

SKRIPSI

**EVALUASI KETERLAMBATAN Pengerjaan REPARASI
KAPAL PATROLI TIPE KELAS III**

Disusun dan diajukan oleh:

ALIEF UTAMA NURMAN

D031191009



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

EVALUASI KETERLAMBATAN Pengerjaan REPARASI KAPAL PATROLI TIPE KELAS III

Disusun dan diajukan oleh

ALIEF UTAMA NURMAN
D031191009

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Syamsul Asri, MT
NIP. 19650318 199103 1 003

Pembimbing Pendamping,



Wahyuddin, ST., MT
NIP. 19720205 199903 2 002

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT
NIP 19730206 200012 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Alief Utama Nurman
NIM : D031191009
Program Studi : Teknik Perkapalan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

EVALUASI KETERLAMBATAN Pengerjaan REPARASI KAPAL PATROLI TIPE KELAS III

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.

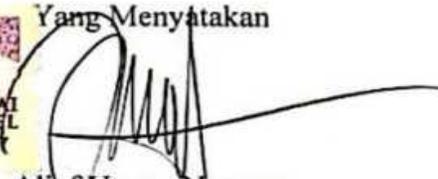
Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul 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, 2024

Yang Menyatakan



Alief Utama Nurman



Optimization Software:
www.balesio.com

ABSTRAK

ALIEF UTAMA NURMAN. *Evaluasi Keterlambatan Pengerjaan Reparasi Kapal Patroli Tipe Kelas III* (dibimbing oleh Syamsul Asri dan Wahyuddin).

Proses perbaikan kapal adalah tahap yang sangat penting, mencakup kegiatan perbaikan, pemeliharaan, dan pembaruan kapal untuk memastikan kapal tetap berada dalam kondisi baik dan dapat diandalkan saat beroperasi. Fokus utama pada permasalahan ini adalah penundaan dalam pekerjaan reparasi kapal patroli, menunjukkan kurangnya efisiensi dalam manajemen waktu. Terdapat keterlambatan selama 40 hari dari jadwal semula 43 hari, sehingga pekerjaan selesai dalam 83 hari, mengakibatkan kurangnya efektivitas dalam pelaksanaan pekerjaan dan potensi penundaan keseluruhan proses reparasi kapal.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab keterlambatan penyelesaian pekerjaan reparasi kapal dan mencari alternatif perencanaan jaringan untuk mencapai waktu optimal dalam pelaksanaan reparasi kapal. Metode jalur kritis (*Critical Path Method*) digunakan untuk mengidentifikasi jaringan kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlambatan pekerjaan reparasi kapal disebabkan oleh kekurangan jumlah tenaga kerja dan material.

Kata kunci: Reparasi Kapal Patroli, CPM, Jaringan Kerja, Jalur Kritis, Microsoft Project



ABSTRACT

ALIEF UTAMA NURMAN. *Evaluation of Delays in Class III Type Patrol Boat Repair Work* (guided by Syamsul Asri and Wahyuddin).

The ship repair process is a very important stage, encompassing ship repair, maintenance and renewal activities to ensure the vessel remains in good condition and reliable while operating. The main focus on this problem is delays in patrol boat repair work, pointing to a lack of efficiency in time management. There was a delay of 40 days from the original schedule of 43 days, resulting in work being completed in 83 days, resulting in a lack of effectiveness in the execution of the work and a potential delay in the entire ship repair process. This study aims to analyze the causes of delays in completing ship repair work and find alternative network planning to achieve optimal time in the implementation of ship repair. The critical path method is used to identify the network. The results showed that the delay in ship repair work was caused by a shortage of manpower and materials.

Keywords: Patrol Boat Repair, CPM, Network, Critical Path, Microsoft Project



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
KATA PENGANTAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kesatuan Penjagaan Laut dan Pantai (KPLP)	5
2.2 Kapal Patroli.....	5
2.3 Reparasi Kapal.....	7
2.4 Pengerjaan Reparasi Kapal.....	11
2.4.1 <i>Airbag</i> Docking.....	11
2.4.2 Pekerjaan Lambung Kapal	12
2.4.3 <i>Zinc Anode</i>	16
2.4.4 Perawatan <i>seachest</i> dan <i>seavalve</i>	16
2.4.5 Pemeriksaan serta pemeliharaan daun kemudi dan tongkat kemudi.....	18
2.4.6 Pemeriksaan serta pemeliharaan <i>Propeller</i> dan <i>as Propeller</i>	19
7 Pekerjaan Replating	24
8 Pekerjaan Bagian Deck	28
9 Perawatan Tanki – Tanki Kapal.....	29
10 Perawatan Mesin Kapal.....	30



2.4.11	Pemeriksaan Perpipaan Kapal	31
2.4.12	Pemeriksaan Kelistrikan Kapal	32
2.4.13	Sistem Dan Prosedur Pelaksanaan Pekerjaan Reparasi Kapal	33
2.4.14	Permintaan Dan Penawaran Perbaikan Kapal Dari Pemilik Kapal ...	33
2.4.15	Pemeriksaan Pekerjaan Reparasi Kapal	34
2.4.16	Pembuatan Docking Report.....	35
2.5	Penyebab dan Dampak Keterlambatan Proyek	35
2.5.1	Penyebab Keterlambatan Proyek	35
2.6	Penjadwalan Proyek	37
2.7	Critical Path Method.....	37
2.7.1	Pengertian CPM	38
2.7.2	Durasi Kegiatan Waktu	38
2.7.3	Langkah – langkah Dalam Menggunakan Metode CPM.....	39
2.8	Network Planning	39
2.9.1	Metode dalam <i>Network Planning</i>	40
2.9.2	Simbol dan notasi <i>Network Planning</i>	41
2.9.3	Langkah pembuatan <i>Network Planning</i>	42
2.9.4	Metode Jalur Kritis.....	47
2.9	Microsoft Project	54
2.10	Perhitungan durasi percepatan	54
2.11	Kurva S	56
2.12	<i>Gantt Chart</i> (Diagram Balok).....	58
2.13	Work Breakdown Structure (WBS).....	59
BAB III METODE PENELITIAN.....		62
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	62
3.2	Jenis Data Penelitian.....	62
3.3	Pengambilan Data Penelitian.....	62
3.4	Analisis Data	63
	Diagram Alir.....	64
	Penjelasan Diagram Alir.....	65
HASIL DAN PEMBAHASAN		66



5.1	Objek Penelitian	66
5.2	Uraian Umum	66
5.3	Pengolahan Data	69
5.4	Analisa <i>Time Schedule</i> Galangan	69
5.5	Identifikasi Faktor Keterlambatan pada Pekerjaan Reparasi.....	69
4.4.1	Evaluasi Kesesuaian Jadwal.....	70
4.4.2	Material	71
4.4.3	Tenaga Kerja	71
4.4.4	Tambahan Pekerjaan	72
4.4.5	Faktor Cuaca/Alam	73
5.6	Menentukan Produktivitas Pekerjaan Reparasi Kapal	74
5.6.1	Produktivitas Normal	78
5.6.2	Produktivitas Per Jam.....	82
5.7	Alternatif Percepatan Durasi	83
5.6.3	Penambahan Jam Kerja (Lembur).....	83
5.6.4	Penambahan Tenaga Kerja.....	86
5.6.5	<i>Crash Duration</i> dengan Penambahan Tenaga Kerja.....	88
5.8	Perhitungan Setelah Percepatan	90
5.9	Penjadwalan Menggunakan <i>Microsoft Project</i>	93
5.10	Pekerjaan reparasi kapal	94
4.9.1	<i>Airbag Docking</i>	94
4.9.2	Pekerjaan lambung kapal	95
4.9.3	<i>Zinc Anode</i>	97
4.9.4	Perawatan <i>seachest</i> dan katup – katup	97
4.9.5	Pemeriksaan serta pemeliharaan daun kemudi dan tongkat kemudi.....	98
4.9.6	Pemeriksaan serta pemeliharaan <i>propeller dan as propeller</i>	99
4.9.7	Pekerjaan replating.....	102
4.9.8	Pekerjaan bagian deck.....	103
9	Perawatan tanki – tanki kapal	104
10	Perawatan mesin kapal	104
11	Pemeriksaan perpipaan kapal	105



4.9.12	Pemeriksaan kelistrikan kapal	105
5.11	Daftar Job Order (Repair List).....	106
5.12	Identifikasi kegiatan.....	116
5.13	Jaringan Kerja (<i>Network Diagram</i>)	122
5.13.1	Perhitungan Maju	124
5.13.2	Perhitungan Mundur	125
5.14	Pengalokasian Sumber Daya Manusia.....	129
5.15	Sebelum Dilakukan <i>Levelling</i>	137
5.16	Sesudah Dilakukan <i>Levelling</i>	139
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		141
5.1	Kesimpulan.....	141
5.2	Saran	142
DAFTAR PUSTAKA		143



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tahapan Reparasi Kapal.....	10
Gambar 2 Airbag Docking.....	12
Gambar 3 Penyekrapan Lambung Kapal	13
Gambar 4 Full Blasting Lambung Kapal	14
Gambar 5 Pemasangan Zinc Anoda.....	16
Gambar 6 Skur Seachest	17
Gambar 7 Pembersihan Seavalve.....	17
Gambar 8 Pemasangan Daun Kemudi	19
Gambar 9 Proses Pelepasan propeller dan poros propeller.....	20
Gambar 10 Pelepasan propeller dan poros propeller	21
Gambar 11 Proses Balancing Propeller.....	23
Gambar 12 Proses Cropping Lambung Haluan Kanan.....	26
Gambar 13 Proses Cutting Plat Untuk Bilga Keel	26
Gambar 14 Proses Fitup Plat Bilga Keel.....	27
Gambar 15 Pengelasan Bilga Keel Starboard	28
Gambar 16 Penggantian Tiang Railing dan Fender	29
Gambar 17 Cleaning Tangki Got Kamar Mesin	29
Gambar 18 Top Overhaul Main Engine Kiri	30
Gambar 19 Top Overhaul Main Engine Kanan	31
Gambar 20 Penggantian Pipa Striner yang Keropos.....	32
Gambar 21 Pekerjaan Instalasi Kelistrikan	32
Gambar 22 Keterangan Simbol dan notasi Network Planning	42
Gambar 23 Node Kegiatan.....	45
Gambar 24 Contoh Jaringan Kerja Acitivity on Arrow 1	46
Gambar 25 Contoh Jaringan Kerja Activity on Arrow 2	46
Gambar 26 Contoh Penggambaran Dummy	47
Gambar 27 ES, LS, EF, LF	48
Gambar 28 Node	49
Gambar 29 Perhitungan Maju	50
Gambar 30 Perhitungan Mundur.....	51
Gambar 31 Contoh Jalur Kritis	53
Gambar 32 Contoh Network Planning AOA	53
Gambar 34 Cuaca pada Bulan Oktober.....	74
Gambar 35 Indeks Penurunan Produktivitas.....	84
Gambar 36 Rancangan Jaringan Kerja.....	125
Gambar 37 Perhitungan Maju	126
Gambar 38 Perhitungan Mundur.....	126
Gambar 39 Rancangan Jaringan Kerja Kritis.....	127
Gambar 40 Gantt Chart penjadwalan proyek.....	129
Gambar 41 Grafik Pekerjaan Replating Overallocated.....	138



Gambar 42 Grafik Pekerjaan Perpipaan Overallocated	138
Gambar 43 Grafik Pekerjaan Replating Sesudah Levelling	139
Gambar 44 Grafik Pekerjaan Pipa Setelah Levelling	139
Gambar 45 Diagram durasi waktu bekerja per setiap tenaga kerja.....	140



DAFTAR TABEL

Table 1 Macam – macam Ukuran Utama Kapal.....	7
Table 2 Ukuran Utama Kapal	66
Table 3 Profil LPN Shipyard.....	67
Table 4 Jumlah Tenaga Kerja Ahli Galangan LPN Shipyard.....	67
Table 5 Jumlah Peralatan Galangan LPN Shipyard.....	68
Table 6 Perhitungan Produktivitas Pekerjaan	76
Table 7 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Reparasi Kapal KNP. 305	79
Table 8 Perhitungan Produktifitas Normal Harian Pekerjaan Replating	81
Table 9 Perhitungan Produktifitas Normal Harian Pekerjaan Pengecatan.....	81
Table 10 Perhitungan Produktifitas Per Jam Pekerjaan Replating.....	82
Table 11 Perhitungan Produktifitas Per Jam Pekerjaan Pengecatan	82
Table 12 Koefisien Penurunan Produktivitas.....	84
Table 13 Perhitungan Produktivitas Percepatan (Crashing) Setelah Penambahan Jam Kerja.....	85
Table 14 Produktifitas Percepatan Setelah Penambahan Tenaga Kerja Replating	86
Table 15 Produktifitas Percepatan Setelah Penambahan Tenaga Kerja Pengecatan ..	87
Table 16 Percepatan Durasi Pekerjaan Replating Akibat Penambahan Tenaga Kerja	89
Table 17 Percepatan Durasi Pekerjaan Pengecatan Akibat Penambahan Tenaga Kerja	89
Table 18 Durasi pekerjaan pada jalur kritis sesudah percepatan selama 18 hari	92
Table 19 Repair list Kapal KNP. 305.....	106
Table 20 Identifikasi Aktifitas Kegiatan	117
Table 21 Hubungan ketergantungan antar kegiatan	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Table 22 Kebutuhan Tenaga Kerja Setiap Pekerjaan.....	130
Table 23 Jumlah Tenaga Kerja Akhir	137



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil ‘Aalamiin, tiada kata yang patut penulis ucapkan selain puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta’ala yang telah melimpahkan rahmat kepada kami serta shalawat dan salam kita kirimkan kepada baginda Rasulullah Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wasallam, sehingga dapat menyelesaikan penulisan penelitian dengan judul “Evaluasi Keterlambatan Pengerjaan Reparasi Kapal Patroli Tipe Kelas III”.

