

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN KEBUTUHAN SUMBER DAYA  
PEKERJAAN REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 × 1200 HP**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**ANDREW NATANAEL RUMENGAN  
D031 18 1317**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERENCANAAN KEBUTUHAN SUMBER DAYA PEKERJAAN  
REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 × 1200 HP**

Disusun dan diajukan oleh

**ANDREW NATANAEL RUMENGAN  
D031181317**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 28 November 2023  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

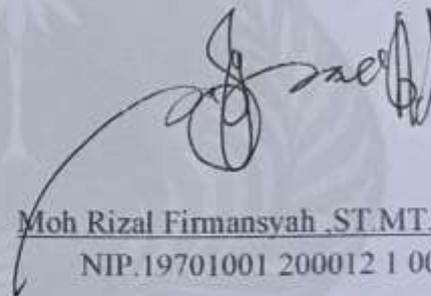
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Wahyuddin, ST.MT.  
NIP.19720205 199903 1 002



Moh Rizal Firmansyah, ST.MT.M.Eng  
NIP.19701001 200012 1 001

Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST.MT.  
NIP. 197302062000121002



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andrew Natanael Rumengan  
NIM : D031181317  
Program Studi : Teknik Perkapalan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### PERENCANAAN KEBUTUHAN SUMBER DAYA PEKERJAAN

#### REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 × 1200 HP

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua Informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 28 November 2023

Yang Membuat Pernyataan



Andrew Natanael R.



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah Bapa, Putra, dan Roh Kudus, atas limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul PERENCANAAN KEBUTUHAN SUMBER DAYA PEKERJAAN REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 x 1200 HP.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat dan banyak kendala yang dihadapi dalam proses penyusunannya, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Yakobus dan Ibu Eva Teko atas kasih sayang, kesabaran, pengorbanan, nasehat dan yang terutama doa yang tak putus – putusnya selama ini sehingga penulis mampu sampai di titik ini.
2. Bapak Wahyuddin, ST., MT selaku dosen pembimbing I dan Bapak Moh. Rizal Firmansyah, ST., MT. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan kesabaran dalam membimbing dan mendidik penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Syamsul Asri, MT dan bapak Farianto Fachruddin, L., ST. MT, M. Eng. selaku dosen penguji dalam tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT. selaku ketua Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kemurahan hatinya.
6. Ibu Uti, kak Ani, kak Jeje, dan seluruh staff Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kesabarannya selama penulis mengurus segala persuratan di kampus.
7. Kepada teman-teman Program Studi Teknik Perkapalan Angkatan 2018 terima kasih atas segala suka dan duka yang kita alami bersama yang menjadikan penulis bisa tumbuh dewasa dalam pikiran dan perbuatan.



teman-teman Thruzter 2018, Main Frame, level up dan Rumah Bahagia yang bersamai penulis setiap waktu, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

9. Kepada teman seperjuangan Aborzi Crew 2018 yang telah banyak membantu dan menemani dalam menyelesaikan skripsi.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dengan semua dukungan dan doa hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Tidak ada kata yang dapat penulis gambarkan atas rasa terima kasih penulis kepada semua pihak, dan semoga Tuhan yang Maha Kuasa senantiasa melimpahkan berkat dan rahmat-Nya pada kita semua. Akhir kata penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan dari semua pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Gowa, November 2023

Penulis



## ABSTRAK

ANDREW NATANAEL RUMENGAN. Perencanaan Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Reparasi Kapal Tug Boat 2 x 1200 HP (dibimbing oleh Wahyuddin dan Moh. Rizal Firmansyah).

Pada saat ini perkembangan teknologi konstruksi semakin berkembang sehingga tuntutan persaingan semakin ketat, terutama di industri perkapalan, hal ini mengakibatkan industri pembangunan kapal dituntut meningkatkan performa waktu pekerjaan, penggunaan tenaga kerja, serta pengendalian biaya. Perencanaan dan penendalian biaya dan waktu suatu proyek merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi secara keseluruhan. Selain penilaian dari segi kualitas suatu proyek dapat pula dinilai dari segi biaya dan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan kebutuhan sumber daya pekerjaan reparasi kapal tug boat 2 x 1200 HP dengan menentukan durasi, jalur kritis dan jumlah tenaga kerja serta biaya pada reparasi kapal tug boat 2 x 1200 HP. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Critical Path Metode (CPM) dengan mengidentifikasi jalur kritis kegiatan sehingga dapat mengetahui durasi pekerjaan reparasi kapal tug boat. Hasil dari penelitian diperoleh waktu pekerjaan reparasi kapal tug boat 2 x 1200 HP yaitu 8,87 hari dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 57 orang. Kata kunci: Reparasi, sumber daya, lintas kritis



## **ABSTRACT**

ANDREW NATANAEL RUMENGAN. *Resource Requirements Planning for 2 x 1200 HP Tug Boat Repair Work* (Supervised by Wahyuddin and Moh. Rizal Firmansyah).

Developments in construction technology are increasingly developing so that competition demands are increasingly stringent, especially in the shipping industry, this has resulted in the shipbuilding industry being required to improve work time performance, use of labor, and control costs. Planning and controlling the costs and time of a project is part of overall construction project management. Apart from assessing the quality of a project, it can also be assessed in terms of cost and time. This research aims to plan resource requirements for 2 x 1200 HP tug boat repair work by determining the duration, critical path and number of workers as well as costs for 2 x 1200 HP tug boat repairs. The research method used is the Critical Path Method (CPM) by identifying the critical path of activities so that you can determine the duration of tug boat repair work. The results of the research showed that the repair time for a 2 x 1200 HP tug boat was 8.87 days with the required workforce of 57 worker.

Kata kunci: Repair, resource, critical path method



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>4</b>
2.1 Reparasi Kapal .....	4
2.1.1 Pekerjaan Reparasi kapal .....	7
2.2 Manajemen Proyek.....	15
2.3.1 Manajemen Sumber Daya .....	16
2.3.2 Manajemen Biaya.....	17
2.3.3 Manajemen Waktu .....	18
2.3 Penjadwalan Proyek.....	19
2.3.1 Work Breakdown Structure (WBS) .....	20
2.3.2 Perkiraan Kurun Waktu (Durasi) .....	21
2.3.3 Time Schedule Curve S (Kurva S).....	22
4 Gantt Chart (Diagram Balok).....	22
<i>etwork Planning</i> (Jaringan Kerja) .....	23
1 Manfaat Jaringan Kerja (Network Planning) .....	23



2.4.2	Bentuk Jaringan Kerja ( <i>Network Planning</i> ).....	24
2.4.3	Konsep CPM .....	25
2.5	<i>Microsoft Project</i> .....	26
2.6	SOP Koordinasi Proyek Kapal Reparasi.....	27
BAB III METODE PENELITIAN .....		31
3.1	Metode Penelitian.....	31
3.3.1	Pengumpulan data .....	31
3.3.2	Pengolahan Data.....	31
3.2	Kerangka Berpikir .....	33
3.3	Waktu dan lokasi penelitian .....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		34
4.1	Aktifitas kegiatan reparasi kapal .....	34
4.2	Identifikasi Kegiatan .....	36
4.3	Jaringan Kerja ( <i>Network Diagram</i> ).....	39
4.4	Durasi kegiatan.....	41
4.4	Lintasan Kritis .....	46
4.5	Biaya .....	50
4.5.1	Biaya Tenaga Kerja Langsung .....	51
4.5.2	Biaya Material.....	54
4.5.3	Biaya Peralatan.....	56
4.5.4	Biaya Overhead.....	57
4.6	Pembahasan.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		61
5.1	Kesimpulan .....	61
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA .....		62
LAMPIRAN.....		63



