

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan sarana transportasi yang sangat vital bagi perkembangan negara Indonesia. Peran penting kapal sangat terlihat dalam proses transportasi manusia, barang, dan juga dalam menjaga pertahanan negara Indonesia. Salah satu kapal yang akan dibahas dalam analisa ini adalah kapal Feri KMP. Takabonerate. Indonesia sendiri adalah sebuah negara kepulauan yang memiliki 17.508 pulau dimana wilayah Indonesia dua pertiganya merupakan daerah perairan dan laut. Transportasi laut, sungai, dan danau memiliki peranan yang sangat penting di Indonesia. Tidak hanya sebagai penghubung dari suatu wilayah ke wilayah lain di Indonesia, transportasi laut juga sebagai alat angkut perdagangan nasional maupun internasional dengan perannya dalam pendistribusian barang ke pulau-pulau yang berada di Nusantara, baik pulau-pulau besar maupun pulau-pulau kecil hingga menghubungkan Indonesia dengan negara lain. Oleh sebab itu dalam rangka meningkatkan kinerja dan mutu dalam proses pendistribusian barang, diperlukan suatu proses pemeliharaan dan perbaikan kapal yang komprehensif dan holistik.

Pelaksanaan proyek reparasi kapal sering menemui berbagai kendala dalam mengoptimalkan waktu serta sumber daya tenaga kerja. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*). Galangan kapal tidak terlepas dari adanya permasalahan dalam menangani proyek, khususnya masalah keterlambatan. Seringnya terjadi keterlambatan disebabkan oleh berbagai hal seperti keterlambatan material, kekurangan sumber daya manusia, dan perencanaan biaya yang tidak terkendali. Berkaitan dengan permasalahan tersebut, maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen sumber daya yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Manajemen sumber daya proyek mempunyai sifat yang istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan.

Sebuah proyek pada kenyataannya memiliki sumber daya yang terbatas, baik dalam bentuk orang, bahan, biaya atau alat. Tingkat kompleksitas proyek yang semakin tinggi, keterbatasan sumber daya, dan faktor lainnya membutuhkan manajemen proyek yang baik dan terintegrasi mulai dari fase perencanaan sampai fase penyelesaian proyek. Perencanaan dan kontrol biaya proyek dan waktu merupakan isu penting, hal ini karena proyek yang diajukan oleh konsumen harus dapat selesai tepat waktu dan sesuai dengan biaya yang dianggarkan, tetapi dalam implementasinya banyak proyek tidak terealisasi dengan baik. Proyek adalah upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting

dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (Oka dan Kartikasari, 2017).

Waktu merupakan nilai elemen kritis dalam sebuah pelaksanaan proyek dan menjadi sebuah parameter penting dalam penyelenggaraan proyek yang dikenal sebagai sasaran proyek sehingga salah satu ukuran keberhasilan proyek ditentukan oleh penyelesaian proyek sesuai jangka waktu dan tanggal akhir yang telah ditetapkan dalam dokumen kontrak dan sesuai pula dengan rencana dan spesifikasinya. Hasil akhir dalam proyek tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan (Householder and Rutland, 1990).

Perencanaan waktu sebuah proyek perbaikan selalu mengacu pada perkiraan saat rencana pembuatan jadwal dibuat (*schedule master*), karena itu masalah dapat timbul apabila ada ketidaksesuaian antara rencana yang telah dibuat dengan pelaksanaan di lokasi proyek. Pada perencanaan yang cermat, dapat disusun penjadwalan proyek yang tepat yang sesuai dengan kondisi lapangan. Perencanaan proyek meliputi penjadwalan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek (Render dan Heizer, 2001). Dengan adanya penjadwalan proyek yang sistematis, maka jadwal proyek lebih terarah dan dapat menghindari masalah yang dapat merugikan proyek (Handoko, 2000).

Microsoft Project adalah program komputer pendukung manajemen proyek. Program ini dapat diaplikasikan pada berbagai macam proyek konstruksi, termasuk *shipbuilding*. Penyusunan jadwal pengendalian pada Microsoft Project adalah dengan menganalisa jalur kritis pekerjaan, berprinsip pada perhitungan *Critical Path Method* (CPM). Metode CPM adalah metode yang digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan proyek, yang merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap kegiatan dan dapat menentukan prioritas kegiatan yang harus mendapat perhatian pengawasan yang cermat (Authon & Handayani, 2023).

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapa kebutuhan sumber daya tenaga kerja pada pekerjaan reparasi kapal Feri KMP. Takabonerate?
2. Berapa peningkatan durasi pekerjaan reparasi kapal Feri KMP. Takabonerate dengan menggunakan waktu efektif yang terjadi di lapangan?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Menentukan kebutuhan sumber daya tenaga kerja pada pekerjaan reparasi kapal Feri KMP. Takabonerate.
2. Untuk mengetahui durasi pekerjaan reparasi kapal Feri KMP. Takabonerate menggunakan waktu efektif yang terjadi di lapangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi alternatif dalam mengestimasi waktu pengerjaan, jumlah kebutuhan sumber daya manusia pada pengerjaan pekerjaan reparasi kapal.
2. Bagi mahasiswa, memberikan wawasan tentang penjadwalan pada pengerjaan pekerjaan reparasi menggunakan aplikasi *Microsoft Project*.
3. Bagi galangan kapal dapat menjadi referensi dalam membuat serta mengestimasi perencanaan sumber daya manusia serta penjadwalan pada proyek pekerjaan reparasi kapal.

1.5 Batasan Masalah

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

1. Objek penelitian dilakukan pada proyek reparasi kapal Feri KMP. Takabonerate di galangan kapal.
2. Penggunaan data untuk durasi dan pengerjaan setiap item pekerjaan didapatkan dari pihak proyek.
3. Penjadwalan menggunakan bantuan perangkat lunak *Microsoft Project*.

