>									
33		F1 Fit up Frame - Frame, Transom dan BHD di atas jig	4 d	Mon 1/7/19	Thu 1/10/19						
34		F2 Pengelasan Center Girder & Side Girder plate	4 d	Fri 1/11/19	Wed 1/16/19						
35		F3 Pengelasan Engine Foundation	4 d	Thu 1/17/19	Tue 1/22/19						
36		F4 Pengelasan Longitudinal Bottom Frame	4 d	Wed 1/23/19	Mon 1/28/19						
37		F5 Pengelasan Longitudinal Topside Frame, T Bar, Floor Deck	4 d	Tue 1/29/19	Fri 2/1/19						
38		F6 Pengelasan Bottom Sheel Plate	8 d	Tue 1/29/19	Thu 2/7/19						
39		F7 Pengelasan Topside Sheel Plate	4 d	Mon 2/4/19	Thu 2/7/19						
40		<b>TURNING</b>									
41		G1 Persiapan Temporary Support	4 d	Fri 2/8/19	Wed 2/13/19						

SRIKANDI "003" PILOT BOAT CONSTRUCTION					
Task		Inactive Summary		External Tasks	
Split		Manual Task		External Milestone	
Milestone		Duration-only		Deadline	
Summary		Manual Summary Rollup		Critical	
Project Summary		Manual Summary		Critical Split	
Inactive Task		Start-only		Progress	
Inactive Milestone		Finish-only		Manual Progress	

**LAMPIRAN A**

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Qtr 1, 2019					Qtr 2, 2019	
						Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	
42		G2 Turning Hull	4	Fri 2/8/19	Wed 2/13/19							
43		<b>ASSEMBLY DECK</b>										
44		H1 Assembly & pengelasan Brige Deck	8	Fri 2/8/19	Tue 2/19/19							
45		H2 Assembly Bellow deck	4	Thu 2/14/19	Tue 2/19/19							
46		H3 Pemasangan FOT dan FWT	4	Wed 2/20/19	Mon 2/25/19							
47		H4 Pengelasan Piping System	8	Thu 2/14/19	Mon 2/25/19							
48		<b>OUTFITTING INSTALLATION</b>										
49		I1 Install OBM & FUEL SYSTEM	4	Tue 2/26/19	Fri 3/1/19							
50		I2 Install electrical cable, Lighting, Panel, Steering system	4	Mon 3/4/19	Thu 3/7/19							
51		<b>J INTERIOR</b>	24	Thu 2/14/19	Tue 3/19/19							
52		<b>K PAINTING</b>	28	Fri 2/8/19	Tue 3/19/19							
53		<b>L PELUNCURAN &amp; PELATIHAN</b>	4	Wed 3/20/19	Mon 3/25/19							
54		<b>M SEA TRIAL &amp; DELIVERY</b>	4	Tue 3/26/19	Fri 3/29/19							



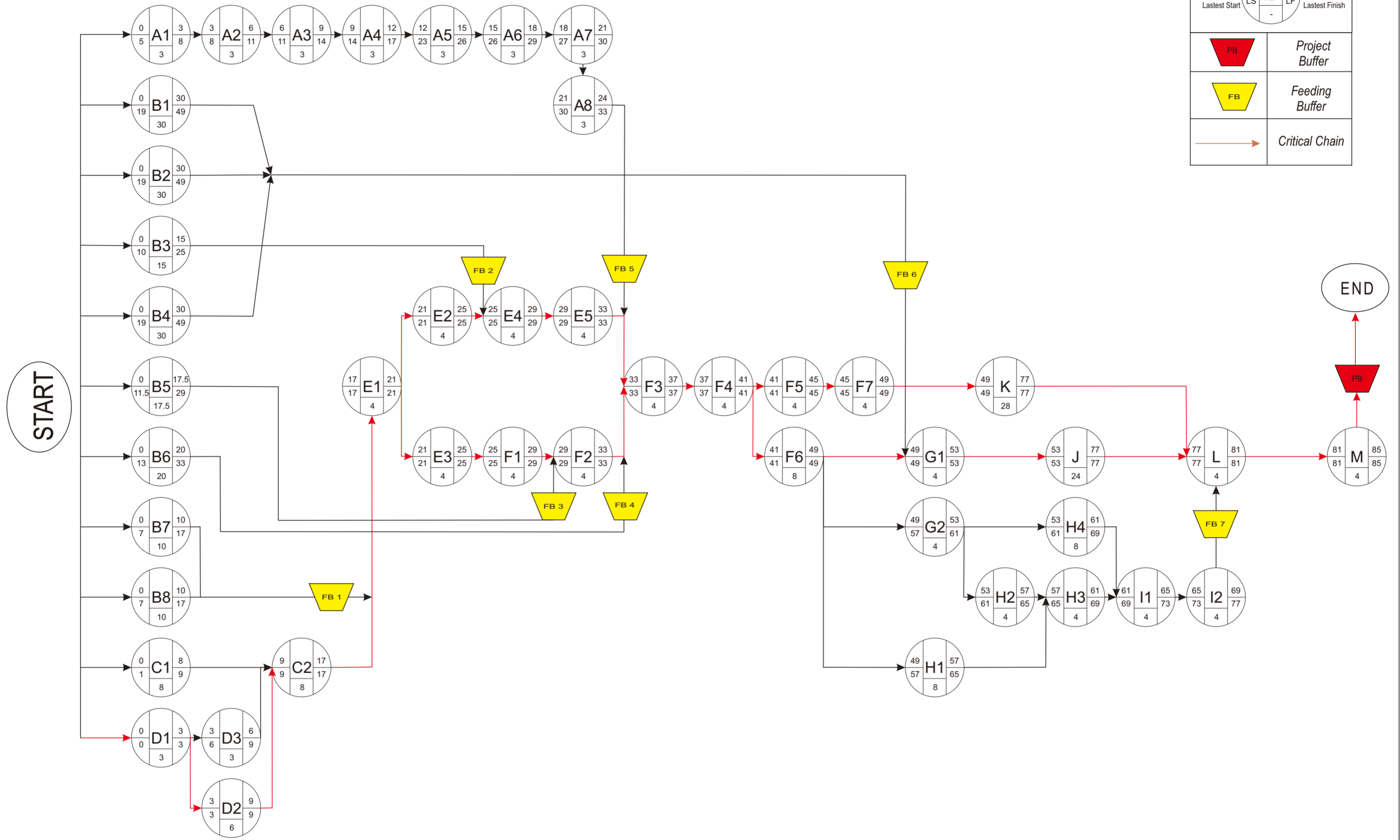
SRIKANDI "003" PILOT BOAT CONSTRUCTION	
Task	Inactive Summary  External Tasks
Split	Manual Task  External Milestone
Milestone	Duration-only  Deadline
Summary	Manual Summary Rollup  Critical
Project Summary	Manual Summary  Critical Split
Inactive Task	Start-only  Progress
Inactive Milestone	Finish-only  Manual Progress

