

SKRIPSI

ANALISA KEBUTUHAN SUMBER DAYA PEKERJAAN REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 x 639 HP

Disusun dan diajukan oleh:

MOCHAMAD FAKHRUL NURDIN
D031181322



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024



Optimization Software:
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISA KEBUTUHAN SUMBER DAYA PEKERJAAN REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 x 639 HP

Disusun dan diajukan oleh

Mochamad Fakhru Nurdin
D031181322

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 8 Maret 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



Farianto Fachrudin L., ST., MT.
NIP 19700426 199412 1 001

Ketua Program Studi,



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



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Mochamad Fakhrol Nurdin

NIM : D031181322

Program Studi : Teknik Perkapalan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Reparasi Kapal Tug Boat 2 x 639 HP

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

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

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

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

Gowa, 26 Februari 2024

Yang Menyatakan



Mochamad Fakhrol Nurdin



ABSTRAK

MOCHAMAD FAKHRUL NURDIN. *Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Reparasi Kapal Tug Boat 2 x 639 HP* (dibimbing oleh Moh. Rizal Firmansyah dan Farianto Fachruddin L.)

Perencanaan proyek reparasi kapal adalah tahap awal yang sangat penting dalam melakukan pemeliharaan kapal. Dalam proses mencapai hasil akhir, kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala. Dalam melakukan pekerjaan reparasi tentu membutuhkan sumber daya yang cukup dan memadai sehingga perlu adanya analisis kebutuhan sumber daya dalam merencanakan pekerjaan reparasi kapal. Analisis kebutuhan sumber daya bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan sumber daya yang diperlukan secara efektif dan efisien yang meliputi tenaga kerja, peralatan, material, dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dengan baik. Perlu dipertimbangkan juga faktor-faktor seperti kompleksitas kerusakan kapal, ukuran kapal, dan jadwal perbaikan yang ditetapkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kebutuhan sumber daya pada pekerjaan reparasi kapal tug boat termasuk jumlah tenaga kerja, biaya reparasi dan durasi pekerjaan yang dibutuhkan. Tahapan-tahapan dalam pengelolaan data meliputi identifikasi aktifitas kegiatan reparasi, menyusun aktifitas kegiatan dan jaringan kerja, menentukan total waktu kegiatan, menentukan lintasan kritis menggunakan Critical Path Method (CPM), membuat penjadwalan menggunakan Microsoft Project, dan terakhir menghitung estimasi biaya. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa durasi pekerjaan reparasi kapal tug boat adalah 39 jam dan yang didapatkan dari proses penjadwalan adalah 5 hari untuk 8 jam kerja, 7 hari untuk 6 jam kerja, dan 8 hari untuk 5 jam kerja. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam pekerjaan ini sebanyak 45 orang. Total biaya untuk proyek reparasi kapal tug boat jika dalam perhitungan biaya tenaga kerja menggunakan pengupahan per jam adalah sebesar Rp 513.626.049 untuk 5 hari kerja, Rp 516.933.549 untuk 7 hari kerja, dan Rp 521.338.299 untuk 8 hari kerja. Jika dalam perhitungan biaya tenaga kerja menggunakan pengupahan per hari kerja, maka biaya yang diperlukan adalah sebesar Rp 523.422.718 untuk 5 hari kerja, Rp 527.851.020 untuk 7 hari kerja, dan Rp 539.089.572 untuk 8 hari kerja.

Kata Kunci: Kapal Tug Boat, Reparasi, Sumber Daya



ABSTRACT

MOCHAMAD FAKHRUL NURDIN. *Resource Needs Analysis for Tug Boat 2 x 639 HP Ship Repair Work* (supervised by Moh. Rizal Firmansyah and Farianto Fachruddin L.)

Project planning for ship repairs is a crucial initial stage in maintaining a vessel. Throughout the process of achieving the final outcome, project activities are constrained by budget, schedule, and quality, known as the triple constraints. Conducting repair work requires adequate and sufficient resources, necessitating an analysis of resource needs in planning ship repair tasks. The aim of resource needs analysis is to identify and allocate required resources effectively and efficiently, including labor, equipment, materials, and time needed to complete the project successfully. Factors such as the complexity of ship damage, vessel size, and established repair schedules must also be considered. The objective of this research is to determine the resource requirements for tugboat ship repair work, including the number of laborers, repair costs, and necessary work duration. The stages in data management include identifying repair activity tasks, organizing activity tasks and network diagrams, determining total activity time, identifying the critical path using the Critical Path Method (CPM), scheduling using Microsoft Project, and finally, calculating cost estimates. Based on the research findings, it was determined that the duration of tugboat ship repair work is 39 hours, and the scheduling process yielded 5 days for 8 hours of work, 7 days for 6 hours of work, and 8 days for 5 hours of work. The total workforce required for this task is 45 individuals. The total cost for the tugboat ship repair project, if labor costs are calculated per hour, amounts to Rp 513,626,049 for 5 working days, Rp 516,933,549 for 7 working days, and Rp 521,338,299 for 8 working days. If labor costs are calculated per working day, the required expenses would be Rp 523,422,718 for 5 working days, Rp 527,851,020 for 7 working days, and Rp 539,089,572 for 8 working days.