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Bagian Pengecatan Kapal.....	11
Gambar 2 Sistem Manajemen Proyek (sumber; Husen, 2010).....	16
Gambar 3 Kerangka Berpikir.....	33
Gambar 4 kapal Tug boat 2 x 1200 HP.....	34
Gambar 5 Rancangan jaringan kerja.....	40
Gambar 6 Area luasan penyekrapan .....	41
Gambar 7 Luasan area pengecatan dari garis air sampai deck .....	42
Gambar 8 Replating area.....	43
Gambar 9 pembagian kebutuhan pelat.....	43
Gambar 10. Durasi kegiatan pada jaringan kerja.....	45
Gambar 11 Perhitungan Maju ( <i>forward pass</i> ) .....	47
Gambar 12 Perhitungan mundur ( <i>backward pass</i> ).....	48
Gambar 13 Lintasan Kritis.....	49
Gambar 14 Gantt Chart penjadwalan proyek.....	50
Gambar 15 Tenaga kerja – Jam orang .....	52
Gambar 16 Persentase biaya tenaga kerja.....	53
Gambar 17 Diagram pembebanan tenaga kerja .....	53
Gambar 18 Gantt chart dengan jam kerja 5 jam .....	59



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Tingkat Kekasaran Permukaan .....	13
Tabel 2 Repair list Kapal Tug Boat 2 x 1200 HP .....	35
Tabel 3 Identifikasi Aktifitas Kegiatan .....	37
Tabel 4 Hubungan ketergantungan antar kegiatan.....	39
Tabel 5 Durasi Kerja.....	44
Tabel 6 Kebutuhan tenaga kerja.....	51
Tabel 7 Daftar gaji tenaga kerja.....	51
Tabel 8 Biaya Tenaga Kerja.....	53
Tabel 9 Kebutuhan Material .....	54
Tabel 10 Spesifikasi teknis cat.....	54
Tabel 11 Tingkat kekasaran permukaan dan dead volume .....	55
Tabel 12 Kebutuhan material cat .....	55
Tabel 13 Biaya Material.....	55
Tabel 14 Biaya Peralatan .....	56
Tabel 15 Biaya Overhead.....	57
Tabel 16 Perubahan biaya tenaga kerja.....	60
Tabel 17 Biaya Overhead.....	60



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

perkembangan teknologi industri konstruksi semakin berkembang sehingga tuntutan persaingan dalam pembangunan konstruksi semakin ketat, terutama di industri perkapalan, hal ini mengakibatkan perusahaan industri pembangunan kapal dituntut meningkatkan performa dalam segi produktifitas maupun efektifitas. Salah satu kendala dalam pembangunan kapal baru adalah waktu pembangunan kapal yang sering lewat dari waktu yang telah di sepakati. Tindakan untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkannya usaha untuk membudayakan efisiensi dan perilaku inovatif di bidang teknologi dan manajemen produksi.

Titik berat pembahasan dari teknologi pembangunan kapal yang semakin maju terletak pada orientasi efisiensi proses produksi dalam memproduksi produk – produk antara dari suatu bangunan kapal. Hal ini bermakna bahwa sejauh mana kemampuan suatu industri galangan kapal untuk membangun kapal sesuai dengan persyaratan biro klasifikasi dan permintaan owner melalui sumber daya yang minimal dan waktu yang optimal, sehingga dapat memuaskan pemesan dan memperoleh keuntungan yang maksimal.

Sumber daya pada suatu galangan kapal tidak hanya membutuhkan sumber daya manusia yang handal namun juga membutuhkan manajemen yang baik sehingga proyek yang dikerjakan dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan, fungsi dari manajemen proyek ini adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, mengendalikan sumber daya yang ada agar dapat mencapai tujuan proyek. Metode CPM (critical path method) merupakan alat bantu dalam manajemen yang berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian suatu proyek.

Perencanaan dan penendalian biaya dan waktu suatu proyek merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi secara keseluruhan. Selain penilaian dari itas, prestasi suatu proyek dapat pula dinilai dari segi biaya dan waktu. ng telah dikeluarkan dan waktu yang digunakan dalam menyelesaikan erjaan harus diukur secara kontinyu penyimpangannya terhadap apa yang



telah di jadwalkan. Adanya penyimpangan biaya dan waktu yang signifikan mengindikasikan pengolaan proyek yang kurang cermat sehingga dapat memperlambat pengerjaan proyek konstruksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Melihat uraian pada latar belakang dalam penelitian ini terdapat beberapa masalah kemudian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan sumber daya pada pekerjaan reparasi kapal Tug Boat 2 x 1200 HP?
2. Berapa biaya pengerjaan reparasi kapal Tug Boat 2 x 1200 HP?

## 1.3 Tujuan

Melihat uraian pada rumusan masalah dalam penelitian ini terdapat beberapa tujuan untuk menjawab masalah kemudian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Menentukan kebutuhan sumber daya pada pekerjaan reparasi kapal Tug Boat 2 x 1200 HP
2. Menentukan biaya pengerjaan reparasi kapal Tug Boat 2 x 1200 HP

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi landasan dalam pengembangan media pembelajaran terkait keilmuan mahasiswa teknik perkapalan utamanya dalam bidang produksi kapal.
2. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi alternatif dalam mengestimasi waktu pengerjaan, jumlah kebutuhan material, tenaga kerja, dan peralatan pada pengerjaan reparasi kapal.
3. Bagi mahasiswa , memberikan wawasan tentang penjadwalan dan biaya pada pengerjaan reparasi kapal menggunakan aplikasi microsoft project.
4. Bagi galangan kapal dapat menjadi referensi dalam membuat serta mengestimasi perencanaan sumber daya, biaya, serta penjadwalan pada proyek kapal reparasi.



### 1.5 Batasan Masalah

Untuk Pembahasan yang lebih terarah maka dalam penelitian ini ruang lingkup yang akan dibahas yaitu:

1. Objek penelitian dilakukan pada proyek reparasi kapal Tug Boat 2 x 1200 HP di Galangan kapal.
2. Penggunaan data untuk durasi dan item pengerjaan setiap item pekerjaan didapat dari pihak proyek.
3. Penjadwalan menggunakan *Critical Path Method (CPM)*
4. Ketersediaan material dan peralatan 100%



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Reparasi Kapal

Perawatan (maintenance) dan perbaikan suatu kapal sangat diperlukan agar dapat mempertahankan ketahanan serta mempertahankan status layak jalan kapal. Sesuai dengan peraturan class, suatu kapal perlu adanya perbaikan secara berkala dengan jangka waktu yang telah ditentukan. Perawatan serta perbaikan secara berkala. Untuk memenuhi permintaan pasar, industri galangan kapal harus mampu memenuhi beberapa kriteria yang sering dijadikan pertimbangan oleh para customer, seperti Harga jual yang kompetitif ketepatan dan kecepatan waktu dalam proses reparasi serta memiliki kualitas yang relatif baik

Reparasi sebuah kapal merupakan proses memperbaiki atau mengganti bagian-bagian kapal yang sudah tidak layak dan tidak memenuhi standar minimal kelayakan untuk berlayar baik dari peraturan statutory maupun kelas. Reparasi sendiri pada umumnya menyangkut tiga hal yaitu, badan kapal, permesinan kapal, dan outfitting. Dari ketiga hal tersebut biasanya dilakukan perbaikan untuk komponen yang masih bisa digunakan atau dilakukan penggantian bagi komponen yang benar-benar sudah tidak memenuhi rules and regulation.

Dari ketiga hal tersebut biasanya dilakukan perbaikan untuk komponen yang masih bisa digunakan atau dilakukan penggantian bagi komponen yang benar-benar sudah tidak memenuhi rules and regulation. Dengan pentingnya sebuah reparasi pada kapal, maka membuka perwakilan manajemen jasa perbaikan di daerah yang strategis serta bisa difungsikan untuk mempermudah jangkauan terhadap area lokasi kapal, sehingga waktu tempuh ke lokasi kapal yang diperbaiki akan lebih cepat. Dibukanya perwakilan manajemen jasa perbaikan sebagai bagian dalam pengembangan manajemen pada sektor usaha jasa guna menjaring konsumen pengguna jasa serta sebagai bentuk jawaban terhadap pengguna jasa, bahwasanya pelayanan memuaskan yang diberikan oleh jasa merupakan prioritas utama (Khamdilah et al., 2021).

alam pengerjaan reparasi dan perawatan kapal, frekuensi pengerjaan



sangatlah tinggi sehingga seringkali menimbulkan permasalahan keterlambatan pengerjaan jika tidak melakukan system manajemen yang baik dan terkoordinir. Berikut beberapa reparasi dan perawatan kapal.