**LAMPIRAN A**

**LAMPIRAN B**  
**NETWORK PLANNING CCPM**

## Pembangunan Kapal Pilot Boat "Srikandi" Network Planning - CCPM

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Earliest Start ES</td> <td style="text-align: center;">ID</td> <td style="text-align: center;">Earliest Finish EF</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Lastest Start LS</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">Lastest Finish LF</td> </tr> </table>	Earliest Start ES	ID	Earliest Finish EF	Lastest Start LS	-	Lastest Finish LF	
Earliest Start ES	ID	Earliest Finish EF					
Lastest Start LS	-	Lastest Finish LF					
	Project Buffer						
	Feeding Buffer						
	Critical Chain						



**LAMPIRAN C**  
**TABEL DISTRIBUSI NORMAL Z**

**DISTRIBUSI NORMAL KUMULATIF Z**

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
- 0	5000	4960	4920	4880	4840	4801	4761	4721	4681	4641
- 1	4002	4562	4522	4483	4443	4404	4364	4325	4285	4247
- 2	4207	4168	4129	4090	4052	4013	3974	3936	3897	3859
- 3	3821	3783	3745	3707	3669	3632	3594	3557	3520	3483
- 4	3446	3409	3372	3336	3300	3264	3228	3192	3156	3121
- 5	3085	3050	3015	2981	2946	2912	2877	2843	2810	2776
- 6	2743	2709	2676	2643	2611	2578	2546	2514	2483	2451
- 7	2420	2389	2358	2327	2297	2266	2236	2206	2177	2148
- 8	2119	2090	2061	2033	2005	1977	1949	1922	1894	1867
- 9	1841	1814	1788	1762	1736	1711	1685	1660	1635	1611
-1.0	1587	1562	1539	1515	1492	1469	1446	1423	1401	1379
-1.1	1357	1335	1314	1292	1271	1251	1230	1210	1190	1170
-1.2	1151	1131	1112	1093	1075	1056	1038	1020	1003	09853
-1.3	09680	09510	09342	09176	09012	08851	08691	08534	08379	08226
-1.4	08076	07927	07780	07636	07493	07353	07215	07078	06944	06811
-1.5	06681	06552	06426	06301	06178	06057	05938	05821	05705	05592
-1.6	05480	05370	05262	05155	05050	04947	04846	04746	04648	04551
-1.7	04457	04363	04272	04182	04093	04006	03920	03836	03754	03673
-1.8	03593	03515	03438	03362	03288	03216	03144	03074	03005	02938
-1.9	02872	02807	02743	02680	02619	02559	02500	024420	2385	02330
-2.0	02275	02222	02169	02113	02068	02068	01970	01923	01876	01831
-2.1	01786	01743	01700	01659	01618	01578	01539	01500	01463	01426
-2.2	01380	01355	01321	01287	01255	01222	01191	01160	01130	01101
-2.3	01072	01044	01017	0 <sup>9</sup> 903	0 <sup>9</sup> 8642	0 <sup>9</sup> 8387	0 <sup>9</sup> 8137	0 <sup>8</sup> 8894	0 <sup>8</sup> 8656	0 <sup>8</sup> 8424
-2.4	0 <sup>8</sup> 8198	0 <sup>7</sup> 7976	0 <sup>7</sup> 7760	0 <sup>7</sup> 7549	0 <sup>7</sup> 7344	0 <sup>7</sup> 7143	0 <sup>6</sup> 6947	0 <sup>6</sup> 6756	0 <sup>6</sup> 6569	0 <sup>6</sup> 6387
-2.5	0 <sup>6</sup> 6210	0 <sup>6</sup> 6037	0 <sup>5</sup> 5868	0 <sup>5</sup> 5703	0 <sup>5</sup> 5543	0 <sup>5</sup> 5386	0 <sup>5</sup> 5234	0 <sup>5</sup> 5085	0 <sup>4</sup> 4940	0 <sup>4</sup> 4799
-2.6	0 <sup>4</sup> 4661	0 <sup>4</sup> 4527	0 <sup>4</sup> 4396	0 <sup>4</sup> 4269	0 <sup>4</sup> 4145	0 <sup>4</sup> 4025	0 <sup>3</sup> 3907	0 <sup>3</sup> 3793	0 <sup>3</sup> 3681	0 <sup>3</sup> 3573
-2.7	0 <sup>3</sup> 3467	0 <sup>3</sup> 3364	0 <sup>3</sup> 3264	0 <sup>3</sup> 3167	0 <sup>3</sup> 3072	0 <sup>2</sup> 2980	0 <sup>2</sup> 2890	0 <sup>2</sup> 2803	0 <sup>2</sup> 2718	0 <sup>2</sup> 2635
-2.8	0 <sup>2</sup> 2555	0 <sup>2</sup> 2477	0 <sup>2</sup> 2401	0 <sup>2</sup> 2327	0 <sup>2</sup> 2256	0 <sup>2</sup> 2186	0 <sup>2</sup> 2118	0 <sup>2</sup> 2052	0 <sup>1</sup> 1988	0 <sup>1</sup> 1926
-2.9	0 <sup>1</sup> 1866	0 <sup>1</sup> 1807	0 <sup>1</sup> 1750	0 <sup>1</sup> 1695	0 <sup>1</sup> 1641	0 <sup>1</sup> 1589	0 <sup>1</sup> 1538	0 <sup>1</sup> 1489	0 <sup>1</sup> 1441	0 <sup>1</sup> 1395
-3.0	0 <sup>1</sup> 1350	0 <sup>1</sup> 1306	0 <sup>1</sup> 1264	0 <sup>1</sup> 1223	0 <sup>1</sup> 1183	0 <sup>1</sup> 1144	0 <sup>1</sup> 1107	0 <sup>1</sup> 1070	0 <sup>1</sup> 1035	0 <sup>1</sup> 1001