Keyword: Tug Boat, Repairs, Resource



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Reparasi Kapal	4
2.2 Pekerjaan Reparasi Kapal.....	6
2.2.1 Pembersihan Lambung Kapal.....	6
2.2.2 Penggantian Pelat Kapal (<i>Replating</i>).....	9
2.2.3 Penggantian Anoda.....	9
2.2.4 Pengecatan Lambung Kapal	10
2.2.5 Perawatan tanda-tanda kapal (<i>Hull Marking</i>).....	12
2.2.6 Perawatan Jangkar, Rantai Jangkar, dan Bak Rantai.....	12
2.2.7 Reparasi Propeller dan Poros Propeller	13
2.2.8 Reparasi Kemudi Kapal	15
2.2.9 Perawatan Sea Chest dan Sea Valve.....	16
2.2.10 Perawatan Tangki-Tangki.....	16
2.3 Biaya.....	17
2.3.1 Biaya langsung (<i>Direct cost</i>)	17
Biaya tidak langsung (<i>Indirect cost</i>).....	18
Manajemen Proyek.....	18
Penjadwalan	18



2.4.2 Jaringan Kerja	19
2.4.3 Metode Jalur Kritis (Critical Path Method-CPM)	20
2.4.4 Manajemen Sumber Daya.....	21
2.4.5 Manajemen Biaya	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	23
3.2 Data Penelitian	23
3.3 Pengolahan Data.....	23
3.4 Kerangka Berpikir	25
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Penyajian Data.....	26
4.2 Identifikasi Kegiatan dan Urutan Kegiatan	27
4.2.1 Identifikasi kegiatan pekerjaan reparasi kapal.....	27
4.2.2 Menghitung volume pekerjaan	29
4.2.3 Menghitung kebutuhan durasi pekerjaan berdasarkan produktifitas galangan.....	31
4.2.4 Membuat rencana jaringan kerja (<i>Network diagram</i>).....	36
4.3 Analisa Waktu Kegiatan, Durasi Proyek, dan Jalur Kritis	39
4.3.1 Analisa waktu kegiatan.....	39
4.3.2 Analisa durasi proyek reparasi.....	43
4.3.3 Penentuan Jalur Kritis (<i>Critical Path</i>)	47
4.4 Penjadwalan.....	47
4.5 Perhitungan Biaya	52
4.5.1 Perhitungan biaya tenaga kerja	52
4.5.2 Perhitungan biaya material	61
4.5.3 Perhitungan biaya sewa alat/mesin	68
4.5.4 Perhitungan Biaya Overhead	72
4.6 Pembahasan	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
AN.....	79



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses penyekrapan lambung kapal (kiri) menggunakan sekrap (kanan).	6
Gambar 2. Proses pembersihan lambung kapal: penyemprotan air tawar bertekanan tinggi	7
Gambar 3. Sandblasting pada lambung kapal sebagai salah satu proses pembersihan lambung kapal	8
Gambar 4. Alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan proses sandblasting: pasir silika (a), mesin blasting (b) dan kompresor (c).....	8
Gambar 5. Jenis-jenis anoda: welded-type anoda (a) dan bolt-type anoda (b)	10
Gambar 6. Proses pemasangan zinc anoda pada lambung kapal	10
Gambar 7. Alat yang digunakan untuk melakukan pengecatan: kuas (a), kuas roll (b), spray gun (c).....	11
Gambar 8. Proses pengecatan cat primer lambung kapal menggunakan spray gun	11
Gambar 9. Pengecatan tanda kapal	12
Gambar 10. Proses pengecatan pada rantai jangkar sebagai salah satu proses perawatan rantai jangkar	13
Gambar 11. Perawatan propeller kapal: proses polishing.....	14
Gambar 12. Peralatan dalam mengukur kelonggaran poros: filler gauge (kiri) dan caliper gauge (kanan)	15
Gambar 13. Proses pelurusan poros propeller yang mengalami pembengkokan	15
Gambar 14. Kapal TB. Bina Ocean 10	26
Gambar 15. Network diagram sebelum adanya durasi kegiatan.....	38
Gambar 16. Network diagram setelah adanya durasi kegiatan	42
Gambar 17. Network diagram setelah adanya hitungan maju dan hitungan mundur	46
Gambar 18. Penjadwalan proyek reparasi kapal tug boat (8 jam kerja)	49
Gambar 19. Penjadwalan proyek reparasi kapal tug boat (6 jam kerja)	50
Gambar 20. Penjadwalan proyek reparasi kapal tug boat (5 jam kerja)	51



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Detail kegiatan pekerjaan reparasi kapal tug boat	27
Tabel 2. Hubungan ketergantungan antar kegiatan reparasi dan produktifitas	36
Tabel 3. Perhitungan durasi kegiatan-kegiatan reparasi kapal.....	40
Tabel 4. Daftar kebutuhan tenaga kerja setiap kegiatan reparasi kapal tug boat ..	52
Tabel 5. Jumlah total tenaga kerja reparasi kapal tug boat	54
Tabel 6. Daftar upah tenaga kerja	54
Tabel 7. Biaya tenaga kerja dengan pengupahan per jam	55
Tabel 8. Persebaran jumlah tenaga kerja per hari selama 5 hari kerja.....	56
Tabel 9. Persebaran jumlah tenaga kerja per hari selama 7 hari kerja.....	56
Tabel 10. Persebaran jumlah tenaga kerja per hari selama 8 hari kerja.....	57
Tabel 11. Biaya tenaga kerja dengan pengupahan per hari kerja selama 5 hari ...	58
Tabel 12. Biaya tenaga kerja dengan pengupahan per hari kerja selama 7 hari ...	59
Tabel 13. Biaya tenaga kerja dengan pengupahan per hari kerja selama 8 hari ...	60
Tabel 14. Daftar kebutuhan material.....	64
Tabel 15. Daftar harga material	66
Tabel 16. Perhitungan total biaya material	67
Tabel 17. Perhitungan Biaya Sewa alat/mesin selama 5 hari kerja.....	68
Tabel 18. Perhitungan Biaya Sewa alat/mesin selama 7 hari kerja.....	69
Tabel 19. Perhitungan Biaya Sewa alat/mesin selama 8 hari kerja.....	70
Tabel 20. Pergitungan biaya overhead berdasarkan pengupahan tenaga kerja per jam.....	72
Tabel 21. Pergitungan biaya overhead berdasarkan pengupahan tenaga kerja per hari.....	72
Tabel 22. Perhitungan total biaya dengan pengupahan per jam kerja.....	75
Tabel 23. Perhitungan total biaya dengan pengupahan per hari kerja	75