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis menemukan banyak kendala dan hambatan. Namun atas bantuan dan dukungan banyak pihak sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat kesehatan, kesabaran dan kelancaran dalam proses perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
2. Kedua orangtua tercinta, ayahanda H. Arman Saleh, S.E dan Ibunda Hj. Nur Alam, A.Md. serta adik saya yakni Ayla Salsabilla Utami Nurman atas bantuan, moril, materi, dan dukungan serta doanya yang tak ternilai sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST.,MT. selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr.Ir. Syamsul Asri, MT. selaku pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktu kepada penulis, dalam mengarahkan dan membimbing penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Bapak Wahyuddin, ST.,MT selaku pembimbing II yang memberikan masukan dan langkah-langkah penyelesaian masalah kepada penulis sehingga penulisan ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Farianto Fachruddin L.,ST.,MT. dan Ibu Dr. A. Sitti Chairunnisa M, ST. MT selaku penguji dalam tugas akhir.

Jti, pak Afif, Kak Ani dan Kak Jeje selaku staf Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kerahmatannya selama penulis mengurus segala administrasi kampus.



8. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kemurahan hatinya.
9. Pihak Galangan PT Layar Perkasa Nusantara (LPN), yang telah membantu mengizinkan penulis dalam mengambil data.
10. Kepada teman – teman Angkatan ZTARBOARD 2019, terima kasih telah memberi pengalaman hidup yang sangat berarti selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Perkapalan.
11. Andi Mulyanur Bilqis, yang telah memberikan semangat motivasi bantuan serta memberikan saran yang baik agar penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
12. Kepada anak – anak ka di assyarif Gondes ST., Tintong ST., Oppo ST., Adudu ST., Agen H ST., Esco, Sopo, Faza, Picolo, Jimbe. Terima kasih atas bantuan, motivasi dan prinsip ada – adaji itu yang selalu ditanamkan kepada teman – teman.
13. Kepada kanda – kanda senior dan adik – adik junior atas segala bantuannya.
14. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Sebagai hamba Allah, penulis sadar bahwa penelitian ini tidak mungkin luput atas segala kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada dalam penelitian ini. Semoga kekurangan ini menjadi pelajaran dan tidak menjadi penghalang untuk terus maju.

Gowa, 2024

Alief Utama Nurman



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, khususnya pada Pasal 276, menegaskan urgensi keselamatan dan keamanan berlayar, serta kelancaran lalu lintas di perairan dan pelabuhan tertentu. Kesatuan Penjaga Laut dan Pantai (KPLP) memegang peran kunci sebagai penjaga laut dan pantai, bertujuan memberikan rasa aman dan keselamatan.

KPLP memiliki sebanyak 378 kapal patroli, terdiri dari berbagai kelas, yakni 7 kapal kelas I (60 meter), 15 kapal kelas II (42 meter), 54 kapal kelas III (28 meter), 65 kapal kelas IV (15 meter), dan 237 kapal kelas V (12 meter). Dalam jumlah tersebut, terdapat 39 unit kapal yang berlokasi di 5 Pangkalan Penjagaan Laut dan Pantai (PLP) di seluruh Indonesia, seperti PLP Kelas I Tanjung Priok, PLP Kelas II Tanjung Uban, PLP Kelas II Surabaya, PLP Kelas II Bitung, dan PLP Kelas II Tual.

Sementara itu, kapal – kapal patroli di Kantor Syahbandar beroperasi terutama di daerah lingkungan kerja (DLKr) dan daerah lingkungan kepentingan pelabuhan (DLKp). Sebagai contoh, KSU Makassar memiliki 6 kapal patroli, termasuk di dalamnya adalah kapal patroli kelas III bernama KNP. 305. Penetapan Rencana Induk Pelabuhan Makassar No KM 48 Tahun 2020 mencakup Daerah Lingkungan Kerja (DLKr) dan Daerah Lingkungan Kepentingan (DLKp) Pelabuhan Makassar, diidentifikasi melalui koordinat lintang dan bujur. Setiap koordinat tersebut membentuk peta kecil, yang jika digabungkan, akan membentuk koordinat wilayah. Koordinat wilayah ini menentukan wilayah kerja Kapal Patroli kelas III Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar.

kapal patroli kelas 3 KSU Makassar berfungsi untuk menjaga keselamatan dan keamanan pelayaran di DLKr dan DLKp Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar. Kapal ini memiliki panjang antara 30-50 meter dan dapat mencapai kecepatan



maksimum sekitar 25 knot. Dilengkapi dengan senjata ringan dan peralatan navigasi modern seperti radar, sonar, dan GPS, kapal patroli kelas III ini memainkan peran penting dalam menjaga keamanan perairan di wilayah kerja Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar.

Seperti halnya kapal – kapal pada umumnya. Kapal patroli juga memerlukan pemeliharaan secara teratur untuk menjaga kinerjanya, sehingga dapat dipastikan bahwa kapal tetap beroperasi dengan aman dan efisien dalam menjalankan tugasnya. Namun, ketidaksesuaian antara jadwal perbaikan yang telah ditetapkan dalam kontrak dengan realisasi pelaksanaannya dapat menjadi hambatan serius dalam melaksanakan tugas perbaikan kapal.

Penelitian ini berfokus pada evaluasi kesesuaian antara kontrak dan jadwal waktu awal perbaikan kapal, menjadi fokus utama pembahasan. Kontrak awal mengatur jangka waktu pelaksanaan perbaikan dari 17 Juli hingga 15 Oktober 2022. Namun, galangan kapal mengajukan usulan penyesuaian jadwal dengan mempercepat pekerjaan, yang seharusnya dimulai pada 3 Agustus hingga 10 September 2022. Namun, dalam kenyataannya, terjadi addendum pada tanggal 12 September 2022 karena adanya penambahan pekerjaan dan perpanjangan waktu sebanyak 10 hari dari kontrak awal. Hal ini menyebabkan timbulnya keterlambatan atau ketidaksesuaian terhadap jadwal awal yang telah ditetapkan dalam kontrak perbaikan kapal.

Ketidaksesuaian antara jadwal yang diusulkan oleh galangan kapal dan pelaksanaan sesungguhnya menjadi titik fokus utama dalam penelitian ini. Penting untuk mengevaluasi faktor-faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian tersebut, baik itu berupa perubahan lingkup pekerjaan atau kondisi eksternal tertentu yang dapat memengaruhi jalannya proyek perbaikan kapal. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki akar permasalahan yang mendasari ketidaksesuaian kontrak dan pelaksanaan waktu perbaikan, serta dampaknya terhadap kinerja proyek.



Selain itu, penelitian ini juga akan mengeksplorasi langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengatasi ketidaksesuaian tersebut dan meningkatkan manajemen proyek agar sesuai dengan kontrak awal. Upaya untuk mencapai keseimbangan antara kebutuhan perbaikan yang mendesak dan pemenuhan kontrak menjadi kunci dalam menjamin kelancaran pelaksanaan proyek perbaikan kapal. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mencerminkan tantangan konkret dalam siklus hidup kapal patroli, tetapi juga memberikan wawasan yang berharga untuk peningkatan proses perencanaan dan pelaksanaan perbaikan kapal di masa mendatang.

Dengan mempertimbangkan semua faktor ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang memadai untuk menangani ketidaksesuaian antara kontrak awal dan pelaksanaan proyek serta menjaga hubungan kerja sama antara kedua belah pihak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah untuk skripsi dengan judul "Evaluasi Keterlambatan Pengerjaan Reparasi Kapal Patroli Tipe Kelas III" adalah sebagai berikut:

1. Apa yang dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengerjaan reparasi kapal Patroli Tipe Kelas III?
2. Berapa lama waktu yang ideal untuk menyelesaikan pekerjaan reparasi kapal Patroli Tipe Kelas III?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengidentifikasi faktor – faktor yang mempengaruhi keterlambatan pengerjaan reparasi kapal Patroli Tipe Kelas III.
2. Untuk mengetahui waktu ideal dalam menyelesaikan pengerjaan reparasi Kapal Patroli Tipe Kelas III.



1.4 Manfaat Penelitian

1. Peningkatan efisiensi dan efektivitas: Dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan pengerjaan reparasi kapal patroli, penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga bagi pihak terkait untuk meningkatkan manajemen proyek reparasi kapal. Rekomendasi yang dihasilkan dari penelitian ini dapat membantu dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi keterlambatan, dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelaksanaan reparasi kapal.
2. Hasil penelitian ini bisa menjadi alternatif dalam mengatur perbaikan kapal dengan baik adalah penting agar tidak ada keterlambatan dalam proses reparasi.
3. Landasan untuk penelitian lanjutan: Hasil penelitian ini dapat menjadi landasan bagi penelitian lanjutan terkait manajemen proyek reparasi kapal patroli. Penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan, memperdalam analisis, atau menerapkan metode lain untuk lebih memahami dan meningkatkan praktik manajemen reparasi kapal patroli.

1.5 Ruang Lingkup

1. Penelitian ini terbatas pada konteks reparasi kapal patroli, meskipun konsep dan metode yang digunakan dapat diterapkan pada reparasi kapal lainnya. Penelitian ini tidak mempertimbangkan biaya reparasi kapal.
2. Dalam penjadwalan ulang hanya dilakukan peningkatan jam kerja dan penambahan tenaga kerja menggunakan aplikasi *Microsoft Project*.
3. Penelitian ini akan memberikan rekomendasi yang bersifat umum untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelaksanaan reparasi kapal patroli.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kesatuan Penjagaan Laut dan Pantai (KPLP)

Kesatuan Penjagaan Laut dan Pantai (KPLP), yang juga dikenal sebagai Indonesia Sea and Coast Guard, beroperasi di bawah naungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. Tugas utamanya adalah memastikan keamanan dan keselamatan pelayaran di perairan Indonesia. Peran KPLP dalam menjalankan fungsi ini mencakup penegakan dan penjagaan peraturan perundangan di wilayah laut dan pantai. Pembentukan KPLP diatur oleh Pasal 276 Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, yang menetapkan bahwa KPLP dibentuk dengan tanggung jawab kepada Presiden melalui Menteri. Sesuai dengan peraturan tersebut, KPLP harus didirikan sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Pasal 276 Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran.

Dalam menjalankan tugasnya, KPLP memiliki dukungan berupa kapal yang dimiliki oleh pemerintah, sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam Pasal 279 ayat 1 Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran. KPLP memiliki kewajiban untuk mengembangkan dan melaksanakan kebijakan, standar, norma, panduan, kriteria, dan prosedur, serta memberikan bimbingan teknis, melakukan evaluasi, dan membuat laporan di berbagai aspek, termasuk patroli dan pengamanan, pengawasan keselamatan, tugas Penyidik Pegawai Negeri Sipil (PPNS), pengaturan pelayaran, penanggulangan kecelakaan, dan pekerjaan bawah air, serta menyediakan fasilitas dan sarana untuk menjaga laut dan pantai.

2.2 Kapal Patroli

Keputusan Menteri Nomor 65 Tahun 2002 mengenai Organisasi dan Tata ngkalan Penjagaan Laut dan Pantai (KPLP) merupakan peraturan yang tata kerja dan organisasi KPLP di Indonesia. Dalam Pasal 11 Keputusan



Menteri tersebut, disebutkan bahwa KPLP diberikan sarana penunjang operasional untuk melaksanakan patroli keamanan laut berupa kapal patroli.

Ini berarti bahwa KPLP diberikan kapal patroli sebagai salah satu sarana untuk melaksanakan tugas patroli keamanan laut mereka. Kapal patroli ini digunakan untuk menjaga keamanan di perairan laut Indonesia dan melaksanakan berbagai tugas terkait dengan penjagaan laut dan pantai sesuai dengan mandat mereka.