-3.1	0 <sup>9</sup> 9676	0 <sup>9</sup> 9354	0 <sup>9</sup> 9043	0 <sup>8</sup> 8740	0 <sup>8</sup> 8447	0 <sup>8</sup> 8164	0 <sup>7</sup> 7888	0 <sup>7</sup> 7622	0 <sup>7</sup> 7364	0 <sup>7</sup> 7114
-3.2	0 <sup>7</sup> 6871	0 <sup>7</sup> 6637	0 <sup>7</sup> 6410	0 <sup>7</sup> 6190	0 <sup>7</sup> 5976	0 <sup>7</sup> 5770	0 <sup>7</sup> 5571	0 <sup>7</sup> 5377	0 <sup>7</sup> 5190	0 <sup>7</sup> 5009
-3.3	0 <sup>7</sup> 4834	0 <sup>7</sup> 4665	0 <sup>7</sup> 4501	0 <sup>7</sup> 4342	0 <sup>7</sup> 4189	0 <sup>7</sup> 4041	0 <sup>7</sup> 3897	0 <sup>7</sup> 3758	0 <sup>7</sup> 3624	0 <sup>7</sup> 3495
-3.4	0 <sup>7</sup> 3369	0 <sup>7</sup> 3248	0 <sup>7</sup> 3131	0 <sup>7</sup> 3018	0 <sup>7</sup> 2909	0 <sup>7</sup> 2803	0 <sup>7</sup> 2701	0 <sup>7</sup> 2602	0 <sup>7</sup> 2507	0 <sup>7</sup> 2415
-3.5	0 <sup>7</sup> 2326	0 <sup>7</sup> 2241	0 <sup>7</sup> 2158	0 <sup>7</sup> 2078	0 <sup>7</sup> 2001	0 <sup>7</sup> 1926	0 <sup>7</sup> 1854	0 <sup>7</sup> 1785	0 <sup>7</sup> 1718	0 <sup>7</sup> 1653
-3.6	0 <sup>7</sup> 1591	0 <sup>7</sup> 1531	0 <sup>7</sup> 1473	0 <sup>7</sup> 1417	0 <sup>7</sup> 1363	0 <sup>7</sup> 1311	0 <sup>7</sup> 1261	0 <sup>7</sup> 1213	0 <sup>7</sup> 1166	0 <sup>7</sup> 1121
-3.7	0 <sup>7</sup> 1078	0 <sup>7</sup> 1036	0 <sup>7</sup> 9961	0 <sup>7</sup> 9574	0 <sup>7</sup> 9201	0 <sup>7</sup> 8842	0 <sup>7</sup> 8496	0 <sup>7</sup> 8162	0 <sup>7</sup> 7841	0 <sup>7</sup> 7532
-3.8	0 <sup>7</sup> 7235	0 <sup>7</sup> 6948	0 <sup>7</sup> 6673	0 <sup>7</sup> 6407	0 <sup>7</sup> 6152	0 <sup>7</sup> 5906	0 <sup>7</sup> 5669	0 <sup>7</sup> 5442	0 <sup>7</sup> 5223	0 <sup>7</sup> 5012
-3.9	0 <sup>7</sup> 4810	0 <sup>7</sup> 4615	0 <sup>7</sup> 4427	0 <sup>7</sup> 4247	0 <sup>7</sup> 4074	0 <sup>7</sup> 3908	0 <sup>7</sup> 3747	0 <sup>7</sup> 2594	0 <sup>7</sup> 3446	0 <sup>7</sup> 3304
-4.0	0 <sup>7</sup> 3167	0 <sup>7</sup> 3036	0 <sup>7</sup> 2910	0 <sup>7</sup> 2789	0 <sup>7</sup> 2673	0 <sup>7</sup> 2561	0 <sup>7</sup> 2454	0 <sup>7</sup> 2351	0 <sup>7</sup> 2252	0 <sup>7</sup> 2157
-4.1	0 <sup>7</sup> 2066	0 <sup>7</sup> 1987	0 <sup>7</sup> 1894	0 <sup>7</sup> 1814	0 <sup>7</sup> 1737	0 <sup>7</sup> 1662	0 <sup>7</sup> 1591	0 <sup>7</sup> 1523	0 <sup>7</sup> 1458	0 <sup>7</sup> 1395
-4.2	0 <sup>7</sup> 1335	0 <sup>7</sup> 1277	0 <sup>7</sup> 1222	0 <sup>7</sup> 1168	0 <sup>7</sup> 1118	0 <sup>7</sup> 1069	0 <sup>7</sup> 1022	0 <sup>7</sup> 9774	0 <sup>7</sup> 9345	0 <sup>7</sup> 8934
-4.3	0 <sup>7</sup> 8540	0 <sup>7</sup> 8163	0 <sup>7</sup> 7801	0 <sup>7</sup> 7455	0 <sup>7</sup> 7124	0 <sup>7</sup> 6807	0 <sup>7</sup> 6503	0 <sup>7</sup> 6212	0 <sup>7</sup> 5934	0 <sup>7</sup> 5668
-4.4	0 <sup>7</sup> 5413	0 <sup>7</sup> 5169	0 <sup>7</sup> 4935	0 <sup>7</sup> 4712	0 <sup>7</sup> 4498	0 <sup>7</sup> 4294	0 <sup>7</sup> 4098	0 <sup>7</sup> 3911	0 <sup>7</sup> 3732	0 <sup>7</sup> 3561
-4.5	0 <sup>7</sup> 3398	0 <sup>7</sup> 3241	0 <sup>7</sup> 3092	0 <sup>7</sup> 2949	0 <sup>7</sup> 2813	0 <sup>7</sup> 2682	0 <sup>7</sup> 2558	0 <sup>7</sup> 2439	0 <sup>7</sup> 2325	0 <sup>7</sup> 2216
-4.6	0 <sup>7</sup> 2112	0 <sup>7</sup> 2013	0 <sup>7</sup> 1919	0 <sup>7</sup> 1828	0 <sup>7</sup> 1742	0 <sup>7</sup> 1660	0 <sup>7</sup> 1581	0 <sup>7</sup> 1506	0 <sup>7</sup> 1434	0 <sup>7</sup> 1368
-4.7	0 <sup>7</sup> 1301	0 <sup>7</sup> 1239	0 <sup>7</sup> 1179	0 <sup>7</sup> 1123	0 <sup>7</sup> 1069	0 <sup>7</sup> 1017	0 <sup>7</sup> 9680	0 <sup>7</sup> 9211	0 <sup>7</sup> 8765	0 <sup>7</sup> 8339
-4.8	0 <sup>7</sup> 7933	0 <sup>7</sup> 7545	0 <sup>7</sup> 7178	0 <sup>7</sup> 6827	0 <sup>7</sup> 6492	0 <sup>7</sup> 6173	0 <sup>7</sup> 5869	0 <sup>7</sup> 5580	0 <sup>7</sup> 5304	0 <sup>7</sup> 5042
-4.9	0 <sup>7</sup> 4792	0 <sup>7</sup> 4554	0 <sup>7</sup> 4327	0 <sup>7</sup> 4111	0 <sup>7</sup> 3906	0 <sup>7</sup> 3711	0 <sup>7</sup> 3525	0 <sup>7</sup> 3348	0 <sup>7</sup> 3179	0 <sup>7</sup> 3019