1.6 Karakteristik Proyek Konstruksi

Karakteristik proyek konstruksi dapat dipandang dalam tiga dimensi yaitu unik, melibatkan sebuah sumber daya, dan membutuhkan organisasi. Proses penyelesaiannya harus berpegang pada tiga kendala (*triple constrain*) sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, sesuai *time schedule*, dan sesuai biaya yang direncanakan. Ketiganya diselesaikan secara simultan (Hervianto, 2005). Ciri-ciri tersebut diatas menyebabkan industri jasa konstruksi berbeda dengan industri lainnya, misalnya manufaktur. Proyek merupakan gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, material, peralatan, dan modal atau biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan (Husen, 2010).

1.7 Reparasi Kapal

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

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

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

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

a. *Corrective Maintenance*

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

b. *Preventive Maintenance*

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

c. *Improvement Maintenance*

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

d. *Predictive Maintenance*

Merupakan perawatan yang bersifat prediksi, dalam hal ini merupakan evaluasi dari perawatan berkala (*preventive maintenance*). Pendeteksian ini dapat dievaluasi dari indikator-indikator yang terpasang pada instalasi suatu alat dan juga dapat melakukan pengecekan vibrasi dan alignment untuk menambah data dan tindakan perbaikan selanjutnya.

e. *Run to Failure Maintenance*

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

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

- Persiapan perbaikan
- Proses perbaikan
- Pengecekan hasil perbaikan

Alur proses perbaikan kapal adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Proses Pengerjaan Reparasi Kapal
(Sumber: Agung 2003)

Dapat diketahui bahwa proses perbaikan kapal adalah proses panjang yang melibatkan banyak pihak seperti galangan, klasifikasi, dan pemilik (*owner*). Berdasarkan pada Gambar 1, pada tahap awal perbaikan kapal pihak *owner* akan mengajukan list komponen kapal yang rusak dan perlu dilakukan perbaikan. Namun seiring dengan proses perbaikan kapal, akan ada beberapa tambahan pengerjaan yang diajukan galangan atau klasifikasi untuk dikerjakan. Nantinya tambahan pekerjaan tersebut harus disetujui oleh pihak *owner*. Aktivitas dan kegiatan yang

dilakukan dalam proses perbaikan kapal berbeda-beda tergantung jenis survey yang dilakukan. Jenis survey itu sendiri dibedakan berdasarkan waktu dan kebutuhan dari kapal tersebut. Beberapa jenis survey berdasarkan klasifikasi yang umum adalah:

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

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

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

1.8 Pengerjaan Reparasi Kapal

1.8.1 Proses docking

Proses docking kapal dimulai dengan mengiring kapal dari tempat penambatannya hingga masuk area slipway dengan menggunakan 2 kapal tunda. Kapal yang akan docking ke atas slipway menggunakan lori yang ditarik oleh selling (tali labrang). Selling ditarik menggunakan *winch hauler* (boom). Proses pemanduan kapal hingga berada diatas slipway melibatkan 8 orang (1 orang mandor, 2 orang helper, 1 orang operator winch, 4 orang penyelam). Pengangkatan kapal keatas slipway dilakukan pada saat air laut sedang pasang dengan meletakkan lunas kapal ke atas suatu tatakan yang bergerak diatas rel, kemudian setelah lunas kapal duduk diatas tatakan dengan baik dan air laut mulai surut, maka kapal ditarik dengan kerekan keatas slipway. Setelah berada diatas slipway, pekerjaan reparasi kapal bisa dilakukan.

1.8.2 Penggantian Pelat Badan Kapal

Pelat yang diganti adalah pelat dengan tebal dibawah 80% dari tebal semula. Proses pengerjaannya adalah :

1. Pelat dibersihkan dengan sand blasting.

2. Untuk pelat yang tipis dan tidak merata dilas dan digerinda sampai permukaannya rata dengan permukaan sekitarnya.
3. Untuk pelat yang tipis dan merata dipotong pada bagian tersebut dengan menggunakan las potong sesuai gambar bukaan kulit.
4. Untuk menggantinya dipasang pelat dengan ketebalan yang sama dengan tebal pelat asal dengan mengelaskan pada bagian pelat yang dipotong.

1.8.3 Pembersihan dan Pengecatan Badan Kapal

a. Penyekrapan kapal

Penyekrapan dilakukan untuk menghilangkan teritip laut (*sea barnacle*) dan remis/kerang (*mussle*) yang menempel pada lambung kapal secara manual dengan menggunakan alat sekrap. Melakukan sekrap digalangan kapal dapat dikatakan mudah karena tidak memerlukan keahlian khusus.

b. Sweep blasting lambung kapal

Sweep blasting merupakan kegiatan yang dilakukan untuk membersihkan pelat kapal dari sisa cat dan karat dengan cara menyemprot permukaan pelat menggunakan pasir khusus berdiameter 0,5-1,0 mm. hal ini bertujuan agar cat dapat menempel dengan baik pada permukaan pelat. Alat yang digunakan adalah kompresor berdaya tekan 30 bar yang disambungkan dengan selang panjang dan nozzle pada ujung selang.

c. Pengecatan Badan Kapal

Pengecatan badan kapal dapat dilakukan dengan kuas cat, roller maupun unit semprot cat sesuai dengan tingkat daerah kesulitan pengecatan. Jenis cat yang digunakan yaitu cat dasar, cat AC (*anti corrosive*/anti karat) dan cat AF (*anti fouling*/anti binatang atau tumbuhan laut). Pengecatan dilakukan setelah badan kapal selesai diblasting. Sebelum dicat, badan kapal harus benar-benar bersih dari debu atau sejenisnya. Karena apabila masih ada debu yang menempel kemudian dicat akan menimbulkan kondensasi yang lama kelamaan akan menyebabkan munculnya blistering (lubang-lubang kecil karena catnya terkelupas). Badan kapal dibagi menjadi 3 bagian, yaitu bagian bottom (bagian yang tercelup air), bottop, dan bagian top side. Pengecatan lambung kapal dilakukan dengan alat aerspray, kuas dan roller. Sebelum melakukan pengecatan kapal harus benar – benar dalam keadaan bersih dari debu atau sejenisnya karena dapat menimbulkan kondensasi yang lama kelamaan akan menyebabkan munculnya blistering (lubang – lubang kecil). Pengecatan menggunakan 3 jenis cat yaitu cat primer, cat anti corrosive, dan cat anti fouling. Interval antar cat antara 4 jam – 3 hari. Pengecatan dilakukan setelah lambung kapal dalam keadaan bersih. Pada kasus reparasi kapal dilakkan dalam tiga tahap menggunakan:

- 1) Cat primer tahan karat (*rust prevention primer coat*) berfungsi sebagai pelapis dasar untuk melindungi pengaruh gangguan luar dari alam seperti cuaca.
- 2) Cat anti korosi, berfungsi untuk melindungi labung kapal dari karat atau memperlambat proses korosi pada lambung. Cat ini merupakan cat khusus dibawah air.

- 3) Cat anti fuoling, berfungsi untuk mencegah menempelnya tumbuhan dan hewan bawah laut seperti teritip pada permukaan lambung kapal. Untuk efektivitasnya terhadap alam maka setelah pengecatan harus langsung diturunkan dari dok dan dibiarkan mengapung di air. Waktu toleransi yang diperbolehkan sebelum kapal diturunkan dari dok, untuk cat yang baik 2 x 24 jam dan cat biasa 1 x 24 jam. Apabila sampai batas toleransi kapal belum diturunkan maka fungsi cat tersebut akan kurang efektif.



Gambar 2. Proses sandblasting lambung kapal
(sumber: Dokumentasi pribadi)

1.8.4 Ultrasonic test

Pada saat kapal berlayar terjadi penipisan plat akibat interaksi dengan alam. Ultrasonic test merupakan sebuah uji untuk mengetahui ketebalan plat lambung. Pada plat lambung ditandai titik-titik yang akan diuji (menyebar dari bagian Haluan ke bagian buritan baik lambung kiri dan kanan). Semakin banyak titik maka hasilnya akan makin baik. Setelah diuji akan diketahui ketebalan plat saat itu. Toleransi dari BKI adalah 70-80% dari ketebalan semula saat kapal dibangun, apabila ketebalan kurang dari batas toleransi maka plat harus diganti atau ditambal (*one side welding*). Uji ini tidak selalu dilakukan pada setiap kapal yang docking tetapi tergantung dari permintaan pemilik kapal begitu pula dengan banyaknya titik-titik yang diuji. Setelah didapatkan hasilnya maka kulit kapal dibuatkan gambar bagian mana yang harus diganti dan sebagai dokumen untuk periode docking berikutnya.

1.8.5 Pemeriksaan dan Pemeliharaan Peralatan di Bawah Garis Air

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 yang mengharuskan pencabutan ini setiap empat tahun sekali atau keadaan lain yang dikehendaki oleh class ataupun pemilik

kapal, misalnya bila dalam perhitungan class didapatkan garis Tengah minimum poros lebih besar dari garis tengah terkecil. 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. Di bengkel, poros baling-baling diuji menggunakan alat yang disebut dengan keyway test untuk mengetahui besarnya pembengkokan dan keretakan pada poros baling-baling. Untuk pebengkokan 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; lubang lubang pada permukaannya cukup ditutup memakai bahan yang sama dan dilas. Bila daun baling-baling yang parah maka disambung dengan bahan yang sama. Dalam penyambungan daun baling-baling harus diperhatikan keserasian kelengkungan karena berhubungan dengan *pitch propeller*.

a. Propeller

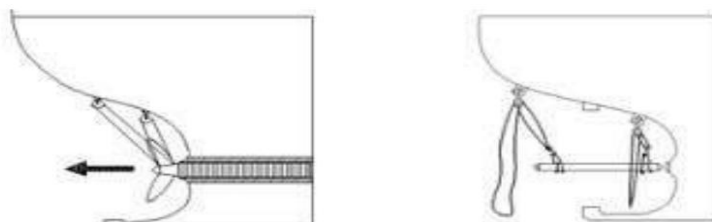
1) Melepas *propeller*

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

- a) Membuat paju dan memasang pelat tebal, *tackle* dan baut pada propeler.
- b) Memasang paju pada pelat tebal.
- c) Pelat tebal ditekan sekeras mungkin dengan mengeraskan baut.
- d) Paju dipukul sampai masuk.
- e) *Propeler* akan lepas dengan sendirinya dan diangkat dengan tackle.
- f) Jika diperlukan dilakukan pemanasan setempat di sela daun propeler.

2) Pelepasan 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.



Gambar 3. Pelepasan propeller dan poros propeller

(Sumber: Google)

- 3) Pemeriksaan kelurusan poros *propeller*
 Untuk pemeriksaan poros *propeler* digunakan mesin bubut yang telah dirangkai dengan batang penunjuk pada eretan memanjang. Poros propeler 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 poros 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.
- 4) Pengujian *colour check* / MPT
 Dilakukan untuk mengetahui keretakan yang mungkin terjadi pada shaft/poros propeler.
- 5) *Balancing propeller*
 Dilakukan untuk memastikan bahwa masing-masing daun propeller sama agar gaya yang dihasilkan oleh propeler dapat optimal.
- 6) Pemasangan *propeller*
 Peralatan yang digunakan : *hoist*, tali baja, *hammer*, kunci L, kunci pas baut *propeler*, brander potong, kunci ring.
 Proses pengerjaan :
 - a) Tali baja diikat pada propeler dan ditarik menuju poros propeler.
 - b) Dengan *hoist*, propeler diletakkan pada tepat pada lubang dengan poros.
 - c) Propeler ditarik sampai terpasang dengan baik pada porosnya, demikian juga dengan pasek/spee-nya.
 - d) Poros didorong sampai ujung poros masuk ke dalam boss *propeler*.
 - e) Propeler di tarik masuk dengan menggunakan *crane tackle* selain dengan dorongan para pekerja sampai propeler terpasang secara keseluruhan.
 - f) Dipasang *ring shield* dan *rubber gasket* di luar dan di dalam badan kapal untuk menjaga kedap sambungan boss poros dengan ujung poros.
 - g) Baut dipasang dan dikuatkan dengan memasang baut-baut penguatnya dan dikuatkan lagi dengan mengikat bonet penutup propeller dengan baut pengikatnya sebanyak 10 buah.
- b. Kemudi dan tongkat kemudi
 Tongkat kemudi dicabut, kemudian dilakukan pengukuran *clereance* tongkat kemudi. Batasan *clereance* sama dengan poros baling-baling. Kemudian tongkat kemudi dibawa ke bangkel untuk cek kelurusan.
- c. Daun kemudi
 - 1) Melepas daun kemudi
 Proses pengerjaan:
 - a) Memasang bul-bul pada sisi-sisi daun kemudi dengan dilas.
 - b) Memecah semam penutup baut dengan palu.