#### 1. Perawatan Terencana

Dalam perawatan terencana suatu peralatan akan mendapat giliran perbaikan sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan sedemikian rupa sehingga kerusakan besar dapat dihindari. Perawatan terencana (planned maintenance) terbagi menjadi preventive maintenance dan corrective maintenance Perawatan pencegahan (preventive maintenance) adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan peralatan produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi, perawatan korektif (corrective maintenance) adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan yang ditemukan selama masa waktu preventive maintenance.

#### 2. Reparasi Tak Terjadwal

Reparasi tidak terjadwal ialah reparasi yang sebelumnya tidak pernah direncanakan atau diprogram tetapi membutuhkan perhatian segera dan harus ditambahkan ke terintegrasi dengan atau diganti untuk beban kerja yang sebelumnya dijadwalkan.

#### 3. Deactivation Scrapping

Scrapping merupakan Kapal tua atau kapal bekas yang tidak dapat beroperasi lagi yang dijual kepada penadah untuk melucuti bagian kapal dan menjual kembali besi pembentuknya. Saat harga sewa kapal turun, nilai penjualan sisa kapal ini akan lebih tinggi dari nilai jual kapal itu sendiri, terutama jika kapal itu membutuhkan biaya tinggi untuk proses urvey khusus.

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) mensyaratkan poros baling-baling harus dicabut dan diperiksa pada selang waktu tiga tahun untuk sistem poros



dengan pelumasan air laut, dan pada selang waktu lima tahun untuk sistem poros dengan pelumasan minyak. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan kondisi poros dalam keadaan baik, atau dapat dilakukan penggantian pada beberapa komponen jika sudah tidak lagi memenuhi syarat minimum yang ditentukan oleh kelas, atau dianggap sudah tidak layak pakai. Untuk melakukan inspeksi yang mendetail terhadap sistem poros baling-baling, maka sistem tersebut harus dibuka secara keseluruhan, atau lebih dikenal dengan istilah survey pencabutan poros. Proses pencabutan dan pemeriksaan poros Propeller menjadi salah satu penyebab tingginya maintenance cost yang harus dikeluarkan oleh pihak pemilik kapal. Hal ini disebabkan karena selain diperlukan biaya untuk melakukan pencabutan, juga kapal harus melakukan proses docking sebelum poros dapat dicabut. Untuk melakukan penghematan biaya, maka pada umumnya proses pencabutan poros dilakukan bersamaan dengan ketentuan survey docking yang dikeluarkan oleh kelas. Sehingga berbagai komponen yang lain pun ikut diperiksa. Namun perawatan terhadap sistem ini tetap menjadi salah satu sumber pengeluaran terbesar disebabkan oleh mahalnya harga dari komponen-komponen yang terpasang didalamnya.

Selang waktu yang ditentukan oleh kelas konstan, yaitu 3 tahun untuk sistim poros tunggal dan empat tahun untuk sistim poros jamak, serta 5 tahun untuk sistem poros dengan pelumasan minyak. Sedangkan kondisi di lapangan menunjukkan bahwa jam operasional dari tiap kapal berbeda-beda sehingga menyebabkan adanya perbedaan tingkat keandalan poros baling-baling antara kapal yang satu dengan kapal yang lainnya. Pada satu sisi jika dilakukan docking untuk pemeriksaan poros dalam kondisi tingkat keandalan dari poros masih cukup baik, maka akan menimbulkan tambahan biaya perawatan. Sedangkan di sisi lain jika tidak dilakukan pemeriksaan kondisi poros karena mengacu pada interval waktu yang ditentukan oleh Biro Klasifikasi (antara 3 sampai 5 tahun) sedangkan jam operasional kapal nggi, maka akan mengurangi tingkat keandalan dari sistem poros sehingga ntan terhadap kerusakan.



### 2.1.1 Pekerjaan Reparasi kapal

#### 1. Docking

Menurut Wulan, (2015) yang dimaksud dengan Docking Kapal adalah suatu proses memindahkan kapal dari air/laut ke atas galangan dengan bantuan fasilitas pengedokan yang dipergunakan untuk perbaikan kapal maupun pembangunan kapal baru. Galangan kapal hanya berfungsi untuk perawatan kapal, tetapi dalam pelaksanaannya dockyard atau galangan dapat untuk perbaikan kapal dan juga dapat untuk pembangunan kapal baru.

#### 2. Pekerjaan lambung Kapal

Pekerjaan di atas dok pertama-tama dimulai dari pembersihan badan kapal dibawah garis air dari kotoran-kotoran binatang laut dan tumbuh-tumbuhan laut (Fouling organisme), sisa-sisa cat dan pengkaratan. Beberapa cara telah kita kenal pembersihan badan kapal diantaranya:

- Pembersihan dengan cara mekanis yaitu dengan peralatan penyekrapan dan pemukulan (ketok)
- Pembersihan dengan water jet cleaning
- Pembersihan dengan sand blasting

Pembersihan badan kapal yang dilakukan terbagi menjadi 2 (dua) pembersihan, yaitu:

1. Pembersihan terhadap binatang-binatang laut dan tumbuh-tumbuhan laut, yaitu

- Pembersihan dengan cara mekanis yaitu dengan cara penyekrapan. Cara ini memakai sekrap baja yaitu semacam pisau pipih yang tajam ujungnya dan dengan memakai tangkai dari kayu. Pembersihan dengan cara ini secara manual menggunakan tenaga manusia.

2. Pembersihan dari sisa-sisa cat dan pengkaratan, yaitu:

- Pembersihan dengan memakai palu ketok, dimana cara ini hasilnya kurang cepat kurang lebih 2 m<sup>2</sup> per jam dan kurang sempurna karena memakai tenaga manusia. Walaupun cara ini kurang cepat dan kurang sempurna masih banyak dipakai dalam praktek karena paling murah.

Pembersihan dengan memakai alat sikat baja (Wire Brush)



Pembersihan dengan sikat baja ini untuk membersihkan pengkaratan setelah pengetokan, kotoran – kotoran yang sudah terlepas dari plat tetapi masih menempel

- Pembersihan dengan memakai alat gerinda listrik

Cara ini adalah usaha pembersihan pengkaratan tanpa pengetokan, hasil pembersihannya lebih sempurna dari pada cara – cara diatas, tetapi cara ini kurang begitu cepat dan kemungkinan pelat akan ikut terkikis aus.

### 3. Coating

Pelapisan (*Coating*) adalah proses melapisi suatu material atau bahan dengan tujuan untuk memberikan perlindungan dan pencegahan korosi terhadap material tersebut. Selain itu, coating juga memberikan gaya apung negatif (*negative buoyancy force*), memberikan fungsi anti slip pada permukaan substrat dan beberapa fungsi lainnya (Holmberg & Matthews, 2010).Lapisan-lapisan pengecatan memiliki fungsi yang berbeda, sehingga penggunaan cat juga berbeda untuk setiap lapisan. Adapun penggunaan cat antara lain:

- a. Cat *Primer*, merupakan cat dasar sebagai lapisan pertama pada permukaan pelat. Cat ini berfungsi untuk menutupi pori-pori pada permukaan material dan juga sebagai daya *scrap* atau lekat dengan lapisan berikutnya. Cat *primer* adalah cat berbahan dasar air yang digunakan untuk mengecat bagian atas kapal yang tidak terendam air. Cat ini memiliki dasar pigmen yang dapat membantu melindungi kapal dari korosi, dan resin yang dapat membantu mencegah besi berkarat/karat. Ada beberapa jenis bahan dasar resin, antara lain resin karet, resin alkid, dan resin epoksi.Disarankan untuk menggunakan resin epoksi, yang lebih mampu menahan korosi dalam jangka waktu yang lama. Cat primer ini tersedia dalam warna abu-abu, merah oksida, dan putih.
- Cat Anti Corrosion (AC), cat ini berfungsi mencegah terjadinya korosi pada pelat dengan menahan terjadinya oksidasi. Biasanya digunakan pada lapisan kedua setelah cat primer. Cat primer berbasis resin yang tahan air laut melewati bidang besi/kayu. Cat anti korosi (AC) ini adalah



cat kapal yang digunakan untuk bagian bawah lambung kapal atau disebut *underwater* atau di bawah. Setelah dicat dengan cat anti korosi (AC) kemudian gunakan lapisan cat perantara. Cat kapal anti korosi (AC) ini umumnya. Tersedia dalam oksida merah dan abu-abu. Basin resin yang dipergunakan setelah Acrylic, Rubber, Epoxy dan Alkyd. Plastik digunakan setelah akrilik, Karet, epoksi, dan alkyd.