Terkait dengan lanjutan dari kalimat sebelumnya, Keputusan Menteri Nomor 65 Tahun 2002 juga mungkin menyediakan panduan lebih lanjut mengenai penggunaan, pemeliharaan, dan operasional kapal patroli yang diberikan kepada KPLP. Hal ini dapat mencakup aspek-aspek seperti:

- 1) Standar Operasional : Keputusan Menteri dapat mengatur standar operasional yang harus dipatuhi oleh KPLP dalam penggunaan kapal patrol, termasuk tugas – tugas patrol keamanan laut yang harus dilaksanakan dengan kapal tersebut.
- 2) Pengadaan dan Pemeliharaan : Keputusan Menteri dapat menjelaskan prosedur pengadaan kapal patrol oleh KPLP, termasuk pemeliharaan rutin, perbaikan, dan perawatan agar kapal tersebut tetap beroperasi dengan baik.
- 3) Pelatihan dan Kualifikasi : Keputusan Menteri juga mungkin mengatur persyaratan pelatihan dan kualifikasi yang harus dipenuhi oleh awak kapal patrol KPLP, termasuk pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk melaksanakan patrol keamanan laut dengan efektif.
- 4) Logistic dan Peralatan Lainnya : Selain kapal patroli, Keputusan Menteri juga dapat mengatur pengadaan dan penggunaan peralatan serta logistic lainnya yang diperlukan oleh KPLP dalam pelaksanaan tugas patroli keamanan laut.

Perlu diingat bahwa spesifikasi kapal patroli juga dapat sangat bervariasi tergantung pada tujuan operasionalnya. Kapal patroli dapat dirancang untuk tugas khusus, seperti patroli lingkungan atau tugas khusus lainnya, yang



mungkin memengaruhi desain, kemampuan, dan spesifikasi teknisnya. Spesifikasi kapal patroli dapat bervariasi tergantung pada tujuan dan kebutuhan penggunaannya. Berikut beberapa perbedaan spesifikasi kapal patroli yang mungkin ada:

- 1) Ukuran dan Kapasitas
- 2) Kecepatan
- 3) Persenjataan
- 4) Teknologi dan Peralatan

Table 1 Macam – macam Ukuran Utama Kapal

No	Kelas Kapal	Panjang (L)	Lebar (B)	Kecepatan Max (V)
1	Kelas I – A	71,33 m	10 m	18 knots
2	Kelas I – B	61,8 m	9,7 m	18 knots
3	Kelas II	44,5 m	7,8 m	24 knots
4	Kelas III	28,5 m	5,8 m	24 knots
5	Kelas IV	17,11 m	4 m	24 knots
6	Kelas V	10,73 m	2,8 m	30 knots

2.3 Reparasi Kapal

Perawatan dan perbaikan rutin kapal sangat penting untuk menjaga ketahanan dan memastikan kapal tetap dalam kondisi yang memenuhi persyaratan layak operasi. Sesuai dengan regulasi klasifikasi, kapal harus menjalani perbaikan secara berkala yang telah ditetapkan. Perawatan dan perbaikan ini harus dilakukan secara teratur. Untuk memenuhi kebutuhan pasar, industri galangan kapal perlu memenuhi beberapa kriteria yang sering menjadi pertimbangan bagi pelanggan, seperti menawarkan harga jual yang bersaing, memastikan ketepatan dan kecepatan dalam proses perbaikan, memberikan kualitas yang relatif tinggi.

Kapal merupakan transportasi laut yang utama, dalam beroperasi kapal akan mengalami berbagai macam kondisi baik itu yang disebabkan oleh faktor alam, hal ini



dapat menyebabkan kerusakan pada kondisi konstruksi, pengoperasian maupun pengaruh lain seperti lingkungan ataupun kecelakaan. Untuk menjaga kapal agar tetap dalam kondisi optimal dan baik sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh class atau biro klasifikasi, maka perlu dilakukan reparasi serta perawatan pada kapal secara berkala (Rahman dan Supomo, 2012). Menurut aturan Syahbandar, pada Undang-Undang No. 17 tahun 2008, kapal yang beroperasi harus melalui perawatan secara rutin. Hal tersebut dikarenakan untuk menjaga keselamatan operasional (Wibowo dkk, 2015).

Suatu peristiwa hilangnya sebagian atau keseluruhan mutu awal pada bagian-bagian konstruksi kapal. Semua barang tentu tidak dapat dipungkiri lagi. Hal tersebut terjadi sebab akibat adanya pengoperasian kapal yang secara terus menerus berlangsung. Agar kapal dapat dipertahankan sebagian atau keseluruhan mutu awal dari bagian – bagian konstruksi kapal, maka tindakan pertama yang harus dilakukan oleh pemilik kapal / perusahaan adalah tindakan perawatan atau perbaikan yang dilaksanakan secara periodik / berkala.

Dalam melakukan perawatan ataupun perbaikan harus diperhatikan kualitas pekerjaan perbaikan dan berapa besar biaya pekerjaan reparasi badan kapal. Khusus untuk mengenai tindakan perbaikan yang kerap kali disebut dengan istilah reparasi, sebenarnya merupakan tindakan yang bertujuan untuk memulihkan kembali kondisi mutu awal konstruksi kapal.

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 (Nurwanti dkk, 2016). Menurut Soebandono (2006) dalam penelitian Subawa dkk (2015) menjelaskan bahwa selain direparasi, kapal juga perlu dilakukan pemeliharaan kapal tu dalam keadaan yang siap operasional, produktif, mempunyai umur yang dapat memenuhi jadwal pelayaran kapal yang telah ditentukan tepat pada . Dalam pelaksanaan perawatan dan perbaikan kapal, galangan memiliki



peranan yang sangat penting yaitu menjadi fasilitas utama untuk pengedokan dan pemeliharaan kapal (Iskandar dan Supomo, 2011). 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

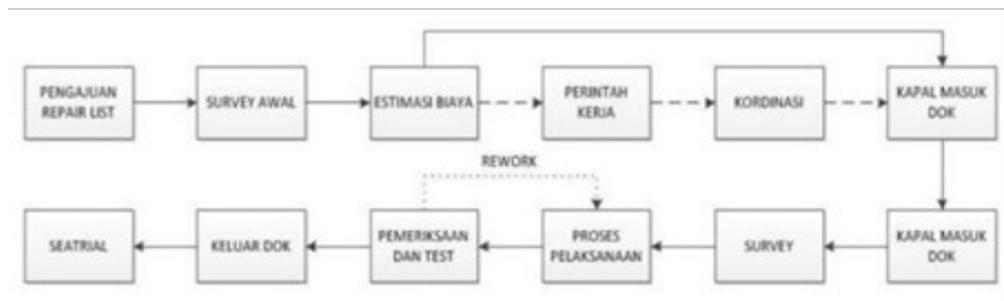
Merupakan perbaikan yang dilakukan tanpa adanya rencana terlebih dahulu. Dimana kerusakan terjadi secara mendadak pada suatu alat atau



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 3 tahapan, yaitu :

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



Gambar 1 Tahapan Reparasi Kapal

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. Survey itu sendiri dibedakan berdasarkan waktu dan kebutuhan dari kapal. Beberapa jenis survey berdasarkan klasifikasi yang umum adalah :



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

Kegiatan survey 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 sitem kelistrikan.

2.4 Pengerjaan Reparasi Kapal

2.4.1 *Airbag Docking*

Merupakan suatu metode yang bisa digunakan untuk meluncurkan kapal dan untuk docking undocking dalam kegiatan reparasi kapal. Proses docking kapal an pemindahan kapal dari air ke atas dock dengan bantuan fasilitas an. Saat ini, salah satu metode yang sering digunakan adalah airbag



docking, dimana kapal dipindahkan menggunakan airbag. Meskipun airbag docking dianggap sebagai metode yang efisien, dalam praktiknya seringkali kurang diperhatikan dengan baik. Hal ini dapat menyebabkan ketidakefisienan, seperti jarak antar airbag yang terlalu dekat atau terlalu jauh, jumlah airbag yang tidak sesuai dengan panjang dan berat kapal, serta biaya tambahan saat proses docking karena penambahan jam kerja. Penggunaan dockblock, sebagai bantalan saat kapal melakukan docking, juga penting, tetapi penentuan jumlah, jarak, dan penempatannya yang sembarangan dapat mengakibatkan ketidaksesuaian.



Gambar 2 Airbag Docking

2.4.2 Pekerjaan Lambung Kapal

a. Penyekrapan

Pada tahap ini lambung kapal diskrap dengan metode manual menggunakan tongkat skrap. Ini bertujuan untuk membersihkan badan kapal dari tritip yang melekat pada badan kapal yang tercelup air sehingga bagian ini lah hewan dan tumbuhan laut biasanya melekat dan akan dilakukan penyekrapan.





Gambar 3 Penyekrapan Lambung Kapal

b. Penyemprotan Air Tawar

Tahap ini adalah lanjutan dari kegiatan penyekrapan, dimana tritip dan kotoran pada lambung yang telah disekrap dibersihkan/disemprot dengan waterjet air tawar dan untuk mengurangi kadar garam pada lambung kapal.

c. Sandblasting

Pekerjaan ini dilakukan untuk membersihkan plat badan kapal dari sisa cat dan karat dengan cara menyemprot permukaan pelat menggunakan pasir khusus berdiameter 0,5 – 1 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.





Gambar 4 *Full Blasting* Lambung Kapal

Alat – alat utama yang digunakan untuk pekerjaan ini adalah :

1. Compressor sebagai media utama untuk penekanan udara
2. Tandon angin sebagai tempat untuk menyimpan angin
3. Separator sebagai alat untuk menyaring udara dari minyak dan air
4. Pot blast sebagai tangka untuk menyimpan pasir (steel grade)
5. Selang blasting
6. Nozzle

Tools/Alat pendukung lain :

1. Valve (katup – katup)
2. Holder (ditempatkan antara nozzle dan selang blasting)
3. T – pipe (pencampur angin dan pasir)
4. Kopleng (sambungan selang)

Alat keselamatan kerja untuk proses blasting :



APD (alat pelindung diri) standar
respirator (alat bantu pernafasan)

3. Dement valve (katup yang dioperasikan langsung oleh blaster)

d. Pengecatan Badan Kapal

Setelah pengerjaan blasting dilakukan pengecatan menggunakan kuas cat, kuas roll maupun alat semprot cat yang sesuai dengan tingkat kesulitan area pengecatan yang berbeda – beda. Jenis cat yang digunakan adalah cat AC (*anti corrosive* / anti karat), cat AF (*anti fouling* / anti binatang atau tumbuhan laut) , dan cat *finish*.

Pengecatan dilakukan setelah badan kapal selesai di *blasting*. Sebelum dicat, badan kapal harus benar – benar bersih dari debu atau sejenisnya. Karena apabila masih ada debu yang menempel saat dicat akan menimbulkan kondensasi yang lama kelamaan akan menyebabkan munculnya *blistering* (lubang – lubang kecil karena catnya terkupas). Badan bagian kapal dibagi menjadi beberapa bagian yaitu *bottom* (bagian yang tercelup air), *bottop* dan bagian *topside*.

Pada pekerjaan reparasi kapal ini, pengecatan dilakukan dalam beberapa tahap penggunaan cat sebagai berikut :

1. Cat *anti corrosive* (anti karat) yang berfungsi untuk melindungi lambung kapal dari karat atau memperlambat proses korosi pada lambung.
2. Cat *finish coat* yaitu cat yang berfungsi melindungi badan kapal dari lingkungan luar.
3. Cat *anti fouling* (anti binatang atau tumbuhan laut) berfungsi untuk melindungi lambung kapal dari menempelnya tumbuhan dan hewan laut seperti tritip. Untuk efektifitasnya terhadap alam maka setelah pengaplikasian pengecatan *anti fouling*, harus langsung diturunkan dari dok dan dibiarkan mengapung di air.

Waktu toleransi yang diperbolehkan untuk pengecatan ini sebelum kapal diturunkan dari dok yaitu, ± 4 jam sebelum kapal turun dok harus sudah mulai dicat sehingga setelah dicat anti fouling kapal harus langsung segera turun di permukaan air. Apabila sampai batas toleransi kapal belum diturunkan, maka fungsi cat tersebut akan rusak.



2.4.3 Zinc Anode

Peralatan yang dipakai antara lain : alat ukur/meteran, kapur tulis, zinc anode dan mesin las. Pemasangan zinc anode pada bagian kapal yang tercelup didalam air laut dimaksudkan untuk mengurangi korosi yang terjadi disekitar daerah yang dipasang *zinc anode*. Hal ini disebabkan *zinc anode* mampu mengelektrolisis air laut. Sehingga proses pengkaratan badan kapal dapat diperlambat.



Gambar 5 Pemasangan Zinc Anoda

2.4.4 Perawatan *seachest* dan *seavalve*

Seachest merupakan saluran saringan laut yang berfungsi sebagai tempat untuk menyediakan air pendingin untuk mesin induk, pemadam kebakaran atau menyediakan air untuk mencuci deck. Pada mulut *seachest* terdapat *sea grating* yang berbentuk seperti saringan untuk mencegah sampah laut masuk ke dalam saluran air. Pada kapal yang sedang *docking*, *sea grating* dibuka, dibersihkan dari hewan dan tumbuhan laut yang menempel (disekrap) kemudian dicat dengan menggunakan cat *bitumastic*. Saringan *seachest* mesin induk pada kapal ini berdiameter 10 x 250 mm 60 mm.