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **“ANALISA KEBUTUHAN SUMBER DAYA PEKERJAAN REPARASI KAPAL TUG BOAT 2 X 639 HP”**

Pengerjaan tugas akhir ini merupakan persyaratan bagi setiap mahasiswa untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penyusun menyadari bahwa penyelesaian tugas akhir ini adalah suatu kebanggaan tersendiri bagi penyusun karena tantangan dan hambatan yang menghadang selama mengerjakan tugas akhir ini dapat terlewati dengan usaha dan upaya yang sungguh-sungguh dari penulis.

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

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Moch. Nurdin Rauf dan Ibunda Novida Rizkiyanti pay atas kesabaran, pengorbanan, nasehat dan yang terutama doa yang tak putus – putusnya selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
2. Bapak Moh. Rizal Firmansyah, ST., MT., M. Eng. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Farianto Fachruddin L., ST., MT. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan kesabaran dalam membimbing dan mendidik penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
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 dan bapak Wahyudin, ST., MT. selaku dosen penguji dalam tugas akhir ini.
5. Ibu Dr. Eng. A. Ardianti, ST., MT. selaku penasehat akademik (PA) yang

nantiasa membimbing selama menjalani masa studi di teknik terkapalan. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kemurahan hatinya.



7. Seluruh staff Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kesabarannya selama penulis mengurus segala persuratan di kampus.
8. Kepada teman-teman Program Studi Teknik Perkapalan Angkatan 2018 terima kasih atas segala suka dan duka yang kita alami bersama yang menjadikan penulis bisa tumbuh dewasa dalam pikiran dan perbuatan.
9. Kepada teman-teman dari Surya Squad (Aruk, Eno, Warman, Hansen, Juan, dan Risqan) yang telah banyak membantu dan menemani dalam menghadapi suka dan duka bersama penulis selama masa kuliah.
10. Kepada teman seperjuangan Aborzi Crew 2018 (El, Nisa, Irvan, Doni, Warman, Egy, Dian, Safri, Risqan, Sule) yang telah banyak membantu dan menemani dalam menyelesaikan skripsi.
11. Kepada kanda-kanda senior dan adik-adik junior yang penulis tak bisa sebutkan satu persatu.
12. Yang terakhir penulis ucapkan terima kasih untuk seluruh pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang memiliki peranan dan kontribusi di dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari dengan sepenuh hati bahwa didalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kesalahan maupun kekurangan. Untuk itu peneliti memohon maaf dan meminta kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Akhir kata penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti sendiri maupun bagi semua pihak yang berkenan untuk membaca dan mempelajarinya.

Makassar, Februari 2024

Penulis



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan sarana transportasi yang sangat penting dalam perdagangan baik nasional maupun internasional. Kapal juga merupakan salah satu aset yang paling berharga dalam industri pelayaran. Karena penggunaannya yang intensif, kapal akan mengalami kerusakan pada beberapa bagian setelah jangka waktu tertentu. Kerusakan tersebut dapat mengancam keselamatan dan mempengaruhi kinerja kapal. Sehingga kapal memerlukan pemeliharaan agar menjaga kinerjanya. Pemeliharaan (*Maintenance*) adalah adalah suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga fasilitas yang ada serta memperbaiki, melakukan penyesuaian, atau penggantian yang diperlukan untuk mendapatkan suatu kondisi operasi produksi agar sesuai dengan perencanaan yang ada (Patrick, 2001).

Perencanaan proyek reparasi kapal adalah tahap awal yang sangat penting dalam melakukan pemeliharaan kapal. Dalam proses mencapai hasil akhir, kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala (Soeharto, 1999). Seorang manajer suatu proyek harus mampu merencanakan setiap detail dari pekerjaan dengan akurat dan efisien agar dapat menyelesaikan pekerjaan dengan tepat waktu dan dengan biaya yang terkontrol dan bermutu. Dalam melakukan pekerjaan reparasi tentu membutuhkan sumber daya yang cukup dan memadai sehingga perlu adanya analisis kebutuhan sumber daya dalam merencanakan pekerjaan reparasi kapal.

Analisis kebutuhan sumber daya bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan sumber daya yang diperlukan secara efektif dan efisien (Soeharto, 1999). Sumber daya tersebut meliputi tenaga kerja, peralatan, material, dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dengan baik. Dalam analisis kebutuhan sumber daya untuk reparasi kapal, perlu dipertimbangkan juga faktor-faktor seperti kompleksitas kerusakan kapal, ukuran kapal, dan jadwal perbaikan

tapkan.

alah satu kapal yang biasa memerlukan reparasi adalah kapal tug boat.

g boat adalah kapal yang digunakan untuk menarik dan mendorong kapal



lain. Kapal tug boat biasanya memiliki output daya mesin yang besar dan dapat melakukan *bollard pull*. Kapal tug boat juga didesain untuk memiliki stabilitas yang baik dan dapat melakukan manuver dengan mudah. (Molland, 2008)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dipaparkan sebelumnya, maka rumusan masalah yang akan diambil adalah berupa kebutuhan: waktu, jumlah tenaga kerja, dan biaya dalam melakukan reparasi kapal tug boat

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kebutuhan sumber daya pada pekerjaan reparasi kapal tug boat termasuk jumlah tenaga kerja, biaya reparasi dan durasi pekerjaan yang dibutuhkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Hasil dari penelitian diharapkan dapat menjadi landasan dalam pengembangan media pembelajaran terkait keilmuan teknik perkapalan utamanya dibidang produksi kapal
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam mengestiasi waktu pengerjaan, jumlah kebutuhan material, tenaga kerja, dan peralatan dalam pengerjaan reparasi kapal.
3. Untuk mahasiswa, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang penjadwlan dan biaya pengerjaan reparasi kapal.
4. Bagi perusahaan, dapat menjadikan penelitian ini sebagai referensi dalam membuat serta mengestimasi perencanaan sumber daya, biaya, dan penjadwalan pada proyek reparasi kapal.