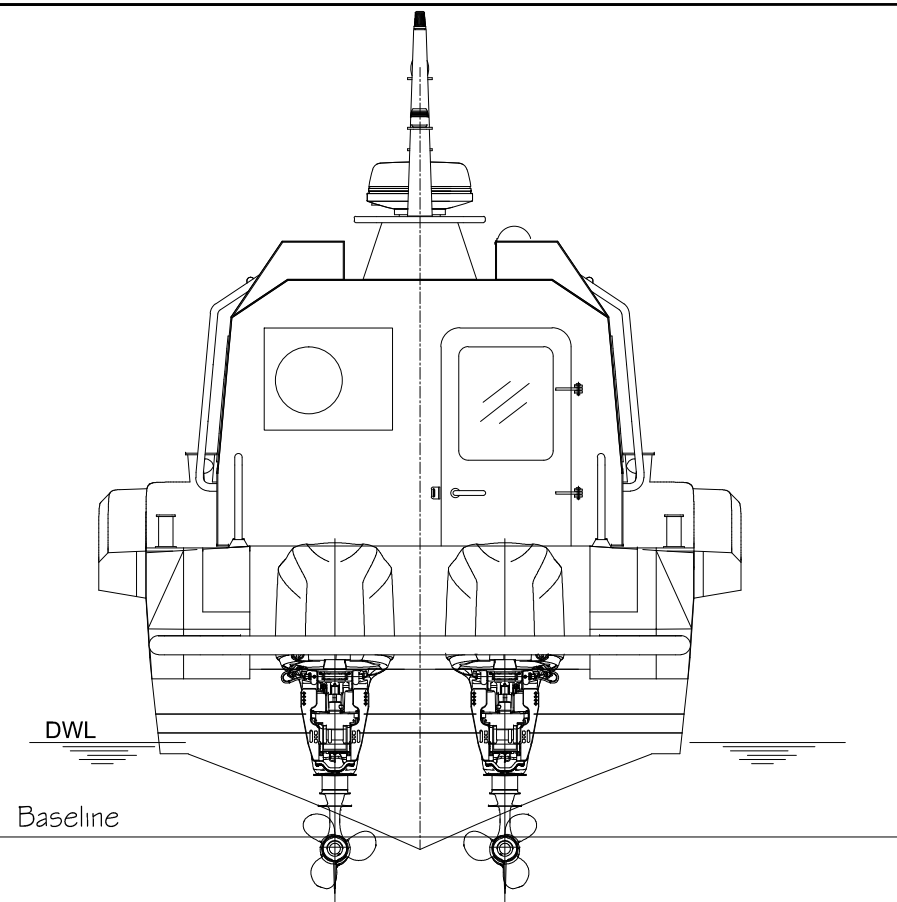




**LAMPIRAN D**

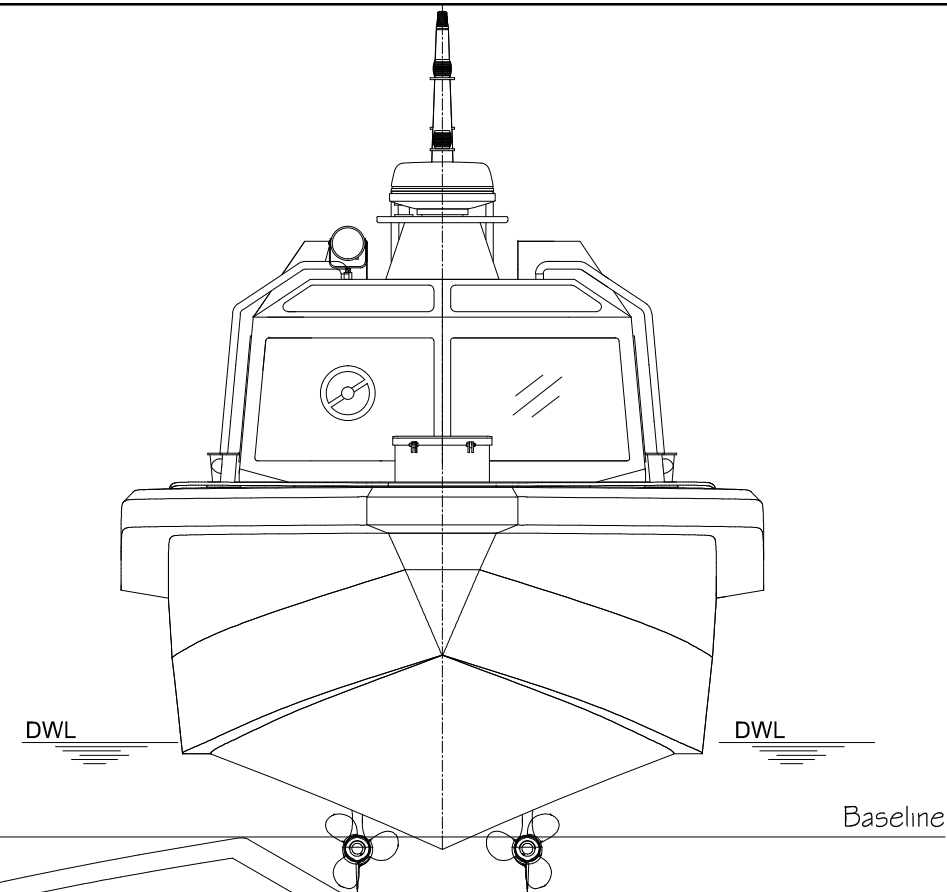
**GENERAL ARRANGEMENT PILOT BOAT**

**“SRIKANDI 003”**



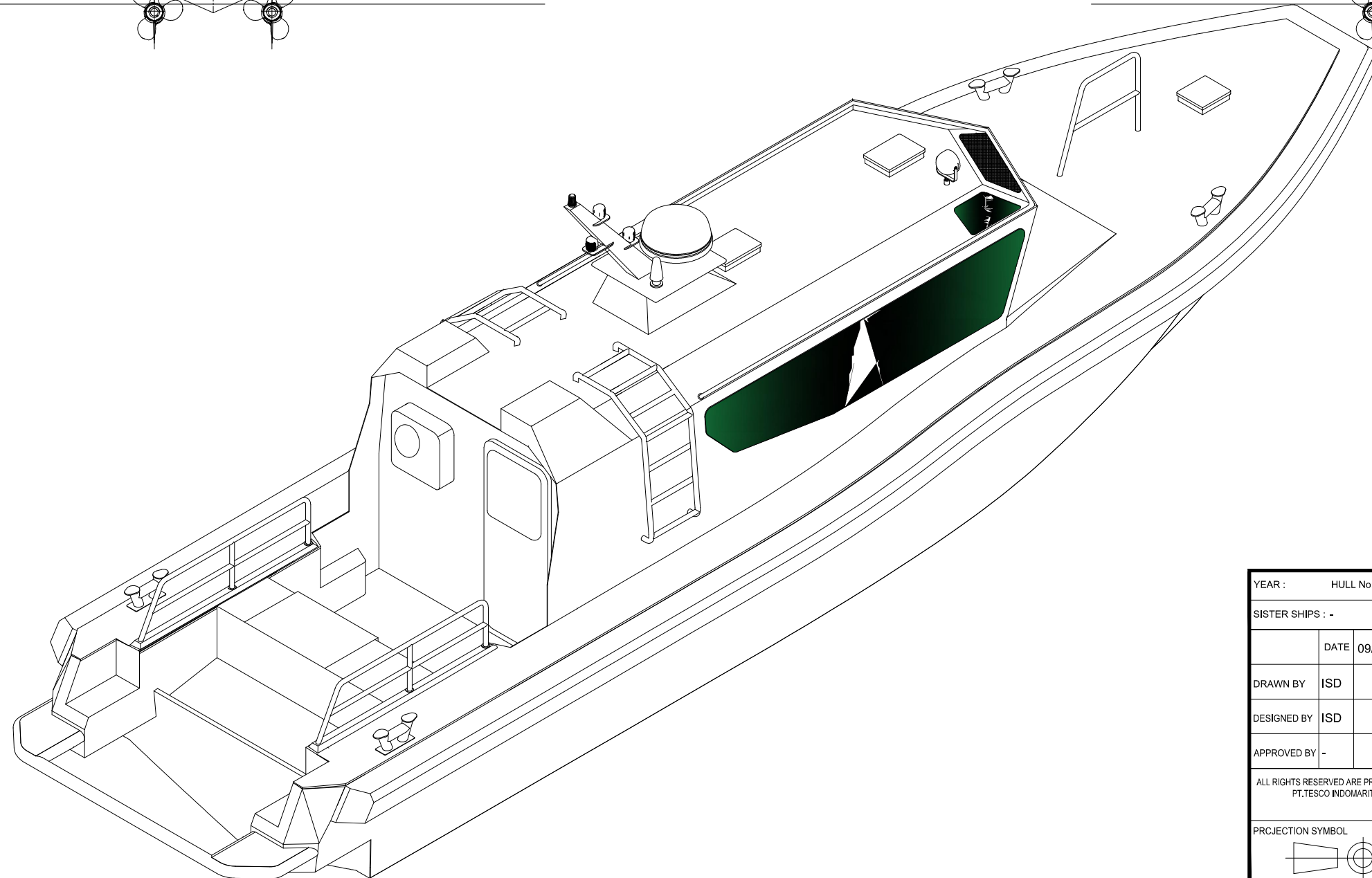
**PRINCIPAL DIMENSIONS**

Length Over All	12.60 Meters
Length Water Line	10.27 Meters
Breadth	3.20 Meters
Height	1.55 Meters
Draft	0.50 Meters
Speed	25 Knots
Main Engine	2 x 250 Bhp
Fuel Tank capacity	1200 Litres
Fresh Water Tank	500 Litres
Crew	6 Persons

