

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN SUMBER DAYA PADA PEREKJAAN  
REPARASI KAPAL TUG BOAT 2X 600 HP**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

**Disusun Oleh:**

**DIAN MAULANA**

**D031181305**



**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**



**SKRIPSI**  
**PERENCANAAN SUMBER DAYA PADA PEREKJAAN**  
**REPARASI KAPAL TUG BOAT 2X 600 HP**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin

**Disusun Oleh:**

**DIAN MAULANA**  
**D031181305**



**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**  
**2023**



## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN SUMBER DAYA PADA PEKERJAAN REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 X 600 HP

Disusun dan diajukan oleh

**DIAN MAULANA**

**D031181305**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas  
Hasanuddin

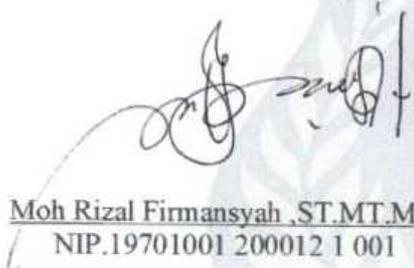
Pada tanggal 30 November 2023

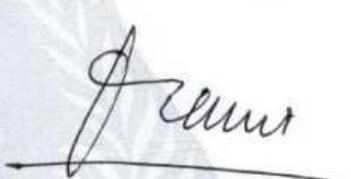
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

  
Farianto Fachruddin L.,ST.MT.  
NIP. 19700426 199412 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 : Dian Maulana  
NIM : D031181305  
Program Studi : Teknik Perkapalan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **PERENCANAAN SUMBER DAYA PADA PEKERJAAN REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 X 600 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 mempertanggung jawabkan 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, 30 November 2023

Yang Membuat Pernyataan



Dian Maulana



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

## ABSTRAK

DIAN MAULANA. **Perencanaan sumber daya pada pekerjaan reparasi kapal tug boat 2 x 600 hp** (Dibimbing oleh Moh.Rizal Firmansyah dan Fahrianto Fahrudin)

Reparasi kapal merupakan kegiatan memperbaiki dan merawat kapal secara keseluruhan atau pada bagian tertentu pada kapal, Pada pelaksanaan reparasi kapal tiga hal yang menjadi *factor* utama yaitu waktu pengerjaan, Sumber daya dan Biaya. Tujuan dari penelitian ini adalah Menentukan bobot pengerjaan pada reparasi kapal, Menentukan waktu pengerjaan pada reparasi kapal, Dan menentukan biaya yang dibutuhkan pada pengerjaan reparasi kapal.

Penelitian ini menggunakan metode *work breakdown system* ( WBS ) merupakan proses mengelompokkan aktivitas spesifik yang harus di lakukan dalam mencapai tujuan proyek, setelah itu mengolah aktifitas tersebut kedalam *Critical path methode* ( CPM ) yaitu metode pengamatan terhadap jalur pengerjaan paling penting dengan identifikasi ini untuk menentukan waktu pengerjaan terlama. dengan menggunakan aplikasi *microsoft project* dalam merencanakan suatu pengerjaan untuk mengifisiensikan setiap pengerjaan secara baik.

Hasil dari penelitian ini berupa bobot pengerjaan docking kapal dengan dwt 171 ton pembersihan lambung  $266m^2$ , Pengecekan ketebalan kapal pada 200 titik kapal di peroleh estimasi penggantian plat +- 1000kg, Pengecatan pada tiga bagian kapal mulai dari keel sampai *deck* kapal  $266m^2$  penurunan *propeller* 2 unit dan bagian bagian *propeller*, Perawatan jangkar dan rantai jangkar 2 unit penggantian *zinc anode* 18 buah perawatan *sea chest* 2 unit dan *sea valve* untuk setiap sudut kemiringan 4, 2,5, dan 1 inci masing masin 2 buah. Adapun waktu yang didapatkan dalam perencanaan reparasi kapal ini adalah 7,8 hari dengan estimasi delapan jam kerja perhari dan estimasi biaya yang di gunakan sebesar RP. 365.568.919,00.

Kata kunci: **reparasi, tugboat, sumber daya, critical path methode, work breakdown system**



## ***ABSTRACT***

**DIAN MAULANA. Resource Planning for 2 x 600 HP Tug Boat Repair Work**  
(Supervised by oleh Moh.Rizal Firmansyah and Farianto Fachruddin).

Ship repair is an activity to repair and maintain the ship as a whole or in certain parts of the ship, in the implementation of ship repair three things that become the main factors, namely processing time, resources and costs. The purpose of this study is to determine the weight of work on ship repairs, determine the time of work on ship repairs, and determine the costs required in ship repair work.

This research uses the work breakdown system (WBS) method which is the process of grouping specific activities that must be carried out in achieving project goals, after that processing these activities into the Critical path method (CPM), which is a method of observing the most important work path with this identification to determine the longest processing time. by using the Microsoft Project application in planning a work to optimize each work well.

The results of this study are the weight of the docking work of a ship with a dwt of 171 tons 266m<sup>2</sup> hull cleaning, Gluing the thickness of the ship at 200 points of the ship obtained an estimated plate replacement of +- 1000kg, Painting on three parts of the ship starting from the keel to the deck of the ship 266m<sup>2</sup> decrease in propeller 2 units and parts of the propeller, Maintenance of anchors and anchor chains 2 units of zinc anode replacement 18 pieces of sea chest maintenance 2 units and sea valves for each tilt angle of 4, 2.5, and 1 inch each masin 2 pieces. The time obtained in the planning of this ship repair is 7.8 days with an estimated eight working hours per day and the estimated cost used is RP. 365.568.919,00.

**Key words: repair, tugboat, resources, critical path method, work breakdown system**



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb

Dengan mengucapkan rasa Syukur kepada tuhan yang maha esa allah swt ,serta shalawat dan rasa Syukur yang tak henti pula kepada sosok manusia sempurna nabi Muhammad saw,

Penulis berharap dapat menyelesaikan penelitian sesuai dengan harapan sehingga nantinya penelitian ini dapat digunakan sebagaimana semestinya menjadi sumber literasi yang bermanfaat, penelitian ini mengangkat tentang penerapan aplikasi berbasis computer dalam rangka pengerjaan salah satu persyaratan untuk menamatkan guna memperoleh gelar sarjana Teknik di departemen perkapalan fakultas Teknik universitas hasanuddin.

Didalam pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, disini penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam – dalamnya kepada:

1. Pertama tama kepada orang tua penulis Muhamaad Yusuf dan Rosnani Ali sosok penyemagat utama yang menjadi alasan utama penulis bisa sampai sejauh ini dan sampai di titik ini, terimah kasih ibu dan bapak, kemudian kepada orang terdekat yang memberikan sokongan berupa wejangan dan motivasi kepada saya.
2. Kepada kepada dua orang kakak dan satu orang adik.
3. Bapak Moh Rizal Firmansyah, ST.MT. M.Eng. selaku pembimbing I dan Bapak Farianto Fachruddin, L., ST. MT selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan kesabaran dalam membimbing dan mendidik penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Bapak Wahyuddin, S.T, M.T dan Bapak Fadhil Rizki Clausthadi, S.T., B.Eng., selaku dosen penguji yang memberi saran serta masukan dalam perbaikan s akhir ini.