1.5 Batasan Masalah

Pekerjaan dianggap lancar dan tidak memperhitungkan faktor-faktor yang dapat menyebabkan keterlambatan pekerjaan.

Metode yang digunakan adalah metode jalur kritis (Critical Path Method).



3. Analisa yang dilakukan hanyalah pada komponen waktu, tenaga kerja, dan biaya dari pekerjaan reparasi kapal tug boat.

1.6 Sistematika Penulisan

Gambaran secara terperinci keseluruhan isi dan tulisan ini dapat dilihat dari sistematika penulisan berikut :

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang teori – teori tentang reparasi kapal, penjadwalan dan biaya. berbagai literatur yang menunjang pembahasan dan digunakan sebagai dasar pemikiran dari penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan lokasi penelitian, waktu penelitian, jenis data, pengolahan data dan kerangka pikir.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan analisis/pengolahan data yang didapatkan dari berbagai sumber. Analisis dilakukan dengan mengetahui pekerjaan-pekerjaan pada reparasi kapal tug boat agar dapat menentukan durasi pekerjaan dan menghitung biaya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil serta saran-saran untuk perbaikan atau aspek lain yang perlu dikaji lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Reparasi Kapal

Reparasi adalah proses perbaikan sebagian dari benda yang sudah ada dan mengalami kerusakan atau perubahan bentuk yang tidak diinginkan. Khusus dalam dunia perkapalan ada beberapa macam poin yang biasanya dilakukan pada saat proses reparasi kapal saat docking. Dimulai bagaimana prosedur sebuah kapal memasuki dock proses kapal direparasi hingga kapal selesai direparasi dan siap untuk berlayar kembali.

Setiap kapal yang melakukan docking, semua perbaikan yang dilakukan harus memenuhi standar minimum yang ditetapkan oleh baik dari pemerintah maupun dari badan kelas. Sehingga kapal harus melaksanakan survei selama doking dilakukan. Dikutip dari Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 61 Tahun 2014 menerangkan bahwa kapal berbendera Indonesia jenis dan ukuran tertentu wajib diklasifikasikan pada badan klasifikasi. Badan klasifikasi sebagaimana yang dimaksud adalah badan klasifikasi nasional dan badan klasifikasi asing yang diakui. Badan klasifikasi nasional sebagaimana dimaksud adalah PT. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

BKI dalam Peraturan Klasifikasi dan Survei tahun 2022 menetapkan dua jenis survei yang harus dilakukan pada setiap kapal, yaitu survei kapal penerimaan kelas bangunan baru dan survei kapal mempertahankan kelas. Untuk survei mempertahankan kelas, BKI mengelompokkan dua jenis survei, yaitu:

- a. Survei kapal periodik, terbagi menjadi beberapa survei antara lain:
 1. Survei tahunan, dilaksanakan dalam waktu tiga bulan sebelum atau sesudah tanggal ulang tahun dari tanggal survei klasifikasi awal atau penyelesaian survei pembaruan kelas terakhir.
 2. Survei antara, dilaksanakan pada atau antara survei tahunan kedua dan ketiga.

Survei pembaruan klas, dilakukan dalam interval 5 tahun untuk memperbarui sertifikat klasifikasi sejak tanggal survei awal dan survei pembaruan kelas sebelumnya.



- b. Survei non periodik, yang terbagi menjadi beberapa survei yaitu
 1. Survei kerusakan dan perbaikan, dilakukan jika lambung kapal, mesin atau instalasi listrik dan/atau beberapa peralatan khusus yang diklasifikasikan mengalami kerusakan yang dapat memengaruhi validasi klas.
 2. Perbaikan dan pemeliharaan dalam perjalanan
 3. Survei perombakan, dilakukan apabila terdapat bagian yang rusak atau aus sedemikian rupa sehingga tidak lagi memenuhi persyaratan BKI
 4. Survei tambahan, dilakukan secara independen dari survei reguler apapun untuk memeriksa kondisi teknis kapal.

Sebelum kapal akan melakukan doking, terdapat beberapa prosedur yang perlu dilakukan oleh pihak owner atau surveyor dari instansi pemilik kapal dan pihak galangan, yaitu:

1. Surveyor menyiapkan beberapa dokumen yang diperlukan seperti *docking list*.
2. Surveyor menawarkan *repair list* pada galangan-galangan yang bersedia mengerjakan.
3. Setelah galangan menyetujui *repair list* yang diberikan surveyor, galangan akan mulai melakukan persiapan doking seperti menyiapkan peralatan-peralatan dan material yang dibutuhkan, menyiapkan sumber daya yang dibutuhkan, dan menyiapkan fasilitas dok.
4. Setelah persiapan selesai, maka kapal bersiap memasuki galangan dan dipandu untuk memasuki dok.
5. Saat kapal sudah berada di atas dok, maka kapal siap melakukan proses reparasi sesuai sesuai kesepakatan antara surveyor dan galangan hingga kapal selesai direparasi.