Perawatan pada *sea valve* merupakan perawatan dan perbaikan pada klep – klep saringan laut. *Sea valve* dibuka dan dibersihkan. Klepnya diskur terhadap



dudukannya sampai rapat agar tidak terjadi perembesan air. Pada klep dipasang *reamers packing* yaitu suatu lapisan kedap air terbuat dari campuran lilin dan asbes. Setelah klep dalam keadaan baik baru dipasang lagi dudukannya. Pada kegiatan ini katup – katup yang dilakukan perawatan yaitu : mesin induk *globe valve* berdiameter 3 inci pada masing – masing katup isap dan buang air alut pada kapal, mesin bantu *globe valve*.



Gambar 6 *Skur Seachest*



Gambar 7 Pembersihan *Seavalve*



2.4.5 Pemeriksaan serta pemeliharaan daun kemudi dan tongkat kemudi

a. Melepas daun kemudi

Proses pengerjaan :

1. Memasang bul – bul pada sisi – sisi daun kemudian dengan dilas.
2. Memecah semen penutup baut dengan palu.
3. Melepas baut – baut baik yang diluar maupun yang ada didalam badan kapal, jika perlu, dilakukan pemanasan terlebih dahulu dengan *brander* potong untuk memudahkannya.
4. Daun kemudi diangkat sedikit untuk melepaskan *sole piece*.
5. Daun kemudi digeser dan diturunkan dengan perlahan – lahan.
6. Daun kemudi dan tongkat kemudi dibawa ke bengkel mekanik untuk mendapatkan perawatan dan pemeliharaan.
7. Mengukur ruang gerak *bush* tongkat dan *bush pintle* kemudi.

b. Memasang daun kemudi

Proses pengerjaan :

1. Memasang 2 kupingan (bul – bul) pada buritan kapal dan 2 buah lagi pada sisi kanan dan kiri daun kemudi.
2. Memasang *hoist* pada masing – masing kupingan
3. Menempatkan tongkat kemudi pada lubang *sole piece* (sepatu kemudi) dan menjaga posisi daun kemudi tetap tegak.
4. Memasang baut – baut pad *flens* poros dan menguatkannya dengan mengelaskan plat pada masing – masing barisan baut *flens* kemudi kiri dan kanan.





Gambar 8 Pemasangan Daun Kemudi

2.4.6 Pemeriksaan serta pemeliharaan *Propeller* dan *as Propeller*

Jenis propeller yang digunakan yaitu fixed pitch propeller 4 daun dengan diameter 750 mm. sebelum pencabutan poros baling – baling dilakukan beberapa tahap pekerjaan yaitu pembongkaran pintle kemudi, pencabutan baling – baling dan poros baling – baling. Setelah dicabut kemudian baling – baling dan porosnya dibawa ke bengkel. Dibengkel, poros baling – baling diuji menggunakan alat yang disebut keywey test untuk mengetahui besarnya pembengkokan dan keretakan pada poros baling – baling. Untuk pembengkokan yang besar, poros baling – baling cukup diluruskan dan bila terjadi keretakan pada poros baling – baling. Untuk pembengkokan yang besar, poros baling – baling cukup diluruskan dan bila terjadi keretakan maka harus diganti. Pekerjaan ini juga dilakukan berdasarkan persetujuan class dan hasil negosiasi pihak galangan dengan pemilik kapal.

Pada baling – baling yang mengalami kavitasi atau lubang – lubang pada daunnya cukup ditutup memakai bahan yang sama dan dilas. Bila daun baling – baling parah maka disambung dengan bahan yang sama. Dalam penyambungan baling – baling harus diperhatikan keserasian kelengkungan karena berkaitan dengan pitch propeller.



Kerusakan umum poros baling – baling adalah kelonggaran (clearance) antara poros baling – baling dengan bantalannya dan pembengkokan poros. Bila dilihat dengan mata telanjang pembengkokan poros baling – baling tidak terlihat. Oleh karena itu poros baling – baling harus dicabut. Pencabutan poros baling – baling memperhatikan beberapa kondisi yaitu syarat dari class ang mengharuskan pencabutan ini setiap empat tahun sekali atau keadaan lain yang dikehendaki oleh class ataupun pemilik kapa, misalnya bila dalam perhitungan class didapatkan garis tengah minimum poros lebih besar dari garis tengah terkecil.

a. Melepas Propeller :

Peralatan yang dipakai : Mesin brander besar, hammer besar, kunci pas besar, bul – bul , tackle, paju dari kayu, pelat tebal dengan ukuran tertentu.



Gambar 9 Proses Pelepasan *propeller* dan *poros propeller*

Proses pengerjaan :

1. Membuat paju dan memasang pelat tebal, *tackle* dan baut pada propeller.
2. Memasang paju pada pelat tebal.

Pelat tebal ditekan sekeras mungkin dengan mengeraskan baut.

Paju dipukul sampai masuk.

Propeller akan lepas dengan sendirinya dan diangkat dengan *tackle*.



6. Jika diperlukan dilakukan pemanasan setempat di sela daun propeller.
7. Propeller dibersihkan, dipoles dan diolesi minyak ikan di tempat.

b. Melepas Poros Propeller

Poros yang telah lama digunakan harus dirawat, untuk itu poros tersebut harus dilepas dulu dari dudukannya untuk dibawa ke bengkel mekanik dan dilakukan perawatan. Peralatan yang digunakan untuk melepas propeller antara lain :

Proses pengerjaan :

1. *Hoist* dipasang pada bul – bul/kupingan di buritan dengan posisi di sebelah belakang, kanan dan kiri.
2. Tali baja diikat simpul pada poros propeller yang terlihat, dihubungkan dengan masing – masing rantai hoist.
3. *Hoist* dibelakang dikeraskan sehingga secara perlahan poros tertarik keluar dari stern tube-nya.
4. Poros diangkat perlahan ke lantai dok dengan diberi bantalan balok kayu, lalu diangkat dengan gantry crane ke bengkel mekanik.
5. Selain perawatan pada poros juga dilakukan pembongkaran *seal skerm* poros. Apabila seal telah aus, maka seal tersebut akan diganti.



Gambar 10 Pelepasan *propeller* dan poros *propeller*

c. Pemeriksaan Kelurusan Poros *Propeller*

Untuk pemeriksaan poros propeller digunakan mesin bubut yang telah dilengkapi dengan batang penunjuk pada eretan memanjang. Poros *propeller* dipasang



pada mesin bubut. Saat mesin dihidupkan eretan memanjang beserta batang penunjuk bergerak sepanjang poros. Batang penunjuk yang ujungnya dipasang dengan permukaan poros akan menyentuh poros jika tidak rata permukaannya atau melengkung pada diameter yang tetap.

Untuk meluruskan Kembali poros *propeller* yang bengkok dilakukan dengan mengepress dengan mesin press pada bagian yang melengkung cembung sampai lurus Kembali. Dapat juga dilakukan dengan pengelasan setempat kemudian dibubut sampai permukaannya rata kembali dengan permukaan yang tidak bengkok, halus dan diameternya sesuai dengan yang diharapkan.

d. Pengujian *Colour Check/MPT*

Dilakukan untuk mengetahui keretakan yang mungkin terjadi pada *shaft*/poros *propeller*

Proses pengerjaan :

1. Poros *propeller* dibersihkan dari oli dan kotoran dengan memakai *cleaner* dan dibiarkan sampai kering.
2. Poros yang telah bersih disemprot dengan cat penetrant berwarna merah dan didiamkan beberapa saat agar bila ada kemungkinan terjadi keretakan, penetrant dapat meresap. Kemudian dilap sampai bersih/tidak berbekas.
3. Disemprot *developer* berwarna putih, setelah kering kemudian diperiksa. Jika terdapat bekas bercak/garis berwarna merah berarti ada keretakan pada poros *propeller*.

e. *Balancing Propeller*

Dilakukan untuk memastikan bahwa masing – masing daun propeller sama agar gaya yang dihasilkan oleh propeller dapat optimal.

ngerjaan :

Membuat poros sesuai dengan poros sebenarnya (diameternya sama).



2. Menandai masing – masing daun peropeller (dengan nomor atau angka).
3. Memasang propeller pada poros propeller.
4. Memasang poros dan propellernya pada mesin balancing.
5. Memutar dan mengamati poros dan propeller.
6. Daun propeller yang beratnya tidak sama saat berputar daun propeller yang terberat akan selalu berhenti di bawah. Jika terjadi hal demikian daun propeller yang terberat digerinda merata dan balancing lagi sampai didapat berat masing – masing daun propeller sama.
7. Hal yang sama untuk daun propeller yang dominan paling ringan, dilas dulu kemudian digerinda sampai beratnya sama.



Gambar 11 Proses *Balancing Propeller*

f. Pemasangan *Propeller*

Peralatan yang digunakan : hoist, tali baja, hammer, kunci L, kunci pas baut propeller, brander potong, kunci ring.

Proses pengerjaan :

1. Tali baja diikat pada propeller dan ditarik menuju poros propeller. Dengan hoist, propeller diletakkan pada tepat pada lubang dengan poros. Propeller ditarik sampai terpasang dengan baik pada porosnya, demikian juga dengan pasak/spee-nya.



4. Poros didorong sampai ujung poros masuk ke dalam boss propeller.
5. Propeller ditarik masuk dengan menggunakan crane tackle selain dengan dorongan para pekerja sampai propeller terpasang secara keseluruhan.
6. Dipasang ring shield dan rubber gasket diluar dan didalam badan kapal untuk menjaga kedekatan sambungan boss poros dengan ujung poros.
7. Baut dipasang dan dikuatkan dengan memasang baut – baut penguatnya dan dikuatkan lagi dengan mengikat bonet penutup propeller dengan baut pengikatnya sebanyak 10 buah.

2.4.7 Pekerjaan Replating

Pekerjaan replating pada lambung kapal, bangunan atas, dan main deck dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan ultrasonik Pekerjaan replating reparasi kapal adalah serangkaian Tindakan perbaikan yang melibatkan proses penggantian atau pemasangan kembali pelat baja pada bagian – bagian kapal yang mengalami kerusakan atau keausan. Proses ini biasanya diperlukan untuk menjaga integritas struktural kapal dan memastikan keamanan serta performa kapal secara keseluruhan.

Materi yang digunakan adalah marine plat dengan sertifikat K1 grade A, dengan ketebalan 8 mm dan 6 mm. Ini melibatkan penggantian plat pada berbagai bagian kapal, termasuk struktur penunjang seperti frame, longitudinal wrang, dan stiffener, serta pekerjaan penggantian plat penahan steel fender. Seluruh proses ini juga melibatkan asistensi untuk memastikan pekerjaan dilakukan dengan akurat dan sesuai standar.

Pekerjaan juga mencakup penggantian plat pada tangki bahan bakar utama, termasuk pemasangan manhole, filing pipe, dan vent pipe. Proses ini dirancang untuk memastikan integritas dan keamanan tangki bahan bakar utama kapal. Selain itu, pekerjaan mencakup penggantian plat sekat antara tangki air tawar dan ruangan ABK, tujuan untuk menjaga pemisahan yang tepat antar ruangan.



Seluruh tindakan ini dilakukan dengan memperhatikan spesifikasi teknis dan standar keselamatan maritim, serta memastikan bahwa bahan yang digunakan memenuhi standar kualitas tertentu, seperti marine plat dengan sertifikat K1 grade A. Keseluruhan pekerjaan replating ini bertujuan untuk memperbaharui dan memperkuat struktur kapal agar tetap memenuhi standar keselamatan dan kelayakan operasional di laut. Ada beberapa tahapan untuk pekerjaan replating yaitu :

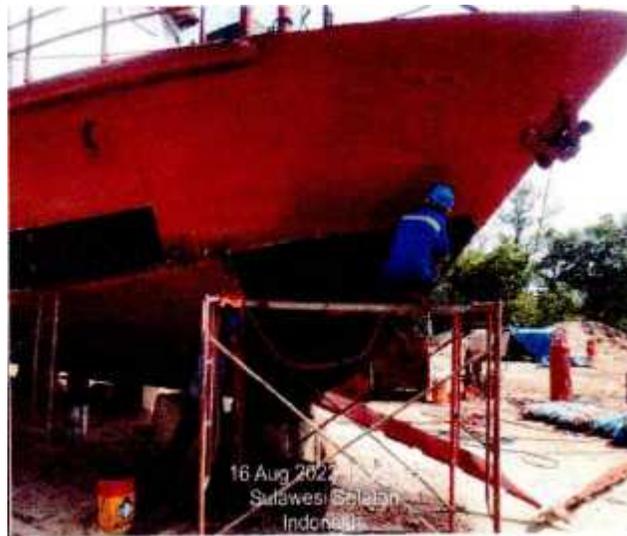
a. Marking

Marking plat kapal adalah proses menandai atau memberikan penandaan pada plat-material yang akan digunakan dalam pembangunan kapal. Tanda atau marka tersebut biasanya mencakup informasi penting seperti nomor identifikasi, ukuran, posisi pengelasan, atau detail-desain lainnya. Marking ini membantu dalam memastikan bahwa setiap plat ditempatkan dan dihubungkan sesuai dengan spesifikasi dan rencana desain, serta memudahkan pengawasan dan pengendalian kualitas selama proses konstruksi kapal.

b. Cropping

Cropping plat adalah proses pemotongan atau penyesuaian ukuran dari suatu plat atau lembaran material, seperti logam atau kertas, sesuai dengan dimensi atau bentuk yang diinginkan. Proses ini umumnya dilakukan untuk menciptakan bagian yang sesuai dengan desain atau spesifikasi tertentu.





