

STUDI PERBANDINGAN MANAJEMEN WAKTU PADA PROYEK REPARASI KM. WILIS DI PT. IKI (PERSERO)



MUHAMMAD AKHSAL IDSAN
D081201056



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

**STUDI PERBANDINGAN MANAJEMEN WAKTU PADA PROYEK
REPARASI KM. WILIS DI PT. IKI (PERSERO)**

**MUHAMMAD AKHSAL IDSAN
D081201056**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

**STUDI PERBANDINGAN MANAJEMEN WAKTU PADA PROYEK
REPARASI KM. WILIS DI PT. IKI (PERSERO)**

**MUHAMMAD AKHSAL IDSAN
D081201056**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana
Teknik Kelautan

Pada

Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa



**PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN MANAJEMEN WAKTU PADA PROYEK
REPARASI KM. WILIS DI PT. IKI (PERSERO)**

MUHAMMAD AKHSAL IDSAN

D081201056

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Teknik Kelautan pada
15 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat
kelulusan pada

Program Studi Teknik Kelautan
Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa

Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,



Nur Rachman, ST., MT.
802 199702 1 001



Mengetahui:
Ketua Program Studi,



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.
NIP. 19750605 200212 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "**Studi Perbandingan Manajemen Waktu Pada Proyek Reparasi KM. WILIS di PT. IKI (Persero)**" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Ir. Taufiqur Rachman, ST.,MT.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 15 Agustus 2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah hirabbil 'alamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai. Serta Shalawat dan salam selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW yang telah memberikan jalan yang terang dan petunjuk menuju Surga Allah SWT. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi guna meraih gelar sarjana teknik pada Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, dengan judul:

“STUDI PERBANDINGAN MANAJEMEN WAKTU PADA PROYEK REPARASI KM. WILIS DI PT. IKI (PERSERO)”

Penulis menyadari bahwa dalam proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini telah banyak pihak yang membantu dalam bentuk apapun itu. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak dengan segala ketulusan dan keikhlasannya yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada yang terhormat:

1. Orang tua penulis, Bapak **Idsan daud** dan pintu surgaku Ibu **Rosdiana**. Terima kasih atas segala pengorbanan dan selalu setia mendoakan. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan bangku perkuliahan, namun mereka mampu senan tiasa memberikan yang terbaik, tak kenal lelah mendoakan serta memberikan perhatian dan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai meraih gelar sarjana. Semoga bapak dan ibu sehat, panjang umur dan bahagia selalu.
2. Bapak **Dr. Ir. Taufiqur Rachman, ST., MT.**, selaku dosen Pembimbing Terima kasih atas segala keikhlasannya yang telah meluangkan waktu dan pikiran, kesabaran, ketulusannya serta dukungan tak terhitung dalam mengarahkan, memberikan bimbingan, bantuan dan motivasi serta masukan-masukan kepada penulis sampai dengan hari ini.
3. Bapak **Ir. Juswan, MT.**, dosen penguji sekaligus kepala laboratorium riset manajemen produksi bangunan lepas pantai dan pekerjaan bawah air dan Bapak **Prof. Daeng Paroka, ST., MT., Ph.D** selaku dosen penguji yang memberikan kritik dan saran yang membangun pada skripsi ini.
4. Bapak **Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.**, selaku Ketua Departemen Teknik Kelautan yang telah mengesahkan skripsi ini.
5. Bapak **Dr. Eng Achmad Yasir Baeda. ST., MT.**, selaku penasehat akademik (PA) selama menjadi mahasiswa Teknik Kelautan sehingga saya dapat menyelesaikan studi.



si Departemen Teknik Kelautan yang telah membantu administrasi selama perkuliahan serta dalam penyelesaian

Direktur Utama PT. Industri Kapal Indonesia (Persero)
:a jajarannya yang telah memberikan izin dalam pengambilan

8. Bapak **Amry Syafruddin** dan Bapak **Muhammad Yasir. ST.**, yang telah membimbing selama kerja praktek dan proses pengambilan data.
 9. **Kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia** atas pemberian Beasiswa KIP-K yang telah membantu meringankan beban biaya pendidikan penulis.
 10. **Teman-teman Mahasiswa Departemen Teknik Kelautan Angkatan 2020** atas segala cerita dan dukungannya.
 11. **Teman-teman Mahasiswa khususnya di Labo Manajemen Produksi Bangunan Lepas Pantai (MANPRO)** yang selalu memberi semangat dan dukungannya.
 12. **Teman-teman kerja praktek dan magang** di PT. IKI terima kasih atas dukungan dan arahnya.
 13. Serta seluruh pihak yang penulis jumpai selama proses belajar di Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang tak mungkin disebutkan satu persatu, terima kasih atas seluruh bantuan dan dukungannya.
- Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan sebagai bahan untuk menutupi kekurangan dari penulisan skripsi ini.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Penulis

Muhammad Akhsal Idsan



ABSTRAK

MUHAMMAD AKHSAL IDSAN. **Studi perbandingan manajemen waktu pada proyek reparasi KM. WILIS di PT. IKI (Persero)** (dibimbing oleh Taufiqur Rachman).

PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) merupakan sebuah perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang bergerak di bidang *shipbuilding*, *docking*, dan industri lainnya yang berkaitan. Setiap tahunnya tidak dipungkiri terdapat proyek reparasi kapal yang mengalami keterlambatan karena manajemen waktu yang tidak efektif. Dalam penelitian ini penulis akan melakukan studi kasus pada proyek reparasi KM. WILIS dengan *repair list* sebagai pedoman dalam data penelitian. *Repair list* memiliki data berupa uraian pekerjaan, tenaga kerja, durasi dan volume pekerjaan. Penelitian ini menggunakan metode manajemen waktu *Critical Path Method* (CPM) untuk mengetahui aktivitas-aktivitas yang berada dilintasan kritis dan *Program Evalution and Review Technique* (PERT) untuk mengetahui probabilitas proyek dapat selesai tepat waktu, juga dapat memberi alternatif *crash duration* yang bertujuan agar dapat menyusun perencanaan suatu proyek reparasi dengan efektif sehingga memperoleh durasi yang optimal dalam pelaksanaannya. Hasil analisis metode CPM proyek reparasi KM. WILIS diperoleh durasi selama 33 hari dengan lintasan kritis berada pada kegiatan A-B-E-F-AF-AG-AJ-AK-BO-BP-BQ dan dengan menggunakan metode PERT didapatkan probabilitas proyek reparasi KM. WILIS dapat selesai tepat waktu dalam jangka waktu 30 hari adalah 96,25%. Dengan melakukan pendekatan alternatif *crash duration* yang paling efisien adalah dengan penambahan tenaga kerja sebesar 26% dari tenaga kerja awal sebanyak 14 orang pekerja dan jam kerja (lembur) selama 3 jam. Alternatif percepatan ini menghasilkan durasi yang lebih singkat dari durasi normal proyek reparasi, yakni proyek dapat dirampungkan dalam waktu 24 hari.

Kata kunci: *Crash duration*; *Critical Path Method*; KM. WILIS; *Program Evalution and Review Technique*; Proyek reparasi.



ABSTRACT

MUHAMMAD AKHSAL IDSAN. **Comparative study of time management in the KM. WILIS repair project at PT. IKI (Persero)** (supervised by Taufiqur Rachman).

PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) is a state-owned company engaged in shipbuilding, docking, and other related industries. Every year it is undeniable that there are ship repair projects that experience delays due to ineffective time management. In this research, the author will conduct a case study on the KM. WILIS repair project with the repair list as a guide in the research data. Repair list has data in the form of job descriptions, manpower, duration and volume of work for the project. This study uses the Critical Path Method (CPM) to determine the activities that are on the critical path and the Program Evaluation and Review Technique (PERT) to determine the probability that the project can be completed on time, it can also provide an alternative crash duration which aim to be able to plan a repair project effectively so as to obtain the optimal duration in its implementation. The results of the analysis of the CPM method of the KM. WILIS repair project obtained a duration of 33 days with the critical trajectory being on the A-B-E-F-AF-AG-AJ-AK-BO-BP-BQ activity and by using the PERT method obtained the probability of the KM. WILIS repair project can be completed on time, namely within a period of 30 days is 96.25%. By approaching the most efficient crash duration alternative is by adding labor by 26% of the initial workforce of 14 workers and working hours (overtime) for 3 hours. This acceleration alternative results in a shorter duration than the normal duration of the repair project, which can be completed within 24 days.

Keywords: Crash duration; Critical Path Method; KM. WILIS; Program Evaluation and Review Technique; Reparation project.



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	I
PERNYATAAN PENGAJUAN	II
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ISTILAH	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Landasan Teori	2
1.3. Critical Path Method (CPM)	15
1.4. Program Evaluation And Review Technique (PERT)	16
1.5. Percepatan Durasi	17
1.6. Rumusan Masalah	18
1.7. Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	18
BAB II. METODE PENELITIAN	19
2.1. Jenis Penelitian	19
2.2. Waktu dan Tempat.....	19
2.3. Teknik Pengumpulan Data.....	19
2.4. Prosedur Penelitian.....	19
2.5. Perhitungan Jalur Kritis Metode CPM.....	20
2.6. Langkah-langkah Metode PERT.....	22
2.7. Perhitungan Percepatan Durasi.....	23
2.8. Diagram Alir	25
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
3.1. Hasil	27
3.2. Pembahasan	73
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN	77
4.1. Kesimpulan	77
4.2. Saran.....	77
 	78
 	80



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. KM WILIS.....	3
2. <i>Repair list</i> KM WILIS.....	5
3. Proses penyekrapan.....	6
4. Pengecatan kapal.....	7
5. <i>Ultrasonic test</i>	8
6. Rangkain pipa pada kapal.....	10
7. Reparasi <i>propeller</i>	12
8. Pembukaan daun kemudi kapal.....	13
9. <i>Zinc anoda</i>	14
10. <i>Welding check</i> menggunakan kapur dan solar.....	15
11. Diagram AOA (<i>Activity On Arrow</i>).....	16
12. Kurva distribusi asimetris (beta) dengan a, m, dan b.....	17
13. Diagram alir penelitian.....	26
14. Struktur organisasi perusahaan.....	29
15. Layout PT. Industri Kapal Indonesia (Persero).....	32
16. <i>Page 1</i> penjadwalan ulang hasil <i>breakdown structure</i>	40
17. <i>Page 2</i> penjadwalan ulang hasil <i>breakdown structure</i>	41
18. Jalur kritis proyek reparasi KM. WILIS.....	55
19. Grafik <i>crash duration</i> setelah penambahan waktu kerja.....	74
20. Grafik <i>crash duration</i> setelah penambahan tenaga kerja.....	75



DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Data umum kapal KM. WILIS	3
2. Item pekerjaan dan durasi (hari).....	33
3. Hubungan keterkaitan antar kegiatan	35
4. Hasil perhitungan maju untuk mendapatkan nilai EF.....	42
5. Hasil perhitungan mundur untuk menentukan nilai LS.....	45
6. Perhitungan total float.....	49
7. Durasi optimis (a), paling mungkin (m) dan durasi pesimis (b)	56
8. Rekapitulasi durasi yang diharapkan (T_e).....	59
9. Nilai deviasi dan varian pada lintasan kritis.....	63
10. Hasil perhitungan durasi dipercepat dengan penambahan 1 jam lembur.....	66
11. Hasil perhitungan durasi dipercepat dengan penambahan 2 jam lembur.....	67
12. Hasil perhitungan durasi dipercepat dengan penambahan 3 jam lembur.....	68
13. Hasil perhitungan durasi dipercepat dengan penambahan 11% tenaga kerja	70
14. Hasil perhitungan durasi dipercepat dengan penambahan 20% tenaga kerja	71
15. Hasil perhitungan durasi dipercepat dengan penambahan 26% tenaga kerja	72
16. Perbandingan metode penjadwalan proyek KM. WILIS.....	73



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. <i>Repair List</i> KM. WILIS	81
2. Tabel distribusi normal.....	85
3. Dokumentasi wawancara dengan pihak PT. IKI (Persero)	86
4. KM. WILIS saat pengedokan di PT. IKI (Persero)	87



DAFTAR ISTILAH

- a : Waktu optimis
AC : Anti Corosi
AF : Anti Fouling
b : Waktu pesimis
CPM : *Critical Path Method*
CDr ; *Crash duration*
DLL : *Deep Load Line*
EF : Waktu penyelesaian paling awal suatu kegiatan
ES : Waktu mulai paling awal dari kegiatan
LF : Waktu penyelesaian paling akhir suatu kegiatan
LLL : *Light Load Line*
LS : Waktu penyelesaian paling akhir suatu kegiatan
m : Durasi normal
NDT : *Penetran test*
PERT: *Program Evaluation and Review Technique*
PrC : Produktivitas *crashing*
S : Standar deviasi kegiatan
t : Durasi kegiatan
T(e) : Waktu yang diharapkan
V : Varian kegiatan
VP : Volume pekerjaan
Z : Angka kemungkinan mencapai target



BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tahap perencanaan menjadi kunci keberhasilan sebuah proyek karena menentukan alokasi sumber daya, waktu dan kualitas yang ingin dicapai. Manajemen waktu proyek yang baik, efektif dan efisien diperlukan pada saat pelaksanaan agar dapat memenuhi efisiensi dan efektifitas kerja dengan baik. Salah satu aspek yang penting dalam perencanaan adalah penjadwalan.

Penjadwalan proyek merupakan langkah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan serta urutan kegiatan dalam proses pelaksanaannya. Penjadwalan proyek sebagai alat untuk menentukan kapan mulai dan selesainya kegiatan-kegiatan proyek tersebut. Penjadwalan dalam pembangunan sangat penting dilakukan mengingat sangat besar pengaruhnya terhadap kondisi proyek seperti bengkaknya waktu kerja, keterlambatan *supply* material dan pemborosan pemakaian sumber daya manusia. Perencanaan yang dibuat dengan baik akan mengikat dan mengarahkan kegiatan proyek dengan memanfaatkan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mewujudkan tujuan dan sasaran.

Proyek memerlukan aktivitas yang kompleks dan memerlukan pemrosesan, pemantauan, dan kontrol yang ketat. Kegiatan manajemen, pemantauan, dan pengendalian proyek dimulai dengan desain yang cermat, dengan rencana yang sangat rinci mengenai proyek dalam tindakan, penjadwalan, pengendalian, dan perencanaan, dengan harapan implementasi tidak akan menemui masalah serius. Jika proyek tidak direncanakan dengan matang, hal ini akan menyebabkan pelaksanaan proyek tersebut, dan akan ada kegiatan yang sangat mempengaruhi satu sama lain. Dalam praktiknya, waktu penyelesaian proyek berbeda-beda, sehingga tidak mungkin untuk memprediksi kapan suatu proyek akan selesai. Tingkat keakuratan dalam perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek ditentukan oleh ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan dalam proyek tersebut. Selain ketepatan perkiraan waktu, perencanaan juga diperlukan untuk memastikan konektivitas antar kegiatan proyek. Saat memperkirakan waktu pengerjaan proyek, perhatian harus diberikan untuk mengoptimalkan sumber daya dan meminimalkan risiko, tetapi tetap mencapai hasil yang optimal (Azizah, 2017).