2.2 Pekerjaan Reparasi Kapal

2.2.1 Pembersihan Lambung Kapal

Pembersihan lambung kapal adalah salah satu alasan yang umum pada kapal untuk melakukan doking. Kapal yang telah beroperasi di pada rentang waktu tertentu mengakibatkan menempelnya hewan laut seperti teritip pada lambung kapal yang tercelup dalam air dan bahkan bagian propeller. Hal ini berefek pada performa kapal saat bergerak yang dimana akan menambah tahanan pada lambung kapal serta menambah berat dari propeller (House, 2016).

Dalam membersihkan lambung kapal, terdapat dua hal yang dilakukan saat kapal melakukan doking, yaitu:

a. Pembersihan binatang dan tumbuhan laut

Mekanis dengan menggunakan sekrap yang biasa disebut dengan penyekrapan, cara ini menggunakan sekrap baja. Selain itu, pembersihan dapat dilakukan dengan cara menyemprotkan air tawar bertekanan tinggi ke lambung kapal. Pada Gambar 1 memperlihatkan proses pembersihan lambung kapal dari hewan laut menggunakan sekrap. Pada Gambar 2 memperlihatkan proses penyemprotan air tawar ke lambung kapal untuk menghilangkan sisa-sisa kotoran yang masih menempel.



Sumber: google.com

Gambar 1. Proses penyekrapan lambung kapal (kiri) menggunakan sekrap (kanan).





Gambar 2. Proses pembersihan lambung kapal: penyemprotan air tawar bertekanan tinggi

b. Blasting

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

- Sandblasting

Cara ini menggunakan pasir yang disemprotkan ke badan kapal dengan menggunakan tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor yang bertekanan $\pm 6 \text{ kg/mm}^2$. Pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa cara ini dapat menghilangkan cat pada lambung kapal. Gambar 4 memperlihatkan alat dan material yang digunakan dalam melakukan sandblasting yaitu: pasir silika, mesin sandblasting (yang terdiri dari *blasting pot*, selang, dan *nozzle*) dan kompresor.

- Water jet blasting

Pada dasarnya cara kerja water jet blasting sama dengan sand blasting. Pada water jet blasting dilakukan menggunakan air yang disemprotkan bertekanan tinggi (hingga 3000 psi).





Gambar 3. Sandblasting pada lambung kapal sebagai salah satu proses pembersihan lambung kapal



(a)



(b)



(c)



4. Alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan proses sandblasting: pasir silika (a), mesin blasting (b) dan kompresor (c)

2.2.2 Penggantian Pelat Kapal (*Replating*)

Penggantian pelat pada kapal perlu dilakukan apabila terjadi keretakan atau kebocoran pada lambung kapal dan apabila telah melewati batas minimum yang diijinkan oleh badan klas (minimum 20% dari tebal awal dalam persyaratan BKI)

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

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

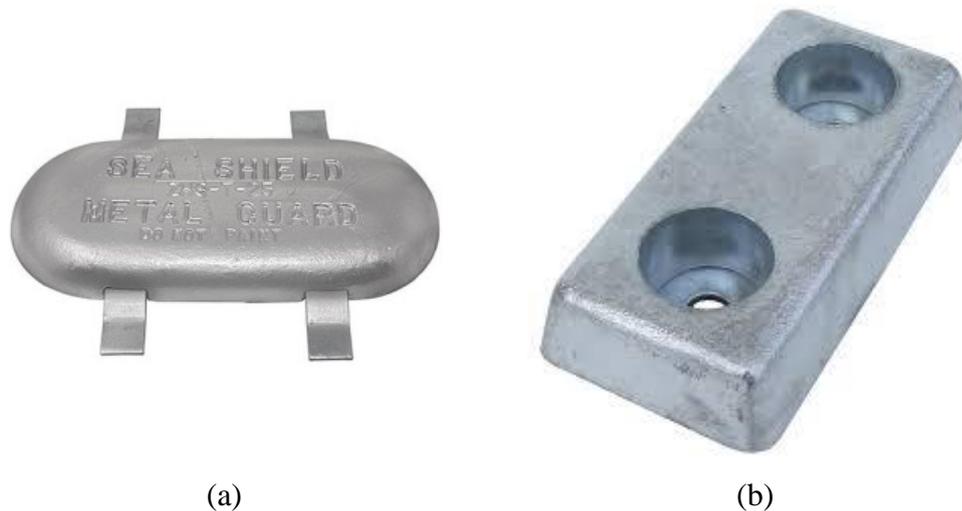
2.2.3 Penggantian Anoda

Anoda adalah salah satu perlindungan plat kapal dari korosi yang menggunakan cara *cathodic portection*. Devoluy dan Bloodgood (1980) menyatakan bahwa *Cathodic protection* digunakan sebagai perlindungan tambahan terhadap korosi setelah pengecatan yang biasa dipasang pada area lambung kapal yang terkena air laut. Terdapat dua cara yang umum digunakan, yaitu dengan cara

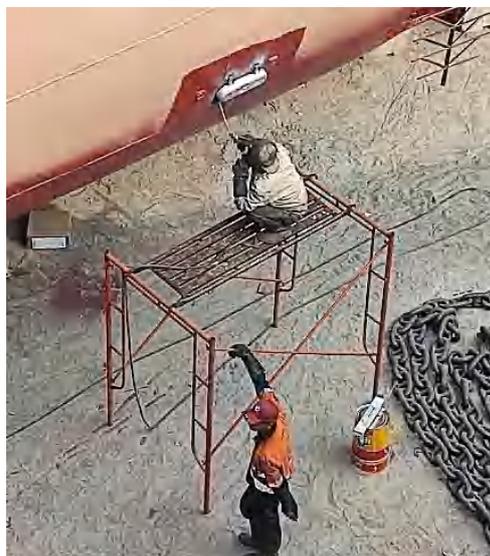
arus listrik menggunakan inert anode dan menggunakan anode yang korbankan. Untuk anoda yang dikorbankan biasa terbuat dari aluminium, magnesium atau zinc. Setelah pemakaian pada rentang waktu tertentu anoda akan



habis sehingga perlu dilakukan penggantian pada saat kapal docking. Pada Gambar 5, terdapat dua jenis anoda berdasarkan cara pemasangannya, yaitu welded-type anoda yang dipasang dengan cara dilas dan bolt-type anoda yang dimana dipasang menggunakan baut. Gambar 6 memperlihatkan proses pemasangannya yang dilakukan setelah pengecatan telah selesai dilakukan.