- c) Melepas baut-baut baik yang di luar maupun yang ada didalam badan kapal, jika perlu, dilakukan pemanasan terlebih dahulu dengan brander potong untuk memudahkannya.
 - d) Daun kemudi diangkat sedikit untuk melepaskan *sole piece*.
 - e) Daun kemudi digeser dan diturunkan dengan perlahan-lahan.
 - f) Daun kemudi di bawa ke bengkel mekanik untuk mendapatkan perawatan dan pemeliharaan.
- 2) Memasang daun kemudi
- Sebelum dipasang pada tempatnya, daun kemudi terlebih dahulu di periksa apakah masih layak pakai atau tidak, jika sudah tidak layak apakah harus diganti atau hanya perlu diperbaiki saja.
- Proses pengerjaan:
- a) Memasang 2 kupingan (bul-bul) pada buritan kapal dan 2 buah lagi pada sisi kanan dan kiri daun kemudi.
 - b) Memasang hoist pada masing-masing kupingan.
 - c) Menempatkan poros kemudi pada lubang sole piece dan menjaga
 - d) posisi daun kemudi tetap tegak.
 - e) Memasang baut-baut pada flens poros dan menguatkannya dengan mengelaskan pelat pada masing-masing barisan baut flens kemudi kiri dan kanan.
- 3) Pemasangan *Zinc Anode*
- Peralatan yang dipakai anatar 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 di sekitar daerah yang dipasang *zinc anode*. Hal ini disebabkan zinc anode mampu mengelektrolisis air laut. Sehingga proses pengkaratan badan kapal dapat diperlambat. Jarak pemasangan *zinc anode* pada arah memanjang kapal disekitar lambung $\pm 6,5$ meter dan arah vertikal ± 4 22 meter. Untuk pemasangan pada daun kemudi dipasang secukupnya (± 4 buah).

1.8.6 Perawatan jangkar, rantai jangkar, dan bak jangkar

Mula-mula rantai jangkar diturunkan dengan crane, setelah itu jangkar dipasangkan dengan cara melepas keling yang digunakan untuk menyambungkan rantai. Setelah jangkar terpasang keling tersebut dipasang lagi disusul dengan pemberian material timah yang bertujuan untuk mencegah karat pada keeling. Setelah semuanya selesai jangkar kemudian dinaikkan. Perawatan terhadap jangkar, rantai jangkar maupun bak rantai merupakan pembersihan karat-karat yang menempel di permukaan. Saat kapal naik dok rantai dan jangkar diturunkan dari kapal, kemudian dibersihkan dari karat. Selama berlayar mata rantai dapat mengalami pengaratan, pembengkokan atau putus. Saat kapal dalam masa perbaikan, mata rantai diukur dengan mengambil beberapa contoh mata rantai dalam satu segel. Biasanya kapal-kapal memiliki segel

dan tiap segel panjangnya kurang lebih 25 m. contoh yang diambil biasanya pada pinggir atau bagian tengah segel. Bila pada hasil pengukuran terdapat pembengkokan yang cukup parah, maka rantai dipotong untuk kemudian disambung



Gambar 4. Perawatan Jangkar Dan Rantai Jangkar
(Sumber: Dokumentasi pribadi)



Gambar 5. Perawatan Jangkar Dan Rantai Jangkar
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

lagi dengan segel sesuai dengan jumlah segel yang dipotong. Kerusakan umum yang dialami jangkar selama masa pelayaran adalah korosi. Setelah jangkar diturunkan kemudian dibersihkan dari karat dan binatang atau tumbuhan laut yang menempel, diwaterjet dan dikalibrasi. Bila sudah dilakukan pemeriksaan class atau surveyor maka jangkar dan rantainya dicat dengan jenis cat bitumastic. Setelah jangkar diturunkan dari bak maka lumpur yang terdapat pada bak dibuang kebudian dibersihkan dan dicat.

1.8.7 Perawatan Sea Chest dan Sea Valve

Sea chest merupakan saluran sangat laut yang berfungsi sebagai tempat untuk menyediakan air pendingin untuk mesin induk, pemadam kebakaran atau menyediakan air untuk mencuci dek. Umumnya setiap kapal memiliki dua buah *sea chest* yang dipasang dibagian bawah kamar mesin dan mendekati bilga kapal. Pada mulut *sea chest* 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 Binatang dan tumbuhan laut yang menempel (disekrap) kemudian dicat dengan menggunakan cat bitumastic. Perawatan pada *sea valve* merupakan perawatan dan perbaikan pada klep-klep pipa sarangan laut. *Sea valve* dibuka dan dibersihkan. Klepnya diukur 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.