c. Intermediate coat (IC)

Merupakan cat antara yang dipakai untuk mengecat lambung kapal. Cat *Intermedite Coat* (cat antara) memiliki basis pigmen yang dapat melindungi lambung kapal dari resapan air laut selain sebagai penebal cat.

d. Cat Anti Fouling (AF), cat ini berfungsi untuk mengurangi daya tempel dan bersifat racun yang dapat mencegah binatang laut melekat pada permukaan lambung kapal. Cat ini digunakan pada bagian kapal yang terendam air antara lunas hingga garis air yang sangat memungkinkan bagi binatang laut untuk menempel. Cat ini adalah salah satu cat kapal terakhir atau cat yang digunakan untuk bagian bawah lambung, cat antifouling ini mengandung resin dan pigmen bisa mencegah menempelnya lumut dan tiram atau hewan laut lainnya, sehingga lambung bagian bawah kapal bebas dari kontaminasi hewan laut dan lumut. Di atas Biasanya cat anti karat berwarna merah atau coklat.

e. Cat *Bottop*, (B/T), cat ini memiliki daya korosif yang sangat tinggi dan diaplikasikan setelah lapisan anti korosi. Cat ini digunakan pada daerah antara garis muat kosong dan garis muat penuh, karena merupakan daerah yang sangat rentan terjadinya korosi mengingat pada daerah tersebut sering terjadi adanya perubahan kondisi tercelut ke air laut dan udara. Cat ini merupakan cat akhir yang diaplikasikan pada sisi atas lambung kapal. Cat ini memiliki basis pigment yang tahan terhadap cuaca (*anti weathering*) dan tahan terhadap air laut (*salt water resistance*) dikombinasi dengan resin khusus seperti *rubber resin*, *alkyd resin*, *epoxy resin* dan *polumide resin*. Dianjurkan menggunakan *oleamide resin* karena dapat bertahan dalam kurun waktu yang cukup



lama (kurang lebih 10 tahun). Umumnya cat bootoping memiliki beberapa pilihan warna sesuai permintaan *consumer*.

- f. Cat *Top Side* (T/S), cat ini merupakan cat akhir (*Finished Paint*) yang digunakan pada daerah diatas garis air penuh dan warnanya disesuaikan dengan warna kapal. Tujuan utama dari cat adalah untuk melindungi struktur kapal dari unsur-unsur. Cat top coat ini memiliki dasar pigmen yang tahan terhadap pelapukan dan memiliki resin khusus. Basis resin yang digunakan dapat berupa *rubber resin*, *alkyd resin*, *epoxy resin*, atau *polymide resin*. Direkomendasikan *resin polimida* (dapat digunakan untuk waktu yang lama).
- g. Cat Deck (*Deck Side/deck paint*), cat ini digunakan untuk mengecat bagian deck, selain itu digunakan juga pada daerah tertentu misalnya: *Halt Paint* untuk palkah dan funnel. Merupakan cat finish atau cat akhir yang dipakai untuk mengecat bagian lantai kapal. Cat deck side ini mempunyai basis resin yang dapat menahan goresan kapal dari pijakan atau benda lain. Di kombinasi dengan resin yang mempunyai ketahanan cuaca (*anti weathering*). Basis resin yang dipakai ada beberapa pilihan diantaranya *rubber resin*, *alkyd resin* dan *epoxy resin*. Dianjurkan menggunakan *epoxy resin* (dapat menahan korosi lebih baik dalam kurun waktu yang lama). Umumnya cat deck adalah berwarna hijau.
- h. Cat Bituminous, merupakan cat khusus yang digunakan pada jangkar, rantai jangkar dan *chain locker* (kotak jangkar). Merupakan cat akhir yang dipakai untuk mengecat bagian rantai kapal dan jangkar kapal. Cat akhir ini mempunyai basis resin yang dapat menahan korosi. Di kombinasi dengan resin yang mempunyai ketahanan cuaca (*anti weathering*) dan resapan air laut. Basis resin yang dipakai ada beberapa pilihan diantaranya *rubber resin* dan *alkyd resin*. Dianjurkan menggunakan *alkyd resin*.
- Bagian pengecatan lambung:

Pengecatan pada daerah *Top Side*, pada daerah ini digunakan cat *rimer* (P), cat *Anti Corrosion* (AC), cat *Top Side* (T/S).



- b. Pengecatan pada daerah *Bottop*, pada daerah digunakan cat *primer (P)*, cat *Anti corrosion (AC)*, cat *bottop (B/T)*.
- c. Pengecatan pada daerah *Bottom*, pada daerah ini digunakan cat *primer (P)*, cat *corrosion (AC)*, cat *Anti Fouling (AF)* (Kusna, 2008).



Gambar 1 Bagian Pengecatan Kapal

- Perhitungan kebutuhan material cat:

Ada beberapa definisi penggunaan dan istilah yang digunakan dalam teknologi pengecatan antara lain (Akbar, 2019):

- a. Volume Solid

*Volume solid (VS)* mengungkapkan angka sebagai persentase rasio:

$$VS = \frac{DFT (\mu m)}{WFT (\mu m)} \times 100\% \tag{1}$$

$$= \dots\dots\dots(\mu m)$$

dimana,

- VS = Volume Solid (%)
- DFT = Dry film thickness (μm)
- WFT = Wet film thickness (μm)

Model lain telah ditentukan sebagai rasio antara dry film thickness dan wet film thickness dari lapisan diterapkan dalam ketebalan yang ditunjukkan dalam kondisi laboratorium, dimana tidak ada kerugian cat telah ditentukan.

- b. *Dry Film Thickness (DFT)*

Dry film thickness (DFT) adalah lapisan ketebalan kering minimum yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat cat, yang berfungsi untuk memberikan lapisan proteksi suatu objek. Ketebalan film kering untuk sebuah aplikasi dapat ditentukan jika volume precent solid dan ketebalan film basah diketahui,

masi ini dapat diperoleh dari lembar data teknikal cat (PDS). Persamaan : menghitung ketebalan film kering adalah:



$$DFT = \frac{WFT (\mu m) \times VS (\%)}{100\%} \quad (2)$$

$$= \dots\dots\dots(\mu m)$$

dimana,

DFT = Dry film thickness ( $\mu m$ )

WFT = Wet film thickness ( $\mu m$ )

VS = Present Volume Solid (%)

c. Theoretical Spreading Rate (TSR)

Tingkat penyebaran teoritis dari cat dalam ketebalan film kering diberikan pada permukaan objek luasan, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$TSR = \frac{VS (\%) \times 10}{DFT (\mu m)} \quad (3)$$

$$= \dots\dots\dots(m^2/liter)$$

dimana,

TSR = Theoretical Spreading Rate (m)

DFT = Dry film thickness ( $\mu m$ )

VS = Present Volume Solid (%)

d. Practical Spreading Rate (PSR)

Tingkat penyebaran praktikal dari cat setelah dikurangi oleh loss factor pada permukaan objek luasan, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PSR = TSR \times Loss Factor \quad (4)$$

$$= \dots\dots\dots(m^2/liter)$$

dimana,

PSR = Practical Spreading Rate (m)

TSR = Theoretical Spreading Rate ( $m^2/liter$ )

LF = Presentase kehilangan material cat (%)

e. Konsumsi cat dengan daya sebar cat

Konsumsi teoritis lapisan dapat ditentukan jika area padat persen volume (% VS) dan ketebalan film kering (DFT) yang diinginkan diketahui. Persamaan

untuk mendapatkan konsumsi teoritis adalah:

$$Konsumsi Cat = \frac{Area (m^2) \times DFT (\mu m)}{10 \times VS (\%)} \quad (5)$$

$$= \dots\dots\dots(liter)$$



$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi Cat} &= \frac{\text{Area (m}^2\text{)}}{\text{PSR} \left(\frac{\text{m}^2}{\text{l}}\right)} \\
 &= \dots\dots\dots(\text{liter})
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

dimana,

- Konsumsi Cat = (liter)
- DFT = Dry film thickness (μm)
- VS = Present Volume Solid (%)

f. Konsumsi cat dengan faktor kehilangan dan kekasaran permukaan.