Gambar 12 Proses *Cropping* Lambung Haluan Kanan

c. Cutting

Cutting plat adalah kegiatan memotong atau memisahkan selembar plat material, seperti logam atau bahan lainnya, sesuai dengan ukuran atau bentuk yang diinginkan. Proses pemotongan ini bisa dilakukan dengan menggunakan berbagai alat dan teknik, seperti gergaji, mesin potong laser, atau mesin pemotong plasma, tergantung pada kebutuhan dan karakteristik material yang digunakan.



Gambar 13 Proses *Cutting* Plat Untuk *Bilga Keel*



d. Fitup

Fitup plat adalah tahap dalam proses fabrikasi atau konstruksi yang melibatkan persiapan dan penyelarasan dua atau lebih plat material sebelum dilakukan pengelasan. Pada tahap ini, plat-plat tersebut diposisikan dan disusun sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan desain, toleransi, dan spesifikasi yang diperlukan sebelum dilakukan penyambungan dengan pengelasan. Proses fitup plat sangat penting untuk memastikan kualitas pengelasan dan keakuratan dimensi struktur yang sedang dibangun.

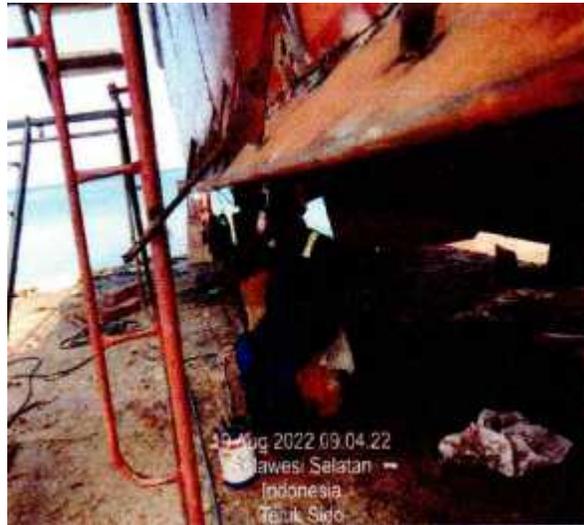


Gambar 14 Proses *Fitup* Plat *Bilga Keel*

e. Pengelasan

Pengelasan plat replating kapal adalah proses mengganti atau memperbaiki selembar plat pada bagian kapal yang mengalami kerusakan atau keausan. Proses ini melibatkan pemotongan atau pembongkaran bagian yang rusak, diikuti dengan pemasangan dan pengelasan plat baru sebagai penggantinya. Tujuan replating kapal adalah untuk memulihkan kekuatan struktural dan integritas kapal serta memperpanjang umur pakainya. Pengelasan dilakukan dengan ketat sesuai dengan persyaratan spesifikasi keamanan Badan Klasifikasi.





Gambar 15 Pengelasan Bilga Keel Starboard

2.4.8 Pekerjaan Bagian Deck

Pekerjaan pada bagian deck kapal ini mencakup beberapa langkah penting yang berfokus pada perawatan, penggantian, dan perbaikan berbagai komponen. Salah satu tindakan utamanya adalah penggantian tiang railing pada main deck. Ini melibatkan proses pembongkaran tiang railing lama dan pemasangan yang baru. Selama penggantian, fabrikasi baru dari tiang railing dengan ukuran yang ditentukan (Dia 1) dilakukan. Pada tahap ini,udukan baru dibuat dengan menggunakan sistem bongkar pasang untuk memastikan pemasangan yang tepat.

Selanjutnya, dilakukan pekerjaan pengelasan pada fondasi dan mur baut antara tiang railing baru dengan pondasinya. Proses ini mencakup penyambungan struktural yang kuat untuk memastikan kekokohan dan keamanan tiang railing yang terpasang. Selain itu, bagian pekerjaan ini juga dapat melibatkan rekondisi smallhatch dan penggantian side scuttle ruang akomodasi, termasuk frame dan karet penahan, beserta asistensinya. Proses bongkar-pasang dilakukan untuk mengganti komponen yang sudah tua atau rusak dengan yang baru, mendukung fungsi dan estetika kapal secara signifikan.





Gambar 16 Penggantian Tiang *Railing* dan *Fender*

2.4.9 Perawatan Tanki – Tanki Kapal

Hal ini ada pekerjaan rutin pada saat kapal sedang docking yang dimana tanki – tanki pada kapal dilakukan pengecekan dan pemeliharaan seperti dicek kekedapannya apakah mengalami kebocoran yang mengakibatkan merembesnya cairan, dibersihkan dari lumpur/*sludge*, serta penggantian *packing* dan mur pada *manhole*.



Gambar 17 *Cleaning* Tangki Got Kamar Mesin



2.4.10 Perawatan Mesin Kapal

Hal ini ditujukan untuk mencegah terjadinya suatu kerusakan yang lebih besar/parah pada mesin kapal dan demi mempertahankan performa kapal selalu dalam kondisi yang optimal, dengan melaksanakan perawatan yang terencana. Pada kasus ini pengerjaan Top Overhaul Mesin Engine melibatkan serangkaian Tindakan perawatan yang direncanakan dengan cermat. Prosedur ini bertujuan untuk memastikan bahwa mesin kapal tetap berfungsi dengan baik dan untuk mencegah potensi kerusakan serius yang dapat memengaruhi kinerja keseluruhan kapal. Dengan merawat mesin secara terencana, diharapkan dapat memperpanjang umur pakai mesin dan menjaga agar kapal selalu dalam kondisi optimal saat beroperasi. Selain itu, Top Overhaul Mesin Engine juga merupakan langkah proaktif untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah mesin sebelum mencapai tingkat kerusakan yang signifikan. Dengan melakukan perawatan yang terencana, kapal dapat dioptimalkan dengan lebih aman dan efisien. Ini mencakup penggantian komponen yang mengalami keausan, penyetelan ulang, dan pembersihan secara menyeluruh. Dengan demikian, pengerjaan Top Overhaul Mesin Engine tidak hanya mendukung ketahanan mesin, tetapi juga memastikan bahwa kapal dapat menjalankan tugasnya dengan performa yang optimal selama masa berlayar.



Gambar 18 Top Overhaul Main Engine Kiri



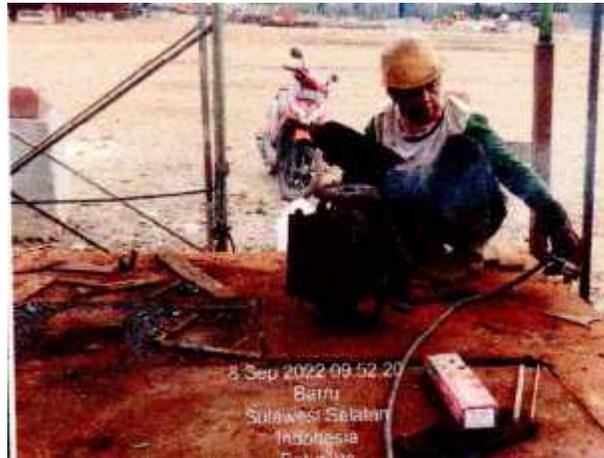


Gambar 19 *Top Overhaul Main Engine Kanan*

2.4.11 Pemeriksaan Perpipaan Kapal

Pemeriksaan pipa dilakukan untuk menjaga agar pipa saat menyalurkan cairan berfungsi dengan baik. Pemeriksaan pipa kebanyakan dilakukan secara visual, pemeriksaan visual dilakukan dengan memastikan apakah pipa itu tidak terjadi kebocoran saat menyalurkan cairan tersebut, dan bila terjadi kebocoran bisa diperbaiki atau diganti baru. Pemeriksaan berikutnya bisa dilakukan dengan menggosokkan kertas lakmus atau yang lainnya yang digunakan untuk pengecekan saluran cairan yang mudah terbakar seperti saluran bahan bakar kapal. Dilakukan juga pemeriksaan pada valve pipa jika sudah tidak berfungsi bisa diganti baru. Pada pekerjaan reparasi kapal KNP. 305 ini terdapat beberapa penggantian komponen perpipaan dan kran – kran, sebagai berikut :





Gambar 20 Penggantian Pipa Striner yang Keropos

2.4.12 Pemeriksaan Kelistrikan Kapal

Pemeriksaan kelistrikan kapal dilakukan agar penyuplaian listrik pada kapal selalu tersedia saat kapal berlabuh, bongkar muat, manuvering dan yang lainnya. Untuk memastikan agar tetap berfungsi dan mencukupi dalam penyediaan listrik pada saat kegiatan tersebut dilakukan memeriksa peralatan kelistrikan pada kapal di ruang akomodasi termasuk lampu penerangan, kabel diganti dengan kabel marine, saklar, sekering, soket, lampu dan rumah lampu termasuk tutup 2x20 W TL, dicoba sampai berfungsi dengan baik.



Gambar 21 Pekerjaan Instalasi Kelistrikan



2.4.13 Sistem Dan Prosedur Pelaksanaan Pekerjaan Reparasi Kapal

Setelah diketahui dengan pasti jadwal pelaksanaan reparasi kapal yang akan segera dilaksanakan di perusahaan galangan kapal tersebut, maka seluruh jajaran berkaitan dengan mekanisme pekerjaan reparasi perlu untuk segera mempersiapkan diri. Persiapan yang dimaksud meliputi pembuatan jadwal kerja dan lain sebagainya yang ada kaitannya dengan pekerjaan reparasi yang akan dikerjakan. Untuk mewujudkan kelancaran kerja antara bagian-bagian terkait perlu dipergunakan suatu sistem dan prosedur administrasi yang selanjutnya berfungsi sebagai tata pelaksanaan pekerjaan, hal ini dapat diartikan pula bahwa sistem informasi dan monitoring terhadap pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan dengan baik, apabila seluruh tenaga kerja pelaksana menerapkannya dengan sebaik baiknya.

Adapun sistem dan prosedur proses pekerjaan reparasi kapal diperusahaan galangan yang ada di Indonesia, antara lain :

1. Sistem dan prosedur administrasi pemerintahan kerja pokok
2. Sistem dan prosedur administrasi pengebonan material pokok dan bantu
3. Sistem dan prosedur administrasi pekerjaan tambahan berdasarkan permintaan biro klasifikasi dan permintaan secara lisan dari pemilik kapal/owner surveyor.
4. Sistem dan prosedur administrasi pekerjaan yang dikerjakan oleh sub-kontraktor.

2.4.14 Permintaan Dan Penawaran Perbaikan Kapal Dari Pemilik Kapal

Sebelum kapal memasuki perawatan dan siap untuk dilaksanakan perbaikan disuatu galangan kapal, terlebih dahulu pihak pemilik kapal harus mengajukan surat permohonan permintaan perbaikan kapal kepada pihak galangan yang ditunjukkan.

Surat permohonan permintaan yang dimaksud dapat berasal dari pemilik kapal atau pelayaran kapal atau berasal dari panitia tender reparasi kapal. Dengan waktu 1 sampai dengan 2 bulan sebelum pelaksanaan pengedokan kapal,



maka pemilik kapal harus sudah menyampaikan surat permintaan harga reparasi kapal kepada pihak galangan tersebut. Dan dapat segera menjadwalkan pengedokan sesuai dengan permintaan pemilik kapal, disamping itu dengan masih adanya tenggang waktu tersebut memungkinkan diadakannya negosiasi penawaran harga reparasi kapal apabila antara kedua belah pihak belum mencapai kesepakatan.

Untuk memperlancar seluruh rangkaian proses pelaksanaan reparasi kapal, sudah seharusnya apabila dalam surat permintaan penawaran harga reparasi kapal tersebut dilampirkan diantaranya :

1. Data reparasi (repair list)
2. Data – data kapal yang meliputi :
 - a) Ukuran utama kapal
 - b) Tahun pembuatan kapal
 - c) Biro klasifikasi yang digunakan
 - d) Jenis survey yang akan dilakukan
 - e) Motor induk, motor bantu, generator set, dll.

Pada prinsipnya surat permintaan penawaran harga reparasi kapal yang dikirim pemilik kapal kepada perusahaan galangan kapal biasanya berisikan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

1. Besarnya biaya reparasi kapal
2. Waktu pengedokan kapal
3. Jangka waktu penyelesaian pekerjaan perbaikan dan perawatan

2.4.15 Pemeriksaan Pekerjaan Reparasi Kapal

Pelaksanaan pekerjaan reparasi kapal dilaksanakan oleh pihak galangan yang dalam ini bisa saja pihak galangan dibantu sub-kontraktor dengan tujuan untuk lancar pekerjaan reparasi kapal sesuai dengan waktu yang disepakati. Setelah pekerjaan reparasi kapal selesai dilaksanakan, maka diadakan pemeriksaan terhadap seluruh hasil reparasi yang dilakukan oleh :



1. Pihak galangan kapal
2. Pihak pemilik kapal
3. Pihak biro klasifikasi
4. Pihak Owner surveyor yang ditunjuk oleh pemilik kapal.