1.8.8 Pemeriksaan Hasil Pengelasan (tes kekedapan)

a. Menggunakan kapur dan solar

Sepanjang hasil lasan bagian luar diolesi dengan kapur dan bagian dalam diolesi solar. Setelah ditunggu beberapa saat jika kapur tetap kering dan berwarna putih, berarti hasil lasan baik. Tetapi jika kapur terdapat bercak-bercak solar, berarti hasil

lasan terdapat retak/penetrasinya kurang baik. Jika terjadi hal yang demikian maka hasil lasan harus digouging dan dilakukan pengelasan kembali.

b. Menggunakan air bertekanan

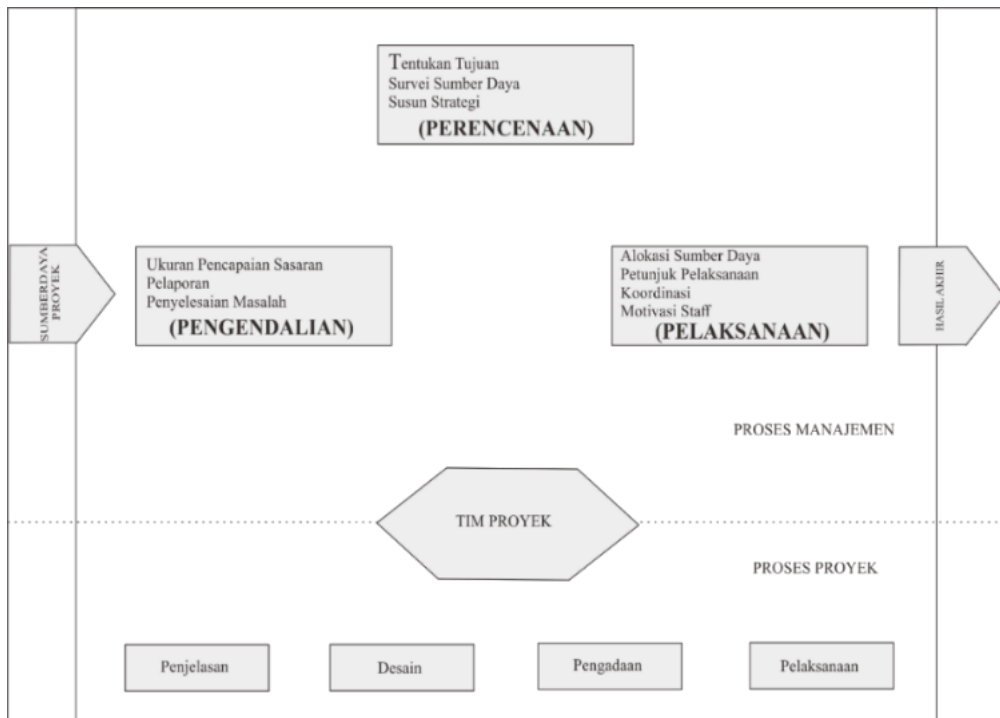
Sambungan las/alur las bagian luar disemprot dengan air bertekanan $\pm 7 \text{ kg/cm}^2$ dan pengecekan dilakukan pada bagian dalam. Jika sambungan las baik, maka tidak akan terjadi perembesan dibalik lasan. Test ini biasanya dilakukan pada bangunan baru.

c. Menggunakan udara bertekanan

Tangki dikosongkan, ditutup dan dialirkan udara bertekanan kedalamnya sampai tekanan tertentu (2 kg/cm^2). Memasang manometer agar diketahui tekanan udara didalamnya dan untuk mempertahankan tekanan udara tersebut sampai pengujian selesai. Pada bagian luar tangki, pada alur lasan diolesi dengan cairan detergen/sabun. Jika terjadi gelembung-gelembung sabun pada permukaan lasan, berarti hasil lasan tidak baik (tidak kedap). Sehingga harus digouging untuk selanjutnya dilas kembali. Jika tidak terdapat gelembung, maka hasil lasan baik (kedap air).

1.9 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian, keterampilan, cara dan teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja, biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja (Husen, 2010). Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu (Hervianto, 2005).



Gambar 6. Sistem Manajemen Proyek

(sumber; Husen, 2010)

1.9.1 Manajemen Sumber Daya

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

1. Manajemen sumber daya manusia

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

2. Manajemen sumber daya 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.

1.9.2 Manajemen Waktu

Manajemen waktu pada suatu proyek (*Project Time Management*) memasukkan

semua proses yang dibutuhkan dalam upaya untuk memastikan waktu penyelesaian proyek (PMI 2000). Ada lima proses utama dalam manajemen waktu proyek, yaitu:

1. Pendefinisian Aktivitas

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

2. Urutan Aktivitas

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

3. Estimasi Durasi Aktivitas

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

4. Pengembangan Jadwal

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

5. Pengendalian Jadwal

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

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

1.10 Penjadwalan Proyek

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

dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dimana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis (Callahan, 1992 dikutip oleh Walean, 2012). Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dalam berbagai permasalahannya. Proses *monitoring* serta *updating* selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar alokasi sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek. Adapun langkah-langkah dalam menentukan penjadwalan proyek, yaitu (Soeharto, 1999):

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

1.10.1 *Work Breakdown Structure* (WBS)

WBS biasanya merupakan diagram terstruktur dan hierarki berupa diagram pohon (*tree structure diagram*). Penyusunan WBS dilakukan dengan cara *top down*, dengan tujuan agar komponen-komponen kegiatan tetap berorientasi ke tujuan proyek. Proses penjadwalan diawali dengan mengidentifikasi aktivitas proyek. Setiap aktivitas diidentifikasi agar dapat dimonitor dengan mudah dan dapat dimengerti pelaksanaannya, sehingga tujuan proyek yang telah ditentukan dapat terlaksana sesuai dengan jadwal. Beberapa hal yang dapat dipakai sebagai pedoman penyusunan WBS (Ervianto, 2004): Susunan WBS dibuat bertingkat (level) menurut ketelitian spesifikasi pekerjaannya. Susunan WBS dibuat atas dasar penguraian yang diskrit dan logis. Jumlah level sesuai dengan kebutuhan tingkat pengelolanya. Jumlah elemen pekerjaan tiap level sesuai dengan kebutuhan pengelolanya. Tiap elemen WBS diberi nomor, dengan penomoran yang sesuai dengan tingkat level-nya. Elemen pekerjaan dalam WBS merupakan pekerjaan yang terukur. Penyusunan Urutan Kegiatan. Setelah diuraikan menjadi komponen-komponen, lingkup proyek disusun kembali menjadi urutan kegiatan sesuai dengan logika ketergantungan (jaringan kerja).