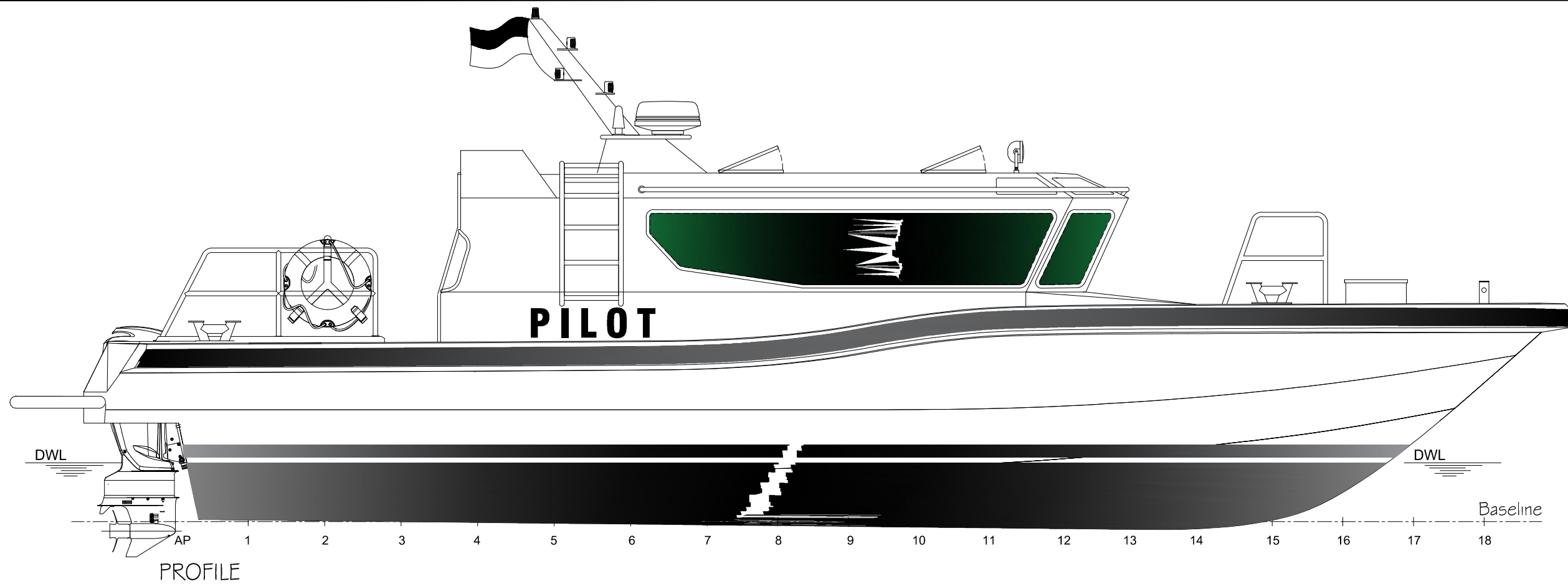


Baseline

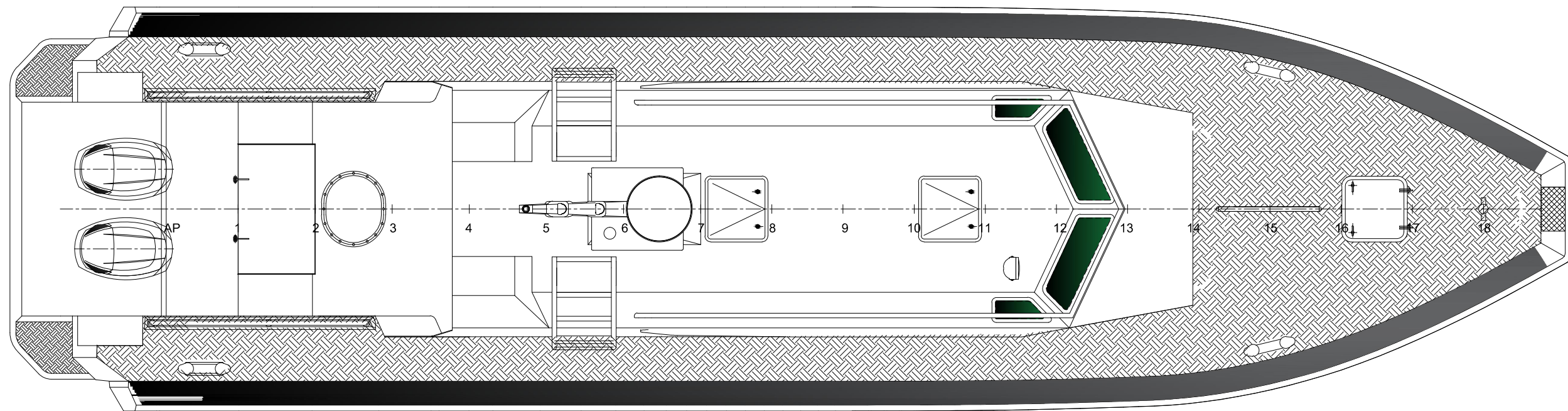
Baseline



YEAR :	HULL No: H351	PROJECT NAME	PROJECT NO.
SISTER SHIPS : -		KAPAL PANDU ALUMINIUM SRIKANDI 002	JO#000318
DATE	09/07/2018	DRAWING/DOCUMENT NAME	OWNER : PELINDO MARINE SERVICE
DRAWN BY	ISD	GENERAL ARRANGEMENT	CLASS/CODE : BK1
DESIGNED BY	ISD		DESIGNER :
APPROVED BY	-		GROUP :
ALL RIGHTS RESERVED ARE PROPERTY OF PT.TESCO INDOMARITIM			SCALE : 1 : 40
PRCJECTION SYMBOL		PT. TESCO INDOMARITIM J.Tulodong Bawah X No. 17, Jakarta 12190 - Indonesia. Telp. : (062-21) 5260363, 5260364, 5260365, 5260367. Fax. : (062-21) 5260369 Email: tesco@bkn.net.id Website www.tescoindomaritim.co.id	SIZE : A3
		SHEET : 1 OF 3	DRW/DOCUMENT NO. TM020-351-G101
		REV	0