Gambar 5. Jenis-jenis anoda: welded-type anoda (a) dan bolt-type anoda (b)



Gambar 6. Proses pemasangan zinc anoda pada lambung kapal

2.2.4 Pengecatan Lambung Kapal

Pengecatan dilakukan untuk melindungi lambung kapal dari korosi serta untuk mencegah menempelnya hewan-hewan laut yang dapat mengganggu performa kapal saat bergerak (Eyres, 2001). Pada Gambar 8, pengecatan dilakukan setelah kapal telah bersih dari kotoran-kotoran baik dari hewan laut, bekas cat



lama maupun karat. Gambar 7 menunjukkan peralatan yang dipergunakan pada proses pengecatan antara lain ; roll, kuas atau *spray gun*. House (2016) menyatakan terdapat beberapa jenis cat yang digunakan dalam pengecatan lambung kapal:

- Cat primer
- Cat *Anti-Corossion*
- Cat *Anti-Fouling*
- Cat top / topcoat

Untuk ketebalan cat, BKI mensyaratkan bahwa untuk cat primer biasanya memiliki ketebalan 15 μm sampai 20 μm . Untuk cat anti-korosi ketebalan minimum adalah 125 μm jika akan menggunakan cat anti fouling. Jika tanpa menggunakan anti fouling maka cat harus memiliki tebal minimal 250 μm . Minimum ketebalan cat pada lambung kapal adalah 250 μm .



(a)

Sumber: google.com



(b)



(c)

Gambar 7. Alat yang digunakan untuk melakukan pengecatan: kuas (a), kuas roll (b), spray gun (c)



Gambar 8. Proses pengecatan cat primer lambung kapal menggunakan spray gun



2.2.5 Perawatan tanda-tanda kapal (*Hull Marking*)

Pekerjaan pengecatan ulang tanda-tanda kapal dilakukan agar kapal dapat memenuhi persyaratan untuk survei dan juga kebutuhan dalam pengoperasian kapal. Pengecatan ulang tanda kapal perlu untuk dilakukan jika lambung kapal telah dibersihkan dan dicat sebagai pekerjaan terakhir (House, 2016). Terlihat pada gambar 9 proses pengecatan plimsoll mark menggunakan kuas yang dilakukan setelah pengecatan lambung kapal telah selesai.



Gambar 9. Pengecatan tanda kapal

2.2.6 Perawatan Jangkar, Rantai Jangkar, dan Bak Rantai

Jangkar kapal adalah alat yang digunakan untuk penambat kapal yang diturunkan ke dasar laut, sungai atau jenis perairan lainnya. Dengan adanya jangkar memungkinkan kapal agar tidak bisa berpindah posisi akibat hembusan angin, gelombang dan arus air.

Saat survei dilakukan, sertifikat jangkar dan rantai akan diperlukan. Surveyor akan memeriksa keseluruhan kondisi dari jangkar dan rantainya. Surveyor dapat menyuruh untuk dilakukan penggantian jika jangkar dan rantai telah melewati batas minimum yang diizinkan badan kelas (House, 2016). Gambar 10 menunjukkan jangkar dan rantai kapal yang sedang dicat menggunakan sebagai salah satu rutinitas doking kapal.





Gambar 10. Proses pengecatan pada rantai jangkar sebagai salah satu proses perawatan rantai jangkar

Selain jangkar dan rantainya, bak rantai yang digunakan sebagai tempat menyimpan rantai saat kapal berlayar akan dilakukan perawatan seperti dilakukan pembersihan dari lumpur yang masuk saat rantai dimasukkan, pengecatan pada bagian dalam bak rantai, dan dilakukan perbaikan jika terjadi kerusakan.

2.2.7 Reparasi Propeller dan Poros Propeller

Menurut House (2016), propeller menjadi hal yang paling penting yang menyebabkan kapal melakukan doking. Baik terjadi perubahan bentuk maupun memiliki performa yang buruk, pekerjaan propeller biasanya menjadi pekerjaan yang paling sering dilakukan. Surveyor akan melihat kondisi baling-baling dan penghubungnya, apapun kerusakan yang terlihat seperti keretakan atau korosi dapat menyebabkan berkurang atau hilangnya performa kapal saat beroperasi.

Terdapat dua macam pekerjaan reparasi propeller kapal yang dilakukan saat kapal melakukan doking, yaitu:

1. Reparasi Propeller

Propeller mengalami kerja dalam kondisi yang sulit dan berat, maka kerusakan yang terjadi pada propeller berupa: kerusakan akibat pengkaratan dan erosi,

daun propeller, robeknya dan propeller, terlepasnya propeller dari poros. Saat kapal melakukan doking atau survey, daun propeller dan struktur disekitarnya harus bersih dari teritip dan hewan laut lainnya. Daun



propeler harus menjalani inspeksi visual untuk menemukan kerusakan yang terjadi menggunakan tes fluida maupun tes x-ray. Propeler dapat melakukan tes balancing jika dicurigai terdapat ketidakseimbangan berat daun propeler yang akan berakibat pada efisiensi propulsi. Pada Gambar 11 memperlihatkan proses perawatan propeler dengan cara dipolish.