2.4.16 Pembuatan Docking Report

Setelah pemeriksaan hasil pekerjaan telah dilakukan maka langkah selanjutnya ada membuat *docking report* kapal dengan tujuan agar pada pengedokan yang akan datang dapat memudahkan pengecekan ulang bagi pihak – pihak yang berkepentingan dan juga melengkapi surat-surat kapal yang berdasarkan ketentuan biro klasifikasi untuk menentukan apakah kapal tersebut laik laut setelah dilakukan pekerjaan reparasi kapal.

2.5 Penyebab dan Dampak Keterlambatan Proyek

2.5.1 Penyebab Keterlambatan Proyek

Penyebab – penyebab keterlambatan dibagi menjadi 3 bagian (Levis dan Atherley, 1996) :

- 1 *Excusable non compensable delays* adalah penyebab keterlambatan yang sering terjadi dan tentunya mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek. Hal hal yang termasuk dalam keterlambatan tipe ini adalah:
 - a) *Act of God* adalah segala kejadian yang tidak dapat dicegah dan diprediksi, hal ini adalah kejadian pada alam dapat menimbulkan keterlambatan antara lain gempa bumi, banjir, kebakaran, badai, letusan gunung, dan tsunami.
 - b) *Force Majere* adalah segala penyebab dari *act of God* dan faktor – faktor yang diakibatkan oleh manusia, contoh kecilnya adalah perang, demonstrasi, dan mogok kerja.



- c) Cuaca menjadi tidak bersahabat dan melebihi kondisi normal, hal ini masuk kedalam faktor penyebab keterlambatan yang tidak dapat dihindari.
- 2 *Excusable Compensable Delays*, keterlambatan ini disebabkan oleh faktor pelaksana itu sendiri yaitu adalah owner, klien, kontraktor yang dapat mengajukan klaim atas perpanjangan waktu. Penyebab keterlambatan tersebut adalah:
- a) Terlambatnya pendetailan pekerjaan
 - b) Terlambatnya penyerahan lokasi proyek
 - c) Terlambatnya pembayaran kepada kontraktor
 - d) Kesalahan pada gambar dan spesifikasi
 - e) Terlambatnya persetujuan atas gambar dan spesifikasi
- 3 *Non – excusable delays*, keterlambatan ini sepenuhnya merupakan tanggung jawab dari kontraktor, karena beberapa faktor kontraktor memperpanjang durasi pengerjaan proyek sehingga melewati batas penyelesaian proyek yang telah disepakati sebelumnya. Hal ini merupakan kesalahan murni oleh kontraktor, karena sebenarnya keterlambatan ini sudah diprediksi dan dapat dihindari namun akibat beberapa faktor hal ini tidak dapat dihindari. Hal – hal yang termasuk dalam faktor keterlambatan ini adalah :
- a) Kesalahan dalam mengkoordinasikan pekerjaan, bahan, dan peralatan
 - b) Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek
 - c) Keterlambatan dalam penempatan personil
 - d) Keterlambatan dalam penyerahan gambar



2.6 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan bagian integral dari perencanaan yang memberikan informasi terkait jadwal rencana dan kemajuan proyek, termasuk evaluasi kinerja sumber daya seperti biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material. Proses penjadwalan melibatkan penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dengan tingkat rincian yang tinggi, bertujuan untuk mendukung evaluasi pelaksanaan proyek. Penjadwalan, atau scheduling, melibatkan alokasi waktu secara efisien untuk setiap pekerjaan dengan mempertimbangkan berbagai keterbatasan yang ada. Selama pengendalian proyek, penjadwalan terus dipantau dan diperbarui, mengikuti perkembangan proyek dan menanggapi tantangan yang muncul. Metode Critical Path menjadi salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam proses penjadwalan untuk memastikan alokasi sumber daya dan durasi proyek sesuai dengan tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan.

2.7 Critical Path Method

Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972), metode jalur kritis (Critical Path Method – CPM), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek – proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM mengasumsikan bahwa waktu kegiatan diketahui pasti sehingga hanya memerlukan satu perkiraan waktu untuk tiap kegiatan inilah perbedaan utamanya dengan metode PERT (Heizer & Render, 2006). Sama halnya dengan PERT, CPM juga menggunakan jaringan kerja untuk menggambarkan kegiatan proyek.

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

LF ditentukan selama backward pass. ES (earliest start) adalah waktu paling awal suatu aktivitas dapat dimulai dengan asumsi semua pendahulunya sudah selesai. LF (latest 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.

2.7.1 Pengertian CPM

Critical Path Method (CPM) adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan hanya satu faktor waktu per kegiatan. Merupakan jalur tercepat untuk mengerjakan suatu proyek, dimana setiap proyek yang termasuk pada jalur ini tidak diberikan waktu jeda/istirahat untuk pengerjaannya. Dengan asumsi bahwa estimasi waktu tahapan kegiatan proyek dan ketergantungannya secara logis sudah benar. Jalur kritis berkonsentrasi pada timbal balik waktu dan biaya. Jalur kritis merupakan jalur yang terdiri dari kegiatan-kegiatan yang bila terlambat akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek. Dalam CPM (Critical Path Method) dikenal EET (Earliest Event Time), LET (Latest Event Time), Total Float, Free Float, dan Independent Float. Dalam metode CPM juga akan mendapatkan lintasan kritis yang menghubungkan kegiatan kritis yang tidak boleh terhambat pelaksanaannya.

2.7.2 Durasi Kegiatan Waktu

Durasi kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Kurun waktu pada umumnya dinyatakan dengan satuan jam, hari, atau minggu. Perhitungan durasi pada metode CPM digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian aktivitas, yaitu dengan cara single duration estimate. Cara ini dilakukan jika durasi dapat diketahui dengan akurat dan tidak terlalu berfluktuasi. Rumus yang digunakan untuk menghitung durasi kegiatan adalah (Soeharto, 1999).

$$D = \frac{V}{Pr.N}$$

eterangan :

= Durasi kegiatan



- V = Volume kegiatan
 Pr = Produktivitas kerja rata – rata
 N = Jumlah tenaga kerja dan peralatan

2.7.3 Langkah – langkah Dalam Menggunakan Metode CPM

Menurut Heizer & Render (2014) CPM keduanya memiliki enam langkah dasar sebagai berikut :

- a Mendefinisikan proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja.
- b Membangun hubungan antara kegiatan. Memutuskan kegiatan mana yang harus lebih dahulu dikerjakan dan mana yang harus mengikuti yang lain.
- c Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan kegiatan.
- d Menetapkan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk tiap kegiatan.
- e Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Ini yang disebut jalur kritis.
- f Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

2.8 Network Planning

Network planning merupakan suatu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek reparasi kapal. Tujuan dari *network planning* ini adalah menciptakan efisiensi pekerjaan yang maksimal dan meminimalisir terjadinya keterlambatan juga mengetahui aktivitas mana saja yang perlu didahulukan dalam pengerjaan reparasi kapal.

Prinsip *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 dilakukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya. Dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan. *Network planning* merupakan Teknik yang



digunakan oleh seorang manager untuk merencanakan, menjadwalkan dan mengawasi aktivitas pekerjaan suatu proyek dengan menggunakan pendekatan atau analisis waktu (*time*) dan biaya (*cost*) yang digambarkan dalam bentuk symbol dan diagram. *Network planning* sangat membantu dalam perencanaan dan penjadwalan suatu proyek (Agus B. Siswanto & M. Afif Salim, 2019). Menurut Handoko (2019), manfaat *Network Planning* adalah sebagai berikut :

- a. Perencanaan suatu proyek yang kompleks.
- b. *Scheduling* pekerjaan – pekerjaan sedemikian rupa dalam urutan yang praktis dan efisien
- c. Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang tersedia.
- d. *Scheduling* ulang untuk mengatasi hambatan – hambatan dan keterlambatan – keterlambatan.
- e. Menentukan *Trade off* (kemungkinan keterlambatan) antara waktu dan biaya.
- f. Menentukan probabilitas penyelesaian suatu proyek tertentu.

2.9.1 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.

Terdapat beberapa Teknik atau metode yang digunakan dalam menuliskan planning, yaitu sebagai berikut :



- a. Metode diagram grafik (*Chart Method Diagram*), digunakan untuk perencanaan dan pengendalian proyek dalam bentuk diagram grafik.
- b. Teknik manajemen jaringan (*Network Management Techniquie*), digunakan untuk perencanaan dan pengendalian proyek berbasis informasi (IT).
- c. Prosedur dalam penilaian program (*Program Evaluation Procedure*), digunakan untuk merencanakan, mengendalikan, dan menilai kemajuan suatu program.
- d. Analisis jalur kritis (*Critical Path Analysis*), digunakan untuk pendalihan sumber daya proyek.
- e. Metode jalur kritis (*Critical Path Method*), digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan proyek yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui oleh evaluator
- f. Teknik menilai dan meninjau kembali (*Program Evaluation and Review Technique*), digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan.

Metode analisis yang dipilih untuk 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.

2.9.2 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 kegiatan 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

Dummy menunjukkan suatu kegiatan semu, yang diperlukan untuk menggambarkan adanya hubungan di antara dua kegiatan. Mengingat *dummy* merupakan kegiatan semu maka lama kegiatan *dummy* adalah nol.

Simbol	Arti	Fungsi
○	Peristiwa/kejadian (<i>event</i>)	Peristiwa menunjukkan titik waktu mulainya/ selesainya suatu kegiatan, dan tidak mempunyai jangka waktu.
→	kegiatan (<i>activity</i>)	Kegiatan membutuhkan jangka waktu (durasi) dan sumberdaya.
- - - →	kegiatan semu (<i>dummy</i>)	<u>Kegiatan yang berdurasi nol, tidak membutuhkan sumberdaya.</u>

Gambar 22 Keterangan Simbol dan notasi *Network Planning*

2.9.3 Langkah pembuatan *Network Planning*

Beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu dalam membuat metode jaringan kerja (Callahan 1992), yaitu :

a. Menentukan aktivitas kegiatan

Langkah pertama dalam membuat penjadwalan waktu adalah memecah lingkup pekerjaan proyek menjadi kegiatan – kegiatan yang lebih kecil. Tujuannya

agar setiap pekerjaan dapat terkontrol dengan baik oleh manajer proyek sesuai perencanaan yang telah dibuat. Besarnya setiap aktivitas berbeda – beda tergantung pada jenis pekerjaan yang terlibat dan pentingnya aktivitas tersebut bagi



penyelesaian proyek. Yang harus diperhatikan, yaitu tidak ada aktivitas yang terlalu kecil sehingga tidak penting, atau terlalu besar sehingga sulit dikontrol.

Besarnya setiap aktivitas juga ditentukan oleh bagaimana pembuat jadwal akan menggunakan jadwal tersebut. Misalnya, pengawasan harian pekerjaan lapangan akan membutuhkan aktivitas yang durasinya tidak lebih dari beberapa hari saja. Perkiraan waktu penyelesaian kegiatan atau menghitung progress pekerjaan mengindikasikan kegiatan – kegiatan dengan durasi yang lebih besar.

b. Menentukan durasi aktivitas/kegiatan

Setiap aktivitas dikenai durasi. Durasi adalah jumlah waktu yang diperkirakan untuk menyelesaikan satu aktivitas. Durasi ini dapat ditampilkan dengan menggunakan satuan waktu, menit, jam, hari kerja, hari kalender, minggu, atau bulan. Penjadwalan pada dunia konstruksi biasanya menggunakan satuan hari kerja atau kalender. Durasi aktivitas pada proyek konstruksi bergantung pada hal jumlah pekerjaan, jenis pekerjaan, jenis dan jumlah sumber daya yang tersedia untuk digunakan, apakah pekerjaan akan diselesaikan dalam satu shift atau banyak shift atau lembur, lingkungan yang memengaruhi pekerjaan, metode konstruksi, batas waktu proyek, siklus pekerjaan konstruksi, cuaca dan dampak lapangan pada produksi dan kegiatan yang dapat dilakukan bersamaan.

c. Mendeskripsikan aktivitas/kegiatan

Selain durasi, kegiatan – kegiatan pada penjadwalan konstruksi biasan disertai dengan sebuah deskripsi yang akan membantu dalam pembacaan jadwal. Kebanyakan dari deskripsi ini dibuat dengan menggunakan singkatan karena ruang dalam menuliskan deskripsi tersebut sangat terbatas.

d. Menentukan hubungan yang logis

Setelah menentukan kegiatan dan durasi, langkah berikutnya dalam membuat penjadwalan jaringan kerja adalah mengatur kegiatan – kegiatan tersebut sehingga

aktivitas dapat disajikan secara logis. Bagaimana setiap aktivitas dihubungkan dengan lainnya disebut hubungan logus. Setiap aktivitas terhubung dengan lain dalam satu penjadwalan, ada tiga kemungkinan hubungan logis yang



dapat terjadi diantara kegiatan tersebut. Ketiga kemungkinan tersebut adalah sebagai berikut :