*Blast cleaning* akan meningkatkan kekasaran permukaan dengan demikian akan menambah volume permukaan yang akan dicat. Kekasaran permukaan tergantung pada saat dilakukan persiapan permukaan yang diinginkan. Sehingga konsumsi cat akan bertambah akibat dari factor kekasaran permukaan. Jumlah cat yang diperlukan untuk mengisi kekasaran ditunjukkan di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi Cat} &= \frac{\text{Area (m}^2\text{)} \times \text{DV} \left(\frac{\text{L}}{\text{m}^2}\right) \times 100}{10 \times \text{VS} (\%)} \\
 &= \dots\dots\dots(\text{liter})
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

- Keterangan:
- Area = (m<sup>2</sup>)
  - DV = Dead volume (liter/m<sup>2</sup>)
  - VS = Present Volume Solid (%)
  - LF = Loss factor (%)

Tabel 1 Tingkat Kekasaran Permukaan

Kekasaran Permukaan (mikron)	Dead volume (l/m <sup>2</sup> )
30	0.02
45	0.03
60	0.04
75	0.05



#### 4. Pekerjaan Propeller

Proses reparasi propeller kapal dilakukan ketika kapal berada di dalam dok (proses docking), umumnya kerusakan pada propeller terjadi pada bagian daunnya (blade) dimana daun propeller inilah yang menjadi prantara antara kapal dan air sehingga kapal dapat berjalan, sebagai contoh kerusakan pada daun propeller seperti : mengalami fouling, terjadi pengikisan akibat kavitasi, terjadi keretakan dan bengkokan (bending) akibat berbenturan dan sebagainya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dengan kondisi propeller yang tidak optimum tersebut maka performa propeller akan turun. Berikut tahapan dalam reparasi propeller secara umum:

- Bersihkan daun propeller
- Lakukan penambahan bahan (sesuai material propeller) dengan las Pada bagian-bagian propeller yang mengalami pengikisan.
- Setelah dilakukan penambahan ketebalan (las popok), selanjutnya digerinda dan dihaluskan permukaan daun propeller hingga sesuai dengan kondisi awal dengan bentuk dan ketebalan yang sama.
- Langkah terakhir adalah balancing propeller

#### 5. Pekerjaan Perpipaan

Sistem perpipaan pada kapal berfungsi untuk mengalirkan suatu fluida dari luar kapal ke dalam kapal atau sebaliknya dan dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang akan diinginkan dengan menggunakan sebuah pompa. Pompa yang biasanya digunakan untuk memompa suatu fluida pada instalasi perpipaan pada kapal adalah pompa centrifugal. Sistem perpipaan pada kapal dirancang semudah mungkin dengan minimum bengkokan dan sambungan las atau brazing, perpipaan pada kapal kebanyakan menggunakan flange supaya mudah dilepaskan atau dipasangkan untuk memudahkan Anak Buah Kapal (ABK) khususnya mekanik bagian kamar mesin dalam perawatan dan perbaikannya.



Perawatan Kemudi dan tongkat kemudi

Terdapat perawatan kemudi dan tongkat kemudi yang pertama dilakukan yaitu melepas, kemudian dilakukan pengukuran clearance tongkat kemudi.

Batasan clearance sama dengan poros baling-baling. Kemudian tongkat kemudi dibersihkan dan dibawa ke bangkel untuk cek kelurusan setelah itu di cat dan dipasangkan kembali.

#### 7. Replating

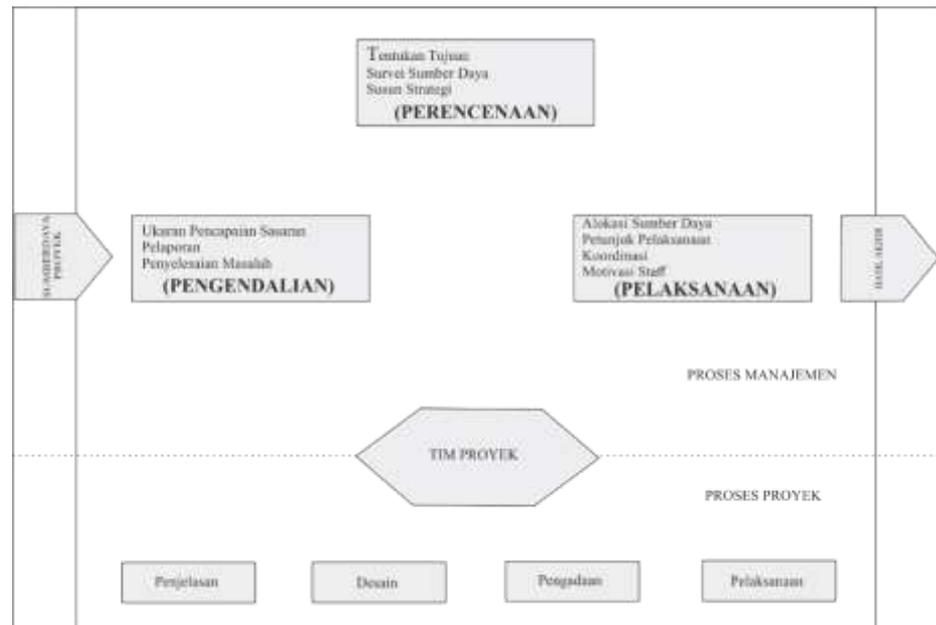
Pada proses maintenance kapal dilakukan proses replating pelat baja, dimana proses replating pelat baja adalah suatu proses dimana kapal melakukan pergantian pelat baru untuk menggantikan pelat lama yang telah mengalami penipisan pelat yang diakibatkan oleh korosi terhadap air laut yang perlu dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mempertahankan bagian-bagian kapal. Secara umum, replating pelat baja ini bertujuan untuk proses pergantian pelat lama yang mengalami penipisan atau pengurangan ketebalan akibat korosi. Pergantian pelat ini diperlukan karena untuk perawatan dan perbaikan kapal, serta untuk menjadikan umur ekonomis kapal berubah.

## 2.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian, keterampilan, cara dan teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja, biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja (Husen, 2010).

Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu (Hervianto, 2005).





Gambar 2 Sistem Manajemen Proyek (sumber; Husen, 2010)

### 2.3.1 Manajemen Sumber Daya

Dalam suatu proyek manajemen merupakan bagian yang sangat penting mengingat manajemen merupakan dasar yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan. Manajemen suatu proyek meliputi berbagai hal yaitu :

#### 1. Manajemen Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia yang ada pada suatu proyek dapat dikategorikan sebagai tenaga kerja tetap dan tenaga kerja tidak tetap. Pembagian kategori ini dimaksudkan agar efisiensi perusahaan dalam mengelola sumber daya dapat maksimal dengan beban ekonomis yang memadai.

#### 2. Manajemen Sumber Daya Peralatan

Dalam penentuan alokasi sumber daya peralatan yang akan digunakan dalam suatu proyek. Kondisi kerja serta kondisi peralatan perlu diidentifikasi dahulu. Tujuannya agar tingkat kebutuhan pemakaian dapat direncanakan secara efektif dan efisien.