5. Kepada seorang perempuan yang membuat saya terpacu, sehingga bisa sejauh ini, terima kasih selalu ada.
6. Kepada dosen dosen Teknik perkapalan universitas hasanuddin fakultas Teknik bapak ibu adalah sosok orang tua bagi saya selama menjalani masa perkuliahan saya selama ini namun terasa sangat singkat.
7. Kepada Ibu Chairunnisa selaku dosen pembimbing akademik dan ibu rosmani dosen yang sangat membantu saya dalam masa perkuliahan ini.
8. Kepada teman Teknik Angkatan 2018 teman saudara dan sahabat semua berpadu menjadi satu dalam bingkai kekeluargaan dan kesederhaan dan semua elemen elemen yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Selamat datang dalam eksplorasi konsep dan aplikasi dalam manajemen proyek melalui tulisan ini. Penulis memainkan peran kunci dalam kesuksesan berbagai inisiatif, dan pengetahuan mendalam tentang alat-alat seperti jaringan kerja dan *Microsoft Project* dapat menjadi fondasi yang kuat dalam mencapai tujuan karya tulis ilmiah ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang konsep jaringan kerja, *Critical Path Method* (CPM), dan peran perangkat lunak *Microsoft Project* dalam mengelola proyek. Semoga informasi yang disajikan di sini dapat memberikan wawasan berharga dan membantu dalam menghadapi tantangan kompleksitas proyek dengan lebih efisien. Selamat membaca!



## DAFTAR ISI

SKRIPSI .....	1
SKRIPSI .....	2
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	2
1.3    Tujuan Penelitian .....	3
1.4    Manfaat Penelitian .....	3
1.5    Batasan Masalah .....	3
1.6    Sistematika Penulisan .....	3
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1    Reparasi Kapal.....	5
2.2    Pengerjaan Reparasi Kapal.....	8
2.3    Manajemen Proyek .....	17
2.4 <i>Critical Path Method (CPM)</i> .....	20
2.5 <i>Network Planning</i> .....	22
2.6    Microsoft Project.....	29
2.7    Perhitungan biaya dan durasi percepatan.....	30
Kurva S .....	31
.....	32
LOGI PENELITIAN .....	32



3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	32
3.2	Jenis Data Penelitian .....	32
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	32
3.4	Metode Analisis Data .....	33
3.5	Kerangka Pikir Penelitian .....	35
BAB IV .....		36
HASIL DAN PEMBAHASAN .....		36
4.1	Uraian Umum .....	36
4.2	Daftar Job Order (Repair List) .....	36
4.3	Identifikasi Kegiatan .....	39
4.4	Rancangan Jaringan Kerja .....	42
4.5	Durasi Kegiatan .....	43
4.6	Lintasan Kritis .....	45
4.7	Biaya .....	47
4.8	Pembahasan .....	56
BAB V .....		62
KESIMPULAN DAN SARAN .....		62
5.1	Kesimpulan .....	62
5.2	Saran .....	63
DAFTAR PUSTAKA .....		64
LAMPIRAN .....		66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Cacat plate .....	12
Gambar 2 Diskontinuitas sambungan pada plate.....	13
Gambar 3 Pengecekan ketebalan plat.....	15
Gambar 4 Pergantian plat pada haluan kapal.....	16
Gambar 5 Tanda replating.....	16
Gambar 6 Symbol node .....	28
Gambar 7 Kerangka pikir.....	35
Gambar 8 Network planning.....	46
Gambar 9 Diagram tenaga kerja.....	49
Gambar 10 Diagram bobot pengerjaan .....	50
Gambar 11 Diagram Tenaga kerja - jam orang .....	51
Gambar 12 Kurva S biaya.....	56
Gambar 13 Gantt chart penjadwalan .....	58
Gambar 14 Kurva S 5 jam .....	60
Gambar 15 Diagram biaya.....	61



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Repair list .....	37
Tabel 2 Pengkodean kegiatan .....	39
Tabel 3 jaringan kerja .....	42
Tabel 4 durasi kegiatan .....	44
Tabel 5 presentase biaya tenaga kerja .....	47
Tabel 6 Material .....	52
Tabel 7 Material Replating .....	54
Tabel 8 Material blasting .....	54
Tabel 9 Biaya peralatab pengerjaan jangkar .....	55
Tabel 10 Biaya peralatan jangkar .....	55
Tabel 11 Biaya peralatan scraping .....	55
Tabel 12 Biaya peralatan scrap sirip.....	55
Tabel 13 Biaya peralatan megger test .....	55
Tabel 14 Biaya overhead 8 jam.....	57



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan sarana penting dan vital terutama sebagai alat transportasi-perhubungan dan sebagai bagian dari Infrastruktur Pembangunan Ekonomi komunitas masyarakat antara daerah juga dapat difungsikan menjadi alat Utama sistim pertahanan *Negara*. Keberadaan suatu kapal baik saat dibangun (*New building vessel*) ataupun proses perbaikan (*repairing/docking proses*) selalu berkaitan dengan Galangan kapal sebagai bagian utama dari Industri Maritim.

Dari potensi armada kapal laut yang beroperasi saat ini, sekitar 11 ribu dan populasi unit kapal, ini menunjukkan bahwa lebih dari 75% armada kapal tsb sudah berusia di atas 20 tahun. Umur kapal laut ini merupakan kendala yang sudah lama terjadi pada sebagian besar perusahaan pelayaran nasional. Kondisi ini berdampak negatip yang menyebabkan biaya operasional kapal meningkat (Premi asuransi, pemakaian bahan bakar dan pelumas dan sebagainya), yang juga selalu dikaitkan dengan masalah keselamatan kapal dan muatannya. Hal ini menyebabkan tingginya biaya operasional kapal berimbas pada ongkos angkut barang dan penumpang (*Freight cost for cargo and Passenger*) yang sangat berbeda di dibandingkan kalau mengoperasikan kapal-kapal yang berusia muda dan baru (dibawah 5 tahun beroperasi).

Setiap kapal yang berlayar harus selalu dalam keadaan layak yang memenuhi standar klasifikasi dan *statutory*. Sehingga diperlukan perawatan (*maintenance*) dan perbaikan/reparsi agar kapal selalu dalam kondisi layak. Perawatan dan perbaikan tersebut dilakukan di galangan kapal. Oleh karena itu, perusahaan harus melakukan perawatan dan perbaikan kapal 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 kapal, dan memiliki kualitas yang relatif baik (Soeharto 1999). Untuk memenuhi kriteria tersebut, perusahaan perlu memperhatikan proses perbaikan kapal, agar dapat terselesaikan dengan waktu yang ditentukan. Selain kualitas, yang menjadi prioritas utama adalah efisiensi waktu. Maka dari itu, perlu adanya perencanaan dalam manage pekerjaan reparasi kapal (Heizer dan Render 2005). Saat reparasi kapal, perusahaan dituntut agar waktu penyelesaian dapat efektif.