1.10.2 Perkiraan Kurun Waktu

Setelah terbentuk jaringan kerja, masing-masing komponen kegiatan diberikan perkiraan kurun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan, juga perkiraan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan tersebut. Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung durasi kegiatan.

- a. Perhitungan durasi kegiatan dengan produktivitas pekerjaan

$$D = \frac{V}{P_r \times N} \quad (1)$$

Keterangan:

D	= durasi kegiatan
V	= volume kegiatan
Pr	= produktivitas kerja rata-rata
N	= jumlah tenaga kerja

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

$$D = \frac{JO}{N} \quad (2)$$

Keterangan:

D	= durasi kegiatan
JO	= jam orang (<i>man hour</i>)
N	= jumlah tenaga kerja

1.10.3 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.

1.11 Critical Path Method (CPM)

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

terakhir suatu aktivitas dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

1.11.1 Pengertian CPM

Metode jalur kritis critical path method (CPM) menurut Levin dan Kirkpatrick (1972) yaitu metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan di antara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Metode CPM banyak digunakan oleh kalangan industri atau proyek konstruksi. Cara ini dapat digunakan jika durasi pekerjaan dapat diketahui dan tidak terlalu berfluktuasi. Sedangkan Siswanto (2007) mendefinisikan CPM sebagai model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berupaya mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek. Penggunaan metode CPM dapat menghemat waktu dalam menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek.

1.11.2 Durasi Kegiatan

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. Penghitungan 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):

$$D = \frac{V}{Pr.N} \quad (3)$$

Keterangan:

- D = durasi kegiatan
- V = volume kegiatan
- Pr = produktivitas kerja rata-rata
- N = jumlah tenaga kerja

1.11.3 Jaringan Kerja

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

- a.  (anak panah/busur), menyatakan sebuah aktifitas yang dibutuhkan oleh proyek. Aktifitas ini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka

waktu tertentu). Tidak ada skala waktu, anak panah hanya menunjukkan awal dan akhir suatu aktifitas.

- b.  (lingkaran kecil/simpul/node) menyatakan suatu kejadian atau peristiwa.
- c.  (anak panah terputus-putus) menyatakan aktifitas semu (*dummy activity*). Dummy ini tidak mempunyai durasi waktu, karena tidak menghabiskan resource (hanya membatasi mulainya aktifitas). Bedanya dengan aktifitas biasa adalah aktifitas *dummy* tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu aktifitas dan biaya sama dengan nol.
- d.  (anak panah tebal) menyatakan aktifitas pada lintasan kritis.

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

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

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

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

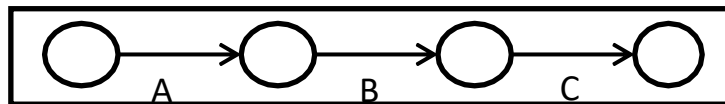
1.11.4 Jalur Kritis

Jalur kritis menurut Render dan Jay (2006) merupakan sebuah rangkaian aktivitas - aktivitas dari sebuah proyek yang tidak bisa ditunda waktu pelaksanaannya dan menunjukkan hubungan yang saling berkaitan satu sama lain. Semakin banyak jalur kritis dalam suatu proyek, maka akan semakin banyak pula aktivitas yang harus diawasi. Akumulasi durasi waktu paling lama dalam jalur kritis akan dijadikan sebagai

estimasi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jalur kritis diperoleh dari diagram jaringan yang memperlihatkan hubungan dan urutan kegiatan dalam suatu proyek.

Logika ketergantungan kegiatan-kegiatan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

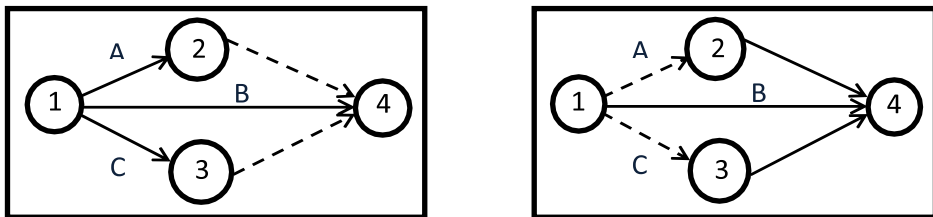
- a. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai dan kegiatan C dapat dimulai setelah kegiatan B selesai, hubungan kegiatan-kegiatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kegiatan A pendahulu kegiatan B & kegiatan B pendahulu kegiatan C

(Sumber: Render & Jay, 2006)

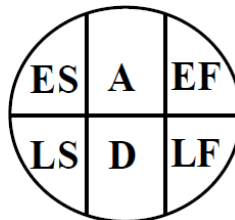
- b. Jika kegiatan A, B, dan C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka hubungan kegiatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



Atau

Gambar 8. Kegiatan A, B, dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama

(Sumber: Render & Jay, 2006)



Gambar 9. Gambaran aktivitas proyek

(Sumber: Render & Jay, 2006)

Keterangan:

A = Nama aktivitas

D = Durasi waktu suatu aktivitas ES = *Earliest start*

ES = Waktu mulai paling cepat (*Earliest Start*) dari event

LS	= <i>Latest start</i>
EF	= <i>Earliest finish</i>
LF	= <i>Latest Finish</i>

Langkah untuk menentukan lintasan atau jalur kritis adalah dengan membuat perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*).

a. Perhitungan Maju

Perhitungan maju dimulai dari start (*initial event*) menuju finish (*terminal event*) untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF). Dalam mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut hitungan maju. Prosedur menghitung waktu penyelesaian tercepat (EF) adalah :