PROFILE

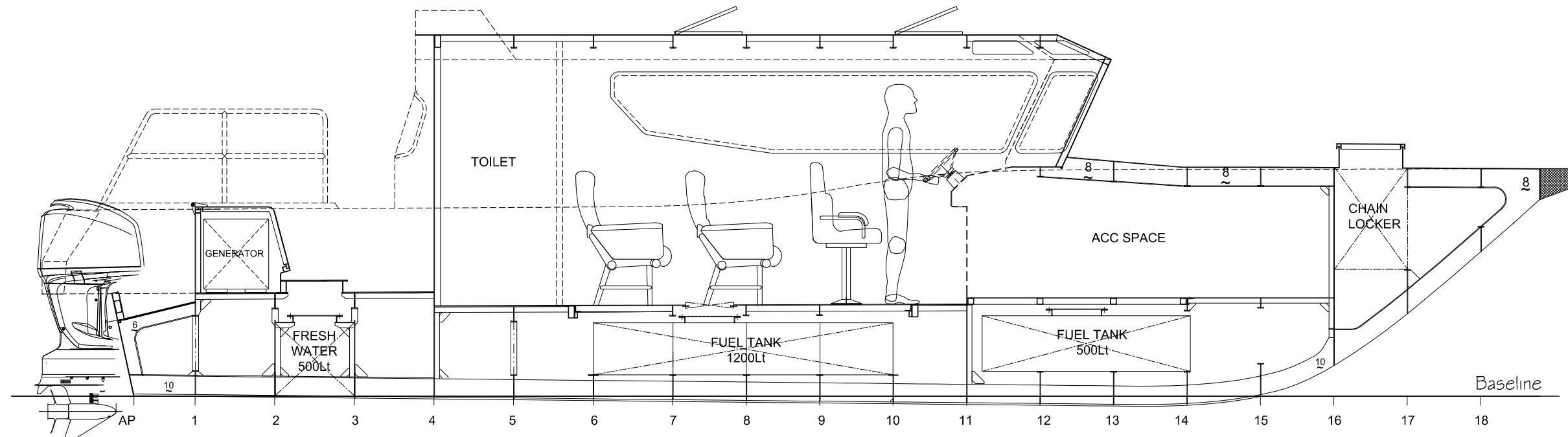


DECK ARRANGEMENT VIEW

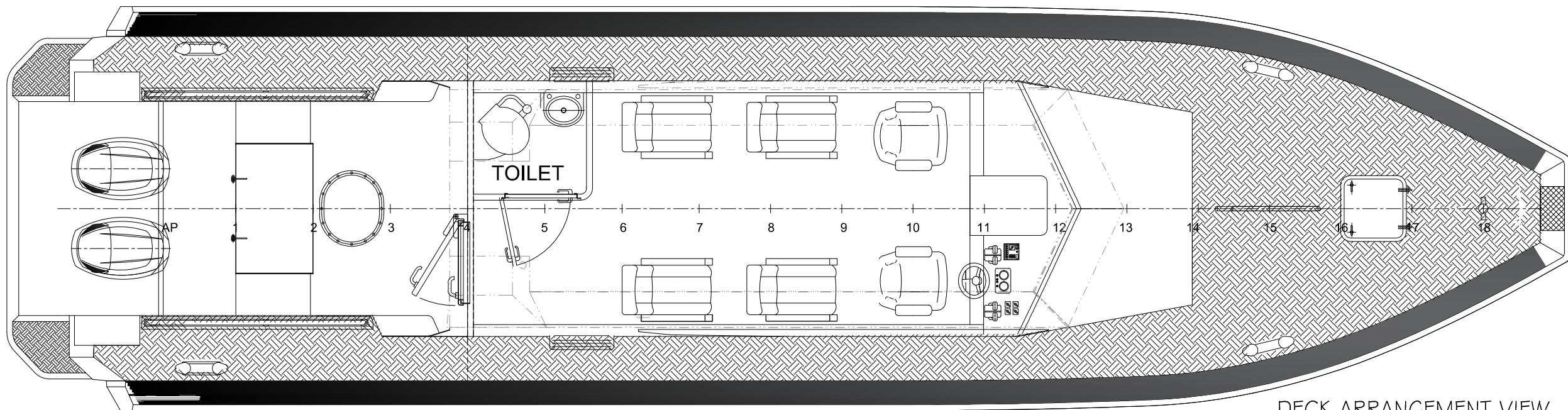
PRINCIPAL DIMENSIONS

Length Over All	12.60 Meters
Length Water Line	10.27 Meters
Breadth	3.20 Meters
Height	1.55 Meters
Draft	0.50 Meters
Speed	25 Knots
Main Engine	2 x 250 Bhp
Fuel Tank capacity	1200 Litres
Fresh Water Tank	500 Litres
Crew	6 Persons

YEAR :	HULL No: H351	PROJECT NAME	PROJECT NO.
SISTER SHIPS : -		KAPAL PANDU ALUMINIUM SRIKANDI 002	JO#000318
DATE	09/07/2018	DRAWING/DOCUMENT NAME	OWNER : PELINDO MARINE SERVICE
DRAWN BY	ISD	GENERAL ARRANGEMENT	CLASS/ CODE : BKI
DESIGNED BY	ISD		DESIGNER :
APPROVED BY	-		GROUP :
ALL RIGHTS RESERVED ARE PROPERTY OF PT.TESCO INDOMARITIM			SCALE : 1 : 40
PRCJECTION SYMBOL		PT. TESCO INDOMARITIM J.Tulodong Bawah X No. 17, Jakarta 12190 - Indonesia. Telp. : (062-21) 5260363, 5260364, 5260365, 5260367. Faks. : (062-21) 5260369 Email: tesco@bkn.net.id Website www.tescoindomaritim.co.id	SIZE : A3
			SHEET : 2 OF 3
			DRW/DOCUMENT NO. TM020-351-G101
			REV 0



PROFILE



DECK ARRANGEMENT VIEW

PRINCIPAL DIMENSIONS

Length Over All	12.60 Meters
Length Water Line	10.27 Meters
Breadth	3.20 Meters
Height	1.55 Meters
Draft	0.50 Meters
Speed	25 Knots
Main Engine	2 x 250 Bhp
Fuel Tank capacity	1200 Litres
Fresh Water Tank	500 Litres
Crew	6 Persons

YEAR :	HULL No: H351	PROJECT NAME	PROJECT NO.
SISTER SHIPS : -		KAPAL PANDU ALUMINIUM SRIKANDI 002	JO#000318
DATE	09/07/2018	DRAWING/DOCUMENT NAME	OWNER : PELINDO MARINE SERVICE
DRAWN BY	ISD	GENERAL ARRANGEMENT	CLASS/ CODE : BK1