Perbaikan kapal merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari dan apabila dibiarkan dapat berakibat fatal, bisa mengganggu kelancaran operasional sehingga diperlukan adanya optimalisasi dalam penggunaan waktu perbaikan kapal setiap tahunnya (Istiqomah dkk, 2021). Pekerjaan tambah maupun kurang pada *docking* baik pada *schedule* yang ada dan akan mempengaruhi waktu saat mengakibatkan keterlambatan. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan keterlambatan raparasi kapal. Hal ini dikarenakan fasilitas yang memadai, misalnya keterlambatan material, Sumber Daya manusia, faktor cuaca yang tidak dapat diprediksi dan financial dari perusahaan (Istiqomah dkk, 2020).



PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) merupakan sebuah perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang bergerak di bidang *shipbuilding*, *docking*, dan industri lainnya yang berkaitan. Setiap tahunnya tidak dipungkiri terdapat proyek reparasi kapal yang mengalami keterlambatan karena manajemen waktu yang tidak efektif.

Proyek reparasi galangan kapal membutuhkan *repair list* sebagai pedoman dalam sebuah tugas yang dilaksanakan. *Repair list* memiliki data berupa uraian pekerjaan, *main power*, *duration*, *volume* dan satuan pekerjaan. Salah satu metode yang di terapkan untuk melakukan analisa manajemen waktu adalah *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Metode ini dapat menggambarkan suatu jaringan kerja, hubungan urutan pekerjaan proyek yang harus mendahului dan didahului diidentifikasi dalam kaitanya dengan waktu dan dapat menentukan kritisnya suatu kegiatan. CPM dan PERT adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah dalam penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat *deterministic* (Sahril, 2022).

Dalam penelitian ini penulis akan melakukan studi kasus pada proyek reparasi kapal KM. WILIS di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero). Perencanaan menggunakan manajemen waktu metode CPM dan PERT diharapkan dapat mempermudah proses penjadwalan dan juga dapat memberi alternatif kepada perencana proyek dengan *crash duration* agar dapat menyusun perencanaan suatu proyek dengan baik sehingga dapat memperoleh durasi yang efektif dalam pelaksanaan proyek.

1.2. Landasan Teori

1.2.1. Karakteristik Kapal KM. WILIS

KM. WILIS adalah kapal jenis penumpang yang berkapasitas 1000 penumpang. Kapal ini dibangun pada tahun 1999 milik PT. PELNI dan melakukan reparasi di PT. IKI (Persero) tahun 2023. KM. WILIS berlayar dibawah bendera Indonesia dengan nomor IMO 9157210 dan nomor MMSI saat ini adalah 525005038.





Gambar 1. KM WILIS
Sumber: www.marinetraffic.com

Berikut tabel penyajian data kapal KM. WILIS.

Tabel 1. Data umum kapal KM. WILIS

Uraian	Keterangan
Nama	KM. WILIS
Jenis kapal	Passenger Ship
Pemilik	PT. PELNI (Persero)
LOA	74,00 m
LBP	68,00 m
Lebar (B)	15,20 m
Tinggi (H)	8,50 m
Sarat air (T)	2,85 m
DWT	400 Ton

Sumber: www.marinetraffic.com

1.2.2. Reparasi Kapal

Reparasi adalah proses perbaikan sebagian dari benda yang sudah ada dan mengalami kerusakan atau perubahan bentuk yang tidak diinginkan. Ada beberapa hal yang biasanya dilakukan pada saat kapal direparasi di dalam sebuah *dock*. Mulai



sedur sebuah kapal untuk memasuki *dock* sampai kapal ya kapal selesai direparasi dan siap berlayar kembali (Risna,

erupakan sebuah tindakan pengembalian fungsi dan kondisi am rangka mempertahankan kelayakan pada kapal sehingga cara maksimal. Reparasi juga dapat berarti memperbaiki,

mengganti komponen atau material yang rusak, dan termasuk ke dalam pemeliharaan kapal (Padaga, 2018).

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 tahunan kelas ini dilaksanakan setiap 1 tahun sekali selama periode kelas 5 tahun (4 kali dalam periode kelas 5 tahun). Survei ini mengutamakan bagian kapal yang terendam di bawah garis air, survei ini meliputi survey konstruksi, instalasi mesin, listrik dan perlengkapan kapal. Hendaknya saat melakukan *annual survey*, 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 (Padaga, 2018).

b. *General Survey*

Survei yang dilakukan empat tahun sekali Pada survei ini dilakukan survei secara keseluruhan, baik permesinan dan sistem bantuannya (Padaga, 2018).

c. *Emergency Survey*

Survei yang dilakukan secara tiba-tiba atau diluar jadwal seperti saat kapal mengalami bencana baik tabrakan ataupun kandas (Padaga, 2018).

1.2.3. *Planning*

Perencanaan adalah merupakan bagian penting dari aktifitas proyek teknik (*engineering*) yang besar. Perencanaan berkembang menjadi apa yang dinamakan rencana strategis (*strategic planning*). *Strategic planning* didefinisikan sebagai: "Proses yang kontinu dari suatu usaha saat ini yang secara sistematis dan dengan pengetahuan yang tepat akan mengatur secara sistematis berbagai usaha untuk menyelesaikan keputusan tersebut dan mengukur hasil dari keputusan terhadap hasil yang diharapkan melalui umpan balik yang sistematis dan teratur". *Elemen* dari *strategic planning* dapat diterapkan dalam proses pengadaan kapal baru. Proses *strategic planning* dimulai dengan penilaian terhadap lingkungan yang berhubungan dengan perusahaan yang mencakup lingkungan internal dalam organisasi yang menjalankan aktifitas serta lingkungan external dimana kapal akan berfungsi.



Gambar 2. *Repair list* KM WILIS
Sumber: Data primer, 2023

Dalam tahap *planning* dan persiapan produksi terlebih dahulu perlu diadakan survei pekerjaan agar seluruh pekerjaan perbaikan kapal dapat direncanakan sesuai waktu yang ditentukan. Kapal yang telah disetujui untuk masuk galangan akan disurvei terlebih dahulu sebelum masuk agar galangan bisa mempersiapkan keperluan untuk kapal yang akan masuk. Kapal yang telah masuk galangan nantinya akan disurvei kembali oleh pihak *planner* galangan untuk menyesuaikan dengan rencana kontrak yang diajukan *owner* berdasarkan kebijakan galangan untuk detail pekerjaan yang perlu dilakukan. Setelah survei maka pihak galangan akan membuat *planning* jadwal pekerjaan dari masuknya kapal di galangan hingga keluar, jadwal ini akan menjadi pegangan agar proses *repair* kapal bisa selesai tepat waktu.

1.2.4. Reparasi Lambung kapal

Reparasi pada lambung kapal terdiri dari dua bagian yaitu pembersihan dan pengecatan lambung kapal.

1. Pembersihan lambung kapal

Pembersihan pada lambung kapal yaitu pembersihan dari binatang, tumbuhan, dan mikroorganisme laut lainnya yang menempel pada lambung kapal. Proses pembersihan dilakukan dengan menskrap permukaan lambung kapal setelah kapal naik dok. Lambung kapal yang berada di bawah garis air dibersihkan dari tumbuhan laut (*fouling organisme*), binatang, dan mikroorganisme laut lain serta cat lama dan hasil pengkaratan.

a. Pembersihan binatang dan tumbuhan laut



Pembersihan terhadap tumbuhan dan hewan laut menggunakan sekrap kanismenya dengan menggunakan sekrap yang biasa disebut nggosok pelat dari kerang dan lumut, cara ini menggunakan secara manual. Kekurangan dari metode ini adalah hasil yang at dan kurang bersih. Dan kelebihanannya adalah cara ini adalah aling murah biayanya.