1. Menentukan nomor dari peristiwa – peristiwa dari kiri ke kanan, mulai dari peristiwa nomor 1 berturut – turut sampai dengan nomor maksimal
2. Menentukan nilai ES untuk peristiwa nomor satu (paling kiri) sama dengan nol.
3. Selanjutnya dapat dihitung nilai EF peristiwa-peristiwa berikutnya dengan rumus dibawah. Apabila terdapat beberapa kegiatan (termasuk *dummy*) menuju atau dibatasi oleh peristiwa yang sama, maka diambil nilai EF yang maksimum.

$$EF = (ES + D) \quad (4)$$

Dimana :

ES : Waktu mulai paling cepat (*Earliest Start*) dari event

EF : Waktu selesai (*Earliest Finish*) dari event

D : Durasi untuk melaksanakan kegiatan

b. Perhitungan Mundur

Perhitugan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu paling akhir untuk memulai dan mengakhiri masing – masing kagiatan, tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang dihasilkan dari hitungan maju.

Prosedur menghitung saat paling lambat (LS) adalah :

1. Menentukan nilai LF peristiwa terakhir (paling kanan) sesuai dengan nilai EF kegiatan terakhir.

2. Selanjutnya dapat dihitung nilai LS peristiwa – peristiwa dari kanan ke kiri, dengan rumus di bawah, dengan memperhatikan kegiatan – kegiatan yang berasal dari peristiwa tertentu.
3. Apabila terdapat lebih dari satu kegiatan (termasuk *dummy*) berasal dari peristiwa tertentu, maka dipilih nilai LS minimum.

$$LS = (LF - D) \quad (5)$$

Dimana :

LF : Waktu selesai paling lambat (*Latest finish*)

LS : Waktu mulai paling lambat (*Latest start*)

D : Durasi

1.11.5 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.

1.12 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).

1.12.1 Network Diagram

Network diagram dalam konteks manajemen proyek adalah representasi grafis dari urutan dan hubungan antar aktivitas atau tugas dalam suatu proyek. *Network* diagram membantu dalam identifikasi jalur kritis dan memudahkan dalam penjadwalan serta pemantauan kemajuan proyek. Fungsi *network* diagram dalam manajemen proyek:

- a. Identifikasi jalur kritis: *network* diagram memudahkan dalam mengidentifikasi jalur kritis, yaitu rangkaian aktivitas yang menentukan durasi total proyek. Dengan mengetahui jalur kritis, manajer proyek dapat fokus pada aktivitas-aktivitas penting yang mempengaruhi waktu penyelesaian proyek.
- b. Visualisasi Proyek: diagram ini memberikan gambaran visual yang jelas tentang urutan aktivitas dan hubungan di antaranya, memudahkan pemahaman dan komunikasi antar anggota tim proyek.
- c. Analisa Risiko: dengan memahami hubungan antar tugas dan urutannya, manajer proyek dapat lebih mudah mengidentifikasi potensi risiko dan hambatan yang mungkin terjadi, serta merencanakan langkah-langkah mitigasi.

1.12.2 Gantt Chart

Gantt chart adalah alat manajemen proyek yang digunakan untuk merencanakan, mengordinasikan, dan melacak tugas-tugas dalam sebuah proyek. Diciptakan oleh Henry L. Gantt pada awal abad ke-20, *Gantt chart* memberikan visualisasi yang jelas tentang jadwal proyek dengan menampilkan tugas-tugas dalam bentuk bar *horizontal* di sepanjang garis waktu. Ini memudahkan manajer proyek untuk melihat kapan setiap tugas dimulai dan selesai, serta bagaimana tugas-tugas tersebut berhubungan satu sama lain. Komponen dalam membuat *gantt chart*:

- a. *Task List* (Daftar Tugas): terletak di sisi kiri *gantt chart*, daftar ini berisi semua tugas yang harus diselesaikan dalam proyek. Setiap tugas biasanya memiliki deskripsi singkat yang menjelaskan apa yang harus dilakukan.
- b. *Timeline* (Garis waktu): terletak di bagian atas *gantt chart*, *timeline* menunjukkan skala waktu yang digunakan, seperti hari, minggu, atau bulan. Ini membantu pengguna melihat durasi setiap tugas dan bagaimana tugas-tugas tersebut

berinteraksi dalam jangka waktu tertentu.

- c. *Bars* (Bar): bar *horizontal* yang berada di antara *task list* dan *timeline* mewakili durasi setiap tugas. Panjang bar menunjukkan berapa lama tugas tersebut akan berlangsung. Warna atau pola bar dapat digunakan untuk menunjukkan status tugas, seperti "sedang berlangsung," "selesai," atau "terlambat."
- d. *Dependencies* (Ketergantungan): *gant chart* sering kali menunjukkan ketergantungan antara tugas-tugas. Ketergantungan ini digambarkan dengan garis atau panah yang menghubungkan bar-bar tugas. Ini menunjukkan bahwa satu tugas harus selesai sebelum tugas lainnya dapat dimulai.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. INDUSTRI KAPAL INDONESIA (*Persero*) terletak di Jl. Galangan Kapal No.31, Kaluku Bodoa, Kec. Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90215.

2.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian pada penelitian ini adalah penelitian kuantitatif.

2.3 Studi literatur

Dalam kegiatan ini dilakukan pencarian referensi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, internet dan sumber lainnya yang berkaitan dengan pemecahan masalah yang dihadapi dalam penelitian ini. Beberapa teori yang digunakan dalam penelitian ini antara lain reparasi kapal, manajemen proyek, penjadwalan proyek, *critical path method* (CPM). Teori-teori tersebut dijadikan acuan dalam melakukan pengolahan dan analisa hasil pengolahan data.

2.4 Survei lapangan

Dalam kegiatan ini dilakukan peninjauan langsung ke galangan kapal untuk mengikuti secara langsung proses reparasi kapal serta melakukan pengumpulan data yaitu informasi proyek dan daftar pekerjaan proyek (*repair list*) serta data produktivitas galangan kapal.