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi membutuhkan suatu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian yang baik, dimana kondisinya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: sumber daya yang baik kualitas, maupun kuantitasnya, ketersediaan material, kondisi alam, letak geografis dan faktor-faktor lainnya. Maka dari itu, untuk mempermudah proses penjadwalan dan perencanaan reparasi kapal (*ship repair*) maka digunakan suatu *software* penjadwalan pekerjaan, yakni salah satunya dengan menggunakan *software Microsoft Project*. *Microsoft Project* adalah *software* yang biasanya digunakan oleh *project manager* untuk mengelola proyek mereka agar lebih efisien.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis mengambil judul **“PERENCANAAN SUMBER DAYA PADA PEKERJAAN REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 X 600 HP”**

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapa bobot pekerjaan pada pekerjaan reparasi kapal?
2. Berapa waktu pengerjaan dan kebutuhan sumber daya pada pekerjaan reparasi kapal?

Berapa biaya yang dibutuhkan pada pekerjaan reparasi kapal?



### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menentukan bobot pekerjaan pada pengerjaan reparasi kapal Menentukan aktivitas-aktivitas apa saja yang berada pada jalur kritis
2. Menentukan waktu pengerjaan pada pengerjaan reparasi kapal
3. Menentukan biaya yang dibutuhkan pada pengerjaan reparasi kapal

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di dapatkan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui bobot pekerjaan pada pengerjaan reparasi kapal
2. Mengetahui waktu pengerjaan pada pengerjaan reparasi kapal
3. Tersedianya *S-Curve* yang dapat dijadikan sebagai pengontrol pekerjaan pada saat pekerjaan reparasi kapal
4. Menentukan biaya yang dibutuhkan pada pengerjaan reparasi kapal

### 1.5 Batasan Masalah

Untuk mengefektifkan penyelesaian masalah, maka dibuat asumsi dan batasan pada hal-hal sebagai berikut :

1. Jenis pekerjaan yang diamati adalah reparasi kapal
2. Metode yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yakni *Critical Path Method (CPM)*
3. Aplikasi yang digunakan untuk perencanaan jaringan kerja serta perhitungan waktu pekerjaan reparasi kapal yakni *software Ms. Project*
4. Analisa biaya dan waktu didapatkan dengan mengolah data menggunakan *software Ms Project*
5. Analisa yang dilakukan hanyalah pada komponen waktu, tenaga kerja dan biaya dari pekerjaan.



### Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam memahami penulisan penelitian ini, disusun cara singkat sistematika penyusunan laporan sebagai berikut :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan mengenai teori yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir yaitu : teori terkait reparasi kapal, perencanaan jaringan kerja (*Network Plan*).

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan mengenai waktu dan tempat penelitian, jenis penelitian, jenis data, tahapan penelitian, dan diagram alur penelitian.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan tentang hasil yang diperoleh dari pengolahan data dan penelitian.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil penelitian, saran dan daftar Pustaka.



## 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 mpuh ke lokasi kapal yang diperbaiki akan lebih cepat. Dibukanya perwakilan manajemen jasa perbaikan sebagai bagian dalam pengembangan anajemen pada sektor usaha jasa guna menjangring konsumen pengguna jasa



serta sebagai bentuk jawaban terhadap pengguna jasa, bahwasanya pelayanan memuaskan yang diberikan oleh penyedia jasa merupakan prioritas utama (Khamdilah et al., 2021).

Reparasi kapal merupakan sebuah tindakan pengembalian fungsi dan kondisi komponen kapal dalam rangka mempertahankan kelayakan pada kapal sehingga dapat beroperasi secara maksimal. Reparasi juga dapat berarti memperbaiki, mengganti komponen atau material yang rusak, dan termasuk ke dalam pemeliharaan kapal. Jenis-jenis pemeliharaan kapal, sebagai berikut:

a. *Corrective Maintenance*

Merupakan pemeliharaan yang telah direncanakan dan didasarkan pada kelayakan waktu operasi yang telah ditentukan pada buku petunjuk alat tersebut. Pemeliharaan ini merupakan “general overhaul” yang meliputi pemeriksaan, perbaikan, dan penggantian terhadap setiap bagian-bagian alat yang tidak layak pakai lagi, baik karena rusak maupun batas maksimum waktu operasi yang telah ditentukan.

b. *Preventive Maintenance*

Merupakan tindakan pemeliharaan yang terjadwal dan terencana. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah-masalah yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen atau alat dan menjaganya selalu tetap normal selama dalam operasi.

c. *Improvement Maintenance*

Merupakan tindakan perawatan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan sama sekali kebutuhan terhadap maintenance.

d. *Predictive Maintenance*

Merupakan perawatan yang bersifat prediksi, dalam hal ini merupakan evaluasi dari perawatan berkala (preventive maintenance). Pendeteksian ini



dapat dievaluasi dari indikator-indikator yang terpasang pada instalasi suatu alat dan juga dapat melakukan pengecekan vibrasi dan alignment untuk menambah data dan tindakan perbaikan selanjutnya.

e. *Run to Failure Maintenance*

Merupakan perbaikan yang dilakukan tanpa adanya rencana terlebih dahulu. Dimana kerusakan terjadi secara mendadak pada suatu alat atau produk yang sedang beroperasi, yang mengakibatkan kerusakan bahkan hingga alat tidak dapat beroperasi.

Reparasi kapal sebagian besar dilakukan pada konstruksi dan permesinan kapal. Kedua komponen tersebut memiliki jenis dan tingkat kesulitan yang berbeda dalam reparasinya, sehingga membagi pekerjaan kapal dalam dua zona pengerjaan akan memudahkan analisa masalahnya. Hal ini dapat juga memudahkan proses pengidentifikasian *list* perbaikan kapal. Proses perbaikan kapal sendiri mempunyai tiga tahapan, yaitu:

- a. Persiapan perbaikan
- b. Proses perbaikan
- c. Pengecekan hasil perbaikan

Dapat diketahui bahwa proses perbaikan kapal adalah proses panjang yang melibatkan banyak pihak seperti galangan, klasifikasi, dan pemilik (*owner*). Berdasarkan pada Gambar 1, pada tahap awal perbaikan kapal pihak *owner* akan mengajukan list komponen kapal yang rusak dan perlu dilakukan perbaikan. Namun seiring dengan proses perbaikan kapal, akan ada beberapa tambahan pengerjaan yang diajukan galangan atau klasifikasi untuk dikerjakan. Nantinya tambahan pekerjaan tersebut harus disetujui oleh pihak *owner*. Aktivitas dan kegiatan yang dilakukan dalam proses perbaikan kapal berbeda-beda tergantung jenis survey yang dilakukan. Jenis survey itu sendiri libedakan berdasarkan waktu dan kebutuhan dari kapal tersebut. Beberapa jenis survey berdasarkan klasifikasi yang umum adalah:



- a. *Annual Survey*, survei yang dilakukan setahun sekali. Survei ini dilakukan diatas dok ataupun diatas air, dengan ketentuan pemeriksaan diatas dok tidak boleh melebihi 2 tahun. Survei ini mengutamakan bagian kapal yang terendam di bawah garis air, survey ini meliputi survei konstruksi, instalasi mesin, listrik dan perlengkapan kapal. Hendaknya saat melakukan annual survei, kapal melakukan survei bawah kapal terlebih dahulu agar kapal cepat keluar dari dok, karena semakin lama kapal berada di dok biaya yang dikeluarkan juga semakin mahal. Untuk survei bagian atas air dapat dilakukan diatas air untuk menghemat biaya.
- b. *General Survey*, survei yang dilakukan empat tahun sekali Pada survei ini dilakukan survei secara keseluruhan, baik permesinan dan sistem bantunya.
- c. *Emergency Survey*, survei yang dilakukan secara tiba-tiba atau diluar jadwal seperti saat kapal mengalami bencana baik tabrakan ataupun kandas.