Gambar 3. Proses penyekrapan
Sumber: Data primer, 2023

b. *Blasting*

Blasting adalah proses pembersihan permukaan material dengan menggunakan sistem penyemprotan udara bertekanan tinggi dengan berbagai media seperti pasir, air, dan lain-lain (Salsabila, 2021). *Blasting* dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- *Sandblasting*

Sandblasting adalah salah satu metode pembersihan badan kapal saat reparasi maupun pembangunan bangunan kapal baru pada suatu galangan. *Sandblasting* biasa juga disebut sebagai *abrasive blast cleaning*. *Sandblasting* bertujuan untuk mengikis kotoran berupa karat akibat oksidasi antara air laut dan udara, selain itu *sandblast* juga dapat membersihkan kotoran berupa *mill scale* (pelat baru). Selain itu juga bertujuan untuk membuat *profile* (kekasaran) pada permukaan metal agar dapat tercapai tingkat perkepadagaan yang baik antara permukaan metal dengan bahan pelindung misalnya cat (Hendrawan & Aprilian, 2020).

Jenis jenis pasir yang sering digunakan:

- Pasir kuarsa: penggunaan pasir kuarsa untuk proses *sandblasting* masih banyak ditemui. Pasir kuarsa yang digunakan untuk sandblasting adalah yang berukuran besar yaitu 0,5-2 mm. Pasir kuarsa banyak dipilih karena harganya yang relatif murah.
- Pasir besi: Pasir besi biasanya berukuran lebih kecil yaitu 0,5-0,8 mm. Kelebihannya adalah pasir besi dapat digunakan lebih dari sekali karena memiliki tekstur yang kuat dan hasil *blastingnya* bagus tetapi relatif mahal.



- *Sweepblasting*

Pada dasarnya cara kerja *sweepblasting* sama dengan *sandblasting*. Pada *sweepblasting* hanya menyemprot bagian yang berkarat. Yang membedakan dengan *sandblasting* adalah tekanan dan ukuran butirannya, pada *sweepblasting* biasanya 15 kg/m^2 dan hanya mengupas lapisan cat AC dan AF sedangkan *sandblasting* dengan 25 kg/m^2 bisa mengupas hingga lapisan cat primer.

2. Pengecatan Kapal

Pengecatan badan kapal berguna untuk melindungi kulit kapal dari proses pengkaratan dan juga binatang laut, karena hampir semua material penyusun kapal adalah logam (pelat baja). Mengingat daerah kerja kapal adalah di laut maka sifat logam (pelat baja) reaktif terhadap korosi. Sebelum melakukan pengerjaan pengecatan terlebih dahulu material yang akan dicat harus bersih dari kotoran-kotoran minyak maupun sisa-sisa cat dan debu. Karena apabila dilakukan *sandblasting* membutuhkan biaya yang cukup mahal apalagi pengecatan harus dilakukan seperti bangunan baru, maka proses pembersihan dari kotoran tersebut harus benar-benar bersih. Sebelum mulai pengecatan maka kapal dibersihkan terlebih dahulu dengan tujuan menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada kapal. Kapal sebagai alat transportasi air, maka dari itu sangat rentan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh air (korosi dan lapuk) maupun tumbuhan atau binatang laut yang menempel pada badan kapal yang tercelup air (Ariany, 2014).



Gambar 4. Pengecatan kapal

Sumber: Data primer, 2023



Jenis cat yang dipakai di kapal adalah:

- Cat primer, ini merupakan cat dasar. Berguna untuk melapisi bagian yang paling awal (*bare metal*). Cat ini dapat menjadi dasar cat dan sekaligus anti karat, mempunyai daya lekat yang kuat terhadap lapisan cat berikutnya.
- Cat AC (*Anti Corrosion*/anti karat), cat ini berfungsi sebagai pencegah korosi. Cat ini tergolong cat primer dari keluarga *resin*.
- Cat AF (*Anti Fouling*/anti binatang atau tumbuhan laut), Ini cat anti teritip. Digunakan pada lambung bawah kapal, dari lunas sampai garis air, yaitu bagian yang terus menerus tercelup air laut. Bagian ini sangat sering ditemplei lumut dan teritip.

1.2.5. Pengukuran Ketebalan Pelat

Dalam pengukuran ketebalan pelat perlu ditentukan titik-titik yang memiliki kemungkinan penipisan *plat*. Dalam 1 *plat* harus ada 4 sampai 6 titik untuk pengesanan. Pengukuran ketebalan pelat dilakukan menggunakan *Ultrasonic Test* (UT).



Gambar 5. *Ultrasonic test*
Sumber: Data primer, 2023

Selain mudah dan cepat, keuntungan dari *Ultrasonic test* adalah tidak menimbulkan tonjolan pada pelat kulit. *Ultrasonic test* dapat mengukur ketebalan pelat hanya dari satu sisi. Pelat yang diukur digerinda kemudian diberi pasta pengkilap. *SE-probe* (pada *Ultrasonic tester*) ditempelkan pada permukaan pelat untuk menimbulkan getaran *Ultrasonic*. Getaran menembus ketebalan pelat dan dipantulkan kembali menuju *SE-probe* sebagai gema. Dengan mengukur kecepatan getaran, maka waktu getaran *Ultrasonic* yang diterima dan dipantulkan tersebut akan menunjukkan ketebalan pelat yang sedang diukur.



Langkah-langkah dalam proses pemeriksaan ketebalan pelat:

- Melakukan penandaan dan penomoran pada letak gading-gading dari buritan kapal tepatnya pada poros kemudi (AP) hingga ke haluan (FP)
- Pemeriksaan ketebalan pelat dilakukan dengan mengetok pelat. Apabila bunyi ketukan pelat yang dihasilkan lebih nyaring pada bagian tertentu maka pelat lebih tipis pada bagian tersebut.
- Bagian pelat yang tipis diberi tanda, digurinda dan diberi paselin dan bagian inilah yang akan di test dengan menggunakan *Ultrasonic test*.
- Titik-titik uji yang telah ditentukan digerinda hingga terlihat warna pelat aslinya. Kemudian titik tersebut ditest menggunakan *Ultrasonic Test (UT)* dengan cara menempelkan alat pada titik uji yang ingin diketahui ketebalannya, maka jarum skala pada alat UT akan menunjukkan ketebalan pelat dalam satuan millimeter.
- Dalam 1 pelat ada 4 sampai 6 titik uji. Apabila ketebalan pelat disalah satu titik berbanding jauh dengan 3 titik lain maka titik uji bisa ditambah agar ketebalan pelat yang mengalami penipisan lebih akurat.

Apabila ketebalan pelat yang telah diuji berkurang 20% dari tebal pelat semula, maka pelat perlu *direplating*. Kulit lambung dipotong untuk diganti dengan pelat baru karena dideteksi pelat lama terdapat pengurangan ketebalan pelat sehingga melebihi batas toleransi *class*.

1.2.6. Reparasi Pelat Kapal

Replating adalah suatu proses dimana kapal melakukan pergantian pelat baru untuk mengganti pelat lama yang telah mengalami penipisan pelat yang diakibatkan oleh korosi terhadap air laut yang perlu dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mempertahankan bagian-bagian kapal (Hamdani, 2017). Tujuan dari *replating* yaitu untuk perbaikan plat pada lambung kapal yang telah mengalami kerusakan yang disebabkan oleh faktor usia pemakaian dan penyebab lainnya. Jenis pekerjaan *replating* akan digunakan untuk memperoleh data terkait ketepatan waktu pengerjaan (Amrullah dkk, 2023).