#### 3. Manajemen Sumber Daya Material

Hampir sama halnya dengan pengelola peralatan, material harus dikelola dengan sebaik baiknya agar kebutuhannya mencukupi pada waktu dan tempat yang diinginkan. Untuk proyek manufaktur, ketepatan waktu maupun kesesuaian jumlah yang diinginkan sangat memengaruhi jadwal



lainnya. Oleh karena itu, dikenal pula istilah Just in Time di mana pemesanan, pengiriman serta ketersediaan material saat dilokasi sesuai dengan jadwal yang direncanakan.

### 2.3.2 Manajemen Biaya

Manajemen biaya proyek (*Project Cost Management*) melibatkan semua proses yang diperlukan dalam pengelolaan proyek untuk memastikan penyelesaian proyek sesuai dengan anggaran biaya yang telah disetujui. Hal utama yang sangat diperhatikan dalam manajemen biaya proyek adalah biaya dari sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek, sebagai berikut:

#### 1. Perencanaan Sumber Daya

Perencanaan sumber daya merupakan proses untuk menentukan sumber daya dalam bentuk fisik (manusia, peralatan, material) dan jumlahnya yang diperlukan

#### 2. Estimasi Biaya

Estimasi biaya adalah proses untuk memperkirakan biaya dari sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Bila proyek dilaksanakan melalui sebuah kontrak, perlu dibedakan antara perkiraan biaya dengan nilai kontrak. Estimasi biaya melibatkan perhitungan kuantitatif dari biaya-biaya yang muncul untuk menyelesaikan proyek. Sedangkan nilai kontrak merupakan keputusan dari segi bisnis di mana perkiraan biaya yang didapat dari proses estimasi merupakan salah satu pertimbangan dari keputusan yang diambil.

#### 3. Penganggaran Biaya

Penganggaran biaya adalah proses membuat alokasi biaya untuk masing-masing aktivitas dari keseluruhan biaya yang muncul pada proses estimasi. Dari proses ini didapatkan cost baseline yang digunakan untuk menilai kinerja proyek

#### 4. Pengendalian Biaya

Pengendalian biaya dilakukan untuk mendeteksi apakah biaya aktual pelaksanaan proyek menyimpang dari rencana atau tidak. Semua penyebab penyimpangan biaya harus terdokumentasi dengan baik sehingga langkah-langkah perbaikan dapat dilakukan.



### 2.3.3 Manajemen Waktu

Manajemen waktu pada suatu proyek (Project Time Management) memasukkan semua proses yang dibutuhkan dalam upaya untuk memastikan waktu penyelesaian proyek (PMI 2000). Ada lima proses utama dalam manajemen waktu proyek, yaitu:

1. Pendefinisian Aktivitas

Merupakan proses identifikasi semua aktivitas spesifik yang harus dilakukan dalam rangka mencapai seluruh tujuan dan sasaran proyek (*project deliverables*). Dalam proses ini dihasilkan pengelompokan semua aktivitas yang menjadi ruang lingkup proyek dari level tertinggi hingga level yang terkecil atau disebut *Work Breakdown Structure* (WBS).

2. Urutan Aktivitas

Proses pengurutan aktivitas melibatkan identifikasi dan dokumentasi dari hubungan logis yang interaktif. Masing-masing aktivitas harus diurutkan secara akurat untuk mendukung pengembangan jadwal sehingga diperoleh jadwal yang realistik. Dalam proses ini dapat digunakan alat bantu komputer untuk mempermudah pelaksanaan atau dilakukan secara manual. Teknik secara manual masih efektif untuk proyek yang berskala kecil atau di awal tahap proyek yang berskala besar, yaitu bila tidak diperlukan pendetailan yang rinci.

3. Estimasi Durasi Aktivitas

Estimasi durasi aktivitas adalah proses pengambilan informasi yang berkaitan dengan lingkup proyek dan sumber daya yang diperlukan yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan estimasi durasi atas semua aktivitas yang dibutuhkan dalam proyek yang digunakan sebagai input dalam pengembangan jadwal. Tingkat akurasi estimasi durasi sangat tergantung dari banyaknya informasi yang tersedia.



#### 4. Pengembangan Jadwal

Pengembangan jadwal berarti menentukan kapan suatu aktivitas dalam proyek akan dimulai dan kapan harus selesai. Pembuatan jadwal proyek merupakan proses iterasi dari proses input yang melibatkan estimasi durasi dan biaya hingga penentuan jadwal proyek.

#### 5. Pengendalian Jadwal

Pengendalian jadwal merupakan proses untuk memastikan apakah kinerja yang dilakukan sudah sesuai dengan alokasi waktu yang sudah direncanakan. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengendalian jadwal adalah:

- a. Pengaruh dari faktor-faktor yang menyebabkan perubahan jadwal dan memastikan perubahan yang terjadi disetujui.
- b. Menentukan perubahan dari jadwal.
- c. Melakukan tindakan bila pelaksanaan proyek berbeda dari perencanaan awal proyek.

### 2.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan Proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan, material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek (Husen, 2010).

Penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dimana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis (Callahan, 1992 dikutip oleh Walean, 2012). Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dalam berbagai permasalahannya. Proses *monitoring* serta *updating* selalu



mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar alokasi sumber daya durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek.

Umum penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat seperti berikut (Husen,

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan atau kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realitis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
5. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
6. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

Adapun langkah-langkah dalam menentukan penjadwalan proyek, yaitu (Soeharto, 1999):

1. Identifikasi aktivitas (*Work Breakdown Structure*)
2. Penyusunan urutan kegiatan
3. Perkiraan kurun waktu
4. Penyusunan jadwal

### 2.3.1 Work Breakdown Structure (WBS)

WBS biasanya merupakan diagram terstruktur dan hierarki berupa diagram pohon (tree structure diagram). Penyusunan WBS dilakukan dengan cara top down, dengan tujuan agar komponen-komponen kegiatan tetap berorientasi ke tujuan proyek.

Proses penjadwalan diawali dengan mengidentifikasi aktivitas proyek. Setiap aktivitas diidentifikasi agar dapat dimonitor dengan mudah dan dapat dimengerti pelaksanaannya, sehingga tujuan proyek yang telah ditentukan dapat terlaksana sesuai dengan jadwal.

Beberapa hal yang dapat dipakai sebagai pedoman penyusunan WBS (Ervianto, 2004): Susunan WBS dibuat bertingkat (level) menurut ketelitian pekerjaan. Susunan WBS dibuat atas dasar penguraian yang diskritisasi. Jumlah level sesuai dengan kebutuhan tingkat pengelolanya. Jumlah pekerjaan tiap level sesuai dengan kebutuhan pengelolanya.



Tiap elemen WBS diberi nomor, dengan penomoran yang sesuai dengan tingkat level-nya. Elemen pekerjaan dalam WBS merupakan pekerjaan yang terukur. Penyusunan Urutan Kegiatan.

Setelah diuraikan menjadi komponen-komponen, lingkup proyek disusun kembali menjadi urutan kegiatan sesuai dengan logika ketergantungan (jaringan kerja).

Di dalam penyusunan urutan kegiatan adalah bagaimana meletakkan kegiatan tersebut di tempat yang benar, apakah harus bersamaan, setelah pekerjaan yang lain selesai atau sebelum pekerjaan yang lain selesai. Pada penyusunan urutan kegiatan sendiri ada beberapa informasi yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Technological constraints, yang meliputi metode konstruksi, prosedur dan kualitas.
2. Managerial constraints, yang meliputi sumber daya, waktu, biaya, dan kualitas.
3. External constraints, yang meliputi cuaca, peraturan, dan bencana alam.

### 2.3.2 Perkiraan Kurun Waktu (Durasi)

Setelah terbentuk jaringan kerja, masing-masing komponen kegiatan diberikan perkiraan kurun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan, juga perkiraan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan tersebut.

Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung durasi kegiatan

- Perhitungan durasi kegiatan dengan produktivitas pekerjaan

$$\text{Durasi kegiatan} = \frac{\text{Beban pekerjaan}}{\text{Produktivitas pekerjaan} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

(1)

- Perhitungan durasi kegiatan pada pekerjaan dengan data jam orang (*man hour*)

$$\text{urasi kegiatan} = \frac{\text{Jam orang (Man Hour)}}{\text{Tenaga kerja}}$$

(2)



### 2.3.3 Time Schedule Curve S (Kurva S)

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan proyek.