Kegiatan survei yang dilakukan pada setiap docking berbeda-beda sesuai dengan peraturan klasifikasi dan kebutuhan dari kapal tersebut. Namun berdasarkan rules dari klasifikasi, maka setiap docking kapal akan dilakukan perbaikan berupa:

- 1) Perbaikan dan perawatan konstruksi kapal
- 2) Perbaikan dan perawatan lambung
- 3) Perbaikan dan perawatan mesin.
- 4) Perbaikan dan perawatan *outfitting*.
- 5) Perbaikan dan perawatan sistem perpipaan.
- 6) Perbaikan dan perawatan sistem kelistrikan

## 2.2 Pengerjaan Reparasi Kapal

### 2.2.1 *Docking* kapal

Menurut Wulan, (2015), yang dimaksud dengan *Docking* Kapal adalah suatu proses memindahkan kapal dari air/laut ke atas galangan dengan bantuan fasilitas pendedokan 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. Aktivitas docking memiliki resiko kecelakaan yang mengancam pekerja dan kapal itu sendiri. Sehingga, setiap pekerja diwajibkan memelihara kesehatan dan keselamatan kerja secara maksimal melalui tindakan yang aman supaya dapat menekan terjadinya resiko.

## 2.2.2 Pembersihan dan Pengecatan Badan Kapal

### 2.2.1 Pembersihan Badan Kapal

Sebelum dilakukan reparasi badan kapal dibersihkan dulu dari binatang dan tumbuhan laut yang menempel pada pelat badan kapal. Peralatan yang digunakan antara lain : sekrap besar dan kecil, tangga kayu, unit blasting, pasir blasting, air tawar. Pembersihan dimulai dengan mensekrap sampai binatang dan tumbuhan laut terlepas dari pelat badan kapal. Dilanjutkan dengan sandblasting kemudian dibersihkan dengan menyemprotkan air tawar dan dikeringkan.

### 2.2.2 *Blasting*

*Blasting* adalah proses pembersihan permukaan material dengan menggunakan sistem penyemprotan udara bertekanan tinggi dengan berbagai media seperti pasir, air, dan lain-lain . *Blasting* dibagi menjadi dua bagian yaitu :

#### 1. *Sandblasting*

*Sandblasting* adalah rangkaian kegiatan *surface preparation* dengan cara menembakkan partikel padat dengan ukuran Grit 18 — 40 seperti pasir silica, steel grit atau garnet ke suatu permukaan dengan tekanan tinggi sehingga terjadi tumbukkan dan gesekan. Sandblasting dipilih kerna proses ini yang paling cepat dan efisien untuk membersihkan permukaan material yang terkontaminasi oleh berbagai kotoran terutama karat. Efek dari *sandblasting* ini membuat permukannya menjadi kasar dan permukaan yang kasar ini membuat cat dapat melekat dengan kuat. Perlu diketahui



berhasil atau gagalnya suatu pengecatan sangat bergantung pada tingkat kebersihan dan tingkat kepadatan dan perataan cat itu sendiri.

## 2. *Sweep / Spotblasting*

Pada dasarnya cara kerja sweepblasting sama dengan *sandblasting*. Pada *sweep blasting* hanya menyemprot bagian yang berkarat. Sweepblasting merupakan kegiatan yang dilakukan untuk membersihkan pelat kapal dari sisa cat dan karat dengan cara menyemprot permukaan pelat menggunakan pasir khusus berdiameter 0,5-1,0 mm. hal ini bertujuan agar cat dapat menempel dengan baik pada permukaan pelat. Alat yang digunakan adalah kompresor berdaya tekan 30 bar yang disambungkan dengan selang panjang dan nozzle pada ujung selang. Alat-alat utama yang digunakan untuk *blasting* adalah:

- 1) *Compressor* sebagai media utama untuk penekanan udara.
- 2) Tandon angin sebagai tempat untuk penyimpanan angin.
- 3) Separator sebagai alat untuk menyaring udara dari minyak dan air
- 4) *Pot Blast* sebagai tangki untuk menyimpan pasir (*steel grade*)
- 5) Selang *Blasting* (*blast hawse*)
- 6) *Nozle*.

### 2.2.3 Pengecatan Badan Kapal

Pengecatan badan kapal dapat dilakukan dengan kuas cat, *roller* maupun unit semprot cat sesuai dengan tingkat daerah kesulitan pengecatan. Jenis cat yang digunakan adalah: cat dasar, cat AC (anti *corrosive*/anti karat) dan cat AF (anti *folling*/anti binatang atau tumbuhan laut). Pengecatan dilakukan setelah badan kapal selesai diblasting. Sebelum dicat, badan kapal harus benar-benar bersih dari debu atau sejenisnya. Karena apabila masih ada debu yang menempel kemudian dicat akan menimbulkan kondensasi yang lama kelamaan



akan menyebabkan munculnya *blistering* (lubang-lubang kecil karena catnya terkelupas ). Badan kapal dibagi menjadi 3 bagian, yaitu bagian *bottom* (bagian yang tercelup air), *bottop*, dan bagian *top side*. Urutan pengerjaan *coating* pada masing – masing bagian berbeda-beda.

Pengecatan menggunakan 3 jenis cat yaitu cat primer, cat anti corrosive, dan cat anti fouling. Interval antar cat antara 4 jam – 3 hari. Pengecatan dilakukan setelah lambung kapal dalam keadaan bersih. Pada kasus reparasi kapal dilakkan dalam tiga tahap menggunakan:

- 1) Cat primer tahan karat (*rust prevention primer coat*) berfungsi sebagai pelapis dasar untuk melindungi pengaruh gangguan luar dari alam seperti cuaca.
- 2) Cat anti korosi, berfungsi untuk melindungi labung kapal dari karat atau memperlambat proses korosi pada lambung. Cat ini merupakan cat khusus dibawah air.
- 3) Cat anti *fuoling*, berfungsi untuk mencegah menempelnya tumbuhan dan hewan bawah laut seperti teritip pada permukaan lambung kapal. Untuk efektivitasnya terhadap alam maka setelah pengecatan harus langsung diturunkan dari dok dan dibiarkan mengapung di air. Waktu toleransi yang diperbolehkan sebelum kapal diturunkan dari dok, untuk cat yang baik 2 x 24 jam dan cat biasa 1 x 24 jam. Apabila sampai batas toleransi kapal belum diturunkan maka fungsi cat tersebut akan kurang efektif.