Terdapat pertimbangan-pertimbangan yang dilakukan untuk memutuskan melakukan proses *replating* atau tidak. Pertimbangan pertimbangan tersebut diuraikan sebagai berikut (Hamdani, 2017):

1. Jika terdapat pelat yang mengalami deformasi sebesar:
 - 20% dari kondisi awal untuk kapal baru.
 - 30% dari kondisi awal untuk kapal lama.



masi yang memiliki ukuran lebih dari 4x tebal pelat.
lami korosi yang membuat pelat menjadi keropos.
los uji oleh class (BKI, ABS, NK, dll).

an proses *replating* yang dilakukan dilapangan sebelum
replating.

- Menandai dimana letak dari pelat yang hendak diganti dengan menggunakan kapur berdasarkan hasil pengukuran dari Ultrasonic test yang sudah ada pada gambar bukaan kulit.
- Ukuran pelat yang hendak diganti ditentukan dan gading-gading yang ada harus terlebih dahulu ditandai untuk mencegah gading ikut terpotong.
- Pelat pengganti yang akan dipasang harus memiliki ukuran yang lebih dari ukuran yang telah ada. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya pelat pengganti yang lebih kecil dari ukuran semula.
- Dilakukan pengelasan sesuai dengan WPS (*Welding Prosedure Spesification*).

1.2.7. Reparasi Perpipaan Kapal

Instalasi pipa di kapal digunakan untuk mengalirkan fluida dari satu tanki atau kompartemnt ke tanki lain, atau dari satu tangki ke peralatan permesinan di kapal, atau mengalirkan fluida dari kapal ke luar kapal dan sebaliknya. Selain itu terdapat instalasi pipa yang lain berfungsi mengalirkan gas *non* cair seperti pipa gas buang, pipa sistem CO₂, atau instalasi pipa yang mengalirkan udara dan uap bertekanan (Budi dkk, 2015).



Gambar 6. Rangkain pipa pada kapal
Sumber: Data primer, 2023

Sistem instalasi pipa pada kapal memiliki warna-warna tertentu untuk membedakan setiap sistem instalasi. Warna-warna ini biasanya berlaku secara umum tetapi bisa juga berbeda tergantung kebijakan dan ketentuan kapal. Umumnya warna-warna tiap pipa sebagai berikut:



- = pipa pemadam (*fire fighting*).
- = pipa air tawar (*fresh water*).
- = pipa air laut (*sea water*).
- = pipa bahan bakar (*fuel/diesel oil*).

- Kuning (*yellow*) = pipa pelumas (*lubricating oil*).
- Hitam (*black*) = pipa air got (*bilges*).
- Perak (*silver*) = pipa cerobong/gas buang (*exhaust gas*).
- Putih (*white*) = pipa udara.

Berikut metode pelaksanaan reparasi sistem perpipaan pada kapal

1. Perawatan pipa meliputi kondisi pipa yang sudah berkarat harus di ganti atau di las agar tidak bocor, kondisi sambungan atau *plands* harus menggunakan *packing* sesuai jenis - jenis pipanya.
2. Pipa juga harus di cat agar tidak mudah berkarat.
3. Pipa yang sudah diganti dan akan dipasang pada kapal terlebih dahulu diuji kekedapannya dengan memasang seluruh pipa kemudian dipompa dengan *machine flushing* yang akan mengalirkan cairan ke seluruh pipa.

1.2.8. Reparasi *Propeller*

Proses reparasi *propeller* kapal dilakukan ketika kapal berada di dalam *dock* (proses *docking*), umumnya kerusakan pada *propeller* terjadi pada bagian daunnya (*blade*) dimana daun *propeller* inilah yang menjadi perantara antara kapal dan air sehingga kapal dapat berjalan, sebagai contoh kerusakan pada daun *propeller* seperti: mengalami *fouling*, terjadi pengikisan akibat kavitasi, terjadi keretakan dan bengkokan (*bending*) akibat berbenturan dan sebagainya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dengan kondisi *propeller* yang tidak optimum tersebut maka performa *propeller* akan turun (Wilastari dan Santoso, 2020).

Secara umum proses reparasi *propeller* berdasarkan jenis kerusakan atau permasalahan yang dapat terjadi adalah sebagai berikut:

1. Proses perbaikan diawali pengecekan bagian daun baling-baling secara visual yang sebelumnya didahului dengan pelepasan baling-baling dari kapal. Lalu identifikasi kerusakan apakah *propeller* patah, bengkok, robek, *fouling*, dll.
2. Perbaikan dilakukan sesuai dengan kerusakan *propeller*. Proses pemukulan hanya dilakukan pada saat daun *propeller* mengalami bengkok dengan cara dipanaskan dan dipukul sampai sesuai dengan bentuk semula.

Setelah dilakukan perbaikan di atas selanjutnya adalah proses balancing *propeller*. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Siapkan sebuah poros panjang dengan diameter yang sesuai dengan diameter *bos propeller*. Biasanya ukuran poros ini sudah tersedia di pasaran dengan ukuran yang sesuai dengan diameter *hub propeller*.



tersebut ke dalam *hub propeller* dan berikan sedikit pelumas lancar.

di pada kedua sisi poros agar *propeller* tidak terlepas ketika

propeller dengan kecepatan tertentu hingga *propeller* berhenti dan akibat massa *propeller* dan gaya gravitasi.

5. Lakukan langkah di atas beberapa kali hingga *propeller* berhenti dengan sendirinya.
6. Jika *propeller* berhenti pada satu sisi daun *propeller* setelah dilakukan beberapa kali putaran (salah satu daun selalu berada dibawah) dimana *propeller* berhenti akibat perbedaan massa dari daun *propeller*, maka dapat dipastikan daun tersebut memiliki massa yang tidak sesuai (lebih berat) dari daun *propeller* yang lain. Sehingga dapat dikatan *propeller* tersebut tidak *balance*.

Setelah *repair* perlu dilakukan *penetran test* (NDT) untuk mengecek jika terdapat pori-pori yang besar pada daun baling-baling. Terlebih dahulu baling-baling dibersihkan lalu di *cleaner* setelah itu pemberian cairan penetran secara merata pada *propeller* lalu didiamkan minimal 5 menit. Bersihkan cairan *penetran* pada permukaan *propeller* dengan *cleaner*. Setelah itu pengaplikasian cairan *developer* pada spesimen uji. Lalu dilakukan pengamatan dan inspeksi indikasi. Lakukan pembersihan *developer* setelah proses pengujian selesai.



Gambar 7. *Reparasi propeller*
Sumber: Data primer, 2023

1.2.9. *Reparasi Daun Kemudi*

Menurut Padaga (2018) proses pengerjaan pada daun kemudi dibagi menjadi beberapa tahap yaitu:

- Melepas daun kemudi
- 1. Memasang bul-bul pada sisi-sisi daun kemudi dengan dilas.



penutup baut dengan palu.

Itu baik yang di luar maupun yang ada didalam badan kapal, jika pemanasan terlebih dahulu dengan brander potong untuk

angkat sedikit untuk melepaskan *sole piece*.

mesin dan diturunkan dengan perlahan-lahan.

6. Daun kemudi di bawa ke bengkel mekanik untuk mendapatkan perawatan dan pemeliharaan.
 - Memasang daun kemudi
1. 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:
2. Memasang 2 kupingan (bul-bul) pada buritan kapal dan 2 buah lagi pada sisi kanan dan kiri daun kemudi.
3. Memasang *hoist* pada masing-masing kupingan.
4. Menempatkan poros kemudi pada lubang sole piece dan menjaga posisi daun kemudi tetap tegak.
5. Memasang baut-baut pada *flens* poros dan menguatkannya dengan mengelaskan pelat pada masing-masing barisan baut *flens* kemudi kiri dan kanan.