Untuk membuat kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu metode diantara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertical sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan membentuk kurva S. Bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal biasanya masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil. Untuk menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat perhitungan persentase berdasarkan biaya per item pekerjaan/kegiatan dibagi total anggaran atau berdasarkan volume rencana dari komponen kegiatan terhadap volume total kegiatan.

### 2.3.4 Gantt Chart (Diagram Balok)

Diagram balok ditemukan oleh H.L. Gantt pada tahun 1917. Diagram ini paling banyak digunakan pada penjadwalan proyek konstruksi karena kemudahannya. Diagram balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dari urutan dalam merencanakan suatu kegiatan terdiri dari saat dimulai sampai saat selesai.

Diagram balok masih digunakan secara luas disebabkan karena bagan balok dibuat dan dipahami oleh setiap level manajemen sehingga amat berguna untuk komunikasi dalam pelaksanaan proyek. Gantt Chart juga diartikan suatu diagram yang terdiri dari sekumpulan garis yang menunjukkan saat



mulai dan saat selesai yang direncanakan untuk item-item pekerjaan didalam proyek.

## 2.4 *Network Planning (Jaringan Kerja)*

Network planning diperkenalkan pada tahun 1950-an oleh tim perusahaan Dupont dan Rand Corporation untuk mengembangkan sistem kontrol manajemen. Metode ini dikembangkan untuk mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks. Metode ini relatif lebih sulit, hubungan antar kegiatan jelas, dan dapat memperlihatkan kegiatan kritis. Dari informasi network planning-lah monitoring serta tindakan koreksi kemudian dapat dilakukan, yakni dengan memperbaharui jadwal. Akan tetapi, metode ini perlu dikombinasikan dengan metode lainnya.

Menurut Husen (2009:138), ada beberapa tahapan penyusunan network scheduling yaitu sebagai berikut:

1. Menginventarisasi kegiatan-kegiatan dari paket terakhir WBS berdasarkan item pekerjaan, lalu diberi kode kegiatan untuk mempermudah identifikasi.
2. Memperkirakan durasi setiap kegiatan dengan mempertimbangkan jenis pekerjaan, volume pekerjaan, jumlah sumber daya, lingkungan kerja, serta produktivitas pekerja.
3. Penentuan logika ketergantungan antar kegiatan dilakukan dengan tiga kemungkinan hubungan, yaitu kegiatan yang mendahului (*predecessor*), kegiatan yang didahului (*successor*), serta bebas.
4. Perhitungan analisis waktu serta alokasi sumber daya, dilakukan setelah langkah-langkah diatas dilakukan dengan akurat dan teliti.

### 2.4.1 **Manfaat Jaringan Kerja (Network Planning)**

Merupakan teknik perencanaan yang dapat mengevaluasi interaksi antara kegiatan- kegiatan. Manfaat dari pemakaian analisis network adalah sebagai



Dapat mengenali identifikasi jalur kritis (critical path) dalam hal ini ialah jalur elemen yaitu kegiatan yang kritis dalam skala waktu

penyelesaian proyek secara keseluruhan. Dapat diketahui dengan pasti kesukaran yang akan timbul jauh sebelum terjadinya sehingga dapat diambil tindakan yang presentatif.

- Mempunyai kemampuan mengadakan perubahan-perubahan sumber daya dan memperhatikan efek terhadap waktu selesainya proyek.
- Sebagai alat komunikasi yang efektif.
- Memungkinkan tercapainya penyelenggaraan proyek yang lebih ekonomis dipandang dari sudut biaya langsung dan penggunaan sumber daya yang optimum.
- Dapat dipergunakan untuk memperkirakan efek-efek dari hasil yang dicapai suatu kegiatan terhadap keseluruhan rencana.

#### 2.4.2 Bentuk Jaringan Kerja (*Network Planning*)

*Network* adalah grafik dari suatu rencana produk yang menunjukkan interelasi dari berbagai aktivitas. *Network* juga sering disebut diagram panah, apabila hasil-hasil perkiraan dan perhitungan waktu telah dibubuhkan pada *network* maka ini dapat dipakai sebagai jadwal proyek (*project schedule*). Untuk membentuk gambar dari rencana *network* tersebut perlu digunakan simbol-simbol, antara lain:

-  Anak Panah *Arrow*, menyatakan sebuah kegiatan atau aktivitas. Kegiatan disini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah *resource* (sumber tenaga, peralatan, material maupun biaya). Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini sama sekali tidak mempunyai arti. Jadi, tidak penyekalaan. Kepala anak panah menjadi pedoman arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai dari permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri keatas.



-  Lingkaran *Node*, sebagai simbol menyatakan sebuah kejadian atau peristiwa atau *event*. Kejadian (*event*) disini didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan.

- ■■■➔ Anak panah terputus-putus- *Dummy*, sebagai symbol aktifitas semu. *Dummy* disini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan Seperti halnya kegiatan biasa. panjang dan kemiringan *dummy* ini juga tidak berarti apa-apa sehingga tidak perlu diskalakan. Bedanya dengan kegiatan blasa adalah bahwa *dummy* tidak mempunyai duration (jangka waktu tertentu) karena tidak memakai atau menghabiskan sejumlah *resources*

### 2.4.3 Konsep CPM

#### A. Pengertian CPM

Metode critical path method (CPM) pada tahun 1958 ditemukan oleh perusahaan kimia Du Pon Company America, dalam pemecahan kesulitan-kesulitan proses fabrikasi. Pada dasarnya metode ini berbentuk diagram network.

Dengan menggunakan metode CPM kita dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap kegiatan dan dapat menentukan prioritas kegiatan yang harus mendapat perhatian pengawasan yang cermat, agar pekerjaan dapat selesai sesuai rencana. Metode ini lebih dikenal dengan istilah lintasan kritis. CPM akan membentuk aliran pekerjaan dengan jalur kritis diantara kegiatan dengan kegiatan lainnya, tujuan jalur kritis ini yaitu untuk mengetahui dengan cepat kegiatan-kegiatan yang tingkat kepekaan tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga dapat ditentukan kegiatan yang sebaiknya lebih diprioritaskan untuk menghindari keterlambatan waktu penyelesaian suatu pekerjaan. Menurut Roger G Schroeder (2000), pengertian metode jalur kritis (CPM) adalah "CPM merupakan metode berdasarkan Jaringan yang menggunakan keseimbangan waktu-biaya linear. Tiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya dengan cara memintas kegiatan untuk sejumlah biaya tertentu. Dengan demikian jika waktu penyelesaian proyek tidak memuaskan, beberapa keglayan tertentu dapat dipintas untuk menyelesaikan proyek dengan waktu yang lebih sedikit



## B. Istilah dalam CPM

### 4. Earliest start time (ES)

Waktu paling awal (tercepat) suatu kegiatan dapat dimulai, dengan memperhatikan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan pengerjaan.

### 5. Latest start time (LS)

Waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek.

### 6. Earliest finish time (EF)

Waktu paling awal kegiatan dapat diselesaikan, atau sama dengan ES + waktu kegiatan yang diharapkan.

### 7. Latest finish time (LF)

Waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan, atau sama dengan LS + waktu kegiatan yang diharapkan.

## C. langkah

## 2.5 *Microsoft Project*

Microsoft Project Professional merupakan software administrasi proyek yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan, dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan software ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek. Microsoft project memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan penggunaan, kemampuan, dan fleksibilitas sehingga penggunaanya dapat mengatur proyek secara lebih efisien dan efektif. Kita akan mendapatkan informasi, mengendalikan pekerjaan proyek, jadwal, laporan keuangan, serta mengendalikan kekompakan tim proyek, Adapun manfaat dari Microsoft Project adalah :



Menyimpan detail mengenai proyek di dalam database-nya yang meliputi detail tugas-tugas beserta hubungannya satu dengan yang lain, sumber daya yang dipakai, biaya, jalur kritis, dan lain-lain.