- Hubungan sebelumnya (*predecessor*)
Hubungan sebelumnya terjadi ketika sebuah aktivitas harus selesai terlebih dahulu sebelum aktivitas berikutnya dapat dimulai. Contoh adalah pekerjaan pondasi biasanya mendahului pekerjaan rangka atap. Jadi pekerjaan pondasi memiliki hubungan sebelumnya dari atap.
- Hubungan setelahnya (*successor*)
Hubungan setelahnya terjadi setelah selesainya suatu aktivitas. Contohnya, pekerjaan interior dapat dimulai setelah pekerjaan atap selesai. Jadi, pekerjaan interior memiliki hubungan setelahnya dari pekerjaan atap.
- Hubungan tak tergantung (*independent*)
Hubungan tidak tergantung, yaitu hubungan kegiatan yang tidak didahului atau mendahului kegiatan lainnya. Mulai dan selesainya kegiatan atau aktivitas *independent* ini tidak tergantung dengan mulai atau selesainya kegiatan atau aktivitas lain.

e. *Network planning* dengan metode *activity on arrow*

Metode *Activity On Arrow* disebut juga *Arrow Diagramming Method* (ADM) dan biasanya digunakan untuk proyek yang memiliki banyak ketergantungan diantara kegiatannya. Metode AOA ini dibentuk dari anak – anak panah dan lingkaran. Anak panah mewakili kegiatan – kegiatan proyek, sedangkan lingkaran, atau node, mewakili *event* atau kejadian. Node pada bagian awal anak panah disebut node “I”, sedangkan node pada bagian kepala anak panah disebut node “J”. karena metode ini menghubungkan node – node dari setiap kegiatan bersama – sama, maka node “J” dari kegiatan sebelumnya juga menjadi node “I” pada kegiatan berikutnya. Terkadang metode ini juga disebut diagram I-J, karena penggunaan “I” dan “J” pada node – nodenya

ogy yang digunakan dalam metode AOA dapat dijelaskan sebagai berikut :

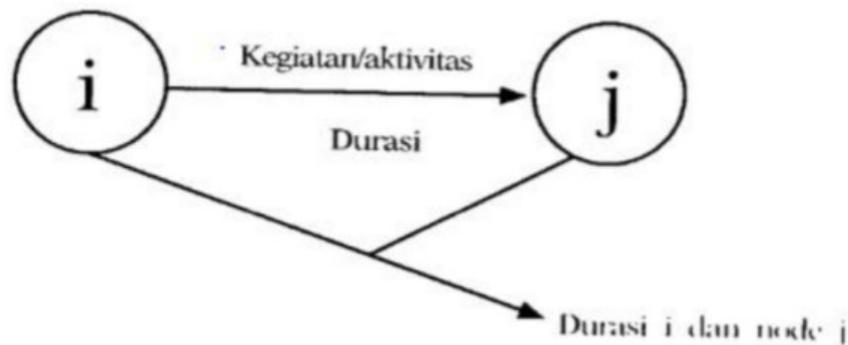
Aktivitas sebuah signifikan yang merupakan bagian dari proyek



- *Event* : titik signifikan selama waktu proyek. Sebuah event bisa saja merupakan waktu yang sama suatu aktivitas diselesaikan atau waktu yang mana aktivitas – aktivitas seluruhnya selesai.
- Aktivitas *Dummy* adalah aktivitas buatan dengan 0 (Nol) durasi yang hanya menggambarkan hubungan preseden diantara kegiatan – kegiatan.

Dua elemen penting pada AOA adalah anak panah dan node. Satu anak panah dibuat untuk setiap kegiatan yang akan dikerjakan. Ekor anak panah merupakan awal dari kegiatan, sementara kepala anak panah merupakan akhir dari kegiatan. Jika ada permintaan, panjangnya anak panah biasanya dibuat sesuai dengan skala durasi waktu yang proporsional. Setiap aktivitas (anak panah) mengandung deskripsi yang jelas. Deskripsi dari aktivitas ini biasanya dituliskan pada diagram tersebut, di bawah atau di atas anak panah. Sebagai tambahan, setiap aktivitas juga didampingi durasinya. Pada bab ini, kebanyakan deskripsi aktivitas diletakkan di atas anak panah dan durasi diletakkan di bawah anak panah.

Node digunakan untuk menggambarkan kapan aktivitas didahului atau diikuti oleh aktivitas sebelumnya. Node – node ini diletakkan di awal dan akhir setiap anak panah. Karena proyek didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang ada awal dan akhir, maka node “I” dibutuhkan sebagai awal, dan node “J” dibutuhkan sebagai akhir dalam setiap proyek. Keseluruhan aktivitas – aktivitas tersebut, dimulai dari aktivitas pertama dengan node “I” dan diakhiri dengan node “J” disebut “jaringan kerja”.

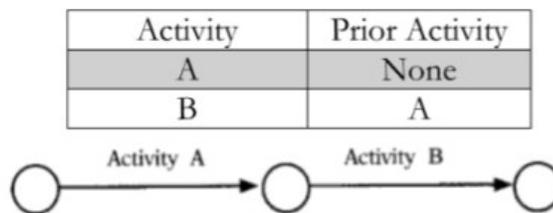


Gambar 23 Node Kegiatan



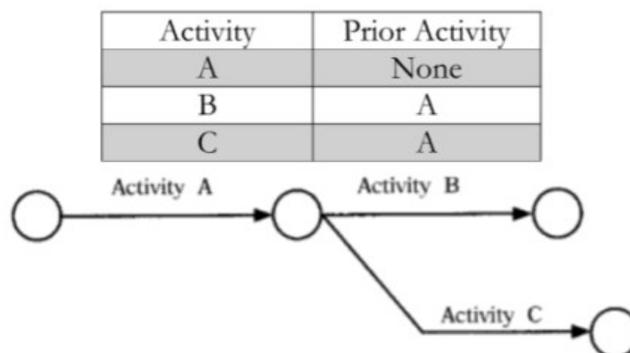
f. Berikut adalah contoh jaringan kerja *Activity on Arrow* (AOA)

Contoh 1 :



Gambar 24 Contoh Jaringan Kerja Activity on Arrow 1

Contoh 2 :



Gambar 25 Contoh Jaringan Kerja Activity on Arrow 2

g. Aktivitas “*Dummy*”

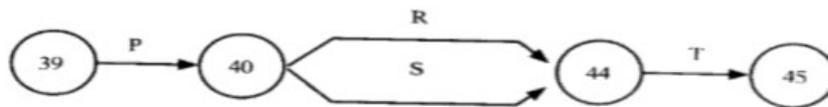
Aktivitas *Dummy* adalah penggunaan aktivitas ketika ada kasus – kasus yang menunjukkan kesulitan yang terjadi jika menggunakan hanya satu anak panah untuk beberapa kegiatan. *Dummy* membantu menjelaskan hubungan logis antar kegiatan dan memastikan bahwa setiap aktivitas memiliki nomor nodenya (Callahan, 1002).



aktivitas *Dummy* tidak memiliki durasi atau ketergantungan dengan kegiatan selalu ditampilkan dengan menggunakan anak panah dengan garis putus – putus. Salah satu cara untuk mengetahui apakah aktivitas *dummy* dibutuhkan adalah

dengan melihat daftar aktivitas dan menemukan aktivitas- aktivitas yang terbagi, tetapi tidak seluruhnya, dari kegiatan atau aktivitas sebelumnya.

Gambar di bawah ini menjelaskan penggunaan aktivitas *dummy*. Dari gambar bagian a menunjukkan bahwa aktivitas R memiliki nomor node sama dengan aktivitas S, baik pada node I maupun node J. hal inilah yang mengharuskan penggunaan aktivitas *dummy* sehingga aktivitas R dan S memiliki nomor node I yang berbeda satu sama lain seperti terlihat pada gambar b. pada gambar b sudah digunakan aktivitas *dummy* sehingga kegiatan R dan S sudah memiliki nomor node berbeda.



Gambar 26 Contoh Penggambaran Dummy

2.9.4 Metode Jalur Kritis

Pada pembuatan jaringan kerja dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen – komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi, jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1995). Jalur kritis penting keberadaannya bagi para pelaksana proyek karena pada jalur ini terletak kegiatan – kegiatan yang pelaksanaannya harus tepat waktu, selesainya juga mesti tepat waktu. Jika terjadi keterlambatan, maka akan menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan. Sebelum membuat jalur kritis dalam metode penjadwalan jaringan kerja *Activity on Arrow* (AOA), haruslah diketahui terlebih dahulu cara perhitungan durasi proyek yang terbagi dalam hitungan maju dan hitungan mundur. Ada beberapa istilah yang terlibat

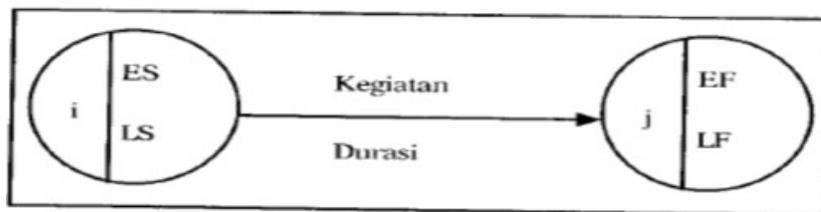
an dengan perhitungan maju dan perhitungan mundur metode AOA, sebagai



- a. **Early Start (ES)** : waktu paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
- b. **Late Start (LS)** : waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal proyek.
- c. **Early Finish (EF)** : waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan jika dimulai pada waktu paling awalnya dan diselesaikan sesuai dengan durasinya. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.
- d. **Late Finish (LF)** : waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

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

Berikut adalah gambar penempatan ES, LS, EF, dan LF pada jaringan kerja AOA :

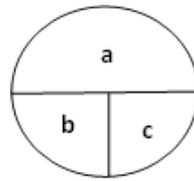


Gambar 27 ES, LS, EF, LF

- Perhitungan durasi proyek

Sebelum membuat jalur kritis dalam metode penjadwalan jaringan kerja *Activity on Arrow* (AOA), haruslah diketahui terlebih dahulu cara perhitungan durasi proyek yang terbagi dalam hitungan maju dan hitungan mundur. Untuk melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur ini, lingkaran kejadian (*event*) dibagi atas tiga bagian sebagai berikut:





Gambar 28 Node

Keterangan :

a = Ruang untuk nomor *event*

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

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

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

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

e. Perhitungan Maju

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 diselesaikannya aktivitas – aktivitas (TE, ES dan EF). Dalam mengidentifikasi jalur kritis, dipakai suatu cara yang disebut hitungan maju dengan aturan – aturan yang berlaku sebagai berikut.

- Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (*predecessor*) telah selesai.

Apabila ada kegiatan yang mendahuluinya lebih dari satu kegiatan, maka (TE) nya diambil yang paling besar



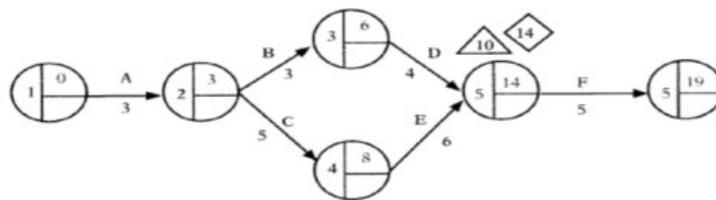
- Waktu paling awal suatu kegiatan adalah = 0
- Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal (TE), ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.

$$EF = ES + D \quad (1)$$

atau

$$EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j)$$

Contoh :



Gambar 29 Perhitungan Maju

Durasi Proyek : 19

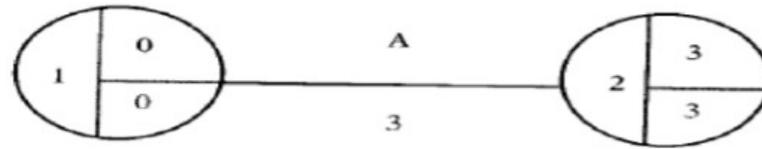
f. Perhitungan Mundur

Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari *terminar 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). Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir kita “masih” dapat memulai dan mengakhiri kegiatan tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang telah dihasilkan dari perhitungan maju. Aturan yang berlaku dalam perhitungan mundur adalah sebagai berikut :

- Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hari terakhir penyelesaian proyek suatu jaringan kerja.

Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir (TL), dikurangi kurun waktu/durasi kegiatan yang bersangkutan, atau $LS = LF - D$





Gambar 30 Perhitungan Mundur

- Apabila ada kegiatan yang mendahuluinya lebih dari satu kegiatan, maka TL nya diambil yang paling kecil.

Dengan demikian, setelah diagram *network* yang lengkap dari suatu proyek selesai digambarkan, dan setiap *node* telah dibagi menjadi tiga bagian seperti diatas, maka mulailah memberi 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). Perhitungan dimulai dari kegiatan terakhir (dimana $EF = LF$) menuju ke kegiatan pertama (dimana $ES = LS = 0$). Dengan selesainya kedua perhitungan ini, barulah *float* dapat dihitung.

g. *Float* Total

Float total adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Untuk memanfaatkan *float* total, maka kegiatan terdahulu harus mulai seawall mungkin ($=ES$), sebaliknya kegiatan berikutnya harus mulai selambat mungkin ($=LS$).