Gambar 8. Pembukaan daun kemudi kapal
Sumber: Data primer, 2023

1.2.10. Pemasangan *Zinc Anode*

Menurut Nasution (2021) pemasangan *zinc anode* pada bagian badan kapal yang asudkan untuk meminimalisir terjadinya korosi yang terjadi di di pasang *zinc anode*. Hal ini disebabkan *zinc anode* mampu ut, sehingga proses perkaratan badan kapal dapat diperlambat. *zinc anode* pada arah memanjang kapal disekitar lambung 3 neter juga, sebelum *zinc anode* terpasang pada lambung kapal an terlebih dahulu adalah:



2. Membuat suatu titik pada lambung kapal.
3. Bagian yang sudah dilas ditutup dengan semen.

Zinc anode dipasang pada daerah yang mempunyai perkaratan tinggi misalnya:

1. Pada daun kemudi.
2. *Propeller bracket*.
3. Daerah bawah lunas bilga.
4. Daerah perenkaratn aktif dan nyata.
5. Buritan atau linggi buritan.
6. *Sea chest*.
7. Daerah haluan.



Gambar 9. *Zinc anoda*
Sumber: Data primer, 2023

1.2.11. 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 (Padaga, 2018).





Gambar 10. *Welding check* menggunakan kapur dan solar
Sumber: Data primer, 2023

b. 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) (Padaga, 2018).

1.3. *Critical Path Method (CPM)*

CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan. Metode CPM adalah suatu metode atau cara dan tahapan yang digunakan dalam perencanaan dan pengendalian dengan menggunakan prinsip pembentukan jaringan di mana metode ini cukup banyak digunakan pada pengelolaan suatu proyek. Metode CPM, memastikan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek sudah diketahui pada awal sebelum pengerjaan, termasuk waktu yang

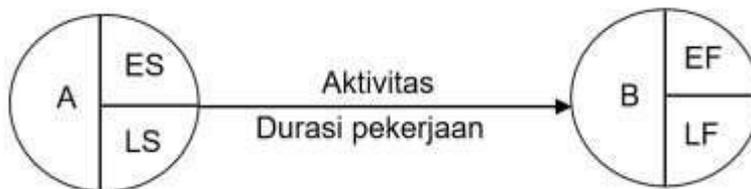


penyelesaian proyek serta hubungan antara sumber yang CPM memberikan hasil analisis pada jaringan kegiatan suatu asi biaya total proyek dengan cara mempersingkat waktu total yang dilaksanakan (Hadicara, 2023).

Metode CPM) adalah metode untuk menentukan fleksibilitas menentukan tugas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu

proyek. Dalam manajemen proyek, urutan tugas terpanjang yang harus diselesaikan tepat waktu untuk menyelesaikan proyek adalah jalur kritis. Aspek lain dari proyek akan tertunda jika tugas penting ditunda. CPM berfokus pada penentuan durasi tugas, menemukan dependensi, dan menemukan tugas paling penting dalam garis waktu proyek (Hadicara, 2023).

Dalam CPM (*Critical Path Method*) dikenal perhitungan maju (*forward pass*), perhitungan mundur (*backward pass*) dan total *Float*. Dalam metode CPM juga akan mendapatkan lintasan kritis yang menghubungkan kegiatan kritis yang tidak boleh terhambat pelaksanaannya. Untuk mengetahui jalur kritis dari proyek maka perlu menentukan nilai ES (*Earliest Start Time*), LS (*Latest Start Time*), EF (*Earliest Finish Time*), LF (*Latest Finish Time*) yang akan dihubungkan dalam diagram AOA (*Activity On Arrow*) seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram AOA (*Activity On Arrow*)
Sumber: Hasil analisis, 2024

1.4. Program Evaluation And Review Technique (PERT)

PERT atau *Program Evaluation and Review Technique* adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan dan konflik produksi; mengkoordinasikan dan mensinkronisasikan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan; mempercepat selesainya proyek (Hadicara, 2023).

Dalam visualisasi penyajiannya, PERT sama halnya dengan CPM, yaitu menggunakan *network diagram*. Demikian pula pengertian dan perhitungan mengenai kegiatan kritis, jalur kritis dan float yang dalam PERT disebut *SLACK*. Salah satu perbedaan yang substansial adalah dalam estimasi kurun waktu kegiatan, dimana PERT menggunakan tiga angka estimasi, yaitu a , b , dan m yang mempunyai arti sebagai berikut (Syaiful, 2018):

a = kurun waktu optimistik (*optimistic duration time*).



untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan demikian diungguli hanya sekali dalam seratus kali bila kegiatan tersebut berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama. Yang paling mungkin (*most likely time*).

yang paling sering terjadi dibanding dengan yang lain bila kegiatan tersebut berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

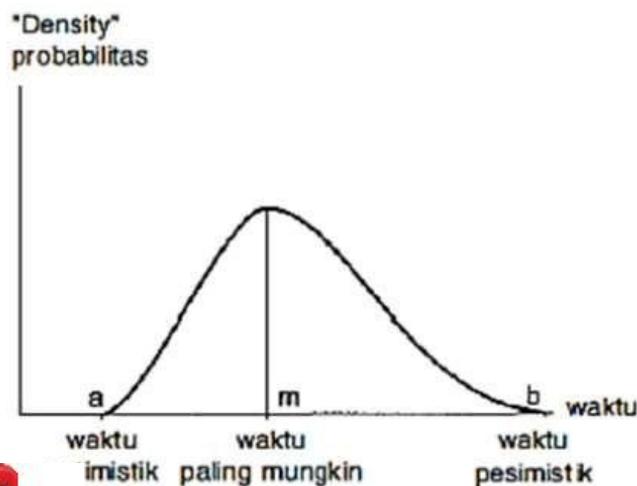
- c. b = kurun waktu pesimistik (*pessimistic duration time*).

Waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatunya serba tidak baik. Waktu demikian dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

Tujuan akhir dalam tahap penjadwalan ialah membentuk *time chart* yang dapat menunjukkan waktu mulai dan selesainya setiap kegiatan serta hubungannya satu sama lain dalam proyek. Jadwal harus mampu menunjukkan kegiatan-kegiatan yang kritis dilihat dari segi waktu yang memerlukan perhatian khusus kalau proyek harus selesai tepat pada waktunya. Bagi kegiatan-kegiatan yang tidak tergolong jalur kritis jadwal harus menentukan banyaknya waktu yang mengambang (*slack*) yang dapat dipergunakan ketika kegiatan tertunda atau kalau sumber daya yang terbatas digunakan secara efektif (Syaiful, 2018).

1.4.1. Kurva Distribusi dan Variabel a , b , dan m

Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti dari a , b , dan m . Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m , yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi atau juga disebut *the most likely time*. Adapun angka a dan b terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan. Kurva distribusi kegiatan seperti pada Gambar 12 dibawah ini pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut Kurva Beta (Syaiful, 2018).



. Kurva distribusi asimetris (beta) dengan a , m , dan b
 Sumber: Syaiful, 2018

1.5. Percepatan Durasi

Percepatan durasi dalam suatu *project* merupakan sebuah upaya yang dilaksanakan guna mendapatkan durasi selesai proyek yang lebih cepat dari durasi awal yang direncanakan. *Crashing project* ini dilaksanakan guna mengantisipasi adanya keterlambatan dalam suatu pekerjaan. Karena terjadinya keterlambatan dalam penyelesaian proyek akan berdampak pada kedua pihak terkait.

Percepatan durasi merupakan suatu upaya untuk mempercepat durasi pelaksanaan proyek agar selesai lebih awal dari waktu yang telah direncanakan. *Crash duration* tersebut dilaksanakan pada aktivitas yang terdapat di lintasan kritis. Alternatif yang dapat dilaksanakan guna percepatan durasi pekerjaan antara lain penambahan waktu lembur dan tenaga kerja (Fatimah dkk, 2022).