2.5 Analisa dan pengolahan data

Dalam penelitian ini akan dilakukan penjadwalan proyek dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) untuk mengetahui durasi pekerjaan. Pengumpulan data merupakan sebagai kelengkapan proses tugas akhir ini yaitu berupa informasi proyek kapal repair dan data *repair list*. Dari data *repair list*, dapat diketahui beban pekerjaan sehingga dapat dilakukan langkah – langkah sebagai berikut:

- a. Identifikasi aktifitas kegiatan pengecatan
 Pada proses ini dilakukan identifikasi kegiatan dan langkah-langkah yang ditempuh pada pengerjaan reparasi kapal.
- b. Menyusun aktifitas kegiatan dan membentuk jaringan kerja
 Setelah dilakukan identifikasi aktifitas kegiatan pengecatan maka langkah berikutnya adalah menyusun aktifitas dan membuat jaringan kerja pada proses reparasi kapal Feri KMP. Takabonerate. Dalam proses pembentukan jaringan kerja terdapat hubungan ketergantungan antara kegiatan satu dengan lainnya

yang disebut konstrain dan juga akan memperoleh total waktu untuk penyelesaian proyek sebagai penyempurnaan penjadwalan.

c. Menentukan total waktu kegiatan

Pada proses ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan pada proyek pengecatan kapal Feri KMP. Takabonerate. Urutan pekerjaan dilakukan dengan cara mengidentifikasi metode pelaksanaan dan durasi pekerjaan. Proyek sangat tergantung pada item pekerjaan, jumlah tenaga kerja, serta alat yang digunakan pada pekerjaan pengecatan kapal Feri KMP. Takabonerate.

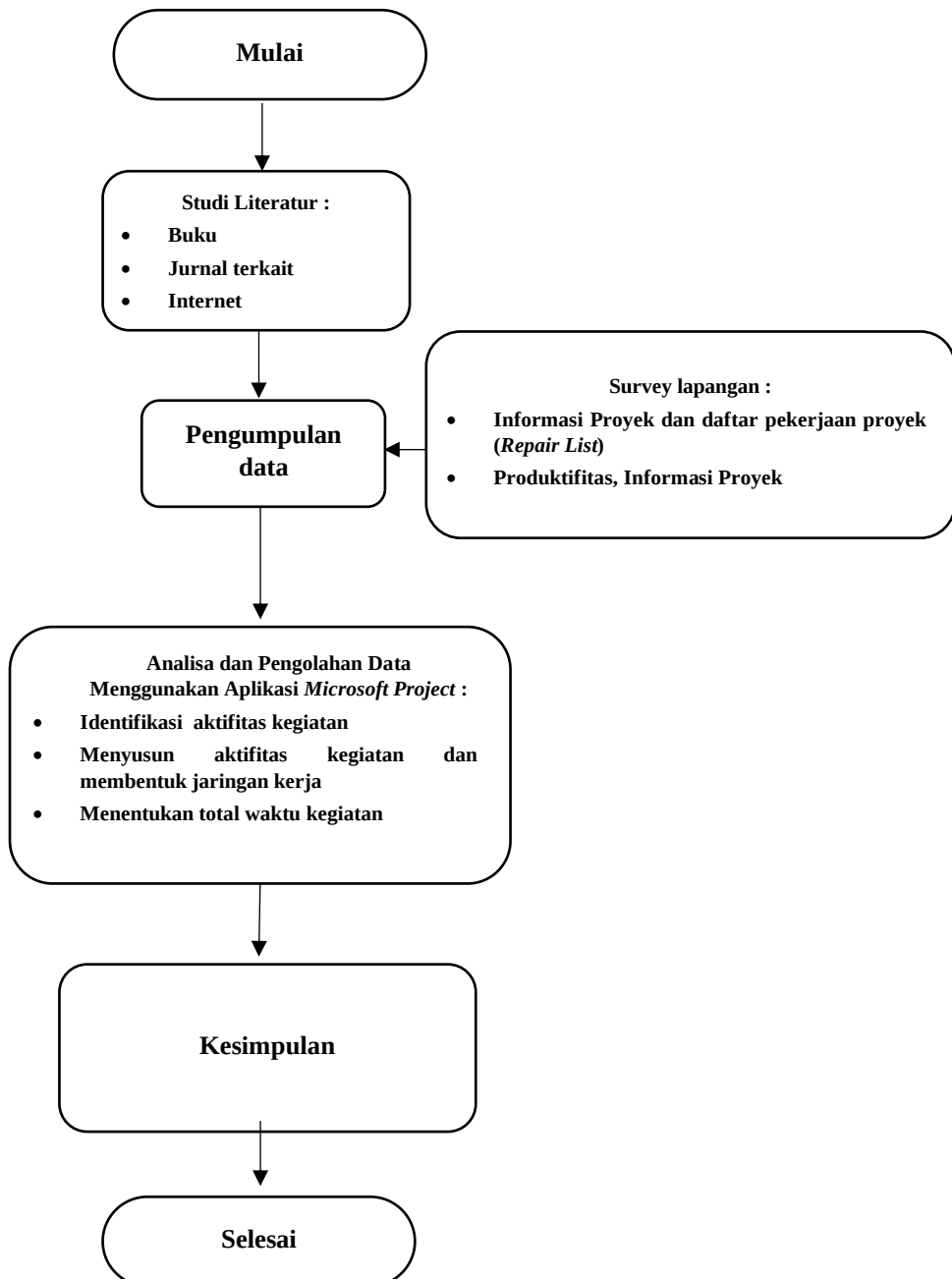
d. Menentukan Lintasan Kritis

Penentuan lintasan kritis pada proyek pengecatan kapal Feri KMP. Takabonerate. menggunakan *Critical Path Method* (CPM) untuk mengetahui item pekerjaan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

e. Membuat Penjadwalan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan, maka selanjutnya adalah membuat penjadwalan pada aplikasi *Microsoft Project* 2019.

2.6 Kerangka Berpikir



Gambar 10. Kerangka Berpikir