Gambar 11. Perawatan propeller kapal: proses polishing

2. Reparasi Poros Propeller

a. Pengukuran kelonggaran poros proller

Pengukuran kelonggaran poros propeller dilakukan setelah kapal naik dok. Pengukuran kelonggaran poros propeller dilakukan dengan cara mengukur kelonggaran poros terhadap bantalan pada bagian belakang dan bagian depan dari *stern tube* serta pada *bos propeller bracket* bila ada. Pengukuran dilaksanakan seteliti mungkin agar tindak lanjut reparasi dapat dilakukan. Alat yang umum digunakan untuk mengukur kelonggaran adalah filler gauge dan caliper (dapat dilihat pada Gambar 12).





Sumber: google.com

Gambar 12. Peralatan dalam mengukur kelonggaran poros: filler gauge (kiri) dan caliper gauge (kanan)

b. Perbaikan poros propeller

Setelah proses pengukuran kelonggaran, poros propeller dibawa kebengkel dan dinaikkan keatas mesin bubut untuk dilakukan reparasi. Perbaikan yang dilakukan menggunakan bubut adalah perbaikan ulir, pelurusan poros yang bengkok maupun pembersihan poros propeller. Terlihat pada Gambar 13 poros yang akan diperbaiki akan diletakkan pada mesin bubut yang selanjutnya akan dilakukan perbaikan.



Gambar 13. Proses pelurusan poros propeller yang mengalami pembengkokan

2.2.8 Reparasi Kemudi Kapal

Kemudi merupakan peralatan kapal yang memegang peranan penting dalam man olah gerak kapal. Oleh karena itu apabila kemudi tidak dapat n fungsinya maka kapal dapat menjadi lumpuh. Kerusakan yang biasa oleh kemudi kapal ialah keausan dari daun kemudi (*rudder blade*), poros



kemudi (*rudder stock*), dan pena kemudi (*pintle* dan *gudgeus*). House (2016) menyatakan hal-hal yang perlu dilakukan saat melakukan reparasi kemudi kapal, yaitu:

1. Melakukan pemeriksaan visual, mencari keretakan, korosi atau keausan yang besar pada kemudi dan poros.
2. Pemeriksaan kelonggaran terhadap poros kemudi. Kelonggaran yang besar dapat mengakibatkan kebocoran dan korosi.
3. Inspeksi terhadap pena kemudi dan bantalan
4. Pengecatan dan penggantian anoda perlu dilakukan.

2.2.9 Perawatan Sea Chest dan Sea Valve

Sea chest atau kotak laut adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari kulit kapal yang berada di bawah permukaan air yang digunakan untuk mengalirkan air laut ke dalam kapal dalam yang akan memenuhi kebutuhan sistem air laut. Dalam jangka waktu tertentu sea chest akan kotor akibat dari menempelnya hewan-hewan laut dan sifat korosi dari air laut sehingga akan mempengaruhi kinerja pengaliran air laut ke dalam kapal. Oleh karena itu setiap kapal melakukan doking maka akan dilakukan perawatan seperti pembersihan, pengecatan dan pemasangan anoda.

Sea valve atau katup laut berfungsi sebagai pintu untuk membuka dan menutup aliran air laut. Umumnya perawatan sea valve dilakukan jika terjadi kebocoran pada katupnya sehingga air laut masih dapat masuk.

2.2.10 Perawatan Tangki-Tangki

Tangki-tangki pada kapal berfungsi untuk menyimpan cairan-cairan baik sebagai kebutuhan maupun menyimpan limbah yang dihasilkan oleh aktifitas di kapal. Pada saat kapal melakukan doking, semua tangki-tangki akan dikuras yang selanjutnya akan dilakukan pembersihan didalam tangki-tangki dan dilakukan pengujian kebocoran jika diperlukan.



2.3 Biaya

Menurut American Accounting Association biaya ialah suatu pengorbanan dari sumber yang bersifat ekonomis yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau yang akan terjadi, untuk mencapai tujuan tertentu.

Biaya terbagi menjadi dua berdasarkan objeknya, yaitu biaya langsung (*Direct cost*) dan tidak langsung (*Indirect cost*). Objek biaya dapat berupa produk, departemen atau kegiatan. Pemisahan biaya berdasarkan objek sangat bermanfaat bagi manajemen untuk mengendalikan biaya, membantu dalam menganalisis biaya apabila terjadi inefisiensi dengan menentukan dimana biaya tersebut terjadi (Mulyana, 2011).

2.3.1 Biaya langsung (*Direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang dapat diidentifikasi ke suatu objek biaya tertentu, karena biaya tersebut hanya dikeluarkan untuk manfaat objek biaya itu sendiri. Yang termasuk biaya langsung adalah:

a. Biaya tenaga kerja langsung

Biaya tenaga kerja adalah anggaran yang diperlukan oleh perusahaan untuk membayar gaji karyawan bagian produksi. Komponen biaya ini tidak hanya mencakup upah pokok saja, biaya lainnya seperti tunjangan dan asuransi juga dihitung. Pengupahan tenaga kerja diatur dalam PP nomor 36 Tahun 2021 tentang Pengupahan. Dalam peraturan tersebut tertulis bahwa upah tenaga kerja ditetapkan berdasarkan satuan waktu dan satuan hasil. Untuk upah satuan waktu ditetapkan secara per jam, harian, dan bulanan. Untuk menghitung upah per jam, upah sebulan dibagi 126. Dalam perhitungan upah harian, untuk perusahaan dengan sistem waktu kerja 6 hari seminggu maka upah sebulan dibagi 25. Jika menggunakan sistem waktu kerja 5 hari seminggu maka upah sebulan dibagi 21.

b. Biaya material / bahan baku

Biaya material digunakan untuk memperoleh bahan utama untuk mengolah produk. Perolehan biaya ini didapatkan dari pembelian maupun pengolahan



material. Unsur yang diperhitungkan dalam biaya ini adalah harga beli, biaya pengiriman dan biaya pergudangan.