1.6. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang menjadi kajian dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa lama durasi yang diperoleh untuk menyelesaikan Proyek Reparasi Kapal menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) ?
2. Bagaimana perbandingan durasi dan urutan pekerjaan reparasi kapal pada PT.IKI dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) ?
3. Berapa probabilitas penjadwalan ulang dan *crash duration* proyek reparasi kapal lebih optimal ?

1.7. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi berapa lama durasi yang diperoleh untuk menyelesaikan proyek reparasi kapal menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).
2. Mengetahui perbandingan durasi dan urutan pekerjaan reparasi kapal di PT. IKI (Persero) dengan *reschedule* proyek menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).
3. Mengetahui probabilitas penjadwalan ulang proyek dan *crash duration* reparasi kapal bisa optimal.



ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi tugas akhir dan menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan agar dapat dalam membuat penjadwalan proyek.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif yaitu penelitian yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta menampilkan hasil dari studi kasus mengenai manajemen waktu menggunakan metode CPM dan PERT pada proyek reparasi kapal KM. WILIS.

2.2. Waktu dan Tempat

Penelitian ini bertempat di PT. IKI (Persero) Jalan Galangan Kapal No. 31, Kaluku Badoa, Kecamatan Tallo, Kota Makassar dan Laboratorium Riset Produksi Bangunan Lepas Pantai dan Pekerjaan Bawah Air (OPART) Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanddin, Gowa dengan waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Maret sampai Juli 2024.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini, pengambilan data dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer
Dokumentasi kegiatan reparasi, *repair list* KM. WILIS dan data penelitian hasil wawancara dengan pihak PT. IKI (Persero).
2. Data Sekunder
Pengumpulan referensi dari buku dan jurnal ilmiah, paper, ataupun tugas akhir.

2.4. Prosedur Penelitian

1. Langkah awal dalam penelitian ini yaitu mengetahui gambaran permasalahan yang ada di tempat penelitian.
2. Selanjutnya melakukan pengumpulan data-data yang diperlukan untuk pemecahan masalah yaitu berupa:
 - a. *Repair list* proyek reparasi kapal pada PT. IKI (Persero).
 - b. Melakukan wawancara kepada pihak PT. IKI (Persero) untuk mengetahui durasi optimis, pesimis, dan paling mungkin pada tiap item pekerjaan.



efikasi pekerjaan yang dapat lebih awal dikerjakan ataupun proyek reparasi kapal KM. WILIS dari PT. IKI (Persero).
 dengan membuat *predecessor* dan *successor* dari setiap an sehingga didapatkan jalur paling cepat pekerjaan dimulai saat paling cepat pekerjaan selesai dikerjakan (*Earliest*

6. Mengidentifikasi CPM dengan perhitungan maju (*forward pass*) dan menghitung perhitungan mundur (*backward pass*).
7. Menganalisis jalur kritis (nilai *float* sama dengan nol) berdasarkan *network diagram* dengan CPM.
8. Kemudian menganalisis data dengan metode PERT yaitu dengan menghitung durasi tiap aktifitas yaitu berupa durasi optimis, pesimis, dan paling mungkin menjadi satu durasi yang dinamakan waktu yang diharapkan (T_e).
9. Setelah memperoleh durasi (T_e) maka tahap selanjutnya menghitung nilai varians dan standar deviasi.
10. Tahap selanjutnya yaitu menghitung tingkat probabilitas penyelesaian proyek agar dapat diketahui seberapa besar peluang keberhasilan proyek reparasi kapal menggunakan metode PERT.
11. Dilakukan perhitungan *crash duration* dengan cara mengkonversi aktivitas-aktivitas yang ada pada jalur kritis menggunakan alternatif penambahan jam lembur dan tenaga kerja.
12. Kesimpulan.

2.5. Perhitungan Jalur Kritis Metode CPM

Perhitungan mencakup 2 tahap, tahap pertama disebut perhitungan maju dimana perhitungan dimulai dari *node* "awal" dan bergerak ke *node* "akhir". Di setiap *node*, sebuah nilai dihitung yang mewakili waktu tercepat untuk suatu kejadian yang bersangkutan. Tahap kedua yang disebut perhitungan mundur, dimana perhitungan dimulai dari *node* "akhir" dan bergerak ke *node* "awal" (Wirawan, 2017).

2.5.1. Perhitungan Maju

Dalam Soeharto, (1998) dikutip dalam Barihazim, (2018) pada perhitungan maju dimaksudkan untuk menghitung saat yang paling awal terjadinya dan penyelesaian kegiatan suatu proyek. Waktu mulai paling awal suatu kegiatan dapat didapatkan dari Persamaan (1).

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

Keterangan:

EF = Waktu penyelesaian paling awal suatu kegiatan,



paling awal dari kegiatan, kegiatan.

t memiliki dua atau lebih kegiatan terdahulu, maka waktu mulai kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu paling awal (EF) yang terdahulu.

2.5.2. Perhitungan Mundur

Menurut Soeharto, (1998) dikutip dari Wirawan, (2017) pada perhitungan mundur dimaksudkan untuk menghitung saat yang paling akhir penyelesaian dan terjadinya dari kegiatan suatu proyek. Waktu penyelesaian paling akhir suatu kegiatan didapatkan dari Persamaan (2).

$$LS = LF - t \quad (2)$$

Keterangan:

- LS = Waktu mulai paling akhir dari kegiatan,
 LF = Waktu penyelesaian paling akhir suatu kegiatan,
 t = Durasi dari kegiatan.

Dari hasil persamaan-persamaan diatas maka jalur kritis sebuah kegiatan dapat ditentukan apabila memenuhi tiga kondisi sebagai berikut:

- ES = LS.
- EF = LF.
- LF – ES = Durasi Kegiatan.

2.5.3. Menghitung Total Float

Menurut Somantri (2005) total float adalah tenggang waktu yang masih dimungkinkan untuk terjadi keterlambatan selesainya pekerjaan tersebut tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek. Adapun persamaan untuk mencari total float sebagai berikut dari Persamaan (3).

$$\text{Total Float} = EF - LF \quad (3)$$

Keterangan:

- EF = *Earliest Finish*,
 LF = *Latest Finish*,

Dari persamaan diatas, maka jalur ciri-ciri suatu kegiatan berada dalam jalur kritis adalah ketika besarnya TF = 0.

2.6. Langkah-langkah Metode PERT



PERT dan CPM hampir sama dalam pengolahan jaringannya. Pada penentuan durasi aktivitas dan durasi jalur kritis. Garis adalah sebagai berikut kegiatan dan kejadian. an pekerjaan . n jaringan. setiap kegiatan.

5) Menspesifikasikan jalur kritis.

Cara menghitung kurun waktu yang diharapkan (*expected duration time*) T_e , yaitu:

1. Menentukan nilai T_e

Dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistik (a) dan pesimistik (b) adalah sama. Sedangkan jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari kedua peristiwa di atas. Sehingga bila ditulis dengan rumus adalah sebagai berikut:

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (4)$$

Keterangan:

T_e = Perkiraan waktu aktivitas,

a = Waktu optimis,

m = Waktu normal,

b = Waktu pesimis.

2. Menentukan deviasi standar

Estimasi kurun waktu kegiatan metode PERT memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang relatif mudah dibayangkan. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Berapa besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b. Pada PERT parameter yang menjelaskan masalah ini dikenal sebagai Deviasi Standar dan Varians. Berdasarkan ilmu statistik, angka deviasi standar adalah sebesar 1/6 dari rentang distribusi (b-a) atau bila ditulis sebagai rumus menjadi sebagai berikut:

$$S = \frac{1}{6} (b - a) \quad (5)$$

Keterangan:

S = Deviasi standar kegiatan,

a = Waktu optimis,

b = Waktu pesimis.