DESIGNED BY	ISD		DESIGNER :
APPROVED BY	-		GROUP :
ALL RIGHTS RESERVED ARE PROPERTY OF PT.TESCO INDOMARITIM			SCALE : 1 : 40
PRCJECTION SYMBOL		PT. TESCO INDOMARITIM J.Tulodong Bowan X No. 17, Jakarta 12190 - Indonesia. Telp. : (062-21) 5260363, 5260364, 5260365, 5260367. Fax. : (062-21) 5260369 Email: tesco@tbn.net.id Website www.tescoindomaritim.co.id	SIZE : A3
			SHEET : 3 OF 3
			DRW/DOCUMENT NO. TM020-351-G101
			REV 0

## BIODATA PENULIS



Innokey Arizona Tarigan, lahir di Kabanjahe pada tanggal 11 Januari 1997. Penulis menyelesaikan pendidikan SD Katolik St. Yoseph Kabanjahe, SMP Katolik Budimulia Pematangsiantar dan SMA Sutomo 1 Medan. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan studi ke tahap S1 di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi maupun akademik. Penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan. Dalam organisasi ini penulis memberikan kontribusi aktif pada *External Affairs Department*, dengan menjadi *Head of Division External Affairs Department* pada tahun 2017/2018. Dalam bidang keprofesional penulis juga pernah mengikuti magang di CNOOC SES Ltd sebagai *student of Lifting and Marine Operation Division*. Pada tahun 2019, penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Perencanaan Proyek pada Pembangunan Kapal Pandu Srikandi 003” selama 1 semester sebagai syarat kelulusan. Permasalahan yang penulis angkat merupakan salah satu bidang keahlian Departemen Teknik Kelautan yaitu Manajemen & Bisnis Maritim (*Offshore Project Management*).

*Email* : innokeyarizona@gmail.com