### 2.2.3 *Arrival Metting*

Tujuan *Arrival Metting* adalah membahas semua pekerjaan yang ada di dalam *Repair List* dan pekerjaan tambahan atau pengurangan pekerjaan yang telah disetujui oleh Owner, ABK dan Marketing.

### 2.2.4 Jenis – jenis Identifikasi Plate

- a. Sebelum dilakukan pengetesan tebal kulit, ditentukan terlebih dahulu titiktitk yang dicurigai mengalami pengurangan ketebalan dengan menggunakan palu ketok. Kemudian disediakan alat yang akan



digunakan anatar lain : Unit *Ultrasonic Test*, gerinda, paselin, palu dan tangga. Untuk mempermudah pekerjaan dibantu dengan gambar rencana umum dan gambar kerja (Bukaan kulit lambung) untuk meletakkan titik-titik yang akan diuji ketebalannya. Titik-titik uji yang telah ditentukan digerinda sampai terlihat warna pelat aslinya. Kemudian dipaselin untuk mencegah karat. Pekerjaan selanjutnya dengan bantuan *unit ultrasonic test, tester* pada bagian yang telah digerinda dengan cara menempelkan kabel dari alat tersebut pada titik uji. Maka jarum skala akan menunjukkan skala ketebalan pelat dalam satuan milimeter. Setelah diketahui ketebalannya kita bandingkan dengan tebal pelat semula. Apabila tebal pelat setelah diuji ketebalannya berkurang  $>20\%$  dari tebal pelat semula, maka perlu dilakukan *replating*



**Gambar 1. Cacat plate**

b. Deformasi pada plate

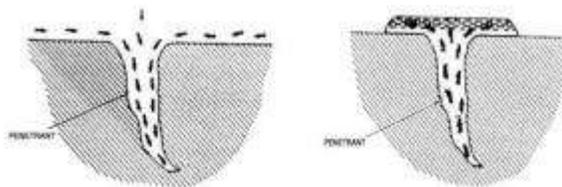
Kapal yang mengalami kerusakan akibat adanya gaya dari luar misalnya kapal kandas atau tertabrak karang atau dermaga sehingga pelat kapal mengalami gaya yang begitu besar sehingga pelat kapal mengalami deformasi aatau kelengkunagn namun ada juga penyebab lain yaitu kelengkungan atau deformasi pada kapal karena pelaksanaan teknik pengerjaan pelat yang tidak sesuai prosedur sehingga mengakibatkan terjadinya pelat deformasi kebocoran Pelat yang tercelup pada air laut yang di tempeli oleh binatang, tiram dll- dan



tumbuhan laut biasanya pelat tersebut terdapat alat yang berbentuk lekungan lekungan kecil jika hal ini di biarkan dan tidak segera di perbaiki maka dalam satu (1) waktu yang panjang bisa menyebabkan kebocoran pada plate.

c. Keretakan permukaan plate

Pengevaluasian atau inspeksi terhadap suatu diskontinuitas pada konstruksi yang menggunakan material logam, sebaiknya dilakukan secara rutin, untuk mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja, dan juga akan mempermudah perawatannya. Untuk melakukan pengevaluasian atau inspeksi tersebut diperlukan suatu metoda pengujian yang sekiranya mampu mendeteksi keberadaan diskontinuitas pada suatu logam material. Uji *liquid penetrant* merupakan salah satu metoda pengujian jenis NDT (*Non-Destructive Test*) yang relatif mudah dan praktis untuk dilakukan. Uji *liquid penetrant* ini dapat digunakan untuk mengetahui diskontinuitas halus pada permukaan seperti retak, berlubang atau kebocoran. Pada prinsipnya metoda pengujian dengan *liquid penetrant* memanfaatkan daya kapilaritas. Liquid penetrant dengan warna tertentu (merah) meresap masuk kedalam diskontinuitas, kemudian *liquid penetrant* tersebut dikeluarkan dari dalam diskontinuitas dengan menggunakan cairan pengembang (*developer*) yang warnanya kontras dengan liquid penetrant (putih). Terdeteksinya diskontinuitas adalah dengan timbulnya bercak-bercak merah (*liquid penetrant*) yang keluar dari dalam diskontinuitas.



Gambar 2. Diskontinuitas sambungan pada plate



Deteksi diskontinuitas dengan cara ini tidak terbatas pada ukuran, bentuk arah diskontinuitas, struktur bahan maupun komposisinya. *Liquid penetrant* dapat meresap kedalam celah diskontinuitas yang sangat kecil. Pengujian penetrant tidak dapat mendeteksi kedalaman dari diskontinuitas. Proses ini banyak digunakan untuk menyelidiki keretakan permukaan (*surface cracks*), kekeroposan (*porosity*), lapisan-lapisan bahan, dll. Penggunaan uji liquid penetrant tidak terbatas pada logam ferrous dan *non ferrous* saja tetapi juga pada *ceramics, plastic*, gelas, dan benda-benda hasil *powder* metalurgi.

## 2.2.5 Pemeriksaan dan Pematangan Pelat Badan Kapal

### a. Pemeriksaan Tebal Plat

Sebelum dilakukan pengetesan tebal kulit, ditentukan terlebih dahulu titik-titik yang dicurigai mengalami pengurangan ketebalan dengan menggunakan palu ketok. Kemudian disediakan alat yang akan digunakan antara lain : Unit *Ultrasonic Test*, gerinda, paselin, palu dan tangga. Untuk mempermudah pekerjaan dibantu dengan gambar rencana umum dan gambar kerja (Bukaan kulit lambung) untuk meletakkan titik-titik yang akan diuji ketebalannya.

Titik-titik uji yang telah ditentukan digerinda sampai terlihat warna pelat aslinya kemudian dipaselin untuk mencegah karat. Kemudian dengan bantuan unit *Ultrasonic test*, tester pada bagian yang telah digerinda dengan cara menempelkan pada pelat (titik uji) yang ingin diketahui ketebalannya menggunakan alat tersebut, maka jarum skala akan menunjukkan skala ketebalan pelat dalam satuan millimeter setelah diketahui ketebalannya kita bandingkan dengan tebal pelat semula. Apabila tebal pelat setelah diuji ketebalannya berkurang 20% dari tebal pelat semula, maka perlu dilakukan replating. Kulit lambung dipotong untuk diganti dengan pelat baru karena dideteksi pelat lama terdapat pengurangan ketebalan pelat sehingga melebihi batas toleransi *Class*.