3. Menentukan variasi kegiatan dari kegiatan reparasi

Menentukan variasi kegiatan seperti pada Persamaan (6).



$$V(T_e) = S^2 = \left[\frac{(b - a)}{6} \right]^2 \quad (6)$$

- S = Deviasi standar kegiatan,
 a = Waktu optimis,
 b = Waktu pesimis.

2.6.1. Teori Probabilitas

Seperti telah disebutkan di atas bahwa tujuan menggunakan tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang yang lebih lebar dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan dibanding satu angka deterministik. Teori probabilitas dengan kurva distribusinya akan menjelaskan arti tiga angka tersebut khususnya dan latar belakang dasar pemikiran metode PERT pada umumnya (Syaiful, 2018).

Pada dasarnya teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainly*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif berapa persen kemungkinan berhasilnya penjadwalan yang telah dibuat. Dalam penentuan probabilitas penyelesaian proyek dapat dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (7).

$$z = \frac{(T(d) - Te)}{S} \quad (7)$$

Keterangan:

- Z = Angka kemungkinan mencapai target,
 T(d) = Target jadwal,
 Te = Jumlah waktu lintasan kritis,
 S = Deviasi standar.

Setelah didapatkan hasil nilai Z maka kita dapat melihat tabel distribusi normal untuk mengetahui berapa persen kemungkinan berhasilnya proyek.

2.7. Perhitungan Percepatan Durasi

2.7.1 Penambahan Waktu Kerja (Lembur)

Dalam penelitian ini, percepatan waktu proyek menggunakan penambahan jam lembur pada aktivitas-aktivitas pekerjaan yang berada pada jalur kritis. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan produktivitas pekerja jika ditambahkan jam kerja pada pekerja tersebut. Produktivitas kerja lembur untuk 1 jam lembur adalah 90 %, pada



h 80 %, pada tiga jam lembur adalah 70 %. Penurunan tersebut dikarenakan oleh banyak faktor yang meliputi cuaca yang dingin, dan penglihatan yang kurang baik pada malam hari. *sh Duration* pada proyek reparasi dapat dihitung dengan rumus (Syaiful, 2018):

$$e = a + (b \times c \times d) \quad (8)$$

Keterangan:

- e = Produktivitas setelah penambahan durasi,
- a = Produktivitas normal,
- b = Produktivitas perjam kerja,
- c = Koefisien penurunan produktivitas karena jam lembur,
- d = Penambahan jam lembur.

Perhitungan percepatan durasi dengan penambahan waktu kerja/lembur dapat diselesaikan melalui Persamaan (9):

$$CDr = \frac{VP}{PrC} \quad (9)$$

Keterangan:

- CDr = *Crash duration* penambahan tenaga kerja,
- VP = Volume pekerjaan,
- PrC = Produktivitas *crashing* penambahan jam lembur.

2.7.2. Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Percepatan durasi dapat dilaksanakan dengan opsi dengan penambahan jumlah tenaga kerja. Penambahan jumlah tenaga kerja tersebut dilaksanakan sesuai dengan tenaga kerja yang diperlukan setelah adanya jam lembur. Perhitungan presentase peningkatan produktivitas penambahan *manpower* dapat dilihat pada Persamaan (10):

$$P = \frac{a - e}{e} \times 100 \% \quad (10)$$

Produktivitas setelah penambahan tenaga kerja dapat dihitung dengan Persamaan (11).

$$d = a + \left(a \times \frac{c}{b} \right) \quad (11)$$

Keterangan:

- P = Presentase peningkatan produktivitas tenaga kerja,
- e = Produktivitas setelah penambahan tenaga kerja,
- a = Produktivitas normal,
- b = Produktivitas perjam kerja,
- c = Koefisien penurunan produktivitas karena jam lembur.

Perhitungan percepatan durasi dengan penambahan jumlah tenaga kerja dapat diselesaikan melalui Persamaan (12) (Fatimah dkk, 2022):

$$CDr = \frac{VP}{PrC} \quad (12)$$

Keterangan:

CDr = *Crash duration* penambahan tenaga kerja,

VP = Volume pekerjaan,

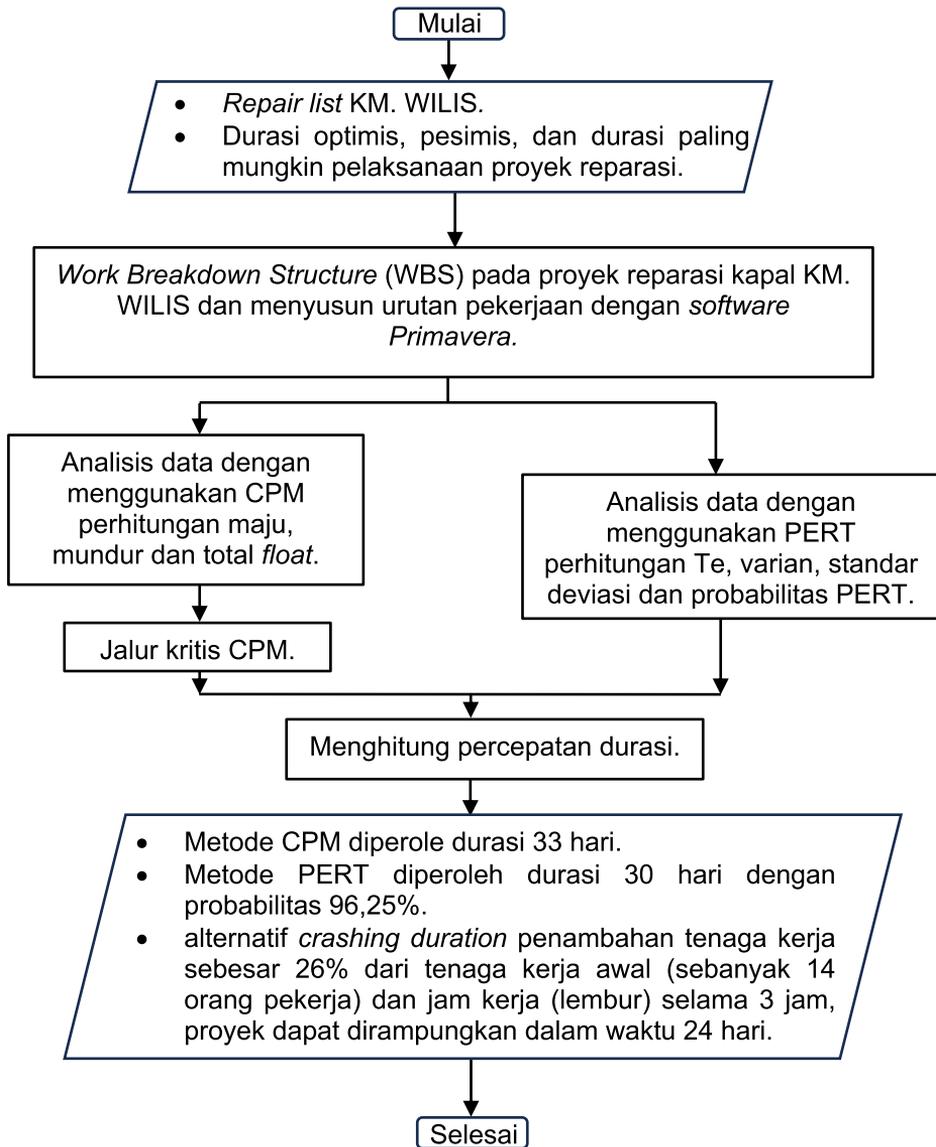
PrC = Produktivitas *crashing* penambahan tenaga kerja.

2.8. Diagram Alir

Alur penelitian atau diagram alir dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 13.



Optimized using
trial version
www.balesio.com



Gambar 13. Diagram alir penelitian
Sumber: Hasil analisis, 2024