- b. Menggunakan informasi tersebut untuk menghitung dan memelihara jadwal, biaya dan elemen-elemen lain termasuk juga menciptakan suatu rencana proyek.
- c. Melakukan pelacakan selama proyek berjalan untuk menentukan apakah proyek akan dapat diselesaikan tepat waktu dan sesuai anggaran yang direncanakan atau tidak.

Adapun istilah-istilah yang sering digunakan dalam Microsoft project adalah *task*, *duration*, *start*, *finish*, *predecessor*, *resource*, *cost*, *baseline*, *gantt chart*, *tracking* dan *malistone* (Wowor et al., 2013).

## 2.6 SOP Koordinasi Proyek Kapal Reparasi

- a. Memperoleh Order dari Customer

Tahap pertama pada saat sebuah kapal akan melakukan reparasi adalah melakukan order dimana pada tahap ini Divisi Pemasaran akan menerima surat permintaan docking space, penawaran serta repair list.

- b. Membuat Estimasi biaya

Setelah pihak Divisi pemasaran menerima order dari customer maka selanjutnya Departemen kalkulasi membuat estimasi biaya proyek kapal reparasi yang berisi angka atau nilai perkiraan dari suatu biaya proyek. Estimasi biaya diperoleh melalui perhitungan jumlah biaya yang diperlukan untuk bahan/material dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek.

- c. Pembahasan Kajian Proyek dan analisis resiko

Estimasi biaya yang telah dibuat oleh Departemen Kalkulasi kemudian dikaji oleh Departemen Pemasaran, Keuangan, Logistik dan PPP. Hal ini dilakukan dilakukan untuk meningkatkan peluang positif dan meminimalisir peluang negatif atau merugikan yang mungkin benar-benar terjadi dalam proyek.



proposal proyek

Setelah melakukan pembahasan kajian dan analisis resiko proyek dan estimasi biaya dinyatakan sudah baik maka selanjutnya Departemen

Kalkulasi akan membuat Proposal Proyek. Adapun jika hasil pembahasan kajian dan analisis resiko proyek dinyatakan tidak baik maka akan dilakukan Kembali estimasi biaya oleh Departemen Kalkulasi.

e. Persetujuan Proposal Proyek

Proposal yang telah dibuat oleh Departemen Kalkulasi harus mendapatkan persetujuan dari direksi Proyek. Apabila Proposal Proyek tidak disetujui oleh Direksi maka akan dilakukan kembali proses estimasi biaya proyek oleh Departemen Kalkulasi

f. Mengirim Surat Penawaran dan Docking Space ke Owner

Setelah Proposal Proyek telah disetujui oleh Direktur maka Divisi Pemasaran akan mengirim surat penawaran dan docking space ke Owner kapal yang akan direparasi.

g. Menerima Persetujuan Owner

Setelah melakukan pengiriman Surat Penawaran dan Docking Space ke pemilik kapal yang akan direparasi maka selanjutnya Owner Kapal akan menerima Persetujuan Owner. Setelah itu, Divisi Pemasaran akan membuat surat Konfirmasi Docking.

h. Pembuatan Kontrak Proyek Reparasi dan SP3 (Surat Perintah Pelaksanaan Proyek)

Dengan adanya persetujuan Owner kapal maka akan dibuat kontrak proyek reparasi oleh Mgr. Hukum. Langkah selanjutnya setelah adanya persetujuan Owner dan Pembuatan Kontrak Proyek Reparasi adalah membuat SP3 (Surat Pelaksanaan Proyek). Surat tersebut berisi yang dibuat oleh Departemen PPP.

i. Kapal Masuk dan Pelaksanaan Arrival Meeting (AM)

Setelah Pembuatan Kontrak Proyek Reparasi dan SP3 (Surat Perintah Pelaksanaan Proyek) maka kapal akan masuk ke galangan dan akan dilakukan Arrival Meeting (AM) oleh tim pemasaran, tim produksi, tim planner dan K3LH PT IKI (Persero) serta Owner Surveyor. Arrival Meeting

merupakan tahap penelitian daftar reparasi dan penyusunan jadwal kerja detail untuk mendapatkan daftar reparasi yang disusun secepatnya yang kemungkinan terjadi penambahan atau pengurangan pekerjaan dari daftar



repair list yang akan disepakati oleh pihak OS kapal dengan PT IKI. Dari pelaksanaan Arrival meeting ini keluar Dokumen AM, BA serah terima kapal masuk.

j. Menerima JO dan Membuat Bon Permintaan Material

Setelah dilakukan Arrival meeting (MA) maka langkah berikutnya bagian bengkel akan menerima JO dan membuat Bon Permintaan Material.

k. Menerbitkan Usulan Pembelian

Pada tahap ini bagian Gudang akan menerbitkan usulan pembelian material.

l. Menerbitkan SPK/PO

Pada tahap ini divisi logistik akan menerbitkan Surat Perintah Kerja (SPK)/Purchase Order (PO) sebagai persetujuan pembelian material.

m. Koordinasi dan Kontrol Schedule Proyek

Selanjutnya Kepada Proyek (Kapro) akan melakukan koordinasi dan juga control terhadap schedule dan progress proyek. Koordinasi dan kontrol ini dilakukan sebagai upaya agar proyek berjalan sesuai dengan progres

n. Mengevaluasi tambahan/pengurangan Pekerjaan

Evalusi adanya tambahan atau pengurangan pekerjaan dilakukan oleh Kepala Proyek (Kapro). Dari evaluasi ini akan timbul list penambahan atau pengurangan pekerjaan jika ada.

o. Menyampaikan Pekerjaan Tambahan/Pengurangan ke Owner

List penambahan/pengurangan pekerjaan yang diterbitkan oleh Kapro berdasarkan evaluasi akan disampaikan kepada Owner melalui bagian Kalkulasi. List pekerjaan tersebut sebelumnya telah diestimasi oleh bagian kalkulasi sebelum akhirnya disampaikan ke Owner dengan adanya Surat Penawaran. Setelah Owner menerima surat penawaran yang berisi list penambahan/pengurangan pekerjaan ke Owner maka Owner akan memilih untuk menyetujui atau tidak menyetujui penambahan/pengurangan pekerjaan tersebut. Apabila Owner setuju maka akan dilanjutkan ke proses selanjutnya. Apabila Owner tidak setuju maka Divisi Pemasaran akan menyampaikan pembatalan Order Tambah/Kurang ke Pimpinan Proyek (impro).

apart Progres



Setelah adanya persetujuan Owner terhadap penambahan/pengurangan pekerjaan serta kontrol schedule proyek oleh Kepala Proyek (Kapro) maka selanjutnya akan dilakukan rapat progress bersama Departemen PPP yang kemudian akan memunculkan Laporan Progres Fisik.

q. Penagihan Termin

Pada tahap ini Departemen Keuangan akan melakukan penagihan termin yaitu tagihan atas pencapaian bobot pekerjaan berdasarkan hasil rapat progres yang telah dilakukan sebelumnya.

r. Pembuatan laporan S'note

Laporan s'note dibuat oleh Kepala Proyek (Kapro) dimana laporan ini berisi tentang laporan pekerjaan selama docking.

s. Delivery Kapal

Kepala Proyek (Kapro) akan melakukan penyerahan Kapal. Pada tahap ini dokumen administrasi kapal akan keluar.

t. Menerbitkan Final Bill

Pada tahap ini Departemen Kalkulasi akan menerbitkan tagihan terakhir yang berisi tagihan terakhir terhadap semua biaya selama proses reparasi dan docking kapal.

u. Klarifikasi Teknis, Volume dan negosiasi harga dengan Owner

Pada Tahap ini akan dilancarkan klarifikasi teknis, volume dan negosiasi harga dengan owner. Negosiasi ini dilakukan oleh Tim negosiasi dan akan keluar B A negosiasi

v. Menerbitkan invoice dan dokumen pendukung lainnya

Departemen keuangan akan menerbitkan invoice yang berisi daftar tagihan beserta dokumen pendukung lainnya

w. Pelunasan biaya reparasi

Pada tahap ini Owner akan melakukan pelunasan biaya reparasi berdasarkan invoice yang telah dikeluarkan oleh Departemen keuangan.