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 .



$$S = LF_x - EF_x = LS_x - ES_x \quad (2)$$

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

i. *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 rangkaian rangkaian kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan waktu penyelesaian proyek tercepat. Sehingga dapat dikatakan bahwa jalur kritis berisikan kegiatan ± kegiatan kritis dari awal sampai akhir jalur.

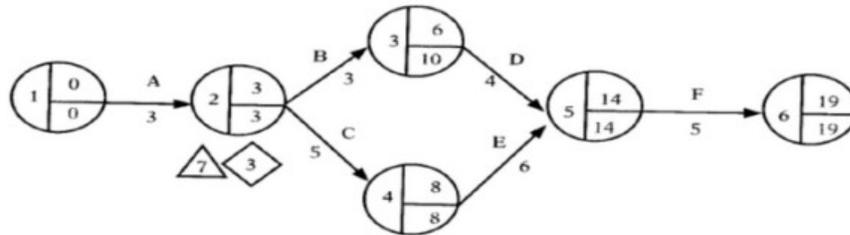
Pada CPM dikenal istilah *critical path* atau jalur kritis yang bertujuan untuk mengetahui kegiatan kegiatan yang memiliki tingkat kepekaan tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga dapat menentukan tingkat prioritas kebijakan dalam penyelenggaraan proyek.

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).

Metode jalur kritis atau *critical path method* adalah jalur yang memiliki rangkaian komponen – komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai kegiatan terakhir. Pada jalur ini terletak kegiatan – kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian keseluruhan proyek, yang disebut kegiatan kritis. Sifat jalur kritis pada kegiatan pertama : $ES = LS = 0$, pada kegiatan terakhir $LF = EF$, total *float* TF



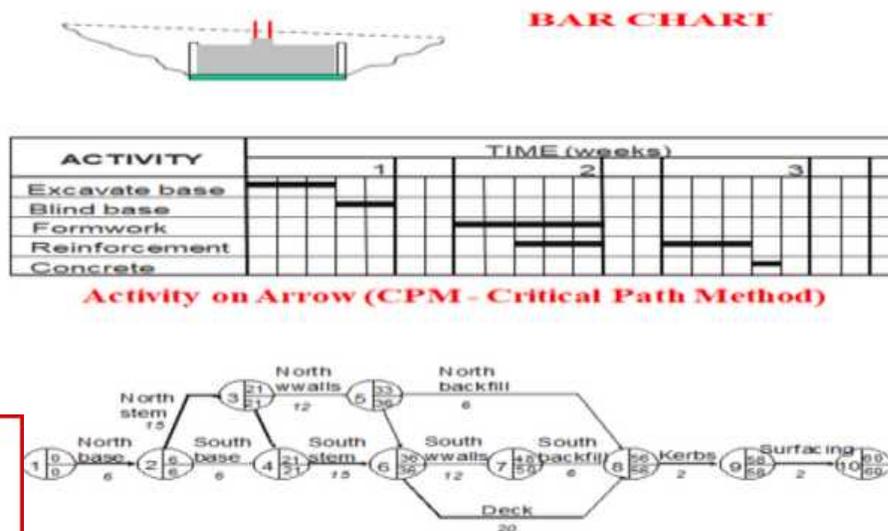
Pada contoh perhitungan berikut, maka terjadi jalur kritis adalah pada lintasan dengan kegiatan : A – C – E – F



Gambar 31 Contoh Jalur Kritis

Contoh dan perhitungan di atas menunjukkan proses perkiraan waktu penyelesaian proyek yang umumnya tidak sama dengan total waktu hasil penjumlahan kurun waktu masing – masing kegiatan yang paralel. Penyajian jalur kritis ditandai dengan garis tebal, atau garis dengan warna berbeda, atau garis ganda. Bila jaringan kerja hanya mempunyai satu titik awal dan satu titik akhir, maka jalur kritis juga berarti jalur yang memiliki jumlah waktu penyelesaian terbesar (terlama), dan jumlah waktu tersebut merupakan waktu proyek yang tercepat. Kadang – kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja.

Contoh soal *Network Planning* metode AOA :



Gambar 32 Contoh Network Planning AOA



Dari *network planning* AOA diatas lintasan kritisnya adalah 1-2-3-4-6-8-9-10

2.9 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).



Perhitungan durasi percepatan

suatu proyek menggambarkan hubungan antara waktu terhadap Biaya yang 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.

a. Biaya normal

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

b. Waktu dipercepat

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

c. 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:

$$Dn_{(baru)} = Dn_{(lama)} + \frac{Dn_{(lama)}}{Dz} (UREN - UPER) \quad (3)$$

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 :



$$\frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Kapasitas produksi per hari}} \quad (4)$$

(Jamal et al., 2019).

2.11 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. Sebagai Jadwal Pelaksanaan Aktivitas

Manfaat pertama dari kurva S manajemen proyek ialah sebagai jadwal pelaksanaan aktivitasnya. Jadi, memuat kapan proyeknya akan dimulai dan kapan berakhir. Lengkap dengan pekerjaan yang perlu dilaksanakan pada tanggal tertentu. Melalui laporan ini, aktivitas di lapangan dapat berjalan sistematis dan lancar. Monitoring juga bisa dilakukan secara cermat karena tahu pekerjaan apa saja yang perlu dilaksanakan setiap harinya.

b. Sebagai Dasar dalam Manajemen Keuangan

Manfaat lain dari kurva S manajemen proyek ialah sebagai dasar untuk manajemen keuangan. Karena mampu menunjukkan perkiraan besarnya presentase progress yang akan dicapai di tanggal tertentu sehingga, manajer keuangan bisa memperkirakan berapa dana yang ada. Kemudian bisa menentukan waktu penagihan pembayaran ke owner. Besaran dananya mampu dihitung berdasarkan progress proyeknya.

mampu Menunjukkan Pekerjaan yang Masuk ke dalam Lintasan Kritis



Kurva S manajemen proyek mampu menunjukkan pekerjaan yang masuk ke dalam lintasan kritis. Yakni item yang perlu diselesaikan dengan cepat. Supaya pekerjaan lain yang masih berkaitan juga mampu segera dikerjakan.

d. Guna Menghitung Prestasi Pekerjaan

Laporan ini memuat rencana progress mingguan hingga perhitungan progress realisasi pelaksanaan. Dari perbandingan data tersebut akan tampak seberapa besar prestasi pekerjaan, apakah pekerjaannya jauh lebih cepat atau lambat dari rencana.

e. Pedoman Pengambilan Kebijakan

Kurva S manajemen proyek mampu menjadi pedoman dalam pengambilan kebijakan. Manajer bisa menjadikannya pedoman supaya pelaksanaan pekerjaan mampu selesai sesuai batas waktu. Jika selesainya lebih cepat daripada jadwal, justru lebih baik.

f. Untuk Manajemen Pengadaan Material, Tenaga hingga Peralatan

Laporan ini juga berguna dalam manajemen pengadaan material, tenaga sampai peralatan proyek. Hal tersebut bisa disesuaikan dengan jenis kegiatan yang akan dilaksanakan pada setiap tanggalnya.

g. Untuk dilaporkan

Sebuah laporan konstruksi umumnya tidak dijadikan sebagai konsumsi pihak pembuatnya saja. Namun juga pihak lain yang berkaitan. Kurva S manajemen proyek bisa disampaikan oleh kontraktor berbagai pihak yang berkepentingan. Biasanya disampaikan kepada manajemen konstruksi, konsultan pengawas sampai owner selaku pemilik proyeknya. Sehingga laporan ini perlu dibuat dengan benar agar tidak terjadi masalah dengan pihak lainnya. Mengingat beragam manfaatnya di atas, tentu sia-sia saja jika hanya difungsikan sebagai hiasan. Apabila pelaksanaan laporannya begitu optimal, tentu proyeknya bisa berjalan lancar dan selesai tepat waktu sesuai target. Mungkin beberapa pihak menganggap laporan ini tampak sederhana. Namun sebenarnya sangat berguna sebagai alat kendali waktu pelaksanaan dalam proyek.

menentukan waktu penyelesaian proyek



- i. Menentukan waktu penyelesaian bagian proyek.
- j. Menentukan besarnya biaya pelaksanaan proyek.
- k. Menentukan waktu untuk mendatangkan material dan alat yang akan dipakai.

2.12 *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 mudah dibuat dan dipahami oleh setiap level manajemen sehingga amat berguna sebagai alat komunikasi dalam pelaksanaan proyek. Gantt Chart juga diartikan sebagai suatu diagram yang terdiri dari sekumpulan garis yang menunjukkan saat mulai dan saat selesai yang direncanakan untuk item-item pekerjaan didalam proyek.

Dalam penggunaan diagram balok atau *gantt chart* dikenal berbagai macam komponennya yaitu :

a. *Task list*

Task list merupakan daftar tugas. Biasanya ditulis dari atas kebawah dan berisi aktivitas - aktivitas pekerjaan pekerjaan

b. *Timeline*

Yaitu penunjuk waktu yang ada di gannt chart. Keteranganannya ditulis dari kiri ke kanan. Periode yang bisa digunakan bermacam macam yaitu hari, minggu, bulan hiingga tahun.

c. *Dateline*

Adalah garis penunjuk waktu saat ini. Biasanya muncul ditengah – tengah *neline*. Berisi pekerjaan apa yang harus selesai saat ini, pekerjaan apa yang dang berlangsung dan pekerjaan apa yang akan dikerjakan di masa yang an datang.



- d. *Bars*
Komponen ini menunjukkan seberapa jauh progress dari pekerjaan yang telah dikerjakan. Ada juga bar yang menunjukkan tenggat waktu.
- e. *Progress*
Mirip dengan *bars* yang menunjukkan sejauh mana tugas telah diselesaikan namun ditampilkan dalam bentuk presentase.
- f. *Milestones*
Merupakan penanda waktu dari agenda yang penting. Misalnya pada tanggal tertentu, rapat progres dilakukan. Di *gannt chart*, ada *milestone* yang muncul pada tanggal tersebut
- g. *Dependencies*
Menghubungkan dua pekerjaan yang saling berketergantungan
- h. *Resource assigned*
Berisi informasi mengenai penanggung jawab terhadap aktivitas - aktivitas yang ada.

2.13 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 di pekerjaannya. Susunan WBS dibuat atas dasar penguraian yang diskrit dan jumlah level sesuai dengan kebutuhan tingkat pengelolanya. Jumlah elemen di 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 :

- a. Technological constraints, yang meliputi metode konstruksi, prosedur dan kualitas.
- b. Managerial constraints, yang meliputi sumber daya, waktu, biaya, dan kualitas.
- c. External constraints, yang meliputi cuaca, peraturan, dan bencana alam.

Dalam *work breakdown structure* dikenal berbagai macam komponen yaitu :

- a. Deskripsi tugas

Membuat deskripsi tugas akan memudahkan seorang *project manager* dalam membagikan tugas kepada timnya serta mengawasinya. Selain itu, deskripsi tugas juga akan memberikan gambaran kepada tim mengenai tugasnya dan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikannya.

- b. Status tugas

Dalam sebuah proyek biasanya terdapat banyak tugas yang dikerjakan melalui kolaborasi tim. Agar memudahkan dalam mengawasi pekerjaan demi pekerjaan, sangat penting untuk membuat status pada setiap aktivitas pekerjaan.

- c. Biaya

Biaya adalah komponen penting yang harus dimasukkan di dalam *work breakdown structure* (WBS) untuk menghemat pengeluaran. Dalam setiap tugas mestinya dipastikan bahwa anggaran pengeluaran harus jelas sehingga



dari proyek yang sudah selesai, dapat di dapatkan anggaran biaya untuk menyelesaikan satu proyek.

d. *Project deliverables*

Hal ini mengacu pada hasil yang ingin diraih perusahaan dari proyek dan setiap pekerjaan yang dilaksanakan. Hal ini juga berfungsi sebagai parameter keberhasilan sebuah proyek.

e. Paket kerja

Paket kerja adalah sekelompok tugas kecil yang diberikan kepada anggota tim atau departemen terkait suatu proyek.

Dalam *work breakdown structure* Supaya hasilnya bisa maksimal, perusahaan perlu menggunakan salah satu dari 2 tipe *work breakdown structure* yang paling sesuai dengan keperluan mereka, yaitu :

a. *Deliverable – based work breakdown structure*

Dalam tipe WBS ini perusahaan didorong untuk memecah proyek menjadi area – area utama sebagai pemegang kontrol kemudian membaginya menjadi hasil proyek dan paket kerja. Tujuannya yaitu untuk membuat proses kerja dalam proyek tampak lebih transparan sehingga menjadi lebih mudah untuk dipantau.

b. *Phase – based work breakdown structure*

Sistem WBS ini menampilkan hasil akhir di atas, dengan level – level WBS yang berada dibawah menunjukkan lima fase proyek, termasuk inisiasi, perencanaan, pelaksanaan, kontrol, dan penutupan. Sama seperti pada WBS deliverable – based, fase proyek juga dibagi menjadi hasil – hasil proyek dan paket pekerjaan. Tujuan dari jenis WBS ini adalah untuk menguraikan setiap fase dengan detail, sehingga manager proyek dapat dengan mudah mengatur strategi untuk mengatasi risiko kegagalan.