**Gambar 3. Pengecekan ketebalan plat**

b. Pemotongan dan Penggantian Pelat Lambung Kapal

Tandai terlebih dahulu plat yang akan di ganti (*marking*). Lalu plat dipotong diantara gading (*frame*), pemotongan harus dilakukan secara hati-hati agar tidak memotong main frame. Sebelum memotong (*cutting*) plat harus dipasang *stiffner* diatas, arah *horizontal* agar tidak deformasi (antara *web frame*). Jika sudah ada senta lambung maka tidak perlu ada stiffner, tetapi jika dibagian bawah senta kamar mesin lebih baik diberi *stiffner* (antar *frame*). Setelah plat dipotong antar gading, sisa plat yang menempel pada gading sibersihkan, lalu dipasang plat baru. Untuk pemasangan plat baru, terutama dibagian haluan dan buritan kapal, plat harus di bentuk sesuai bentuk body kapal yang akan di ganti (*forming*), lalu untuk pemasangannya di pasang/sambungkan pada tempat yang sudah di potong. Untuk pemasang pada ketinggian terutama pada bagian sisi luar lambung, plat harus ditempelkan dengan bantuan *hoist/mobile crane* karena plat yang akan di tempelkan terlalu berat dan tidak bisa diangkat dengan tenaga manusia. Plat baru dikunci sebelum dilas memanjang, jika plat terlalu berat maka plat harus diberikan plat pembantu untuk menempelkan plat yang lama dan plat yang baru. Plat yang menempel pada gading dilas setempat, tidak perlu semuanya (*zig zag*). Setelah selesai dilakukan



pengelasan, pihak *Quality Control* (QC) galangan, akan memeriksa hasil dari pergantian las (las-lasan).



**Gambar 4. Pergantian plat pada haluan kapal**

#### 2.2.6 Check Kekedapan Plate

Setelah proses penggantian plate selesai dilakukan maka dilakukan proses testing kekedapan plate dengan menggunakan kapur dengan air yang di oleskan ke bagian permukaan welding sampai merata, ditunggu hingga sampai kapur tersebut kering, Untuk bagian permukaan yang atas disemprot solar hingga solar tersebut meresap ke permukaan yang telah diberikan kapur tersebut, proses peresapan tersebut  $\pm$  4 jam. Qc bisa melakukan pengecekan *welding*.



**Gambar 5. Tanda replating**



2.7 Setelah proses reparasi selesai dilaksanakan maka dari pihak owner memanggil pihak ke 3 yaitu *class (Surveyor)*. *Class inspection* ke

kapal mulai pengecekan mulai dari hasil *replating*, pekerjaan *outfitting*, *valve- valve*, permesinan, *shaft propeller*. Dari rangkaian inspection bila semua di selesaikan maka pihak class akan memberikan sertifikat docking bahwa kapal tersebut sudah layak berlayar setelah melakukan sea trial dengan class.

#### 2.2.8 Pengertian SOP

*Standart Operating Prosedure* (SOP) adalah serangkaian instruksikerja tertulis yang dibakukan (terdokumentasi) mengenai proses penyelenggaraan administrasi perusahaan, bagaimana dan kapan harus dilakukan, dimana dan oleh siapa dilakukan, Menurut Tjipto Atmoko, *Standart Operasional Prosedur* merupakan suatu pedoman atau acuan untuk melaksanakan tugas pekerjaan sesuai dengan fungsi dan alat penilaian kinerja instansi pemerintah berdasarkan indikator!indikator teknis, administrati dan prosedural sesuai tata kerja, prosedur kerja dan sistem kerjapada unit kerja yang bersangkutan.

### 2.3 Manajemen Proyek

Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi atau perusahaan yang telah ditentukan. Yang dimaksud dengan proses adalah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan yang sistematis. Sedang sumber daya perusahaan terdiri dari tenaga, keahlian, dana, dan informasi. Dalam melaksanakan suatu manajemen dikenal kegiatankegiatan manajemen yang merupakan langkah-langkah pokok dalam melaksanakan fungsi manajemen yang baik. Beberapa fungsi dari manajemen proyek (Arianie & Puspitasari, 2017):

#### a. Fungsi perencanaan (*Planning*)

Fungsi ini bertujuan dalam pengambilan keputusan yang mengelola data dan informasi yang dipilih untuk dilakukan di masa mendatang, seperti menyusun rencana jangka panjang dan jangka pendek, dan lain-lain



b. Fungsi Organisasi (*Organizing*)

Fungsi organisasi bertujuan untuk mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang memiliki aktivitas masing-masing dan saling berhubungan, dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mencapai tujuan organisasi, seperti menyusun lingkup aktivitas lain.

c. Fungsi Pelaksanaan (*Actuating*)

Fungsi pelaksanaan bertujuan untuk menyelaraskan seluruh pelaku organisasi terkait dalam melaksanakan kegiatan/ proyek, seperti pengarahan tugas serta motivasi, dan lain-lain.

d. Fungsi Pengendalian (*Controlling*)

Fungsi pengendalian bertujuan untuk mengukur kualitas penampilan dan penganalisisan serta pengevaluasian kegiatan, seperti memberikan saran-saran perbaikan, dan lain-lain.

Dalam penelitian ini, akan di bahas proses menentukan lintasan kritis dari proyek reparasi kapal. Penentuan lintasan kritis ini dicari dengan menggunakan metode *Critical Path Method (CPM)* yang merupakan bagian dari manajemen *Network Planning*.

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.

Berikut adalah contoh pembagian sumber daya manusia berdasarkan tupoksi pekerjaan.



- Mandor : adalah seorang yang mengepalari beberapa orang atau kelompok dan bertugas mengawasi pekerjaan.
- Penyelam : adalah seseorang yang bertugas mengawal dan memastikan posisi kapal saat naik dan turun dok.
- Tukang secrap: adalah seseorang yang bertugas untuk menyekrap bagian bagian kapal.
- Tukang semprot air : adalah seseorang yang bertugas menyiramkan air pada bagian bagian kapal.
- *Fitter* : adalah seseorang yang bertugas sebagai ahli perpipaan.
- *Welder* : adalah seseorang yang bertugas sebagai orang yang ahli dalam menyambungkan plat dan bagian bagian tertentu pada kapal.
- Teknisi jangkar dan mekanik propulsi : adalah seseorang yang bertugas sebagai ahli dalam pengerjaan dan reparasi jangkar dan propeller kapal
- *Operator winch* : adalah seseorang yang bertugas sebagai ahli alat berat.
- Tukang *balsting* : adalah seseorang yang bertugas sebagai ahli dalam menggunakan Alat *blasting*.
- Tukang cat : adalah seseorang yang ahli dalam menggunakan alat pengecatan pada kapal.
- Teknisi meggert: adalah seseorang yang ahli dalam menggunakan alat pengetesan kelistrikan pada kapal.
- Teknisi *ultra sonic* : adalah seseorang yang ahli dalam menggunakan alat pengecek ketebalat lambung kapal.
- *Helper* : adalah seseorang yang berperan sebagai pembantu atau penolong dalam sebuah pekerjaan dengan tujuan agar pekerjaan itu bisa lebih mudah dan lebih cepat diselesaikan.

## 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 ataupun 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.

## 2.4 Critical Path Method (CPM)

*Critical path method* biasa disebut dengan *activity on arrow* atau diagram terdiri dari anak panah dan lingkaran. Anak panah menggambarkan kegiatan atau aktivitas sedangkan lingkaran menggambarkan kejadian (*event*).

Dalam menentukan perkiraan waktu penyelesaian akan dikenal dengan istilah jalur kritis, jalur yang memiliki rangkaianrangkaian kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan waktu penyelesaian proyek tercepat. Sehingga dapat dikatakan bahwa jalur kritis berisikan kegiatan  $\pm$  kegiatan kritis dari awal sampai akhir jalur.