2.3.2 Biaya tidak langsung (*Indirect cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang dikeluarkan untuk lebih dari satu objek dan tidak dapat ditelusuri ke salah satu onjek biaya tertentu. Maka pembebanan biaya ini menggunakan alokasi tertentu. Yang termasuk biaya tidak langsung adalah:

a. Biaya sewa

Biaya sewa adalah biaya yang harus dibayarkan kepada suatu pihak atas jasa pihak bersangkutan yang telah meminjamkan aktiva untuk kepentingan suatu perusahaan. Biaya sewa dibayarkan setiap jangka waktu tertentu sesuai ketentuan dari pihak pemilik. Contoh biaya sewa antara lain biaya sewa tempat seperti gedung atau lahan dan biaya pemakaian alat atau mesin.

b. Biaya overhead

Biaya overhead adalah biaya lainnya yang memiliki peranan untuk memaksimalkan proses suatu pekerjaan diluar material dan tenaga kerja.

2.4 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan herarki (arus kegiatan) vertikal dan horisontal (Soeharto, 1999).

Manajemen proyek tumbuh karena dorongan mencari pendekatan pengelolaan yang sesuai dengan tuntutan dan sifat kegiatan proyek, suatu kegiatan yang dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional rutin.

2.4.1 Penjadwalan

Penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek dengan mbangkan keterbatasan yang ada. Penjadwalan ini menggambarkan suatu aan proyek yang dibuat berdasarkan suaatu skala yang berbanding lurus



dengan waktu kalender. Panjang setiap bagan menunjukkan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.

Dalam pembuatan jadwal suatu proyek banyak hal yang harus dibuat dan dianalisis. Hal ini disebabkan karena penjadwalan merupakan salah satu aplikasi dalam penerapan *network planning* sehingga dalam pembuatan jadwal didasarkan atas prinsip-prinsip *network planning*. Prinsip tersebut seperti *network diagram* dan analisa waktu agar memperoleh alternatif jadwal kegiatan suatu proyek dengan lebih singkat sehingga mempengaruhi efisiensi biaya dari proyek tersebut. Tahap dalam membuat jadwal adalah sebagai berikut.

1. Menginventaris kegiatan-kegiatan proyek
2. Memperkirakan durasi setiap kegiatan dengan mempertimbangkan jenis pekerjaan, volume pekerjaan, jumlah sumber daya, lingkungan kerja, serta produktivitas pekerja
3. Menentukan logika ketergantungan antar kegiatan
4. Membuat *network diagram*
5. Menganalisa waktu proyek menggunakan *network diagram*
6. Membuat jadwal

2.4.2 Jaringan Kerja

Jaringan kerja adalah metode penyajian perencanaan dan pengendalian, khususnya jadwal kegiatan proyek secara sistematis dan analitis. Metode ini merupakan penyempurnaan dari metode Diagram Balok (Gantt Chart), karena dapat memberi jawaban atas pertanyaan yang belum terpecahkan oleh metode tersebut seperti lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek, kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis, dan bagaimana pengaruh keterlambatan pelaksanaan kegiatan tertentu terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Jaringan kerja juga berguna untuk menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks, membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis, dan

menekan fluktuasi minimal penggunaan sumber daya.



2.4.3 Metode Jalur Kritis (Critical Path Method-CPM)

Metode Jalur kritis adalah analisis jaringan kerja yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek.

Dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal beberapa terminologi dan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut:

1. $TE = E$

Waktu paling awal peristiwa (node/event) dapat terjadi (*Earliest Time of Occurance*), yang berarti waktu paling awal suatu kegiatan yang berasal dari node tersebut dapat dimulai, karena menurut aturan dasar jaringan kerja, suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan terdahulu telah selesai.

2. $TL = L$

Waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (*Latest Allowable Event/Occurance Time*), yang berarti waktu paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.

3. ES

Waktu mulai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Start Time*). Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.

4. EF

Waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*). Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.

5. LS

Waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*Latest Allowable Start Time*), yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Latest Allowable Finish Time*) yang jika terlampaui akan memperlambat penyelesaian proyek.



7. D

kurun waktu suatu kegiatan. Umumnya dengan satuan waktu hari, minggu, bulan, dan lain-lain.

2.4.4 Manajemen Sumber Daya

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

1. Manajemen Sumber Daya Manusia

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

2. Manajemen Sumber Daya Peralatan

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

3. Manajemen Sumber Daya Material

Hampir sama halnya dengan pengelola peralatan, material harus dikelola dengan sebaik baiknya agar kebutuhannya mencukupi pada waktu dan tempat yang diinginkan. Untuk proyek manufaktur, ketepatan waktu ataupun kesesuaian jumlah yang diinginkan sangat memengaruhi jadwal lainnya. Oleh karena itu, dikenal pula istilah Just in Time di mana pemesanan, pengiriman serta ketersediaan material saat dilokasi sesuai dengan jadwal yang direncanakan.

2.4.5 Manajemen Biaya

Manajemen biaya proyek (Project Cost Management) melibatkan semua proses yang diperlukan dalam pengelolaan proyek untuk memastikan penyelesaian

sesuai dengan anggaran biaya yang telah disetujui. Hal utama yang sangat penting dalam manajemen biaya proyek adalah biaya dari sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan proyek, sebagai berikut:

1. Perencanaan Sumber Daya



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

2. Estimasi Biaya

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

3. Penganggaran Biaya

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