Pada CPM dikenal istilah critical path atau jalur kritis yang bertujuan untuk mengetahui kegiatankegiatan yang memiliki tingkat kepekaan tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga dapat menentukan tingkat prioritas kebijakan dalam penyelenggaraan proyek.

Bentuk CPM tersebut dapat memberikan informasi terkait dengan kegiatan yang dilaksanakan terlebih dahulu atau sesudahnya, dan durasi kegiatan. Jaringan yang telah dibuat pada CPM dapat direfleksikan sebagai dasar penjadwalan proyek. Penjadwalan proyek biasa dibuat dalam bentuk grafik Gantt Chart (Christy et al., 2013)



alam melakukan analisis jalur kritis menurut Heizer dan Render (2014), gunakan proses *two-pass* yang terdiri atas *forward pass* dan *backward pass* untuk menentukan jadwal waktu suatu aktivitas. ES dan EF ditentukan selama

forward pass. LS dan LF ditentukan selama backward pass. ES (*earliest start*) adalah waktu paling awal suatu aktivitas dapat dimulai dengan asumsi semua pendahulunya sudah selesai. EF (*earliest finish*) adalah waktu paling awal suatu aktivitas dapat selesai. LS (*late start*) adalah waktu terakhir suatu aktivitas dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek. LF (*late finish*) adalah waktu terakhir suatu aktivitas dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

Jaringan kerja merupakan jaringan yang terdiri dari serangkaian kegiatan untuk menyelesaikan suatu proyek berdasarkan urutan dan ketergantungan kegiatan satu dengan kegiatan lainnya. Sehingga suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila aktifitas sebelumnya belum selesai dikerjakan. Menurut Hayun (2005) simbol- simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu jaringan adalah sebagai berikut:

- a.  (anak panah/busur), menyatakan sebuah aktifitas yang dibutuhkan oleh proyek. Aktifitas ini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu). Tidak ada skala waktu, anak panah hanya menunjukkan awal dan akhir suatu aktifitas.
- b.  (lingkaran kecil/simpul/node) menyatakan suatu kejadian atau peristiwa.
- c.  (anak panah terputus-putus) menyatakan aktifitas semu (*dummy activity*). Dummy ini tidak mempunyai durasi waktu, karena tidak menghabiskan resource (hanya membatasi mulainya aktifitas). Bedanya dengan aktifitas biasa adalah aktifitas dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu aktifitas dan biaya sama dengan nol.
- d.  (anak panah tebal) menyatakan aktifitas pada lintasan



Simbol-simbol tersebut digunakan dengan mengikuti aturan-atura sebagai berikut (Hayun, 2005):

- a. Di antara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*initial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*terminal event*).

Langkah-langkah dalam menyusun jaringan kerja CPM menurut Soeharto (1999) yaitu:

- a. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- b. Menyusun kembali komponen-konponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
- c. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing- masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- d. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja.

## 2.5 Network Planning

Prinsip *Network Planning* adalah hubungan ketergantungan antara bagianbagian pekerjaan yang digambarkan dalam diagram *Network*. Dengan demikian diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan sumber daya manusia dapat digeser ke pekerjaan lain untuk efisiensi.



[enurut Husen (2009:138), ada beberapa tahapan penyusunan network heduling 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

*Network planning* adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan. Oleh karena itu disini sangat diperlukan sebuah manajemen waktu (*time management*) untuk mengefisiensikan waktu sebuah proyek yang disamping mempertajam prioritas, juga mengusahakan peningkatan efisiensi dan efektifitas pengelolaan proyek agar dicapai hasil yang maksimal dari sumber daya yang tersedia. Semuanya itu mencapai tujuan dari sebuah proyek pembangunan rumah yaitu kesuksesan yang memenuhi kriteria waktu (jadwal) selain juga biaya (anggaran) dan mutu kualitas (Arianie & Puspitasari, 2017).

#### 2.4.1 Metode dalam *Network Planning*

Pengerjaan sebuah proyek membutuhkan suatu teknik yang digunakan untuk mengelola proyek mulai dari perencanaan, penjadwalan sampai dengan pengendalian dari proyek tersebut. Keberhasilan maupun



kegagalan dari pelaksanaan sering kali disebabkan kurang terencananya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien, dimana hal ini mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Penelitian ini termasuk penelitian action research dimana peneliti mendeskripsikan, menginterpretasikan, dan menjelaskan suatu situasi dengan melakukan perubahan dengan tujuan perbaikan. Metode analisis yang digunakan adalah CPM dan PERT dengan alasan bentuk dari jaringan kerja atau network planning proyek dapat diketahui beserta kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis, dan juga dapat diketahui waktu dan biaya mana yang lebih efisien dalam pengerjaan proyek.

#### 2.4.2 Simbol dan notasi *Network Planning*

(Nurwanti & Pribadi, 2016) menyatakan bahwa terdapat simbol dan notasi yang dipakai dalam network planning yaitu :

##### a. Anak panah

Anak panah menggambarkan kegiatan (*activity*). Arah anak panah menunjukkan arah kegiatan, sehingga dapat diketahui kegiatan yang mendahului (*preceding activity*) dan kegiatan yang mengikuti (*succeeding activity*). Suatu aktivitas baru dapat dimulai jika preceding event sudah selesai dikerjakan. Setiap anak panah biasanya disertai dengan notasi yang memberikan identifikasi nama/jenis kegiatan dan estimasi waktu penyelesaian kegiatan yang bersangkutan.

##### b. Lingkaran

Lingkaran (*node*) menggambarkan peristiwa (*event*). Setiap kegiatan selalu dimulai dengan suatu peristiwa dan diakhiri dengan suatu peristiwa juga, yaitu peristiwa mulainya kegiatan dan peristiwa selesainya kegiatan itu.

##### c. Anak panah putus-putus



d. Anak panah tebal menyatakan aktifitas pada lintasan kritis

Simbol-simbol tersebut digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Hayun, 2005):

- Di antara dua kejadian (event) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah
- Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (initial event) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (terminal event).

Langkah-langkah dalam menyusun jaringan kerja CPM menurut Soeharto (1999) yaitu:

- a) Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- b) Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
- c) Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- d) Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan float pada jaringan kerja.

#### 2.4.3 Langkah-Langkah Pembuatan *Network Planning*

Langkah-langkah pembuatan network planning yaitu sebagai berikut:

a. Penggambaran Diagram Kerja Jaringan Kerja

Suatu Proyek Suatu diagram jaringan kerja proyek selalu dimulai dengan suatu peristiwa (yang menunjukkan saat dimulainya proyek)



dan diakhiri oleh suatu peristiwa (yang menunjukkan saat berakhirnya proyek).

b. Dalam perhitungan waktu proyek dikenal beberapa istilah, sebagai berikut.

- 1) *Earliest activity start time* (ES), menunjukkan saat paling awal suatu kegiatan dapat dimulai.
- 2) *Earliest activity finish time* (EF), menunjukkan saat paling awal selesainya suatu kegiatan.
- 3) *Latest activity start time* (LS), menunjukkan saat paling lambat suatu kegiatan harus dimulai.
- 4) *Latest activity finish time* (LF), menunjukkan saat paling lambat suatu kegiatan harus sudah dimulai. eJournal Administrasi Bisnis, Perhitungan waktu proyek dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama menghitung ES dan EF, dan tahap kedua menghitung LS dan LF. Perhitungan ES dan EF dilakukan secara maju (*forward pass*)

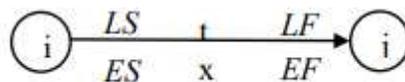
$$EF_X = ES_X + t_x$$

Sementara, perhitungan LS dan LF dilakukan secara mundur (*backward pass*), yang dirumuskan sebagai berikut

$$LF_X = LS_X - t_x$$

Perhitungan dimulai dari kegiatan terakhir (dimana  $EF = LF$ ) menuju ke kegiatan pertama (dimana  $ES = LS = 0$ ).

Pada diagram jaringan kerja, posisi yang dipergunakan untuk menunjukkan ES, LS, EF, dan LF dari suatu kegiatan X yang berasal dari peristiwa  $i$  dan berakhir pada peristiwa  $j$  sebagai berikut.



c. Waktu Tenggang dan Lintasan Kritis



Waktu tenggang kegiatan (activity float time atau slack, S) dapat diukur sebagai perbedaan antara LF dan EF atau antara LS dan ES.

$$S = LS_X - EF_X = LS_X - ES_X$$

Lintasan kritis merupakan lintasan dengan jumlah waktu yang paling lama dibandingkan dengan semua lintasan lain

#### 2.4.4 Asumsi dan Cara Perhitungan Waktu

Dalam melakukan perhitungan penentuan waktu ini digunakan tiga buah asumsi dasar, yaitu sebagai berikut :

- a. Proyek hanya memiliki satu *initial event* dan satu *terminal event*.
- b. Saat tercepat terjadinya *initial event* adalah hari ke nol.
- c. Saat paling lambat terjadinya *terminal event* adalah  $TL = TE$  untuk *event* ini.

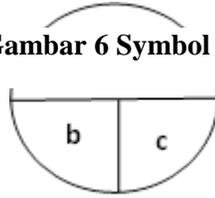
Adapun perhitungan yang harus dilakukan terdiri atas dua cara, yaitu cara perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*). Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari *initial event* menuju *terminal event* maksudnya ialah menghitung saat yang paling tercepat terjadinya *event* dan saat paling cepat dimulainya serta diselesaikan aktivitas-aktivitas (TE, ES dan EF).

Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari *terminal event* menuju ke *initial event*. Tujuannya ialah untuk menghitung saat paling lambat terjadinya *event* dan saat paling lambat dimulainya dan diselesaikan aktivitas-aktivitas (TL,LS, dan LF). Dengan selesainya kedua perhitungan ini, barulah *float* dapat dihitung.

Untuk melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur ini, lingkaran kejadian (*event*) dibagi atas tiga bagian sebagai berikut:



Gambar 6 Symbol node



a = Ruang untuk nomor *event*

b = Ruang untuk menunjukkan saat paling cepat terjadinya *event* (TE), yang juga merupakan hasil perhitungan maju.

c = Ruang untuk menunjukkan saat paling lambat terjadinya *event* (TL), yang juga merupakan hasil perhitungan mundur.

Dengan demikian, setelah diagram *network* yang lengkap dari suatu proyek selesai digambarkan, dan setiap *node* telah dibagi menjadi tiga bagian seperti diatas, maka mulailah *member* nomor pada masing-masing *node*. Setelah itu, cantumkan pada tiap anak panah (kegiatan) perkiraan waktu pelaksanaan waktu pelaksanaan masing – masing.

Letak angka yang menunjukkan wktu pelaksanaann masing – masing kegiatan ini biasanya dibawah anak panah. Satuan waktu yang digunakan pada seluruh *network* harus sama, misalnya jam, hari, minggu, dan lain – lain. Apabila perhitungan dilakukan dengan tidak menggunakan *computer*, maka sebaliknya *duration* ini menggunakan angka – angka bulat (Dipoprasetyo, 2016).

#### 2.4.5 *Work breakdown system* ( WBS )

Merupakan proses identifikasi semua aktivitas spesifik yang harus dilakukan dalam rangka mencapai seluruh tujuan dan sasaran proyek (*project deliverables*). Dalam proses ini dihasilkan pengelompokkan semua aktivitas yang menjadi ruang lingkup proyek dari level tertinggi



hingga level yang terkecil atau disebut *Work Breakdown Structure* (WBS).

## 2.6 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 :

- a. 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, gann chart, tracking* dan *malistone* (Wowor et al., 2013).



## 2.7 Perhitungan biaya dan durasi percepatan

Suatu proyek menggambarkan hubungan antara waktu terhadap Biaya yang dimaksud dalam hal ini merupakan biaya langsung (misalnya biaya tenaga kerja, pembelian material dan peralatan) tanpa memasukkan biaya tidak langsung seperti biaya administrasi, dan lain-lain. Adapun istilah-istilah dari hubungan antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

a. Waktu normal

Adalah waktu yang diperlukan bagi sebuah proyek untuk melakukan rangkaian kegiatan sampai selesai tanpa ada pertimbangan terhadap penggunaan sumber daya.

b. Biaya normal

Adalah biaya langsung yang dikeluarkan selama penyelesaian kegiatan-kegiatan proyek sesuai dengan waktu normalnya.

c. Waktu dipercepat

Adalah biaya langsung yang dikeluarkan selama penyelesaian kegiatan-kegiatan proyek sesuai dengan waktu normalnya.

d. Biaya untuk waktu dipercepat

Biaya untuk waktu dipercepat (crash cost) merupakan biaya langsung yang dikeluarkan untuk menyelesaikan kegiatan dengan waktu yang dipercepat. Metode percepatan pekerjaan adalah dengan cara menghitung durasi baru:

$$Dn_{(baru)} = Dn_{(lama)} + \frac{Dn_{(lama)}}{D_z} (UREN - UPER)$$

Keterangan:

$Dn$  (baru): Duration time baru kegiatan  $n$

$Dn$  (lama): Duration time lama kegiatan  $n$



Dz (satuan waktu): Jumlah duration time pada lintasan yang harus dipercepat

UREN : Umur rencana proyek (waktu yang dikehendaki)

UPER : Umur perkiraan proyek (waktu sesuai jadwal semula)

Untuk mengetahui waktu pelaksanaan kegiatan dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Kapasitas produksi per hari}}$$

(Jamal et al., 2019).

## 2.8 Kurva S

(Amani et al., 2012) Kurva S adalah suatu grafik hubungan antara waktu pelaksanaan proyek dengan nilai akumulasi progres pelaksanaan proyek mulai dari awal hingga proyek selesai. Kurva S adalah hasil plot dari *Barchart*, bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan progres pelaksanaan proyek.

Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot yang di presentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi tentang kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana. Adapun fungsi Kurva S adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan waktu penyelesaian proyek
- b. Menentukan waktu penyelesaian bagian proyek.
- c. Menentukan besarnya biaya pelaksanaan proyek.
- d. Menentukan waktu untuk mendatangkan material dan alat yang akan dipakai

